



**INFORME FINAL**

Evaluación hidroacústica del recurso jurel  
entre la V y X Regiones, año 2011

FIP N° 2011-05 / Noviembre 2012



## **INFORME FINAL**

Evaluación hidroacústica del recurso jurel  
entre la V y X Regiones, año 2011

FIP N° 2011-05 / Noviembre 2012

### **REQUIRENTE**

**FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA**  
Presidente Consejo de Investigación Pesquera  
**Pablo Galilea Carrillo**

### **EJECUTOR**

**INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP**

Jefe División Investigación Pesquera  
**Mauricio Braun Alegría**

Director Ejecutivo  
**Jorge Antonio Toro Da'Ponte**

### **JEFE DE PROYECTO**

José Córdova Masanés



FIP N°2011-05 / Noviembre 2012

## **AUTORES**

### ***Evaluación hidroacústica***

José Córdova Masanés  
Bernardo Leiva Pérez  
Víctor Catasti Barraza  
Víctor Bocic Wulf

### ***Oceanografía física y química***

Sergio Núñez Elías  
Sebastián Vásquez Pastene

### ***Oceanografía pesquera***

José Córdova Masanés  
Víctor Catasti Barraza

### ***Plancton***

Vivian Valenzuela Cuevas  
Jorge Angulo Aros  
Juan Carlos Saavedra Nievas

### ***Trófica***

Luis Ossa Medina

### ***Biología Pesquera***

José Córdova Masanés  
Carolina Lang Abarzúa  
Francisco Leiva Dietz



## 1. RESUMEN EJECUTIVO

---

El presente informe contiene los resultados de la cuantificaci3n de la biomasa por m3todo hidroac3stico, e indicadores biol3gicos del jurel en el otoño del 2011, las condiciones ambientales y sus relaciones con la distribuci3n del recurso entre V y X Regiones. El crucero de investigaci3n se realiz3 entre el 19 de junio y el 19 de julio del 2011, cubriendo desde el paralelo 39°10'S (puerto Saavedra) a 42°05'S (isla Chilo3), entre la doscientas y seiscientas millas de la costa, adem3s del sector costero aledaño a isla Mocha.

Este estudio se llev3 a cabo con el PAM Biomar III arrendado por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) a Pesquera Bio-Bio S.A. para desarrollar el crucero de evaluaci3n, y el apoyo de los cerqueros Ventisquero y Don Julio, donde se recolectaron muestras biol3gicas en las faenas comerciales. El PAM Biomar III realiz3 un total de 8 transectas paralelas en sentido este-oeste, separadas por 25 mn fuera de la Zona Econ3mica Exclusiva (ZEE) y una mini grilla con 5 transectas separada cada 10 mn (isla Mocha). El muestreo oceanogr3fico corresponde a una red de estaciones bioceanogr3ficas, situadas a las 200, 230, 260, 300, 330, 360, 400, 430, 460, 500, 530, 560, 600 y 630 millas de la costa. En las estaciones se registraron los valores de temperatura y salinidad, se tomaron muestras de agua para la determinaci3n de ox3geno, clorofila-a; y se realizaron pescas oblicuas de plancton con redes Bongo. Asimismo, se estim3 la densidad del agua ( $\sigma_t$ ); la anomal3a en las variables oceanogr3ficas; la capa de mezcla y espesor y profundidad base de la termoclina.

La cuantificaci3n ac3stica de la biomasa de jurel se efectu3 con el sistema Simrad EK-60, previamente calibrado. Se emple3 la frecuencia de 38 Khz recolectando informaci3n de la superficie hasta los 500 m de profundidad. La identificaci3n de los





registros acústicos del jurel se realizó mediante la estimación del coeficiente volumétrico de dispersión y la interpretación de los ecogramas en conjunto con los resultados de la pesca de identificación y la composición de la capturas registrada por las embarcaciones de la flota.

La biomasa total estimada de jurel fue de 127.520 toneladas con un coeficiente de variación de 11,3%, una densidad de 131,2 t/mn<sup>2</sup> y una abundancia numérica de 178,2E+06, lo cual representa un fuerte decremento respecto a la biomasa evaluada en invierno del 2008 (520.934 t), 2009 (534.538 t) y un reducido aumento con el 2010 (89.736 t) en la zona de estudio. Diferencias que también se reflejan en la abundancia en número, con valores desde 895.027.669 para otoño del 2008, 809.407.053 ejemplares en otoño del 2009, 125.609.951 para el 2010 y alcanzar este año 178.153.159 ejemplares.

Este año se intensifica el decremento en la abundancia numérica total respecto al 2001 (35.200 millones), destacando la escasa presencia del recurso en las primeras 200 mn de la costa. La abundancia de jurel estuvo compuesta por ejemplares de tallas mayores a 26 cm. De este modo se ratifica la ausencia de ejemplares menores a la talla mínima legal registrada a partir del 2001. Las zonas de concentración de l recurso se ubicaron a 470 mn frente a punta Pucatrihue (40° 20`S) y de menor intensidad a la cuadra de golfo Coronado (580 mn) e isla Mocha, con un patrón de distribución paralelo a la costa, característico para el recurso en la zona norte y sur del país.

Batimétricamente el jurel se ubicó entre los 30 a 170 m de profundidad, con el total de las agregaciones detectada en el sector costero (isla Mocha), lo que indica que se mantiene al igual que en el periodo 2003-2010, una mayor profundidad en el sector oceánico, sin diferencias de norte a sur como se observó entre 1997 y 2002.



La estructura de tallas registrada en el crucero varió entre 34 y 54 cm de longitud horquilla, con una moda principal en 39 cm. Esta estructura de tamaño muestra un desplazamiento del grupo modal respecto al 2001 (moda 26 cm), 2002 (moda 27 cm), 2003 (moda 28), 2004 (moda 29), 2005 (moda 30), 2006 (31 cm), 2007 (32 cm), 2008 (36 cm) y 2009 (37 cm).

La composición por edad estuvo formada por 10 grupos, siendo los principales el VIII, IX, y X que participan en la abundancia numerica con un 17, 43, y 21% respectivamente. Este año se mantienen los mismos grupos principales presentes el 2009, observando el desplazamiento hacia edades mayores, al registrar ese año el grupo de edad VIII (33%), IX ( 21%) y X (18%).

La biomasa zooplanctónica alcanzó a 19,1 ml/1000m<sup>3</sup> y representó una caída del 51,2% respecto al 2009 (39 ml/1.000 m<sup>3</sup>), constituyéndose en el valor más bajo desde 1997, manteniéndose la tendencia decreciente en la zona de estudio registrada desde 2000.

El estudio de la composición de la dieta confirma la importancia de los eufáusidos como la presa del jurel, además de gastrópodos y peces linterna.

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

En general, la distribución de las variables y estructuras oceanográficas verticales y sus anomalías para el período 1990-2011, evidenció distribuciones bastante homogéneas y la ausencia de gradientes meridionales y zonales. Esto, junto a



anomalías térmicas negativas indica para este año una condición más fría para la zona de estudio.

El jurel se encontró de preferencia en temperaturas de 11 a 12°C y salinidades que van de 33,9 a 34,0 psu, lo que se asemeja con lo observado en años anteriores (10-15°C y 33,9-34,2 psu). Asimismo, al igual que desde el 2002 al 2010, el jurel se ubicó de preferencia en el estrato con valores de oxígeno entre 6 a 7 ml L<sup>-1</sup>,

Se estudió la relación de la abundancia del jurel con las condiciones ambientales mediante el modelamiento aditivo generalizado (GAM) en dos enfoques. En el primer enfoque, se consideró el rango de profundidad de concentración del recurso (50-100 m) para extraer las variables ambientales; clorofila, latitud, temperatura, capa dispersión profunda, gradiente temperatura, larvas de eufáusidos, salinidad, gradiente salinidad, eufáusidos, densidad y oxígeno, fueron significativas en el ajuste del modelo ( $R^2=0,48$ ). En el segundo enfoque se modeló la densidad de jurel y las variables ambientales, determinadas a la profundidad media de distribución, estableciendo un modelo de 5 variables significativas y una moderada discriminación ( $R^2=0,39$ ).



## 1. EXECUTIVE SUMMARY

---

Acoustic biomass and biological indicators of the jack mackerel (*Trachurus symmetricus*) in autumn of the 2011 are presented here together with the environmental conditions and their relationships with the distribution of the resource between V and X Regions of Chile. The research cruise was conducted between June 19 and July 19 of 2011, covering from latitude 39°10'S (Saavedra port) to 42°05'S (Chiloé island), between 200 and 600 miles from the coast, in addition to the coastal sector adjacent to Mocha island.

This study was carried out with the PAM Biomar III leased by the Institute of Fishing Development (IFOP) to Fishing Bio-Bio S.A in order to develop the evaluation cruise, with the support of the purse seiners vessels Ventisquero and Don Jullio, where biological samples were gathered. The PAM Biomar III carried out a total of 8 parallel transect in east – west direction, separated by 25 nautical miles in the Economic Exclusive Zone (ZEE), and a small grid with 5 transect separated by 10 mn in Mocha island. The oceanographic sampling corresponds to a grid of bioceanografic stations, located at 200, 230, 260, 300, 330, 360, 400, 430, 460, 500, 530, 560, 600 630 nautical miles of the coast. In the stations values of temperature and salinity was collected and samples of water for the determination of oxygen, chlorophyll-a; and oblique catches of plankton with Bongo nets were made. Also, the density of the water ( $\rho$ ); the anomaly in the oceanographic variables; the layer of mixture and thickness and depth base from the termocline was estimated.

The acoustic quantification of the biomass of horse mackerel was carried out with a calibrated. Simrad EK-60 systems. Frequency of 38 Khz was used to gather information from the surface up to 500 m of depth. The identification of the acoustic records of the jack mackerel was realized by means of  $\rho$  the estimation of the



volumetric coefficient of dispersion and the analysis of the echo trace, the second by the interpretation of the echograms, together with the results of the fishing identification hauls and the composition of the catch of the fishing fleet.

The total biomass estimated of horse mackerel was 127.520 tons with a coefficient of variation of 11,3 %, a density of 131,2 t/mn<sup>2</sup> and one numerical abundance of 178,2E+06, which represents a strong decrease from biomass evaluated in winter of 2008 (520.934 t), 2009 (534.538 t) and a small increase with 2010 (89.736 t) in the study area. Differences that also are reflected in the abundance in number, with values from 895.027.669 for autumn of 2008, 809.407.053 in autumn of 2009, 125.609.951 for 2010 and to reach this year 178.153.159 individuals.

This year intensifies the decrease in numerical abundance with regard to 2001 (35.200 millions), distinguishing the scarce presence of the resource in the first 200 mn from the coast. The abundance of horse mackerel consisted of individual with length higher than 26 cm. Thus this ratified the absence of individuals under the minimal legal size recorded from 2001. The resource concentration areas were located at 470 mn off Pucatrihue point (40 ° 20`S) and in a lower intensity, 580 mn off Coronado gulf and in Mocha island.

The horse mackerel was located between 30 to 170 m of depth, with a 100 % of the surface aggregations detected in the coastal sector of Mocha island, maintaining as in the 2003-2010 period, a major depth in the oceanic sector, without differences of north on south as it was observed between 1997 and 2002.

The sizes structure registered in the cruise varied between 34 and 54 cm of fork length, with a principal mode in 39 cm. This size structure shows a displacement of the modal groups with respect to 2001 (mode 26 cm), 2002 (mode 27 cm), 2003



(mode 28), 2004 (mode 29), 2005 (mode 30), 2006 (31 cm), 2007 (32 cm), 2008 (36 cm) and 2009 (37 cm).

The age composition was formed by 10 groups, being the main the VIII, IX, and X that participate, in numerical abundance with a 17, 43 and 21%, respectively. This year remain the same main age groups present in 2009, observing the displacement toward old ages, to register that year the age group VII (33 %), IX (21 %) and X (18%).

The zooplankton biomass reached to 19,1 ml/1000m<sup>3</sup> and represented a decrease of 51,2 % compared to 2009 (39 ml/1.000 m<sup>3</sup>), becoming the lowest value since 1997, maintaining the downward trend in the study zone of registered since 2000

The study of the composition of the diet confirms the importance of the euphausiid as prey of horse mackerel, as well as gastropods and lantern fish.

The TS analysis diagrams revealed, as in previous studies, that the oceanographic conditions observed in the zone of study indicate the presence of three water masses; Subantarctic water (ASAA) and Intermediate Antarctic waters (AIA), besides Equatorial Subsuperficial Waters (AESS) in an incipient way

In general, the distribution of the variables and oceanographic vertical structures (and their anomalies for the period 1990-2011), showed quite homogeneous distributions and the absence of southern and zonal gradients. This, together with negative thermal anomalies indicate a cold condition for the study area for this year.

The jack mackerel was found preferably in temperatures of 11 to 12°C and salinities that go from 33.9 to 34.0 psu, which is similar with the observed in previous years (10-





15°C and 33,9-34,2 psu). Also as from the 2002 to the 2010, the horse mackerel was located with preference in the stratum with values of oxygen between 6 to 7 ml L<sup>-1</sup>.

The relationship of the abundance of jack mackerel with environmental conditions was studied through the generalized additive modeling (GAM) in two approaches. . In the first approach, the environmental information came from the range (50-100m) where the resource was concentrated, the variables of; chlorophyll, latitude, temperature, deep scattering layer, temperature gradient, euphausiids larvae, salinity, salinity gradient, euphausiids, density and oxygen, were significant in the adjustment of the model (R<sup>2</sup>= 0,48). The second approach considered the statistical modeling between the jack mackerel acoustic density and the environmental variables, determined to the average depth of jack mackerel distribution, establishing a model of 5 significant variables and a moderate discrimination (R<sup>2</sup>= 0,39).



## 2. ÍNDICE GENERAL

---

	Página
<b>1. RESUMEN EJECUTIVO / EXECUTIVE SUMMARY -----</b>	<b>1</b>
<b>2. ÍNDICE GENERAL -----</b>	<b>12</b>
<b>3. ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS Y ANEXOS -----</b>	<b>16</b>
<b>4. OBJETIVO DEL PROYECTO -----</b>	<b>23</b>
4.1 Objetivo general -----	23
4.2 Objetivos específicos -----	23
<b>5. ANTECEDENTES -----</b>	<b>24</b>
<b>6. METODOLOGÍA DE TRABAJO -----</b>	<b>27</b>
6.1 Aspectos generales del crucero -----	27
6.2 Objetivo específico 2.1 Estimar la abundancia (en número) y biomasa (en peso) del jurel en el área de estudio -----	28
6.2.1 Zona y período de estudio -----	28
6.2.2 Diseño de muestreo -----	29
6.2.3 Calibración electroacústica -----	30
6.2.4 Medición de TS "in situ" -----	31
6.2.5 Identificación de especies -----	31
6.2.6 Procesamiento de la información acústica -----	33
6.2.7 Estimación de la abundancia en número y biomasa en peso total y a la talla -----	34
6.2.8 Estimación de la varianza para abundancia en número y biomasa en peso -----	38
6.3 Objetivo específico 2.2. Estimar la composición de talla, peso, edad y proporción sexual del stock de jurel, en el área de estudio -----	43
6.3.1 Muestreo a bordo -----	43
6.3.2 Estructura de talla -----	44
6.3.3 Estimación de la abundancia a la edad -----	46
6.3.4 Varianza de la abundancia a la edad (Southward, 1976) -----	48



6.4	Objetivo específico 2.3. Determinar composición de los principales ítems alimentarios del jurel en el área de estudio -----	49
6.4.1	Colecta de las muestras -----	49
6.4.2	Análisis de la información-----	50
6.5	Objetivo específico 2.4. Determinar la distribución espacial y batimétrica de jurel y del zooplancton, con especial énfasis en los principales ítems alimentarios del jurel, en el área de estudio, y su relación con las condiciones oceanográficas -----	52
6.5.1	Distribución espacial y batimétrica del recurso-----	52
6.5.2	Análisis de la distribución del recurso -----	53
6.5.3	Muestreo de zooplancton-----	56
6.5.4	Procesamiento y análisis de las muestras zooplanctónicas-----	58
6.5.5	Biomasa zooplanctónica total -----	64
6.5.6	Muestreo oceanográfico.-----	64
6.5.7	Análisis de las muestras y de la información -----	66
6.5.8	Asociación espacial entre las condiciones oceanográficas, del zooplancton y la distribución y abundancia del jurel en el área de estudio--	67
6.6	Objetivo específico 2.5. Determinar la fauna acompañante y su importancia relativa en los lances de pesca de identificación -----	73
6.6.1	Pesca de identificación-----	73
6.6.2	Muestreo de las capturas de los lances -----	74
6.6.3	Análisis de las capturas -----	75
<b>7.</b>	<b>RESULTADOS-----</b>	<b>76</b>
7.1	Objetivo específico 2.1 Estimar abundancia (en número) y biomasa (en peso) del jurel en le área de estudio -----	76
7.1.1	Pesca de identificación-----	76
7.1.2	Calibración electroacústica-----	77
7.1.3	Medición de TS “in situ” -----	78
7.1.4	Biomasa y abundancia de jurel -----	78
7.1.5	Precisión de los estimados de abundancia y biomasa-----	80
7.2	Objetivo específico 2.2. Estimar composición de talla, peso, edad y proporción sexual del stock de jurel, en el área de estudio -----	85
7.2.1	Estructura de tallas-----	85
7.2.2	Abundancia a la edad -----	90
7.2.3	Relación longitud-peso y proporción sexual -----	91



7.3	Objetivo espec3fico 2.3. Determinar la composici3n de los principales 3tems alimentarios del jurel en el 3rea de estudio -----	93
7.3.1	Composici3n de los principales 3tems alimentarios de jurel -----	93
7.3.2	Importancia de las presas -----	94
7.3.3	3ndice de estrategias alimentarias -----	95
7.3.4	Selectividad de las presas por tama3o -----	96
7.4	Objetivo 2.4. Determinar la distribuci3n espacial y batim3trica del jurel, zooplancton con 3nfasis en los principales 3tems alimentarios del jurel, en el 3rea de estudio y su relaci3n con condiciones oceanogr3ficas -----	97
7.4.1	Distribuci3n geogr3fica del recurso -----	97
7.4.2	Descripci3n de estructuras espaciales en la informaci3n ac3stica -----	99
7.4.3	Distribuci3n batim3trica del recurso -----	101
7.4.4	Composici3n y abundancia del zooplancton -----	102
7.4.5	Distribuci3n del zooplancton -----	111
7.4.6	Estructura comunitaria de los grupos zooplanct3nicos -----	115
7.4.7	Biomasa zooplanct3nica -----	119
7.4.8	Condiciones meteorol3gicas y oceanogr3ficas -----	120
7.4.9	Relaciones ambiente recurso -----	134
7.5	Objetivo espec3fico 2.5. Determinar la fauna acompa3ante y su importancia relativa en los lances de pesca de identificaci3n -----	146
7.5.1	Resultado lances de pesca -----	146
7.5.2	Proporci3n y composici3n de la fauna acompa3ante -----	148
7.5.3	An3lisis de asociaci3n -----	148
<b>8.</b>	<b>DISCUSI3N -----</b>	<b>151</b>
<b>9.</b>	<b>CONCLUSIONES -----</b>	<b>162</b>
9.1	Ac3stica -----	162
9.2	Pesca -----	164
9.3	Oceanograf3a -----	165
9.4	Plancton -----	166
9.5	Alimentaci3n -----	167
9.6	Asociaciones -----	168
9.7	General -----	169
<b>10.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGR3FICAS -----</b>	<b>170</b>



## FIGURAS

### ANEXOS:

- Anexo I.** Comparación de estructuras de tallas cruceros de evaluación y flota cerco VIII Región.
- Anexo II.** Análisis de contemporaneidad y coterraneidad en las distribuciones de tallas de jurel en la zona centro-sur del país.
- Anexo III.** Posición y fecha de transectas acústicas y estaciones bio-oceanográficas.
- Anexo IV.** Resumen de Talleres.
- Anexo V.** Asignación de personal profesional y técnico.
- Anexo VI.** Respaldo fotográfico del Crucero.



### 3. ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS y ANEXOS

---

#### FIGURAS

- Figura 1.** Distribución de transectas acústicas en al zona de estudio. a) términos técnicos de referencia y b) crucero de evaluación. Crucero Jurel 2011.
- Figura 2.** Lances de pesca realizados en la zona de estudio a) lances por barco y b) lances con captura de jurel. Crucero Jurel 2011.
- Figura 3.** Red de mediagua Engel para la captura de jurel. Crucero Jurel 2011.
- Figura 4.** Distribución de lances de pesca durante crucero de evaluación del 2010.
- Figura 5.** Distribución de lances de pesca de la flota VIII Región (mayo-agosto 2010).
- Figura 6.** Distribución de lances de pesca de la flota VIII Región (mayo-agosto 2011).
- Figura 7.** Estructura de talla de jurel del crucero para el total de lances. Crucero Jurel 2001.
- Figura 8.** Relación longitud-peso establecida para jurel en la zona de estudio. Crucero Jurel 2011.
- Figura 9.** Representación de las estrategias alimentarias para jurel en el área de estudio, según el método gráfico de Amundsen *et al.* (1996). Crucero Jurel 2011.
- Figura 10.** Distribución de frecuencias del índice de selectividad de Ursin de las principales presas de jurel por grupo, en la zona centro-sur de Chile. Crucero Jurel 2011.





- Figura 11.** Distribución espacial de jurel. Crucero Jurel 2011.
- Figura 12.** Media de Pennington por distancia a la costa.
- Figura 13.** Correlogramas por sectores y distancia de la costa. Crucero Jurel 2011.
- Figura 14.** Variogramas para la zona de estudio. Crucero Jurel 2011.
- Figura 15.** Frecuencia porcentual de número de agregaciones y densidad acústica en profundidad. Crucero Jurel 2011.
- Figura 16.** Distribución espacial de los principales grupos zooplanctónicos presentes en la zona de estudio; a) copépodos y b) quetognatos. Crucero Jurel 2011.
- Figura 17.** Distribución espacial de los principales grupos zooplanctónicos presentes en la zona de estudio; a) ostrácodos y b) pterópodos. Crucero Jurel 2011.
- Figura 18.** Distribución latitudinal (a) y longitudinal (b) de la densidad media de los principales grupos zooplanctónicos capturados en periodo diurno (línea rojo) y nocturno (línea negra). Crucero jurel 2011.
- Figura 19.** Distribución espacial de los eufáusidos presentes en la zona de estudio. Crucero Jurel 2011.
- Figura 20.** Distribución espacial de los índices comunitarios: a) riqueza específica de margalef, b) diversidad de Shannon y Weaver y c) homogeneidad de Pielou. Crucero Jurel 2011.
- Figura 21.** Dendograma de similitud de Winer de los grupos zooplanctónicos analizados en la zona centro-sur. Crucero Jurel 2011.
- Figura 22.** Distribución de la biomasa zooplanctónica. Crucero Jurel 2011.



- Figura 23.** Variabilidad de las condiciones meteorológicas en la región costera del área de estudio. Promedios diarios de la temperatura atmosférica ( $^{\circ}\text{C}$ ), presión atmosférica (HPa), intensidad del viento (nudos) y altura de olas (m).
- Figura 24.** Variabilidad porcentual de (a) dirección de olas y (b) dirección del viento en la región y período de estudio.
- Figura 25.** Distribución horizontal de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) en el estrato de 50 metros de profundidad. Crucero Jurel 2011.
- Figura 26.** Distribución horizontal de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) en el estrato de 50 metros de profundidad. Crucero Jurel 2011.
- Figura 27.** Distribución horizontal de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) en el estrato de 100 metros de profundidad. Crucero Jurel 2011.
- Figura 28.** Distribución horizontal de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) en el estrato de 200 metros de profundidad. Crucero Jurel 2011.
- Figura 29.** Distribución horizontal de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) en el estrato de 300 metros de profundidad. Crucero Jurel 2011.
- Figura 30.** Distribución horizontal de (a) la clorofila-a superficial ( $\text{mg m}^{-3}$ ) y (b) la clorofila-a integrada ( $\text{mg m}^{-2}$ ) en los primeros 50 metros de profundidad. Crucero Jurel 2011.
- Figura 31.** Distribución horizontal semanal de la temperatura superficial del mar satelital para el período junio- julio de 2011 en el área de estudio.
- Figura 32.** Distribución horizontal semanal de la clorofila satelital para el período junio-julio de 2011 en el área de estudio.



- Figura 33.** Transecta 1. Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml L}^{-1}$ ). Crucero Jurel 2011.
- Figura 34.** Transecta 3. Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml L}^{-1}$ ). Crucero Jurel 2011.
- Figura 35.** Transecta 4. Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml L}^{-1}$ ). Crucero Jurel 2011.
- Figura 36.** Transecta 5. Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml L}^{-1}$ ). Crucero Jurel 2011.
- Figura 37.** Transecta 6. Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml L}^{-1}$ ). Crucero Jurel 2011.
- Figura 38.** Transecta 7. Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml L}^{-1}$ ). Crucero Jurel 2011.
- Figura 39.** Transecta 8. Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml L}^{-1}$ ). Crucero Jurel 2011.
- Figura 40.** Secciones verticales de clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) en el área de estudio. Crucero Jurel 2011.
- Figura 41.** Perfiles individuales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad y densidad (sigma-t) para los sectores: a) oceánico ( $39^{\circ}10'S-42^{\circ}05'S$ ) y b) sector isla Mocha. Crucero Jurel 2011.
- Figura 42.** Perfiles individuales de la concentración de oxígeno ( $\text{ml L}^{-1}$ ) y de clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ), para los sectores: a) oceánico ( $39^{\circ}10'S-42^{\circ}05'S$ ) y b) sector isla Mocha. Crucero Jurel 2011.
- Figura 43.** Distribución espacial de; a) profundidad capa de mezcla (m), b) profundidad base de la termoclina (m) y c) espesor de la termoclina (m) en la zona de estudio. Crucero Jurel 2011.



- Figura 44.** Diagramas TS para el área de estudio: a) sector oceánico y b) isla Mocha. Crucero Jurel 2011.
- Figura 45.** Histogramas de rangos para: temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu) y concentración de oxígeno disuelto ( $\text{ml L}^{-1}$ ), densidad de eufáusidos y larvas de eufáusidos ( $\text{ind } 1000 \text{ m}^{-3}$ ) determinadas a la profundidad media de los cardúmenes de jurel en el área de estudio. Crucero Jurel 2011.
- Figura 46.** Distribución espacial de la densidad acústica de jurel ( $\text{m}^2 \text{ mn}^{-2}$ ) y (a) la distribución de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) salinidad (psu), (c) concentración de oxígeno disuelto ( $\text{ml L}^{-1}$ ), d) distribución de las corrientes geostroficadas ( $\text{cm s}^{-1}$ ), (e) la profundidad de la capa de mezcla (m) y (f) la base de la termoclina (m), a la profundidad media de distribución de los cardúmenes de jurel en el área de estudio. Crucero Jurel 2011.
- Figura 47.** Rangos de preferencia y frecuencia acumulada del jurel en relación a las variables bio-oceanográficas. Estrato 50-100 m. Crucero Jurel 2011.
- Figura 48.** Relación entre la densidad acústica de jurel y las variables predictoras seleccionadas mediante GAM considerando el sector ( $39^{\circ}10'S-42^{\circ}05'S$ ) del área de estudio. Crucero Jurel 2011.
- Figura 49.** Funciones de distribución acumulativas empíricas para las variables ambientales ( $f(t)$ ) y su ponderación con la variable pesquera ( $g(t)$ ). Sector ( $39^{\circ}10'S-42^{\circ}05'S$ ) del área de estudio. Crucero Jurel 2011.
- Figura 50.** Dendograma importancia relativa por especie.
- Figura 51.** Dendograma ausencia/presencia por años.
- Figura 52.** Centros de gravedad de la distribución espacial de jurel en las evaluaciones hidroacústicas
- Figura 53.** Anomalía de la temperatura superficial del mar en la región de estudio.



- Figura 54.** Informaci3n satelital de la anomalía mensual de la TSM (Junio) para el período 1990-2011 (IGOSS).
- Figura 55.** Estructura de tallas de jurel y posici3n geogr3fica de los lances de pesca entre mayo y agosto del 2010. Se indica el track y las densidades detectadas en la prospecci3n acústica realizada entre el 09 de junio y 27 de julio.
- Figura 56.** Estructura de tallas de jurel y posici3n geogr3fica de los lances de pesca entre mayo y agosto del 2011. Se indica el track y las densidades detectadas en la prospecci3n acústica realizada entre el 22 de junio y 19 de julio.



## TABLAS

- Tabla 1.** Agregación de jurel por categorías de densidad.
- Tabla 2.** Posición de transectas y número de estaciones oceanográficas en el muestreo regular.
- Tabla 3.** Abundancia de jurel a la talla en el invierno del 2011 según los métodos Conglomerados, Bootstrap y Geoestadístico. Crucero Jurel.
- Tabla 4.** Biomasa (ton) de jurel a la talla en el invierno del 2011 según los métodos Conglomerados, Bootstrap y Geoestadístico. Crucero Jurel.
- Tabla 5.** Varianzas de la abundancia de jurel por talla según el método de estimación Conglomerados, Bootstrap y Geoestadístico. Crucero Jurel.
- Tabla 6.** Varianzas de la biomasa de jurel por talla según el método de estimación Conglomerados, Bootstrap y Geoestadístico. Crucero Jurel.
- Tabla 7.** Resultados de comparación estructura talla asociadas a zonas de detección acústica de jurel con prueba estadística de chí cuadrado.
- Tabla 8.** Resultados de comparación estructura talla obtenidas por la flota VIII región (mayo-agosto 2010).
- Tabla 8.** Resultados de comparación estructura talla obtenidas por la flota VIII región (mayo-agosto 2011).
- Tabla 10.** Comparación de la estructura de talla de jurel entre los lances realizados en la prospección, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG;  $\alpha=0,05$ ). Crucero Jurel.
- Tabla 11.** Comparación de la estructura de talla de jurel entre los lances costeros y oceánicos realizados en la prospección, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG;  $\alpha=0,05$ ). Crucero Jurel.





- Tabla 12.** Comparaci3n de la estructura de talla de jurel entre los lances realizados en la zona costera, mediante la d3cima de heterogeneidad generalizada (DHG;  $\alpha=0,05$ ). Crucero Jurel.
- Tabla 13.** Composici3n en n3mero (millones de ejemplares) por grupo de edad en la abundancia estimada para el sector 200-630 mn.
- Tabla 14.** N3mero de est3magos y porcentaje con y sin contenido.
- Tabla 15.** N3mero (N%), peso (P%), frecuencia de aparici3n (F%) e 3ndice de importancia relativa (IIR) para jurel.
- Tabla 16.** Indicador de coeficiente dietario de Hureau (Q) en la dieta de jurel (2011).
- Tabla 17.** ISU promedio de las principales presas de jurel.
- Tabla 18.** Grupos zooplanct3nicos presentes en las pescas diurnas y nocturnas entre 10 y 600 mn. N3 total de individuos; (N3 Total ind): N3mero estaciones positivas; (Min): m3nimo; (Max): m3ximo; (DE): desviaci3n est3ndar; (%Dom): Dominancia; (% Frec): Frecuencia.
- Tabla 19.** Densidad media por grupo zooplanct3nico diurnas y nocturnas, entre 230-400 mn y 430-600 mn.
- Tabla 20.** Densidad media y porcentaje del coeficiente de variaci3n (CV) de los grupos num3ricamente m3s importantes, en las capturas diurnas y nocturnas durante los a3os 2003 – 2011 (230/ 400, 430/600 mn).
- Tabla 21.** Resultado de la Prueba de Kruskal-Wallis. Los valores significativos se indican en negrita (valor  $p < 0,05$ ).
- Tabla 22.** Valores promedio y desviaci3n est3ndar de los 3ndices de Riqueza espec3fica (Margalef), Diversidad de (Shannon & Wiener) y Homogeneidad (Pielou), observados entre los a3os 2004-2011.



- Tabla 23.** Estadístico de Wald y valor p, para la hipótesis de igualdad de composición por taxa, según periodo del día y zona longitudinal. Tamaño de muestra, hipótesis, estadístico de Wald y valor p para el análisis por zona (latitudinal – longitudinal) y periodo del día.
- Tabla 24.** Estadístico de Wald y valor p, para la hipótesis de igualdad de composición por taxa, según periodo del día y zona longitudinal.
- Tabla 25.** Rangos ambientales en áreas con presencia de recurso determinada a la profundidad promedio de los cardúmenes.
- Tabla 26a.** Coeficientes de correlación entre profundidad media del jurel (PMC), profundidad de la capa de mezcla (PCM), de la termoclina (PBT) y espesor de la termoclina (ET) en el área de estudio.
- Tabla 26b.** Coeficientes de correlación y nivel de significancia entre densidad de jurel ( $m^2\ mn^{-2}$ ), variables y estructuras oceanográficas verticales en el área de estudio.
- Tabla 27.** Descripción de los modelos analizados para GAM.
- Tabla 28.** Bondad de ajuste estadístico para cada uno de los modelos analizados en el GAM.
- Tabla 29.** Análisis de Varianza de las covariables ajustadas al modelo GAM para la relación con la densidad de jurel seleccionadas a través del método de máxima verosimilitud. Veril 50-100 m de profundidad. Valores F y pseudo coeficiente de determinación.
- Tabla 30.** Resultados del análisis de rangos ambientales (Perry y Smith, 1994) para el sector oceánico (> 200 mn de la costa).
- Tabla 31.** Coeficientes de Cramer para la distribución de jurel y variables ambientales en las capas de 5, 50 y 100 m.



- Tabla 32.** Información de captura en peso en los lances de pesca realizados por pesqueros industriales.
- Tabla 33.** Distribución longitudinal porcentual de lances de pesca en crucero evaluación 1997-2011.
- Tabla 34.** Estimados de biomasa de jurel en la zona centro sur (1997-2011).
- Tabla 35.** Resultados de comparación estructura de tallas por meses con prueba estadística Chi cuadrado. Años 2010 y 2011.

## ANEXOS

- Anexo I.** Comparación de estructuras de tallas cruceros de evaluación y flota cerco VIII Región.
- Anexo II.** Análisis de las distribuciones de tallas de jurel en la zona centro-sur del país.
- Anexo III.** Posición y fecha de transectas acústicas y estaciones bio-oceanográficas.
- Anexo IV.** Resumen de Talleres.
- Anexo V.** Asignación de personal profesional y técnico.
- Anexo VI.** Respaldo fotográfico del crucero.



## **4. OBJETIVOS DEL PROYECTO**

---

### **4.1. Objetivo general**

Cuantificar la biomasa del recurso jurel, entre las Regiones V y X, mediante el m3todo hidroac3stico.

### **4.2. Objetivos espec3ficos**

- 4.2.1** Estimar la abundancia (en n3mero) y biomasa total (en peso) del jurel en el 3rea de estudio.
- 4.2.2** Estimar la composici3n de talla, peso, edad y proporci3n sexual del stock de jurel en el 3rea y per3odo de estudio.
- 4.2.3** Determinar la composici3n de los principales 3tems alimentarios del jurel en el 3rea de estudio.
- 4.2.4** Determinar la situaci3n espacial y batim3trica del jurel y del zooplancton, con especial 3nfasis en los principales 3tems alimentarios del jurel, en el 3rea de estudio y su relaci3n con las condiciones oceanogr3ficas.
- 4.2.5** Determinar la fauna acompa1ante y su importancia relativa en los lances de identificaci3n.



## 5. ANTECEDENTES

---

El jurel (*Trachurus murphyi*) es una especie de amplia distribución geográfica, encontrándose 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, com. Pers.).

El jurel es un recurso típicamente pelágico, habitando regiones oceánicas y costeras. La cual ha sostenido la más importante actividad pesquera del país, habiendo sido además, especie objetivo de una intensa pesca internacional de altura entre los años 1978 y 1991, por embarcaciones de la ex URSS que operaron frente a las costas de Chile y Perú. En 1998, los desembarques de jurel de la flota cerquera industrial en los puertos de la VIII Región alcanzaron las 1.496.705 toneladas, lo que representó el 95,2% del total nacional para jurel, para posteriormente decrecer en torno a 1 ~ 0.8 millones de toneladas, y en los últimos años alcanzar alrededor de las 300.000 a 110.000 toneladas (SERNAPESCA 2008 al 2010). Esto producto de una menor disponibilidad en el sector costero y el alejamiento del recurso hacia el sector oceánico, situación que el régimen operacional de la flota cerquera de la VIII Región, con el aumento de la duración promedio del viaje con pesca de 2,75 días (2005) a 7,3 días (2009-2010).

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



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

La pesquería pelágica de la Zona Centro–Sur, junto a la evolución de la abundancia y disponibilidad de jurel también aumentó alcanzando en 1990 el primer lugar nacional, registrando un importante crecimiento del esfuerzo de pesca de la flota de cerco industrial, la que presentó una notable transformación tecnológica.

A partir de 1994, se verificó un cambio en la tendencia creciente de las capturas que agregado a la alta presencia de jurel (74%) bajo la talla mínima legal en el área de la pesquería y mínima presencia de adultos, período asociado a la presencia del fenómeno de El Niño 97-98, reportada en la evaluación acústica de 1997, se tradujo en fuertes regulaciones en la pesquería a partir de 1998, implementadas mediante vedas biológicas. Durante algunas de las vedas se efectuaron Pescas de Investigación con el objetivo de determinar la evolución de la estructura de talla del jurel.

Evaluaciones directas hidroacústicas realizadas en la zona donde se concentra principalmente la pesquería, muestran un crecimiento sostenido de la biomasa desde 3,75 a 6,14 millones de toneladas entre 1998 y 2001, para posteriormente caer a valores cercanos a las 500.000 toneladas. A partir del 2003, se amplió la prospección acústica por fuera de las 200 mn, observándose un aumento importante de la biomasa por sobre la ZEE (1,83 a 3,61 millones de toneladas) y una disminución en la ZEE (881.000 a 1,45 millones de toneladas). El aumento en la zona de estudio se refleja en cambios de los centros de gravedad de las distribuciones espaciales de jurel, que se ubicaron frente a Talcahuano (36°44'S), entre 1997 y 2001, para luego el 2003 desplazarse hacia el sector sur y oceánico, evidenciando un desplazamiento de las concentraciones hacia la alta mar y una disminución en las primeras 200 mn. Este cambio en el patrón de distribución





espacial se refleja en aproximadamente el 53% de sus capturas fuera de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) entre el 2009 y 2010.

Luego, considerando la importancia del recurso para la economía del país y el nivel de explotación a que está sometido, así como los cambios en la estructura y distribución del stock de jurel detectado durante 1997 y 2010 (Informes de Proyectos FIP y BIP), es necesario mantener una vigilancia de la evolución de la abundancia y de su distribución espacial.

Considerando la importancia del recurso para la economía del país y el nivel de explotación a que ha sido sometido, el Fondo de Investigación Pesquera ante la necesidad de disponer de antecedentes sobre la abundancia y distribución del recurso jurel, incluyó el siguiente proyecto en el programa de investigación del año 2011.

El presente informe entrega los resultados finales obtenidos en el crucero de Evaluación hidroacústica de jurel realizado en junio-julio entre la V y X Regiones, referente a las estimaciones de la biomasa, además de información bio-oceanográfica de carácter general observada durante la prospección hidroacústica.



## 6. METODOLOGÍA DE TRABAJO

---

### 6.1 Aspectos generales del crucero

Este estudio considera la evaluación acústica de jurel realizada desde el sur de puerto Saavedra ( $39^{\circ}10'S$ ) a isla Chiloé ( $42^{\circ}05'S$ ) entre las 200 y 630 millas náuticas de la costa, durante los meses de junio y julio del 2011, cubriendo la ventana adaptativa sur señalada en la oferta técnica del proyecto, además de un sector costero ubicado al sur de isla Mocha (**Figura 1 a y b**). Esta área de estudio, se determinó en base a antecedentes provenientes de las operaciones de pesca de la flota de cerco de la VIII Región, antes y durante la ejecución del crucero de evaluación hidroacústico.

Con el objeto de disponer de mayor información biológica de jurel, se acordó con la empresa pesquera Orizon S.A., autorizar el embarque de observadores científicos del Instituto Fomento Pesquero, a fin de realizar un muestreo a las capturas en los lances contemporáneos y coterráneos al crucero desarrollado por el PAM Biomar III, permitiendo disponer de muestras complementarias de jurel para satisfacer los tamaños muestrales de los distintos análisis requeridos en este estudio (**Figura 2**).

La evaluación hidroacústica se realizó con el PAM Biomar III (Loa=47,11 m; 2.170 HP) de propiedad de Pesquera Bío-Bío y que fue arrendado por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), durante junio-julio del 2011. Se utilizó un ecosonda científico Simrad EK-60, un transductor de 38Khz, un CTD SEA BIRD modelo 19 Plus, redes de plancton y arte de pesca de arrastre a mediagua. En la zona de estudio se efectuaron un total de 8 transectas, separadas por 25 mn, alcanzando cuatro de ellas una longitud de 430 mn, dos de 330 mn y dos de 260 mn, además de una grilla menor con 5 transectas de 25 mn y separada cada 10 mn al sur de isla Mocha (**Figura 1b**). El área prospectada fue cubierta con una red de estaciones bio-



oceanográficas, situadas a 200, 230, 260, 300, 330, 360, 400, 430, 460, 500, 530, 560, 600 y 630 mn.

Durante el desarrollo del estudio, en la zona se realizaron un total de 25 lances de pesca a fin de identificar ecotrazos y obtener muestras para estudios biológicos. De estos, el PAM Biomar III realizó 3 lances de pesca y el resto fue realizado por los PAM Ventisquero y don Julio, donde observadores científicos a bordo recolectaron durante el periodo del crucero, muestras complementarias de jurel para satisfacer los tamaños muestrales de los distintos análisis considerados en este estudio (**Figura 2**). En este sentido, un análisis estadístico efectuado entre las estructuras de tallas colectadas por redes de cerco y de arrastre a mediagua, durante los cruceros de evaluación realizados entre el 2002 al 2008 en la zona de estudio, destaca que no existe diferencia estadística significativa entre ellas, permitiendo el uso de la información proveniente de naves de la flota de cerco de la VIII región en este estudio. (Córdova *et al.*, 2010) (**Anexo I**).

**6.2 Objetivo específico 2.1.** Estimar la abundancia (en número) y biomasa (en peso) del jurel en el área de estudio.

### **6.2.1 Zona y período de estudio**

La zona de estudio comprendió desde sur de puerto Saavedra ( $39^{\circ}10'S$ ) a isla Chiloé ( $42^{\circ}05'S$ ), entre las doscientas y seiscientas treinta millas, prospectándose con 8 transectas separadas cada 25 mn. En el sentido longitudinal sus límites fueron variables según transectas 1 ( $39^{\circ}10'S$ ) y 2 ( $39^{\circ}35'S$ ) 460 mn; transectas 3 ( $40^{\circ}00'S$ ) y 4 ( $40^{\circ}25'S$ ) 550-540 mn y transectas 5 ( $40^{\circ}50'S$ ), 6 ( $41^{\circ}15'S$ ), 7 ( $41^{\circ}40'S$ ) y 8 ( $42^{\circ}05'S$ ) 630-610 mn. Además de 5 transectos separados cada 10 mn en el sector costero, entre sur de isla Mocha y río Tolten ( $39^{\circ}10'S$ ), cuyo límites fueron las



25 mn de la costa. La prospección hidroacústica se llevó a cabo entre el 19 de junio y el 19 de julio del año 2011.

### 6.2.2 Diseño de muestreo

El diseño de muestreo utilizado en la evaluación de jurel a través de método hidroacústico, correspondió a un diseño de muestreo sistemático, considerando que la distribución de los recursos es de carácter contagiosa y aleatoria respecto a la posición de las transectas (Shotton Bazigos 1984; Francis 1984, Simmonds *et al.*, 1984, 1991, 1992 y 2005). Este tipo de diseño es recomendado para obtener una adecuada información sobre la distribución espacial de los recursos (Mac Lennan y Simmonds, 1992) y se reduce la varianza del estimador cuando la información presenta una gradiente de densidad en el sentido de las transectas.

Este diseño propuesto para la evaluación del jurel por Barbieri *et al.*, 1996, corresponde a muestreo sistemático de conglomerado de tamaño variable, donde cada conglomerado es asimilado a un tramo de navegación denominado transecta, distribuyéndose estas de manera equidistantes y perpendiculares al sentido de la costa (**Figura 1b**).

La estrategia de prospección fue de tipo adaptativa (Barbieri *et al.*, 1996). Esto es, el área de estudio se ajustó latitudinalmente para incorporar sectores donde operaba la flota previo y durante el crucero de evaluación, así como extender la longitud de las transectas cuando en sus extremos se detectaron agregaciones del recurso. En este sentido, el término “Adaptativo” no está relacionado con el concepto de “Adaptative Sampling” propuesto por Steven K. Thompson (1992).



La evaluaci3n acústica se llevó a cabo con el sistema de eco integraci3n Simrad EK-60, utilizando la frecuencia de 38 Khz, con transductor de haz dividido, recolectando informaci3n relativa a la densidad de peces detectadas y referida a  $1 \text{ mn}^2$ , desde los 3 a 500 m de profundidad. El rango dinámico y el nivel mínimo de detecci3n de -70dB, permitieron la incorporaci3n de un amplio espectro de seÑales provenientes de blancos de tamaÑo pequeÑo (plancton) hasta peces de gran tamaÑo, distribuidos en forma dispersa o en densos cardúmenes sin perder seÑal o saturarse.

La informaci3n acústica relativa a la densidad de peces se registr3 de manera continua durante la navegaci3n, discretizándose en intervalos básiacos de muestreo (IBM) de 0.5 mn, controlados por la interfase del sistema de eco integraci3n con el navegador satelital GPS. Adicionalmente se registr3 y almacen3 la profundidad del fondo del mar hasta 500 m.

La localizaci3n de las transectas se estableci3 en base a antecedentes de operaci3n de la flota previa a la realizaci3n del crucero de evaluaci3n (**Figura 2**), que indicaron una mayor probabilidad de detectar el recurso fuera de la ZEE y la ausencia hacia el sector costero. No obstante, la capturas de jurel por parte de la flota de la VIII Regi3n durante el crucero en el sector de isla Mocha, determin3 bajo un esquema de muestreo adaptativo, la ejecuci3n de una mini grilla con 5 transectas separadas cada 10 mn y un extensi3n de 25 mn de la costa (**Figura 1b**).

### 6.2.3 Calibraci3n electroacústica

El sistema de eointegraci3n fue calibrado de acuerdo al procedimiento recomendado por el fabricante (SIMRAD, 2003), el cual consiste en ubicar bajo el transductor un blanco de referencia de cobre de 60 mm de diámetro con fuerza de



blanco conocida (-33,6 dB), a fin de contrastar la medición del equipos con el valor estándar. Si es necesario ajustar el ecosonda, como fue el caso, esto es desarrollado automáticamente por el software de calibración del EK-60.

#### **6.2.4 Medición de TS “in situ”**

La distribución espacial y batimétrica del recurso no fueron consistentes con las condiciones requeridas para disponer de blancos en condición resuelta, de modo que el algoritmo utilizado por el sistema ecosonda EK-60 para procesar la fuerza de blanco (TS) los discrimine como blanco aislados, condición que típicamente se presenta durante la noche cuando los peces forman estratos asociados al proceso de alimentación. Sin embargo, esta situación no se registró en el presente caso al permanecer el recurso agrupado durante la prospección acústica.

Luego, la evaluación del recurso se realizó mediante el modelo de regresión  $TS = 20,11 \cdot \log(L) - 68,67$ , determinado por Córdova *et al.*, 1998. Luego, el coeficiente de eco integración en número ( $C_n$ ) para cada talla<sub>k</sub> se calculó, según:

$$\hat{C}_{nk} = (4\pi 10^{\frac{TS_k}{10}})^{-1}$$

donde,  $TS_k$  es la fuerza de blanco del jurel a la talla k, expresado en decibeles (dB).

La información recolectada con el ecosonda SIMRAD EK-60 se obtiene en los lances de pesca.

#### **6.2.5 Identificación de especies**

La identificación de especies en los ecorregistros acústicos se realizó mediante el análisis de los ecorregistros, que considera el comportamiento de los peces y el coeficiente volumétrico de dispersión ( $s_v$ ), aplicado de acuerdo a la formulación dada



por SIMRAD y la metodología desarrollada por la Unidad de Acústica del IFOP (Guzmán *et al.*, 1983), complementado con los resultados de pesca con red de arrastre y cerco contemporáneo en espacio y tiempo al registro acústico.

Se debe destacar que en caso de jurel sus capturas son prácticamente mono específica, presentando este recurso una escasa fauna asociada.

#### a) Método acústico (Guzmán *et al.*, 1983)

Este método considera el análisis de la forma geométrica de los cardúmenes y su relación con la señal acústica, según:

$$S_v = 10 * \log \left( \frac{s_A}{4 \pi 1852^2 (r_0 - r_1)} \right)$$

donde:

$S_v$  = coeficiente volumétrico de dispersión de la agregación ó cardumen (dB).

$s_A$  = densidad acústica de la agregación ( $m^2/mn^2$ )

$r_0-r_1$  = altura de la señal remitida por la agregación o cardumen (m)

Valor de  $S_v$  que es obtenido directamente desde el ecosonda científico con un rango para jurel de 0.39 a 0,46 dB.

#### b) Pesca de identificación

Para validar la identificación efectuada mediante el exámen de los ecogramas y método acústico, en los sectores con presencia de agrergaciones se realizaron lances d pesca con red de arrastre (**Figura 3**). En este sentido, la no captura de jurel permitió validar agregaciones de otras especies presentes, mientras que que su



captura por parte de la flota ayud3 a corroborar la identificaci3n por el m3todo ac3stico.

Para validar la identificaci3n efectuada mediante los ecogramas y m3todo ac3stico, con capturas mono espec3ficas y que correspondieron a las 3reas con registros por ac3stica, se consideraron los resultados de los lances de pesca realizados por las naves industriales PAM Don Julio y Ventisquero, las cuales contaron con observadores cient3ficos a bordo durante el per3odo de evaluaci3n.

### **c) Capa de Dispersi3n Profunda (CDP)**

La inspecci3n de los ecograma tambi3n consider3 la lectura de las densidades ac3sticas ( $s_A$ ) provenientes de algunos organismos del zooplancton y peces (mict3fidos) ubicados entre los 200 a 400 m de profundidad, los cuales conforman una capa de reflexi3n o dispersi3n ac3stica profunda sobre la cual se ubica eventualmente el recurso.

### **6.2.6 Procesamiento de la informaci3n ac3stica**

La informaci3n ac3stica corresponde al valor de densidad promedio, expresado en energ3a retrodispersada referida a una milla n3utica cuadrada ( $s_A$ ), y los valores de intensidad de blanco (TS) detectado dentro de los l3mites de integraci3n del intervalo b3sico de muestreo (IBM), que es el criterio para discretizar la informaci3n ac3stica.

Las lecturas ac3sticas del eco integrador por I.B.M corresponden a la expresi3n:

$$s_A = 4 \pi (1.852)^2 \int_{z_1}^{z_2} s_v dz$$

donde,





- $s_A$  = energa retrodispersada referida a una milla nautica cuadrada promedio ( $m^2/mn^2$ ).
- $s_v$  = coeficiente volumetrico de dispersi3n promedio ( $m^{-1}$ ).
- 1.852 = factor de transformaci3n de m a mn.

### 6.2.7 Estimaci3n de la abundancia en nmero y biomasa en peso total y a la talla

La metodologa utilizada tanto para el sector oceánico como costero, considera primero la estimaci3n de la abundancia en nmero y biomasa a la talla y el total como su sumatoria. Luego, la abundancia y biomasa total de jurel se estim3 segun:

$$\hat{A}_T = \sum_k \hat{A}_k$$

$$\hat{B}_T = \sum_k \hat{B}_k$$

Los estimadores de la abundancia y biomasa por clase de talla están respectivamente dada por:

$$\hat{A}_k = a \hat{C}_{nk} \hat{R}_k$$

$$\hat{B}_k = \hat{A}_k \hat{w}_k$$

Donde:

- $A_k$  = abundancia a la talla k en nmero.
- $a$  = área de distribuci3n del recurso en millas nauticas cuadradas ( $mn^2$ ).
- $C_{nk}$  = factor o coeficiente de eco integraci3n a la talla k ( $n/mn^2/s_A$ )
- $\bar{w}_{kj}$  = peso promedio a la talla k, expresado en toneladas (t).



$A_T$  = abundancia total.

$B_T$  = biomasa total.

$R_k$  = razón de lecturas acústicas por I. B. M. a la talla k.

Siendo,

$$\hat{C}_{nk} = (4\pi \times 10^{\frac{TS_k}{10}})^{-1}$$

$TS_k$  = fuerza de blanco correspondiente a la talla k

y,

$$\hat{R}_k = \hat{R}\hat{P}_k$$

Donde,  $\hat{R}$  es la razón estimada de la lectura acústica asociada al jurel y  $\hat{P}_k$  la estructura de tallas estimada mediante la siguiente expresión:

$$\hat{P}_k = \sum_{i=1}^m \hat{P}_{ik}$$

$$\hat{P}_{ki} = \frac{n_{ik}}{n_i}; i = 1, 2, \dots, m; k = 1, 2, \dots, K$$

Siendo,

$i$  = indica el lance de pesca

$k$  = indica la clase de talla

$n_i$  = muestra de ejemplares del lance "i".

$n_{ik}$  = ejemplares de talla "k" en el lance "i".

$m$  = número de lances efectuados en el área (a) o de pesca.

$P_k$  = frecuencia de la talla k obtenida desde la estructura de tallas de los lances de pesca realizados en el área (a).



El estimador de raz3n ( $\hat{R}$ ) se obtuvo mediante los m3todos Hansen (Hansen *et al.*, 1953), Wolter (Wolter, 1985), Bootstrap (Robotham y Castillo, 1990) y Variables Regionalizadas (Petitgas, 1981)

El 3rea de distribuci3n de los recursos se determin3 delimitando los contornos de la distribuci3n, resultando en una figura geom3trica georeferenciada, realiz3ndose el c3lculo seg3n:

$$a = \int_{L_0}^{L_1} \int_{g_0}^{g_1} \phi(L, g) \, dL \, dg$$

Donde:

- $L_0$  y  $L_1$  = l3mites en latitud, referidas a millas n3uticas
- $g_0$  y  $g_1$  = l3mites en longitud, referida a millas n3uticas, corregida por loxodr3mica.
- $\Phi(L, g)$  = Funci3n geom3trica del 3rea que encierra a la distribuci3n del recurso.

Las 3reas se determinaron mediante programas de sistema de informaci3n georreferencias (SIG), en atenci3n a que ellos incorporan correcciones a la longitud que permiten determinar con un alto grado de exactitud las 3reas de distribuci3n espacial del recurso, al incluir en sus procesamientos de c3lculo de 3rea trigonometr3a esf3rica, eliminando errores que puedan generarse, al considerar que la extensi3n en longitud de las 3rea se corresponde con las loxodr3micas (<600mn).

Los estimadores de raz3n ( $\hat{R}$ ) considerados fueron.

- **Hansen y Wolter**

El estimador de raz3n de Hansen y Wolter y que denotaremos por ( $\hat{R}_1$ ) de las lecturas ac3sticas del eco integrador ( $s_A$ ) por I.B.M. esta dado por:



$$\hat{R}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{\sum_{i=1}^n Y_i}$$

donde,

- $i$  = denota la transecta  $i = 1, 2, \dots, n$ .
- $n$  = muestra de transectas cubiertas en el 3rea de estudio.
- $X_i$  = densidad de la transecta  $i$ -esima .
- $Y_i$  = n3mero de I.B.M. en la transecta  $i$ -esima .

- **Bootstrap**

El estimador de  $\hat{R}$  seg3n el m3todo Bootstrap se calcula seg3n (Robotham y Castillo, 1990):

$$\bar{\hat{R}}_2 = \sum_{j=1}^G \frac{\hat{R}_j}{G}$$

Siendo  $\hat{R}_j$  un estimador de raz3n obtenido de la  $j$ -esima iteraci3n de muestra de tama3o “ $n$ ” seleccionada, con reposici3n, de la muestra original y “ $G$ ” representa la cantidad total de iteraciones bootstrap.

- **Variables regionalizadas**

Otro estimador de biomasa a utilizar, corresponde al propuesto por Petitgas (1991) el cual considera que la biomasa depende de la geometr3a del 3rea de distribuci3n del recurso y estima su densidad ( $Z$ ), que es equivalente a la raz3n  $\hat{R}$ , solo en dicha 3rea ( $V$ ) mediante la expresi3n:

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



donde  $Z_v$  es un estimador de la densidad media ponderada de las muestras, que en aquellos casos donde las muestras provienen de una grilla regular, y poseen igual área de influencia, el estimador de  $Z_v$  se calcula como la media aritmética de los datos de  $s_A$  por intervalo básico de muestreo.

### 6.2.8 Estimación de la varianza para abundancia en número y biomasa en peso

La varianza de la abundancia se estima mediante la siguiente expresión:

$$\hat{V}(\hat{A}_k) = a^2 \left[ \hat{V}(\hat{C}_{nk}) \hat{R}_k^2 + \hat{V}(\hat{R}_k) \hat{C}_{nk}^2 - \hat{V}(\hat{R}_k) \hat{V}(\hat{C}_{nk}) \right]$$

En tanto la varianza de la biomasa se obtiene a través del estimador:

$$\hat{V}(\hat{B}_k) = \hat{V}(\hat{A}_k) \hat{w}_k^2 + \hat{V}(\hat{w}_k) \hat{A}_k^2 - \hat{V}(\hat{A}_k) \hat{V}(\hat{w}_k)$$

De igual manera, la varianza del estimador " $\hat{R}_k$ " se estima mediante,

$$\hat{V}(\hat{R}_k) = \hat{V}(\hat{P}_k) \hat{R}_k^2 + \hat{V}(\hat{R}_k) \hat{P}_k^2 - \hat{V}(\hat{R}_k) \hat{V}(\hat{P}_k)$$

Por su parte, la varianza del estimador del parámetro " $P_k$ " es obtenida mediante el estimador dado por la siguiente expresión:

$$\hat{V}(\hat{P}_k) = \left[ \frac{1}{m} - \frac{1}{M} \right] \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (\hat{p}_{ik} - \hat{P}_k)^2 + \frac{1}{m-M} \sum_{i=1}^m \left[ \frac{1}{n_i} - \frac{1}{N_i} \right] \hat{S}_{ki}^2$$

Donde,

- $i$  = denota el lance  $i = 1, 2, \dots, m$
- $M$  = número de lances que pueden ser realizados en el área
- $m$  = muestra de lances realizados en el área
- $N_i$  = ejemplares en el lance " $i$ ",  $i = 1, 2, \dots, m$
- $n_i$  = muestra de ejemplares medidos en el lance " $i$ ",  $i = 1, 2, \dots, m$



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

La varianza del factor o coeficiente de eco-integración en número " $\hat{C}_{nk}$ " se estima según:

$$\hat{V}(\hat{C}_{nk}) = (4\pi)^{-2} (10)^{-2(0,1TS+1)} \ln^2(10) \hat{V}(\overline{TS}_k)$$

Donde,

$$\hat{V}(\overline{TS}_k) = \hat{V}(\hat{\alpha}) + \log^2(L_k) \hat{V}(\hat{\beta}) + 2\log L_k \text{cov}(\hat{\alpha}, \hat{\beta})$$

Siendo,

- $\alpha$  y  $\beta$  = coeficientes de la regresión fuerza de blanco y longitud, " $\overline{TS}$ ".  
 $l_k$  = longitud a la talla " $k$ ".

Para los diseños sistemáticos como el propuesto en esta evaluación, donde se considera un único punto de arranque para la muestra, no es posible obtener un estimador de varianza que sea insesgado ni consistente. Luego, considerando que 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, se obtendrán al menos tres estimadores alternativos para la varianza de la razón.

– **Conglomerado de tamaños desiguales (Hansen *et al.*, 1953)**

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

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



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

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

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

donde el intervalo de confianza  $(1-\alpha)$  para la biomasa  $\hat{B}$  est1 dado por la expresi3n:

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

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

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

donde:

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

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

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

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

– **M3todo bootstrap (Robotham y Castillo, 1990)**

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



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

donde  $\hat{R}_i$  es un estimador de raz3n obtenido de la i-3sima muestra de tama1o n seleccionada con reposici3n de la muestra original, y G representa la cantidad total de iteraciones bootstrap. Donde el tama1o n fue de 100 y el n1mero de iteraciones 1000.

El intervalo de confianza  $(1-\alpha)$  para el estimador de la biomasa, est1 dado por el percentil corregido (BC):

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

donde  $\hat{F}^{-1}$  es la funci3n inversa de la distribuci3n acumulada de  $\hat{F}(\hat{R})$ , definida por:

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

#### – M3todo de las variables regionalizadas (Petitgas 1991)

Otro estimador de varianza de la biomasa utilizado, correspondi3 al m3todo intr3nseco propuesto por Petitgas (1991 y 1993), quien aplica principios de geoestadística a la estimaci3n de varianza de datos pesqueros geogr1ficamente correlacionados, mediante la expresi3n

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

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





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

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

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

siendo V el 1rea de distribuci3n del recurso en el 1rea de estudio,  $\alpha$  y  $\beta$  los 1ndices de los intervalos b1sicos de muestreo y n el n1mero de muestras en V.

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

**a) Coeficiente de variaci3n (Cv)**

$$Cv = \frac{\sqrt{V_x}}{X}$$

donde:

$V_x$  = varianza de la media

X = media muestral

**b) Porcentaje de error (E %)**

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

$\hat{V}(\hat{B})$  = Varianza de la biomasa.



- $\hat{B}$  = Biomasa  
t = estadístico “t” de Student  
 $\alpha$  = nivel de confianza de un 95%

**6.3 Objetivo específico 2.2.** Estimar la composici3n de talla, peso, edad y proporci3n sexual del stock de jurel, en el 3rea de estudio

El desarrollo de este objetivo considera la informaci3n proveniente de los muestreos biol3gicos espec3ficos, realizados a bordo del PAM Biomar III y las naves pesqueras industriales que contaron con observadores cient3ficos a bordo durante el per3odo de estudio.

**6.3.1 Muestreo a bordo**

**a) Muestreo de longitud**

El muestreo de longitud se efectu3 sobre una muestra de 100 ejemplares de jurel elegidos al azar. Cada uno de los ejemplares se midi3 y clasific3 por categor3a de tama3os cada un cent3metro, utilizando para tal efecto un lcti3metro. Posteriormente, en cada categor3a de tama3o, los ejemplares se clasifican por sexo (machos, hembras e indeterminados).

**b) Muestreo biol3gico, otolitos y est3magos**

Este tipo de muestreo es independiente del muestreo de longitud y consiste en seleccionar de cada lance al azar 50 ejemplares de jurel, sobre el cual se realizan las siguientes mediciones: longitud horquilla, peso total, peso eviscerado, peso de



gónada, sexo y estado de madurez. Además se extraen otolitos y colectan estómagos registrando todas las medidas en formularios. En este sentido las muestras de estómagos y material biológico que se consideró importante se preservaron para su análisis en laboratorio en tierra, fijando en una solución diluida de 3 a 1 de formalina (folmaldehído 37%) en 30 lts de agua de mar y 2,5 g de bórax en polvo.

### c) Relación longitud–peso

La estructura de pesos se determinó utilizando los pesos por tallas provenientes del muestreo biológico. Para analizar la relación entre la longitud y el peso de jurel, se considera el análisis de regresión lineal simple linearizado, modelo que estima los parámetros de la curva mediante mínimos cuadrados ordinarios. Considerando que la variable peso se relaciona con la variable longitud a través de una relación potencial, para ajustar la regresión se utiliza una transformación logarítmica, según el modelo:

$$y = \beta_0 X^{\beta_1}$$

$$\log(y) = \log \beta_0 + \beta_1 \log(x)$$

Donde “y” es el peso de los ejemplares y “x” corresponde a la longitud de los individuos,  $\beta_0$  y  $\beta_1$  son los parámetros del modelo, siendo el primero el intercepto o la constante, y el segundo la pendiente o coeficiente de regresión, que en términos biológicos corresponde al índice o tasa de crecimiento relativo.

#### 6.3.2 Estructura de talla

Las distintas estructuras de tallas fueron testeadas mediante la aplicación del método Dócima de Hipótesis Generalizada (DHG) el que compara mediante chi cuadrado, la homogeneidad en las distribuciones de tallas.



La d3cima para comparar la igualdad de la distribuci3n o estructura de tallas obtenida de los muestreos, con la distribuci3n o estructura de tallas combinadas, puede ser planteada a partir de la siguiente hip3tesis nula a probar:

**H<sub>0</sub> : La estructura de tallas de todos y cada uno de los muestreos es igual a la estructura de tallas combinadas,**

es decir:

$$H_0 : \hat{P}_{ki} = P_{pk};$$

Para todo  $i = 1, 2, \dots, r.$  ;  $k = 1, 2, \dots, K.$

Como se indicara, la estadística de prueba a utilizar se basa en la distribuci3n  $\chi^2$  y est3 dada por la expresi3n:

$$\chi_i^2 = \sum_{k=1}^k \frac{[n_{ik} - n_i P_{pk}]^2}{n_i P_{pk}}$$

$$\chi^2$$

$$i = 1, 2, \dots, r$$

Estadística que se distribuye como una distribuci3n  $\chi^2_{(k-1)}$

La estructura de la d3cima de Heterogeneidad Generalizada, est3 dada por:

$$H_0 : P_{pk} = P_{pk};$$

para todo  $i;$

$i = 1, 2, \dots, r.$



$$H_1 : P_{ki} \neq P_{pk}$$

para todo  $i; i = 1, 2, \dots, r.$

La estadística de prueba, está dada por la relación siguiente:

$$X_{RH}^2 = \sum_{i=1}^r x_{i(k-1)}^2 - X_p^2$$

donde,

$$X_{RH}^2 \approx X_{((r-1)-(k-1))}^2$$

$$X_p^2 = \sum_{i=1}^{\gamma} \frac{[n_k - n_k P_k]^2}{n_k P_k}$$

$$n_i = \sum_{k=1}^k n_{ik}$$

El criterio de decisión respecto de la hipótesis nula  $H_0$ , señala que esta será rechazada si el valor observado de  $x_{RH}^2 > x_{c(r-1)(k-1)}^2$  a un nivel de significación previamente definido

### 6.3.3 Estimación de la abundancia a la edad

- **Lectura de otolitos**

Corresponde al proceso de determinación de edad de las muestras de otolitos, mediante el análisis de las marcas anuales presentes en estas estructuras y la asignación del grupo de edad al cual pertenecen los ejemplares de acuerdo a la edad determinada, el período de captura y la fecha de nacimiento arbitrario adoptada.



Los otolitos leídos corresponden a una submuestra aleatoria obtenida del total de otolitos recolectados en el crucero. El tamaño de la muestra se estableció mediante un procedimiento estadístico que considera entre otras cosas, la zona de estudio, las clases de tallas y los grupos de edad presentes, para lo cual se consideraron 10 pares de otolitos por clase de talla. Esto permite asegurar la representatividad que debe tener la submuestra analizada de la estructura de la población.

- **Elaboración de la clave edad-talla**

La clave edad-talla es una matriz que permite clasificar las edades de los individuos en grupos de edad (GE), según la longitud de los peces observados, calculando además la probabilidad de pertenencia para los diferentes estratos. Luego, en la clave edad-talla, se clasifica las lecturas de cada otolito por grupo de edad y de ello se estima la probabilidad según la expresión:

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

donde:

- i : grupo de edad
- j : longitud total del pez
- $q_{ij}$  : probabilidad de los individuos de longitud "j" de pertenecer a un GE dado
- $n_{ij}$  : número de individuos de edad "i" con longitud "j"
- $n_j$  : número total de individuos de longitud j.

- **Expansión de la abundancia a los grupos de edad**

La abundancia por grupos de edad se obtiene aplicando el siguiente procedimiento:



$$\hat{N}_j = (f_j / \sum_j^n f_j) \hat{N}_t$$

$$\hat{N}_{ij} = q_{ij} \hat{N}_j$$

$$\hat{N}_i = \sum \hat{N}_{ij}$$

donde:

$\hat{N}_t$  : número total de individuos estimado por acústica.

$\hat{N}_j$  : número estimado de individuos a la longitud "j"

$\hat{N}_{ij}$  : número estimado de longitud "j" que pertenecen a la edad "i"

$\hat{N}_i$  : número estimado de individuos a la edad "i"

$f_j$  : Frecuencia de individuos a la longitud "j" de la estructura de talla total.

Haciendo referencia de  $\hat{N}_{ij}$  con respecto a  $\hat{N}_t$ , se obtiene la proporción con que participa cada GE en la captura.

#### 6.3.4 Varianza de la abundancia a la edad (Southward, 1976)

La varianza de la abundancia a la edad se determino a partir de:

$$\hat{N}_i = \hat{N}_t \times \hat{P}_i$$

donde,  $\hat{N}_t$  es el número total de peces estimados por la evaluación acústica, y:

$$\hat{P}_i = \sum_{j=1}^L l_j q_{ij}$$



donde,  $l_j$  es la proporción de peces que pertenecen al estrato de longitud "j" y

$L$  es número de estratos de longitud

Luego, la varianza de  $\hat{P}_i$  y  $\hat{N}_i$  son:

$$\hat{V}(\hat{P}_i) = \sum_{j=i}^L \frac{(l_j^2 q_{ij}(1-q_{ij}))}{n_j - 1} + \frac{l_j(q_{ij} - \hat{P}_i)^2}{\hat{N}_i}$$

$$\hat{V}(\hat{N}_i) = \hat{P}_i^2 \hat{V}(\hat{N}_i) + \hat{N}_i^2 \hat{V}(\hat{P}_i) - \hat{V}(\hat{N}_i) \hat{V}(\hat{P}_i)$$

El primer término de la expresión entre paréntesis corresponde a la varianza dentro de los estratos de longitud y el segundo a la varianza entre los estratos de longitud.

**6.4 Objetivo específico 2.3.** Determinar la composición de los principales ítems alimentarios del jurel en el área de estudio.

#### 6.4.1 Colecta de las muestras

Los estómagos se obtuvieron a partir de los muestreos biológicos con ejemplares recolectados en los lances de pesca, realizados por el PAM Ventisquero y don Julio en la zona de estudio. Las muestras de estómagos y material biológico se preservó fijando en una solución diluida de 3 a 1 de formalina (folmaldehido 37%) en 30 lts de agua de mar y 2,5 g de bórax en polvo, para su análisis en laboratorio en tierra.





## 6.4.2 Análisis de la informaci3n

El análisis del contenido estomacal de jurel se efectuó en los laboratorios del Instituto de Fomento Pesquero y consideró la identificaci3n de los ítems presa al nivel taxon3mico más bajo posible, según su estado de digesti3n. El análisis del bolo alimenticio fue efectuado utilizando los métodos gravimétrico, numérico y de frecuencia de ocurrencia (Hynes, 1950).

La importancia relativa de cada tax3n de presa en la dieta de jurel se analizó mediante los siguientes índices:

### a) Índice de Importancia Relativa

La importancia relativa de cada tax3n de presa se obtuvo mediante un índice combinado, denominado Índice de Importancia Relativa estandarizado a 100% (%IIR) propuesto por Cortés (1997), el cual es una modificaci3n al IIR descrito por Pinkas *et al.*, 1971. Este IIR estandarizado presenta como principal ventaja el permitir y facilitar la comparaci3n entre estudios dietarios, estimándose como:

$$\% IIR = 100 III_i / \sum_i^n IIR_i$$

donde,

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

N = porcentaje en número: recuento de cada tax3n de presa encontrado en los est3magos de la especie predador analizado.

P = porcentaje en peso de cada tax3n de presa, expresado en forma porcentual respecto del peso total de todos los taxa de presa.



- F = porcentaje de la frecuencia de aparici3n de cada tax3n presa, expresado en forma porcentual.
- i = tax3n o ítem presa  $i = 1, 2, \dots, n$ .

### b) Índice de estrategia alimentaria

Tambi3n se explor3 con otros indicadores alimentarios relacionados con aspectos ecol3gicos, a fin de definir si en su alimentaci3n es especialista o generalista, considerando para ello la amplitud del nicho a trav3s del siguiente indicador (Amundsen *et al.*, 1996):

$$P_i = \left( \frac{\sum S_i}{\sum S_{ti}} \right) * 100$$

donde:

- $P_i$  = abundancia específica de la presa "i".
- $S_i$  = contenido estomacal (peso) compuesto por la presa "i".
- $S_{ti}$  = contenido total de los est3magos en que la presa "i" estuvo presente.

Este índice permite reconocer la estrategia alimentaria de un depredador, al asociarse la alta diversidad en su dieta a un carácter generalista, mientras que una baja diversidad representa una estrategia alimentaria especialista o restringida.

### c) Índice de Selectividad de Presas por Tamaño

El tamaño de las presas se determin3 por medio del índice de selectividad de presas por tamaño, ISU, utilizado, por Ursin (1973)

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

donde:  $w_i$  es el peso del depredador i;  $w_j$  es el peso del tax3n de presa j en el contenido estomacal de i. En este sentido, se considera que el valor promedio del



índice ISU representa el tama1o medio entre predador y sus presas, y que la desviaci3n estandar es una mediada relativa de selectividad, siendo inversamente proporcional a esta (Arancibia y Neira 2002).

**6.5 Objetivo específcico 2.4.** Determinar la distribuci3n espacial y batimétrica del jurel y del zooplancton, con especial énfasis en los principales ítems alimentarios del jurel, en el área de estudio y su relaci3n con las condiciones oceanográficas.

#### **6.5.1 Distribuci3n espacial y batimétrica del recurso**

La distribuci3n espacial del jurel en el área prospectada, se presenta como una carta de contorno, en donde éstos representan curvas que unen puntos de igual densidad, permitiendo de esta manera destacar las áreas de mayor concentraci3n de los recursos (Simmonds y MacLennan, 2005).

La carta de distribuci3n espacial de jurel, se confeccion3, utilizando para la interpolaci3n el método de la distancia inversa al cuadrado. La informaci3n fue clasificada de acuerdo a la escala de categorías descritas en la **Tabla 1**.

**Tabla 1.**  
Agregaci3n de jurel por categorías de densidad.

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



La distribución batimétrica se determinó a partir de la lectura de los ecogramas, midiendo la distancia a la cual se ubican las agregaciones de jurel, registrando en cada intervalo básico de muestreo la profundidad superior e inferior de las agregaciones así como su nivel de densidad acústica, agrupando posteriormente esta información en intervalo de 10 metros de profundidad para los distintos niveles de densidad registrado (categorías I, II, III, IV) establecidos en la **Tabla 1**. Los resultados para las distintas categorías, así como el total de las agregaciones de jurel detectadas en la zona de estudio, se presentan en gráficos o histogramas, donde la profundidad esta referenciada al nivel del mar.

Los mapas de distribución espacial se confeccionaron realizando una interpolación con el método de la distancia inversa al cuadrado entre las unidades básicas de muestreo y transectas cercanas, trazando líneas de isodensidad de acuerdo a las categorías señaladas anteriormente.

### **6.5.2 Análisis de la distribución del recurso**

Con el fin de establecer indicadores del grado de agregación relativo de jurel, se utilizaron los índices de presencia (IC), densidad (ID) y media de Pennington. En tanto la caracterización de las estructuras espaciales se realizó mediante el uso de correlogramas y variogramas, herramientas analíticas que permiten describir la estructura espacial de una variable (Maravelias *et al.*, 1996, Maynou *et al.*, 1998).

#### **a) Índice de presencia (IC), de abundancia relativa (ID) y media de Pennington (1983)**

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



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

donde,

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

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

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

$$ID(t/mn^2) = \frac{\sum_{n=1}^i s_A \times C_b}{IBM^{(+)}}$$

donde,

$s_A$  = es la densidad promedio por IBM,

$C_b$  = constante de transformación (t/mn<sup>2</sup>/s<sub>A</sub>)

En tanto, la media de Pennington considera tanto la densidad como la probabilidad de presencia de la especie de interés y su varianza, estimándose como:

$$c = \left( \frac{m}{n} \right) e^{\bar{y}} G_m(r),$$

donde:

$m$  : Cantidad de estaciones (observaciones) positivas.

$n$  : Total de estaciones.

$\bar{y}$  : Media de la variable transformada a logaritmo natural

$G_m(r)$ : Función de la varianza de la variable transformada a logaritmo de la forma:

$$G_m(r) = 1 + \frac{m-1}{m} r + \frac{m-1}{2!m^2} \frac{r^2}{m+1} + \frac{m-1}{2!m^3} \frac{r^3}{m+1} \frac{r^3}{m+3} + \dots,$$



donde,

$$r = \frac{s^2}{2},$$

siendo  $s^2$  el estimador de varianza para la variable transformada a logaritmo.

Puede apreciarse que  $G_m(r)$  es una serie infinita que depende de la varianza de los datos transformados a logaritmo y de la cantidad de valores distintos de cero.

La varianza de la densidad media estimada viene dada por:

$$\hat{V}(c) = \left(\frac{m}{n}\right) e^{2\bar{y}} \left[ \left(\frac{m}{n}\right) G_m^2(r) - \frac{m-1}{n-1} G_m\left(\frac{m-2}{n-1} 2r\right) \right]$$

## b) Descripci3n de estructuras espaciales

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

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

donde,

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



### c) Estructura espacial de la distribuci3n

La estructura espacial de la distribuci3n del jurel se analiz3 a trav3s del estudio del semivariograma, procedimiento utilizado por Foote y Rivoirard (1992) y Petitgas (1993). Procedimiento aplicado desde 1995, en las evaluaciones hidroac3sticas de recursos pel3gicos zona norte (Castillo *et al.*, 2005), y merluzas por Lillo *et al.*, 1995.

El variograma est3 dado por:

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

donde,

- z = densidad de peces en unidad de s<sub>A</sub>,
- x = vector de posici3n de la medici3n de la IBM
- γ(h) = estructura del modelo ajustada.

#### 6.5.3 Muestreo de zooplancton

Las estaciones planct3nicas se realizaron sobre el track de navegaci3n ac3stico a 200, 230, 260, 300, 330, 360, 400, 460, 500, 530, 560 y 600 mn para la zona oce3nica situada al sur de isla Mocha (38°20'S).

En la embarcaci3n, se realizaron pescas planct3nicas a trav3s de lances oblicuos diurnos y nocturnos con redes tipo Bongo de 65 cm de di3metro de boca y mallas de 300 μm de abertura, provistas de medidores de flujo TSK calibrados, a objeto de poder determinar el volumen de agua filtrada en cada uno de los lances.

La calibraci3n de los fluj3metros utilizados durante el crucero, se realiz3 de acuerdo a la metodolog3a propuesta por Smith y Richardson (1979) y metodolog3a



estándar del Instituto Nacional de Hidráulica de Chile, ajustándose una regresión lineal entre las revoluciones del flujómetro (N) en rev/s y la velocidad de arrastre del red (V) en m/seg, determinado las siguientes ecuaciones de calibración:

- **PAM “Biomar III” (TSK 7089):**

$$V = 0,155 * N + 0,013$$

- **PAM “Biomar III (TSK 7042):**

$$V = 0,166 * N + 0,0171$$

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

Se realizaron pescas planctónicas a través de arrastres oblicuos considerando una profundidad máxima de 210 m o 5 m sobre el fondo, tanto para las pescas diurnas como nocturnas.

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

Durante cada lance, la velocidad del buque se mantuvo entre 1 y 3 nudos, dependiendo de las condiciones climáticas del momento y del estado del mar, de





manera de mantener un ángulo aproximado del cable de 45° y 50°, con el viento a babor.

La profundidad real de muestreo fue corregida usando un ángulo promedio de todas las mediciones periódica cada 10 m, mediante un clinómetro manual.

#### **6.5.4 Procesamiento y análisis de las muestras zooplanctónicas**

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

En el laboratorio y para los análisis cualitativo y cuantitativo del zooplancton se emplearon microscopios estereoscópicos, marca Nikon y Zeis con aumentos de 8 a 50 veces. Para cada grupo zooplanctónico presente se cuantificó su abundancia. El conteo de los organismos poco abundantes se realizó sobre la muestra total, principalmente cuando se trató de la presencia del grupo de los eufáusidos, por ser un ítem importante en la alimentación de jurel en la zona de estudio. En la cuantificación de aquellos zooplanctones cuyas densidades fueron muy grandes, se utilizó para su subdivisión el submuestreador Folsom (Smith y Richardson, 1979; Boltovskoy, 1981 y Griffiths *et al.*, 1984).

La fracción de la muestra subdividida sobre la cual se realizó el recuento y clasificación de los organismos, fue extrapolada posteriormente al total de la muestra analizada. La abundancia o densidad del zooplancton cuantificado fue estandarizada y expresada en número de individuos presentes en 1.000 m<sup>3</sup> de agua de mar filtrada,



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

En el análisis se determinaron los organismos zooplanctónicos más abundantes en términos numéricos (frecuencia de ocurrencia y dominancia numérica), dando especial énfasis al grupo de los eufáusidos y los grupos que han sido componentes importantes del plancton a través del tiempo.

La separación de las muestras consideró el período entre las 08:00 y 20:30 horas como diurno y entre las 20:31 y 07:59 horas como nocturno. La existencia de diferencias estadísticamente significativas entre la abundancia relativa media de los grupos de mayor dominancia, capturados en lances diurnos y nocturnos, se probó mediante el análisis no-paramétrico de Kruskal-Wallis, a un nivel de confianza del 95 %.

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

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

En este estudio se entenderá como; Abundancia relativa, al número total de individuos de un mismo grupo presentes en el total de estaciones; Abundancia relativa media, a la suma de todos los individuos de cada grupo y el número total



de estaciones y Densidad, al número de individuos bajo una unidad de volumen (/1.000 m<sup>3</sup>).

En el análisis de las comunidades zooplanctónica se utilizaron índices de riqueza de especie (Margalef), diversidad (Shannon & Weaver), uniformidad (Pielou y Sheldon) y similitud (Winer), descritos en Ludwig y Reynolds, 1988.

**a) Índice de riqueza de Margalef (Ludwing y Reynold, 1988)**

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

donde,

$S$  = número total de especies presentes en la muestra.

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

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

**b) Índice diversidad Shannon y Weaver (Luwing y Reynolds, 1988)**

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

donde,

$pi$  = abundancia proporcional

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

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



**c) Índice diversidad de Hill (Luwing y Reynolds, 1988)**

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

donde,

$H'$  = índice de Shannon & Weaver.

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

**d) Índice de uniformidad de Pielou (Ludwing y Reynolds, 1988)**

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

donde,

$H'$  = índice de Shannon & Weaver

S = número total de especies presentes en la muestra

**e) Índice de uniformidad Sheldon (Ludwing y Reynolds, 1988)**

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

donde,

$H'$  = índice de Shannon & Weaver

S = número total de especies presentes en la muestra.

Estos índices se mueven en un rango de valores de 0 a 1. Tienden a cero cuando las abundancias relativas de las especies divergen de la uniformidad y existe una máxima dominancia de una especie o grupo. Tienden a 1 cuando todas las



especies en una muestra son igualmente abundantes, aportan de igual forma a la diversidad de la muestra, indicando una máxima uniformidad.

**f) Índice similitud Winer (Saiz, 1980)**

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

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

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

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

**g) Comparación de estructuras zooplanctónicas**

A objeto de comparar las distribuciones zooplanctónicas asociadas a zonas, distancia a la costa y período del día, para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre estas, se consideró la distribución multinomial para describir las distribuciones zooplanctónicas en la población de estudio, bajo



la premisa que esta ha sido usada frecuentemente como un modelo en estudios ecol3gicos y/o biol3gico-pesqueros. Es as3 que, existen distintos procedimientos estad3sticos dise1ados para abordar la comparaci3n de distribuciones multinomiales (Saavedra *et al.*, 2003), siendo el modelamiento de la distribuci3n bajo un esquema modelo basado uno de ellos.

Bajo este enfoque se utiliza la teor3a asociada al uso de modelos lineales generalizados (GLM), realizando una generalizaci3n de la regresi3n log3stica para respuestas dicot3micas, denominada regresi3n log3stica nominal (Dobson, 2002). Modelo que se utiliza cuando no existe un orden natural en las categor3as de la variable respuesta, como ocurre para las estructuras zooplanct3nicas. Una categor3a se elige arbitrariamente como la categor3a de referencia y las funciones de enlace est3n definidas por,

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

donde,

$\pi_j$  = representa la proporci3n de la j-3sima especie

$\beta_j$  = vector de par3metros asociado a la j-3sima especie

$X_j$  = vector de covariables.

Las ecuaciones logitos (j-1) se utilizan simult3neamente para estimar los par3metros  $\beta_j$ . Esta generalizaci3n permite el uso de todas las herramientas de la inferencia existente para estos tipos de modelos, utilizando la distribuci3n muestral aproximada del estimador m3ximo veros3mil para el contraste de hip3tesis.



### 6.5.5 Biomasa zooplanctónica total

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

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

$$Y = 1.000 * \frac{X}{W}$$

donde:

- Y = ml de zooplancton en 1.000 m<sup>3</sup>
- X = ml de zooplancton
- W = volumen de agua filtrada por la red (m<sup>3</sup>)

Donde el volumen de aguas filtrada es determinado mediante el número de revoluciones del flujómetro calibrado y área de arrastre de la red (65 cm).

### 6.5.6 Muestreo oceanográfico

Durante el crucero de investigación se realizaron 8 transectas con estaciones dispuestas en forma perpendicular a la costa, con 69 estaciones de muestreo situadas a las 200, 230, 260, 300, 330, 360, 400, 430, 460, 500, 530, 560 y 600 mn de la costa, además de una mini grilla con 4 estaciones entorno a la isla Mocha a y ubicadas a 5 y 25 mn.



En cada una de las estaciones oceanográficas se obtuvo registros continuos de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ), oxígeno ( $\text{ml L}^{-1}$ ), desde la superficie hasta un máximo de 550 m de profundidad. Para lo anterior, se utilizó un CTDO Seabird 19 plus V2 operado en forma auto contenido y 12 botellas Niskin de 5 litros de capacidad operadas manualmente.

En la zona de estudio, también se colectó muestras de agua a profundidades estándares de 5, 25, 50, 75, 100, 200, 300, 400 y 500 m para la evaluación química de la concentración de oxígeno disuelto, y parte de estas muestras de aguas ( $\leq 100$  m) fueron utilizadas para transformar las lecturas de fluorescencia en clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ), por medio del método fluorométrico extractivo con y sin acidificación. Información que junto a análisis de salinidad en laboratorio, permitió verificar el buen funcionamiento de las sondas oceanográficas utilizadas en el estudio.

Del total de estaciones programadas (98), el 69,58% de las estaciones oceanográficas programadas fueron efectivamente realizadas durante el crucero, aunque cabe mencionar que en algunas de ellas no pudieron ser evaluadas todas las variables hidrográficas. Las estaciones de muestreo donde no se obtuvo información corresponden a aquellas donde el tiempo imperante y el estado del mar no permitieron su realización por razones operativas y de seguridad. Situación que se registró en 28 estaciones bioceanográficas.

Por último, la **Tabla 2** resume la posición (latitud) de cada una de las 8 transectas realizadas durante el estudio y el número de estaciones de muestreo, además de las realizadas en sector de isla Mocha.

En cada una de las estaciones oceanográficas se registraron los siguientes datos meteorológicos: temperatura del aire, presión atmosférica, intensidad-dirección del





viento y altura de las olas. Se utilizaron las normas, tablas y códigos del National Oceanographic Data Center (NODC, 1991).

**Tabla 2.**  
Posición de transectas y número de estaciones oceanográficas en el muestreo regular.

Transectas	Latitud (S)	N°Estaciones
1	39°10'	5
2	39°35'	1
3	40°00'	7
4	40°25'	10
5	40°50'	12
6	41°15'	11
7	41°40'	10
8	42°05'	13
Sur isla Mocha	38°35'	4

### 6.5.7 Análisis de las muestras y de la información

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

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

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



Con los datos oceanográficos validados se confeccionaron cartas de distribución de temperatura, salinidad, concentración de oxígeno disuelto y densidad, a nivel de superficie (5 m), y a las profundidades de 50, 100, 200 y 300 m. Además, se confeccionaron cartas superficiales de clorofila-a (superficial e integrada en una columna de agua de 50 m de profundidad).

El análisis vertical de las variables oceanográficas medidas en este trabajo se realizó a través de: a) secciones oceanográficas para cada una de las variables y en cada una de las transectas realizadas y b) perfiles verticales promediados para todas las variables en cada estación de muestreo. Para cada una de las estaciones oceanográficas, se calculó la profundidad de la capa de mezcla, la profundidad base de la termoclina y su espesor de acuerdo a la metodología reseñada en Kara *et. al.*, (2000), siendo presentadas como cartas horizontales de distribución espacial en el área prospectada.

Las masas de agua presentes en la zona de prospección fueron determinadas a través de la confección de diagramas TS.

#### **6.5.8 Asociación espacial entre las condiciones oceanográficas, del zooplancton y la distribución y abundancia del jurel en el área de estudio**

En atención a establecer relaciones entre la distribución espacial de la densidad de jurel y las variables ambientales características del hábitat, para identificar patrones que permitiesen detectar respuestas de los cardúmenes de peces ante variaciones en las condiciones ambientales del hábitat, se analizó las variables ambientales, que corresponden a la profundidad media de las agregaciones de jurel y se aplicó además un análisis cartográfico a través del Sistema de información Georeferenciada (SIG) para las provenientes del rango 50 a 100 m.



### a) Exploración de relaciones

Las relaciones entre el recurso y su ambiente se exploraron a través de las siguientes aproximaciones metodológicas:

- La identificación de rangos ambientales físicos (temperatura, salinidad, densidad y concentración de oxígeno disuelto) en que se encontró jurel (estaciones positivas).
- El análisis de correlación y umbrales ambientales entre biomasa acústica de jurel y variables ambientales caracterizadoras del hábitat; variables físicas (temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto); estructuras verticales (profundidad capa mezcla (PCM), profundidad base termoclina (PBT), espesor de la termoclina (ET) y componentes del zooplancton (eufáusidos y larvas de eufáusidos).
- El análisis de modelos aditivos generalizados (GAM) entre la densidad de jurel en el espacio (horizontal y vertical) y variables ambientales seleccionadas (Generalized Additive Models, Hastie & Tibshirani, 1990) con el propósito de identificar probables relaciones no-lineales entre las variables.
- El análisis de rangos de preferencia ambiental para el hábitat del recurso respecto a variables ambientales seleccionadas (Perry and Smith, 1994; Perry *et al.*, 1994).



- **Umbrales preferenciales**

Los umbrales preferenciales se determinaron con la contrastación gráfica de cartas de distribución espacial generada por una interpolación a través del uso de metodologías geoestadísticas (software MATLAB), además de histogramas de frecuencia de ocurrencia del jurel y análisis estadístico de la información recolectada durante el crucero

La composición de la matriz oceanográfico-pesquera se estructuró con celdas de interpolación en tres dimensiones (latitud, longitud y profundidad), para las variables ambientales (temperatura, salinidad, densidad y concentración de oxígeno disuelto) donde la profundidad es la media de las agregaciones de jurel, y las variables provienen los perfiles del CTDO de cada transecta. La matriz relacionada con la biomasa zooplanctónica se construyó utilizando la información oceanográfica detectada en superficie (interpolación bi-dimensional), dado el carácter integrado que tienen las pescas planctónicas oblicuas que se realizaron en el crucero. El análisis comprendió, la evaluación de la estructura matemática de los datos para posteriormente establecer la aplicación de métodos estadísticos, de naturaleza univariada y/o multivariada, para lo cual se consideró la profundidad de las agregaciones de jurel y las estructuras verticales, las variables físicas a la profundidad del jurel y sus densidades con los biovolúmenes del zooplancton

Para realizar una descripción espacial de las variables acústicas y bio-oceanográficas se configuraron imágenes 2D utilizando interpolaciones, a través del método de Kriging, utilizando los Sistemas de Información Geográfico IDRISI for Windows (Eastman, 1995) y TNTmips (Microimages, 1997). Las variables analizadas fueron densidad de jurel ( $m^2 mn^{-2}$ ), temperatura ( $^{\circ}C.$ ), salinidad (psu), oxígeno disuelto ( $ml L^{-1}$ ) densidad del agua de mar, ( $\sigma_t$ ) en los planos de 50 y 100 m



de profundidad, en tanto para la abundancia de eufáusidos (ind/1.000 m<sup>3</sup>) y clorofila-a (mg/m<sup>2</sup>) se consideró el valor integrado en la columna de agua.

Con el propósito de relacionar y superponer diferentes imágenes en la misma escala espacial, resolución y cobertura geográfica, se generaron en rasters con el módulo RESAMPLE del SIG, se crearon imágenes iguales con 1380 columnas (en el sentido E-W) y 480 filas (en el sentido N-S).

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

### **c) Modelamiento estadístico entre las variables acústicas y bio oceanográfica**

Se aplicó la técnica de Modelos Aditivos Generalizados (GAM, Hastie y Tibshirani 1990), entre la densidad del recurso en el espacio y variables ambientales seleccionadas. Estructura de un modelo lineal aditivo generalizado (GAM), que esta dado por:

$$1. \quad g(m) = Y = \alpha + \sum_{j=1}^p f_j(X_j) + \varepsilon$$

Donde  $m = E(Y|X_1, \dots, X_p)$ , constituye la esperanza de la variable respuesta Y en la función de las variables predictoras  $X_1, \dots, X_p$ , a través de un predictor aditivo. La distribución de la variable respuesta, así como también el enlace entre esta distribución y los predictores dados por la función  $g(\cdot)$ , funcionan en forma análoga a los modelos lineales generalizados (GLM, McCullagh y Nelder, 1989). Lo original de un modelo GAM es que provee una forma flexible para definir la función predictor



$f_j(.)$ , la cual es análoga a los coeficientes de regresión en los modelos lineales. Los términos  $f_j(.)$  pueden modelarse en forma no-paramétrica o paramétrica, o ambas formas se pueden combinar en un modelo semiparamétrico. Los términos no-paramétricos son ajustados utilizando suavizadores de dispersión, entre ellos el suavizador de regresión con ponderación local llamado loess (Cleveland *et al.*, 1992). Los términos paramétricos pueden ser definidos como coeficientes lineales, polinomiales de grado  $n$  ó polinomiales “piecewise” como B-spline y spline natural. La ventaja de los modelos GAM sobre otros métodos de regresión tradicionales es su capacidad para modelar no-linealidad utilizando suavizadores de dispersión, constituyéndose en una herramienta poderosa para análisis exploratorios tales que permitan identificar las relaciones funcionales sugeridas por los datos (Hastie y Tibshirani, 1990).

La aplicación de GAM considera establecer la relación funcional entre la variable respuesta densidad de jurel ( $s_A$ ) y cada predictor latitud, longitud, temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), oxígeno disuelto ( $\text{ml L}^{-1}$ ), clorofila  $a$  y densidad de eufáusidos-larvas ( $\text{ind}/1.000 \text{ m}^3$ ), utilizando GAM no paramétrico. De esta manera, la forma de la función puede ser encontrada empíricamente de acuerdo con la distribución de los datos sin una asunción a priori. Luego, una versión más parsimoniosa del modelo puede ser evaluada incluyendo términos paramétricos. En casos marcadamente no lineales, “piecewise polynomials” pueden ser utilizados debido a la mayor flexibilidad para ajustar curvas. El ajuste de los modelos y la parsimonia pueden ser evaluados utilizando test F aproximado y el criterio de Akaike (AIC, Chambers y Hastie, 1992). El estadístico AIC toma en cuenta simultáneamente los grados de libertad y utiliza la bondad de ajuste: modelos con más parsimonia tienen un AIC más bajo. Los residuales de los modelos ajustados se analizarán mediante métodos gráficos.

A partir de la información generada por Sistema de Información Georeferenciada (SIG), se efectuó un modelamiento adicional bajo un enfoque gaussiano donde se



consideran tan solo las densidades de los ecotrazos positivos de jurel. Desde esta perspectiva se intentó relacionar en ambos casos con variables espaciales (latitud y longitud) y bio-oceanográficas (temperatura, salinidad, oxígeno, densidad del agua, gradiente térmico, gradiente salino, densidad de eufáusidos y clorofila).

En la estimación de las funciones no paramétricas se utilizó el suavizador “loess” (Hastie y Tibshirani, 1990) con un span igual a 0,5, y la transformación de la densidad acústica del jurel aplicando logaritmo.

El ajuste del modelo fue evaluado a través de una prueba basada en la máxima verosimilitud, para lo cual se aplicó F, con un nivel de significación del 5%, seleccionando aquellas covariables que aportan significativamente a la explicación de la variabilidad en los modelos propuestos con la densidad de jurel, utilizando el cociente pseudo- $R^2$  a partir de la desviación nula y residual.

#### **d) Análisis de rangos preferenciales**

Para este efecto, se utilizó la metodología propuesta por Perry and Smith (1994) y por Perry *et al* (1994), quienes presentan un método cuantitativo para la identificación de relaciones hábitat-recurso, y que incluye tres pasos consecutivos: a) construcción de funciones de distribución acumulativas empíricas de variables ambientales que sean representativas del hábitat del recurso, b) asociación entre la densidad del recurso con las condiciones del hábitat en la cual se encontró el recurso y, c) determinación de la fuerza de la asociación entre la densidad y la variable ambiental por el grado de diferenciación entre las dos funciones.

Luego, si el recurso se distribuye en forma aleatoria respecto de una variable ambiental determinada, las curvas de frecuencia relativa acumulada evolucionarán de manera similar (D'Amours, 1993; Perry and Smith, 1994). Por el contrario, si el



recurso se encuentra asociado a un rango preferencial de la variable ambiental, estas curvas se comportarán en forma diferencial, evolucionando a diferentes tasas pudiendo establecerse la significancia estadística entre ambas distribuciones de frecuencia utilizado para un muestreo aleatorio no estratificado para variables no clasificadas.

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

**6.6. Objetivo específico 2.5.** Determinar la fauna acompañante y su importancia relativa en los lances de pesca de identificación.

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

#### **6.6.1 Pesca de identificación**

La unidad de muestreo fue el lance de pesca, realizado por dos naves de cerco industrial durante el periodo de estudio. En cada lance de pesca se estimó la captura en peso y número obtenida para el total y por especie, para lo cual se utilizó una relación captura total (Kg)/captura promedio (Kg) o el pesaje individual cuando fue posible.





## 6.6.2 Muestreo a las capturas de los lances

### a) Reconocimiento y proporción

Para determinar la fauna acompañante y sus proporciones en la pesca de identificación, se procedió a separar por especie todos los ejemplares presentes en la captura del lance, efectuando este procedimiento sobre una muestra cuando la captura superó los 300 Kg. Se registró en cada uno de ellos su peso y longitud total o de horquilla según fue el caso y la longitud cefalotorácica en el caso de crustáceos.

La identificación se efectuó a través de uso de antecedentes bibliográficos (Pequeño 1971, Retamal 1981 Hulley, 1984, y Krefst, 1984). Cuando la identificación no fue posible a bordo, se tomaron fotografías y el espécimen se conservó en formalina al 10 % con la información correspondiente para su posterior identificación en tierra.

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

Proporción en peso:

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

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

donde,

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

$w_i$  = peso del total de especie en la muestra



- $n$  = tamaño de muestra de los ejemplares en peso  
 $\hat{w}$  = peso promedio para el total de especies

y donde la proporción en peso de la fauna acompañante para el lance tiene la misma estructura.

Proporción en número:

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

donde,

- $n_s$  = número total de ejemplares de la especie “s” en la muestra  
 $n$  = tamaño de muestra de los ejemplares en número

### 6.6.3 Análisis de las capturas

La información de las distintas especies capturadas fue ordenada de manera decreciente, según su contribución a la captura total, para posteriormente estimar la importancia relativa (porcentaje en peso) de las especies capturadas en la prospección. A partir de esta información complementada con los datos registrados entre 1997 al 2010, se realizó un análisis de clusters mediante el uso de dendogramas, para lo cual se transformó la captura de cada especie en una variable binaria, generando una matriz dicotómica de ausencia /presencia para cada una de especies por año.



## 7 RESULTADOS

---

### 7.1 **Objetivo específico 2.1** Estimar la abundancia (en número) y biomasa (en peso) del jurel en el área de estudio

#### 7.1.1 **Pesca de identificación**

La fuerte reducción del área de distribución del jurel desde 5.904 mn<sup>2</sup> el 2010 a solo 972 mn<sup>2</sup> el 2011, junto a una importante disminución de las agregaciones de jurel desde 265 el 2010 a solo 95 el 2011, muestra un cambio bastante radical en el uso de espacio por parte del jurel, lo cual no pudo ser previsto al momento de elaborar la Oferta Técnica. Este hecho reduce notoriamente las posibilidades de éxito en los lances de pesca y ejecución de lances propuestos para la zona de estudio. La tipología de las agregaciones de jurel permiten visualizar los cambios indicados y que redundan en las probabilidades de éxito en la pesca con arrastre a mediagua, puesto que este arte es más efectivo en condiciones de estratos y disperso, mientras que el cerco logra mayor éxito con cardúmenes.

Es así como los distintos tipos de agregaciones detectadas acústicamente han variado su presencia entre el 2010 y 2011, según cardúmenes desde 8% (2010) a 44% (2011), estratos 20% (2010) a 15% (2011), dispersos 45% (2010) a 11% (2011) e individuales 27% (2010) a 41% (2011), destacando el fuerte aumento del tipo cardumen e individuales y la baja de los tipos estratos y dispersos. Es importante mencionar que bajo condiciones de mayor abundancia del recurso en la zona, los lances de arrastre a mediagua tuvieron entre un 55 a 91% de éxito en captura entre 1997 y 2008.



La escasas y particular condición de distribución de jurel también se reflejó en los lances realizados por el PAM Ventisquero y Don Julio, donde solo 6 lances de 22 realizados durante el período de estudio tuvieron captura, observando solo un 27% de efectividad. Esta pérdida de efectividad en las pescas también se observó en la flota determinando un aumento inusual del tiempo en los viajes de pesca (> 15 días) de la flota de la VIII región, al registrar capturas de jurel en aproximadamente el 50% del total de lances realizados, puesto que el recurso estuvo restringido a solo 3 sectores de concentración en una amplia zona prospectada (59.250 mn<sup>2</sup>).

Dada la difícil situación de pesca con arrastre a mediagua, la no captura de jurel permitió validar agregaciones de otras especies presentes, mientras que su captura por parte de la flota ayudó a corroborar la identificación por el método acústico. En este sentido, para el método acústico de identificación usado desde 1980-1995 en las evaluaciones pelágicas norte y en este estudio, y que ha sido complementado con información de lances de pesca para ratificar la identificación al momento de detectar agregaciones de jurel, no constituye una limitante la carencia de información de lances de pesca si se considera que el posible error asociado a asignar de densidad acústica ( $s_A$ ) de jurel a otras especies acompañante, se reduce considerablemente al registrar capturas históricas de jurel mono específica, como se ha establecido en los análisis de clusters realizados con la series de capturas obtenidas en las evaluaciones acústicas (1997-2010; Córdova *et al.*, 2011), y las bitácoras de pesca de la operación comercial de la flota del VIII Región en la zona centro-sur del país.

### **7.1.2 Calibración electroacústica**

Los resultados de la calibración electroacústica efectuada al ecosonda científico SIMRAD EK-60, realizada a bordo del PAM Biomar III para la frecuencia de



trabajo 38 Khz en Corral (07/06/2011), indica una ganancia del transductor de 25,67 para un pulso de 1024 ( $\mu$ s), la cual se encuentra en el entorno de lo indicado por su fabricante (26,0), lo cual se explica por la performance del sistema (transductor).

### **7.1.3 Mediciones de TS “*in situ*”**

Las condiciones generales observadas durante el desarrollo del crucero, en cuanto a una baja presencia del recurso (IC= 0,006%) y la detección en un sector donde predominaron condiciones climáticas adversa, determinaron por una parte la realización de un número reducido de lances y la no captura de jurel en ellos, además de presentar una distribución espacial y batimétrica que no cumplieron con las condiciones requeridas para disponer de blancos en situación resuelta, al permanecer el recurso agrupado durante la prospección acústica en la zona de estudio. Luego, dado la carencia de registros válidos para determinar la relación fuerza de blanco (TS) y longitud horquilla, se aplicó la relación  $TS = 20,11 * \text{Log}(L) - 68,67$  establecida para el recurso jurel por Córdova *et al.*, 1998, a partir de información recolectada durante los cruceros de evaluación acústica realizados entre 1991-1994 y 1997 en la zona centro-sur del país.

### **7.1.4 Biomasa y abundancia de jurel**

#### **7.1.4.1 Biomasa total**

La estimación de biomasa y abundancia consideró un diseño sistemático con transecta perpendiculares a la costa y separadas cada 25 mn, sin embargo, antecedentes de capturas de jurel por la flota VIII Región en el sector costero (isla Mocha), determinó la prospección de esta menor área respecto al área oceánica, razón por cual la separación de transectas fue 10 mn (diseño adaptativo),



aplicándose de manera independiente el mismo procedimiento de calculo en ambos sectores, determinado la biomasa total como la suma de las abundancias en pesos de los distintos sectores.

La biomasa de jurel estimada para la zona de estudio, ubicada en el área Oceánica norte (300 a 500 mn y 40°25'S a -40°50'S), Oceánica sur (500 a 600 mn y 41°15'S a 41°40'S) e isla Mocha (5 a 25 mn y 38°10'S a 39°10'S), aplicando los métodos de Hansen 1953, Wolter 1985, Bootstrap (Robotham y Castillo, 1990) y de Variables Regionalizadas (Petitgas, 1991) **Tabla 3.**

La biomasa estimada por los diferentes métodos para ambas especies no presenta diferencias relevantes entre ellas, al registrar variaciones inferiores a 15% en jurel.

#### **7.1.4.2 Abundancia y biomasa a la talla**

La abundancia numérica y biomasa en peso a la talla de jurel, obtenida a partir de los distintos métodos aplicados para la zona prospectada en el crucero, se entregan en las **Tablas 3 y 4.**

En este estudio, la biomasa de jurel cuantificada (127.520 t) durante el periodo de junio-julio, es levemente superior a lo cuantificado para el mismo periodo del 2010 (89.736 t), lo cual cambia y se acentúa respecto al 2009 y 2008 donde la biomasa alcanzó las 534.538 y 520.934 t respectivamente. Situación que también se observó en la abundancia con niveles que van de 178,15E+06 (2011), 125,65E+06 (2010), 809,41E+06 (2009) y 956,40E+06 (2008), señalando un fuerte descenso en la biomasa y la estabilidad de bajos volúmenes del recurso en los dos últimos años, ratificando la drástica caída de la biomasa en la ZEE desde 6.146.418 t (2001) a 1.478 t (2008) y posterior ausencia en el 2009, además de un



importante cambio negativo fuera de las 200 mn de la costa entre 3.155.924 t (2007) a 534.538 t (2009).

## **7.1.5 Precisión de los estimados de biomasa y abundancia**

### **7.1.5.1 Varianza de la biomasa total**

A fin de comparar los métodos utilizados en la cuantificación, se determinó el coeficiente de variación (CV) por cuanto estandariza la varianza registrada en un grupo de datos, permitiendo evaluar los diferentes estimadores de varianza aplicados en el estudio.

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

Los estimados de varianza, coeficientes de variación y error del estimado, obtenidos mediante la aplicación de los diferentes métodos propuestos se entregan para jurel en las **Tablas 5 y 6**.



**Tabla 3.**

Abundancia de jurel a la talla en el invierno del 2011 según los métodos Conglomerados, Bootstrap y Geoestadístico. Crucero Jurel

Talla	Conglomerados (Hansen y Wolter)				Bootstrap				Geoestadístico			
	I. Mocha	Oceánica norte	Oceánica sur	Total	I. Mocha	Oceánica norte	Oceánica sur	Total	I. Mocha	Oceánica norte	Oceánica sur	Total
30												
31												
32												
33												
34	31.847.7	412.846.5	61.324.8	506.019.0	28660.8	356070.3	57653.4	442384.5	32762.2	425801.5	65336.7	523900.4
35	501.849.9	6.505.562.1	966.346.0	7.973.757.9	451631.7	5610892.1	908492.3	6971016.1	516261.7	6709704.4	1029564.1	8255530.2
36	673.065.3	8.725.055.9	1.296.032.9	10.694.154.2	605714.3	7525152.5	1218441.4	9349308.3	692394.0	8998845.2	1380819.1	11072058.3
37	849.669.3	11.014.402.1	1.636.095.9	13.500.167.2	764646.2	9499659.0	1538145.3	11802450.5	874069.6	11360030.3	1743128.9	13977228.8
38	1.652.076.2	21.416.134.6	3.181.184.9	26.249.395.7	1486759.4	18470905.1	2990732.2	22948396.8	1699519.6	22088165.7	3389297.3	27176982.6
39	1.929.734.3	25.015.461.7	3.715.834.4	30.661.030.4	1736633.4	21575238.9	3493373.0	26805245.3	1985151.3	25800438.5	3958923.4	31744513.2
40	1.623.887.2	21.050.715.4	3.126.905.0	25.801.507.6	1461391.2	18155739.8	2939701.9	22556832.9	1670521.0	21711279.8	3331466.4	26713267.2
41	1.372.306.1	17.789.429.0	2.642.468.6	21.804.203.7	1234984.8	15342958.1	2484268.0	19062210.9	1411715.2	18347655.3	2815338.3	22574708.8
42	703.539.6	9.120.099.3	1.354.713.3	11.178.352.2	633139.2	7865868.1	1273608.7	9772615.9	723743.5	9406285.0	1443338.3	11573366.8
43	375.841.2	4.872.091.4	723.707.8	5.971.640.4	338232.3	4202062.6	680380.5	5220675.4	386634.4	5024976.0	771052.6	6182663.0
44	382.012.6	4.952.091.3	735.591.1	6.069.695.0	343786.1	4271060.6	691552.4	5306399.1	392983.0	5107486.3	783713.3	6284182.6
45	202.267.4	2.622.025.1	389.479.6	3.213.772.0	182027.3	2261434.1	366162.0	2809623.3	208076.0	2704303.3	414959.2	3327338.5
46	130.055.7	1.685.932.9	250.431.0	2.066.419.6	117041.5	1454076.9	235438.1	1806556.5	133790.5	1738836.9	266814.1	2139441.6
47	101.325.6	1.313.500.7	195.109.4	1.609.935.7	91186.4	1132863.0	183428.5	1407477.9	104235.4	1354717.9	207873.4	1666826.8
48	88.173.8	1.143.012.0	169.784.7	1.400.970.5	79350.6	985820.5	159620.0	1224791.1	90706.0	1178879.3	180892.0	1450477.3
49	72.108.0	934.747.4	138.848.8	1.145.704.2	64892.4	806197.4	130536.1	1001625.9	74178.7	964079.5	147932.2	1186190.5
50	67.238.9	871.628.6	129.473.0	1.068.340.5	60510.5	751758.9	121721.7	933991.1	69169.8	898980.0	137943.1	1106093.0
51	42.987.7	557.256.1	82.775.7	683.019.4	38686.1	480620.1	77820.0	597126.2	44222.2	574742.6	88190.8	707155.6
52	10.335.3	133.977.9	19.901.3	164.214.5	9301.1	115552.8	18709.8	143563.6	10632.1	138182.1	21203.2	170017.4
53	9.946.8	128.942.1	19.153.3	158.042.1	8951.5	111209.5	18006.6	138167.5	10232.5	132988.2	20406.3	163627.0
54	9.579.8	124.184.4	18.446.5	152.210.8	8621.2	107106.1	17342.2	133069.5	9854.9	128081.3	19653.3	157589.5
55												
<b>Total</b>	<b>10.829.848,3</b>	<b>140.389.096,</b>	<b>20.853.607,9</b>	<b>172.072.552,</b>	<b>9746147,9</b>	<b>121082246,</b>	<b>19605134,</b>	<b>150433528,</b>	<b>11140853,</b>	<b>144794459,</b>	<b>22217846,</b>	<b>178153158,</b>
Reclutas(<26)												
% Reclutas												
Área (mn²)	225,0	267,0	504,0	996,0	225,0	267,0	504,0	996,0	216,0	252,0	504,0	972,0
ρ (n°/mn²)	48132,7	525801,9	41376,2	172763,6	43316,2	453491,6	38899,1	151037,7	51578,0	574581,2	44083,0	183285,1
% Total	6,3	81,6	12,1	100,0	6,5	80,5	13,0	100,0	6,3	81,3	12,5	100,0





**Tabla 4.**

Biomasa (ton) de jurel a la talla en el invierno del 2011 según los métodos Conglomerados, Bootstrap y Geoestadístico. Crucero Jurel.

Talla	Conglomerados (Hansen y Wolter)				Bootstrap				Geoestadístico			
	I. Mocha	Oceánica norte	Oceánica sur	Total	I. Mocha	Oceánica norte	Oceánica sur	Total	I. Mocha	Oceánica norte	Oceánica sur	Total
30												
31												
32												
33												
34	15	195	29	239	14	168	27	209	15	201	31	247
35	255	3310	492	4057	230	2854	462	3546	263	3413	524	4200
36	368	4773	709	5850	331	4116	667	5114	379	4923	755	6057
37	499	6466	960	7925	449	5576	903	6928	513	6668	1023	8205
38	1039	13465	2000	16504	935	11613	1880	14429	1069	13888	2131	17087
39	1297	16816	2498	20612	1167	14504	2348	18020	1334	17344	2661	21340
40	1165	15105	2244	18513	1049	13027	2109	16185	1199	15579	2390	19168
41	1049	13603	2021	16672	944	11732	1900	14576	1079	14029	2153	17262
42	572	7420	1102	9095	515	6400	1036	7951	589	7653	1174	9416
43	325	4212	626	5162	292	3632	588	4513	334	4344	667	5344
44	350	4542	675	5567	315	3917	634	4867	360	4684	719	5764
45	197	2548	378	3123	177	2198	356	2730	202	2628	403	3233
46	134	1734	258	2125	120	1495	242	1858	138	1788	274	2200
47	110	1428	212	1750	99	1231	199	1530	113	1473	226	1812
48	101	1312	195	1608	91	1131	183	1405	104	1353	208	1664
49	87	1131	168	1386	79	976	158	1212	90	1167	179	1425
50	86	1111	165	1362	77	958	155	1191	88	1146	176	1410
51	58	748	111	916	52	645	104	801	59	771	118	949
52	15	189	28	232	13	163	26	202	15	195	30	240
53	15	191	28	234	13	165	27	205	15	197	30	242
54	15	193	29	237	13	166	27	207	15	199	31	245
55												
<b>Total</b>	<b>7.752</b>	<b>100.489</b>	<b>14.927</b>	<b>123.167,3</b>	<b>6976,2</b>	<b>86669,1</b>	<b>14033,1</b>	<b>107678,4</b>	<b>7974,5</b>	<b>103642,0</b>	<b>15903,2</b>	<b>127519,7</b>
Reclutas(<26)												
% Reclutas												
Área (mn²)	225,00	267,00	504,00	996,00	225,0	267,0	504,0	996,0	216,0	252,0	504,0	972,0
ρ (n°/mn²)	34,4527	376,3622	29,6166	123,6620	31,0052	324,6034	27,8435	108,1108	36,9189	411,2778	31,5541	131,1932
% Total	6,3	81,6	12,1	100,0	6,5	80,5	13,0	100,0	6,3	81,3	12,5	100,0



**Tabla 5.**

Varianzas de la abundancia de jurel por talla según el método de estimación Conglomerados, Bootstrap y Geoestadístico. Crucero Jurel.

Talla	Conglomerados Aleatorios (Hansen)				Conglomerados sistemáticos (Wolter)				Bootstrap				Geoestadístico			
	I. Mocha	Oceánica norte	Oceánica sur	Total	I. Mocha	Oceánica norte	Oceánica sur	Total	I. Mocha	Oceánica norte	Oceánica sur	Total	I. Mocha	Oceánica norte	Oceánica sur	Total
30																
31																
32																
33																
34	9,62E+08	1,69E+11	3,69E+09	1,73E+11	9,02E+08	1,55E+11	3,37E+09	1,59E+11	7,31E+08	1,16E+11	2,97E+09	1,19E+11	9,49E+08	1,61E+11	3,74E+09	1,65E+11
35	1,63E+11	4,04E+13	8,27E+11	4,14E+13	5,87E+10	1,61E+13	2,60E+11	1,64E+13	4,86E+10	1,23E+13	2,17E+11	1,26E+13	5,27E+10	9,51E+12	1,58E+11	9,72E+12
36	2,90E+11	7,26E+13	1,48E+12	7,44E+13	9,96E+10	2,81E+13	4,46E+11	2,87E+13	8,25E+10	2,16E+13	3,71E+11	2,21E+13	8,81E+10	1,60E+13	2,55E+11	1,63E+13
37	4,60E+11	1,15E+14	2,36E+12	1,18E+14	1,53E+11	4,41E+13	6,93E+11	4,50E+13	1,27E+11	3,39E+13	5,75E+11	3,46E+13	1,35E+11	2,45E+13	3,83E+11	2,50E+13
38	1,73E+12	4,37E+14	8,91E+12	4,47E+14	5,53E+11	1,63E+14	2,52E+12	1,66E+14	4,60E+11	1,26E+14	2,09E+12	1,28E+14	4,79E+11	8,77E+13	1,32E+12	8,95E+13
39	2,35E+12	5,96E+14	1,21E+13	6,10E+14	7,49E+11	2,22E+14	3,43E+12	2,26E+14	6,23E+11	1,71E+14	2,83E+12	1,74E+14	6,47E+11	1,19E+14	1,78E+12	1,21E+14
40	1,67E+12	4,22E+14	8,61E+12	4,32E+14	5,33E+11	1,57E+14	2,43E+12	1,60E+14	4,43E+11	1,21E+14	2,01E+12	1,24E+14	4,61E+11	8,46E+13	1,27E+12	8,63E+13
41	1,19E+12	3,01E+14	6,15E+12	3,08E+14	3,82E+11	1,13E+14	1,74E+12	1,15E+14	3,17E+11	8,66E+13	1,44E+12	8,84E+13	3,30E+11	6,05E+13	9,10E+11	6,18E+13
42	3,15E+11	7,93E+13	1,61E+12	8,12E+13	1,03E+11	3,00E+13	4,69E+11	3,06E+13	8,59E+10	2,31E+13	3,89E+11	2,36E+13	9,04E+10	1,65E+13	2,54E+11	1,68E+13
43	9,04E+10	2,26E+13	4,62E+11	2,31E+13	3,06E+10	8,71E+12	1,38E+11	8,87E+12	2,54E+10	6,69E+12	1,14E+11	6,83E+12	2,70E+10	4,90E+12	7,75E+10	5,01E+12
44	9,36E+10	2,34E+13	4,78E+11	2,39E+13	3,22E+10	9,08E+12	1,44E+11	9,26E+12	2,67E+10	6,98E+12	1,20E+11	7,12E+12	2,85E+10	5,18E+12	8,29E+10	5,29E+12
45	2,65E+10	6,56E+12	1,34E+11	6,72E+12	9,54E+09	2,61E+12	4,22E+10	2,67E+12	7,89E+09	2,01E+12	3,52E+10	2,05E+12	8,56E+09	1,54E+12	2,56E+10	1,58E+12
46	1,10E+10	2,71E+12	5,56E+10	2,78E+12	4,16E+09	1,11E+12	1,82E+10	1,13E+12	3,43E+09	8,50E+11	1,52E+10	8,69E+11	3,77E+09	6,78E+11	1,16E+10	6,93E+11
47	6,75E+09	1,65E+12	3,38E+10	1,69E+12	2,63E+09	6,88E+11	1,14E+10	7,02E+11	2,17E+09	5,27E+11	9,58E+09	5,38E+11	2,41E+09	4,31E+11	7,52E+09	4,41E+11
48	5,17E+09	1,25E+12	2,57E+10	1,28E+12	2,11E+09	5,37E+11	9,06E+09	5,49E+11	1,74E+09	4,11E+11	7,64E+09	4,20E+11	1,96E+09	3,49E+11	6,26E+09	3,57E+11
49	3,49E+09	8,37E+11	1,72E+10	8,57E+11	1,49E+09	3,69E+11	6,32E+09	3,77E+11	1,22E+09	2,82E+11	5,34E+09	2,89E+11	1,39E+09	2,47E+11	4,53E+09	2,53E+11
50	3,03E+09	7,27E+11	1,49E+10	7,45E+11	1,30E+09	3,22E+11	5,51E+09	3,28E+11	1,07E+09	2,46E+11	4,65E+09	2,51E+11	1,21E+09	2,15E+11	3,96E+09	2,20E+11
51	1,26E+09	2,98E+11	6,15E+09	3,05E+11	5,88E+08	1,39E+11	2,45E+09	1,42E+11	4,83E+08	1,06E+11	2,09E+09	1,09E+11	5,61E+08	9,87E+10	1,89E+09	1,01E+11
52	8,98E+07	1,75E+10	3,75E+08	1,80E+10	7,00E+07	1,29E+10	2,67E+08	1,33E+10	5,69E+07	9,70E+09	2,34E+08	9,99E+09	7,22E+07	1,23E+10	2,77E+08	1,27E+10
53	8,33E+07	1,62E+10	3,48E+08	1,67E+10	6,49E+07	1,20E+10	2,48E+08	1,23E+10	5,28E+07	9,00E+09	2,17E+08	9,27E+09	6,70E+07	1,14E+10	2,57E+08	1,18E+10
54	7,73E+07	1,51E+10	3,22E+08	1,55E+10	6,03E+07	1,11E+10	2,30E+08	1,14E+10	4,90E+07	8,36E+09	2,02E+08	8,61E+09	6,23E+07	1,06E+10	2,39E+08	1,09E+10
55																
<b>Total</b>	<b>8,42E+12</b>	<b>2,12E+15</b>	<b>4,33E+13</b>	<b>2,17E+15</b>	<b>2,72E+12</b>	<b>7,97E+14</b>	<b>1,24E+13</b>	<b>8,12E+14</b>	<b>2,26E+12</b>	<b>6,13E+14</b>	<b>1,02E+13</b>	<b>6,26E+14</b>	<b>2,36E+12</b>	<b>4,32E+14</b>	<b>6,55E+12</b>	<b>4,41E+14</b>
<b>Reclutas</b>																
<b>CV</b>	<b>0,2680</b>	<b>0,3284</b>	<b>0,3158</b>	<b>0,2712</b>	<b>0,1522</b>	<b>0,2011</b>	<b>0,1687</b>	<b>0,1656</b>	<b>0,1542</b>	<b>0,2045</b>	<b>0,1632</b>	<b>0,1663</b>	<b>0,1379</b>	<b>0,1435</b>	<b>0,1152</b>	<b>0,1179</b>
<b>Error</b>	<b>44,1</b>	<b>54,1</b>	<b>52,0</b>	<b>44,6</b>	<b>25,1</b>	<b>33,1</b>	<b>27,8</b>	<b>27,3</b>	<b>25,4</b>	<b>33,7</b>	<b>26,9</b>	<b>27,4</b>	<b>22,7</b>	<b>23,6</b>	<b>19,0</b>	<b>19,4</b>



**Tabla 6.**

Varianzas de la biomasa de jurel por talla según el método de estimación Conglomerados, Bootstrap y Geoestadístico. Crucero Jurel.

Talla	Conglomerados Aleatorios (Hansen)				Conglomerados sistemáticos (Wolter)				Bootstrap				Geoestadístico			
	I. Mocha	Oceánica norte	Oceánica sur	Total	I. Mocha	Oceánica norte	Oceánica sur	Total	I. Mocha	Oceánica norte	Oceánica sur	Total	I. Mocha	Oceánica norte	Oceánica sur	Total
30																
31																
32																
33																
34	2.15E+02	3.77E+04	8.24E+02	3.88E+04	2.01E+02	3.46E+04	7.51E+02	3.55E+04	1.63E+02	2.58E+04	6.62E+02	2.66E+04	2.11E+02	3.58E+04	8.34E+02	3.68E+04
35	4.21E+04	1.04E+07	2.14E+05	1.07E+07	1.52E+04	4.16E+06	6.71E+04	4.24E+06	1.26E+04	3.19E+06	5.60E+04	3.26E+06	1.36E+04	2.46E+06	4.07E+04	2.51E+06
36	8.68E+04	2.17E+07	4.43E+05	2.22E+07	2.97E+04	8.40E+06	1.33E+05	8.56E+06	2.46E+04	6.45E+06	1.11E+05	6.59E+06	2.63E+04	4.77E+06	7.62E+04	4.88E+06
37	1.58E+05	3.96E+07	8.08E+05	4.05E+07	5.25E+04	1.51E+07	2.37E+05	1.54E+07	4.35E+04	1.16E+07	1.97E+05	1.18E+07	4.60E+04	8.39E+06	1.31E+05	8.57E+06
38	6.80E+05	1.72E+08	3.51E+06	1.76E+08	2.17E+05	6.41E+07	9.93E+05	6.53E+07	1.81E+05	4.94E+07	8.21E+05	5.04E+07	1.88E+05	3.45E+07	5.19E+05	3.52E+07
39	1.05E+06	2.66E+08	5.44E+06	2.73E+08	3.35E+05	9.91E+07	1.53E+06	1.01E+08	2.78E+05	7.63E+07	1.27E+06	7.78E+07	2.89E+05	5.30E+07	7.93E+05	5.41E+07
40	8.51E+05	2.15E+08	4.39E+06	2.20E+08	2.72E+05	8.02E+07	1.24E+06	8.17E+07	2.26E+05	6.18E+07	1.03E+06	6.30E+07	2.35E+05	4.31E+07	6.47E+05	4.40E+07
41	6.93E+05	1.75E+08	3.57E+06	1.79E+08	2.21E+05	6.53E+07	1.01E+06	6.66E+07	1.84E+05	5.03E+07	8.36E+05	5.13E+07	1.92E+05	3.51E+07	5.28E+05	3.59E+07
42	2.07E+05	5.22E+07	1.07E+06	5.35E+07	6.81E+04	1.97E+07	3.09E+05	2.01E+07	5.65E+04	1.52E+07	2.56E+05	1.55E+07	5.95E+04	1.09E+07	1.67E+05	1.11E+07
43	6.72E+04	1.68E+07	3.44E+05	1.73E+07	2.27E+04	6.48E+06	1.02E+05	6.60E+06	1.89E+04	4.98E+06	8.50E+04	5.08E+06	2.00E+04	3.65E+06	5.76E+04	3.72E+06
44	7.80E+04	1.95E+07	3.98E+05	2.00E+07	2.68E+04	7.56E+06	1.20E+05	7.70E+06	2.22E+04	5.81E+06	9.99E+04	5.93E+06	2.38E+04	4.31E+06	6.90E+04	4.40E+06
45	2.49E+04	6.16E+06	1.26E+05	6.31E+06	8.95E+03	2.45E+06	3.96E+04	2.50E+06	7.41E+03	1.88E+06	3.31E+04	1.92E+06	8.03E+03	1.45E+06	2.40E+04	1.48E+06
46	1.17E+04	2.86E+06	5.87E+04	2.93E+06	4.38E+03	1.17E+06	1.92E+04	1.19E+06	3.62E+03	8.96E+05	1.61E+04	9.16E+05	3.98E+03	7.14E+05	1.22E+04	7.31E+05
47	7.95E+03	1.94E+06	3.98E+04	1.99E+06	3.09E+03	8.09E+05	1.34E+04	8.26E+05	2.55E+03	6.20E+05	1.13E+04	6.33E+05	2.83E+03	5.07E+05	8.85E+03	5.19E+05
48	6.77E+03	1.64E+06	3.37E+04	1.68E+06	2.76E+03	7.04E+05	1.19E+04	7.18E+05	2.28E+03	5.38E+05	1.00E+04	5.50E+05	2.56E+03	4.56E+05	8.20E+03	4.67E+05
49	5.10E+03	1.22E+06	2.51E+04	1.25E+06	2.17E+03	5.39E+05	9.22E+03	5.51E+05	1.79E+03	4.12E+05	7.79E+03	4.21E+05	2.03E+03	3.60E+05	6.62E+03	3.69E+05
50	4.94E+03	1.18E+06	2.43E+04	1.21E+06	2.10E+03	5.22E+05	8.94E+03	5.33E+05	1.73E+03	3.99E+05	7.56E+03	4.08E+05	1.97E+03	3.49E+05	6.43E+03	3.58E+05
51	2.28E+03	5.36E+05	1.11E+04	5.49E+05	1.06E+03	2.51E+05	4.41E+03	2.56E+05	8.68E+02	1.91E+05	3.75E+03	1.95E+05	1.01E+03	1.77E+05	3.40E+03	1.82E+05
52	1.79E+02	3.49E+04	7.46E+02	3.59E+04	1.39E+02	2.57E+04	5.31E+02	2.64E+04	1.13E+02	1.93E+04	4.65E+02	1.98E+04	1.44E+02	2.45E+04	5.51E+02	2.52E+04
53	1.83E+02	3.57E+04	7.63E+02	3.66E+04	1.42E+02	2.63E+04	5.44E+02	2.70E+04	1.16E+02	1.97E+04	4.76E+02	2.03E+04	1.47E+02	2.50E+04	5.64E+02	2.58E+04
54	1.87E+02	3.65E+04	7.79E+02	3.74E+04	1.46E+02	2.69E+04	5.56E+02	2.76E+04	1.63E+02	2.58E+04	6.62E+02	2.66E+04	1.50E+02	2.56E+04	5.77E+02	2.64E+04
55																
<b>Total</b>	<b>3,98E+06</b>	<b>1,00E+09</b>	<b>2,05E+07</b>	<b>1,03E+09</b>	<b>1,29E+06</b>	<b>3,77E+08</b>	<b>5,85E+06</b>	<b>3,84E+08</b>	<b>1,07E+06</b>	<b>2,90E+08</b>	<b>4,84E+06</b>	<b>2,96E+08</b>	<b>1,12E+06</b>	<b>2,04E+08</b>	<b>3,10E+06</b>	<b>2,09E+08</b>
<b>Reclutas</b>																
<b>CV</b>	<b>0,2574</b>	<b>0,3154</b>	<b>0,3033</b>	<b>0,2604</b>	<b>0,1463</b>	<b>0,1931</b>	<b>0,1621</b>	<b>0,1591</b>	<b>0,1481</b>	<b>0,1965</b>	<b>0,1568</b>	<b>0,1597</b>	<b>0,1325</b>	<b>0,1379</b>	<b>0,1107</b>	<b>0,1133</b>
<b>Error</b>	<b>42,4</b>	<b>51,9</b>	<b>49,9</b>	<b>42,9</b>	<b>24,1</b>	<b>31,8</b>	<b>26,7</b>	<b>26,2</b>	<b>24,4</b>	<b>32,3</b>	<b>25,8</b>	<b>26,3</b>	<b>21,8</b>	<b>22,7</b>	<b>18,2</b>	<b>18,6</b>



El método de variables regionalizada presenta el coeficiente de variación más bajo respecto a los otros métodos, tanto para la biomasa y la abundancia en número, indicando con ello una mayor precisión relativa para el estimado de abundancia de jurel en la zona de estudio. En este sentido, el estimador por conglomerado presenta los mayores valores, siendo este tipo de resultados característico en las evaluaciones acústicas realizadas en la zona de estudio y centro sur del país. El nivel de precisión alcanzado este año (CV) en el método geoestadístico, se encuentra en el marco de lo registrado en anteriores evaluaciones efectuadas durante otoño- invierno del 2006 al 2010 (6,3; 5,5; 12,1, 8,1 y 9,9%) en la zona centro sur (Córdova *et al.*, 2007 al 2011).

**7.2 Objetivo específico 2.2.** Estimar la composición de talla, peso, edad y proporción sexual del stock de jurel, en el área de estudio.

### **7.2.1 Estructura de tallas**

La escasa presencia de jurel detectado en la zona prospectada, su detección en sectores muy restringidos y un comportamiento altamente reactivo a los artes de pesca (arrastre y cerco), determinaron la realización de un bajo número de lances de pesca (3) por parte del PAM “Biomar III”, los cuales no registraron captura durante la evaluación, además de un alto porcentaje (73%) de lances de cerco sin captura durante el periodo del crucero.

Las estructuras de tallas provenientes de las capturas del PAM Ventisquero y Don Julio considerados en este estudio, corresponden a lances realizados en fecha y lugar coincidente con la fecha y lugar en que se realizó la prospección acústica (realización de las transectas), considerando un desfase entre ellos de 11 a 14 días. Este desfase no afecta la estructuración de la biomasa a la talla, por cuanto no existe diferencias



importantes estadísticas que hagan suponer variaciones espacio-temporales en la estructura de tamaño como se estableció en el análisis de contemporaneidad y coterraneidad de las estructuras de tallas de jurel registradas en el crucero de evaluación acústica del 2010 y los lances de pesca de la flota de cerco realizados entre mayo y agosto del 2010 y 2011.

Este análisis consideró el desfase temporal y espacial de las agregaciones detectadas por los equipos acústicos y las estructuras de tallas de jurel provenientes de lances realizados por el B/C Abate Molina y los PAM Malleco, Marpro I y San José, con observadores científicos durante el crucero del 2010, estableciendo cuatro sectores donde existió cercanía entre la detección acústica y lances comerciales con capturas de jurel (**Figura 4**), observando una contemporaneidad que varió de 0 a 30 días, mientras que la coterraneidad estuvo entre las 5 a 18 mn, estableciendo la aplicación de la Dócima de Hipótesis Generalizada (DHG) valores de chi cuadrado calculado menores al chi cuadrado crítico (**Tabla 7**), indicando que las distribuciones de tallas independientes del desfase en tiempo y espacio no difieren de una estructura de tallas combinadas. Del mismo modo, el análisis de los lances comerciales colectados el 2010 y 2011, identificó por cercanía 14 sectores el 2011 y 6 sectores para el 2010 (**Figuras 5 y 6**), registrando desfases de tiempo entre 1 y 78 días (2011) y 1 a 46 días (2010) (**Tablas 8 y 9**), sin observar diferencias estadísticas relevantes entre las distintas estructuras de tamaño a través del tiempo en los distintos sectores, ratificando la similitud de ellas en la zona de estudio, validando el uso de una estructura de tallas proveniente de los lances comerciales de acuerdo a un desfase moderado de 14 días en la cuantificación del recurso el 2011 (**Anexo II**).



**Tabla 7.**

Resultados de comparación estructura talla asociadas a zonas de detección acústica de jurel con prueba estadística de chi cuadrado.

TRANSECTA			DIFERENCIA				NÚMERO DE LANCES	χ <sup>2</sup> crítico	χ <sup>2</sup> calculado	DHG
			ESPACIAL (mn)		TEMPORAL (días)					
Fecha	Latitud	Longitud	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima				
26/06/10	40°00'S	85°30'W	1	57	0	30	8	32	2,10-19,86	NR
20/07/10	39°00'S	86°18'W	7	67	7	13	11	38	1,98-31,32	NR
21/07/10	38°20'S	87°22'W	22	22	7	7	2	24	3,66-5,77	NR
23/07/10	38°00'S	86°22'W	11	30	4	4	4	35	6,87-24,18	NR

**Tabla 8.**

Resultados de comparación estructura talla obtenidas por la flota VIII región (mayo-agosto 2011).

SECTOR	POSICIÓN		FECHA (PRIMER LANCE)	FECHA (ÚLTIMO LANCE)	DIFERENCIA TEMPORAL MÁXIMA		NÚMERO DE LANCES	χ <sup>2</sup> crítico	χ <sup>2</sup> calculado	DHG
	LATITUD	LONGITUD			Días	mn				
2	40° 15'S	84° 00'W	01/07/11	04/07/11	4	30	14	28	0,86-15,9	NR
3	42° 30'S	85° 30'W	22/05/11	23/05/11	2	8	6	30	0,91-10,95	NR
4	41° 05'S	81° 20'W	25/06/11	26/06/11	2	6	3	22	1,55-3,0	NR
5	41° 30'S	82° 30'W	12/06/11	23/06/11	12	44	8	30	1,30-8,55	NR
6	41° 34'S	80° 22'W	16/06/11	21/06/11	6	22	6	32	3,10-14,82	NR
7	40° 36'S	77° 20'W	06/06/11	06/05/11	1	5	3	19	0,94-6,73	NR
8	44° 30'S	87° 50'W	21/05/11	21/05/11	1	7	2	23	2,22-2,42-	NR
9	42° 15'S	82° 27'W	12/06/11	14/06/11	3	30	7	27	1,70-8,95	NR
10	43° 20'S	83° 00'W	29/04/11	25/05/11	28	56	18	38	1,38-22,54	NR/R*
11	42° 30'S	80° 17'W	30/04/11	16/06/11	47	60	11	33	1,71-16,69	NR
12	43° 17'S	80° 06'W	27/04/11	10/05/11	15	70	11	31	1,43-20,61	NR
13	39° 00'S	73° 50'W	11/05/11	06/08/11	87	52	13	44	3,21-30,76	NR

R\* : rechazo lance 3 ejemplares pequeños 27-30cm



**Tabla 9.**  
Resultados de comparación estructura talla obtenidas por la flota VIII región  
(mayo-agosto 2010).

SECTOR	POSICIÓN		FECHA (PRIMER LANCE)	FECHA (ÚLTIMO LANCE)	DIFERENCIA TEMPORAL MÁXIMA		NÚMERO DE LANCES	x <sup>2</sup> crítico	x <sup>2</sup> calculado	DHG
	LATITUD	LONGITUD			Días	mn				
2	39° 50'S	85° 06'W	04/07/10	17/07/10	13	50	17	27	0,86-21,97	NR
3	38° 37'S	85° 44'W	08/07/10	21/07/10	14	127	12	27	1,09-7,17	NR
4	37° 30'S	87° 00'W	19/07/10	27/07/10	9	31	5	28	5,12-18,14	NR
5	39° 00'S	73° 30'W	08/08/10	11/08/10	4	31	4	34	2,83-6,76	NR
6	35° 00'S	72° 22'W	21/08/10	21/08/10	1	5	2	27	2,84-3,68	NR

R\* : rechazo lance 45 algunos ejemplares mayores (54 cm)

Es así que de un total de 25 lances de cerco se utilizaron 6 de ellos con captura de jurel para este análisis, determinado una estructura de tamaño única para la zona de estudio

En este sentido, el análisis estadístico de la estructura de talla de todos los lances para la zona, evidencia que el 83,33 % de los lances asignados (5 lances) cumplen con el supuesto de homogeneidad en la estructura de tallas aceptándose la hipótesis nula, Ho: la estructura de la distribución de talla de cada lance, es estadísticamente similar a la estructura generada por su conjunto. En solo uno (lance 24) se rechaza Ho, que en todo caso ocurre no lejano al límite de aceptación debido a la presencia de solo algunos ejemplares más grandes (1=52; 1=53 y 1=54 cm) presentes en lance 24 (**Tabla 10**).

Al considerar los lances de cerco realizados durante el crucero, agrupando bajo un concepto de zona costera y oceánica, el análisis estadístico consigna el rechazo al supuesto de homogeneidad en la estructuras (**Tabla 11**). Rechazo que está sustentado por la presencia de algunos individuos de mayor tamaño en el lance 24 en



el sector oceánico, dado que en el sector costero se acepta la homogeneidad de las estructuras de tamaño del jurel (**Tabla 12**).

**Tabla 10.**

Comparaci3n de la estructura de talla de jurel entre los lances realizados en la prospecci3n, mediante la d3cima de heterogeneidad generalizada (DHG;  $\alpha=0,05$ ). Crucero Jurel.

Parámetros del análisis	X <sup>2</sup> crítico= N° de categorías= Z= Grupos= N° datos=	32 21 1.64485 6 166
Lances	X <sup>2</sup> calculado	Ho
7	3,53	NR
2	5,48	NR
6	8,47	NR
9	11,70	NR
1	11,70	NR
24	49,65	R
<b>% APROBACI3N</b>		<b>83,33</b>

Ho: La estructura de talla de cada lance es "similar" a la estructura de talla generada por el conjunto de lances.  
NR:No rechaza Ho; R: Rechaza Ho

**Tabla 11.**

Comparaci3n de la estructura de talla de jurel entre los lances costeros y oceánicos realizados en la prospecci3n, mediante la d3cima de heterogeneidad generalizada (DHG;  $\alpha=0,05$ ). Crucero Jurel.

Parámetros del análisis	X <sup>2</sup> crítico= N° de categorías= Z= Grupos= N° datos =	41 28 1.64485 12 310
Zonas	X <sup>2</sup> calculado	Ho
Costera	2,33	R
Oceánica	4,13	R
<b>% APROBACI3N</b>		<b>0,00</b>

Ho: La estructura de talla de cada lance es "similar" a la estructura de talla generada por el conjunto de lances.  
NR:No rechaza Ho; R: Rechaza Ho





**Tabla 12.**

Comparación de la estructura de talla de jurel entre los lances realizados en la zona costera, mediante la dística de heterogeneidad generalizada (DHG;  $\alpha=0,05$ ).  
Crucero Jurel.

Parámetros del análisis	X <sup>2</sup> crítico=	19
	Nº de categorías=	11
	Z=	1.64485
	Grupos=	3
	Nº datos =	138
Lances	X <sup>2</sup> calculado	Ho
7	2,37	NR
9	3,75	NR
6	4,86	NR
% APROBACIÓN		100,00

Ho: La estructura de talla de cada lance es "similar" a la estructura de talla generada por el conjunto de lances.  
NR: No rechaza Ho; R: Rechaza Ho.

Al igual que desde el 2006, este año el nulo registro de tallas menores a la mínima legal (26 cm) verifica que se mantiene la ausencia observada en años anteriores. En las zonas donde se concentró el recurso, la estructura de talla de este año no muestra ejemplares pequeños (< 34 cm), respecto a años anteriores (2003 a 2008), pero se observa un incremento en la moda de 28 cm el 2003, 29 cm el 2004, 30 cm el 2005, 31 cm el 2006, 32 cm el 2007, 36 cm el 2008, 37 cm el 2009, 38 cm el 2010 y 39 cm el 2011, lo que junto a la ausencia de ejemplares bajo la talla mínima legal y primera madurez, reafirman un crecimiento somático del jurel en la zona de estudio (**Figura 7**).

### 7.2.2 Abundancia a la edad

La clave talla - edad para el crucero, se determinó a partir de la lectura de 214 otolitos provenientes de 6 lances de pesca con capturas de jurel, realizados por PAM Ventisquero y don Julio. Cantidad de otolitos que provienen de la colecta de 10 pares por talla y su número corresponde aproximadamente a la multiplicación de 10 pares por el número de tallas colectado en la zona de estudio.



La composición de ejemplares por grupo de edad estuvo formada por 10 grupos en la zona de estudio, amplitud que es menor al 2003 (edades II a XIII), 2004 (edades II a XIV), 2005 (edades IV-XV), 2006 (edades IV –XVI), 2007 (edades VI-XVIII), 2008 (edades VI-XVII), 2009 (edades VI-XVI) y 2010 (edades VII-XVI). En el área de estudio, los principales grupos fueron el IX (clase anual 2002), con un 43% de la abundancia, el X (clase anual 2001) con un 21% y finalmente el VIII (clase anual 2003) con un 17%, indicando al igual que año pasado, un aumento respecto al 2009, donde los grupos mas importantes fueron VIII (33%), IX (21%) y X (18%), evidenciando la estructura de edad un debilitamiento y una carencia de un grupo de edad fuerte como se registraba en años anteriores (**Tabla 13**).

En la zona de estudio se mantiene la reducción de grupos de edades menores, observada en la participación del grupo III el 2003 (3,1%), 2004 (1,5%) y 2005 (0,3%). Estructura etaria que este año presenta una escasa participación de los grupos menores, situación que difiere de años anteriores, donde su presencia es más activa, evidenciando claramente el desplazamiento de los principales grupos hacia edades mayores.

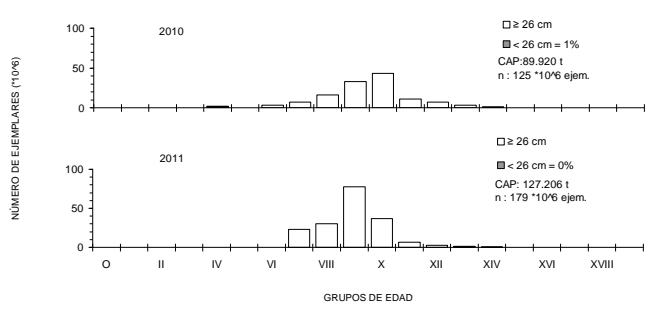
### **7.2.3 Relación longitud-peso y proporción sexual**

A partir de los lances de identificación realizados en la zona de estudio, para el conjunto de pares de datos de longitud y peso (N= 384 individuos), se estimó la relación longitud-peso para jurel en toda el área de estudio, a través de la aplicación de un modelo lineal (**Figura 8**). Modelo lineal que evidenció un buen grado de ajuste, estimando un coeficiente de correlación  $R^2= 0,90$  con valores estimados de coeficientes de regresión de  $a=0,0537$  y  $b=2,5752$ .



**Tabla 13.**  
Composición en número (millones de ejemplares) por grupo de edad en la abundancia estimada para el sector 5-630 mn.

TALLAS (cm)	FREC. (Unidades)	GRUPOS DE EDAD																					
		O	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	
5,0																							
6,0																							
7,0																							
8,0																							
9,0																							
10,0																							
11,0																							
12,0																							
13,0																							
14,0																							
15,0																							
16,0																							
17,0																							
18,0																							
19,0																							
20,0																							
21,0																							
22,0																							
23,0																							
24,0																							
25,0																							
26,0																							
27,0																							
28,0																							
29,0																							
30,0																							
31,0																							
32,0																							
33,0																							
34,0																							
35,0	318.739																						
36,0	7.517.170																						
37,0	11.649.055																						
38,0	16.402.277																						
39,0	28.033.180																						
40,0	30.959.943																						
41,0	29.273.546																						
42,0	24.716.371																						
43,0	10.835.787																						
44,0	4.968.706																						
45,0	5.123.725																						
46,0	3.264.860																						
47,0	1.908.914																						
48,0	1.329.530																						
49,0	1.115.196																						
50,0	1.069.806																						
51,0	1.027.207																						
52,0	564.056																						
53,0	135.613																						
54,0	130.516																						
55,0	125.700																						
56,0																							
57,0																							
58,0																							
59,0																							
60,0																							
61,0																							
62,0																							
63,0																							
64,0																							
65,0																							
66,0																							
TOTAL	179.469.815																						
PORCENTAJE	100,00																						
LPR (cm)	39,6																						
VARIANZA	8,133																						
PESO PR.(g)	7087																						
PESO (t)	127.206																						
PORCENTAJE	100,00																						





La proporción sexual del jurel varió entre 32 a 53% para machos y 47 a 68% de hembras, no observando cambios importantes en la participación por sexo en la zona prospectada, determinándose en el sector donde se detectaron agregaciones de jurel, una contribución total de 61% de ejemplares hembras y 39% de machos.

**7.3 Objetivo específico 2.3** Determinar la composición de los principales ítems alimentarios del jurel en el área de estudio.

#### **7.3.1 Composición de los principales ítems alimentarios de jurel**

La escasa presencia del recurso descrita para la zona, limitó su captura tanto con el arte de arrastre como de cerco, colectando un número menor de estómagos considerados en la Oferta Técnica (385 estómagos). Situación que se acentuó por una operación comercial restringida a número bajo de lances con pesca, así como su ejecución alejada del periodo de alimentación del recurso (04:00 a 06:00 PM), donde solo se registraron 2 lances de 22 realizados en el área prospectada. Luego, para el estudio se dispuso de 105 estómagos provenientes de 6 lances con capturas de jurel, efectuados durante el crucero de evaluación por el PAM Ventisquero (32 estómagos) y Don julio (73 estómagos) en la zona de estudio. Los estómagos fueron analizados en laboratorio determinándose estómagos con contenido en un 28,57%, encontrándose altos porcentajes de estómagos vacíos en el número de muestreos realizados, así como el dominio de estómagos en estado semillenos y bolos alimenticios de preferencia digeridos (**Tabla 14**).



**Tabla 14.**  
Número de estómagos y porcentaje con y sin contenido.

	N	%
Estómago con contenido	30	28,57
Estómago vacíos y con escamas	75	71,43
Total	<b>105</b>	<b>100</b>
<b>ESTADO ESTOMAGO</b>		
Estómagos distendidos	0	0,00
Estómagos llenos	0	0,00
Estómagos semillenos	30	28,57
Estómagos evertidos	0	0
Estómagos vacíos y con escamas	75	71,43
Total	<b>105</b>	<b>100</b>
<b>ESTADOS CONTENIDOS (*)</b>		
Contenido digerido	21	70,00
Contenidos semidigerido	9	30,00
Contenido entero	0	0,00
Contenido fresco	0	0,00
Total	<b>30</b>	<b>100</b>

(\*): Estado de contenido considera para una presa el conteo de distinto estados, razón por lo cual su frecuencia es mayor al número de estómagos analizados

### 7.3.2 Importancia de las presas

Este índice de importancia relativa indicó que las presas de mayor relevancia tanto en número, como en peso y frecuencia de aparición fueron los correspondientes al grupo de crustáceos (IIR=99,29), seguido de mictófidios (IIR=0,43) y gastrópodos (IIR=0,23), de acuerdo a los resultados de 30 estómagos analizados.

Los resultados revelaron que numéricamente los eufáusidos ocupan el primer lugar (95,31%). El 93,34% de los estómagos presentaron este ítem alimentario, quedando un 6,66% de estómagos con presencia de mictófidios, gastrópodos y cefalópodos. Resultados que en términos generales, sugiere que la preferencia de estos ítems se mantiene en el tiempo (**Tabla 15**).

**Tabla 15.**

Número (N%), peso (P%), frecuencia de aparici3n (F%) e índice de importancia relativa (IIR) para jurel.

ÍTEM PRESA	N (%)	P (%)	F (%) *	% IIR
<b>CRUSTÁCEOS</b>	<b>95,31</b>	<b>92,02</b>	<b>93,34</b>	<b>99,29</b>
<i>Euphausia mucronata</i>	68,75	75,67	26,67	56,97
Restos de crustáceos	26,56	16,35	66,67	42,32
<b>GASTRÓPODOS</b>	<b>1,56</b>	<b>0,00</b>	<b>6,67</b>	<b>0,15</b>
<i>Pteropodos limacidae</i>	1,56	0,00	6,67	0,15
<b>CEFALÓPODOS</b>	<b>0,79</b>	<b>0,80</b>	<b>3,33</b>	<b>0,08</b>
<i>Octopodidae</i>	0,79	0,80	3,33	0,08
<b>MICTÓFIDOS</b>	<b>2,34</b>	<b>7,18</b>	<b>6,66</b>	<b>0,47</b>
<i>Higophum proximun</i>	1,56	4,69	3,33	0,31
Restos de peces	0,78	2,49	3,33	0,16
<b>Total (%)</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>110</b>	<b>100</b>

(\*) Numero de veces que aparece especies en el total de est3magos.

### 7.3.3 Índice de estrategias alimentaria

El indicador de coeficiente dietario de Hureau (Q), muestra que la principal especie en la dieta alimentaria de jurel son los eufáusidos (*Euphausia mucronata*), seguido de mictófidos gastrópodos y cefalópodos como presas de importancia accidental (**Tabla 16**)

En este sentido, la **Figura 9** muestra que jurel tiene tendencia a ser un depredador selectivo, donde las muestras que aparecen como puntos más lejanos a la intersecci3n entre los ejes, pueden indicar su preferencia por eufáusidos y restos de crustáceos por sobre las presas que conforman su dieta alimentaria, como son algunas especies de tipo mictófidos y gastrópodos que en la figura aparecen como los puntos más cercanos al vértice de los ejes.



**Tabla 16.**  
Indicador de coeficiente dietario de Hureau (Q) en la dieta de jurel (2011).

ÍTEM PRESA	TOTAL	
	Q	%Q
<b>CRUSTÁCEOS</b>		
<i>Euphausia mucronata</i>	5202,47	92,13
Restos de crustáceos	434,32	7,69
<b>GASTRÓPODOS</b>		
<i>Pteropodos limacidae</i>	0,0016	0,00
<b>CEFALÓPODOS</b>		
<i>Octopodidae</i>	0,62	0,01
<b>MICTÓFIDOS</b>		
<i>Higophum proximun</i>	7,32	0,13
Restos de peces	1,95	0,03
<b>TOTAL</b>	<b>1349,63</b>	<b>100</b>

Q < 20 Accidental; 20 < Q < 200 Secundario y Q > 200 Principal

### 7.3.4 Selectividad de las presas por tamaño

En la **Figura 10** se presentan las distribuciones de frecuencias de los valores del índice de selectividad de Ursin (ISU) de las principales presas, graficados independientemente por clase. Las amplitudes indican el rango de tamaños que el jurel consume; a mayor amplitud (cuanto más ancho sea la base de la curva) indica un rango de tamaño mayor, es decir, no tiene preferencia única por un tamaño en particular.

Luego, la grafica muestra que existen distribuciones no normales en la razón entre el ISU y el % frecuencia de algunas presas, donde *Euphausia mucronata* (eufáusidos) y restos de crustáceos presentan ISU entre 7 y 11, mientras que el resto tuvo valores de 6 a 8, exceptuando los pterópodos (2) cuyo tamaño mayor determino ISU = 15.

En general, la mayor parte de las presas presentan distribuciones no normales lo que junto a información de tamaño de cada presa (**Tabla 17**), es posible establecer que el



jurel no presenta una variaci3n importante en el tama1o de las presas, donde el alto valor para pter3podos (14,95) esta asociado una reducida participaci3n se este ítems en la dieta alimentaria ( $Q=0,0016$ ). Luego, de acuerdo a su espectro en la dieta el jurel es un predador selectivo, al presentar las distintas presas un rango similar y una desviaci3n estandar pequena indicadora de una fuerte preferencia por presas dentro de un estrecho rango de tama1o.

**Tabla 17.**

ISU promedio de las principales presas de jurel.

PRESAS	ISU PROMEDIO	Desviaci3n Estandar
<i>Euphausia mucronata</i>	8,14	0,78
<i>Restos de crustáceos</i>	6,84	0,54
<i>Pteropodos limacidae</i>	14,93	0,02
<i>Octopodidae</i>	8,35	0
<i>Higophum proximun</i>	7,38	0
Restos de peces	6,29	0

**7.4 Objetivo específico 2.4** Determinar la distribuci3n espacial y batimétrica del jurel y del zooplancton, con especial énfasis en los principales ítems alimentarios del jurel, en el área de estudio y su relaci3n con las condiciones oceanográficas.

#### **7.4.1 Distribuci3n geográfica del recurso**

El recurso mantiene su patr3n de distribuci3n característico observado en anteriores evaluaciones hidroacústicas realizadas en la zona, con agregaciones distribuidas en sentido latitudinal y paralelas a la costa, detectándose su registro acústico en el entorno de isla Mocha y fuera de la ZEE, por sobre las 300 mn frente a punta





Ahuenco ( $42^{\circ}\text{S}$ ), con una absoluta ausencia de agregaciones en el sector de 200 a 300 mn de la costa en el área de estudio (**Figura 11**).

El recurso se ubicó en el sector oceánico ( $>300$  mn) entre el sur de punta Galera y punta Ahuenco, así como en la costa (isla Mocha), sectores que coincidieron con zonas de pesca de la flota durante la ejecución de la prospección (**Figura 2**). La zona de estudio registró escasa presencia de zonas de alta densidad, prevaleciendo los bajos valores de abundancia, destacando un notorio incremento a 470 mn frente a punta Pucatrihue ( $40^{\circ} 20'\text{S}$ ) y de menor intensidad a la cuadra de golfo Coronado (580 mn) e isla Mocha, observando este año una repartición espacial similar al registrado desde el 2003 al 2010, que se caracterizó por la alta concentración del recurso asociado al área de alta mar por sobre las 200 mn de la costa.

En este sentido, sólo las agregaciones de jurel presentes por sobre la ZEE y en el sector costero constituyeron zona de ambiente de pesca, lo que al igual que el 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009 y 2010, determinó la operación de la flota comercial en este sector durante el estudio, y que este año, al igual que año pasado, la presencia de zonas de concentración o pesca más reducidas, generó una mayor búsqueda y el posterior desplazamiento de las actividades extractivas tanto hacia el sector oceánico como costero.

El patrón de distribución espacial del jurel durante este año, se corresponde con lo observado desde el 2003 al 2010, al concentrarse en ellas sobre el 90% de la abundancia al sur de Talcahuano, y registrar una disminución en la presencia de jurel hacia el sector costero (ZEE), que el 2009 y 2010 fue máximo al no registrar recurso y que este año solo representó el 6% del total evaluado, verificándose este año una importante reducción del 83 y 95% en las área de distribución, respecto al año 2010 y 2009. Lo anterior, difiere de los otros años, donde el



recurso ha presentado una distribución más amplia en la zona de estudio (Córdova *et al.*, 1998, 1999, 2000, 2001 y 2002).

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

## **7.4.2 Descripción de estructuras espaciales en la información acústica**

### **7.4.2.1 Índice de presencia (IC) densidad (ID) y Pennington**

Para el área total el índice de presencia (IC) y densidad (ID) fue de 0,006 % y 149 t/mn<sup>2</sup>, valor de IC que está influenciado principalmente por una reducción de las áreas de concentración del recurso en la zona prospectada, al registrar este índice un valor de 0,034% durante el 2010. Si bien es cierto la densidad fue mayor a lo reportado en ese año (9,53 t/mn<sup>2</sup>), la fuerte caída del IC determinó para jurel una abundancia disminuida en la zona de estudio.

En 1999, 2000 y 2001, en las primeras 200 mn la distribución espacial de jurel mostró estabilidad en la cobertura espacial (29,73; 30,28 y 29,50%), mientras que el índice de densidad se incrementó desde 159,24, 151,99 y 263,18 t/mn<sup>2</sup>, indicando un aumento en la biomasa disponible entre estos años. En este sentido, los resultados alcanzados el 2008 (144,53 t/mn<sup>2</sup>) para un área muy reducida (IC=0.06%), y la posterior ausencia del jurel el 2009, 2010 y la escasa abundancia el 2011, muestran el fuerte cambio en el uso del espacio que hace el jurel en la zona de estudio, al encontrarse más alejado de la costa que lo registrado en años anteriores, como ha quedado registrado en la operación de la flota cerquera de la VIII Región durante el 2008 al 2011.



El análisis histórico del estadístico de Pennington que refunde los IC y ID, muestra en la ZEE, un importante aumento de densidad acústica entre 1997-2001 y su posterior caída hasta alcanzar el mínimo valor de la serie, indicando un fuerte cambios en la disponibilidad del recurso en este sector. Asimismo, la disminución de la densidad en sentido este-oeste entre el 2003 y 2009, observada a través de sus valores a distintas distancia de la costa, evidencian el alejamiento de las agregaciones de jurel sugiriendo el desplazamiento de la disponibilidad de la abundancia hacia el sector oceánico (**Figura 12**).

#### **7.4.2.2 Correlogramas**

El análisis de los correlogramas por transectas no muestra variaciones importante en los tamaños de las macroestructuras fuera y dentro de las 200 mn de la costa; predominando un tamaño de ~1 mn en el sector oceánico y 1,5 mn en la costa, lo cual se explica por el tipo de distribución espacial presente en el área de estudio, al registrar la zona prospectada densidades de jurel bastante acotada en el espacio, que no generaron extensas zonas de distribución (**Figura 13**).

Esto, difiere a lo observado años anteriores donde las macroestructuras alcanzaron a 4 y 5 mn, lo que sugiere un cambio espacial en la distribución del recurso, al registrar este año tamaños similares a lo observado en la evaluación realizada el 2010 en la zona de estudio.

#### **7.4.2.3 Variogramas**

El análisis de la información mediante el uso de técnica de geoestadística, permitió ajustar al variograma experimental un modelo esférico dado la linealidad en el origen y el alcance de la meseta de la varianza, determinando una meseta de



1,5E+05 y alcance igual a 0,02 (~1,3 mn) para el sector de isla Mocha, una meseta de 2,0E+07 y alcance 0,009 (~0,5 mn) para el 1rea oce1nica norte y una meseta de 1,5E+05 y alcance 0,012 (~0,7 mn) para el sector oce1nico sur (**Figura 14**), los cuales explican los niveles de precisi3n alcanzado en el estimado de biomasa.

En la zona de estudio, los variogramas muestran macroestructuras que se estabilizan a una distancia de aproximadamente 0,5 y 1,5 mn, ratificando la existencia de 1reas reducidas con presencia del recurso, lo cual fue observado en los respectivos correlogramas. Esta situaci3n evidencia la presencia de estructuras espaciales (agregaciones) peque1as en la zona de estudio.

#### **7.4.3 Distribuci3n batim3trica del recurso**

En la zona de estudio, el jurel se localiz3 desde los 30 a 170 m de profundidad, destacando hacia superficie (60 a 90 m) un mayor n1mero de agregaciones con las m1s altas densidades, lo cual hacia profundidad cambia al prevalecer la presencia de agregaciones de jurel pero de baja densidad (**Figura 15**).

Este a1o no se observa la tendencia del recurso a profundizarse de norte a sur, como ha sido recurrente en el sector costero y oce1nico en las prospecciones realizadas entre 1997 y 2002, registr1ndose este a1o, al igual que desde el 2003 al 2010, valores mayores al exterior de la ZEE, con una marcada bi-modalidad en esta zona, donde este a1o el mayor aporte de las agregaciones mas superficiales corresponde a sector costero (isla Mocha). En este sentido, estos resultados se corresponden con an1lisis a las zonas 5-100, 101-200, 201-300, 301-400 y 401-500 mn entre el 2003 y 2008, que muestra distribuciones en profundidad estad1sticamente distintas, al determinar valores de  $\chi^2$  (calculados) (1072,02; 3123,89; 139,55; 129,73 y 92,01) mayores al  $\chi^2$  (cr1tico) (67), evidenciando la ubicaci3n a mayor profundidad del jurel hacia el



sector oceánico, al registrarse profundidades promedios de 59,7; 77,0; 98,3; 95,3 y 98,9 m, respectivamente.

#### **7.4.4 Composición y abundancia del zooplancton**

La distribución y composición del zooplancton se presenta separado para el período diurno y nocturno, de acuerdo a la información de 30 estaciones diurnas y 38 nocturnas.

El análisis de composición y abundancia del zooplancton muestra la presencia de 23 grupos zooplanctónicos en el día y la noche (**Tablas 18 y 19**). La abundancia global para la zona de estudio fue de 2.884.134 individuos, de estos, 810.519 individuos se registraron en el día y 2.073.615 individuos en la noche.

En la zona de estudio, el zooplancton diurno y nocturno estuvo dominado principalmente por copépodos con una dominancia de 44,17 y 75,54%, seguido por quetognatos con 19,70 y 7,93% y ostrácodos 14,54 y 4,67%, además de pterópodos, salpas y apendicularias, con valores más bajos que van desde 1,7 a 4%, lo que en conjunto responden al 88,8% del plancton evaluado durante el día y 93,62% en la noche. El resto de las 16 taxas aportaron el 11,2 y 6,28% de las dominancia restante (**Tabla 18**).

La densidad media de los grupos zooplanctónicos por sectores ubicados entre 230 a 400 y 430 a 600 mn de la costa, muestra los mas altos valores para el día y la noche en copépodos, quetognatos y ostrácodos, observando en general, una caída del número de taxas y grupos dominantes hacia la alta mar, así como el aumento nocturno de densidad en gran parte de los grupos



zooplanctónicos, destacando valores mayores asociado al sector costero y bajos valores diurnos y nocturnos en área oceánica (**Tablas 19 y 20**).

**Tabla 18.**

Grupos zooplanctónicos presentes en las pescas diurnas y nocturnas entre 10 y 600 mn. N° total de individuos; (N° Total ind): Número estaciones positivas; (Min): mínimo; (Max): máximo; (DE): desviación estándar; (%Dom): Dominancia; (% Frec): Frecuencia.

Diurno	N°Total Ind	N°Est (+)	Min	Max	Media	DE	%Dom	%Frec
Copepodos	357978	31	1450	33939	11548	8988.6	44.17	100.00
Quetognatos	159676	31	392	14923	5151	3774.8	19.70	100.00
Ostrácodos	117885	31	132	38960	3803	7350.8	14.54	100.00
Salpas	37312	20	25	12247	1204	2813.2	4.60	64.52
Pterópodos	26072	31	39	3021	841	858.3	3.22	100.00
Apendicularias	20832	29	8	2149	672	604.29	2.57	93.55
Radialarios	19200	27	38	6026	619	1189.3	2.37	87.10
Poliquetos	10699	29	20	1154	345	349.13	1.32	93.55
Foraminíferos	10598	16	29	2595	342	603.65	1.31	51.61
Larvas eufáusidos	10532	24	39	1563	340	426.32	1.30	77.42
Eufáusidos	9777	25	5	1937	315	443.33	1.21	80.65
Doliólidos	9131	25	8	1508	295	400.84	1.13	80.65
Larvas Decápodos	8579	10	94	1917	277	551.77	1.06	32.26
Sifonóforos	4017	24	8	458	130	134.18	0.50	77.42
Medusas	3093	23	16	311	100	97.111	0.38	74.19
Anfípodos	1857	17	12	385	60	89.66	0.23	54.84
Nauplis	1174	4	50	1017	38	182.47	0.14	12.90
Heterópodos	1071	8	25	421	35	86.621	0.13	25.81
Larvas cifonautas	613	3	12	391	20	78.608	0.08	9.68
Isópodos	248	5	12	140	8	26.862	0.03	16.13
Ctenóforos	146	4	16	76	5	15.122	0.02	12.90
Larva Cypris	29	1	29	29	1	5.1822	0.00	3.23
Nocturno	N° Est (+)	N°Ind totales	Min	Max	Media (t)	DE	Dom (%)	Frec (%)
Copepodos	1566333	37	4611	184821	42333	34538	75.54	100.00
Quetognatos	164396	36	862	19462	4443	3184.8	7.93	97.30
Ostrácodos	96882	37	48	12333	2618	2764.5	4.67	100.00
Pterópodos	42432	35	41	5852	1147	1436.8	2.05	94.59
Salpas	36320	23	54	10541	982	2125.8	1.75	62.16
Apendicularias	35153	37	24	4219	950	808.31	1.70	100.00
Foraminíferos	32164	21	54	8013	869	1677.6	1.55	56.76
Larvas eufáusidos	26880	35	44	4556	726	852.13	1.30	94.59
Eufáusidos	20446	36	14	1569	553	430.34	0.99	97.30
Larvas Decápodos	12697	17	53	5036	343	858.82	0.61	45.95
Doliólidos	9985	26	31	1461	270	416.28	0.48	70.27
Poliquetos	9377	37	22	1633	253	300.84	0.45	100.00
Radialarios	7915	27	53	1361	214	299.6	0.38	72.97
Sifonóforos	4889	22	24	739	132	180.73	0.24	59.46
Medusas	4337	20	44	953	117	185.27	0.21	54.05
Anfípodos	2200	20	21	324	59	78.554	0.11	54.05
Heterópodos	661	8	21	284	18	51.424	0.03	21.62
Nauplis	182	3	32	102	5	18.905	0.01	8.11
Isópodos	179	2	59	120	5	21.764	0.01	5.41
Estomatópodos	72	1	72	72	2	11.856	0.00	2.70
Larva Cypris	61	1	61	61	2	9.9972	0.00	2.70
Larvas cifonautas	54	1	54	54	1	8.9154	0.00	2.70



**Tabla 19.**  
Densidad media por grupo zooplanctónico diurnas y nocturnas,  
entre 230-400 mn y 430-600 mn.

Grupos zooplanctónicos	DIA		NOCHE	
	230-400 mn	430-700 mn	230-400 mn	430-700 mn
Copépodos	11900	9357	51146	34896
Quetognatos	5617	3826	5066	4210
Ostrácodos	4946	1989	3469	2133
Salpas	1919	78	2182	171
Pterópodos	1015	453	1683	816
Apendicularias	606	833	858	1060
Radiolarios	580	196	364	117
Poliquetos	436	155	374	178
Foraminíferos	290	362	1231	652
Larvas eufáusidos	402	242	875	637
Eufáusidos	207	355	510	609
Doliólidos	439	72	534	94
Larvas Decápodos	370	140	578	181
Sifonóforos	144	102	122	145
Medusas	113	79	166	88
Anfípodos	82	20	67	47
Nauplis	3	9		6
Heterópodos	45	5	32	8
Larvas cifonautas	12			3
Isópodos	11	3	4	
Ctenóforos	6	4		
Larva Cypris	2		4	
<b>Grupos dominantes</b>	4	4	3	2



**Tabla 20.**

Densidad media y porcentaje del coeficiente variaci3n (CV) de los grupos num3ricamente m3s importantes, en las capturas diurnas y nocturnas durante los a3os 2003 – 2011 (230/ 400, 430/500 mn).

Euf3sidos	Diurno 230/400mn		Nocturno 230/400mn		Diurno 430/500mn		Nocturno 430/500mn	
	Densidad	CV(%)	Densidad media(t)	CV(%)	Densidad	CV(%)	Densidad	CV(%)
2003	1667	96	5871	44				
2004	28	21	411	16				
2005	145	84	623	63				
2006	293	33	829	21	197	24	1601	24
2007	253	89	103	33				
2008	94	36	354	19	1	1	117	28
2009	745	14	240	16	89	30	266	20
2010	90	22	570	17	67	23	453	19
2011	207	37	510	86	355	11	609	69

Cop3podos	Diurno 230/400mn		Nocturno 230/400mn		Diurno 430/500mn		Nocturno 430/500mn	
	Densidad	CV(%)	Densidad media(t)	CV(%)	Densidad	CV(%)	Densidad	CV(%)
2003	45791	19	77133	17				
2004	13865	14	36221	15				
2005	25957	72	39819	54				
2006	39224	10	82375	8	29594	11	53835	25
2007	22085	14	51742	10				
2008	8583	13	13209	13	13397	48	160312	31
2009	29517	14	73340	11	20559	10	41743	10
2010	12008	16	34358	9	4364	22	21057	12
2011	11900	79	51146	90	9357	75	34896	64

Ostr3codos	Diurno 230/400mn		Nocturno 230/400mn		Diurno 430/500mn		Nocturno 430/500mn	
	Densidad	CV(%)	Densidad media(t)	CV(%)	Densidad	CV(%)	Densidad	CV(%)
2003	454	20	308	19				
2004	372	24	375	24				
2005	545	66	1067	67				
2006	1420	10	3436	27	1558	27	3359	26
2007	581	19	787	16				
2008	1108	18	1256	12	487	40	839	23
2009	2671	28	3360	14	1339	20	1580	10
2010	852	17	1209	20	218	22	250	19
2011	4946	82	3469	88	1989	150	2133	115

Quetognatos	Diurno 230/400mn		Nocturno 230/400mn		Diurno 430/500mn		Nocturno 430/500mn	
	Densidad	CV(%)	Densidad media(t)	CV(%)	Densidad	CV(%)	Densidad	CV(%)
2003	2131	12	4640	16				
2004	3721	16	4527	10				
2005	3352	49	4208	38				
2006	3692	11	6391	14	3969	18	9091	30
2007	2495	11	5099	12				
2008	1592	12	1986	12	2213	28	3676	19
2009	5934	9	10039	8	5338	10	7217	10
2010	4408	12	7005	13	2859	16	6862	9
2011	5617	69	3826	80	5066	86	4210	44





### a) Copépodos

A fin de comparar la composición y densidad media relativa de los grupos zooplanctónicos más importantes en número desde 2003 al 2011, se consideró la información comprendida entre las 230 a 400 mn y mayores a 430 mn de la costa (**Tabla 20**).

Los copépodos se constituyen como grupo dominante en términos de presentar las mayores densidades históricas, y además alcanzar este año una frecuencia de ocurrencia (constancia) del 100 % y dominancia numérica sobre el 44% en la zona de estudio.

Este grupo presentó una predominancia durante la noche, con una densidad media de 42.333 individuos /1.000 m<sup>3</sup> y valores mínimos de 4.611 individuos/1.000 m<sup>3</sup> y máximo de 184.821 individuos/1.000 m<sup>3</sup>. En el día, las densidades observadas son menos extremas 1.450 a 33.939 individuos/1.000 m<sup>3</sup>, con predominio (60%) de valores entre los 1.387-11.373 individuos/1.000 m<sup>3</sup>, lo cual explica una menor dominancia (44%) y densidad media de 11.548 individuos/1.000 m<sup>3</sup>.

Al comparar los distintos años, los copépodos muestran una paulatina disminución en sus niveles de abundancia a partir del 2006 (200 - 400 mn) y 2008 (430 – 700 mn), con densidades diurna y nocturna variables pero decrecientes entre las 200 a 400 mn y un fuerte decremento de sus abundancias de 430 a 700 mn, registrando este año una densidad levemente superior al 2010 pero en el rango de los bajos valores registrados durante este periodo. Se verifica para 2003 al 2011, un número mayor de individuos durante el período nocturno (**Tabla 20**).



El análisis no paramétrico Kruskal-Wallis mostró diferencias significativas en la abundancia relativa media entre el día y la noche para este grupo (valor  $p = 0,001$ ) (**Figura 16a, Tabla 21**), verificando que un mayor porcentaje de estaciones concentró densidades mayores cuando las capturas fueron nocturnas.

#### **b) Quetognatos**

Los quetognatos se constituyeron en el segundo grupo de relevancia cuantitativa a pesar de exhibir una dominancia baja (19,7% día y 7,93% noche). Igual que los copépodos este grupo presenta una frecuencia constante que determinó su incidencia cercana al 100% de las estaciones planctónicas (**Tabla 18**).

La densidad media diurna fue de 5.151 individuos/1.000 m<sup>3</sup> y fluctuó entre 1.450 y 33.939 individuos/1.000 m<sup>3</sup>, mientras que durante la noche se registró una densidad promedio levemente menor de 4.443 individuos/1.000 m<sup>3</sup> que varió entre 862 y 19.462 individuos/1.000 m<sup>3</sup> (**Tablas 18 y 19**).

Este grupo no mostró diferencias significativas en la abundancia media para el día y la noche, reflejando una baja diferencia entre las abundancias de ambos periodos. Situación que difiere respecto a copépodos y de la mayoría de los períodos previos para esta taxa, donde se registran fuertes cambios de la abundancia media en ambos períodos para los años 2003, 2006, 2007, 2009 y 2010 (**Tabla 20**).

**Tabla 21.**

Resultado de la Prueba de Kruskal-Wallis. Los valores significativos se indican en negrita (valor  $p < 0,05$ ).

Grupos Zooplanct3nicos	Abundancia media		Valor p
	Día	Noche	
Copépodos	11548	42333	<b>0,001</b>
Quetognatos	5151	4443	0,653
Ostrácodos	3803	2618	0,839
Salpas	1204	982	0,884
Pterópodos	841	1147	0,635
Apendicularias	672	950	0,110
Radiolarios	619	214	0,124
Poliquetos	345	253	0,434
Foraminíferos	342	869	0,269
Larvas eufáusidos	340	726	<b>0,005</b>
Eufáusidos	315	553	<b>0,010</b>
Doliólidos	295	270	0,633
Larvas Decápodos	277	343	0,423
Sifonóforos	130	132	0,452
Medusas	100	117	0,467
Anfípodos	60	59	0,933
Nauplis	38	5	0,476
Heterópodos	35	18	0,596
Larvas cifonautas	20	1	0,221
Isópodos	8	5	0,172
Larva Cypris	1	1	0,916

Este grupo ampliamente dominante por su abundancia en el zooplancton ha experimentado fluctuaciones en sus valores, registrando este a3o una notoria diferencia la densidad media de ambos periodos respecto al 2010, con un incremento diurno de 27% (200-400 mn) y 77% (430-600 mn), en tanto durante la noche se reducen a 45% y 39% en cada sector.



### c) Ostrácodos

Los ostrácodos que son una taxa dominante en la zona de estudio, se distribuyeron con una densidad media diurna de 3.803 individuos/1.000 m<sup>3</sup> y 2.618 individuos/1.000 m<sup>3</sup> nocturna. La constancia fue de 100% para ambos periodos, con lo cual mantiene la característica de valores superiores al 80 % observado a través de los distintos años, lo que en conjunto a la dominancia de este grupo de 14,54% (día) y 4,67% (noche), lo sitúa en el tercer lugar de importancia numérica.

La mayor parte de las estaciones presentaron concentraciones moderadas, tanto de día como de noche, razón por lo cual su abundancia numerica no fue significativa para ambos periodos (valor  $p < 0,001$ ) (**Tabla 21, Figura 17a**).

Este grupo, igual que copépodos muestra un paulatino ascenso en su abundancia relativa durante el período otoñal del 2004 al 2006, con una fuerte reducci3n el 2007 y posterior incremento el 2009, para luego registrar bajos valores el 2010, alcanzando este año abundancias relativas mayores, que respecto al año pasado, con un fuerte aumento (900% para el día y 800% durante la noche) en la zona de estudio.

### d) Pterópodos

Este grupo ocupó el cuarto lugar en la dominancia numérica nocturna (2,05%) y el quinto en la diurna (3,22%), presentando una frecuencia constante que determinó su incidencia por sobre el 94% de las estaciones planctónicas (**Tabla 18**).

En general, las abundancias medias de los foraminíferos registradas durante el día (841 individuos/1.000 m<sup>3</sup>) y la noche (1.147 individuos/1.000 m<sup>3</sup>), no presentan



cambios importantes en su magnitud, razón por lo cual para ambos horarios el análisis de Kruskal –Wallis no reveló la existencia de diferencias estadísticas significativas, al obtener  $p= 0,635$ . Resultado que puede estar explicado por el predominio diurno y nocturno de densidades inferiores a  $1.386$  individuos/ $1000\text{m}^3$  en la zona de estudio (**Tabla 19**).

#### e) Eufáusidos

Los eufáusidos que son el ítem principal en la dieta de jurel, no alcanzaron los primeros lugares como años anteriores, descendiendo respecto al 2008, del sexto al onceavo y noveno lugar en importancia numérica en las muestras diurnas y nocturnas. La dominancia numérica diurna y nocturna fue baja alcanzando alrededor del 1% para ambos periodos, con una densidad media de  $315$  individuos/ $1.000\text{ m}^3$  y  $553$  individuos/ $1.000\text{ m}^3$  (**Tabla 18**).

Durante el presente estudio los eufáusidos se registraron en el 80,65% de las estaciones durante el día, mientras que de noche alcanzó a 97,30%. Durante la noche las estaciones registran un mayor número de individuos, respecto a las estaciones diurnas.

Las densidades exhibidas por este grupo en todas las estaciones en la zona de estudio, se encuentran dentro de los valores de la serie histórica analizada, reconociendo este año respecto a lo registrado el año pasado, un aumento en la densidad media diurna de eufáusidos de 200 y 500% para el periodo diurno y durante la noche en 100% (**Tabla 20**). Esto, junto a las más altas densidades registrada el 2003 (200 a 400 mn) y 2006 (430 a 700 mn), además del registro de los más bajos valores de la serie el 2010, evidencia para el ítem principal en la alimentación de jurel una recuperación de su disponibilidad en la zona de estudio.



Los resultados de la prueba estadística aplicada a la información de los lances planctónicos diurnos y nocturnos, muestra la existencia de diferencias significativas entre ambos períodos, al obtener mediante la prueba ANOVA de Kruskal-Wallis un valor  $p = 0,001$ . Resultado, que corrobora las diferencias significativas registradas entre ambos períodos para los distintos años de estudio (2003-2011).

#### 7.4.5 Distribución del zooplancton

##### a) Copépodos

Este grupo estuvo presente en toda la zona de estudio, agrupando el mayor número de individuos entre punta Pucatrihue ( $39^{\circ}35'S$ ) e isla Chiloé ( $42^{\circ}05'S$ ), con aumento de sus concentraciones durante el período nocturno.

En el día, las mayores concentraciones se ubicaron a 5 mn de puerto Saavedra ( $38^{\circ}45'S$ ) y 230 mn de isla Chiloé, con densidades entre 62.950 - 135.000 individuos/1.000 m<sup>3</sup>., en tanto, en la noche, este rango de densidades aumentan con un fuerte incremento en la recurrencia en las estaciones, lo que junto a un valor máximo (12% del total) ubicado a 200 mn de isla Chiloé, genera una mayor abundancia nocturna de copépodos en la zona de estudio (**Figura 16a**).

En el sentido longitudinal, las densidades diurnas y nocturnas de este grupo presentan una tendencia descendente hacia la alta mar, de manera coherente como años anteriores, donde estaciones de plancton realizadas entre 200 y 600 mn muestran valores diurnos que paulatinamente disminuyen, mientras que en la noche fluctúan entre 200 -400mn con una clara tendencia decreciente hacia el sector oceánico (**Figura 15**). En términos de latitud se registra un patrón de tendencia en sentido norte-sur, con una densidad media diurna máxima al norte,



que comienza ha disminuir para mantenerse relativamente constante hacia el extremo sur, lo cual también se observó en el periodo nocturno siendo interrumpido solo por el máximo valor (135.000 – 276.406 individuos/1.000 m<sup>3</sup>) ubicado en el extremo sur del área de estudio (**Figura 16a**).

Se verifican las máximas densidades desde Puerto Saavedra hasta el sur del área de estudio, respecto a lo observado en el 2010, y donde las máximas densidades diurnas y nocturnas se localizaron de Corral al sur.

#### **b) Quetognatos**

La distribución espacial de las densidades no fue diferente entre el día y la noche, principalmente por la homogeneidad de sus valores al predominar las categorías 4.244 - 11.373 individuos/1.000 m<sup>3</sup> (**Figura 16b**). Para ambos períodos el número de quetognatos no presenta tendencia este-oeste o viceversa, registrando su máxima densidad en el día a 430 mn y 400 mn durante la noche (**Figuras 16b y 15**).

En el día, la mayor densidad media de quetognatos por transecta se registró frente a Tolten (39°10'S) mientras su más bajo valores estuvo a la cuadra de isla Chiloé (42°05'S), evidenciando una tendencia decreciente de norte a sur en el área de estudio. Situación que se invierte durante las estaciones nocturnas y junto a la homogeneidad de la distribución espacial de quetognatos diurna y nocturna, explicarían los resultados de la Prueba de Kruskal -Wallis aplicada con ambos periodos.



Estas tendencias contrapuestas registradas este a1o, difieren con lo observado el 2009 y 2010, donde las menores abundancias de quetognatos para ambos periodos se ubicaron en el sector norte del 1rea de estudio.

### c) Ostr1codos

En general, las ostr1codos estuvieron presentes en toda la zona de estudio, presentando para ambos periodos sus mayores concentraciones hacia el sector sur del 1rea de estudio, entre r1o Llico ( $41^{\circ}15'S$ ) y punta Ahuenco ( $42^{\circ}05'S$ ), con un fuerte aumento de las densidades medias por transecta desde el norte al sur, en tanto hacia el sector oce1nico la homogeneidad de sus densidades no indican tendencia en sentido (**Figuras 17a y 18**).

Las mayores agregaciones de individuos se localizaron tanto de d1a ( $38.960$  individuos/ $1.000\text{ m}^3$ ) a 360 mn, como de noche ( $12.333$  individuos/ $1.000\text{ m}^3$ ) a 400 mn frente a r1o Llico, lo que junto al predominio hacia el norte de focos de menor relevancia cuantitativa, m1s frecuentes y constantes, en las estaciones m1s oce1nicas diurnas y nocturnas, ratifican la concentraci3n de ostr1codos hacia el sur del 1rea de estudio (**Figura 17a**).

### d) Pter3podos

Este grupo tuvo una alta incidencia en las estaciones zooplanct3nicas, presentando su distribuci3n espacial de densidad una notoria diferenciaci3n entre el d1a y la noche, al registrar el periodo diurno una frecuencia mayor de bajas densidades en las estaciones ubicadas en sector norte y m1s oce1nica. Durante la noche estas se incrementan en la zona, registrando un valor m1ximo ( $5.852$  individuos/ $1.000\text{ m}^3$ ) a 400 mn frente a punta Ahuenco ( $42^{\circ}05'S$ ), que representa el 14% de total de





pterópodos colectados, siendo relevante respecto al patrón de distribución diurno de esta especie (**Figura 17b**).

Para ambos periodos, las densidades medias por transectas muestran un incremento en sentido norte a sur, mientras que desde la costa hacia la alta mar se observó un descenso progresivo de este valor (**Figuras 17b y 18**).

#### e) Eufáusidos

Este grupo estuvo presente en el área prospectada, con una baja incidencia durante el día que alcanza al 80% de las estaciones, prevaleciendo un rango de densidad entre 66-367 ind/1.000 m<sup>3</sup>, en el 64% de ellas, con algunos incrementos puntuales que no superan los 1.386 ind/1.000 m<sup>3</sup> hacia el sector sur y oceánico. En la noche, la concentración de eufáusidos registra un notorio incremento en gran parte de las estaciones oceánica, predominando densidades entre 368-1.386 ind/1.000 m<sup>3</sup> y donde tres estaciones con abundancias superiores a 1000 ind representan el 23 % de total de eufáusidos cuantificados en la zona, destacando un máximo situado a 400 mn de punta Ahuenco (42°05'S) (**Figura 19**). En general, la abundancia de eufáusidos colectada este año es notoriamente mayor a lo registrado el 2010, encontrándose sus valores en el rango medio-alto respecto a lo indicado en la serie histórica registrada desde el 2003 en la zona de estudio (**Tabla 20**).

En sentido latitudinal y longitudinal, los valores de densidad media diurna y nocturna no muestran tendencia decreciente en sentido norte sur o este-oeste, registrando una estabilidad de las altas densidad desde las 400 mn y la alta mar, con importantes incremento de la concentración frente a punta San Antonio (40°25'S) y desde el sur de río Llico (41°15'S) al sur del área prospectada (**Figura 18 y 19**).



En el sector oceánico, donde se concentró principalmente el jurel, la densidad media de eufáusidos fue mayor, con una fuerte disminución en sectores donde se detectó el recurso (**Figuras 18 y 19**). Esta caída de la abundancia de eufáusidos, es importante destacar, por cuanto estudios anteriores han establecido densidades bajas y menor frecuencia de ocurrencia de eufáusidos en el sector donde predominaron altas densidades de jurel, sugiriendo una relación de alimentación al ser los eufáusidos la principal presa de jurel. Afirmación que se fortalece ante la disminución sostenida de las densidades de eufáusidos y la biomasa presentes del recurso en el área de estudio.

#### **7.4.6 Estructura comunitaria de los grupos zooplanctónicos**

A objeto de detectar tendencias espaciales tanto en sentido latitudinal como longitudinal, el análisis de la estructura comunitaria incluyó información complementaria al área de estudio, correspondiente al sector sur ubicado entre los 39°00'S a 42°05'S.

El índice de Margalef varió de 0,96 a 1,80, con un valor promedio de 1,19, segundo en la serie histórica 2004-2011 (**Tabla 22**), correspondiendo el valor menor a la estación diurna ubicada a 500 mn frente a punta San Antonio (40°50'S), donde se registró el número menor (3) de grupos zooplanctónico. El mayor índice se localizó en el día a 230 mn a la cuadra de punta Galera (40°00'S) con el registro de 16 taxas zooplanctónicas (**Figura 20a**).



**Tabla 22.**

Valores promedio y desviaci3n est3andar de los 3ndices de Riqueza especifca (Margalef), Diversidad de (Shannon & Wiener) y Homogeneidad (Pielou), observados entre los a3os 2004-2011.

A3o	Margalef		Shannon		Pielou	
	Prom	DS	Prom	DS	Prom	DS
2004	0,99	0,2522	1,01	0,3517	0,42	0,1282
2005	1,03	0,2076	0,87	0,3311	0,35	0,1229
2006	1,03	0,2351	0,83	0,3222	0,33	0,1205
2007	1,24	0,2274	0,88	0,2472	0,33	0,0950
2008	1,02	0,2016	1,15	0,3220	0,49	0,1377
2009	1,00	0,2423	2,42	0,2371	0,42	0,0927
2010	1,14	0,2415	1,14	0,2736	0,45	0,0899
2011	1,19	0,1639	1,28	0,3904	0,50	0,1467

El 3ndice de diversidad de Shannon & Weaver fluctu3 desde 0,13 a 2,03, con un valor promedio de 1,28 y que al igual que el 3ndice de Margalef, es el segundo m3s alto para el periodo 2004-2011, indicando una mayor diversidad por la similitud del aporte num3rico de los distintos grupos zooplanctonicos. En general, este 3ndice de diversidad no presento gradiente latitudinal y longitudinal, de manera similar a lo observado en el 3ndice de Margalef, sugiriendo este a3o, a diferencia del 2010, la ausencia de una zona de transici3n entre dos biotopos distinto en la zona de estudio (**Figura 20b**).

La uniformidad presente durante la prospecci3n mostr3 valores desde 0,05 a 0,75, donde el valor central estuvo en 0,5 (Pielou), representando el m3s alto valor de los 3ltimos ocho a3os, con una distribuci3n espacial acorde a la descrita para el 3ndice de diversidad de Shannon & Weaver, evidenciando una alta dominancia y baja uniformidad en las estaciones oce3nicas y la ubicadas entre las 430 y 460 mn, desde punta Galera y el extremo sur (**Figura 20c**). Las mayores dominancias este a3o, presentan diferencias en su distribuci3n espacial respecto del 2007, al registrarse sus altos valores en el sector norte donde se detect3 ausencia de



concentración de jurel, lo cual este año y como el 2009-2010, cambia al distribuirse a través de toda la zona de estudio.

El índice de similitud de Winer indicó para el período de invierno del 2010, que no existe porcentajes altos de coexistencia entre los grupos zooplanctónicos, es decir, que su presencia en forma simultánea en las estaciones fue escasa. El mayor índice se obtuvo a nivel del 84% entre decápodos y medusas, un 79% entre poliquetos y pterópodos, un 71% entre copépodos y quetognatos donde existiría una relación predador-presa, para estos principales componentes de plancton cuantificado en este estudio, un 69% entre larvas de eufáusidos y sinóforos y por último cerca de un 65% entre isópodos y heterópodos, y menos de 40,0% para los restantes pares de especies (**Figura 21**).

La comparación de estructuras zooplanctónicas, se desarrolló considerando el número de ejemplares por grupos zooplanctónicos clasificados para el período diurno y nocturno, de acuerdo a una estratificación longitudinal (zona intermedia de 200 a 400 mn y oceánica de 430 a 600 mn) y latitudinal (zona A norte = 38°40'S a 40°50'S y zona B sur= 40° 51'S a 42°05'S).

Dado que el número de grupos observados por zona difiere y existen taxas con una baja representatividad, que pudiese influenciar los resultados de la prueba, se optó por considerar sólo 10 grupos zooplanctónicos, los cuales representan más del 97% del total de individuos observados en las dos zonas.

Los resultados indican que existe evidencia muestral para rechazar la hipótesis de igualdad de estructuras zooplanctónicas entre períodos del día y los sectores latitudinales y longitudinales ( $p$ -value < 0,001 a un 95% de confianza (**Tabla 23**)). Los grupos que contribuyen al rechazo de la hipótesis de igualdad son copépodos y foraminíferos para el día y noche, y todos los grupos zooplanctónicos para



zonificación latitudinal norte sur y longitudinal intermedia-oceánica, con la excepción de los radiolarios para esta última (**Tabla 24**).

**Tabla 23.**

Estadístico de Wald y valor p, para la hipótesis de igualdad de composición por taxa, según periodo del día y zona longitudinal Tamaño de muestra, hipótesis, estadístico de Wald y valor p para el análisis por zona (latitudinal – longitudinal) y periodo del día.

Tamaño de la muestra	Hipótesis	Wald	p.Value
1.900.550	Ho: Día=Noche	104,6	< 0,001
	Ho: Intermedia=Oceánica	103,2	< 0,001
	Ho: Zona A norte= Zona B sur	146,3	< 0,001

**Tabla 24.**

Estadístico de Wald y valor p, para la hipótesis de igualdad de composición por taxa, según periodo del día y zona longitudinal.

Taxa	Ho: Día=Noche		Ho: Intermedia=Oceánica		Ho: Zona A norte= Zona B sur	
	Wald	p.Value	Wald	Wald	p.Value	Wald
Apendicularias	0,4	0,551	7,6	< 0,001	53,0	< 0,001
Copépodos	1,0	0,330	15,3	< 0,001	62,8	< 0,001
Eufáusidos	0,2	0,634	17,3	< 0,001	56,5	< 0,001
Foraminíferos	12,4	< 0,001	11,0	< 0,001	23,2	< 0,001
L.Eufáusidos	2,0	0,162	9,3	< 0,001	43,0	< 0,001
Ostrácodos	8,3	< 0,001	1,6	0,203	59,9	< 0,001
Poliquetos	1,2	0,264	8,5	< 0,001	61,6	< 0,001
Pterópodos	2,7	0,104	23,7	< 0,001	68,3	< 0,001
Quetognatos	6,5	0,011	32,6	< 0,001	72,4	< 0,001



#### 7.4.7 Biomasa zooplanctónica

En otoño del 2011 y con el fin de obtener un valor estimativo de la productividad secundaria de la zona de estudio y de sus fluctuaciones, los volúmenes de desplazamiento húmedo del zooplancton se expresan en mililitros presentes en 1.000 m<sup>3</sup> de agua filtrada, encontrándose que dichos valores en su dimensión individual muestran un reducido rango de variación, que fluctúa entre 0-33 y 34-100 con valores promedio de 19,1 ml/1.000 m<sup>3</sup> para el área de estudio (**Figura 22**).

La distribución espacial de la biomasa señaló que la mayor abundancia se registró durante la noche, donde se observa un leve incremento en sus valores principalmente entre las 200 a 400 mn, producto del aporte de copépodos y quetognatos predominantes en este sector. En el día, la biomasa registra bajas concentraciones en toda la zona prospectada (**Figura 22**).

Al comparar los niveles de biomasa promedio obtenidos durante 1997 al 2011, se determina que bajas biomasas zooplanctónicas promedio se registra a partir del otoño del 2000, con valores que van de 76 a 109 ml/1.000 m<sup>3</sup>, a diferencia de las altas biomasas registradas entre 1997 y 1999 (152 y 161 ml/1.000m<sup>3</sup>), observándose a partir del 2007 una fuerte disminución de 60% en la biomasa zooplanctónica. En este sentido, la biomasa media para invierno del 2011 (19,00 ml/1.000 m<sup>3</sup>), al igual que el 2010 (19,41 ml/1.000 m<sup>3</sup>), muestra una tasa de cambio negativa de 51,2% respecto a lo observado para similar período del 2009 (39 ml/1.000 m<sup>3</sup>), la cual representa el más bajo valor de la serie histórica entre 1997 a 2011.



## 7.4.8 Condiciones meteorológicas y oceanográficas

### 7.4.8.1 Meteorología

La presión atmosférica presentó un valor promedio de  $1019,5 \pm 11,4$  HPa, denotando una fluctuación significativa en la escala diaria y menores valores de presión atmosférica asociados al mes de Julio con un mínimo (996,4 HPa) registrado el 11/07/2011 y valores más altos hacia principio del mes de Julio con un valor máximo (1035,0 HPa) asociado al 02/7/2011 (**Figura 23a**).

La temperatura del aire durante el crucero fluctuó entre los 3,1 a 9,4°C (**Figura 23b**) con un valor promedio de  $6,1 \pm 1,6$  °C, revelando una alta variabilidad diaria, donde los valores promedios evidenciaron una fluctuación en fase inversa a la presión atmosférica, con valores altos de temperatura asociados a bajas presiones atmosféricas y viceversa.

Por su parte, la altura de olas (**Figura 23c**) reveló dos periodos bien marcados durante el crucero, con promedios diarios por sobre 2,5 m durante junio y valores menores para julio del 2011. La máxima altura (5 m) se registró el 24 y 28 de junio cuando la intensidad del viento supero los 25 nudos, mientras que el más bajos valor (0,6 m) registrado el 24 de junio esta asociado a un periodo de calma.

Por su parte, la intensidad del viento (**Figura 23d**) presentó un rango de variación entre 3 y los 32 nudos con un promedio de  $15,8 \pm 7,1$  nudos para toda la serie. La intensidad del viento tuvo una alta variabilidad temporal en la escala diaria (especialmente el 22-25/06/2011 con valores entre 5 y 24 nudos). En general, se observa una tendencia similar a la reportada para la temperatura del aire, con



importantes incrementos (>20 nudos) entre el 22 y 26 de junio, y per3odos de calma (<10 nudos) centrados el 02 de julio del 2011.

Para la direcci3n de las olas durante el crucero destaca un 63% asociado al SW y un 11% al NW (**Figura 24**), mientras que los vientos predominantes fluyeron desde el SW (29,6%), y del NW (15,5%) como se aprecia en la rosa de los vientos presentada en la **Figura 24**.

#### 7.4.8.2 Condiciones oceanogr3ficas

Se entrega la distribuci3n horizontal de las variables oceanogr3ficas medidas, *i.e.*, temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad (expresada como  $\sigma_t$ ), ox3geno disuelto ( $\text{ml L}^{-1}$ ) y clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ). Los estratos de profundidad considerados en este an3lisis fueron: 5, 50, 100, 200 y 300 m de profundidad, a excepci3n de la clorofila-a, sobre la cual se entrega la carta de distribuci3n horizontal superficial e integrada en una columna de agua que abarc3 desde los 100 m a la superficie.

##### a) Estrato de 5 m de profundidad

**Temperatura:** En el estrato superficial, la temperatura del mar (TSM) present3 un rango de variaci3n entre los 10,3 y los 12,70 $^{\circ}\text{C}$ , con un valor promedio de 11,7  $\pm$  0,50 $^{\circ}\text{C}$  (n=65 datos). En el 3rea de estudio, una muy leve variaci3n meridional y zonal se observa, con aguas m3s fr3as (<12 $^{\circ}\text{C}$ ) al sur de los 40 $^{\circ}$ 30'S (y al Este de los 84 $^{\circ}$ W), quedando la mayor parte del 3rea prospectada caracterizada por la isoterma de 12 $^{\circ}\text{C}$  (**Figura 25a**).

**Salinidad:** La salinidad superficial present3 un rango de variaci3n entre 33,893 y 34,047 psu considerando toda el 3rea prospectada, con un valor promedio de 34,984 $\pm$  0,030 psu (n= 65 datos). La distribuci3n superficial de la salinidad en el sector





oceánico evidenció una muy baja variación meridional, sin gradientes zonales ni meridionales de importancia, destacando el dominio de la isohalina de 34,0 psu en gran parte del área de estudio (**Figura 25b**).

**Densidad:** La densidad superficial presentó una fluctuación entre los 25,27 y los 26,10  $\sigma_t$ , con un valor promedio de  $25,80 \pm 0,197\sigma_t$  (n= 65 datos). Al igual que la temperatura y salinidad, en el estrato superficial esta variable evidencio una distribución superficial homogénea, con ausencia de gradientes zonales y meridionales de importancia, así como el dominio de la isopicna de 25,8 y 25,9  $\sigma_t$  en gran parte del área (**Figura 25c**).

**Oxígeno disuelto:** La concentración de oxígeno disuelto superficial reveló aguas bien oxigenadas, caracterizadas por el dominio de la isolínea de concentración de 6,0 ml L<sup>-1</sup> y un leve gradiente de concentración menor hacia el NE (**Figura 25d**). La concentración de oxígeno disuelto mostró un rango de variación entre los 5,12 y los 6,22 ml L<sup>-1</sup> ( $5,91 \pm 0,233$  ml L<sup>-1</sup>; n= 65 datos).

#### **b) Estrato de 50 m de profundidad**

**Temperatura:** La temperatura del mar a los 50 m de profundidad (**Figura 26a**), muestra una distribución muy similar a lo presentado en el estrato superficial, con la presencia de aguas frías (<12°C) en gran parte de la región de estudio, con ausencia de variabilidad meridional y leve variación zonal dado la presencia de aguas de menor temperatura hacia el extremo SW del área de estudio. La temperatura presentó un rango de variación que fluctuó entre los 10,3 y los 12,7°C y un valor promedio de  $11,61 \pm 0,515^\circ\text{C}$  (n=69 datos).

**Salinidad y Densidad:** La salinidad presentó variaciones entre los 33,929 y los 34,066 psu, con un valor promedio de  $34,006 \pm 0,026$  psu (n= 69 datos). La distribución espacial de la salinidad evidenció una distribución homogénea, bien



caracterizada por el dominio de la isohalina de 34,0 psu, registrando ausencia de gradientes zonales y meridionales (**Figura 26b**). La densidad del agua de mar también mostró homogeneidad en su distribución, similar a la reseñada para el estrato superficial, siendo bien caracterizada por el dominio de la isopicna de 25,8 (t en toda el área (**Figura 432c**). En este estrato, la densidad del agua de mar fluctuó entre los 274,7142 y los 26,1006 (t, con un valor promedio de 25,8977 (0,084137 (t (n= 6972 datos).

**Oxígeno disuelto**: La concentración de oxígeno disuelto en el agua de mar fluctuó entre los 5,33 y los 6,23 ml L<sup>-1</sup> (promedio= 6,01 ± 0,185 ml L<sup>-1</sup>; n= 69 datos), revelando un estrato bien oxigenado en toda el área y una distribución homogénea (sin gradientes zonales ni meridionales de importancia) caracterizada por la isolínea de 6 ml L<sup>-1</sup> (**Figura 26d**).

### **c) Estrato de 100 m de profundidad**

**Temperatura**: En este estrato, la temperatura evidenció un gradiente zonal, dado la presencia de aguas comparativamente más cálida (>12°C) en el sector más costero (<82°W) y aguas de temperatura levemente menor (<11°C) al oeste de los 84°W, donde una incipiente presencia de aguas entorno a los 10°C se hace presente en el extremo SW del área de estudio (**Figura 27a**). La fluctuación de la temperatura a los 100 metros de profundidad fluctuó entre los 8,8 y los 12,7°C (promedio= 11,1 ± 0,83°C; n= 69 datos).

**Salinidad y Densidad**: A 100 metros de profundidad, la salinidad evidenció el pleno dominio de la isohalina de 34,0 psu, mostrando una distribución espacial muy homogénea en el área de estudio. La fluctuación de la salinidad a los 100 metros de profundidad fue de 33,947 a los 34,083 psu (promedio= 34,005 ± 0,026 psu), muy similar a lo reseñado para el estrato superficial revelando además escasa variación



vertical (**Figura 27b**). A diferencia de la salinidad, la densidad del agua de mar mostr3 un leve gradiente en sentido NE-SW, con aguas comparativamente m3s densa ( $\sim 26 \sigma_t$ ) en el extremo sur y menos densa al norte de los  $41^\circ$  y al Este de los  $81^\circ W$  (**Figura 27c**). En este estrato, la densidad del agua de mar fluctu3 entre los 25,73 y los 26,37  $\sigma_t$ , con un valor promedio de  $25,97 \pm 0,141 \sigma_t$  ( $n= 69$  datos).

**Ox3geno disuelto**: La concentraci3n de ox3geno disuelto presento un estrato bien oxigenado en toda el 3rea prospectada, denotando una distribuci3n homog3nea caracterizada por la isol3nea de  $66 \text{ ml L}^{-1}$  (**Figura 27d**) y un rango estrecho de fluctuaci3n que va desde 4,93 a los 6,21  $\text{ml L}^{-1}$  (promedio=  $5,95 \pm 0,228 \text{ ml L}^{-1}$ ,  $n= 69$  datos).

#### **d) Estrato de 200 y 300 m de profundidad**

**Temperatura**: En estos estratos, la temperatura del mar present3 una distribuci3n homog3nea, con ausencia de gradientes meridionales y escasa variaci3n zonal (**Figuras 28a y 29a**), quedando bien caracterizados por la disposici3n de las isotermas de  $8^\circ C$  (estrato de 200 m) y la isoterma de  $7^\circ C$  para el estrato de 300 m. La temperatura del mar a los 200 m present3 un rango de fluctuaci3n entre los 6,8 y los  $9,5^\circ C$  con un valor promedio marcadamente m3s fr3o que en los estratos superiores ( $8,0 \pm 0,709^\circ C$ ). Situaci3n que se acent3a a 300 m con un estrecho rango t3rmico entre los 6,1 y los  $8,9^\circ C$ , con un valor promedio de  $6,7 \pm 0,567^\circ C$  para 67 datos.

**Salinidad y Densidad**: Para ambos estratos la salinidad present3 una distribuci3n homog3nea, sin registrar gradientes zonales y meridionales, donde la disposici3n de la isohalina de 34,1 psu caracteriz3 el estrato de 200 metros y una isohalina levemente mayor (34,3 psu) los 300 m de profundidad (**Figura 28b y 29b**). La salinidad a los 200 m present3 un rango de fluctuaci3n entre los 34,030 y los 34,418 psu, con un valor promedio de  $34,109 \pm 0,059$  psu), mientras que a los



300 m la salinidad fluctu3 entre los 34,172 y los 34,475 psu con un valor promedio de  $34,224 \pm 0,048$  psu. La densidad del agua de mar en estos estratos mantiene una distribuci3n homog3nea, sin registrar presencia de gradientes meridionales pero si una leve variaci3n zonal que se verifica en los 200 m de profundidad (**Figura 28c y 29c**). La densidad del agua de mar a 200 m present3 un rango de fluctuaci3n entre 26,289 y 26,773  $\sigma_t$ , con un valor promedio de  $26,568 \pm 0,103$   $\sigma_t$ , mientras que a 300 m vari3 de 26,712 a 26,922  $\sigma_t$  y un promedio de  $26,846 \pm 0,053$   $\sigma_t$ . n=67 datos.

**Ox3geno disuelto**: En el estrato de 200 m de profundidad, la concentraci3n de ox3geno disuelto fluctu3 entre 1,29 y 5,88 ml L<sup>-1</sup> (promedio=  $5,26 \pm 0,844$  ml L<sup>-1</sup>; n= 69 datos), revelando un estrato m3s profundo pero igualmente bien oxigenado para toda el 3rea de estudio, caracterizado por una distribuci3n homog3nea y predominio de isol3neas de 5 y 5,5 ml L<sup>-1</sup> (**Figura 28d**). A 300 m esta situaci3n cambia por un notorio gradiente zonal NE-SW, con concentraciones de oxigeno menores a 4 ml L<sup>-1</sup> al este de los 80°W que intensifica hacia el NE, encontrando aguas m3s oxigenadas hacia el oc3ano abierto donde predominan isol3neas de 4 y 5 ml L<sup>-1</sup> en gran parte del 3rea de estudio (**Figura 29d**). En este estrato la concentraci3n de ox3geno disuelto fluctu3 m3s ampliamente entre los 1,24 y los 5,84 ml L<sup>-1</sup> (promedio=  $4,88 \pm 1,039$  ml L<sup>-1</sup>; n= 67 datos).

#### **e) Distribuci3n horizontal de la clorofila-a superficial e integrada**

La biomasa fitoplanct3nica (estimada aqu3 como clorofila-a) evidenci3 valores superficiales bajos, que fluctuaron entre los 0,09 y los 0,16 mg m<sup>-3</sup>, con un promedio de  $0,13 \pm 0,017$  mg m<sup>-3</sup> para toda el 3rea de prospecci3n, lo que es consistente con el per3odo invernal y el 3rea oce3nica (gran parte fuera de la ZEE de Chile centro-sur) del 3rea prospectada. La distribuci3n espacial de esta variable (**Figura 30a**) mostr3 una distribuci3n homog3nea bien caracterizada por la isol3nea de concentraci3n de



0,13 y 014 mg m<sup>-3</sup> en gran parte de la región de estudio, sin evidenciar presencia de gradientes zonales y meridionales de importancia. La clorofila integrada en los primeros 50 m de la columna de agua, mostró al igual que la superficial bajos valores y una distribución horizontal homogénea, representada por la disposición espacial de las isolíneas de 5,5 y 6 mg m<sup>-3</sup> (**Figura 30b**).

#### **f) Distribución horizontal de TSM y clorofila satelital**

Las imágenes satelitales compuestas para cada semana en los meses de Junio y Julio de 2011, verificó escasa variación semanal en la distribución meridional de las isothermas para el área, con una conspicua variación meridional dado la presencia de aguas con temperaturas superiores a 13°C al norte de los 39°S y en aguas abiertas (>80°W); mientras que el sector más costero (<78°W) muestra una variación semanal significativa en la ubicación meridional de la isoterma de 13°C, la que se extiende hacia el sur (>40°S) durante la segunda quincena de Junio, para replegarse hacia el norte durante el mes de Julio evidenciando un ambiente más frío (**Figura 31**).

Los campos promedios (compuestos) de clorofila fueron construidos a partir de imágenes diarias de clorofila satelital MODIS-Aqua, obtenidas del Ocean Color Web (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/ftp.html>). Estos promedios presentaron una gran cantidad de datos faltantes, producidos muy posiblemente por la cobertura nubosa asociada a los diferentes frentes de mal tiempo ocurridos durante la prospección, lo cual imposibilitó el analizar la variabilidad espacial de la clorofila en la región durante el periodo de cruceo (**Figura 32**). Solo la región costera entre 36°-42°S tuvo una buena cobertura de datos válidos al menos desde el 20 al 26 de junio del período analizado. En esta región se observaron concentraciones comparativamente más altas de clorofila (>1 mg m<sup>-3</sup>), generando un claro gradiente zonal dado concentraciones comparativamente menores (<0,5 mg m<sup>-3</sup>) en aguas oceánicas y



mas bajas ( $< 0,2 \text{ mg m}^{-3}$ ) en aguas abiertas por fuera de la zona de transición costera (~ 600 km de la costa), sin registrar gradientes zonales de importancia.

#### **7.4.8.3 Análisis distribución vertical de las variables oceanográficas**

A continuación, se entrega el análisis de la distribución vertical de cada una de las variables oceanográficas registradas durante el estudio, para las transectas evaluadas en el área de prospección. Las transectas evaluadas han sido las situadas a las latitudes 39°10'S (Transecta 1), 40°00'S (Transecta 3), 40°25'S (Transecta 4), 40°50'S (Transecta 5), 41°15'S (Transecta 6), 41°40'S (Transecta 7), 42°05'S (Transecta 8) según se muestra en la **Figura 1b**.

#### **Transecta 1 y 3 (39°10'S y 40°00'S)**

En estas transectas, la distribución de la temperatura del mar muestra ausencia de variación zonal en el estrato superficial ( $< 100 \text{ m}$ ), con una capa isotermal de ~100 m de profundidad y una débil-extensa termoclina entre los 100 y 190 metros, la cual levemente se profundiza en transecto 2, con isotermas de 9 y 8°C representativas de los estratos 200 y 300 m de profundidad (**Figuras 33 y 34**). La distribución vertical de la salinidad (**Figura 41**) no presentó variación zonal y estratificación vertical (ausencia de haloclinas identificables), destacando en transecta 1, la presencia de un núcleo de mayor salinidad ( $> 34,4 \text{ psu}$ ) costero (estaciones 68 y 69) y subsuperficial, situado entre los 200 y 300 m, que indica la presencia del máximo salino característico de las AESS que no se verificó en la transecta 3.

Al igual que la temperatura, la distribución vertical de la densidad del agua de mar registró ausencia de variación zonal y una capa de mezcla cercana a los 100 m de profundidad en todo el transecto, además de un pinoquina extensa entre 100 y 230 m (transecta 1) y 100 a 280 m (transecta 3) (**Figura 33 y 34**). Por último, la distribución vertical de la concentración de oxígeno disuelto reveló una columna de agua bien



oxigenada, bien caracterizada por las isolíneas de 4 y 5 ml L<sup>-1</sup> en gran parte de los transectos, exceptuando el sector costero subsuperficial del transecto 1 que registra aguas pobres en oxígeno (<2 ml L<sup>-1</sup>), al coincidir con el máximo salino asociado a la presencia de las AESS en este sector (**Figura 33 y 34**).

### **Transectas 4 y 5 (40°25'S y 40°50'S)**

La distribución zonal de la temperatura del mar mostró una estructura vertical muy similar a lo reseñado para la Transecta 3, caracterizada por aguas frías (~11-12°C) y densas (26  $\sigma_t$ ) en los primeros 100 metros de la columna de agua, una capa isotermal y de mezcla de aproximadamente 100 metros, escasa variación zonal en ambas variables y la presencia (100 y 280 m) de termoclinas/picnoclinas débiles y extensas a lo largo de ambos transectos, asociado a una distribución de salinidad con ausencia de gradientes zonales y estratificación vertical (sin haloclinas) y el dominio de la isohalina de 34,1 psu en el estrato de 200 metros de profundidad (**Figuras 35 y 36**).

La distribución vertical de la concentración de oxígeno disuelto evidenció una columna de agua bien oxigenada en gran parte del área de estudio, con el dominio de la isolínea de 5,5 ml L<sup>-1</sup>, a excepción de dos núcleos subsuperficiales con valores menores (4 ml L<sup>-1</sup>), asociados probablemente con el paso de remolinos de mesoescala desde la costa hacia el océano (**Figuras 35 y 36**).

### **Transectas 6, 7 y 8 (41°15'S; 41°40'S y 42°05'S).**

La distribución vertical de las variables analizadas para los transectos más australes, muestra un comportamiento muy similar a lo reportado en las transectas del norte, esto es una distribución vertical con aguas frías (~11°C) y densas (26,0  $\sigma_t$ ) en los primeros 100 m, escasa variación zonal de todas las variables medidas, capa de mezcla de ~100 metros de profundidad en los transectos, termoclinas débiles y



extensas situadas entre 100 y 230 m y picnoclinas extensas entre los 100 y 300 m, sin estratificación vertical de salinidad (haloclina), y la presencia de aguas bien oxigenadas ( $5,5-6 \text{ ml L}^{-1}$ ) en gran parte de los transectos, sin registrar presencia de las AESS en las transectas más sureñas del área prospectada (**Figuras 37, 38 y 39**).

### **Secciones de clorofila-a**

La **Figura 40** presenta la distribución vertical de la clorofila-a para cada una de las 7 secciones realizadas en el área de estudio. El campo vertical de la clorofila reveló valores muy bajos, característicos del sector oceánico y el período invernal frente a Chile centro-sur, presentando el sector sobre la ZEE una distribución relativamente homogénea, sin gradientes zonales ni verticales de importancia, registrando bajos valores del orden de  $0,1 - 0,2 \text{ mg m}^{-3}$ , sin observar la presencia de conspicuos núcleos superficiales y/o subsuperficiales de mayor concentración.

#### **7.4.8.4 Perfiles verticales individuales**

La distribución vertical de las variables medidas, a la forma de perfiles verticales de temperatura, salinidad, densidad, concentración de oxígeno disuelto y concentración de clorofila-a para el área de estudio, se presentan por sectores en las **Figuras 41 y 42**.

#### **Temperatura**

El análisis de los perfiles verticales de temperatura reveló un comportamiento vertical similar en todas las estaciones, con temperaturas superficiales entre  $10,3$  y  $12,7^{\circ}\text{C}$ , una capa isotermal cercana a 100 metros de profundidad y una termoclina débil extensa entre 100 y 200 m (**Figura 41**). Bajo esta profundidad, todos los perfiles mostraron un decremento térmico a una tasa relativamente constante con la





profundidad hasta la m3xima profundidad de muestreo (*i e.*, 500 m), donde se alcanz3 valores m3nimos ~5 °C. Los gradientes verticales m3ximos de temperatura fluctuaron entre los 0,001 y 0,65°C/10 m (promedio= 0,07 ± 0,13°C/10 m, N= 69), promedio bajo que indica escasa estratificaci3n t3rmica vertical y similar a lo reportado para la regi3n oce3nica (entre la ZEE y la ZTC) para el crucero invernal del a3o 2010 (N3ñez *et al.*, 2010).

Para el sector de la isla Mocha, el rango t3rmico fue de 11 a 11,8°C, con gradientes verticales entre los 0,28 y los 0,15°C (promedio= 0,40 ± 0,13 °C/10 m, n= 4), donde cabe destacar que los perfiles en este sector fueron mas someros que el sector oce3nico (**Figura 41**).

### Salinidad

La salinidad no mostr3 diferencias importantes en su campo vertical y espacial, registrando un comportamiento muy similar en todas las estaciones de muestreo, registrando una extensa capa de mezcla (~150 m), una leve haloclina entre 170 y 300 m, un m3ximo salino (<34,2 psu) desde 250 a 350 m y un leve decremento de la salinidad con la profundidad mayores a 400 m (**Figura 41**). Los valores fluctuaron desde 33,9 a 34,1 psu y un promedio de 34,00 ± 0,03 psu, asociados a bajos gradientes salinos de 0,02 y 0,83 psu/10m (promedio=0,11± 0,14 psu/10m, n=69), que evidencia una escasa estratificaci3n vertical de la salinidad que solo se altera por un m3ximo salino (~34,3 psu) entre 150 y 300 m ubicado hacia la costa.

Situaci3n que cambia en la costa (isla Mocha), donde se observ3 una mayor estratificaci3n con valores de 0,12 y 0,29 psu/10 m y una media de 0,18 ± 0,08, n=4.



### Densidad

Al igual que la salinidad, la densidad del agua de mar muestra escasa variabilidad entre las estaciones, con un comportamiento vertical y espacial similar, caracterizado por un estrecho rango superficial (25,7 y 26,1  $\sigma_t$ ), una extensa capa de mezcla que mayoritariamente alcanza los 100 metros de profundidad (**Figura 41**), y una picnoclina extensa situada entre los 120 y ~300 metros. Hacia profundidad, la densidad se incrementa de manera sostenida hasta la m3xima profundidad de muestreo (*i e.*, 500 m) donde se alcanz3 valores ~27  $\sigma_t$ . En este sentido, los gradientes verticales m3ximos de densidad fluctuaron entre 0,10 y 0,66  $\sigma_t$  /10 m (promedio= 0,20  $\pm$  0,08  $\sigma_t$  /10 m, N= 69), indicando una estratificaci3n moderada para el sector de estudio

### Ox3geno disuelto

La concentraci3n de ox3geno disuelto present3 una columna de agua bien oxigenada, con concentraciones entre 5,2 y 6,2 ml L<sup>-1</sup> particularmente desde la superficie y los 150 metros de profundidad. Algunas estaciones situadas al oriente de los transectos, registraron valores comparativamente menores de ox3geno (< 2-3 ml L<sup>-1</sup>) entre los 180 y 380 metros de profundidad, debido posiblemente a la interacci3n l3mite con AESS dispuestas preferentemente al interior de los 78°W, o por el paso de remolinos de mesoescala, comunes en la regi3n de estudio, que transportan grandes vol3menes de estas aguas desde la regi3n costera hacia el oc3ano (**Figura 42**). Situaci3n que tambi3n se valida para el sector de isla Mocha, donde los perfiles verticales muestran una oxiclina bien desarrollada entre 80 y 140 m y valores m3nimos (<1 mm) desde los 145 a 270 m de profundidad.



## Clorofila

La distribuci3n vertical de la biomasa fitoplanct3nica, estimada como clorofila-a, establecida en los primeros 100 m de la columna de agua mostr3 valores bajos ( $<0,2 \text{ mg m}^{-3}$ ) que predominaron en todos los sectores estudiados (**Figura 42**). Estos niveles de concentraciones determinaron la ausencia de gradientes verticales de clorofila-a, denotando por una parte una columna de agua bien mezclada verticalmente en los primeros 100 metros, y la ausencia de n3cleos superficiales y/o subsuperficiales de concentraciones comparativamente mayores en la gran mayor3a de los casos.. Los valores de biomasa fitoplanct3nica reportados en este informe son consistentes con el per3odo oto3o y la variabilidad oce3nica presente en el 3rea de estudio.

### **7.4.8.5 Profundidad capa mezcla, base de la termoclina, espesor de la termoclina y temperatura base de la termoclina**

Las estructuras oceanogr3ficas verticales, esto es, la profundidad de la capa de mezcla (PCM), la profundidad base de la termoclina (PBT), y el espesor de la termoclina (ET) se presentan en la **Figura 43**.

La distribuci3n horizontal de la PCM mostr3 una distribuci3n relativamente homog3nea, con valores entre los 40 y 100 metros en gran parte del 3rea, sin registrar la presencia de gradientes meridionales, pero si un leve gradiente zonal generado por PCM m3s someras ( $< 60 \text{ m}$ ) ubicadas fuera del  $85^\circ\text{W}$  y en el sector SE ( $<80^\circ\text{W}$ ,  $>41^\circ\text{S}$ ), respecto al resto del 3rea prospectada (**Figura 43a**). En tanto, la PBT revel3 un gradiente meridional bastante notorio en sentido NE-SW, caracterizado por PBT m3s someras ( $< 105 \text{ m}$ ) hacia el SW y m3s profundas hacia el NE ( $>125 \text{ m}$ ) (**Figura 43b**).



A diferencia de PCM y PBT, el espesor de la termoclina (ET) no muestra diferencias notorias zonales y meridionales, al registrar valores de 20 a 60 m que no indican una tendencia en la zona, evidenciando una distribuci3n relativamente homog3nea (**Figura 43c**).

#### 7.4.8.6 Diagramas TS

La identificaci3n de las masas de aguas se realiz3 a trav3s del an3lisis e interpretaci3n de diagramas TS (**Figura 44**). Durante este estudio se detect3 la presencia mayoritaria de tres masas de agua en el 3rea prospectada, estas son: las Aguas Subant3rticas (ASAA), Aguas Intermedias Ant3rticas (AIA) y Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS).

El an3lisis detallado de cada una de las transectas analizadas revel3 que, no obstante, en la zona intermedia de la columna de agua se observa la presencia incipiente de Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS), es probable que algunos m3nimos salinos observados asociados a aguas de densidad  $\sim 25,5 \sigma_t$ , tengan un origen atribuido a la influencia de aguas de menos salinidad proveniente de altas latitudes. En este sentido, Schneider *et al.* (2003) advierten que este m3nimo podr3a estar asociado a aguas que se forman en la Convergencia Subtropical y la denomin3 como Agua Intermedia del Pac3fico Sur-Este (AIPSE). Bajo los 400 metros, en la gran mayor3a de las estaciones, se observ3 un m3nimo de salinidad asociado al Agua Intermedia Ant3rtica (AIA), con densidades alrededor de  $27,1 \sigma_t$ .

En la costa aleda3a a isla Mocha, Aguas Subant3rticas predominaron superficialmente, mientras que bajo los 120 metros de profundidad las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales marcan su dominio, registrando un m3ximo salino asociado a bajas concentraciones de ox3geno en la zona.



Luego, estos resultados son consistentes con los descritos anteriormente para cruceros de igual naturaleza y efectuados especialmente al interior de la ZEE de Chile centro-sur (Figueroa *et al.*, 1995; N3nuez & Ortiz, 1999; N3nuez *et al.*, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009 y 2010).

#### **7.4.9 Relaciones ambiente recurso**

En atenci3n a establecer relaciones entre la distribuci3n espacial de la densidad de jurel y las variables ambientales caracter3sticas del h3bitat, para identificar patrones que permitiesen detectar respuestas de los card3menes de peces ante variaciones en las condiciones ambientales del h3bitat. Las variables ambientales seleccionadas para este prop3sito fueron temperatura, salinidad, densidad y concentraci3n de ox3geno disuelto, evaluadas a la profundidad promedio donde se detect3 card3menes de jurel en el 3rea de estudio.

##### **7.4.9.1 Rangos ambientales y distribuci3n espacial de jurel**

La matriz oceanogr3fica-pesquera para el an3lisis de rangos ambientales no incluy3 la regi3n desde los 81°W (200-300 mn) entre los 39°10'S y 42°05'S, dado a que en este sector no se detect3 la presencia del recurso. Adem3s se incluy3 el 3rea costera de las inmediaciones de la isla Mocha (**Figura 11**).

Los rangos ambientales en los cuales se distribuy3 el recurso jurel en el 3rea y per3odo de estudio, incluyendo variables f3sicas, estructuras oceanogr3ficas verticales y variables biol3gicas (zooplancton), se presentan en la **Tabla 25**

**Tabla 25.**

Rangos ambientales en áreas con presencia de recurso determinada a la profundidad promedio de las agregaciones.

Variables	Rangos ambientales
Temperatura a la prof. media del cardúmen (°C)	6,8 – 11,7 (10,7 ± 1,0; n= 87)
Salinidad a la prof. media del cardúmen (psu)	33,7 - 34,2 (34,0 ± 0,1; n= 87)
Oxígeno a la prof. media del cardúmen (ml L <sup>-1</sup> )	3,9 – 6,2 (5,9 ± 0,4; n= 87)
Profundidad media del cardúmen (m)	38 – 225 (81,9 ± 31,2; n= 87)
Larvas de Eufáusidos	0,5 – 879,4 (418,9 ± 263,1; n= 85)
Eufáusidos adultos	17,0 – 1251,2 (531,8 ± 371,0; n= 85)

El jurel habitó en un número importante de casos (~98,0%), en aguas someras menores a 100 metros de profundidad registrando un valor medio de  $81,9 \pm 31,2$ ; caracterizadas por temperaturas frías (11-12°C, ~94%) con un promedio de  $10,7 \pm 1,0$ ; salinidades comparativamente bajas (33,7-34,2 psu 97%) centrada en  $34,0 \pm 0,1$  y claramente oxigenadas ( $5,5 - 6 \text{ ml L}^{-1}$ , ~92%) y media  $5,9 \pm 0,4$  que caracterizaron el sector oceánico por fuera de la ZEE frente a la zona centro-sur del país (**Figura 45 y Tabla 25**). Asimismo, el jurel fue detectado en la mayoría de los casos, en sectores de densidades medias de larvas de eufáusidos (300-500 individuos/m<sup>3</sup>, 94%) y concentraciones relativamente altas de eufáusidos adultos (500-1000 individuos/m<sup>3</sup>, 88%) (**Figura 45**).

El análisis de la distribución espacial de jurel y las variables físicas, determinadas a partir de la profundidad media de las agregaciones de jurel (81,4 m), indican que la mayor parte de la biomasa de jurel estimada durante el crucero, estuvo asociado a condiciones ambientales homogéneas, donde predominaron aguas frías (isotermas de 11,5 y 10,5°C), salinidades de 34,0 psu, concentraciones de oxígeno superiores a  $5 \text{ ml L}^{-1}$ . Además el núcleo principal también se vinculó a la banda lateral de un



remolino anticicl3nico de baja velocidad centrado en los 40°20'S/84°W, y con PCMs y PBTs relativamente profundas (>80 m y 110 m, respectivamente) (**Figura 46**).

Por otra parte, la relaci3n entre la densidad de jurel y la profundidad media del cardumen (PMC), profundidad de la capa de mezcla (PCM), profundidad base de la termoclina (PBT) y espesor de la termoclina (ET) se presenta en la **Tabla 26a**. Los resultados de este an3lisis exploratorio revelaron que la profundidad media a la que se encontraban los card6menes de jurel no evidenci3 una correlaci3n importante y significativa ( $p < 0,05$ ) con la PCM ( $r = 0,1702$ ,  $p = 0,074$ ) y la PBT ( $r = 0,2733$ ,  $p = 0,004$ ), donde la PBT tiene una baja correlaci3n pero significativa.

**Tabla 26a.**

Coefficientes de correlaci3n entre profundidad media del jurel (PMC), profundidad de la capa de mezcla (PCM), de la termoclina (PBT) y espesor de la termoclina (ET) en el 3rea de estudio.

	LONGITUD	LATITUD	PMC	PCM	PBT	ET
LONGITUD	1.0000					
	p= ---					
LATITUD	0.9383	1.0000				
	p=.000	p= ---				
PMC	-0.2605	-0.4396	1.0000			
	p=.028	P=.000	p= ---			
PCM	0.9252	0.9502	0.1703	1.0000		
	p=.000	P=.000	p=.074	p= ---		
PBT	0.7234	0.5861	0.2733	0.7470	1.0000	
	p=.000	P=.000	p=.004	p=0.000	p= ---	
ET	-0.9011	-0.9683	-0.0428	-0.9829	-0.6120	1.0000
	p=.000	P=.828	p=.656	p=.000	p=.000	p= ---

El an3lisis de correlaci3n m6ltiple (Zar, 1984), orientado a verificar relaciones existentes entre la densidad de jurel ( $m^2 mn^{-2}$ ) y el ambiente, consider3 la temperatura, salinidad, densidad y concentraci3n de ox6geno disuelto, adem3s de las estructuras verticales PCM, PBT y ET, excluyendo la m6nima de oxigeno caracter6stico



del sector costero dado la presencia de jurel sobre las 500 mn. En general, los resultados revelaron la ausencia de correlación positiva y significativa ( $p < 0,05$ ) entre la densidad de jurel y las variables ambientales medidas a la profundidad media en la que se detectaron los cardúmenes, así como con las estructuras verticales consideradas. Sólo fueron detectadas correlaciones bajas pero significativas entre la temperatura ( $r = 0,328$ ,  $p = 0,005$ ), la densidad del agua de mar ( $r = -0,319$ ,  $p = 0,007$ ), PCM ( $r = 0,349$ ,  $p = 0,003$ ) y ET ( $r = 0,362$ ,  $p = 0,002$ ) y densidad de eufáusidos adultos ( $r = 0,353$ ,  $p = 0,000$ ) (**Tabla 26b**).

Esta falta de correlación significativa entre la densidad de jurel y las variables ambientales ensayadas, puede ser explicada por: la gran extensión de área prospectada y distribución más bien homogénea de las variables físicas en el sector oceánico, a la profundidad media de los cardúmenes de jurel, la que no incluyó gradientes importantes en este sector, y una distribución espacial de jurel en parches extremadamente acotada. Aspecto que es corroborado por los resultados de los rangos de profundidad y variables oceanográficas que evidencia: a) una distribución de jurel en aguas muy oceánicas oxigenadas, b) salinidades muy homogéneas bien representadas por las isohalinas de 33,9 y 34,0 psu, y c) aguas entre 10 y 12 °C que establecieron gran parte de la variación térmica en los primeros 100 metros de profundidad donde se distribuyó cerca del 99% de la biomasa del jurel, incorporando información sobre y bajo la capa de mezcla.





**Tabla 26b.**

Coefficientes de correlación y nivel del significancia entre densidad de jurel ( $m^2 mn^{-2}$ ), variables y estructuras oceanográficas verticales en el área de estudio.

	DJUR	TEM	SAL	DEN	OXI	PCM	PBT	ET	EUUF	LEUF
DJUR	1.0000 p= ---									
TEM	0.3281 p=.005	1.0000 P= ---								
SAL	0.0102 p=.933	-0.5331 P=.000	1.0000 P= ---							
DEN	-0.3196 p=.007	-0.9992 p=.000	0.5647 P=.000	1.0000 p= ---						
OXI	-0.0446 p=.712	0.2159 p=.071	-0.7919 P=.000	-0.2472 p=.038	1.0000 p= ---					
PCM	0.3487 p=.003	0.7265 p=.000	0.0251 P=.835	-0.7074 p=.000	-0.4065 p=.000	1.0000 p= ---				
PBT	0.1917 p=.109	0.4887 p=.000	0.0339 P=.779	-0.4801 p=.000	-0.4470 p=.000	0.7470 p=.000	1.0000 p= ---			
ET	-0.3618 p=.002	-0.7291 p=.000	-0.0393 P=.745	0.7088 p=.000	0.3599 p=.002	-0.9829 p=.000	0.5434 p=.000	1.0000 p= ---		
EUUF	0.3534 p=.000	0.6885 p=.000	0.0639 P=.597	-0.6640 p=.000	-0.2120 p=.076	0.7464 p=.000	1.0000 p= ---	-0.8101 p=.000	1.0000 p= ---	
LEUF	-0.1043 p=.387	-0.2936 p=.013	0.0006 P=.996	0.2775 p=.019	0.0178 p=.883	0.1269 p=.292	0.5434 p=.000	0.1696 p=.157	-0.5980 p=.000	1.0000 p= ---

DJUR = densidad de jurel, TEM = temperatura ( $^{\circ}C$ ), SAL = salinidad (psu), DEN = densidad ( $\sigma_t$ ) y OXI = oxígeno disuelto ( $ml L^{-1}$ ) medido a la profundidad media de los cardúmenes. PCM = profundidad de la capa de mezcla, PBT = profundidad base de la termoclina ET = espesor de la termoclina, EUUF = densidad de eufáusidos, LEUF = densidad de larvas de eufáusidos.

#### 7.4.9.2 Umbrales ambientales

El mayor volumen de biomasa de jurel estuvo asociada a un estrecho rango de temperatura superficial del mar, de 11 a 12 $^{\circ}C$  para un estrato más somero (50-100 m, > 94% de la densidad acústica total), con un umbral salino que va de 33,9 a 34,0 psu que reporta > 96% de la densidad acústica, lo que es consistente con la mayor concentración de registros acústicos en un rango estrecho de densidad del mar 25,9 y 26  $\sigma_t$  (**Figura 26**). Asimismo, la clara asociación del jurel con aguas bien oxigenadas (5,96  $\pm$  0,4 ml L $^{-1}$ ), confirman una distribución de jurel restringida al ambiente



oceánico y alejada de valores mínimos de oxígeno presentes en las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales, que alcanzan hasta las 150 mn de la costa.

Por su parte, gran porcentaje de la densidad de jurel estuvo asociado a densidades intermedias de estados larvales de eufáusidos (300-500 ind/1.000 m<sup>3</sup>, 94,6%) y concentraciones relativamente altas de eufáusidos adultos (500-1000 ind/1.000 m<sup>3</sup>, 88,1%), lo cual es relevante si se considera que los eufáusidos son el ítem principal en la dieta de jurel en este estudio.

Estas condiciones se ratifican con los resultados del análisis cartográfico mediante Sistema de Información Georreferencia (SIG), que establece para el estrato de 50-100 m donde se concentró principalmente la mayor proporción de las agregaciones de jurel, umbrales ambientales de temperatura 11-12 °C, salinidad 33,9-34, psu, oxígeno disuelto 6-6,25 ml L<sup>-1</sup> y densidad del agua de mar 25,9 -26,0  $\sigma_t$  (**Figura 47**). Los resultados del plano donde se agrupó mayormente la biomasa acústica del recurso, permiten corroborar la presencia de jurel en zonas donde predominaron aguas frías y bastante oxigenadas, de acuerdo al patrón observado los últimos años en las zonas donde se ubicó el jurel dentro del área de estudio.

#### **7.4.9.3 Modelamiento estadístico entre las variables acústicas y bio-oceanográficas**

Se modelaron relaciones entre la densidad acústica de jurel y algunas variables ambientales físicas (e.g. temperatura, salinidad, oxígeno disuelto), biológicas (biomasa de eufáusidos y de sus estados larvales), siempre en presencia de tres variables relacionadas con el espacio físico (e.g. latitud, longitud y profundidad media del cardumen). Los modelos evaluados consideraron la asociación no paramétrica entre las variables, basándose en la utilización de suavizadores de tipo “spline”



(regresi3n no param3trica). Debido a que la densidad ac3stica de jurel fue valorada en el espacio, primero se analizaron las variables de posici3n latitud y longitud (Modelo 0), incorporando luego las variables ambientales acorde al esquema detallado en la densidad ac3stica de jurel como variable respuesta (**Tabla 27**).

**Tabla 27.**  
Descripci3n de los modelos analizados para GAM.

Modelo	Variables
Modelo 0	Longitud, Latitud, Profundidad media del cardumen (PMC)
Modelo 1	Longitud, Latitud, PMC, Temperatura
Modelo 2	Longitud, Latitud, PMC, Salinidad
Modelo 3	Longitud, Latitud, PMC, Oxigeno disuelto
Modelo 4	Longitud, Latitud, PMC, Densidad de larvas de euf3usidos
Modelo 5	Longitud, Latitud, PMC, Densidad de euf3usidos

La distribuci3n de tipo log-normal ( $\ln(s_A+1)$ ) que muestra la densidad ac3stica de jurel, determin3 su normalizaci3n a trav3s de logaritmo neperiano. Las dem3s variables se distribuyeron normales.

Para cada uno de los modelos su bondad de ajuste se resume en la **Tabla 28**. El Modelo 0, que incluye las variables de posici3n mostr3 mayores densidades ac3sticas de jurel vinculadas al sector norte y densidades menores hacia el extremo sur del 3rea de estudio, con un incremento de ellas hacia la alta mar (**Figuras 11 y 47**). Estad3sticamente, el Modelo 0 result3 significativo para explicar la densidad de jurel ( $p>0,05$ ), con un nivel de explicaci3n de la varianza de la densidad ac3stica de jurel de 32,9% ( $R^2=0,247$ ; (**Tabla 28**).

La incorporaci3n de la temperatura como variable predictora (Modelo 1) no involucr3 mejora en el nivel explicatorio respecto del Modelo 0 (**Tabla 28**), con una merma de la varianza explicada a 30,9%. La relaci3n entre la densidad ac3stica de jurel y la temperatura muestra una distribuci3n casi lineal donde las mayores densidades



acústicas se observan de preferencia entre los 10 y 12°C. El Modelo 2 que incorpora la variable salinidad, mostr3 un aporte al nivel explicatorio (+6,1%) de la varianza, respecto al Modelo 0, siendo el modelo que alcanz3 el mayor nivel explicatorio (39%), donde la densidad de jurel mostr3 preferencia por salinidades entre 33,9 y 34,0 psu. En cuanto a la variable oxígeno disuelto (Modelo 3), esta mostr3 un ajuste levemente superior respecto a los modelos 0 y 1 analizados previamente, al alcanzar un aporte del 33,9% de la varianza explicada (**Tabla 28**), dando cuenta de la presencia de jurel exclusivamente en aguas bien oxigenadas (por sobre los 5,9 ml L<sup>-1</sup>) características de la zona oceánica frente a Chile centro-sur (**Figura 48**).

En cuanto a las variables biológicas, las densidades de jurel estuvieron asociadas a dos núcleos densidades, el primero asociado a niveles por bajos los 200 eufáusidos/1.000 m<sup>3</sup>) y el segundo para densidades medias centrada en los 800 eufáusidos/1.000 m<sup>3</sup>, con un nivel de explicaci3n para el modelo 4 de 36,2%. En tanto, el modelo 5 que incluye la densidad de los estadios larvales de eufáusidos como variable predictora de la densidad de jurel, da cuenta de un nivel de explicaci3n de la varianza menor (20,1%), revelando una menor asociaci3n con este componente del zooplancton. Situaci3n que puede estar relacionada con aspectos alimentarios de jurel, que suele aumentar su actividad de consumo de alimento durante la época invernal, predando activamente sobre eufáusidos que resultan ser el principal ítem presa encontrado en los est3magos de jurel, adem3s de la temporalidad del muestreo respecto a las etapas en el proceso de alimentaci3n, tales como inicial (alto número de presas respecto a predadores), intermedia (similar número de presas y predadores) y final (bajo número de presas respecto a predadores).

**Tabla 28.**

Bondad de ajuste estadístico para cada uno de los modelos analizados en el GAM.

MODELO	Covariable	R <sup>2</sup>	GCV score	% Varianza explicada	F	P
Modelo 0	PMC	0,247	3,9585	32,9%	0,801	0,5640
Modelo 1	Temp	0,242	3,8958	30,9%	0,287	0,5936
Modelo 2	Sal	0,292	3,8546	39,0%	2,688	0,1053
Modelo 3	Oxí	0,247	4,0203	33,9%	0,333	0,5660
Modelo 4	L.Euf	0,301	3,5596	36,2%	5,286	4,37*10 <sup>-4</sup>
Modelo 5	Euf	0,154	7,8593	20,1%	4.756	0,0105

PMC= profundidad media agregaciones (m); Temp= temperatura (°C); Sal= salinidad (psu); Larvas Eufáusidos (N° individuos /1000m<sup>3</sup>) y Eufáusidos (N° individuos /1000m<sup>3</sup>).

En relación a la profundidad de los registros acústicos de jurel, las mayores densidades estuvieron asociadas al estrato entre la superficie y los 100 metros, disminuyendo linealmente hacia mayores profundidades. La salinidad por su parte, evidenció que las mayores densidades de jurel estuvieron vinculadas a salinidades inferiores a los 34 psu, denotando una escasa presencia de jurel en el sector costero donde se encuentran los máximos salinos subsuperficiales. Lo señalado anteriormente se corrobora al analizar la variable oxígeno disuelto, que demostró que los cardúmenes más densos de jurel estuvieron ligados a concentraciones entre los 5,5 y los 6 ml L<sup>-1</sup> que caracterizan a las aguas del sector oceánico frente a Chile centro-sur.

Por otra parte, los resultados alcanzados en la aplicación de GAM, a partir de información generada a través de SIG (plano 50 y 100 m de profundidad), para las variables temperatura, salinidad, oxígeno, densidad, gradientes respectivos, capa de dispersión profunda, abundancia de eufáusidos, larvas de eufáusidos, clorofila y la variable espacial de latitud, bajo un modelamiento gaussiano que considera solo los datos positivos de jurel, indican que el ajuste del modelo para el total de variables, reconoce 11 modelos o variables significativas (**Tabla 29**). Los predictores que principalmente explican la variabilidad de la distribución de la



densidad de jurel son la clorofila-a con un aporte del 13,9%, seguido de la latitud y temperatura con un aporte de 8,1 % y 6,7%, respectivamente, las restantes variables predictoras aportan entre un 4 y 0,5%. En general, el coeficiente de determinaci3n obtenido indica que el modelo explica solo un 48,3% de la variabilidad de la densidad del jurel en la zona de estudio.

**Tabla 29.**

Análisis de Varianza de las covariables ajustadas al modelo GAM para la relaci3n con la densidad de jurel seleccionadas a trav3s del m3todo de m3xima verosimilitud. Veril 50-100 m de profundidad. Valores F y pseudo coeficiente de determinaci3n.

Co-variable	Co-variable	GI residuales	Devianza residual	Pr(>Chi)	Pseudos R <sup>2</sup>
Modelo 0	Null	3577,00	1409,36		
Modelo 1	Cloa	3572,36	1213,56	3,54E-07	13,9
Modelo 2	Lat	3568,95	1098,77	<2,2E-16	22,0
Modelo 3	Tem	3565,05	1003,81	1,88E-15	28,7
Modelo 4	CDP	3560,38	924,63	1,12E-13	34,4
Modelo 5	G.tem	3555,51	862,58	1,17E-05	38,8
Modelo 6	L.Euf	3552,83	813,87	1,29E-05	42,2
Modelo 7	Sal	3549,16	778,54	1,94E-09	44,7
Modelo 8	G.sal	3544,34	762,37	2,28E-05	<b>45,9</b>
Modelo 9	Euf	3540,42	742,10	1,03E-02	<b>47,3</b>
Modelo 10	Den	3536,71	735,72	2,23E-03	<b>47,7</b>
Modelo 11	Oxi	3531,51	728,45	6,62E-05	<b>48,3</b>

Cloa= clorofila-a (mg m<sup>-3</sup>); Lat= latitud (grado minuto); Temp= temperatura (°C); CDP= capa dispersi3n profunda (m<sup>2</sup> mn<sup>2</sup>); G.tem=gradiente t3rmico horizontal (°C m<sup>-1</sup>); L.Euf= larvas euf3usidos (N° individuos /1000m<sup>3</sup>); Sal= salinidad (psu); G.sal=gradiente salinidad horizontal (psu m<sup>-1</sup>); Euf= euf3usidos (N° individuos /1000m<sup>3</sup>); Den=densidad ( $\sigma_t$ ) y Oxi=Oxígeno disuelto ml L<sup>-1</sup>

El modelo de densidad de jurel, muestra incrementos de densidad hacia el borde sur del 3rea de estudio, adem3s de un agrupamiento de altas densidades en niveles de clorofila-a en 0,12 y 0135 mg/ml, mientras que la salinidad y su gradiente horizontal muestran un efecto positivo hasta concentraciones de 34 psu y 0,05 psu/m. Para los restantes variables de temperatura, gradiente de temperatura, densidad del agua y



concentración de oxígeno, la amplitud de sus límites de confianza, no revelan en forma clara una relación con la densidad de jurel.

En relación a la oferta ambiental, los eufáusidos muestran una relación inversa con la densidad del jurel, con un efecto positivo ascendente en eufáusidos adultos y descendente en sus estados larvales, siendo consistente con lo establecido en el modelamiento estadístico para la profundidad media de las agregaciones y las variables bio-oceanográficas, donde el jurel se agrupó en densidades de eufáusidos de 500 a 1000 ind/1.000 m<sup>3</sup> y de larvas de eufáusidos entre 300 y 500 ind/1.000 m<sup>3</sup>, lo cual puede sugerir una relación alimentaria, al predar activamente el jurel sobre eufáusidos de mayor tamaño y que son el principal ítem presa encontrado en sus estómagos.

#### **7.4.9.4 Análisis de rangos ambientales para jurel**

La existencia de rangos ambientales de distribución preferencial del recurso jurel, fue explorada a partir de la metodología reseñada por Perry y Smith (1994) y Perry *et al.* (1994), donde sus resultados se muestran a través de las distribuciones de frecuencia acumulativas empíricas ( $f(t)$ ) para las variables determinada a la profundidad media de las agregaciones de jurel; temperatura, salinidad, concentración de oxígeno disuelto y las distribuciones de frecuencia acumulativas empíricas para el producto entre la variable ambiental y la densidad de jurel ( $g(t)$ ). Un resumen de estos resultados se presenta en la **Tabla 30**.

**Tabla 30.**

Resultados del análisis de rangos ambientales (Perry y Smith, 1994) para el sector oceánico (> 200 mn de la costa).

Parámetros	Temperatura (°C)	Salinidad (psu)	Oxígeno (ml L <sup>-1</sup> )	PMC (m)	EUFA (ind/1000m <sup>3</sup> )	LEUFA (ind/1000m <sup>3</sup> )
P	0.0000	0.0560	0.0660	0.0650	0.0010	0.3340
S	0.6440	0.2950	0.3019	0.4328	0.6595	0.3905
Rango de preferencia	11,0 -11,5°C	33,98-34,05.	Sin pref.	Sin pref.	590-850	Sin pref.

Donde S= distancia máxima entre las distribuciones de frecuencia acumulativas de f(t) y de g(t). P=significancia estadística ( $p < 0,05$ ). Rango máximo de la variable ambiental a la distancia entre las funciones. PMC= profundidad media de cardúmenes, EUFA= densidad de eufáusidos, LEUFA= densidad de larvas de eufáusidos,

La comparación entre las curvas f(t) y g(t) (**Figura 49**), y considerando un  $p < 0,05$ , muestra una evolución distinta de estas dos funciones, tanto para la variable temperatura, salinidad y eufáusidos, revelando la existencia de rangos preferenciales. Es así que, la temperatura mostró la existencia de diferencias significativas ( $p = 0,056$ ) entre las curvas f(t) y g(t), mostrando un rango preferencial entre los 11,0 y 11,5°C., en tanto, el jurel exhibió una evolución diferencial de las curvas de salinidad, denotando una preferencia por aguas de baja salinidad fuera de las 300 mn (33,98-34,05 psu;  $p = 0,056$ ) y densidades de eufáusidos entre los 530 a 800 individuos/1000m<sup>3</sup>. Respecto a la concentración de oxígeno, profundidad media de las agregaciones de jurel y densidad de las larvas de eufáusidos, estas mostraron una distribución aleatoria del recurso para ambas curvas, evidenciando la inexistencia de preferencia del recurso por algún rango en particular ( $p = 0,0660$ ,  $p = 0,0650$  y  $p = 0,3340$ , respectivamente).

Por último, las asociaciones establecidas en los diferentes planos de densidad del jurel y sus variables ambientales, cuantificada a través del índice de Cramer (Ott *et al.*, 1983) como indicador del grado de dependencia entre la densidad de jurel y las variables independientes, con valores de 0 (mínima dependencia) y 1 (máxima dependencia), muestran moderadas y baja asociatividad entre el recurso y las





variables ambientales presentes en la zona de estudio (**Tabla 31**), lo que es coherente con los resultados alcanzados en la modelación de las relaciones recurso-ambiente, si se considera que jurel a diferencia de otros recursos, presenta en gran parte de las variables un rango mayor de distribución.

**Tabla 31.**  
Coeficientes de Cramer para la distribución de jurel y variables ambientales en las capas de 50 y 100 m.

VARIABLE	Capa 51-100 m.	Capa 101-150 m.
Temperatura (°C)	0,11	0,11
Salinidad (psu)	0,10	0,06
Gradiente térmico (°C/mn)	0,11	0,09
Gradiente salino (psu/mn)	0,08	0,07
Oxígeno (ml L <sup>-1</sup> )	0,07	0,06
Densidad ( $\sigma_t$ )	0,10	0,10
Clo-a	0,10	0,08
CDP	0,08	0,06
Eufáusidos (ind/1000m <sup>3</sup> )	0,08	0,06
Larvas de Eufáusidos (ind/1000m <sup>3</sup> )	0,10	0,08

**7.5 Objetivo específico 2.5.** Determinar la fauna acompañante y su importancia relativa en los lances de pesca de identificación.

El resumen de las bitácoras de pesca de los muestreos realizados a bordo de las embarcaciones se entrega en las **Tablas 29 y 30** (lances de pesca)

#### 7.5.1 Resultados de lances de pesca

En la zona de estudio, de 25 lances de cerco realizados por barcos industriales 6 tuvieron captura de jurel y 5 fueron muestreados. En la **Tabla 32** se resume las capturas de jurel realizadas por los barcos de la flota de cerco de la VIII Región,



pertencientes a la empresa Orizont S.A, y cuyas posiciones geográficas se muestran en la **Figura 2**.

La captura total fue 755.000 kg, de las cuales 730.000 kg corresponde a jurel y 25.000 kg a sierra, evidenciando al igual que anteriores evaluaciones efectuadas en la zona una fauna asociada compuestas por un reducido número de otras especies.

**Tabla 32.**  
Información de captura en peso (kg) en los lances de pesca realizados por pesqueros industriales.

Correlativo	Nave	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Jurel	Sierra	Total
1	Don Julio	27-06-11	5:15	40°33,1'	81°26,3'	70.000		70.000
2	Don Julio	27-06-11	9:45	40°33,5'	81°29,3'	100.000		100.000
3	Don Julio	27-06-11	12:20	40°36,2'	81°35,1'			
4	Don Julio	04-07-11	17:15	38°35,0'	73°50,0'			
5	Don Julio	05-07-11	6:50	38°38,0'	73°52,0'		10.000	10.000
6	Don Julio	05-07-11	21:50	38°37,5'	73°54,1'	200.000		200.000
7	Don Julio	06-07-11	0:10	38°36,1'	73°55,5'	150.000		150.000
8	Don Julio	06-07-11	22:55	38°35,6'	73°53,2'		15.000	15.000
9	Don Julio	07-07-11	23:45	38°57,2'	73°38,1'	30.000		30.000
10	Don Julio	16-07-11	10:10	37°22,6'	83°10,9'			
11	Don Julio	16-07-11	13:50	37°24,5'	83°09,1'			
12	Don Julio	21-07-11	11:00	38°36,1'	85°07,3'			
13	Don Julio	22-07-11	4:20	37°38,5'	82°15,2'			
14	Don Julio	23-07-11	3:34	37°56,3'	82°56,1'			
15	Don Julio	23-07-11	7:52	38°02,1'	83°09,0'			
16	Ventisquero	08-07-11	13:30	38°49,9'	73°43,8'			
17	Ventisquero	08-07-11	17:00	39°05,0'	73°32,0'			
18	Ventisquero	10-07-11	13:57	39°04,5'	73°31,6'			
19	Ventisquero	17-07-11	13:56	37°47,0'	83°50,0'			
20	Ventisquero	21-07-11	13:00	38°37,0'	85°09,0'			
21	Ventisquero	22-07-11	5:27	37°36,0'	82°23,0'			
22	Ventisquero	22-07-11	9:53	37°46,0'	82°17,0'			
23	Biomar III	24-06-11	20:00	41°28,5'	85°41,6'			
24	Biomar III	03-07-11	10:15	40°36,5'	83°54,9'	180.000*		180.000
25	Biomar III	03-07-11	15:58	40°41,2'	83°49,6'			
					<b>Total</b>	730.000	25.000	755.000
					<b>%</b>	96,6	3,4	100

\* = Captura del PAM Ventisquero en la zona y muestreada en Biomar III.  
Jurel *Trachurus murphyi* (96,6% peso) y sierra *Thyrsites atun* (3,4% peso)



### 7.5.2 Proporción y composición fauna acompañante

En los lances pesca con éxito en la captura de jurel, esta especie representó prácticamente el 100% donde un porcentaje muy bajo correspondió a fauna acompañante. La especie presente en las capturas del crucero asociadas al recurso fue sierra *Thyrsites atun* (3,4%), verificando el carácter monoespecífico en las capturas de jurel en la zona de estudio, al igual como se ha establecido en el área de su pesquería en el sector centro-sur del país. Asimismo, este año al igual que el 2007-2010, no se apreció la alta recurrencia de jibia en las capturas de jurel, como fue observado durante el 2006, cuando este recurso registró una fuerte disponibilidad en el área de estudio.

### 7.5.3 Análisis de asociación

El análisis de clusters por especie realizado para el periodo 1997 a 2011, presenta 3 grupos principales, determinado con un nivel de similaridad del 60%, el que esta compuesto por las especies *D. gigas* (jibia), *S japonicus* (caballa), *B. australis* (reineta), y *T. symmetricus murphyi* (jurel), donde estas dos últimas especies forman 1 subgrupo con un alto nivel de similaridad (97%), mientras que un segundo grupo formado por sierra, merluza de cola, anchoveta, vicinguerria (mictófid0s), cojinoba perra, azulejo, bonito y salpas muestran una similitud promedio del 30% (**Figura 50**). Al relacionar el primer grupo con el resto de especies, una disimilitud de un 70 % se observa entre ellos por la baja frecuencia como fauna acompañante de jurel.

Luego, la reineta, caballa y jibia destacan como principales en la fauna íctica asociada al recurso, dentro y fuera del sector costero tanto para los lances del crucero y flota. Resultado que puede ser explicado por una sobreposición trófica entre estos recursos, al reportarse ítems de presas similares como es eufáusidos, peces linternas y anchoveta (Medina y Arancibia, 2002), lo que sugiere una similitud ecológica entre



especies que comparten un hábitat o nicho ecológico (Córdova *et al.* 2010). Asimismo, la presencia de jibia en este cluster correspondería a una relación del tipo predador-presa, reportada en estudios de contenido gástrico al registrar la presencia de jurel entre otras especies (Chong *et al.*, 2005).

A través de los años se observan 2 grupos importantes, el primero de menor similitud (80%) lo compone los años 1998-2002, dentro del cual se forman subgrupos que muestran una similitud entre 79% (2002,2001 y 1999) y 86% (2000 y 1998), mientras un segundo grupo importante de mayor similitud (90%) lo constituyen los años 2003-2010, grupo que también se encuentra subdividido con un mayor nivel de similitud (83%) para los años 2007, 2008 y 2010, y 90% de similitud para 1997, 2003-2006, 2009 y 2011 (**Figura 51**). En tanto, para 1997, 2009 y 2011 el análisis muestra en particular como un evento aislado, junto con un alto nivel de disimilitud, lo cual se explica por la presencia de un fenómeno “El Niño” intenso frente a las costas de Chile en 1997, y la información de captura provenientes del cerco el 2009 y 2011, que a diferencia del arrastre que vulnera varias agregaciones, actuando el cerco puntualmente sobre un cardumen, disminuyendo la probabilidad de capturar un mayor número de especies.

El alto nivel de similitud del subgrupo formado por caballa, jurel, jibia y reineta, sugiere que la principal fauna íctica asociada a las capturas de jurel lo constituyen estos recursos, al encontrarse presente en todos los lances realizados durante el periodo evaluado, tanto dentro como fuera de la ZEE, evidenciando el carácter monoespecífico de las capturas de jurel en el estudio y su pesquería.

Por otra parte, hasta el 2002 sobre el 90% de los lances se efectuaron dentro de la ZEE, en tanto desde el 2003 se extienden longitudinalmente el área de estudio, obteniendo capturas entre 200 mn a 500 mn de la costa (**Tabla 33**), lo cual se muestra en el análisis a través de una alta similitud entre 2003 a 2011, donde aparece



en las capturas especies más oceánicas como reineta, jibia y cojinoba perra, a diferencia del periodo 1998-2002 donde las capturas estaban compuestas principalmente por especies asociadas a la costa como anchoveta, vicinguerria y sierra.

**Tabla 33.**

Distribución longitudinal porcentual de lances de pesca en crucero evaluación 1997-2011.

Año	Porcentaje Lances por Limite Longitudinal				
	<100 mn	100-200 mn	200-300 mn	300-400 mn	>400 mn
1997	58,1	41,9			
1998	72,4	27,6			
1999	63,9	36,1			
2000	53,2	44,7	2,1		
2001	100,0				
2002	53,8	38,5	7,7		
2003	17,6	35,3	17,6	29,4	
2004	30,0	15,0	15,0	35,0	5,0
2005	5,1	10,3	69,2	12,8	2,6
2006	9,1	36,4	24,2	21,2	9,1
2007	10,0	15,0	45,0	25,0	5,0
2008	7,7			76,9	15,4
2009				14,5	85,5
2010					100
2011					100



## 8. DISCUSIÓN

---

### 1.- Biomasa presente en la zona

Entre los años 1997 al 2001, las estimaciones de biomasa de jurel por método hidroacústico realizadas dentro de la ZEE (5 – 200 mn), muestran un crecimiento sostenido desde 3,75 a 6,14 millones de toneladas, para posteriormente caer a 2,08 millones de toneladas el 2002, manteniendo de manera continua virtualmente desaparecen el 2009. A partir de esta situación y de acuerdo a antecedentes de operación de barcos factorías fuera de las 200 mn de la costa, el 2003 se expande la prospección acústica fuera de la ZEE, que en este sector muestra un incremento sostenido desde 1,8 millones el 2003 con un máximo de 4,02 millones de toneladas el 2004 y una reducción permanente hasta 0,3 millones de toneladas el 2009: El incremento de las biomazas en la franja oceánica coincidió con la permanente reducción dentro de la ZEE. De este modo, las biomazas globales después del 2003 varían entre 2,7 millones de toneladas a 4, 6 millones de toneladas en el 2004, con una leve tendencia decreciente a partir del 2005 y para luego caer a valores de 500.000 ton el 2008 y 120.000 ton el 2010.

Esta situación que es claramente observada a través de los centros de gravedad de las distribuciones y el área ocupada por el recurso en las distintas evaluaciones acústicas realizadas en la zona de estudio (**Figura 52, Tabla 34**). Este comportamiento espacial y niveles de densidad del jurel evidenció un notorio proceso de alejamiento y disminución de su biomasa en la zona donde se concentró principalmente la pesquería de la VIII Región, observando durante los tres últimos años una distribución eminentemente oceánica. En este sentido la biomasa de jurel de 127.520 t. estimada en el presente crucero, corresponde al segundo valor más



bajo de la serie hist3rica registrada entre 1997 al 2010, solo superando levemente por las 89.736 t. cuantificadas el 2010.

## 2.- Precisi3n del estimado de la biomasa

Como consecuencia del patr3n de distribuci3n del jurel, la precisi3n del estimado de biomasa fue menor (11,3%) a la proyectada en el dise1o de muestreo para la prospecci3n (CV =30,09%), dado un predominio de sectores con mayor homogeneidad en las bajas densidades ac3sticas de jurel y para peque1as zona de alta concentraci3n, respecto a lo registrado desde el 2003 al 2009.

**Tabla 34.**

Estimados de biomasa de jurel en la zona centro sur (1997-2011).

A1os	1 a 200 mn	200 a 400 mn	400 a 600 mn	Total
	Biomasa (t)	Biomasa (t)	Biomasa (t)	Biomasa (t)
1997	3.753.516			3.753.516
1998	3.255.838			3.255.838
1999	4.381.572			4.381.572
2000	5.889.227			5.889.227
2001	6.146.418			6.146.418
2002	2.078.747			2.078.747
2003	914.653	1.831.599		2.746.252
2004	529.790	4.022.980		4.552.770
2005	583.260	3.503.062		4.086.322
2006	612.457	3.046.805	176.071	3.835.333
2007	87.753	3.155.924		3.243.676
2008	1.457	487.507	31.969	520.934
2009		328.016	206.522	534.538
2010			89.736	89.736
2011	7.975		119.545	127.520



### **3.-Cambio en el uso del espacio del jurel**

Las variaciones de la abundancia respecto a su ubicaci3n frente a la costa, sugieren cambios en la distribuci3n espacial y el uso del espacio de jurel en los últimos años, siendo importante establecer si esta corresponde a bajas en la abundancia o sólo al desplazamiento espacial, lo cual es relevante responder por su impacto en el ámbito comercial y de la administraci3n del recurso.

Este año, el fuerte cambio en el uso del espacio del jurel en la zona prospectada, caracterizado por solo 3 áreas de concentraci3n de reducido tamaño (972 mn<sup>2</sup>), representó una merma de 84% respecto al 2010 (5.904 mn<sup>2</sup>), registrándose cambios notorios en la participaci3n de los tipos de agregaci3n de jurel entre el 2010 y 2011, con un fuerte aumento de cardúmenes de 8% a 44% y la disminuci3n de los estratos 20% a 15% y dispersos 45% a 11%. Una de las consecuencias de el cambio de comportamiento, se relaciona con el aumento de la dificultad para la captura de ejemplares de jurel con red de arrastre, dado que su efectividad es mayor cuando predomina mayor abundancia con agregaciones tipo estratos y dispersos en un sector amplio. Dificultad que también se observó en los lances de pesca de cerco de los PAM Ventisquero y don Julio realizados entre el 27/06/11 al 23/07/11, donde el 73% de los lances no tuvieron pesca producto de la baja abundancia y una distribuci3n espacial de jurel restringida, lo que no permitió cumplir con la ejecuci3n de 20 lances programados inicialmente en la zona de estudio.

Estos cambios en la forma de agregarse el jurel, no ha modificado su distribuci3n batimétrica al detectarse entre los 30 a 170 m, con un mayor número de agregaciones de alta densidad entre 60 y 90 m y la concentraci3n de agregaciones en superficie en el sector costero (isla Mocha), evidenciando una distribuci3n más profunda fuera de las 200 mn, como se ha registrado desde el 2003.





#### 4.- Cobertura espacial de la flota extranjera

Esta tendencia decreciente de la biomasa a distintas distancia de la costa informada en el marco de este estudio, se ha corroborado con la operación anual de la flota China en el borde de las 200 mn el 2001 (78°W), cuando se evaluó 6,35 millones de toneladas en la ZEE, para posteriormente en el 2007 extender su operación comercial hasta los 120°W, evidenciando el desplazamiento de las agregaciones de jurel observados en la evaluaciones acústicas dentro y fuera de la ZEE (Zhang *et al.*, 2008). Luego, es posible sostener que a partir del 2002, el jurel ingresa con una intensidad menor al sector costero (ZEE) y que los cambios observados en la abundancia dentro y fuera de las 200 mn, evidencian una variación en la distribución espacial durante el invierno.

#### 5.-Condiciones ambientales y oferta alimentaría

Entre 1997 a 2002, la zona de distribución del jurel ha presentado fluctuaciones inter-anales en las variables bioceanográficas, causadas preferentemente por la influencia de eventos cálidos y fríos que han afectado el área (**Figuras 52 y 53**), donde se ha registrado aguas comparativamente más cálidas ( $> 17^{\circ}\text{C}$ ) y más salinas ( $>34,0$  psu) en el sector noroccidental de las áreas prospectadas. Al igual que desde el 2003 al 2009, en el crucero de prospección realizado el 2011 se observa al norte aguas relativamente más cálidas ( $>12^{\circ}\text{C}$ ), en tanto hacia el sur se manifiestan aguas más frías ( $<12^{\circ}\text{C}$ ), sin gradientes térmicos intensos, predominando en superficie temperaturas de  $10,3^{\circ}$  a  $12,7^{\circ}\text{C}$  ( $11,7 \pm 0,50^{\circ}\text{C}$ ) y salinidades entre 33,893 y 34,047 ( $34,984 \pm 0,030$  psu), permitiendo calificar la zona de estudio como una condición más fría este año.



Esta situaci3n se ratifica al analizar las anomalías mensuales de temperatura superficial del mar (TSM) satelital de junio del 1991 al 2011 (**Figura 54**), que muestra variaciones interanuales revelando la presencia de eventos cálidos importantes en el área prospectada, con anomalías positivas durante los años 1997 (+0,6 a +1,2°C), 2003 (+0,6 a +0,8°C) y 2009 (+0,8 a +2,0°C), mientras en el presente año predominaron anomalías negativas centradas en -0,2 y -0,6°C, similares a lo registrado el 2010, 2007, 2005, 2002, 2001, 2000 y 1999, especialmente asociados con años fríos producto de eventos La Niña (**Figura 53**)

En el contexto de cambio ambiental, la densidad global de los principales grupos zooplanctónicos ha disminuido gradualmente con una caída drástica en el 2002 (caída de la biomasa de 6,14 a 2,08 millones de toneladas) y que determina un nuevo máximo a partir del 2004. Junto a esto, se observa desde 1991 al 2000 una reducci3n de las tasas presentes que puede ser considerada como oferta de alimento de jurel, variando de 34 entre 1991 y 1994 a 18 en 1995 al 2000.

Luego, es importante destacar respecto al 2006, la significativa merma de la biomasa zooplanctónica en un 82,5%, 80,5%, 85,4% y 93,0% entre el 2006 y 2009, y la notoria reducci3n en un 50,2% el 2010 y 51,2% el 2011, respecto a la registrada el 2009, lo cual es relevante y debe tenerse presente en el análisis de las razones de la reducci3n de la biomasa y cambios en la distribuci3n del jurel, puesto que constituyen su alimento.

## 6.- Alimentaci3n de jurel

Especial atenci3n debe ponerse sobre los eufáusidos, en el sector entre los 34 a 40°S, al ser esta especie un ítem relevante en la dieta de jurel puesto que la importancia relativa (IIR) de esta presa es un 99,29%, estableciendo para la especie el carácter de predador selectivo con preferencia sobre crustáceos (carcinófaga). En este sentido, se



han observado cambios en la oferta alimentaria en sincronía con la biomasa entre 1997 y 2001 en la zona, al observar en esos años un número de presas relativamente superior al registrado los últimos años.

## **7.- Asociación al recurso**

Para el presente crucero, los niveles explicativos han sido moderados lo que pueden estar sustentados por la escasa abundancia de jurel que no permite disponer de información (agregaciones de jurel), para correlacionar con variables ambientales a través de los distintos métodos aplicados (Correlaciones, GAM, SIG y Perry&Smith) siendo este año bastante extremo. Asimismo, el área de distribución del jurel en el sector oceánico, se ha caracterizado por una marcada homogeneidad de las variables oceanográficas, lo cual ha influido en alcanzar mayores niveles explicativos en los modelos aplicados.

## **8.- Estructura de talla en la zona**

Este año, las capturas comerciales de la pesquería de jurel en la VIII Región no registraron ejemplares menores a 26 cm evidenciando una estructura asociada a ejemplares mayores y semejantes a lo registrado antes de El Niño 97-98, en las capturas comerciales de la pesquería de jurel en la VIII Región. En este sentido, se aprecian diferencias de un centímetro por año en los grupos modales entre el 2001-2009, sugiriendo un crecimiento somático para el stock de jurel, lo cual es consistente con el desplazamiento sistemático de los grupos de edad hacia edades mayores (V el 2003 a VII el 2007), destacando en este crucero sólo tres grupos importantes que se desplazan porcentualmente respecto al 2009, de 33 a 17% en la edad VIII, 21 a 43% para la edad IX y 18 a 21% en la edad X, lo que junto a la ausencia del grupo de edad V y menores, evidencia un crecimiento somático y el debilitamiento de la estructura de edades dado la carencia de un grupo fuerte.



## 9.- Condici3n del recurso

Luego, al considerar el valor absoluto de biomasa estimado, la fuerte reducci3n espacial del jurel dentro y fuera de la primeras 200 mn en la zona de estudio, la presencia de s3lo tres grupos de edad mayores importantes y su desfase, la baja disponibilidad del recurso a la pesquer3a y la escasa presencia de ejemplares pre-reclutas en la estructura de talla, configuran un escenario que confirma una condici3n negativa observada a partir del 2002. En este sentido, evaluaciones directas hidroac3sticas junto a indicadores biol3gicos y operacionales provenientes de la pesquer3a, incorporadas en los modelos de evaluaci3n indirecta, bajo distintos escenarios, configuran una situaci3n delicada del stock de jurel en las costa de Chile (Canales *et al*, 2009).

## 10.-Estabilidad de las estructuras de tallas en la zona

La ejecuci3n de lances de pesca durante las prospecciones ac3sticas tiene b3sicamente dos objetivos:

- Ratificar la identificaci3n ac3stica de las especies.
- Colectar muestras biol3gicas para los estudios de edad, estructura de talla, peso, composici3n sexual y alimentaci3n.

Dado el car3cter mono espec3fico del jurel y atendiendo a la experiencia de los observadores, la identificaci3n ac3stica rara vez difiere de los resultados de pesca, por lo que los resultados de pesca se refieren a la estructuraci3n por tallas y edad de las estimaciones de biomasa de jurel.



Idealmente los lances de pesca de identificaci3n deben realizarse lo m3s cerca posible de la detecci3n ac3stica, hecho que se cumpli3 cabalmente hasta el 2007, lográndose 3xito relativo en los vol3menes de jurel capturados con arrastre de mediagua, satisfaciendo los vol3menes de muestreo. Sin embargo, dadas las dificultades para realizar lances exitosos a partir del 2008, se integro paulatinamente la informaci3n de la flota cerquera que oper3 dentro de un periodo de tiempo similar al crucero.

Las estructuras de tallas de jurel provienen de los lances de pesca realizados en la zona centro sur entre el 2002 y 2008, son significativamente similares a los obtenidos en las pesca de mediagua en los correspondientes cruceros. En efecto el an3lisis de las composiciones de tama3o de lances de cerco, ubicadas en torno a cuatro sectores de la zona centro sur, entre junio y julio el 2010, muestra un desfase temporal entre 1 a 67 d3as, entre la ejecuci3n del lances de pesca de cerco y la detecci3n ac3stica de ecotrazos de jurel en la prospecci3n (**Figura 1, Anexo II**). En este mismo sentido el an3lisis a la estructura de talla de la flota de cerco de la VIII Regi3n entre mayo-agosto del 2010 y 2011, agrupadas en 6 sectores para el 2010 y 13 sectores para el 2011, muestra que las estructuras de tallas se mantuvieron significativamente similares entre 1 a 47 d3as (**Figura 2 y 3, Anexo II**). Concluyendo para ambos an3lisis el rechazo a la existencia de diferencias significativas entre las distribuciones de tama3o de jurel, para los distintos periodos y desfases temporales presentes en la zona de estudio.

Por otra parte, el an3lisis de la informaci3n mensual de los lances de la flota tambi3n muestra estructuras de tallas bastante similares durante el 2010 y 2011 (**Figuras 55 y 56**), con modas principales en 38 cm en mayo y junio; 38-39 en julio del 2010 y 40 cm en mayo, junio, agosto y 41 cm en julio en 2011, siendo la excepci3n agosto del 2010 donde los lances fueron costeros y con ejemplares mayores. El an3lisis estad3stico de



la comparaci3n de las modas y estructuras de tallas entre meses, mediante el CHI cuadrado, ratifica la similitud de las estructuras de tallas, destac3ndose las diferencias observadas en agosto del 2010, rechaz3ndose la hip3tesis nula (homogeneidad en las distribuciones) de ese mes respecto a todos los dem3s casos (**Tabla 35**). De este modo, estos resultados permitieron establecer que las estructuras de tallas de jurel son estables dentro de los 4 meses considerados, observando desplazamientos en el recurso a trav3s de cambios en la localizaci3n de las zonas de concentraci3n seg3n transcurren los meses, con zonas de pesca que se mantienen localizadas sin grandes alteraciones en las estructuras de tama1o. Esto permiti3 con un respaldo estadístico suficiente utilizar esta fuente de informaci3n para estructurar la biomasa a la talla de jurel, considerando un desfase en la informaci3n de 14 d3as, bajo el criterio que el stock no registra cambios en sus estructuras de tama1os en el desfase temporal entre la prospecci3n y la pesca.

**Tabla 35.**  
Resultados de comparaci3n estructura talla por meses con prueba estadística de chi cuadrado. A1o 2010 y 2011.

			2010
Meses	$\chi^2$ calculado	$\chi^2$ Tabla ( $\alpha=0.05$ )	
Mayo-junio	17,1	30.1	NR
Mayo- julio	13.0	28.9	NR
Mayo-agosto	110.7	43.8	R
Junio-julio	8.1	28.9	NR
Agosto-junio	107.2	43.8	R
Agosto-julio	114.8	43.8	R
			2011
Mayo-junio	7.2	43.8	NR
Mayo- julio	7.4	43.8	NR
Mayo-agosto	32.8	43.8	NR
Junio-julio	6.1	43.8	NR
Agosto-junio	30.4	43.8	NR
Agosto-julio	30.7	43.8	NR

NR= No se rechaza igualdad

R= Rechaza igualdad



## 11.- Validez del arte de muestreo utilizado.

Si bien es cierto los datos analizados muestran estabilidad en las estructuras de tallas en la zona durante los cuatro meses considerados, el uso de estructura de tama1o proveniente de sectores temporalmente distinto al sondeo acústico como el considerado (14 días m1ximo), donde hay una carencia de simultaneidad entre la detecci3n y colecta de ejemplares de jurel, pudiera suponer una dificultad con la identificaci3n de los ecotrazos de jurel detectado por los equipos acústicos, sin embargo, esto no constituye una limitante si se considera que el posible error asociado a asignar densidad acústica ( $s_A$ ) de jurel a especies acompa1antes, se reduce considerablemente frente al fuerte car1cter mono especifico de las capturas de jurel, como lo ha establecido el an1lisis de clusters a la serie de capturas registradas en las evaluaciones acústicas realizadas entre 1997 a 2010 y las capturas comerciales de la flota de la VIII Regi3n en la zona centro-sur del pa1s.

La actual condici3n del stock de jurel en la zona centro-sur de Chile y norte, caracterizado por una fuerte ca1da en sus niveles de biomasa; reducci3n de la frecuencia de las agregaciones tipo estratos y dispersos y; reducci3n en el tama1o y frecuencia de los cardúmenes, explica las menores capturas de la flota en general y en particular con red de mediagua, como consecuencia de lo anterior, se destaca el aumento del nÚmero de lances sin capturas y en la duraci3n de los viajes de la flota

Es importante tener presente que la estrategia de pesca de la flota comercial se diferencia de la operaci3n del barco de investigaci3n, en cuanto a que los barcos pesqueros permanecen en la zona día y noche, esperando que las condiciones de distribuci3n del recurso sean favorables, en tanto el barco cient1fico dispone de tiempo limitado para realizar las capturas y obtener las muestras requeridas en el estudio.

En este sentido, es necesario establecer tambi3n que el éxito de pesca de los artes depende de las condiciones de distribuci3n y comportamiento del recurso, siendo más



favorable para el arrastre la condici3n de estrato o disperso, y para el cerco en cardumen. Desde este punto de vista, el cardumen tiene una mayor reacci3n de escape a un estimulo externo que en condici3n de estrato, el cual se genera fundamentalmente durante la alimentaci3n.

Dado las dificultades para obtener las muestras requeridas con ambos artes de pesca, y considerando que las estructuras de tallas obtenidas por ambos sistemas de pesca en la zona de estudio son similares, en el futuro se recomienda establecer un esquema de muestreo combinado entre ambos artes de pesca, el cerco con la flota industrial y el arrastre a media agua con el buque de investigaci3n, definiendo la contemporaneidad y simultaneidad necesarias.

Por otra parte, si bien es cierto los resultados alcanzados en este estudio permiten la estructuraci3n de la biomasa a la talla de jurel mediante la informaci3n proveniente solo de la flota, es altamente inconveniente a priori descartar la posibilidad de realizar pescas de identificaci3n durante la prospecci3n, puesto que pueden aportar informaci3n extra, respecto a la presencia de otras especies distintas al jurel y que no demandan recursos extras, manteni3ndose la capacidad de pesca en sectores en que la flota no opera habitualmente, siendo mayores las p3rdidas que las ganancias al suprimirlas.





## 9. CONCLUSIONES

---

### 9.1 Acústica

- 9.1.1** La biomasa de jurel para la zona comprendida desde isla Mocha (38°20'S) a isla Chiloé (42°05'S) y desde 5 a 630 millas de la costa, estimada por el método de variables regionalizadas fue 127.520 t, con un coeficiente de variación (CV) de 11,33%. El método geoestadístico presentó la mayor precisión y su biomasa no presentó mayor diferencia con lo estimado por los otros métodos.
- 9.1.2** La abundancia numérica total alcanzó a 178,15 millones de ejemplares, con un 94% de los individuos ubicados entre 300-580 mn y solo un 6% en el sector costero, observando una drástica caída respecto al 2008 (956,40 E+06) y 2009 (809,41E+06). El número de individuos bajo la talla mínima legal (26 cm) fue cero, manteniéndose la reducción de ejemplares menores, observada de manera intensa entre 2001 y 2002, con porcentajes que van desde 35,9% a 14,1% en número y 24,9% a 8.1% en peso.
- 9.1.3** El patrón de distribución espacial del jurel durante este año corresponde con lo observado desde 1997 al 2002, en cuanto a la ausencia total de agregaciones en el sector noroeste donde se detecta de manera recurrente la intrusión de aguas cálidas procedentes del área oceánica. Este año, al igual que el 2008, 2009 y 2010 la ausencia de recurso se expandió considerablemente al registrar recurso en un área bastante reducida que lo observado durante el 2003 al 2007, con una tendencia a situarse al sur a través de los años.



- 9.1.4** El recurso se ubicó principalmente desde Corral a isla Chiloé, concentrándose en esta área el 94% de la biomasa total estimada y su distribución por sobre el límite de las 300 mn sugiere la localización hacia la alta mar. Esta distribución espacial de jurel no presenta grandes diferencias con la de 1998 y desde el 2002 al 2010, donde más del 90% de la biomasa se localizó al sur de Talcahuano.
- 9.1.5** En la zona de estudio, la densidad acústica media para este crucero fue de 149 t/mn<sup>2</sup>, sustentada por la fuerte reducción del área de distribución del recurso que alcanzó a un 83% y 94% respecto a lo registrado el 2009 y 2010. Esta menor área de distribución de jurel sugiere que la disminución de la abundancia es producto de un cambio en el uso del espacio del recurso y una baja importante en la disponibilidad o presencia de jurel.
- 9.1.6** El índice de presencia y densidad fue de 0,006% y 149 t/mn<sup>2</sup> para el área prospectada. Resultado que junto a un índice de presencia 0,012 % y densidad de 214,20 t/mn<sup>2</sup> para la zona en el 2009, sugiere un cambio en la distribución espacial de jurel y un decremento en la abundancia en la zona de estudio.
- 9.1.7** Al igual que desde el 2003 al 2008, el jurel mantiene su tendencia a localizar sus agregaciones a mayor profundidad hacia el oeste, siguiendo el patrón histórico de la profundidad media de jurel observado cada 100 mn desde costa hacia la alta mar (59,7; 77,7; 98,3 y 98,9 m).



## 9.2 Pesca

- 9.2.1** El 96,6 de la captura fue jurel, y el 3,4% a sierra *Thyrsites atun*. Número reducido de especies que es consistente con el análisis de clusters por especie histórico realizado entre 1997 y 2011, donde los altos niveles de similitud corresponden a solo tres especies reineta, caballa y jibia, evidenciando el carácter monoespecífico de las captura en el estudio y pesquería.
- 9.2.2** Se vuelve a ratificar un crecimiento somático en el recurso durante este año, dado el aumento paulatino de la moda desde el 2001 (26 cm) al 2011 (39 cm) y la nula captura de ejemplares bajo la talla mínima legal (26 cm) y menores a 34 cm, manteniéndose la fuerte disminución observada desde 1997.
- 9.2.3** Los principales grupos de edad VIII (clase anual 2003), IX (clase anual 2002) y X (clase anual 2001), registran un desplazamiento en sus aportes respecto a lo observado el 2009, desde 33 a 17% para el grupo VIII, 21 a 43% para el IX y 18 a 21% para el X, evidenciando el desplazamiento de los principales grupos hacia edades mayores. Se mantiene la ausencia del grupo de edad III y menores, así como el debilitamiento por carencia de un grupo de edad fuerte como se registraba en años anteriores en la zona de estudio.



### 9.3 Oceanografía

- 9.3.1** La zona de estudio presentó el predominio de isoterma de 12°C, registrando aguas de menor temperatura en el sector sur y este (40°30'S y 84°W), que al igual que el 2010, no reveló gradientes meridionales y zonales de importancia. Gran parte del área estuvo caracterizada por isohalina de 34,0 psu y isopicna de 25,8-25.9  $\sigma_t$ , revelando distribuciones espaciales bastante homogéneas, con el predominio de un ambiente bien oxigenado, dominado por las isoclinas de 6 ml L<sup>-1</sup>, y una reducida presencia de biomasa fitoplanctónica (0,13 mg m<sup>-3</sup>).
- 9.3.2** La distribución vertical de las variables medidas mostró escasa variación zonal, con una capa de mezcla entorno a los ~100 m, termoclina/picnoclina débiles y extensas ubicadas entre 100 y 300 m en gran parte de los casos, una virtual ausencia de estratificación en salinidad o haloclinas, y una columna de aguas bien oxigenada caracterizada por isoclinas >4 ml L<sup>-1</sup> en gran parte del área de estudio, sin la presencia de oxiclinas ni gradientes zonales de importancia, así como niveles de clorofila muy bajos característicos del sector oceánico y período invernal en la zona centro-sur de Chile.
- 9.3.3** Al diferencia del 2010, la profundidad de la capa de mezcla (PCM) fluctuó entre 40 y 100 m de profundidad, registrando un gradiente zonal importante producto de PCM mas someras (< 60 m) ubicadas el sector oceánico ( ) y costero(), sin registrar su mayor valor (100 m) un predomino respecto al año pasado. La profundidad base de la termoclina (PBT) muestra un gradiente meridional reducido al interior de los 83°W, con valores mayores (>120m) al norte de los 40°S y menores (<125m) hacia el SW, además de PBT relativamente menores



100 m que generan otro gradiente meridional en el extremo NW del área de estudio.

**9.3.4** Las anomalías de la TSM evidenciaron la alternancia de períodos fríos y cálidos, con aguas frías en gran parte del área entre 1990 y 1994, en contraste con anomalías positivas durante los inviernos de 1997-1998. Al igual que el 2010, este año muestra predominio de anomalías negativas con un máximo de  $-0,6^{\circ}\text{C}$  y mínimo de  $-0,1^{\circ}\text{C}$ , evidenciando una condición fría en el área de estudio, respecto a lo reportado el 2008-2009.

**9.3.5** En este estudio y de manera similar a lo reportado para el período invernal de 1997-2010, el análisis de los diagramas T-S reveló la presencia de dos masas de agua en el área de prospección: las Aguas Subantárticas (ASAA) y las Aguas Intermedias Antárticas (AIA), en tanto en algunos casos se registró de manera incipiente las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS), así como mínimos salinos que podrían estar asociado a Aguas Intermedias del Pacífico Sur-Este (AIPSE).

## **9.4 Plancton**

**9.4.1** La composición zooplanctónica este año permanece estable respecto a años anteriores, al mantenerse dominancia en abundancia relativa y en frecuencia de ocurrencia de los grupos copépodos, quetognatos, ostrácodos, pterópodos y eufáusidos. Para los grupos principales, la abundancia relativa muestra una importante merma respecto al 2009, alcanzando este año bajos valores que en su volumen corporal, reflejó una fuerte caída del 51,2% en la biomasa media ( $19,0/1.000\text{ m}^3$ ) respecto al 2009 ( $39/1.000\text{ m}^3$ ), constituyendo el menor volumen medido entre 1997 y 2011.



- 9.4.2** La tendencia decreciente de los eufáusidos desde el 2003, sigue el comportamiento general del zooplancton en la zona de estudio, pero este año se observa un aumento respecto al 2010, lo que puede constituir un factor explicativo de la mayor disponibilidad de jurel en el área si se considera que los eufáusidos son el ítem más importante en la dieta de jurel.
- 9.4.3** Diferencias estadísticamente significativas en los niveles de abundancia relativa media fueron registradas entre los lances diurnos y nocturnos solo en tres grupos (copépodos, eufáusidos y larvas de eufáusidos), prevaleciendo las mayores concentraciones durante los períodos nocturnos, mientras que el mayoritariamente el resto de los grupos identificados no mostró diferencias relevantes entre ambos períodos.
- 9.4.4** Los índices comunitarios no dan cuenta de una zona de cambios que sugirieran como el año pasado, la existencia de una zona de transición entre dos biotopos distintos.

## **9.5 Alimentación**

- 9.5.1** Para jurel se confirma la importancia de los eufáusidos como ítems presa, además de gastrópodos y los peces linterna (*mictófid*os), no existiendo cambios significativos respecto a años anteriores en la zona de estudio.
- 9.5.2** En el área prospectada el jurel se presenta como un predador selectivo, con una tendencia asociada a los crustáceos o eufáusidos (carcinófago)



## 9.6 Asociaciones

- 9.6.1** El análisis de correlación múltiple entre densidad de jurel y el ambiente reveló bajos valores, encontrando correlación significativa para la temperatura ( $r=0,328$   $p=0,005$ ), densidad ( $r=0,320$   $p=0,007$ ), profundidad capa mezcla ( $r=0,349$   $p=0,003$ ), espesor termoclina ( $r=0,362$   $p=0,002$ ) y densidad de eufáusidos ( $r=0,353$   $p=0,000$ ), lo cual se sustentaría por la distribución en parche del recurso y la homogeneidad de las variables físicas en el sector donde se ubicó el recurso.
- 9.6.2** El modelamiento estadístico (GAM) entre variables ambientales y densidad jurel, interpolada por Sistema de Información Georeferenciada (SIG), estableció un modelo con las variables; clorofila, latitud, temperatura, capa dispersión profunda, gradiente temperatura, larvas de eufáusidos, salinidad, gradiente salinidad, eufáusidos, densidad y oxígeno, que bajo un enfoque gaussiano explican sobre el 40 % de la variabilidad del modelo. Asimismo, para la información a la profundidad media del jurel, un modelo de 5 variables significativas explica un 39% de la variabilidad en la salinidad para la zona de estudio.
- 9.6.3** Al comparar las inter-relaciones entre variables ambientales y densidad de jurel, se ven dos periodos, uno desde 1997-2001, donde hubo un incremento sistemático de la densidad de jurel dentro de las primeras 200 mn, entonces la distribución de jurel está asociada con aguas ASAA y subsuperficialmente AESS, donde existe una alta salinidad y baja concentración de oxígeno. En el segundo periodo 2002-2011, el jurel se encuentra distribuido en sectores más oceánicos, asociado con aguas oxigenadas ( $5,5-6$   $\text{ml L}^{-1}$ ), de menor temperatura ( $10$  y  $12^\circ\text{C}$ ), alta salinidad (34 psu) y bajo nivel de clorofila y concentración de eufáusidos.



## 9.7 General

El bajo valor de biomasa, la fuerte disminución espacial del jurel dentro y fuera de la ZEE, la presencia de solo tres grupos de edad mayores importantes y su desfase, la baja disponibilidad del recurso a la pesquería y la nula presencia de pre-reclutas en la estructura de talla, no permiten señalar para este año, la continuidad de la tendencia creciente y mejorada de la estructura del stock observada hasta el 2001, si no más bien, una mantención en la merma de la disponibilidad del recurso en la zona.





## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

Amundsen, P, H. Gabler and F. Staldvik. 1996. A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data-modification of the Costello (1990) method. *J. Fish Biol.*, 48: 608-614.

Arancibia H y S. Neira. 2002. Does ENSO Induce Changes in Recruitment of Horse Mackerel (*Trachurus symmetricus*) and in the long-term Trend of the Trophic Level of Fishery Landings in Central Chile. *Investig. mar.*, vol.30, no.1, supl, p.179-181.

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

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

Barbieri, M. A., J. Córdova, 1986. Estudio de la variabilidad de los datos acústicos obtenidos en cruceros hidroacústicos. *La Pesca en Chile. Escuela de Ciencias del Mar UCV; Arana P. (ed): 249-258 p.*

Barbieri, M. A., J. Córdova, S. Lillo, J. Castillo, M.G. Böhm, J. L. Blanco, E. Yáñez, V. Catasti, H. Robotham, H Arancibia, O. Guzmán y F. Gerlotto. 1996. Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la zona centro-sur (fase crucero metodológico). Informe de final al FIP 95-07. IFOP, Chile. 52 p + anexos y figs.

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



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

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

Canales, C. R. Serra, C Martínez, A. Aranis, L. Caballero, J. Córdova, J Quiroz, M Canales, V Bocic, A Sepúlveda, C Gatica, S Núñez, M Aguayo, J Giacaman, M Arteaga, R Alarcón y C Gonzáles. 2009. Revisión de metodologías de evaluación del jurel a nivel subregional. Informe Final. FIP N° 2007-23. Instituto de Fomento Pesquero e Instituto de Investigación Octava Región S.A. 162 pág. +figuras, tablas y anexos.

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

Chambers, J.M., Hastie, T.J. (Eds.), 1992. Statistical Models in S. Wadworth & Brooks/Cole Advanced Book and Software. Pacific Grove, CA, 608 pp.

Chong, J., C. Oyarzun, R. Galleguillos, E. Tarifeño, R. Sepulveda & C. Ibañez. 2005. Parámetros biológico-pesqueros de la jibia *Dosidicus gigas* (Orbigny, 1835) (Cephalopoda: Ommastrephidae), frente a la costa de Chile Central (29°S-40°S) durante 1993-1994. Gayana (Concepc.), 69(2): 319-328.

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



- Cleveland, W.S.- Grosse, E., Shyu, W.M., 1992. Local regression models. In: Chambers, J.M., Hastie, T.J. (Eds.), Statistical Models in S. Wadworth & Brooks/Cole Advanced Book and Software. Pacific Grove, CA, 608 pp.
- Córdova, J., M. A. Barbieri, A. Paillamán, H. Robotham y M Rojas. 1995. Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Evaluación hidroacústica de jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (219p).
- Córdova, J, M. A. Barbieri, H. Miranda, M. Espejo, M. Rojas. 1998. Evaluación hidroacústica del recurso jurel entre la V y X Regiones. Informe Final FIP N° 96-13. 162 pp + figuras y anexos.
- Córdova, J, M. A. Barbieri, H. Miranda, M. Espejo, M. Rojas. 1999. Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la ZEE de Chile. Informe Final FIP N° 98-11. 200 pp + figuras y anexos.
- Córdova, J, M. A. Barbieri, H. Miranda, M. Espejo, M. Rojas. 2000. Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la ZEE de Chile. Informe Final FIP N° 99-03. 201 pp + figuras y anexos.
- Córdova, J, M. A. Barbieri, M. Espejo. 2001. Evaluación hidroacústica de jurel en la ZEE de Chile, año 2000. Informe Final FIP 2000-03. 221 pp + figuras y anexos.
- Córdova, J, M. A. Barbieri, M. Espejo. 2002. Evaluación hidroacústica de jurel en la ZEE, en marzo 2001. Informe Final FIP N° 2001-02. 204 pp + figuras y anexos.



- Córdova, J, M. A. Barbieri, M. Espejo. 2003. Evaluación hidroacústica de jurel en la ZEE, año 2002. Informe Final FIP N° 2002-02. 198 pp + figuras y anexos.
- Córdova, J, C. Lang. 2007. Investigación Evaluación hidroacústica jurel V-X, 2006. Informe Final BIP N° 30043859-0. 125 pp + figuras y anexos.
- Córdova, J, F. Leiva, C Hernandez. 2008. Evaluación hidroacústica del recurso jurel entre la V y X Regiones, año 2007. Informe Final FIP N° 2007-07. 173 + figuras y anexos.
- Córdova, J, C Lang, C Hernandez. 2009. Evaluación hidroacústica de jurel entre la V y X Regiones, año 2008. Informe Final FIP N° 2008-05. 223 + figuras y anexos.
- Córdova, J, C Lang, C Hernandez. 2010. Evaluación hidroacústica integral del recurso jurel entre la V y X Regiones, año 2009. Informe Final FIP N° 2009-05. 211 + figuras y anexos.
- Córdova, J, B. Leiva, V. Catasti y V. Bocic. 2011. Investigación Evaluación hidroacústica del recurso jurel entre la V a IX y XIV Regiones, año 2010. Informe Final SUBPESCA: 126 + figuras y anexos.
- Córdova, J, B. Leiva, V. Catasti y V. Bocic. 2011. Investigación Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la X Regiones, año 2010. Informe Final SUBPESCA: 132 + figuras y anexos.
- Cortés E. 1997. A critical review of methods of studying fish feeding base don analysis os stomach contents: application to elasmobranch fishes. Can. J. Fish. Aquet. Saci., 54:726-738.



- Correa-Ramírez, M.A., S. Hormazábal & G. Yuras. 2007. Mesoscale eddies and high chlorophyll concentrations off central Chile (29°-39°S) Geophysical Research Letters 34(L12604). doi: 10.1029/2007GL029541.
- D'Amours, D.D. 1993. The distribution of cod (*Gadus morhua*) in relation to temperatura and oxygen level in the Gulf of St. Lawrence. Fisheries Oceanography, 2:1,24-29.
- Dobson, A. 2002. "An Introduction to Generalized Linear Models 2nd Edition" Chapman and Hall, London.
- Eastman, J.R. 1995. IDRISI for Windows. User'LS Guide Version 1.0. Clark University Labs for Cartographic Technology and Geographic Analysis. 239p.
- Evseenko, S. A. 1987. Reproducción de jurel del Perú *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols) en el Pacífico Sur. Voprosy Ichthyologii, 27(2):264-273.
- Figueroa, D., M. Sobarzo, L. Soto y P. Davila, 1995. Oceanografía física. En: Informe final proyecto "Evaluación Hidroacústica de jurel en la zona centro-sir, V a IX regiones. FIP, 221p.
- Foote, K. 1986. Mantaining precision calibrations with optimal cooper spheres. Journal of the Acoustical Society of America
- Foote, K. and J. Rivoirard 1992. Geostastical analysis of acoustic survey dat on = group herring in Fjord. IVES. C. M. 1992/ D: 10. 14 p.



- Francis R.I.C.C. 1984. Variability in hidroacoustic biomass estimate (comment).  
Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41: 825-826.
- Frontier, S. 1980. Zooplancton de la región de Nosy-Bé I) Programa des recoltes et techniques d'etude. II) Plancton de surface aux stations 5 et 10. Cah Orstom (océanogr.), 4(3):3-37.
- Griffiths, F. B., G. H. Brown, D. D. Ried y R. R. Parker. 1984. Estimation of sample zooplankton abundance from Folsom splitter sub-samples. J.Plank. Res., 6(5) 721-731.
- Guzmán, O., J. Castillo, S. Lillo, P. Pineda, L. Rodríguez e I. Giakoni. 1983. Estudio de recursos pelágicos. Programa Monitoreo de los Recursos Pelágicos I. Prospección zona Arica-Coquimbo (18°30'- 30°00'LS) Corporación de Fomento de la Producción (AP 83-82). Inst. Fom. Pesq., Santiago, Chile.
- Hansen, R., W. Madow and W. Huwitz. 1953. Sample survey methods and theory. Volume I and II. Methods and applications: John Wiley and Sons, INC.
- Hastie T. y R. Tibshirani. 1990. Generalized Additive Models. Chapman and Hall, London.335 p.
- Hulley, P. A. 1984. Mictophidae. In Fishes of the North-Eastern. Atlantic and the Mediterranean. Vol 1.
- Hynes H. 1950. The food of freshwater stickleback (*Gasterosteus aculeatus*). Fish. Bull. 69.(2):267-271 p.



- Jones, J. B. 1990. Jack mackerel (*Trachurus* spp.) in New Zealand waters. N. Z. Fish. Tech. Rep. 23: 28 pp.
- Kara, A.B., P.A. Rochford & H.E. Hulburt. 2000. An optimal definition for ocean mixed layer depth. J. Geophys. Res., 105(C7):16803-16821.
- Kawahara, S., J. Uozum Y h: Jamada. 1988. First record of a carangid fish. *Trachurus murphyi*, from New Zeland Waters. Jap. J. Ichthyol. 35 (2):21-214.
- Krefst, G. 1984. Nodosudidae. Pag 421-425.
- Lillo, S y A. Paillaman. 1995. Evaluación directa de merluza común. En .Evaluación hidroacústica de la merluza común. Sección 1. En: Evaluación hidroacústica del stock de merluza común explotado en la zona centro sur. Informe final. FIP-IFOP.
- Ludwig, J. & J. Reynolds. 1988. Stastical Ecology. A primer on methods and computing. Wiley & Sons. NY. 329 p.
- MacLennan, D. and J. Simmonds. 1992. Fisheries acoustics. Chapman Hall, London: 325 pp.
- McCullagh, P., Nelder, J.A., 1989. Generalized Linear Models. Chapman & London, 394 pp.



- Maravelias C.D., Reid D.G., Simmonds E.J., Haralabous J. (1996). Spatial analysis and mapping of acoustic-survey data in the presence of high local variability: geostatistical application to the North Sea herring (*Clupea harengus*). *Canadian Journal of Fisheries Aquatic Sciences* 53:1497–1505.
- Maynou FX, Sardà F, Conan GY. 1998. Assessment of the spatial structure and biomass evaluation of *Nephrops norvegicus* (L.) populations in the northwestern Mediterranean by geostatistic. *ICES J Mar Sci* 55:102–120.
- Medina, M y H. Arancibia. 2002. dinamica trófica de jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) en el norte de Chile. *Investig. Mar., Valparaiso*, 30(1): 45-55.
- Microimages. 1997. TNTmips- The map & Image Processing system. Millero, F. y A. Poisson. 1981. International one atmosphere equation of state for seawater. *Deep Sea Res.* 28A: 625 - 629.
- Millero, F. y A. Poisson. 1981. International one atmosphere equation of state for seawater. *Deep Sea Res.* 28A: 625 - 629.
- Newell, G.E. y R.C. Newell. 1966. *Marine plankton a practical guide*. Hutchinson Educational, University of London. 221 pp.
- NODC. 1991. National oceanographic data center, user guide. En: Key to oceanographic records documentation N°14 NOAA.
- Núñez, S. & J. Ortiz. 1999. Informe Final. Capítulo: Oceanografía física y química. *En: Proyecto FIP 98-11 Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la ZEE de Chile*. 200 pp + Anexos.





- Núñez, S., J. Ortiz & P. Torres. 2001. Informe Final. Capítulo: Oceanografía. *En:* Proyecto FIP 2000-03 Evaluación hidroacústica del jurel en la ZEE de Chile, Año 2000.
- Núñez, S., J. Ortiz & P. Torres. 2002. Informe Final. Capítulo: Oceanografía. *En:* Proyecto FIP 2001-02 Evaluación hidroacústica del jurel en la ZEE de Chile, Año 2001.
- Núñez, S., J. Ortiz & P. Torres. 2003. Informe Final. Capítulo: Oceanografía. *En:* Proyecto FIP 2002-02 Evaluación hidroacústica del jurel en la ZEE de Chile, Año 2002.
- Núñez, S., J. Ortiz & P. Torres y F Vejar. 2004. Informe Final. Capítulo: Oceanografía. *En:* Proyecto FIP 2004-06 Evaluación hidroacústica del jurel del recurso entre la V y X Regiones, Año 2004.
- Núñez, S., J. Ortiz & P. Torres y F Vejar. 2005. Informe Final. Capítulo: Oceanografía. *En:* Proyecto BIP N° 30033968-0. Evaluación Directa de jurel V y X Regiones, 2005.
- Núñez, S., J. Ortiz & P. Torres y F Vejar. 2006. Informe Final. Capítulo: Oceanografía. *En:* Proyecto BIP N° 30043859-0. Investigación Evaluación hidroacústica jurel V y X, 2006.
- Núñez, S., E. Navarro & S. Vásquez. 2007. Informe Final. Capítulo: Oceanografía. *En:* Proyecto Evaluación hidroacústica del recurso jurel entra la V y X Regiones, invierno Año 2007.



Núñez, S., S. Vasquez & M. Correa. 2008. Informe Final, Capítulo: Oceanografía. En; Proyecto FIP 2008-05 Evaluación hidroacustica del recurso jurel entre la V y X Regiones, invierno Año 2008.

Núñez, S., S. Vásquez & M. Correa. 2009. Informe Final. Capítulo: Oceanografía. En: Proyecto FIP 2008-05 Evaluación hidroacústica del recurso jurel entra la V y X Regiones, invierno Año 2008.

Núñez, S., S. Vásquez, M. Correa & M. Reyes. 2010. Informe Final. Capítulo: Oceanografía. En: Proyecto FIP 2009-05 Evaluación hidroacústica integral del recurso jurel entre la V y X Regiones, Año 2009.

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

Palma, S. y K. Kaiser. 1993. Plancton marino de aguas chilenas. Ediciones universitarias de Valparaíso. Universidad Católica de Valparaíso, Chile. 151 pp.

Parsons, T. R., Y. Maita y C. M. Lalli. 1984. A Manual of chemical and biological methods for seawater analysis 172 pp. Pergamon Press.

Pennington, M. 1983. Efficient estimators of abundance for fish and plankton surveys, Biometrics 39: 281-286.

Pequeño, G. 1971. Sinopsis de Macrouriformes de Chile. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile, 32: 269-298.



- Perry, R. and S. Smith. 1994. Identifying habitat associations of marine fishes using survey data: An application to the Northwest Atlantic. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 51:589-602.
- Perry, R., M. Stocker & J. Fargo. 1994. Environmental effects on the distribution of groundfish in Hecate Strait, British Columbia. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 51:1401-1409.
- Petitgas, P. 1991. Contributions géostatistiques a la biologie des peche maritimes. These de doctorat., Centre de Géostatistique, Fontainebleau, 211 p.
- Petitgas, P. 1993. Geostatistics for fish stock assessment: a review and on acoustic applications. *ICES J. mar. Sci.*, 50: 285 - 298.
- Petitgas, P. and A. Prampart. 1993. EVA (Estimation variance) Logiciel de géostatistique pour IBM-PC effectuant l'analyse structurale et les calculs de variance d'estimation es quantites totales pour des donnees géographiquement correlees. *ICES C.M.* 1993/D:65.
- Pinkas L., M. S. Olphan y L. K. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California Waters. *Fish. Bull. Calif.* 152: 105 pp.
- Postel, L., H. Fock and W. Hagen. 2000. Biomass and abundance. In: *Zooplankton methodology manual*. Ed: R.P. Harris, P.H. Wiebe, J. Lenz, H.R. Skjoldal and M. Huntley. ICES.
- Retamal, M.A. 1981. Catálogo ilustrado de los crustáceos decápodos de Chile. *Gayana (Zoología)*, N° 44, 110 págs.



- Robotham, H y J.Castillo. 1990. The bootstrap methods: An alternative for estimating confidence intervals of resources surveyed by hidroacoustic techniques. Rapp. P.-V. Cons. Int. Explor. Mer. 189:421-424.
- Saavedra, J.C., H. Miranda & Z. Young. 2003. “Métodos de Comparación de Distribuciones de Frecuencia de Tallas y Edades”. Documento Técnico. Comisión Estadística. Instituto Fomento Pesquero. 10 p.
- Saiz, F. 1980. Experiencias en el uso de criterios de similitud en el estudio de comunidades. Arch. Biol. Med. Exp., 13: 387-402.
- Sernapesca. Anuario Estadístico de Pesca disponible en: [www.sernapesca.cl](http://www.sernapesca.cl).
- Serra R., C. Canales, P. Barría, J. Córdova y A. Aranís. 2001. Investigación y captura Total Permissible Jurel, 2001. Proyecto IFOP – SUBPESCA. Informe final 61p+ Anexos.
- Serra, R. 1991. Important life history aspects of the Chilean jack mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi*. Invest. Pesq. (Chile), 36: 67-83.
- Shotton R. and G.P. Bazigos. 1984. Techniques and considerations in the design of acoustic survey. Rapp.P.V. Reun. Cns. Int. Explor. Mer. 184: 34 -57.
- Schneider , W, R. Fuenzalida, E. Rodrigues-Rubio, J. Garces-Vargas, L. Bravo, 2003. Characteristics and Formation of Eastern South Pacific Intermediate Water. Geophys. Res. Lett., 30(11), 1581, doi:10.1029/2003GLO17086.



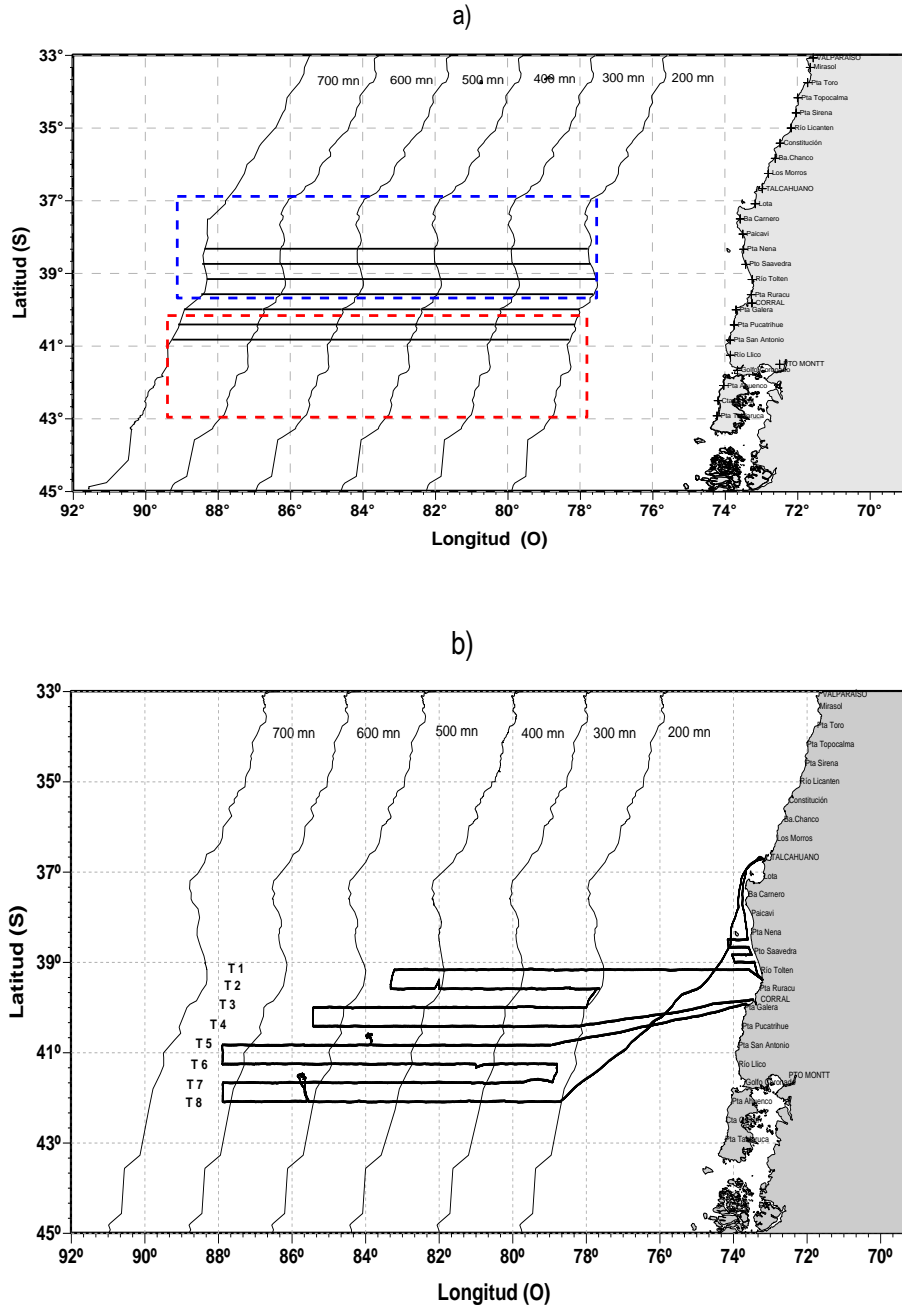
- Simmonds, E, y D. MacLennan. J. 2005. Fish and Fisheries Series, 5: Fisheries acoustics. Chapman and Hall, London. 438 pp.
- Simmonds, J., N. Williamson, F. Gerlotto y A. Aglen. 1992. Survey design and analysis procedures: A comprehensive review of good practices. ICES C.M. 1991, 113 p.
- Simmonds E. John, 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. (figures).
- Simmonds E. John, I. B. Petrie and F. Armstrong. 1984. An automated system for echo sounder calibration using a computer controlled three wire suspension for standard targets ICES CM 1984/B:33 (Mimeo).
- SIMRAD, 2003. SIMRAD EK-60 Scientific echo sounder application. Operator manual. 165 p.
- Smith, P. E. y S. L. Richardson. 1979. Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. FAO. Doc. Téc. Pesca (175):107 p.
- Sneath, P. Y R. Sokal. 1973. Numerical taxonomy . The principles and practice of numerical classification. W. H. Freeman, San Francisco. 573 pp.
- Soutward, G. E. 1976. Sampling landings of halibut for age composition Int. Pac. Halibut Comm. Sci. Rep. 58, 31 p.



- Thompson, S, K. 1992. Sampling. A wiley interscience publication, John Wiley & Sons. INC. New York, 343 p.
- UNESCO. 1981a. The practical salinity scale 1978 and the international Equation of State of Seawater 1980. Unesco Tech. Papers in Mar Sci. N°36.
- UNESCO. 1981b. Background paper and supporting data on the practical salinity scale 1978. Unesco Tech. Papers in Mar Sci. N°37.
- Ursin, E. 1973. On the prey preference of cod and dab. Medd. Danm. Fisk. Havunders. N.S. 7:85-98.
- Vidal, J. 1968. Copépodos Calanoídoes epipelágicos de la expedición Marchile II, Gayana Zool., 15:1 - 98.
- Wolter, K. M. 1985. Introduction to Variance Estimation xii, 428 pp.
- Zhang, M. X. Zou and Y. Zhou 2008. Report of data collection on jack mackerel in South-East Pacific. Chilean Jack Mackerel Workshop. Subsecretaría de Pesca. Stgo. Chile.

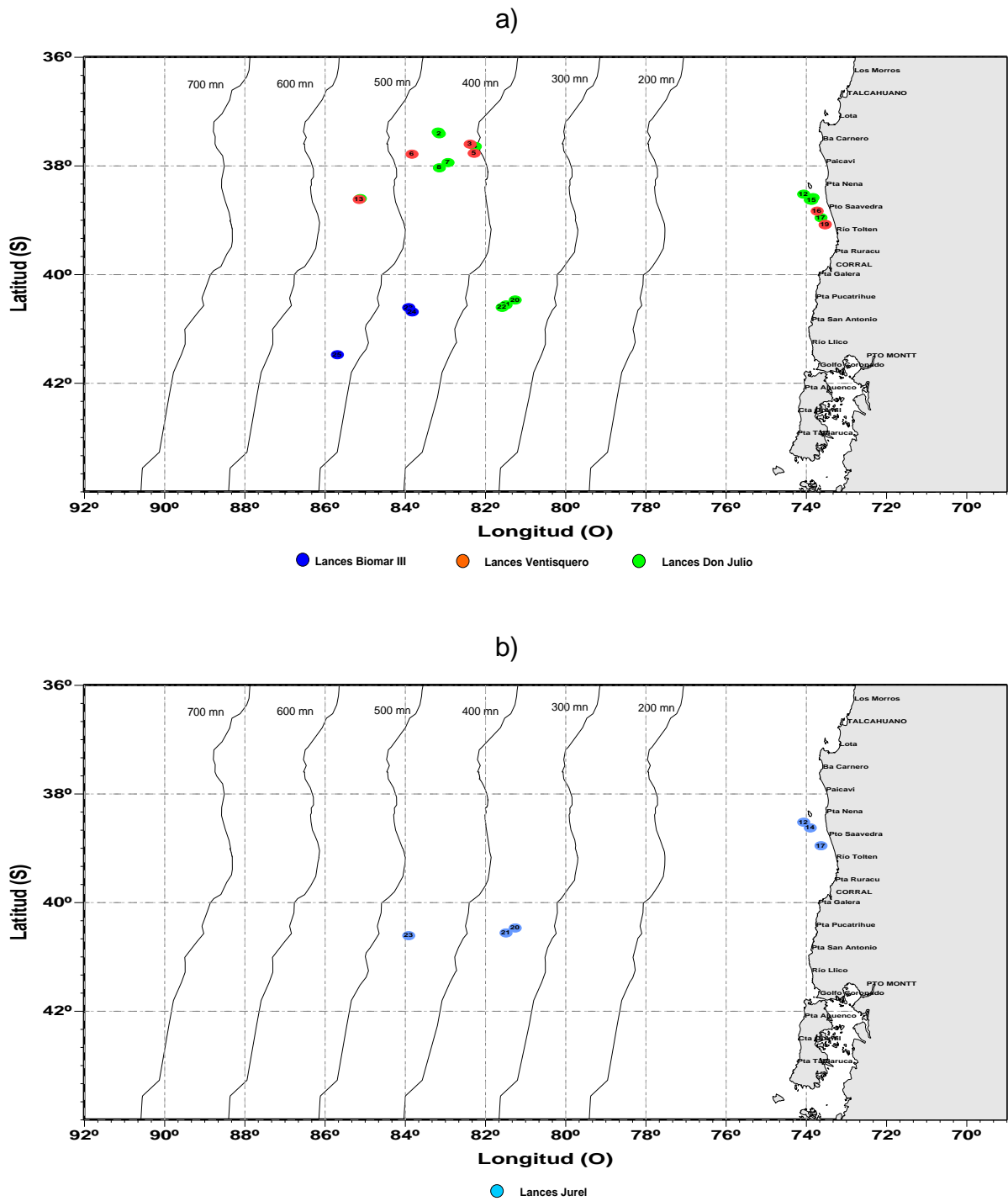
# **FIGURAS**

---



**Figura 1.** Distribuci3n de transectas ac3sticas en la zona de estudio. a) t3rminos t3cnicos de referencia y b) crucero de evaluaci3n. Crucero Jurel 2011.





**Figura 2.** Lances de pesca realizados en la zona de estudio a) lances por barco y b) lances con captura de jurel. Crucero Jurel 2011.

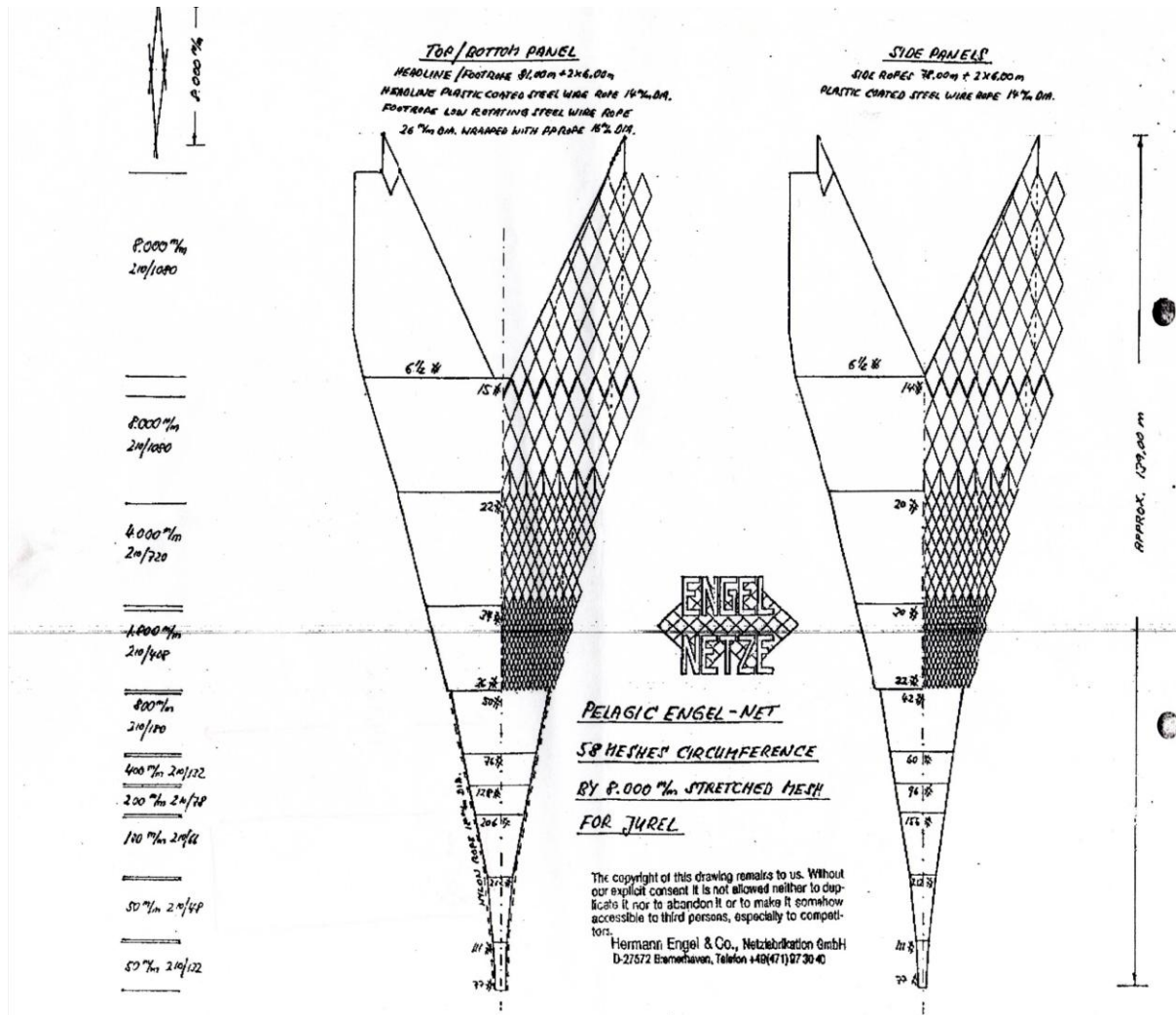


Figura 3. Red de mediagua Engel para la captura de jurel. Crucero Jurel 2011.

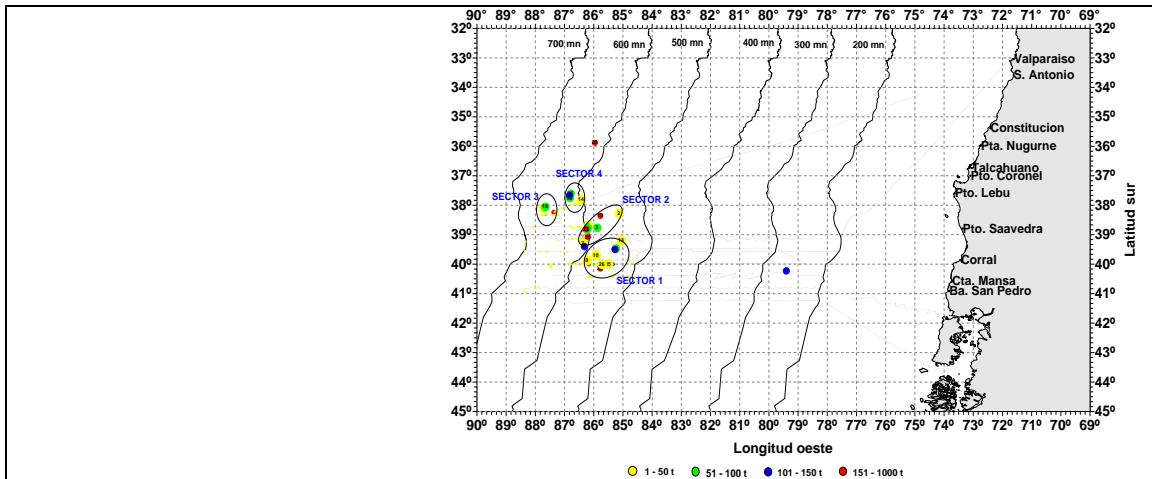


Figura 4. Distribuci3n de lances de pesca durante crucero de evaluaci3n del 2010.

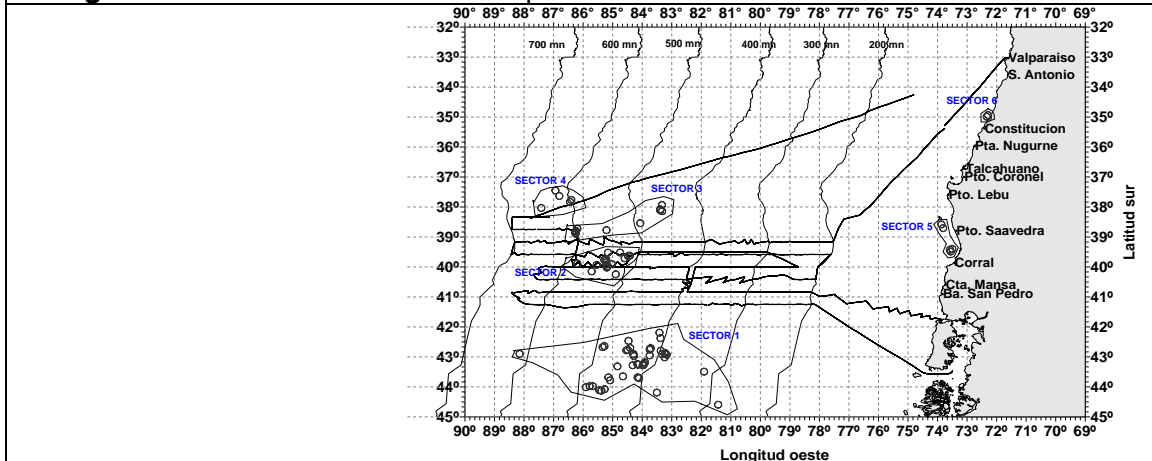


Figura 5. Distribuci3n de lances de pesca de la flota VIII Regi3n (mayo-agosto 2010).

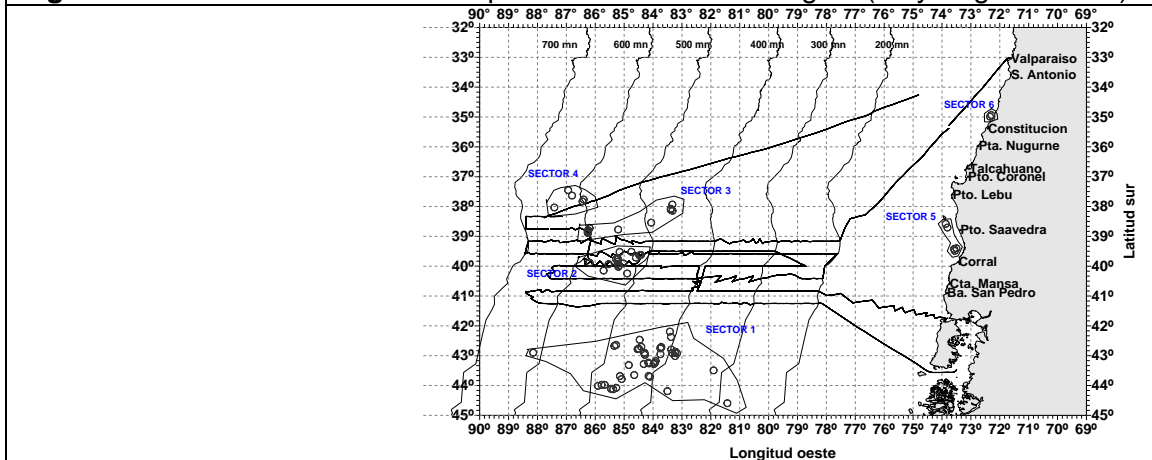
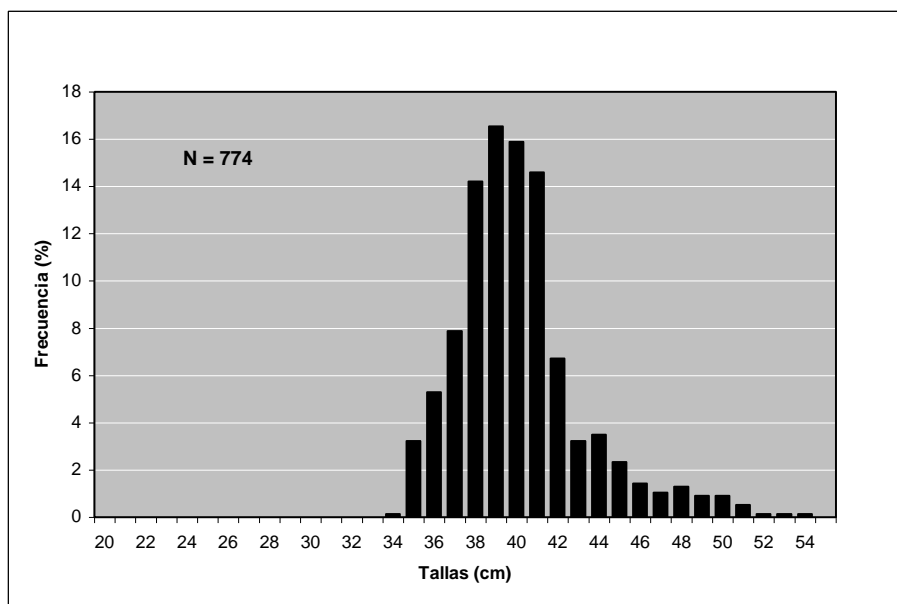
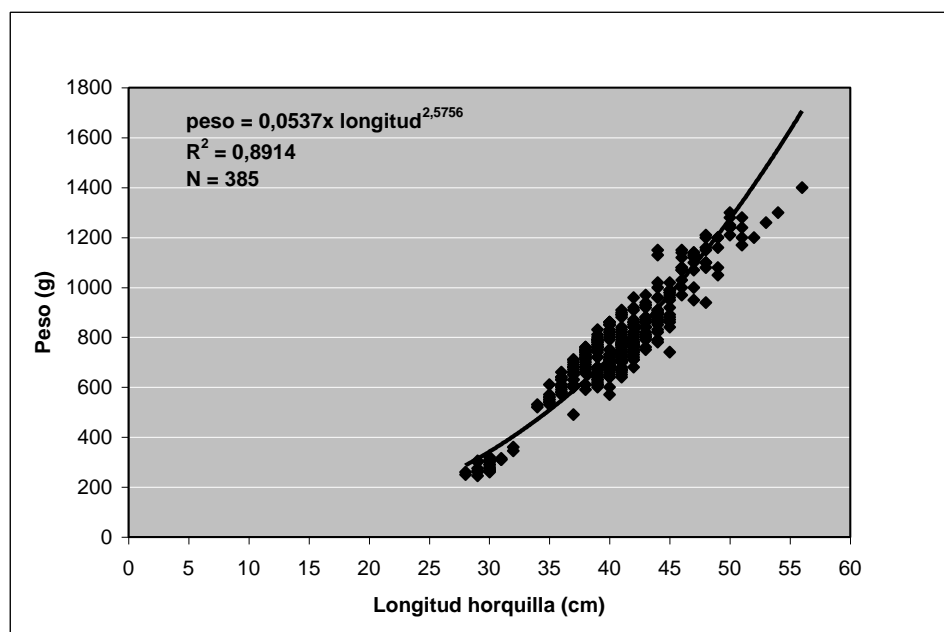


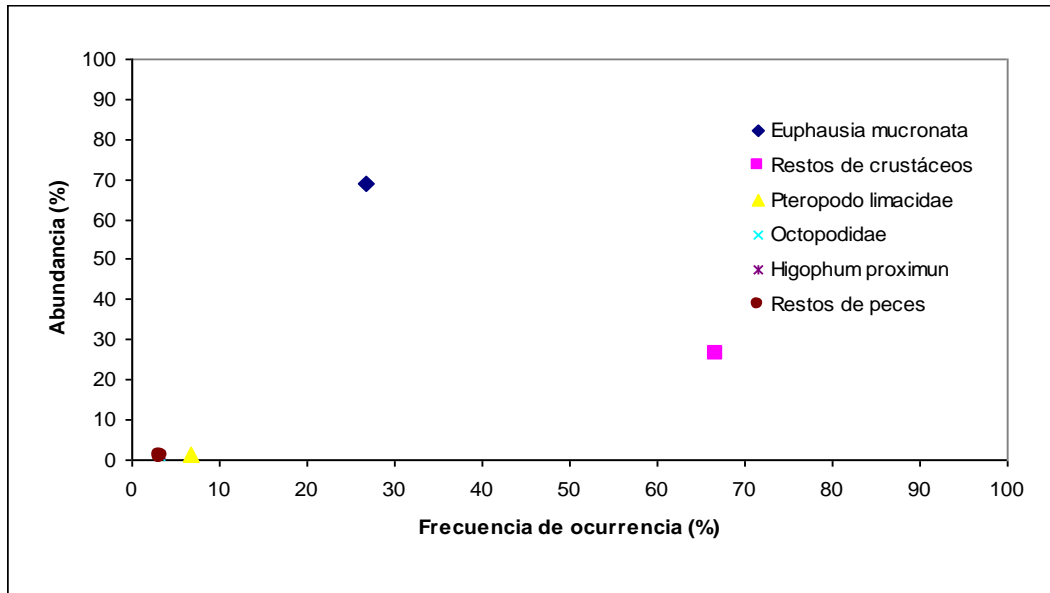
Figura 6. Distribuci3n de lances de pesca de la flota VIII Regi3n (mayo-agosto 2011).



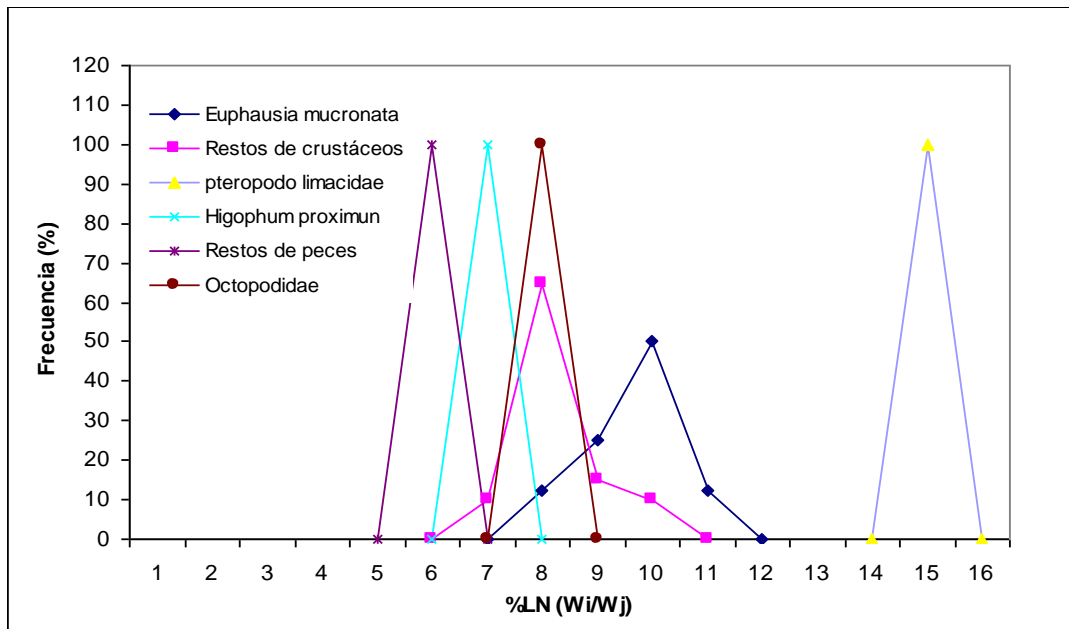
**Figura 7.** Estructura de talla de jurel del crucero para el total de lances. Crucero Jurel 2001.



**Figura 8.** Relaci3n longitud-peso establecida para jurel en la zona de estudio. Crucero Jurel 2011.



**Figura 9.** Representaci3n de las estrategias alimentarias para jurel en el 1rea de estudio, segun el m3todo gr1fico de Amundsen *et al.*, (1996). Crucero Jurel 2011.



**Figura 10.** Distribuci3n de frecuencias del 1ndice de selectividad de Ursin de las principales presas de jurel por grupo, en la zona centro-sur de Chile. Crucero Jurel 2011.

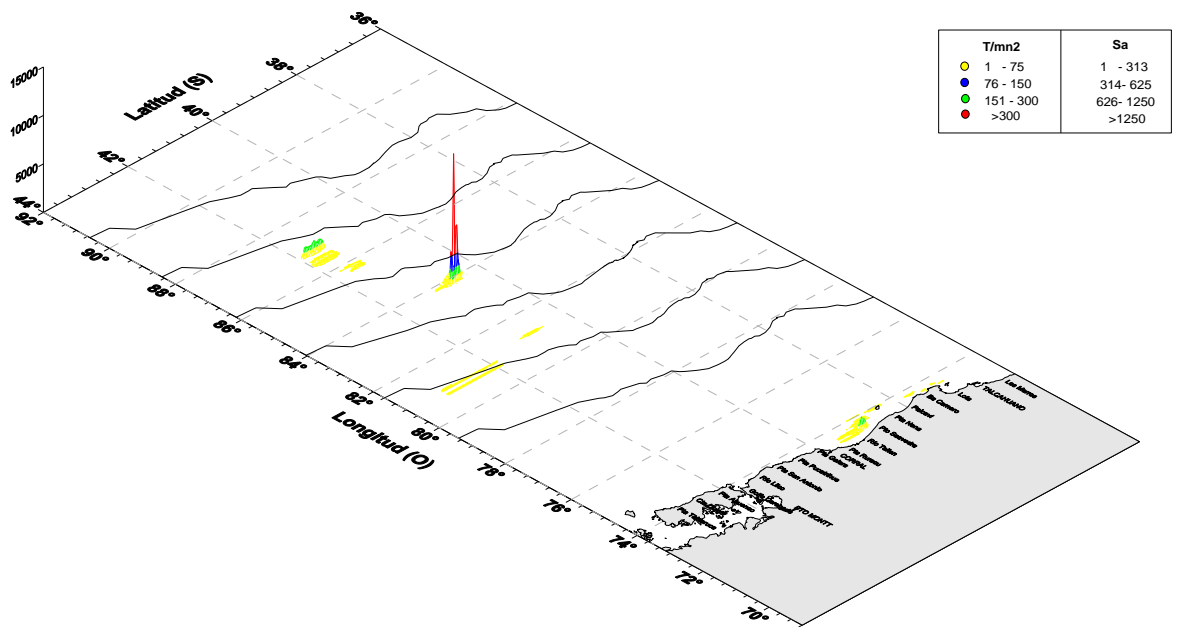
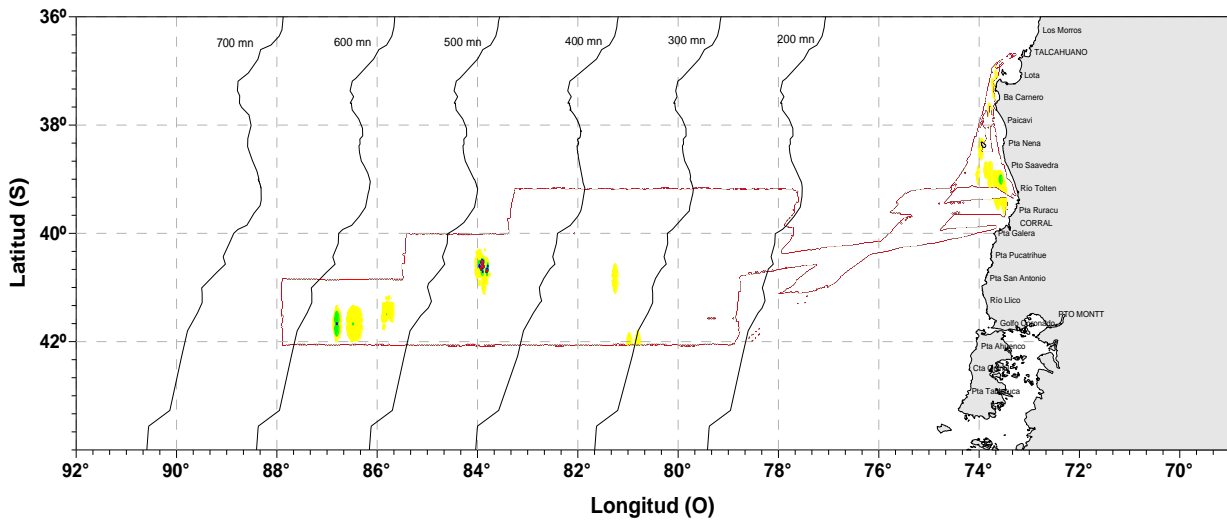
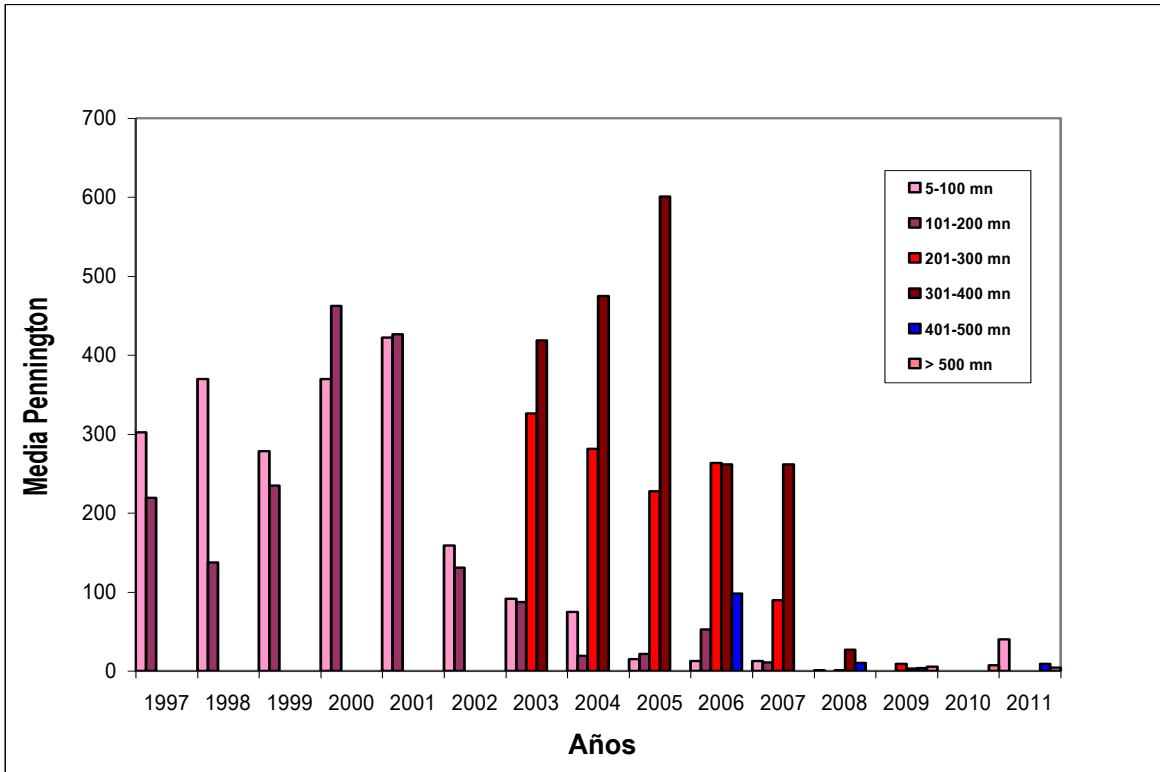


Figura 11. Distribuci3n espacial de jurel. Crucero Jurel 2011.



**Figura 12.** Media de Pennington por distancia a la costa.

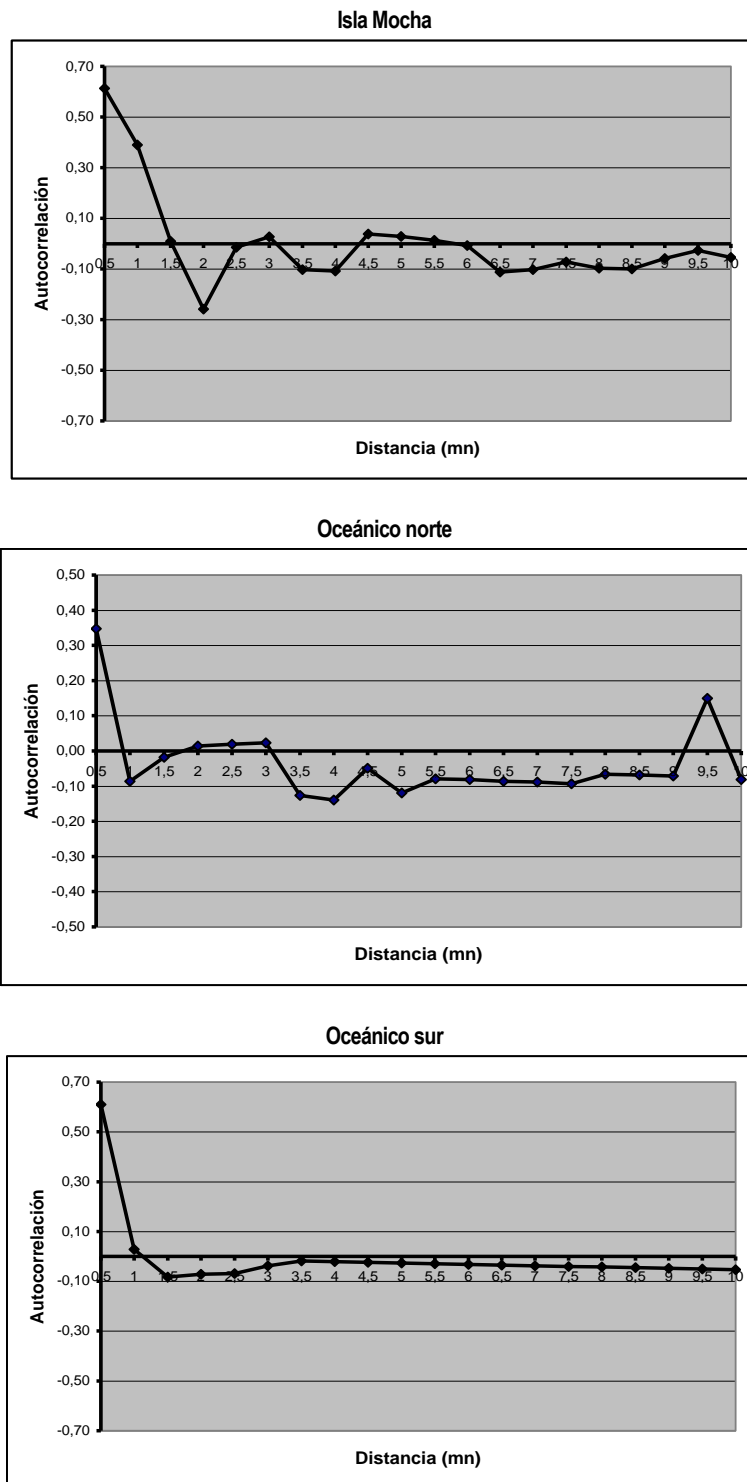


Figura 13. Correlogramas por sectores y distancia de la costa. Crucero Jurel 2011.



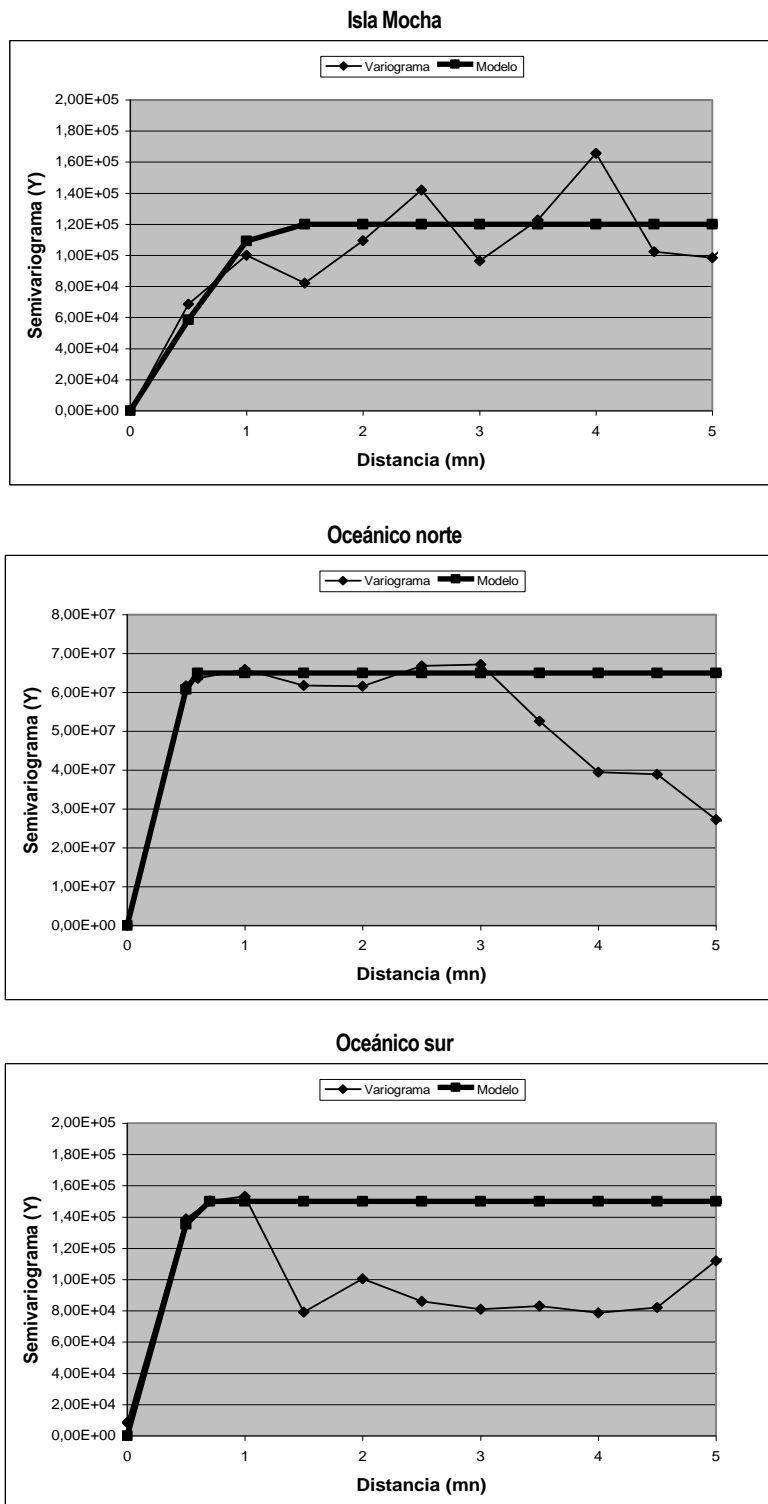
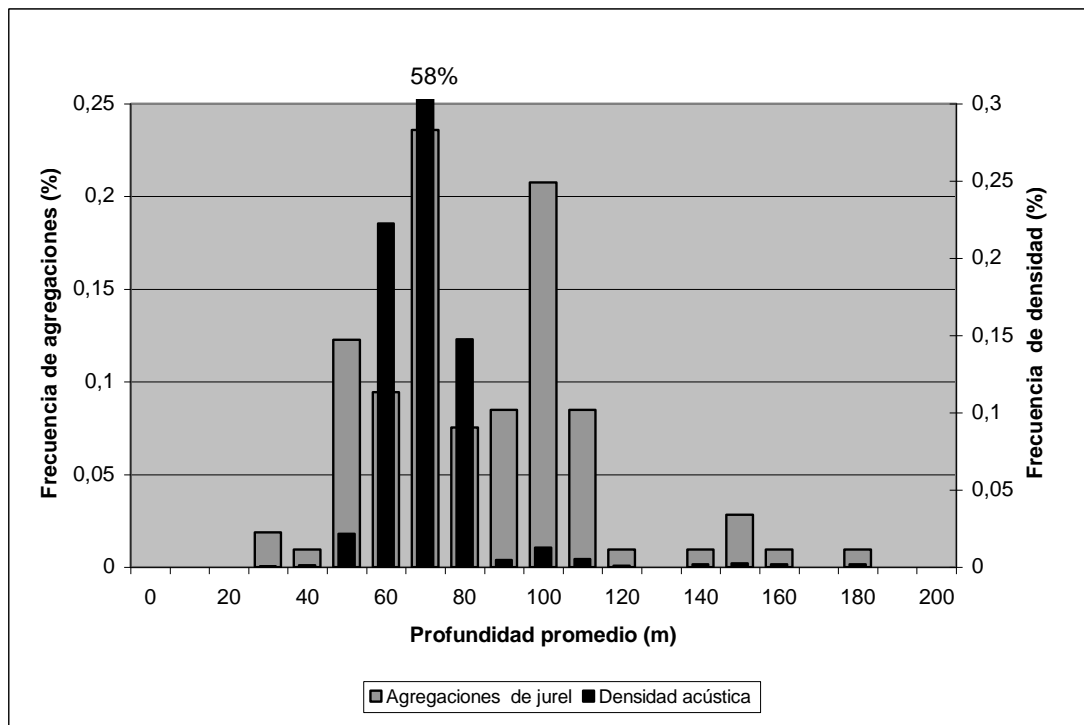
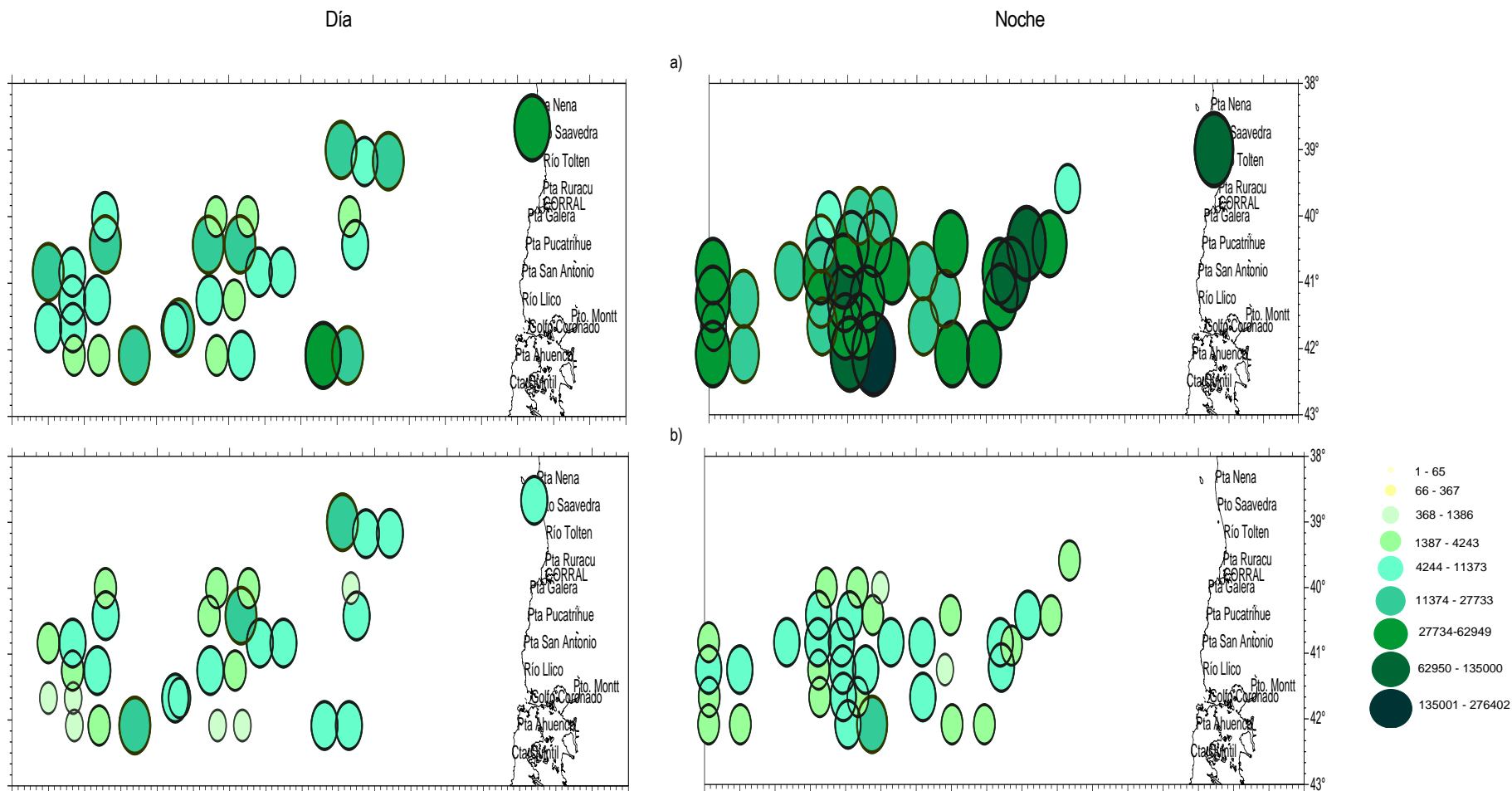


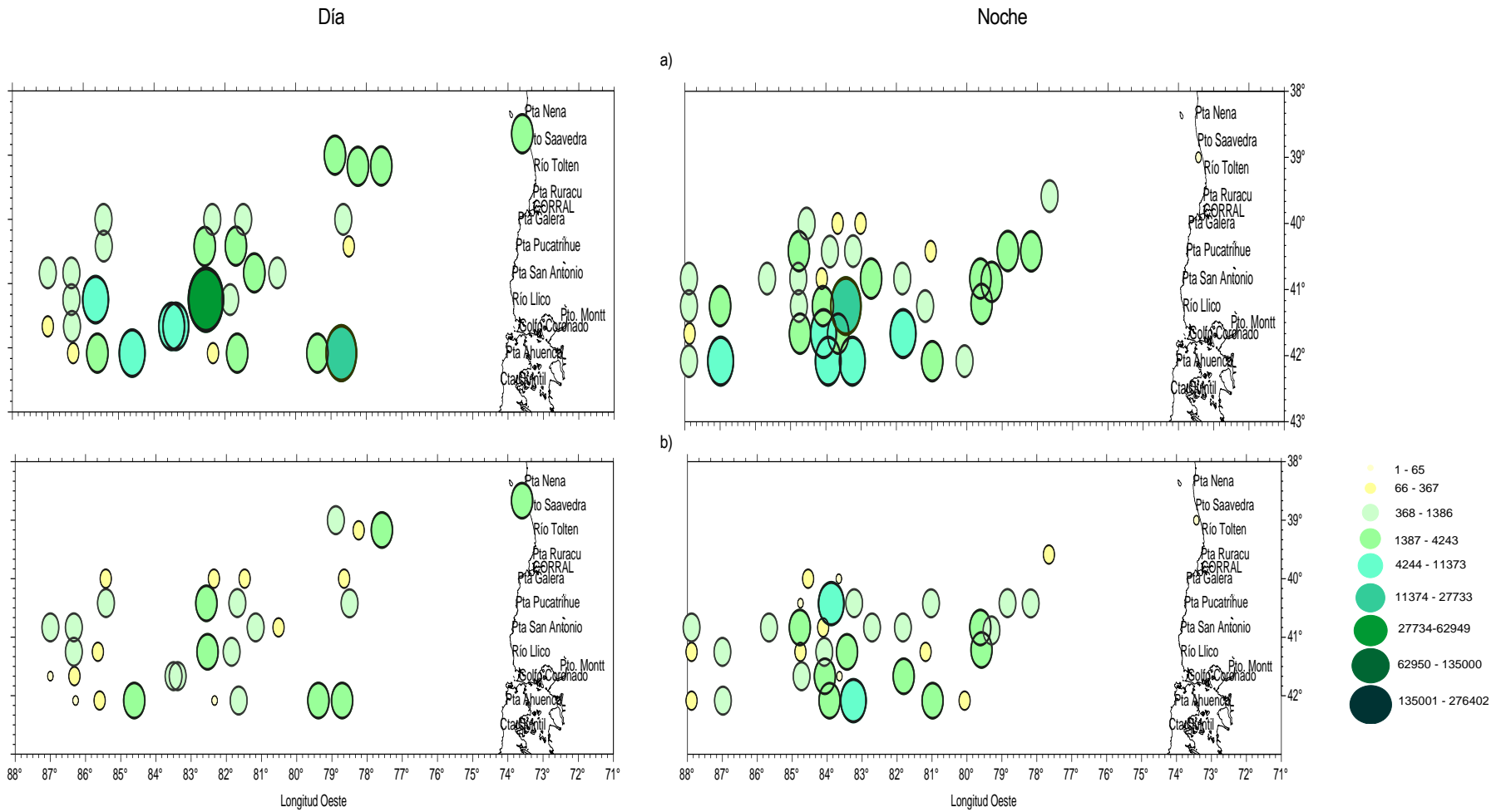
Figura 14. Variogramas por sectores y distancia de la costa. Crucero Jurel 2011.



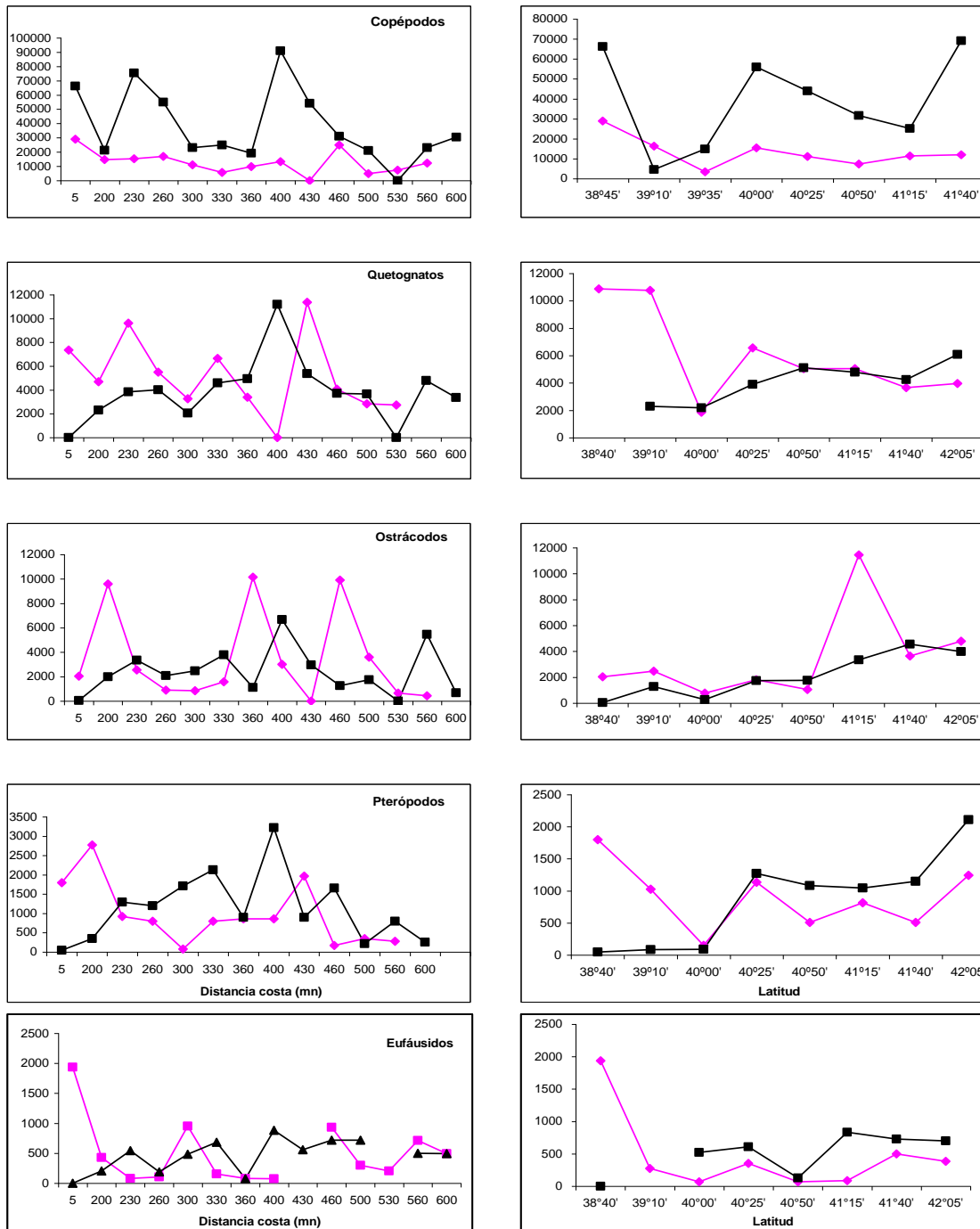
**Figura 15.** Frecuencia porcentual de número de agregaciones y densidad acústica en profundidad. Crucero Jurel 2011.



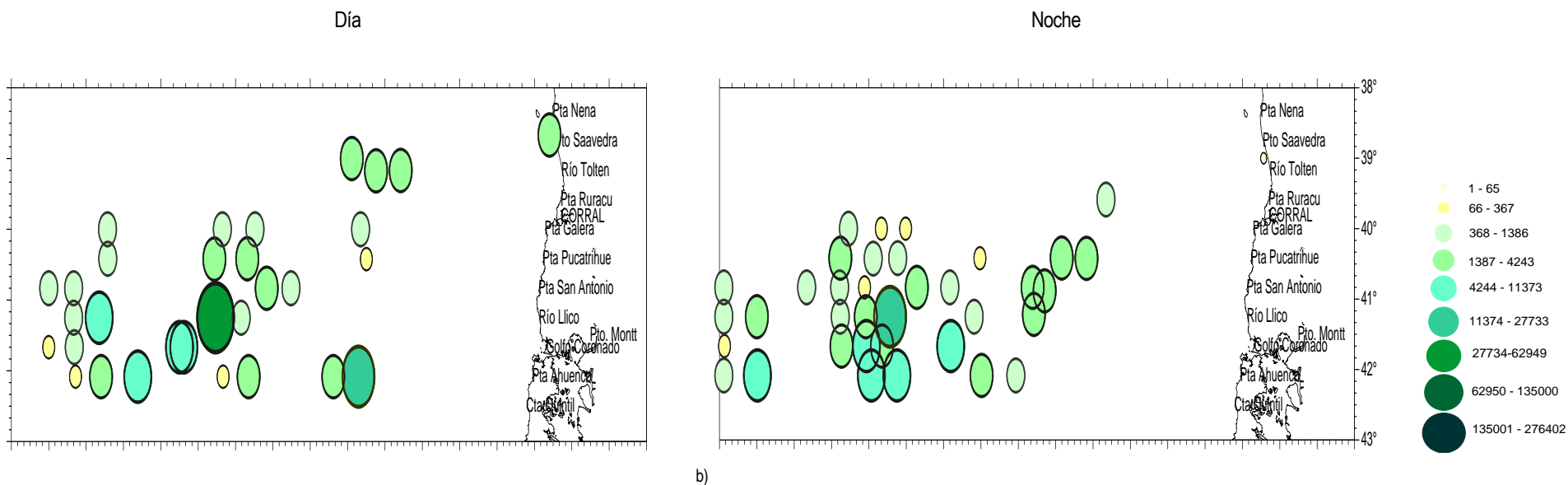
**Figura 16.** Distribuci3n espacial de los principales grupos zooplanct3nicos presentes en la zona de estudio; a) cop3podos y b) quetognatos. Crucero Jurel 2011.



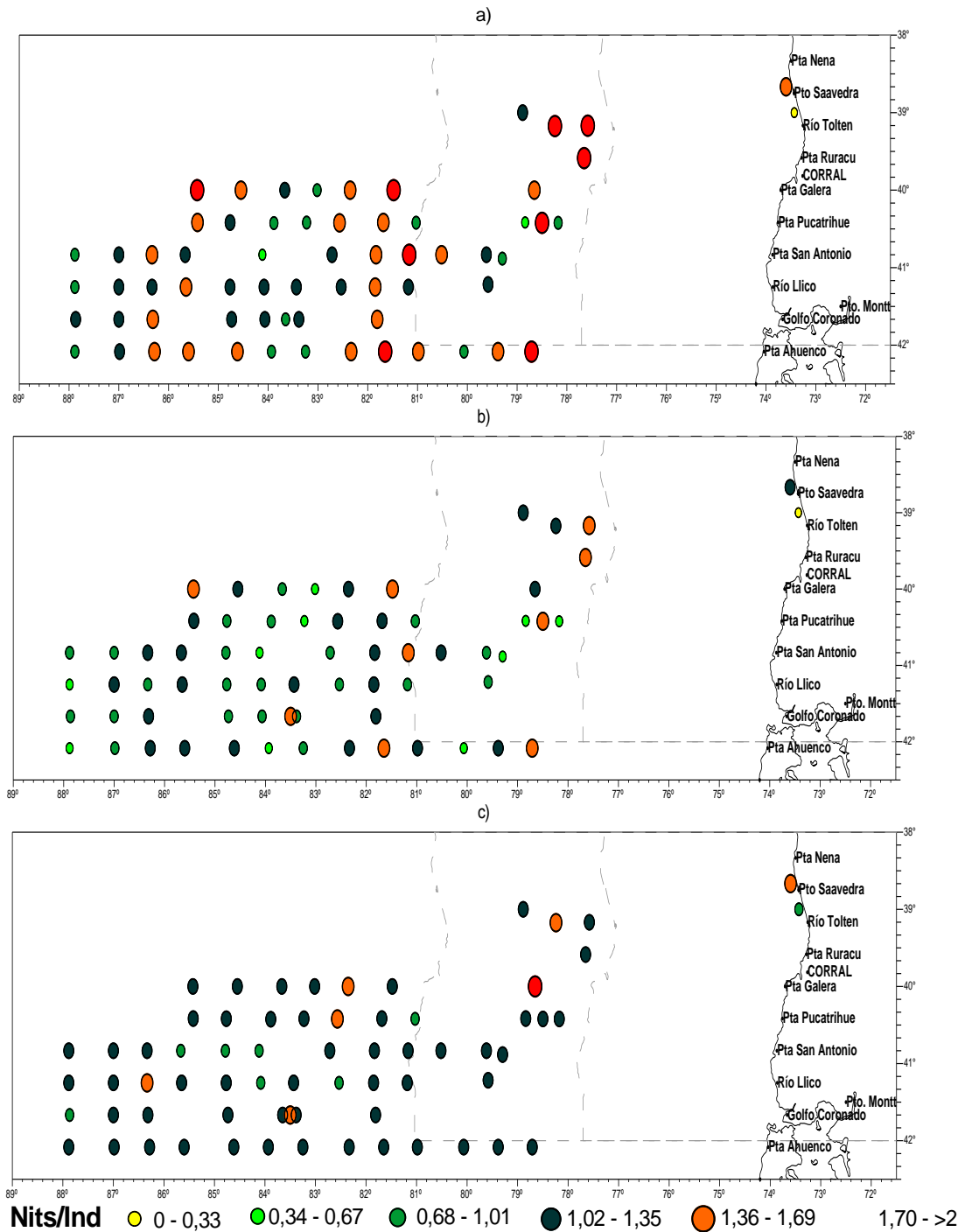
**Figura 17.** Distribuci3n espacial de los principales grupos zooplanct3nicos presentes en la zona de estudio; a) ostr3codos y b) pter3podos. Crucero Jurel 2011.



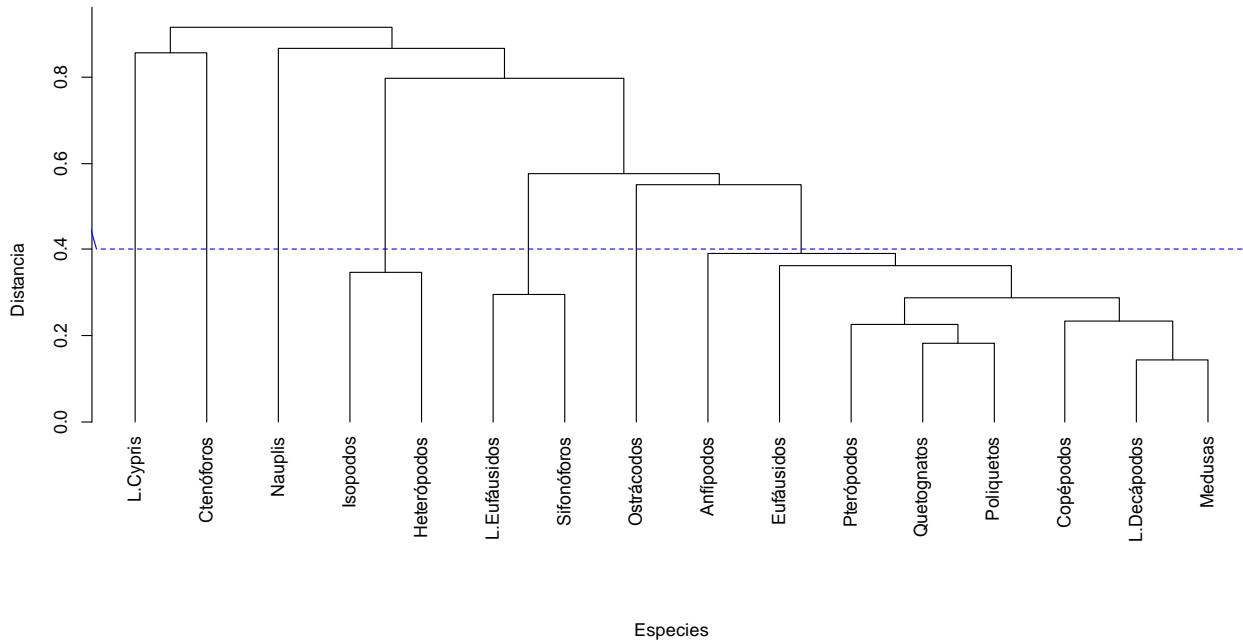
**Figura 18.** Distribuci3n latitudinal (a) y longitudinal (b) de la densidad media de los principales grupos zooplanct3nicos capturados en periodo diurno (lnea roja) y nocturno (lnea negra). Crucero jurel 2011.



**Figura 19.** Distribuci3n espacial de los eufáusidos presentes en la zona de estudio. Crucero Jurel 2011.

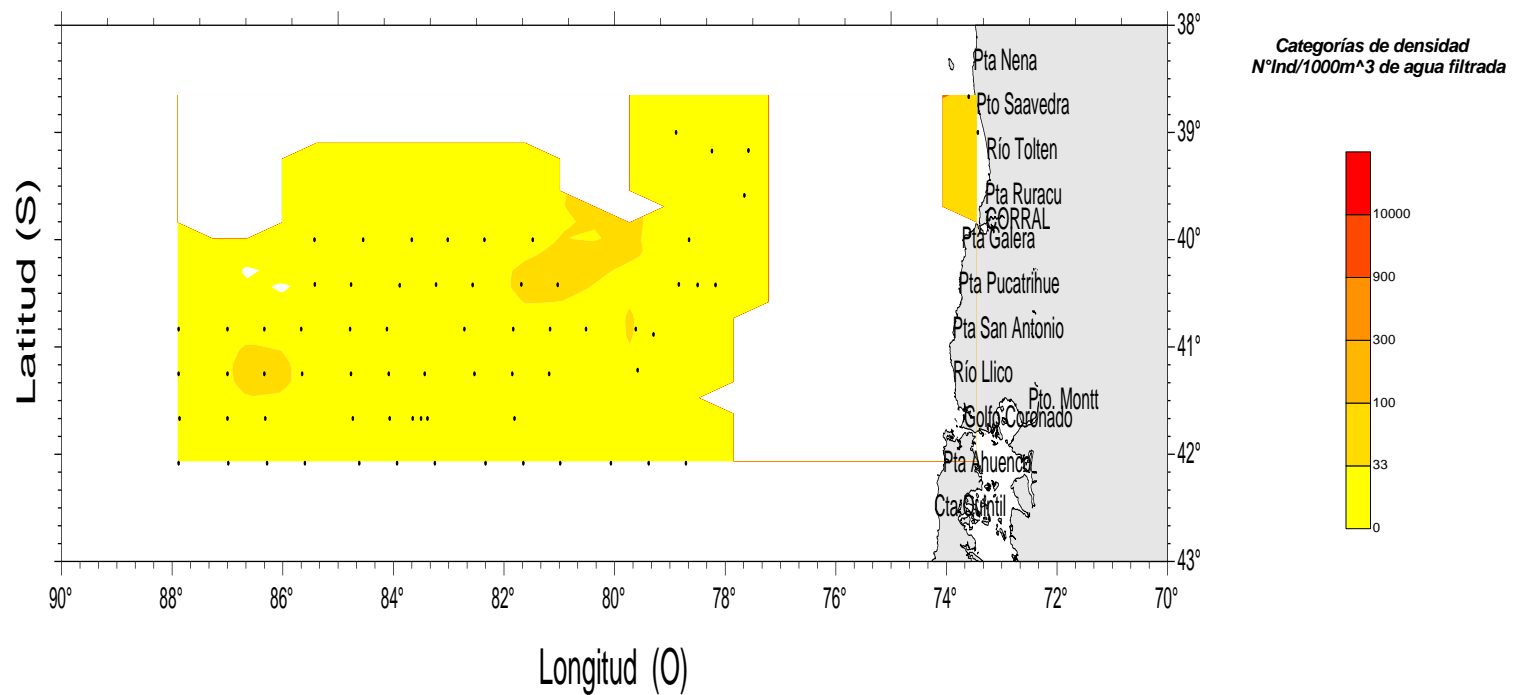


**Figura 20.** Distribuci3n espacial de los 3ndices comunitarios: a) riqueza espec3fica de Margalef, b) diversidad de Shannon y Weaver y c) homogeneidad de Pielou. Crucero Jurel 2011.

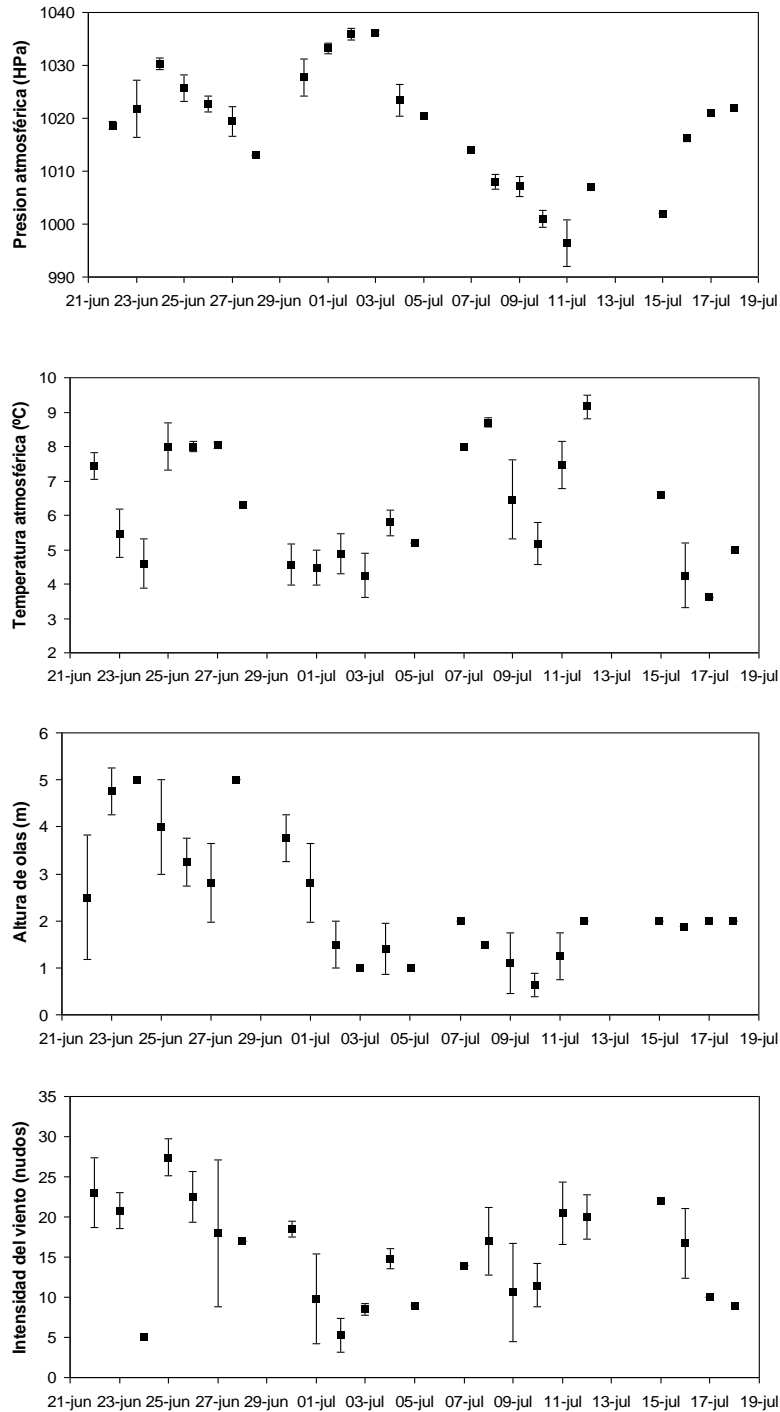


**Figura 21.** Dendrograma de similitud de Winer de los grupos zooplanct3nicos analizados en la zona centro-sur. Crucero Jurel 2011.

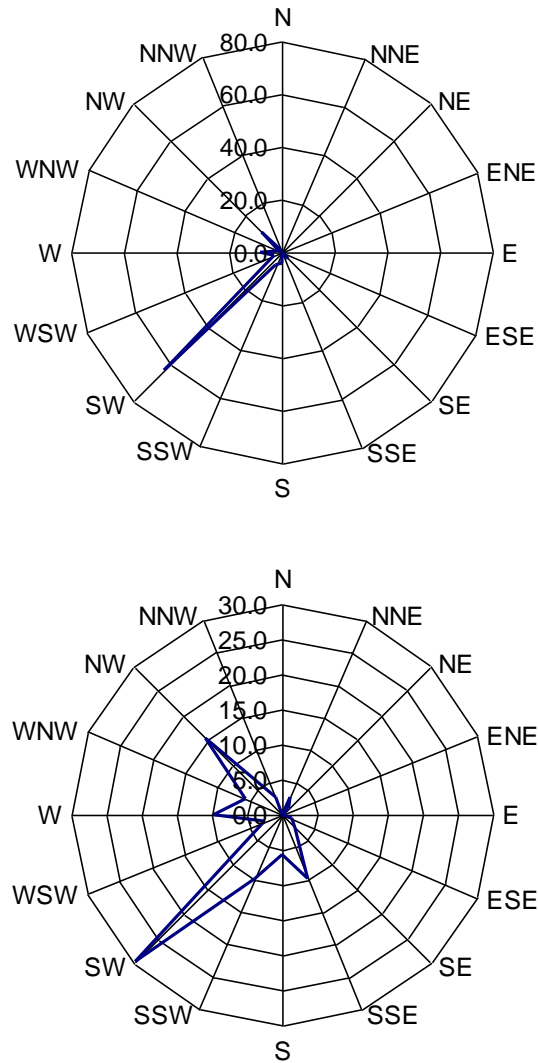




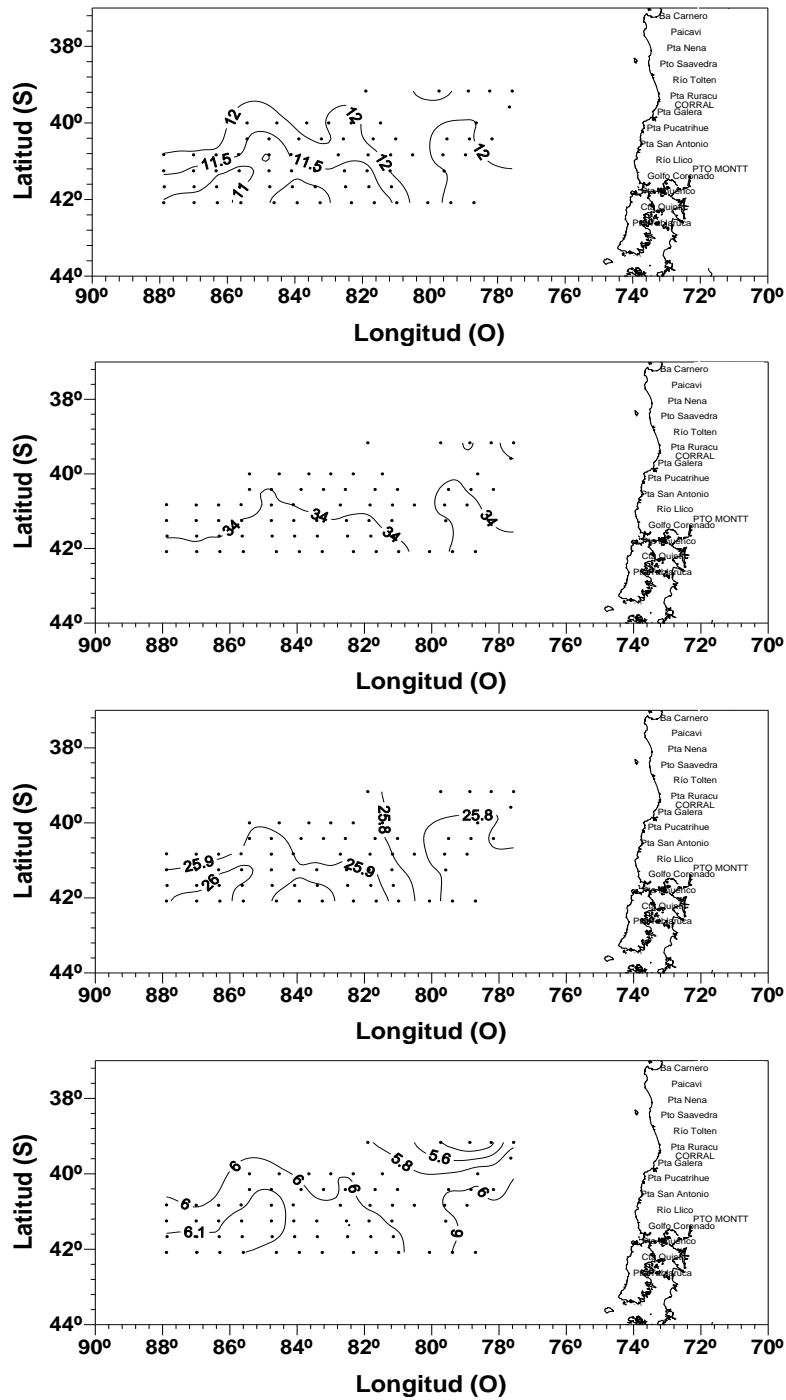
**Figura 22.** Distribuci3n de la biomasa zooplanct3nica. Crucero Jurel 2011.



**Figura 23.** Variabilidad de las condiciones meteorol3gicas en la regi3n costera del 1rea de estudio. Promedios diarios de la temperatura atmosf3rica (°C), presi3n atmosf3rica (HPa), intensidad del viento (nudos) y altura de olas (m).

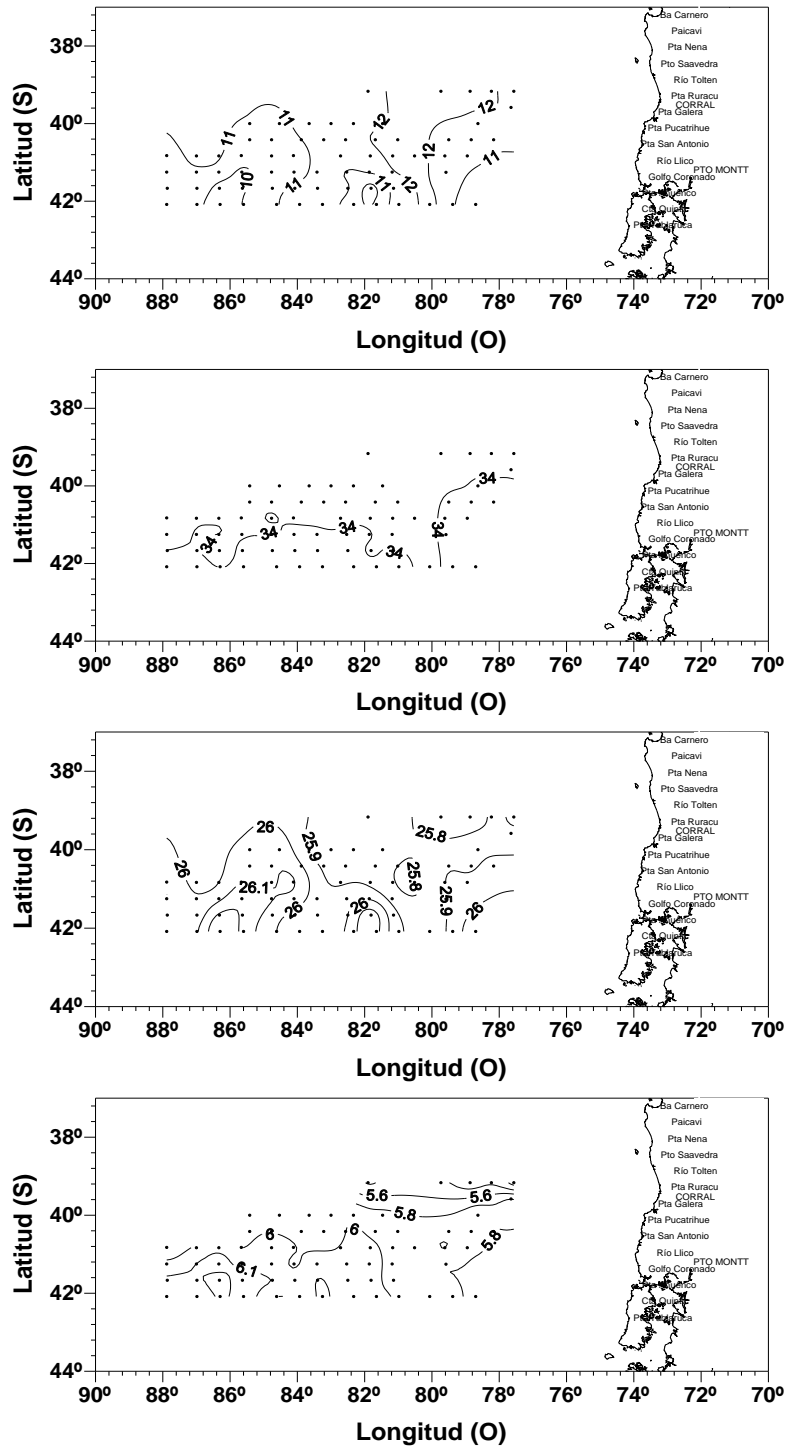


**Figura 24.** Variabilidad porcentual de (a) direcci3n de olas y (b) direcci3n del viento en la regi3n y per3odo de estudio.



**Figura 25.** Distribuci3n horizontal de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxigeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) en el estrato de 5 metros de profundidad. Crucero Jurel 2011.



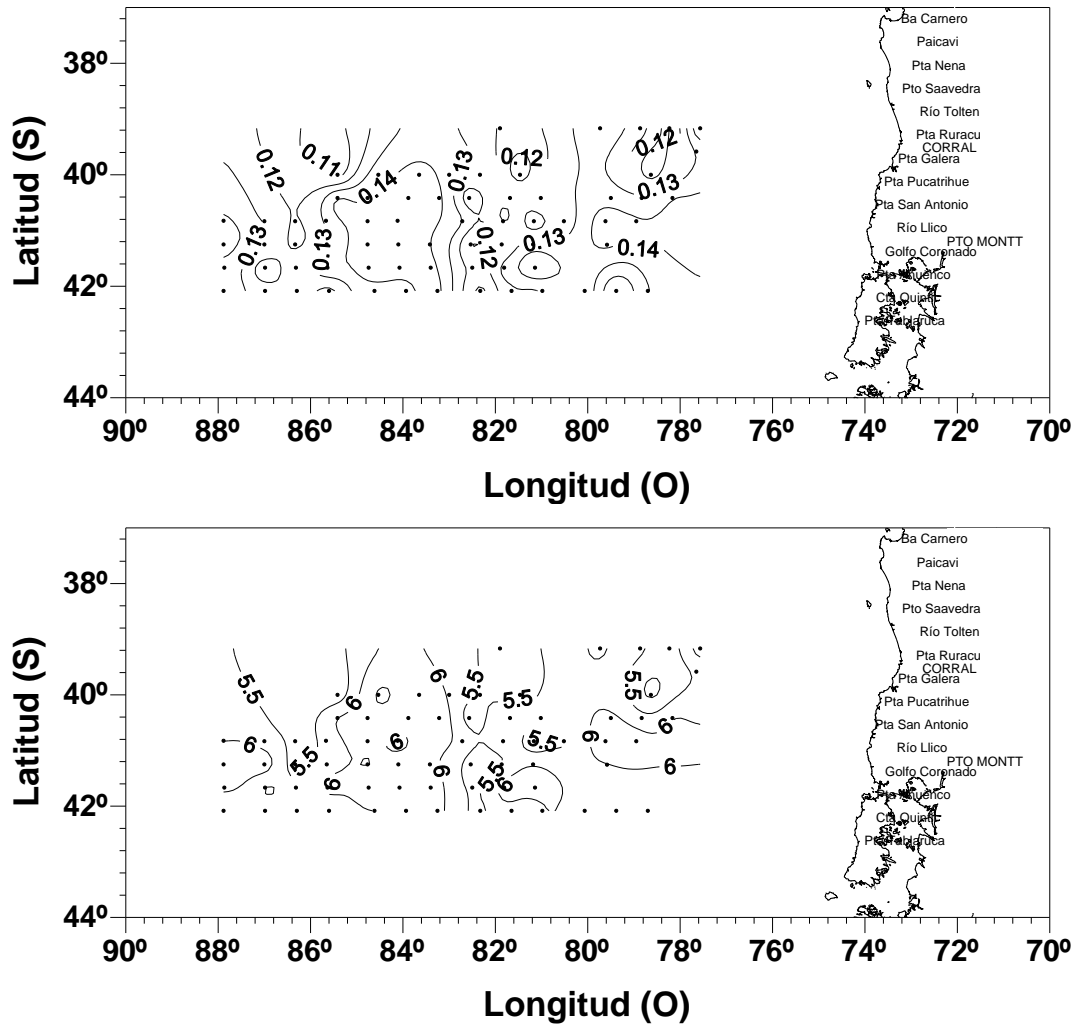


**Figura 27.** Distribuci3n horizontal de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) en el estrato de 100 metros de profundidad. Crucero Jurel 2011.

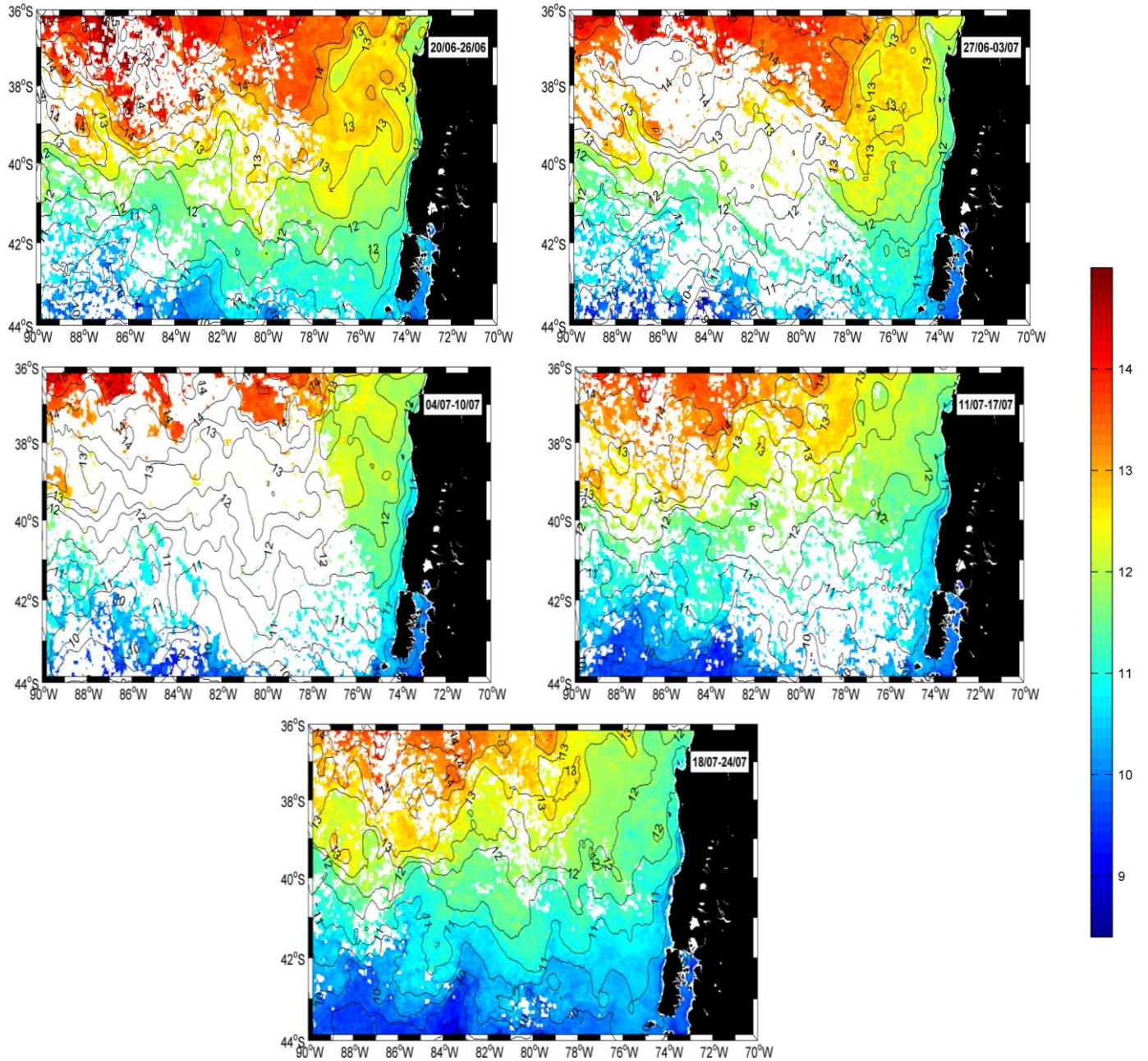




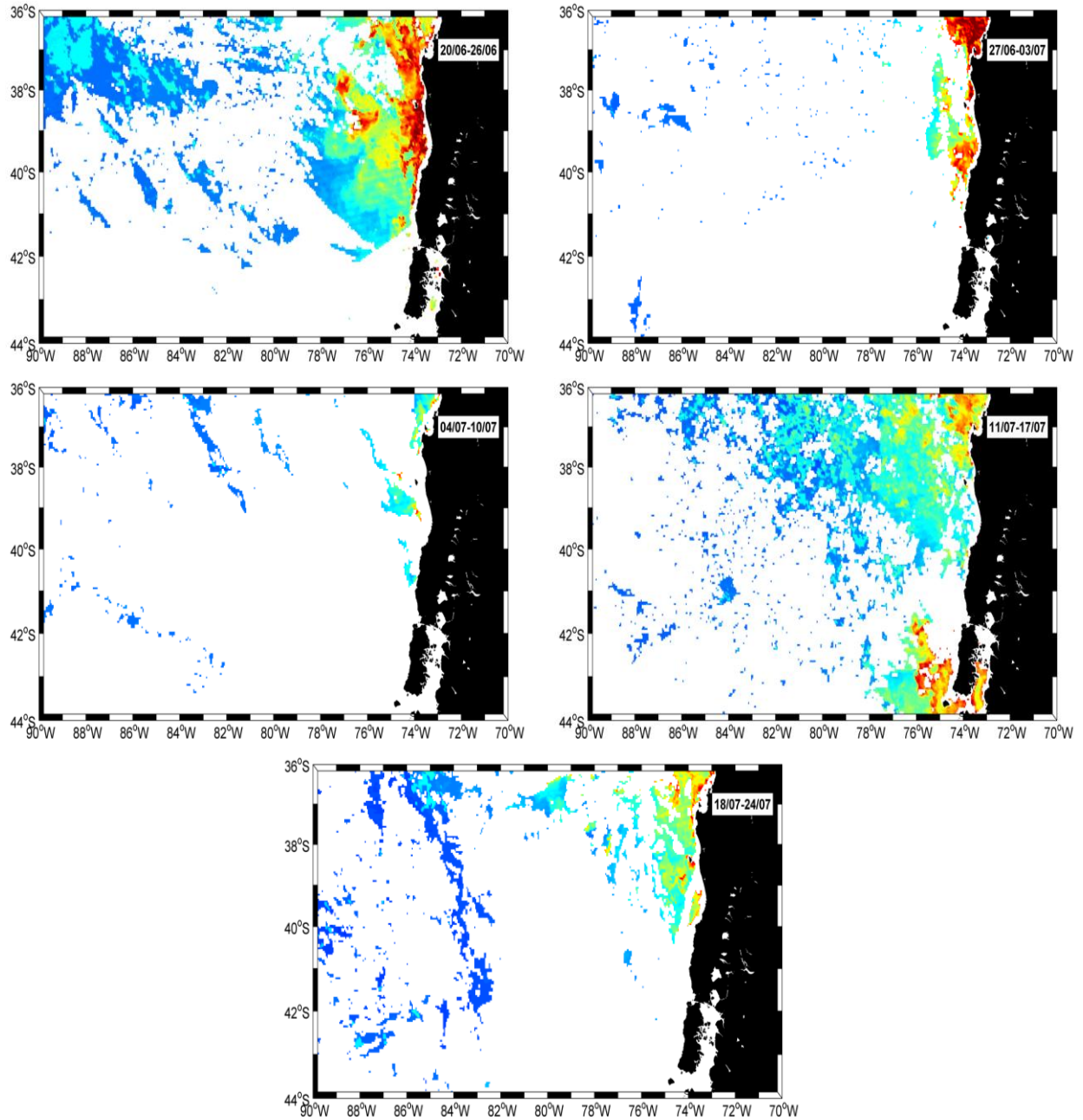




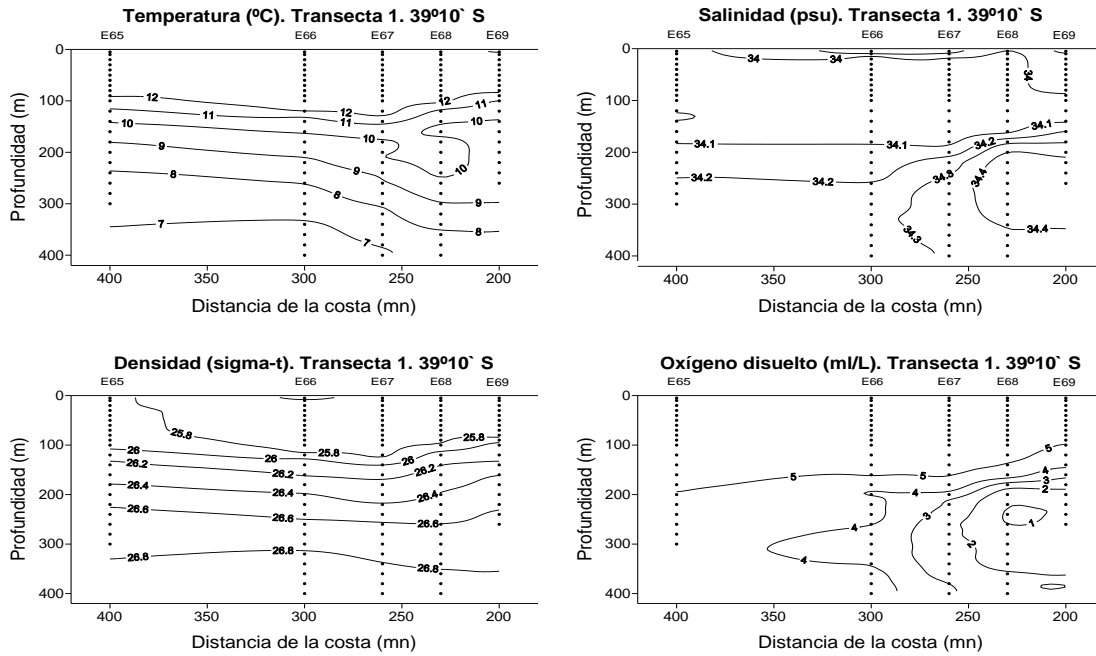
**Figura 30.** Distribuci3n horizontal de (a) la clorofila-a superficial ( $\text{mg m}^{-3}$ ) y (b) la clorofila-a integrada ( $\text{mg m}^{-2}$ ) en los primeros 50 metros de profundidad. Crucero Jurel 2011.



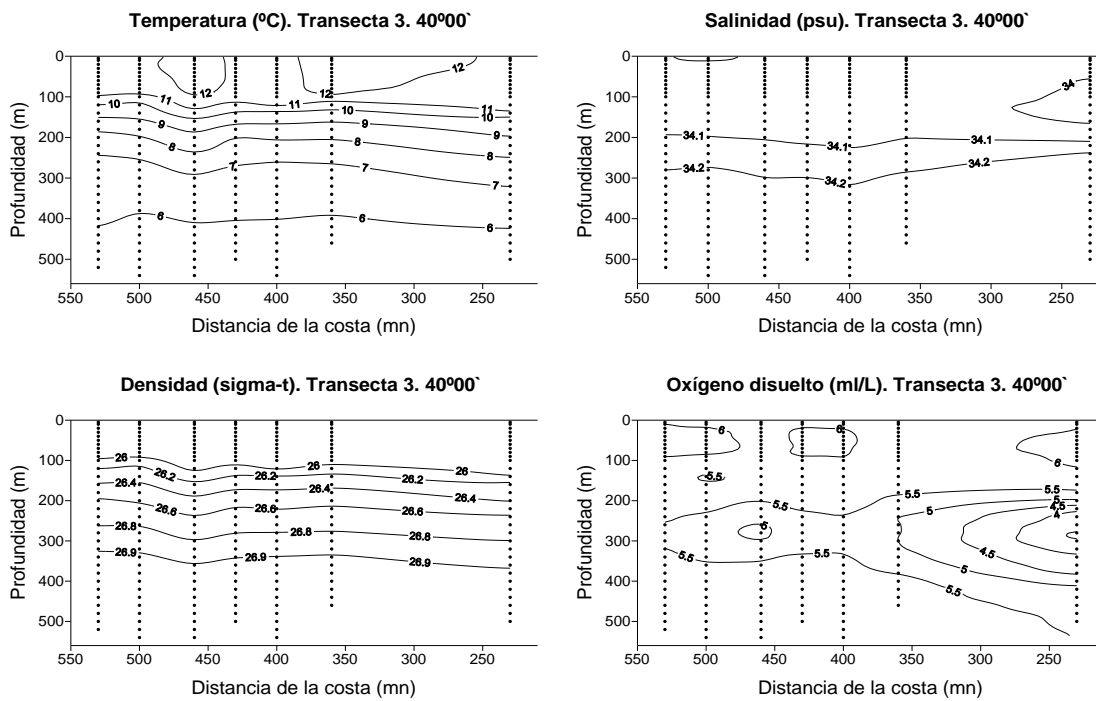
**Figura 31** Distribuci3n horizontal semanal de la temperatura superficial del mar satelital para el per3odo junio-julio de 2011 en el 3rea de estudio.



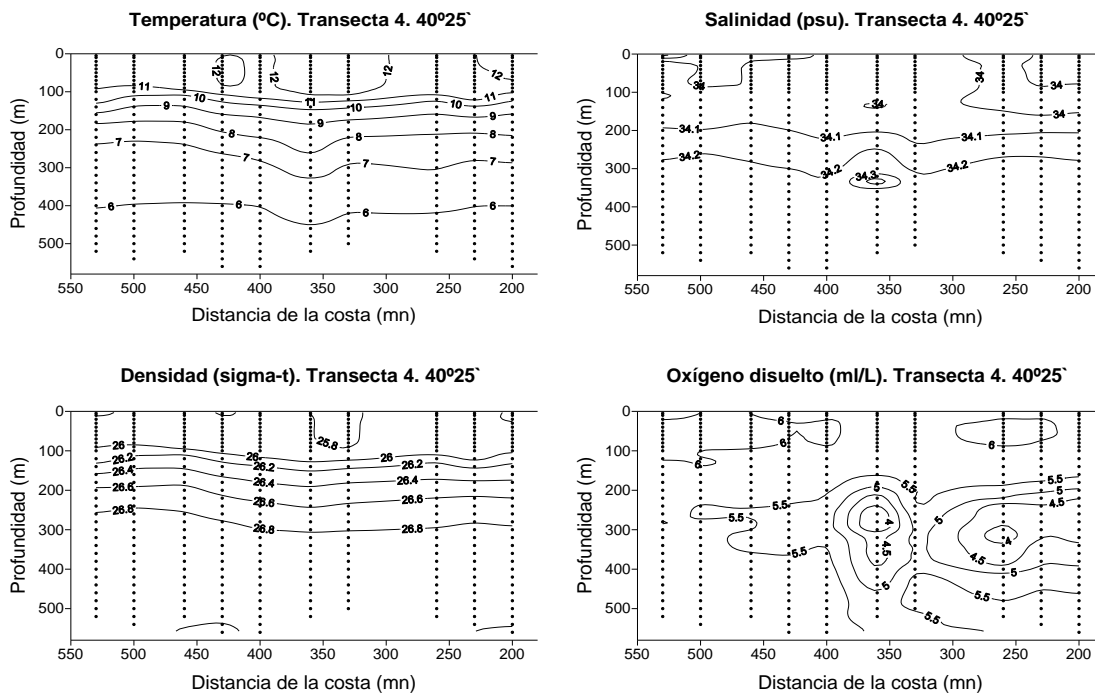
**Figura 32.** Distribuci3n horizontal semanal de la clorofila satelital para el per3odo junio-julio de 2011 en el 3rea de estudio.



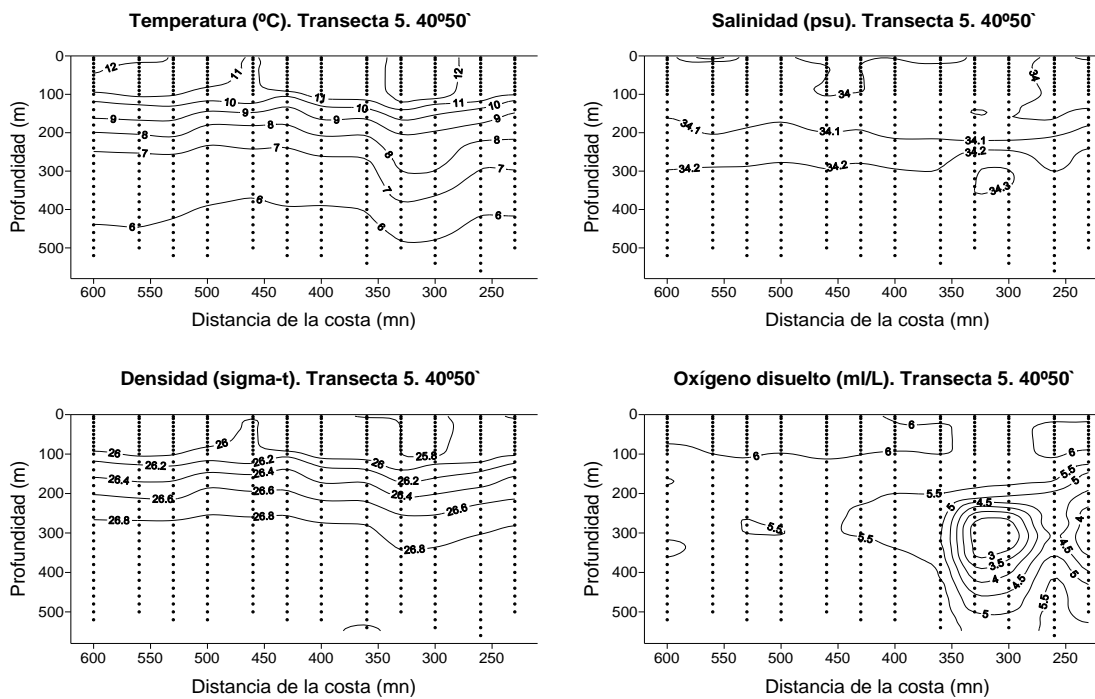
**Figura 33.** Transecta 1. Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml L}^{-1}$ ). Crucero Jurel 2011.



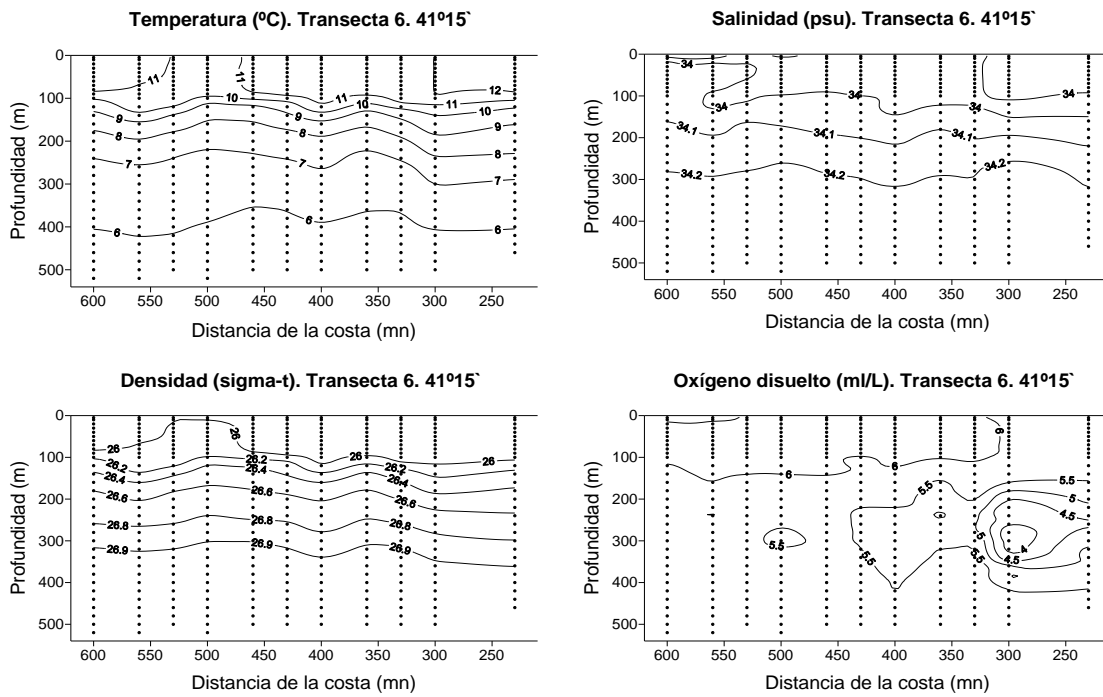
**Figura 34.** Transecta 3. Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml L}^{-1}$ ). Crucero Jurel 2011.



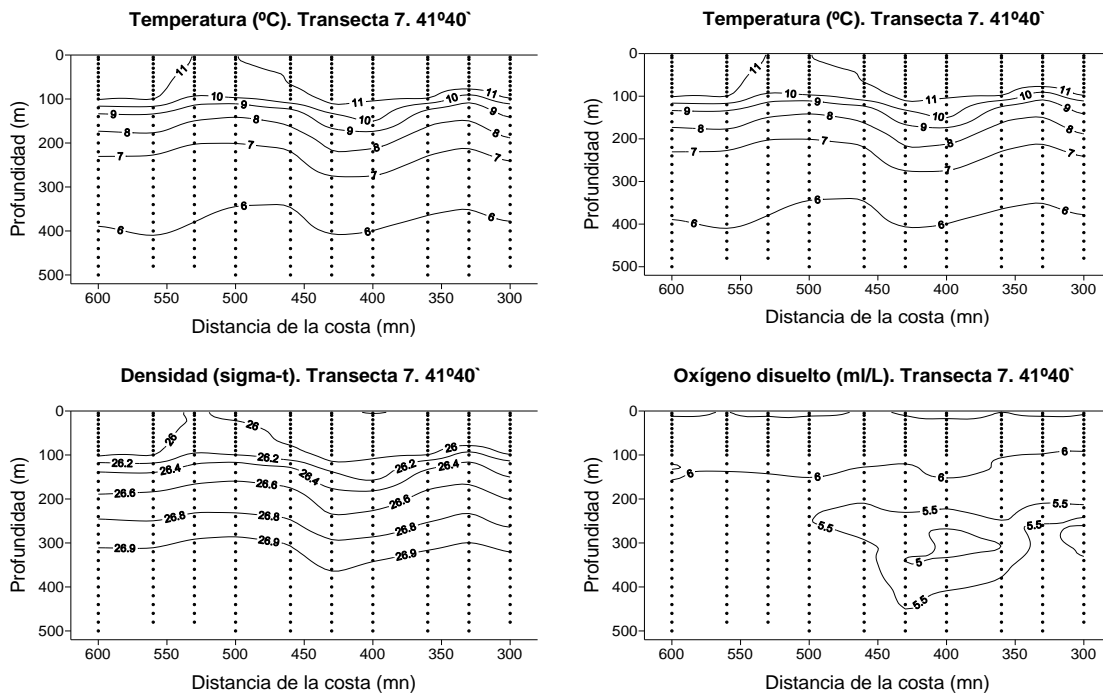
**Figura 35.** Transecta 4. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml L}^{-1}$ ). Crucero Jurel 2011.



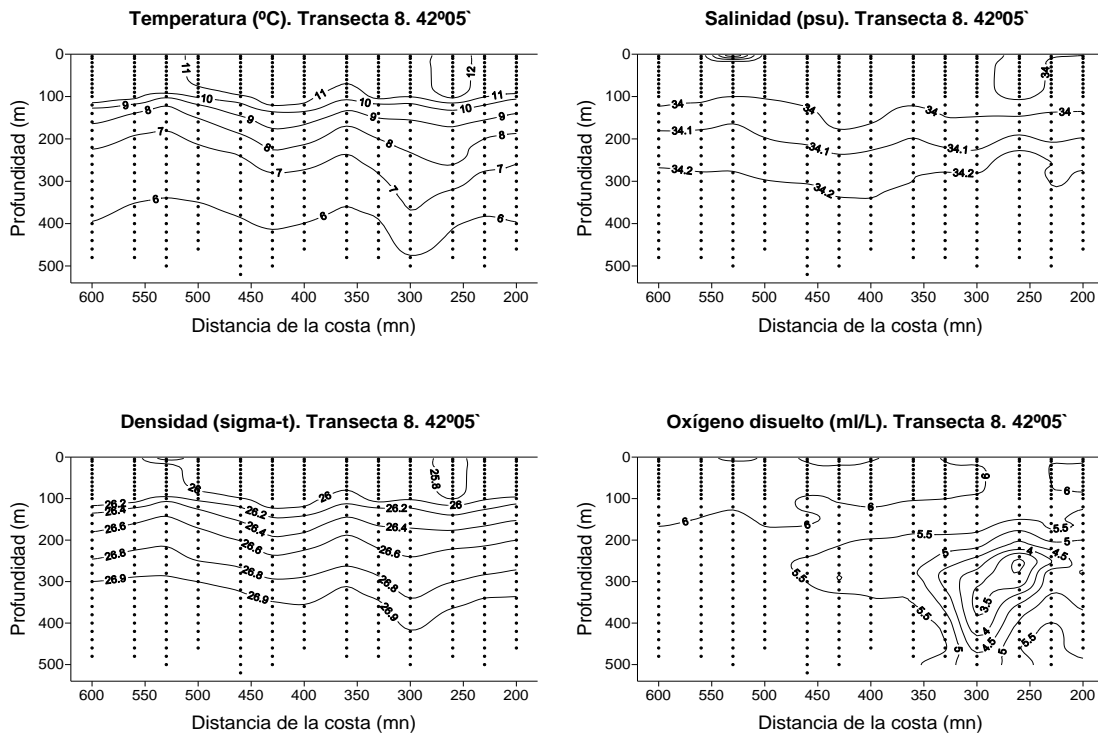
**Figura 36.** Transecta 5. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml L}^{-1}$ ). Crucero Jurel 2011.



**Figura 37.** Transecta 6. Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml L}^{-1}$ ). Crucero Jurel 2011.

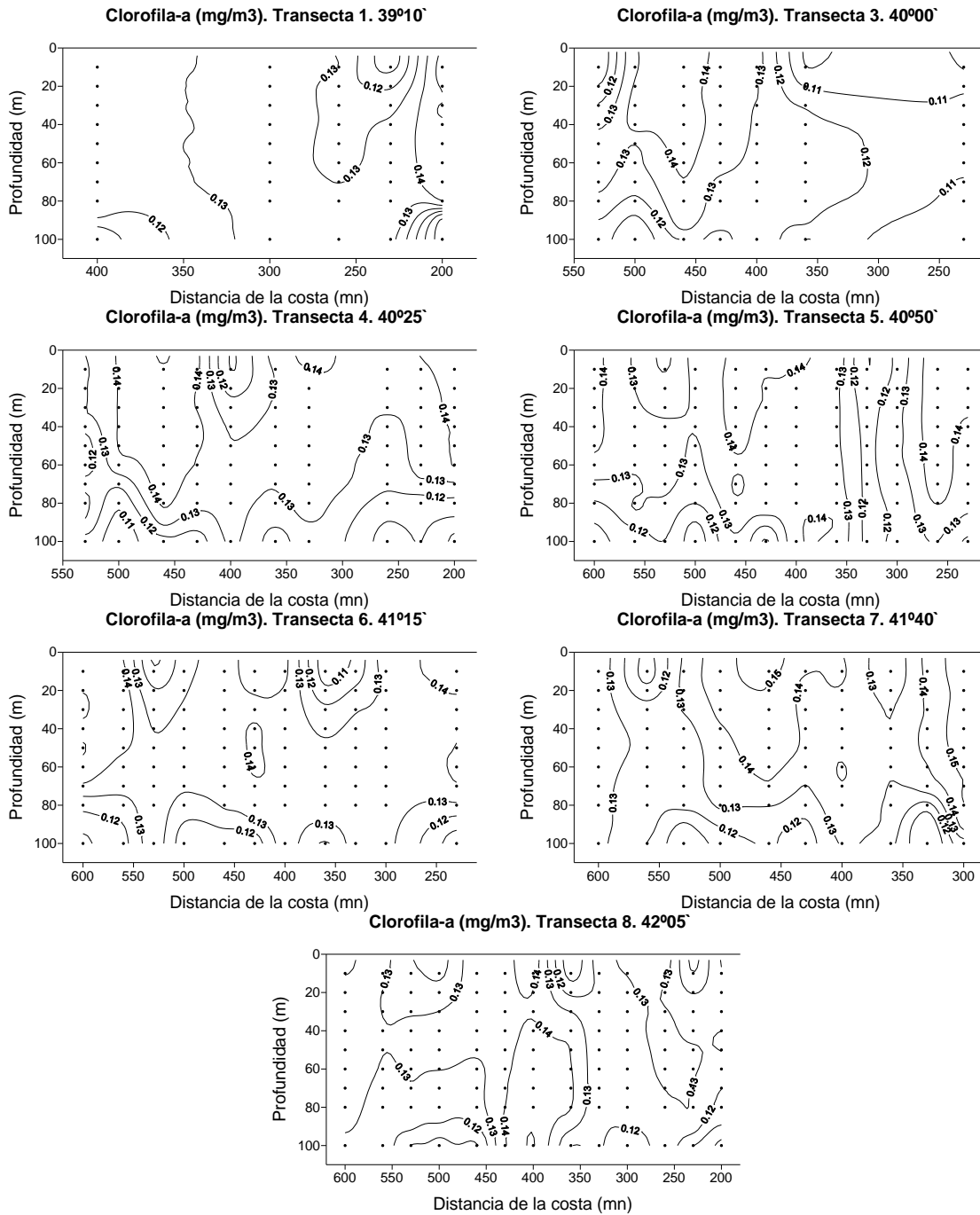


**Figura 38.** Transecta 7. Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml L}^{-1}$ ). Crucero Jurel 2011.



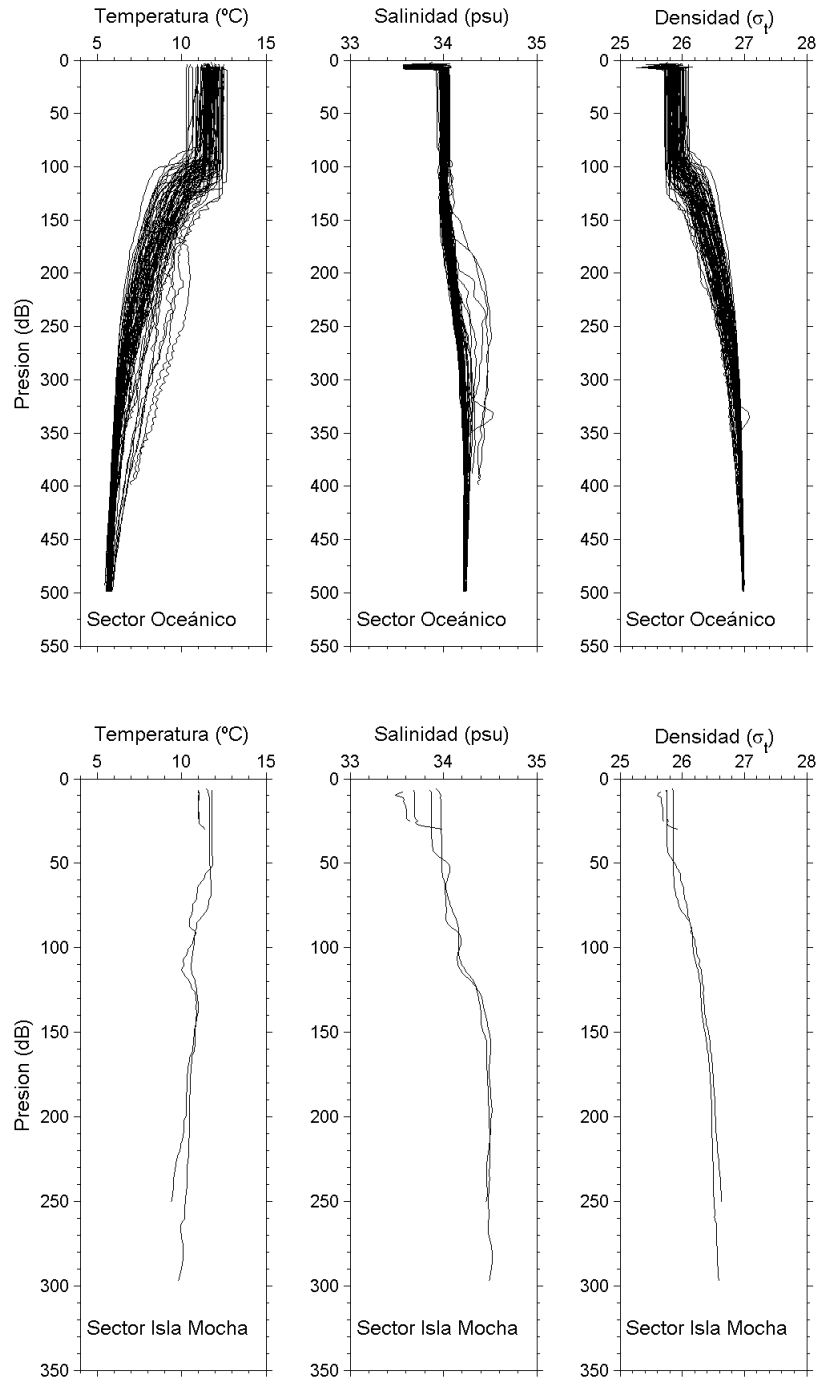
**Figura 39.** Transecta 8. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml L<sup>-1</sup>). Crucero Jurel 2011.



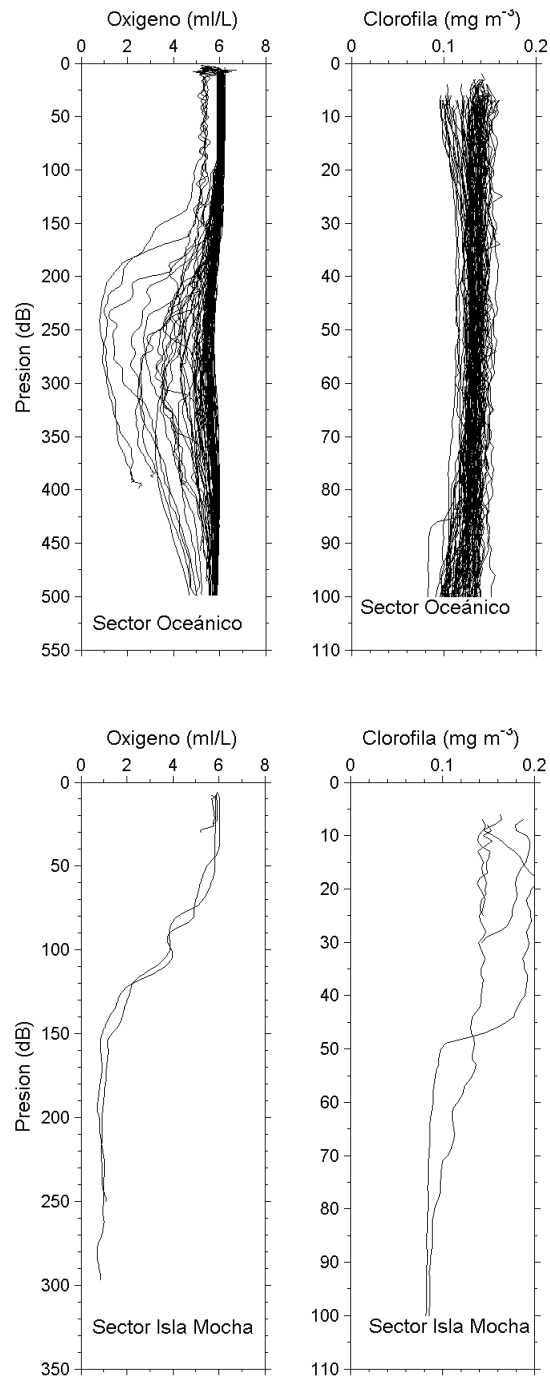


**Figura 40.** Secciones verticales de clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) en el 3rea de estudio. Crucero Jurel 2011.

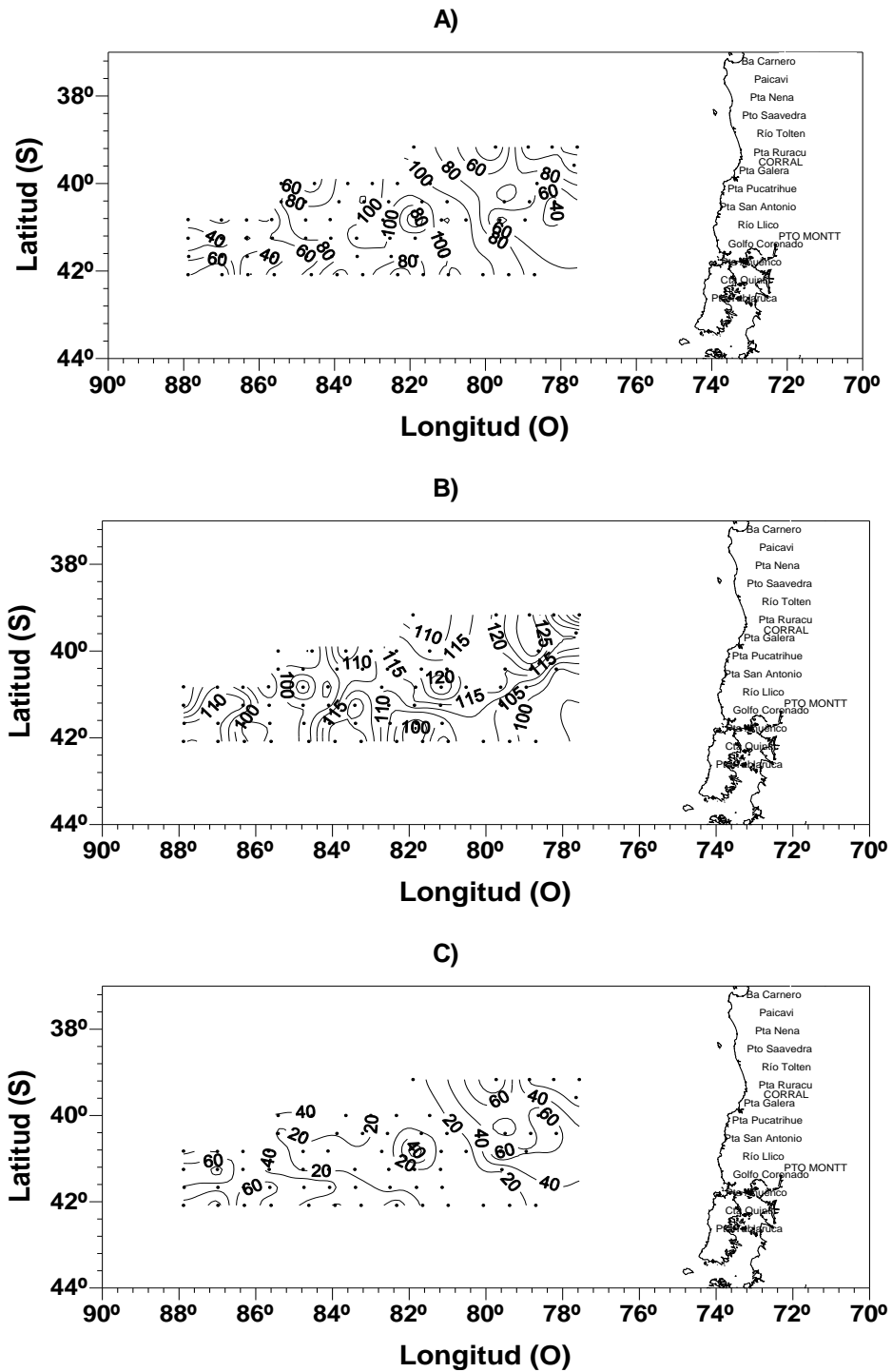




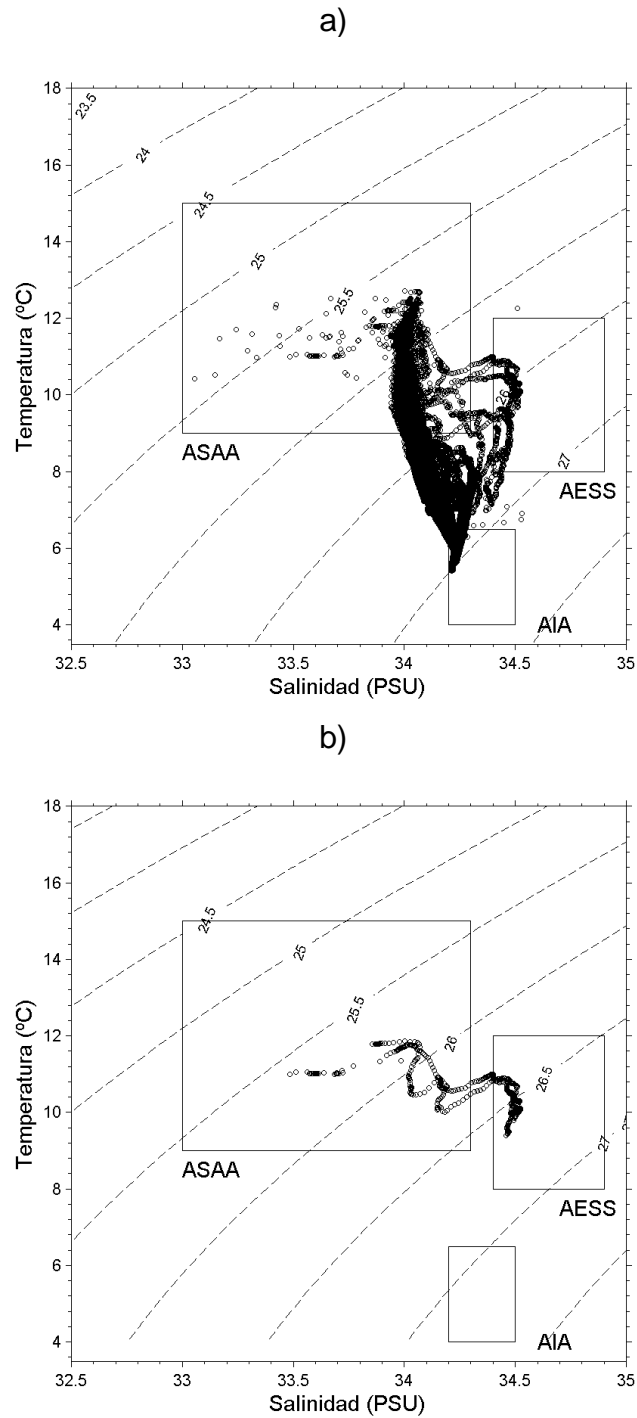
**Figura 41.** Perfiles individuales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad y densidad (sigma-t) para los sectores: a) oceánico ( $39^{\circ}10'S-42^{\circ}05'S$ ) y b) sector isla Mocha. Crucero Jurel 2011.



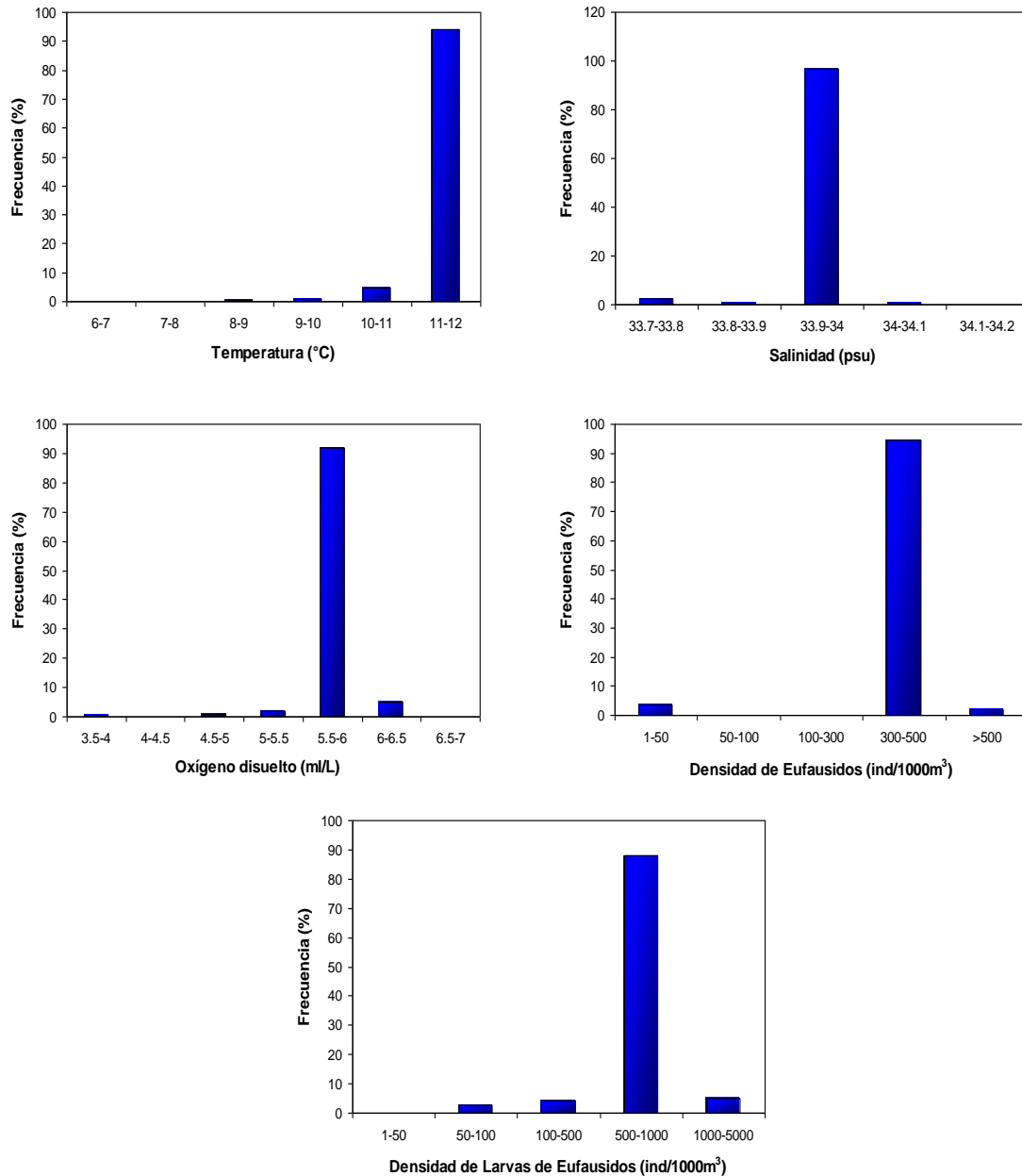
**Figura 42.** Perfiles individuales de la concentraci3n de oxígeno (ml L<sup>-1</sup>) y de clorofila-a (mg m<sup>-3</sup>), para los sectores: a) oceánico (39°10'S-42°05'S) y b) sector isla Mocha. Crucero Jurel 2011.



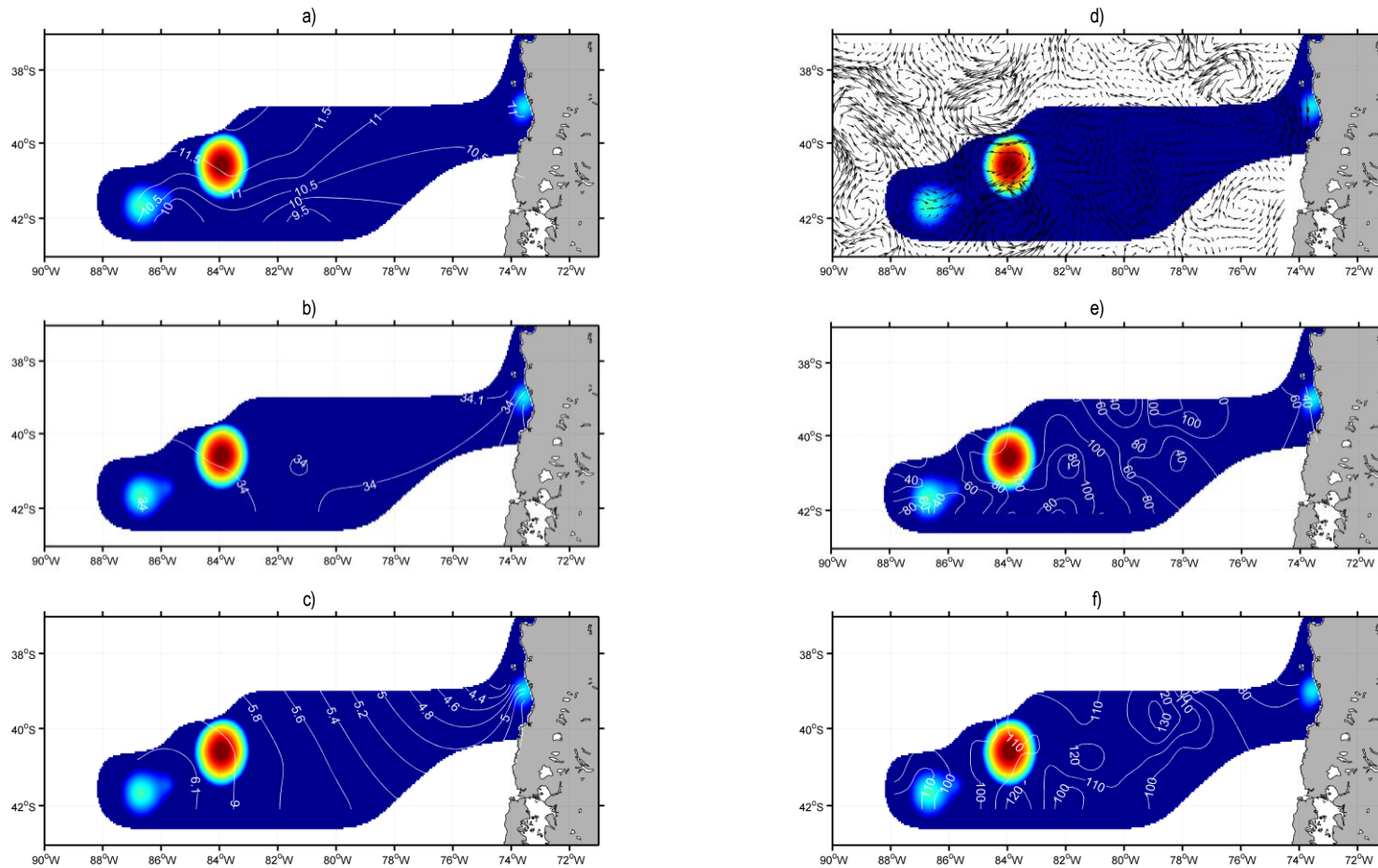
**Figura 43.** Distribuci3n espacial de; a) profundidad capa de mezcla (m), b) profundidad base de la termoclina (m) y c) espesor de la termoclina (m) en la zona de estudio. Crucero Jurel 2011.



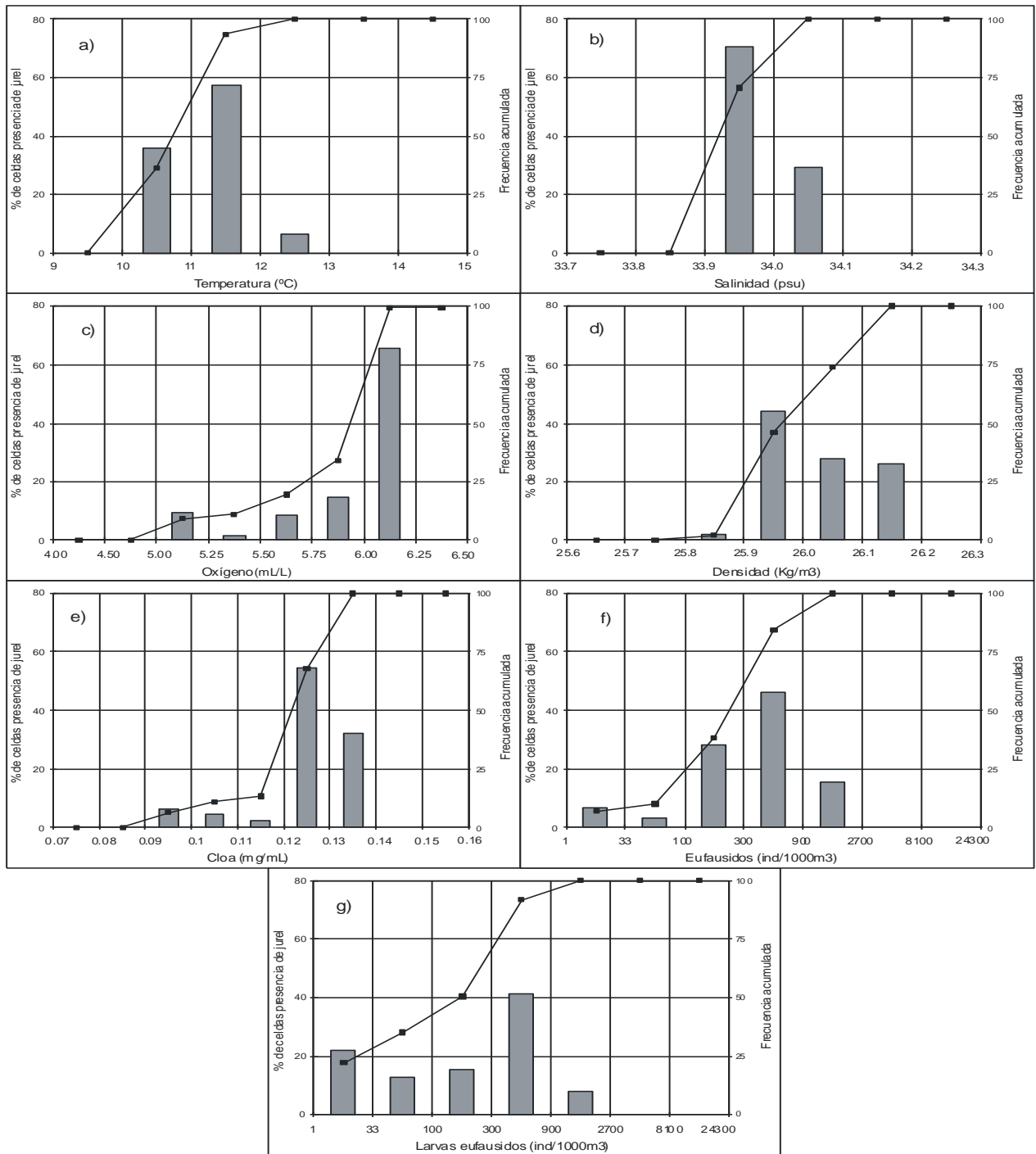
**Figura 44.** Diagramas TS para el 1rea de estudio. a) sector oce1nico y b) isla Mocha. Crucero Jurel 2011.



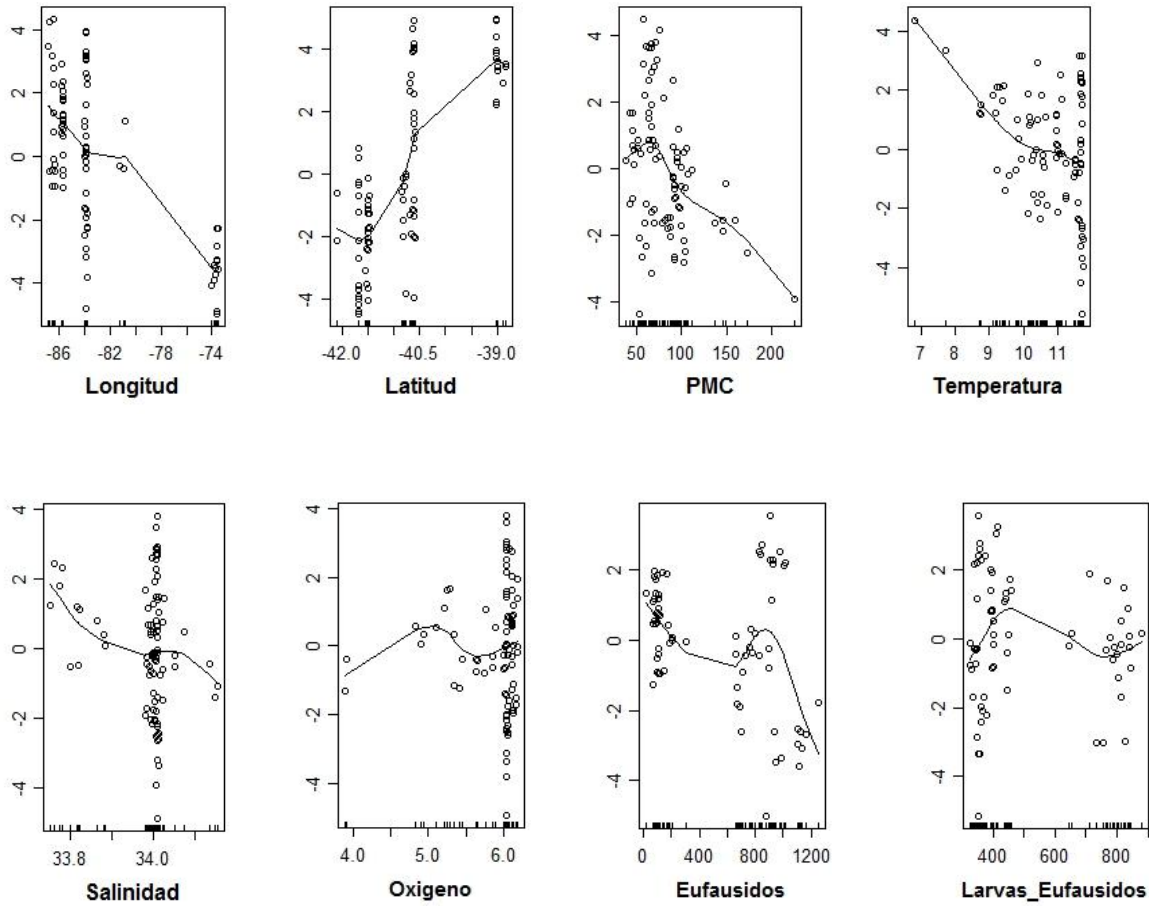
**Figura 45.** Histogramas de rangos para: temperatura (°C), salinidad (psu) y concentraci3n de oxígeno disuelto (ml L<sup>-1</sup>), densidad de eufáusidos y larvas de eufáusidos (ind 1000 m<sup>-3</sup>) determinadas a la profundidad media de los cardúmenes de jurel en el área de estudio. Crucero Jurel 2011.



**Figura 46.** Distribuci3n espacial de la densidad ac3stica de jurel ( $\text{ton mn}^{-2}$ ) y (a) la distribuci3n de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) salinidad (psu), (c) concentraci3n de ox3geno disuelto ( $\text{mL L}^{-1}$ ), (d) distribuci3n de las corrientes geostr3ficas ( $\text{cm s}^{-1}$ ), (e) la profundidad de la capa de mezcla (m) y (f) la base de la termoclina (m), a la profundidad media de distribuci3n de los card6menes de jurel en el 3rea de estudio. Crucero Jurel 2011.

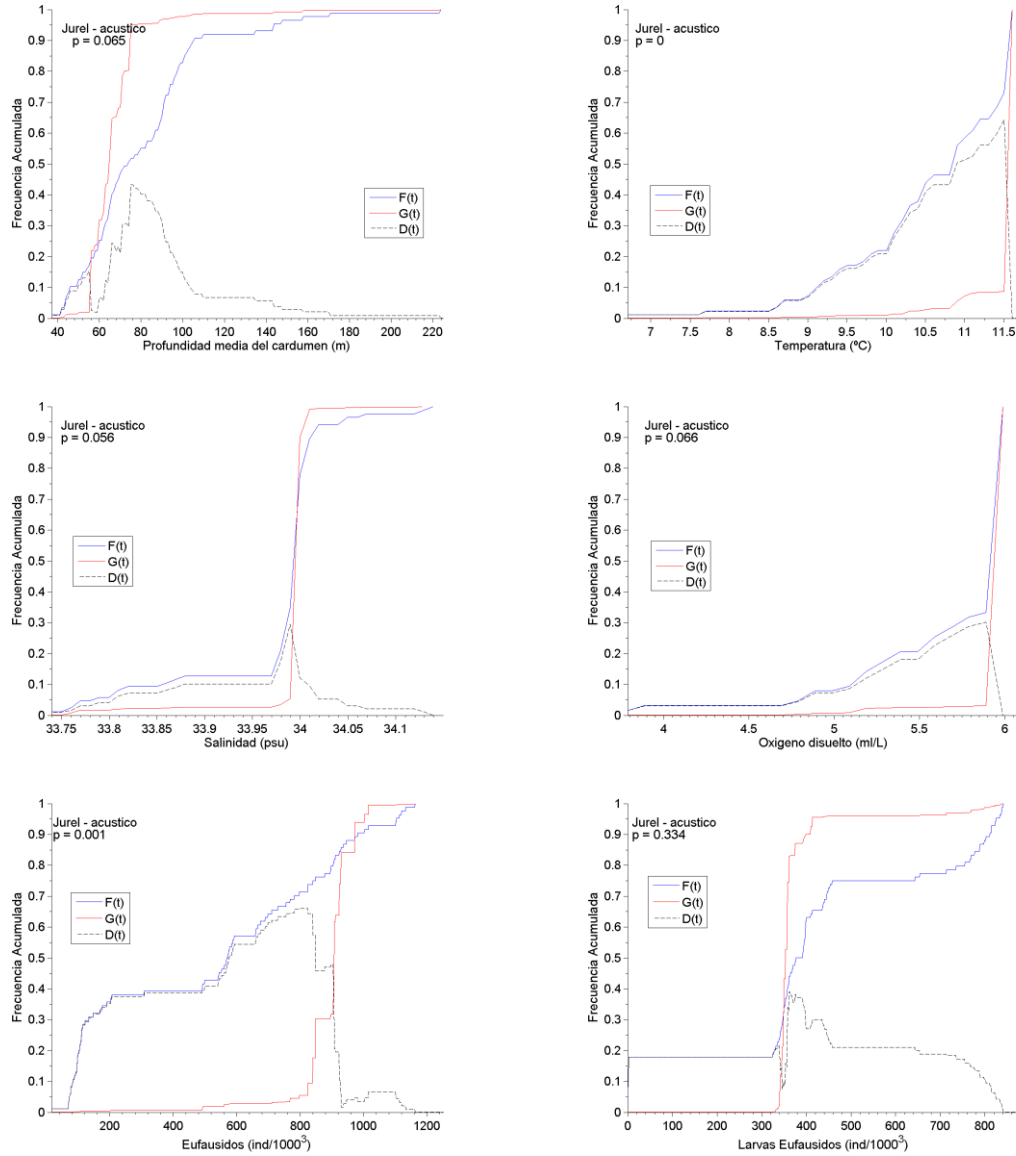


**Figura 47.** Rangos de preferencia y frecuencia acumulada del jurel en relación a las variables bio-oceanográficas. Estrato 50-100 m. Crucero Jurel 2011.

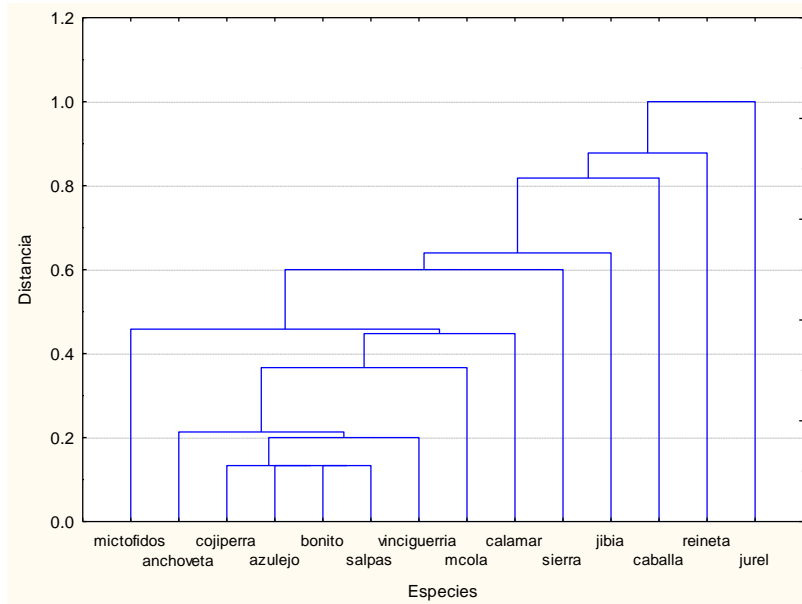


**Figura 48.** Relaci3n entre la densidad acústica de jurel y las variables predictoras seleccionadas mediante GAM considerando el sector (39°10'S-42°05'S) del área de estudio. Crucero Jurel 2011.

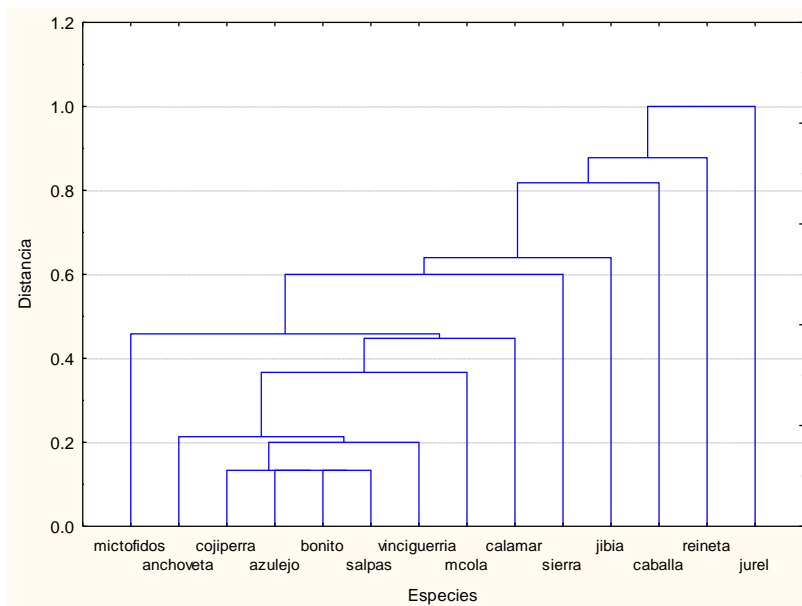




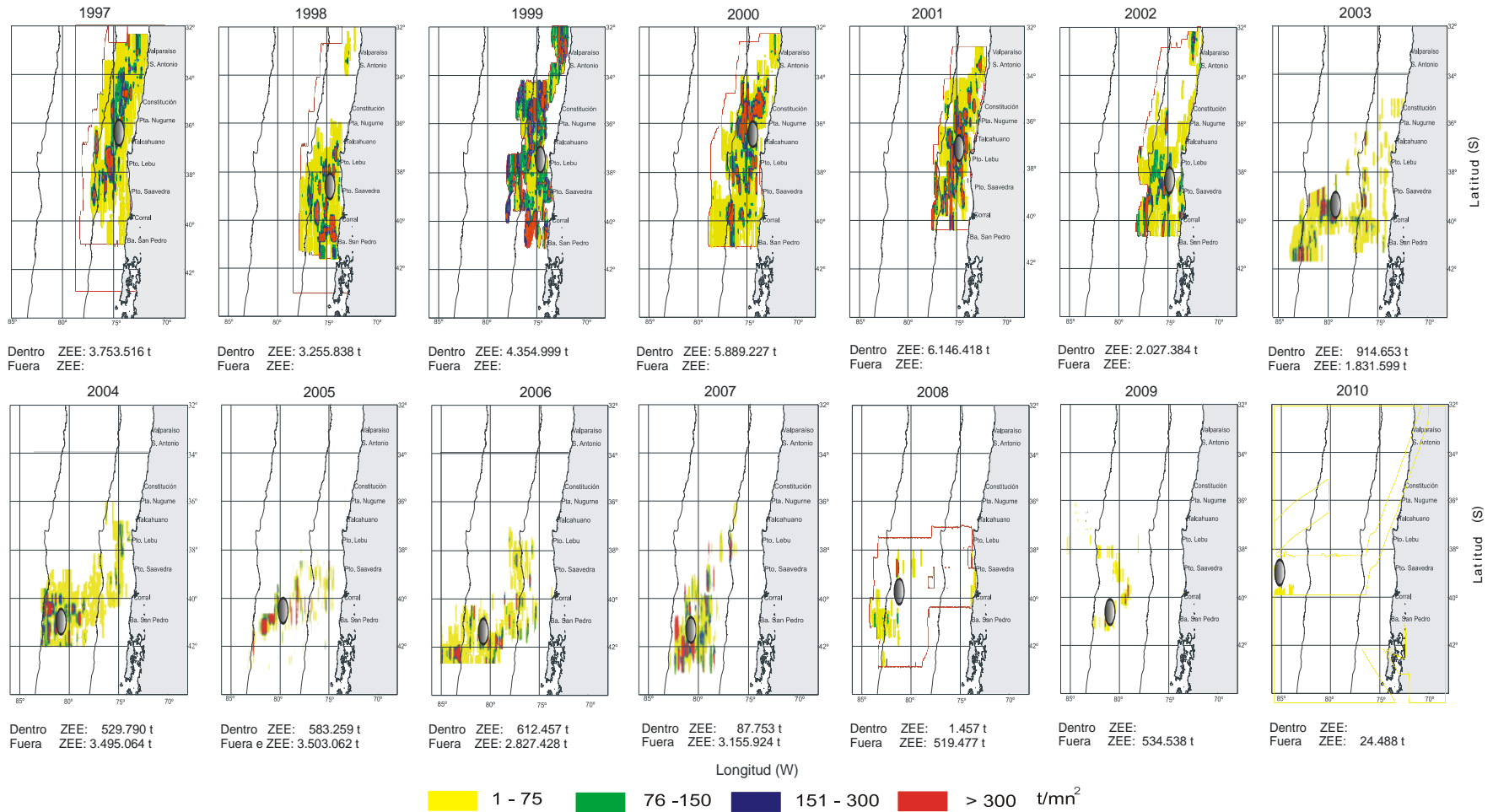
**Figura 49.** Funciones de distribuci3n acumulativas empíricas para las variables ambientales ( $f(t)$ ) y su ponderaci3n con la variable biol3gica ( $g(t)$ ). Sector ( $39^{\circ}10'S$ - $42^{\circ}05'S$ ) del área de estudio. Crucero Jurel 2011.



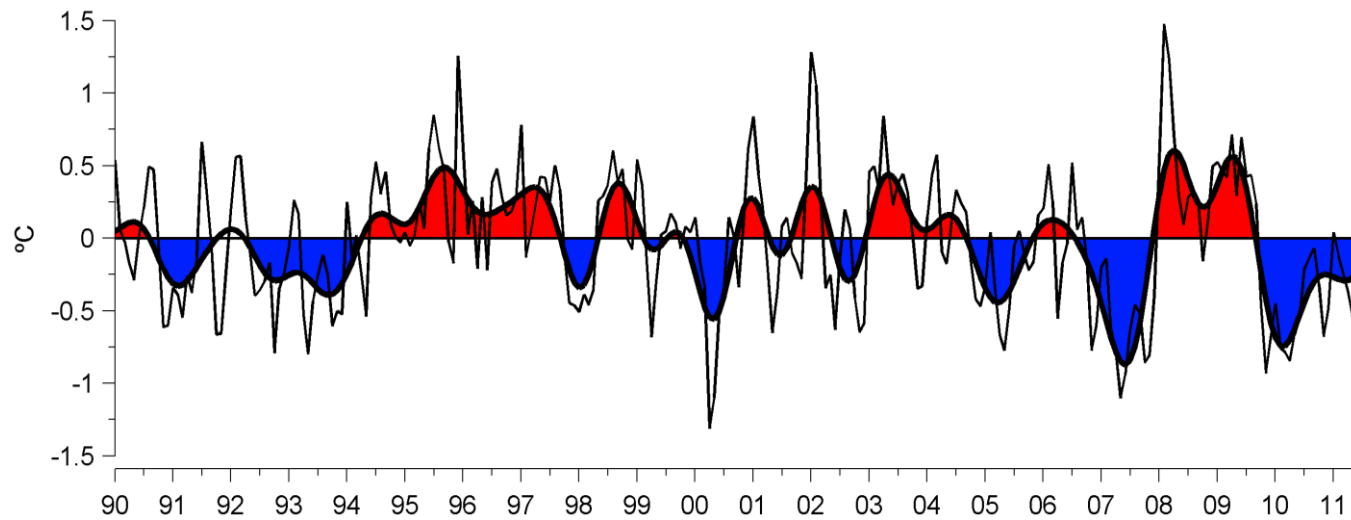
**Figura 50.** Dendrograma importancia relativa por especie.



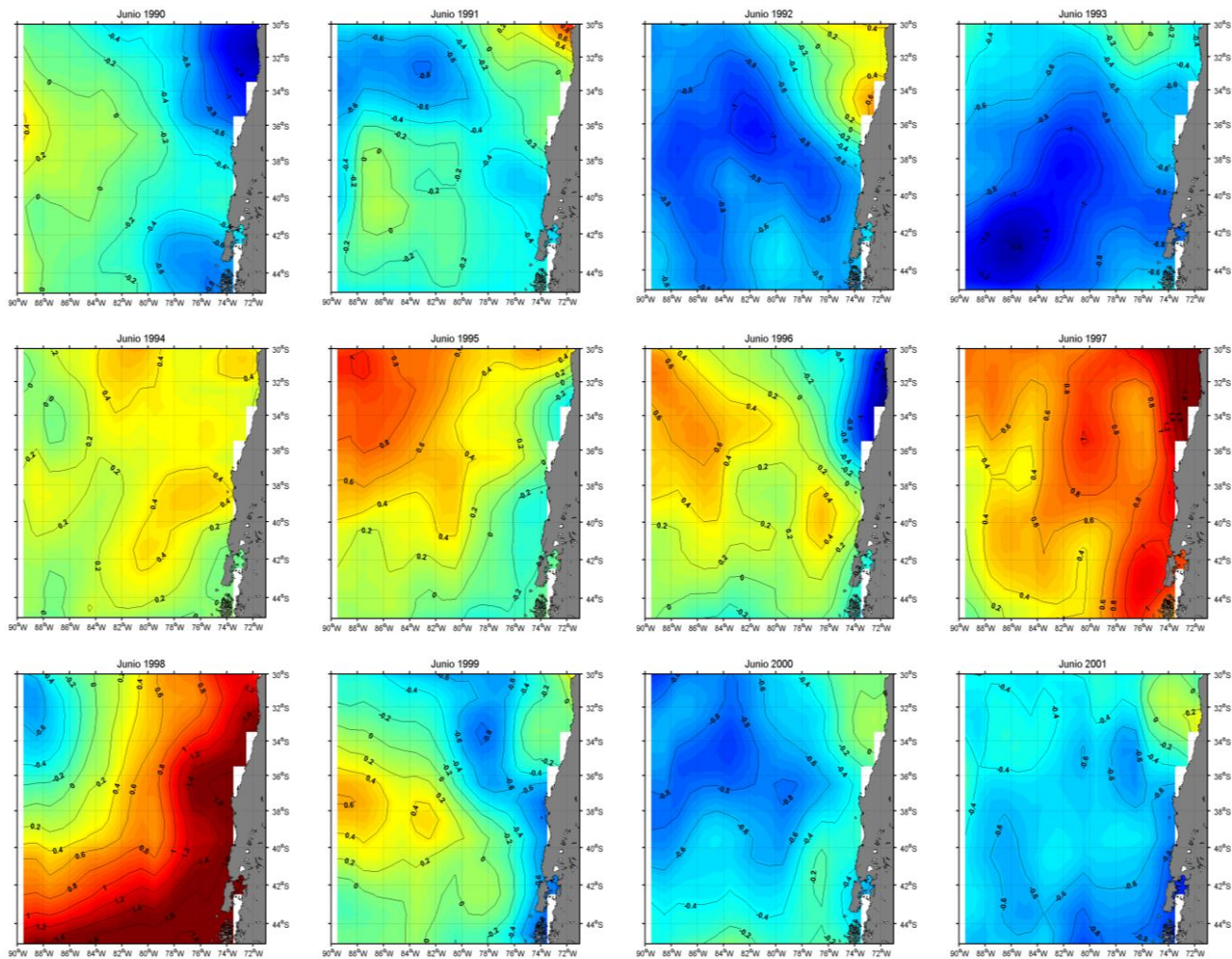
**Figura 51.** Dendrograma ausencia/presencia por a1os.



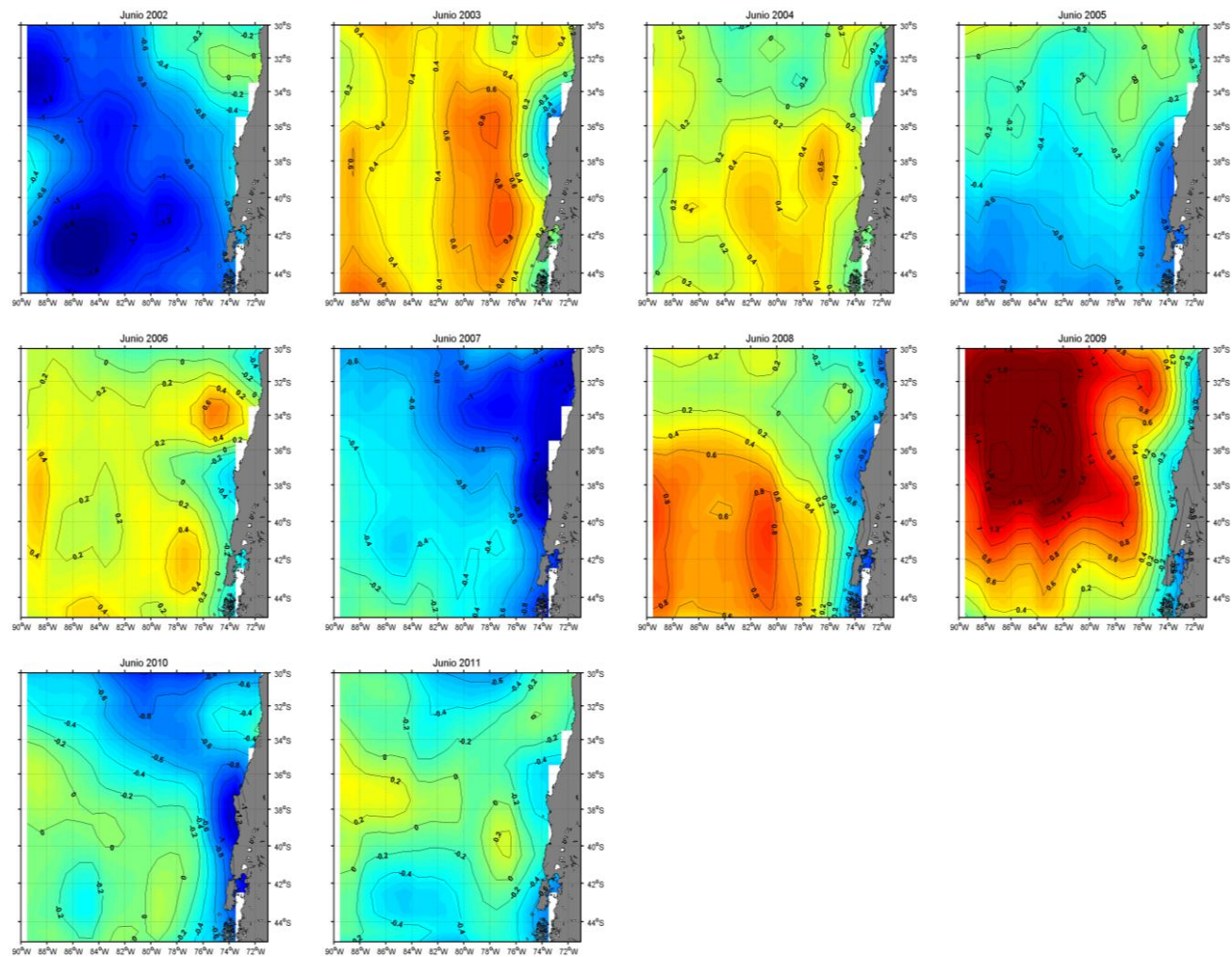
**Figura 52.** Centros de gravedad de la distribución espacial de jurel en las evaluaciones hidroacústicas (1997-2010).



**Figura 53.** Anomalía de la temperatura superficial del mar en la región de estudio (IGOOS).

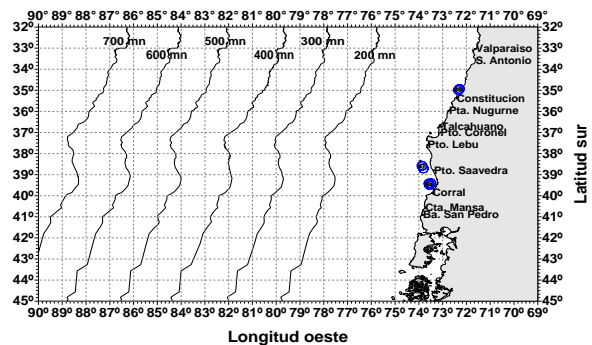
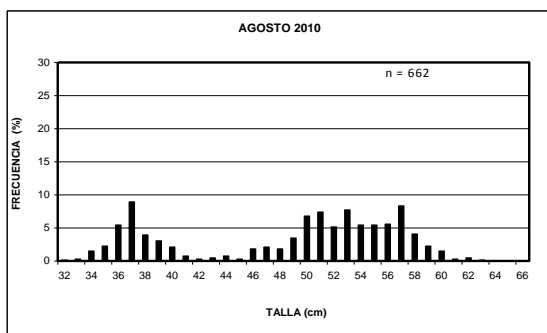
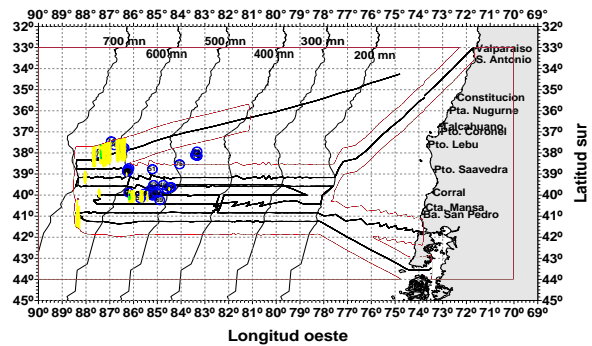
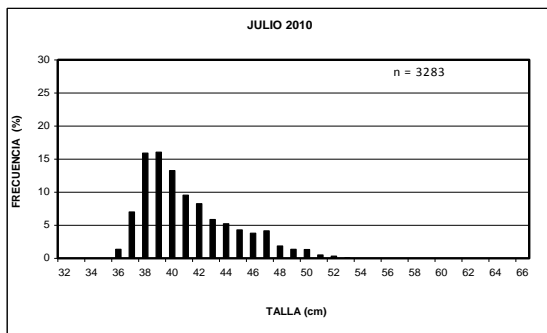
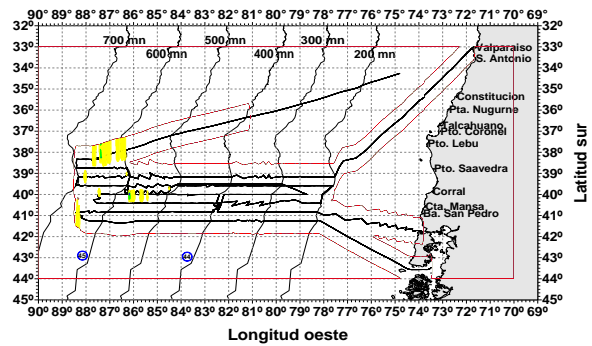
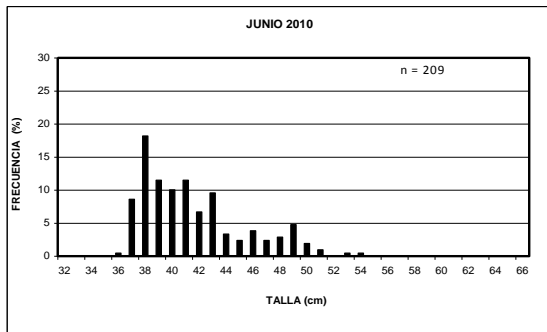
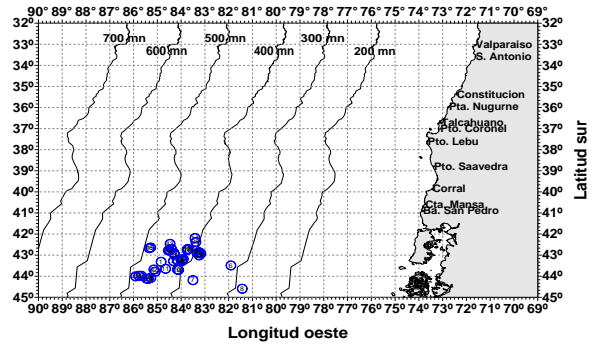
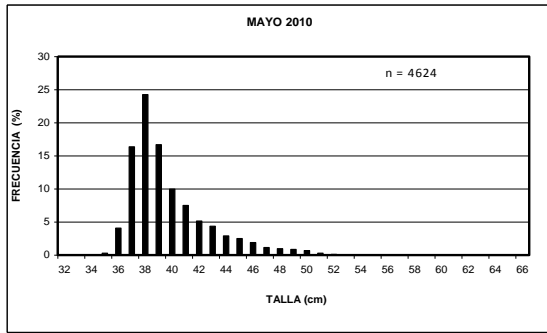


**Figura 54.** Informaci3n satelital de la anomalía mensual de la TSM (Junio) para el período 1990-2011 (IGOSS).

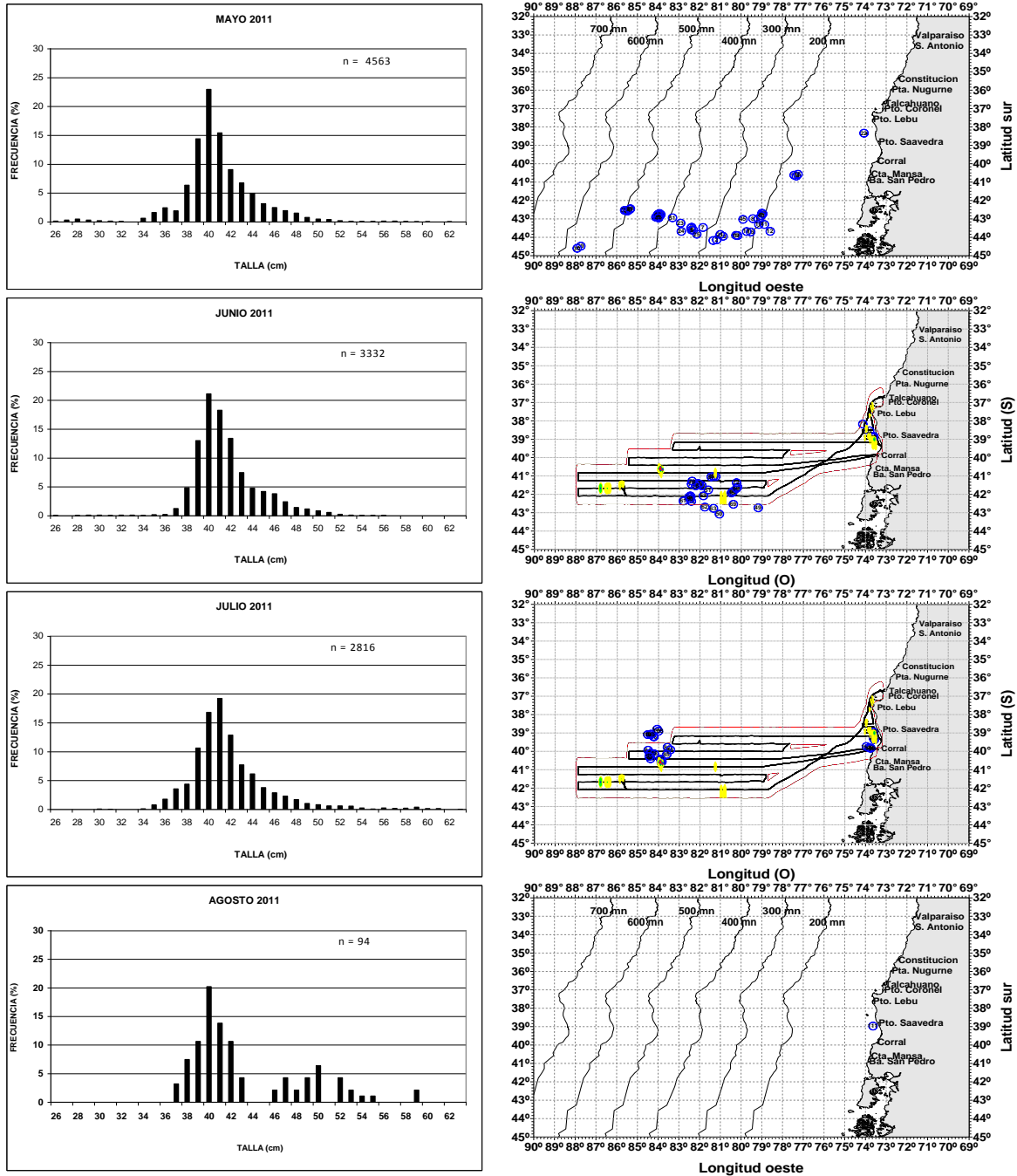


**Figura 54.-cont.** Informaci3n satelital de la anomalía mensual de la TSM (Junio) para el período 1990-2011 (IGOSS).





**Figura 55.** Estructura de tallas de jurel y posici3n geogr3fica de los lances de pesca entre mayo y agosto del 2010. Se indica el track y las densidades detectadas en la prospecci3n ac3stica realizada entre el 09 de junio y 27 de julio.



**Figura 56.** Estructura de tallas de jurel y posici3n geogr1fica de los lances de pesca entre mayo y agosto del 2011. Se indica el track y las densidades detectadas en la prospecci3n ac1stica realizada entre el 22 de junio y 19 de julio.



# **A N E X O S**

---

# **A N E X O I**

---

Comparación de estructuras de talla  
cruceros de evaluación y  
flota de cerco VIII Región

---



## COMPARACIÓN DE ESTRUCTURA DE TALLA DE CRUCEROS DE EVALUACIÓN Y FLOTA DE CERCO VIII REGIÓN.

Autores: José Córdova M. y Hernán Miranda P.

Para establecer si es necesario de corregir las estructuras de tamaño recolectadas a bordo de naves de cerco, se comparó la composición de tamaño obtenidas en los cruceros de evaluación (sistema arrastre a mediagua) y los registrados por la flota de cerco de la VIII Región para el periodo 2002-2008, orientado a establecer posibles diferencias estadísticas significativas entre las estructuras de tallas colectadas por los dos diferentes sistemas de pesca. Atendiendo a que se ha utilizado diferente arte de pesca, y a que la flota industrial tiene una restricción respecto a la talla mínima legal para la especie que corresponde a los 26 centímetros de longitud de horquilla, parece natural tener ciertas aprehensiones respecto de la similitud de ambas estructura de tallas obtenidas de ambas capturas.

Luego, con el propósito de dilucidar respecto de esta duda se planteó la hipótesis de similitud entre las dos estructuras obtenidas con cada muestra., dada en los siguientes términos:

$H_0$  : Las estructuras de talla obtenidas a partir de las capturas logradas con red de media agua son estadísticamente similares a las logradas con red de cerco y las diferencias observadas son causas del azar.

O bien puede ser expresada en los siguientes términos:

$H_0$  : Las dos muestras provienen de una misma población.

La hipótesis alternativa  $H_1$  es planteada como una negación de la hipótesis nula.

Una forma alternativa en que podemos plantear la hipótesis nula y alternativa puede ser en los siguientes términos:

$$H_0 : P_{1k} = P_{2k} \quad \forall k = 1, 2, \dots, k, \dots, K$$

$$H_1 : P_{1k} \neq P_{2k} \quad \text{para al menos al gun } k = 1, 2, \dots, k, \dots, K$$

En esta última hipótesis se plantea que bastará que al menos para una clase de tallas en que se encuentren diferencias significativas o contribuya de manera importante a la estadística de prueba, bastaría para asumir que las dos estructura son estadísticamente diferentes. Para dilucidar sobre esta disyuntiva, se realizó una prueba de hipótesis basado en una estadística de  $\chi^2$  para comparar dos



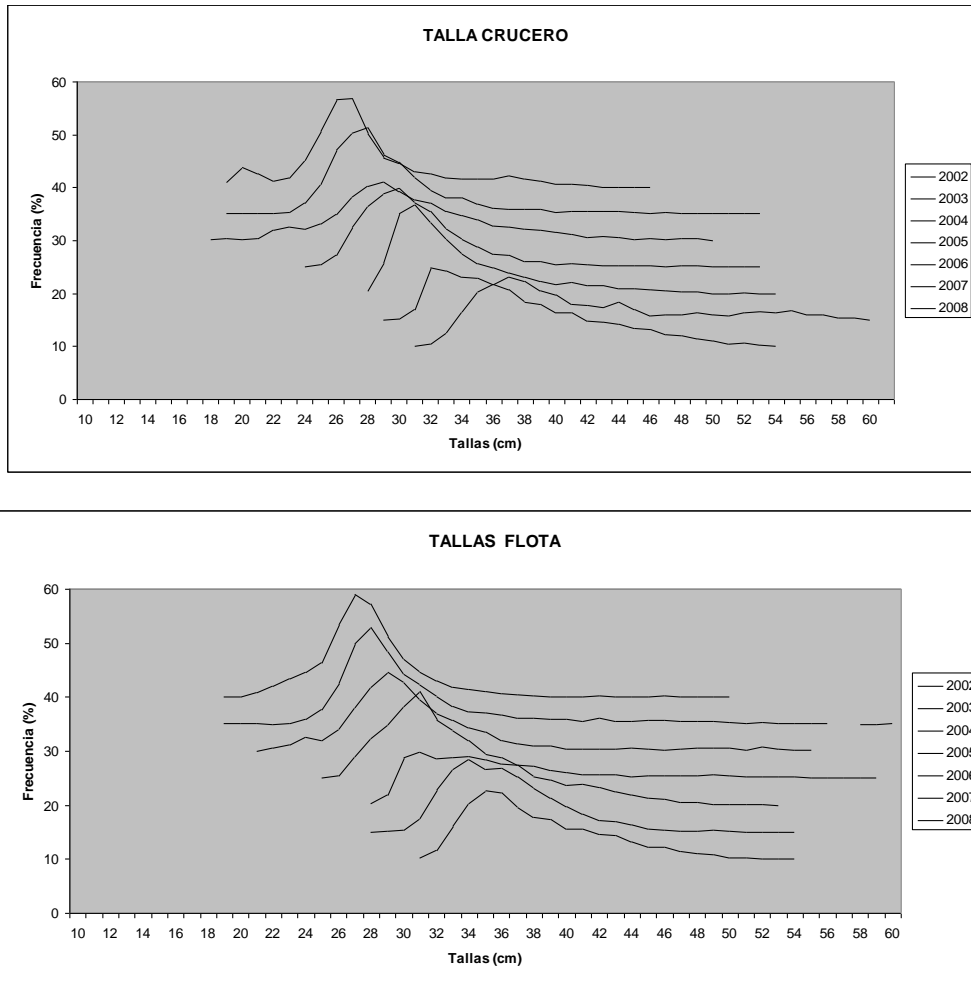
distribuciones multinomiales, la cual intentara detectar cuan diferentes son ambas distribuciones en la totalidad de las clases coincidentes y, en particular, en aquella(s) en que no lo son.

Los resultados alcanzados muestran que no es posible aceptar la existencia de diferencias significativas entre las distribuciones de tallas de los cruceros y la flota de cerco, al obtener valores de chi cuadrado calculados inferiores a los de tabla ( $\alpha = 0,5$ ), para la serie hist3rica recolectada en la zona centro sur del pa3s (**Tabla 1**), raz3n por lo cual es posible considerar la estructura de talla de jurel proveniente de la flota para la estimaci3n de la biomasa durante el 2010 (**Figura 1**). Resultado que refleja la presencia de ejemplares de mayor tama1o en la estructura de talla de estos a1os, por cuanto mayores diferencias se observan cuando la flota evita la captura de ejemplares peque1os bajo la talla m3nima legal (26 cm), como se registr3 durante e 1997 al 2001.

**Tabla 1.**

Resultados de comparaci3n estructura talla crucero y flota con prueba estadística de chii cuadrado.

A1os	$\chi$ calculado	$\chi$ Tabla ( $\alpha=0.95$ )	N
2002	16,5	55,5	39
2003	6,3	55,8	44
2004	8,9	55,8	43
2005	8,1	43,8	35
2006	13,6	43,8	29
2007	19,2	55,8	36
2008	5,9	38,9	26



**Figura 1.** Estructura de tallas de los crucero y la flota de cerco VIII regi3n (2002-2008).

## **A N E X O   I I**

---

Análisis de contemporaneidad y coterraneidad  
en las distribuciones de tallas de jurel  
en la zona centro-sur del país

---



## ANÁLISIS DE LAS DISTRIBUCIONES DE TALLAS DE JUREL EN LA ZONA CENTRO SUR DEL PAÍS

Autores: José Córdova M, Bernardo Leiva P y Hernán Miranda P.

---

Durante los últimos años el estado de las pesquerías sostenidas por los pequeños pelágicos como la anchoveta, sardina y jurel, muestra una franca disminución de la pesca y de la abundancia observada en diferentes cruceros hidroacústicos. Situación ha llevado a la autoridad pesquera a establecer una reducción drástica en las cuotas de pesca para los últimos años, dado la merma de las poblaciones de estas especies observada en una reducción de la actividad de la flota, periodos más amplios de búsqueda y la menor detección de las especies por cruceros de investigación hidroacústicos.

Es así como en el crucero hidroacústico desarrollado este año, se dispuso de solo 6 lances exitosos y por consiguiente de estructuras de tallas aportadas por la flota comercial que operó en un área que podemos denominar común respecto a la prospección acústica, donde es claro que los lances, y consecuentemente las estructuras de talla obtenidas no coinciden ni en el momento, ni en el lugar en que fueron realizados los lances. Luego una pregunta lógica es aquella relacionada a la similitud o diferencia observada entre las estructuras de talla obtenidas en el área prospectada, donde cualquier comparación estadística que se realice sus conclusiones serán probabilísticas pudiendo señalarse que lo observado es tanto o más probable se repita.

Para establecer si existe diferencias entre las estructuras de tamaño recolectadas a bordo de naves de cerco, considerando un desfase espacial y temporal entre la ejecución del lances de pesca de cerco y la detección acústica de ecotrazos de jurel en la prospección, primero fueron comparadas la composición de tamaño obtenidas en el crucero de evaluación del 2010 ubicadas en torno a cuatro sectores con densidades acústica de jurel, determinado el desfase espacial desde la posición del área de concentración de jurel (punto referencia abundancia jurel) y las posiciones de los respectivos lances, en tanto el desfase en tiempo(días) consideró las fechas respectivas (**Figura 1**). Un segundo análisis fue realizado a las estructuras de tallas registradas por la flota de cerco de la VIII Región entre mayo-agosto del 2010 y 2011, orientado a establecer posibles diferencias estadísticas significativas entre las estructuras de tallas generada a causa de diferencias de la posición espacio-temporal de los lances realizados durante los cuatro meses en la zona centro sur del país. Por tanto, el desfase entre las estructuras de tallas considera ambas componentes: el desfase espacial entre el punto central de referencia del sector y las posiciones de los



lances incluidos en el, en tanto el desfase temporal correspondi3 al tiempo transcurrido entre el primer y 3ltimo lance (**Figura 2 y 3**).

Atendiendo a a la baja abundancia del recurso en estos 3ltimos a3os y particularmente el 2011, esta ha generado una reducci3n en la detecci3n ac3stica y de pesca a diferencia de los a3os de alta abundancia en a3os anteriores, donde era posible realizar lances exitosos espacial y temporalmente m3s pr3ximos a los registros ac3sticos de jurel, dado la mayor frecuencia de detecci3n ac3stica de ecotrazos del recurso, que permitia realizar muestreos dirigidos a la obtenci3n de muestras de identificaci3n y caracterizaci3n del sector para estructurar la biomasa total a la talla. Situaci3n que, por su discontinuidad y desfase espacio-temporal, nos hace ser m3s cautos respecto de las conclusiones estadisticas obtenidas toda vez que se dispone de una resoluci3n espacial y temporal menos fina que en a3os anteriores para la misma zona de estudio.

Luego, con el prop3sito de dilucidar respecto de esta duda se plante3 la hip3tesis de similitud entre las estructuras obtenidas con desfase a la detecci3n ac3stica de ecotrazos de jurel, dada en los siguientes t3rminos:

$H_0$  : Las estructuras de talla obtenidas son estadisticamente similares y las diferencias observadas son causas del azar.

O bien puede ser expresada en los siguientes t3rminos:

$H_0$  : Las muestras provienen de una misma poblaci3n.

La hip3tesis alternativa  $H_1$  es planteada como una negaci3n de la hip3tesis nula.

Una forma alternativa en que podemos plantear la hip3tesis nula y alternativa puede ser en los siguientes t3rminos:

$$H_0 : P_{1k} = P_{2k} \quad \forall k = 1, 2, \dots, k, \dots, K$$

$$H_1 : P_{1k} \neq P_{2k} \quad \text{para al menos al g un } k = 1, 2, \dots, k, \dots, K$$

En esta 3ltima hip3tesis se plantea que bastar3 que al menos para una clase de tallas en que se encuentren diferencias significativas o contribuya de manera importante a la estadística de prueba, bastara asumir que esta estructura son estadisticamente diferentes. Para dilucidar sobre esta disyuntiva, se realiz3 una prueba de hip3tesis basado en una estadística de  $\chi^2$  para comparar distribuciones multinomiales, la cual intentará detectar cuan diferentes son las distribuciones en la totalidad de las clases coincidentes y, en particular, en aquella(s) en que no lo son.





Los resultados alcanzados para el crucero de evaluación muestran que no es posible aceptar la existencia de diferencias significativas entre las distribuciones de tallas presente en los distintos sectores, al obtener valores de chi cuadrado calculados inferiores a los de tabla ( $\alpha = 0,5$ ), para la información recolectada en junio-julio del 2010 en la zona centro sur del país (**Tablas 1 a 4 y Figuras 4 a 7**).

Asimismo, un segundo análisis realizado a las estructura de talla de los lances de pesca comercial de la flota de cerco de la VIII región, agrupando las estructura en 6 sectores para el 2010 (**Tablas 5 a 6 y Figuras 8 a 13**) y 13 sectores para el 2011 (**Tablas 11 a 23 y Figuras 14 a 26**), utilizando la misma prueba estadística, muestra valores chi cuadrado menores a los de tablas (confianza 95%), que indican la no existencia de diferencias significativas entre los distintos tipos de distribución en cada uno de los sectores, exceptuando el sector 1 con 45 lances (2010) donde se registró algunos ejemplares de mayor tamaño (lance 45) y el sector 10 (2011) con la presencia de ejemplares de talla menor solo lance 3. Los antecedentes obtenidos sugieren que, en general, para las siguientes evaluaciones de jurel en la zona centro-sur, es posible considerar indistintamente las estructura de tamaño que presenten desfase espacio temporal para jurel (**Tablas 5- 23, Figuras 8 a 26**).

El análisis consideró los lances del crucero de evaluación del 2010 (**Tabla 24**), así como los provenientes de la operación de la flota de la VIII región, durante mayo a agosto del 2010 (**Tabla 25**) y durante el 2011 (**Tabla 26**).

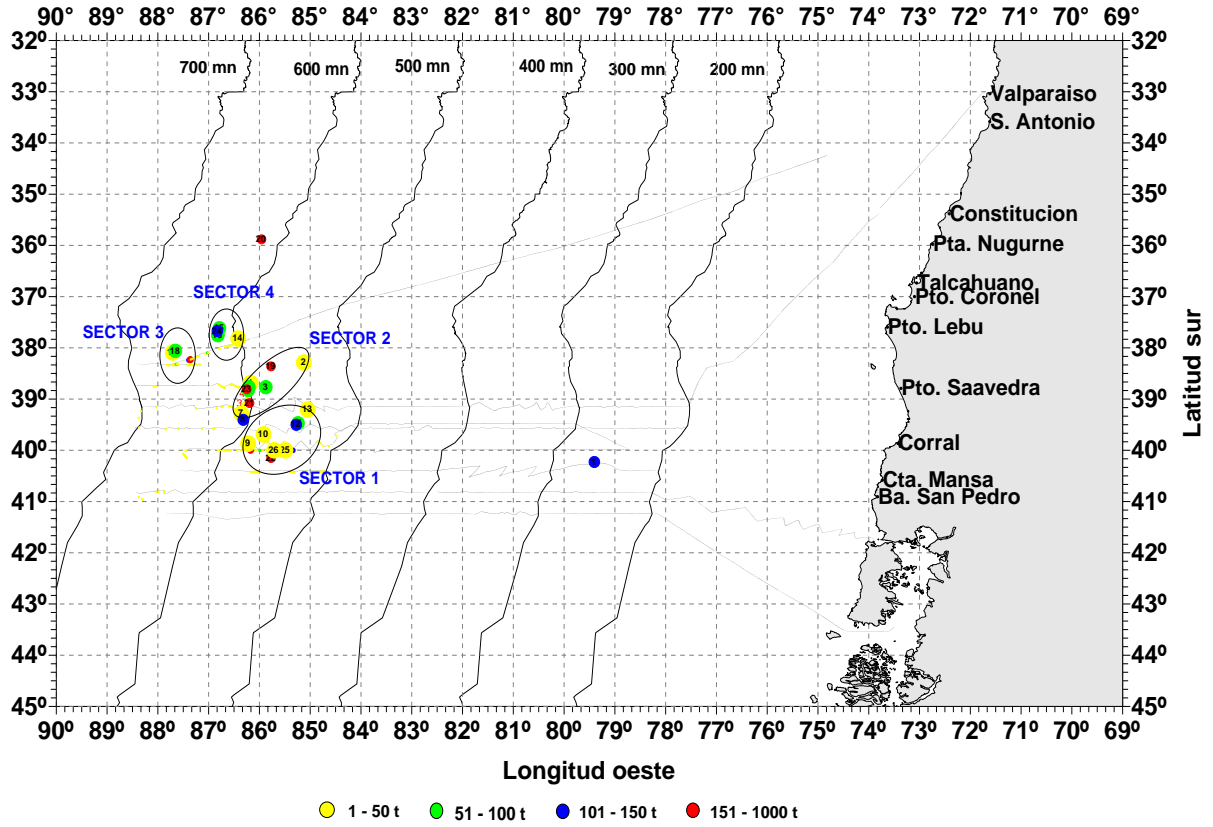


Figura 1. Distribuci3n de lances de pesca durante crucero de evaluaci3n del 2010.

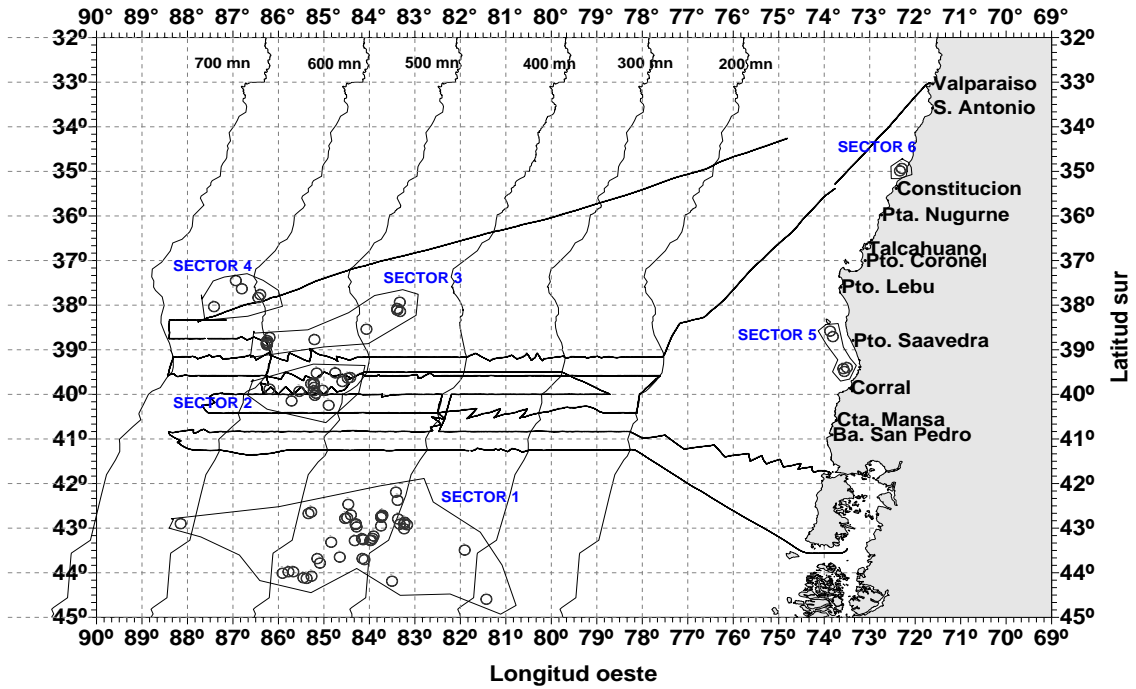


Figura 2. Distribuci3n de lances de pesca de la flota VIII Regi3n (mayo-agosto 2010).

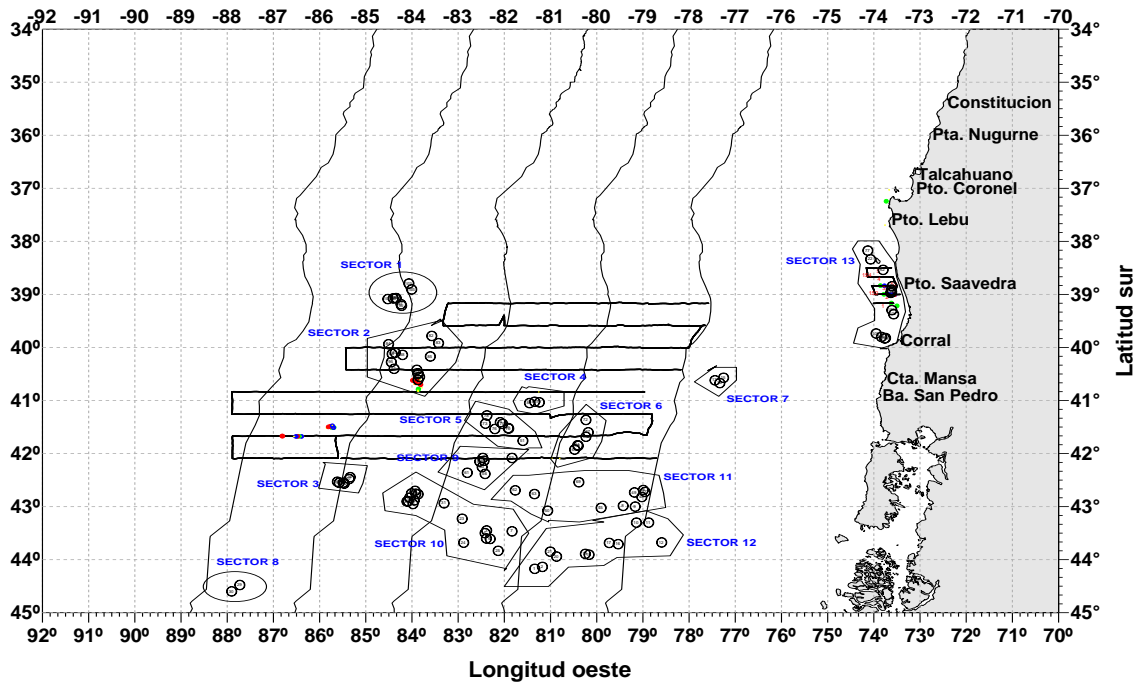


Figura 3. Distribuci3n de lances de pesca de la flota VIII Regi3n (mayo-agosto 2011).



**Tabla 1.**  
Sector 1 crucero evaluación 2010.

				<b>X<sup>2</sup>crítico=</b>	<b>32</b>
<b>Parámetros del análisis</b>				<b>N° de categorías=</b>	<b>21</b>
				<b>Z=</b>	<b>1,64485</b>
				<b>Grupos=</b>	<b>7</b>
				<b>np=</b>	<b>224</b>
<b>Lances</b>	<b>fecha hora</b>	<b>Desfase (mn)</b>	<b>Desfase (días)</b>	<b>X<sup>2</sup> calculado</b>	<b>Ho</b>
13	15-7-10 3:00	20	33	2,10	NR
14	15-7-10 5:25	20	32	3,16	NR
12	14-7-10 10:20	19	27	5,40	NR
1	26-6-10 4:00	0	1	6,16	NR
2	9-7-10 6:00	14	15	11,13	NR
16	25-7-10 6:50	30	52	13,64	NR
11	14-7-10 6:15	19	34	19,86	NR
<b>% APROBACIÓN</b>					<b>100,00</b>
<b>NR: Acepta Ho</b>			<b>R: Rechaza Ho</b>		
<b>Punto referencia abundancia jurel : 40 00'S 85 30'W</b>				<b>Fecha sondeo acústico = 26/06/2010s</b>	

**Tabla 2.**  
Sector 2 crucero evaluación 2010.

				<b>X<sup>2</sup>crítico=</b>	<b>38</b>
<b>Parámetros del análisis</b>				<b>N° de categorías=</b>	<b>26</b>
				<b>Z=</b>	<b>1,64485</b>
				<b>Grupos=</b>	<b>11</b>
				<b>np=</b>	<b>295</b>
<b>Lances</b>	<b>EMBARCACIÓN</b>	<b>Desfase (mn)</b>	<b>Desfase (días)</b>	<b>X<sup>2</sup> calculado</b>	<b>Ho</b>
7	12-7-10 9:35	8	7	1,98	NR
5	12-7-10 4:30	8	15	2,17	NR
4	11-7-10 16:00	9	22	3,60	NR
6	12-7-10 7:10	8	10	4,71	NR
3	11-7-10 11:30	11	67	5,34	NR
10	13-7-10 15:50	7	29	7,36	NR
23	2-8-10 0:40	13	11	7,89	NR
9	13-7-10 12:40	7	22	12,13	NR
22	31-7-10 7:15	11	41	30,81	NR
8	12-7-10 5:55	8	7	31,32	NR
<b>% APROBACIÓN</b>					<b>100,00</b>
<b>NR: Acepta Ho</b>			<b>R: Rechaza Ho</b>		
<b>Punto referencia abundancia jurel :38 55'S 86 18'W</b>				<b>Fecha sondeo acústico = 20/06/2010s</b>	



**Tabla 3.**  
Sector 3 crucero evaluación 2010.

				$\chi^2$ crítico=	24
<b>Parámetros del análisis</b>				N° de categorías=	15
				Z=	1,64485
				Grupos=	2
				np=	205
<b>Lances</b>	<b>EMBARCACIÓN</b>	<b>Desfase (mn)</b>	<b>Desfase (días)</b>	$\chi^2$ calculado	<b>Ho</b>
20	27-7-10 13:00	7	22	3,66	NR
21	12-7-10 1:30	7	22	5,77	NR
<b>% APROBACIÓN</b>					<b>100,00</b>
<b>NR: Acepta Ho</b>		<b>R: Rechaza Ho</b>			
Punto referencia abundancia jurel :38 20'S 87 22'W			Fecha sondeo acústico = 21/06/2010s		

**Tabla 4.**  
Sector 4 crucero evaluación 2010.

				$\chi^2$ crítico=	35
<b>Parámetros del análisis</b>				N° de categorías=	23
				Z=	1,64485
				Grupos=	4
				np=	211
<b>Lances</b>	<b>EMBARCACIÓN</b>	<b>Desfase (mn)</b>	<b>Desfase (días)</b>	$\chi^2$ calculado	<b>Ho</b>
18	26-7-10 7:00	4	30	6,87	NR
19	26-7-10 11:40	4	26	8,29	NR
15	20-7-10 11:27	4	30	22,59	NR
17	26-7-10 1:50	4	11	24,18	NR
<b>% APROBACIÓN</b>					<b>100,00</b>
<b>NR: Acepta Ho</b>		<b>R: Rechaza Ho</b>			
Punto referencia abundancia jurel :38 00'S 86 22'W			Fecha sondeo acústico = 23/06/2010s		



**Tabla 5.**  
Sector 1 lances flota 2010.

Parámetros del análisis			$\chi^2$ crítico=	31
			N° de categorías=	20
			Z=	1,64485
			Grupos=	45
			np=	603
Lances	fecha hora	Desfase (mn)	$\chi^2$ calculado	Ho
17	12-05-2010 08:45	36	0,64	NR
5	26-04-2010 08:42	18	0,69	NR
12	03-05-2010 08:10	46	0,75	NR
26	14-05-2010 16:30	48	0,84	NR
27	15-05-2010 08:15	16	0,92	NR
22	14-05-2010 06:20	50	0,95	NR
42	27-05-2010 15:05	25	0,96	NR
4	26-04-2010 03:10	9	0,98	NR
3	26-04-2010 03:09	10	0,99	NR
6	28-04-2010 08:40	108	1,00	NR
15	12-05-2010 03:20	52	1,04	NR
29	21-05-2010 09:10	26	1,06	NR
41	27-05-2010 06:00	28	1,12	NR
33	22-05-2010 12:00	18	1,12	NR
13	04-05-2010 00:55	48	1,17	NR
21	14-05-2010 06:00	47	1,18	NR
38	26-05-2010 02:15	74	1,19	NR
10	02-05-2010 10:00	31	1,27	NR
5	26-04-2010 08:42	18	1,32	NR
7	29-04-2010 01:30	71	1,36	NR
18	13-05-2010 10:50	39	1,90	NR
25	14-05-2010 09:20	49	2,12	NR
24	14-05-2010 07:15	52	2,18	NR
40	26-05-2010 07:30	67	2,20	NR
11	02-05-2010 20:04	31	2,20	NR
1	25-04-2010 10:56	23	2,26	NR
43	28-05-2010 15:15	42	2,37	NR
36	25-05-2010 18:30	78	2,40	NR
23	14-05-2010 06:35	52	2,89	NR
9	02-05-2010 07:30	34	2,91	NR
32	22-05-2010 07:50	19	2,99	NR
14	11-05-2010 12:05	72	4,01	NR
30	21-05-2010 22:10	15	4,02	NR
8	01-05-2010 08:57	153	4,13	NR
16	12-05-2010 06:35	53	4,65	NR
31	21-05-2010 23:20	12	4,70	NR
2	25-04-2010 22:50	6	5,30	NR
35	25-05-2010 14:45	84	6,19	NR
39	26-05-2010 05:46	72	7,67	NR
28	16-05-2010 10:10	25	8,03	NR
20	13-05-2010 13:55	37	10,07	NR
19	13-05-2010 13:46	38	13,87	NR
34	22-05-2010 12:00	17	21,95	NR
44	06-06-2010 09:30	30	22,45	NR
45	10-06-2010 08:10	169	44,88	R
<b>% APROBACIÓN</b>				<b>97,78</b>
<b>NR: Acepta Ho</b>		<b>R: Rechaza Ho</b>		
<b>Punto central de referencia: 43 10'S 84 20'W</b>			<b>Desfase período = 47 días</b>	



**Tabla 6.**  
Sector 2 lances flota 2010.

Lances	fecha hora	Desfase (mn)	X <sup>2</sup> calculado	Ho
58	08-07-2010 22:15	21	0,86	NR
50	08-07-2010 03:25	8	0,92	NR
56	08-07-2010 11:40	7	0,92	NR
49	05-07-2010 21:25	25	0,97	NR
57	08-07-2010 13:49	12	1,36	NR
52	08-07-2010 06:30	7	1,45	NR
54	08-07-2010 09:11	9	1,45	NR
69	16/07/2010 7:45	26	1,76	NR
53	08-07-2010 07:50	5	2,24	NR
55	08-07-2010 11:30	9	2,44	NR
47	04-07-2010 05:00	31	2,55	NR
46	04-07-2010 02:05	34	3,64	NR
67	15-07-2010 02:30	19	3,67	NR
68	15-07-2010 15:00	6	4,26	NR
59	09-07-2010 05:47	33	5,41	NR
48	04-07-2010 11:45	25	5,48	NR
66	14-07-2010 08:05	50	21,97	NR
<b>% APROBACIÓN</b>				<b>100,00</b>
<b>NR: Acepta Ho</b>		<b>R: Rechaza Ho</b>		
Punto central de referencia: 39 50'S 85 06'W			Desfase período = 13 días	

**Tabla 7.**  
Sector 3 lances flota 2010.

Lances	fecha hora	Desfase (mn)	X <sup>2</sup> calculado	Ho
71	17-07-2010 03:00	114	1,09	NR
51	08-07-2010 05:20	27	1,69	NR
70	16-07-2010 23:25	114	1,83	NR
61	12-07-2010 05:03	25	2,04	NR
64	12-07-2010 10:45	28	2,57	NR
62	12-07-2010 07:20	27	2,57	NR
60	12-07-2010 01:12	22	3,33	NR
63	12-07-2010 07:45	27	3,33	NR
73	17-07-2010 11:40	121	3,81	NR
65	12-07-2010 11:15	78	3,91	NR
72	17-07-2010 06:10	117	4,58	NR
75	21-07-2010 10:30	79	7,17	NR
<b>% APROBACIÓN</b>				<b>100,00</b>
<b>NR: Acepta Ho</b>		<b>R: Rechaza Ho</b>		
Punto central de referencia: 38 37'S 85 44'W			Desfase período = 14 días	



**Tabla 8.**  
Sector 4 lances flota 2010.

			$X^2$ crítico=	28
<b>Parámetros del análisis</b>			N° de categorías=	18
			Z=	1,64485
			Grupos=	5
			np=	149
<b>Lances</b>	<b>fecha hora</b>	<b>Desfase (mn)</b>	<b><math>X^2</math> calculado</b>	<b>Ho</b>
78	26-07-2010 07:15	10	5,12	NR
79	27-07-2010 14:40	31	10,27	NR
74	19-07-2010 07:05	11	13,31	NR
76	25-07-2010 22:45	30	17,00	NR
77	26-07-2010 02:30	29	18,14	NR
<b>% APROBACIÓN</b>				<b>100,00</b>
NR: Acepta Ho		R: Rechaza Ho		
Punto central de referencia: 37 38'S 87 00'W			Desfase período = 9 días	

**Tabla 9.**  
Sector 5 lances flota 2010.

			$X^2$ crítico=	31
<b>Parámetros del análisis</b>			N° de categorías=	20
			Z=	1,64485
			Grupos=	5
			np=	129
<b>Lances</b>	<b>fecha hora</b>	<b>Desfase (mn)</b>	<b><math>X^2</math> calculado</b>	<b>Ho</b>
84	11-08-2010 15:58	29	2,83	NR
82	10-08-2010 19:50	24	4,26	NR
83	11-08-2010 10:55	25	5,64	NR
81	08-08-2010 22:40	31	6,63	NR
80	08-08-2010 11:15	23	6,76	NR
<b>% APROBACIÓN</b>				<b>100,00</b>
NR: Acepta Ho		R: Rechaza Ho		
Punto central de referencia: 39 00'S 73 30'W			Desfase período = 4 días	

**Tabla 10.**  
Sector 6 lances flota 2010.

			$X^2$ crítico=	27
<b>Parámetros del análisis</b>			N° de categorías=	17
			Z=	1,64485
			Grupos=	2
			np=	107
<b>Lances</b>	<b>fecha hora</b>	<b>Desfase (mn)</b>	<b><math>X^2</math> calculado</b>	<b>Ho</b>
85	21-08-2010 06:48	5	2,84	NR
86	21-08-2010 09:10	1	3,68	NR
<b>% APROBACIÓN</b>				<b>100,00</b>
NR: Acepta Ho		R: Rechaza Ho		
Punto central de referencia: 35 00'S 72 20'W			Desfase período = 1 días	





**Tabla 11.**  
Sector 1 lances flota 2011.

			$\chi^2$ crítico=	30
Parámetros del análisis			N° de categorías=	19
			Z=	1,64485
			Grupos=	8
			np=	156
<b>Lances</b>	<b>fecha hora</b>	<b>Desfase (mn)</b>	<b><math>\chi^2</math> calculado</b>	<b>Ho</b>
97	06-07-2011 02:52	9	2,00	NR
95	05-07-2011 23:20	10	3,06	NR
98	06-07-2011 04:00	9	3,17	NR
96	05-07-2011 23:30	11	3,36	NR
100	06-07-2011 07:03	17	3,92	NR
102	07-07-2011 05:44	10	9,05	NR
99	06-07-2011 05:51	12	9,99	NR
101	07-07-2011 00:17	14	21,55	NR
<b>% APROBACIÓN</b>				<b>100,00</b>
<b>NR: Acepta Ho</b>		<b>R: Rechaza Ho</b>		
Punto central de referencia: 39 00'S 84 10'W			Desfase período = 3 días	

**Tabla 12.**  
Sector 2 lances flota 2011.

			$\chi^2$ crítico=	28
Parámetros del análisis			N° de categorías=	18
			Z=	1,64485
			Grupos=	14
			np=	204
<b>Lances</b>	<b>fecha hora</b>	<b>Desfase (mn)</b>	<b><math>\chi^2</math> calculado</b>	<b>Ho</b>
83	01-07-2011 18:40	30	0,86	NR
84	02-07-2011 06:11	19	1,31	NR
86	02-07-2011 08:05	19	1,76	NR
81	01-07-2011 07:00	35	1,76	NR
91	03-07-2011 09:15	11	2,24	NR
88	03-07-2011 05:57	15	2,62	NR
92	03-07-2011 10:30	22	2,85	NR
90	03-07-2011 07:45	19	3,35	NR
89	03-07-2011 06:35	16	3,70	NR
93	04-07-2011 07:50	20	4,98	NR
85	02-07-2011 06:54	21	7,26	NR
94	04-07-2011 08:05	20	7,76	NR
92	01-07-2011 17:40	23	7,77	NR
87	02-07-2011 18:45	11	15,95	NR
<b>% APROBACIÓN</b>				<b>100,00</b>
<b>NR: Acepta Ho</b>		<b>R: Rechaza Ho</b>		
Punto central de referencia: 40 15'S 84 00'W			Desfase período = 4 días	



**Tabla 13.**  
Sector 3 lances flota 2011.

			$X^2$ crítico=	30
<b>Parámetros del análisis</b>			N° de categorías=	19
			Z=	1,64485
			Grupos=	6
			np=	134
<b>Lances</b>	<b>fecha hora</b>	<b>Desfase (mn)</b>	<b><math>X^2</math> calculado</b>	<b>Ho</b>
33	22-05-2011 22:20	4	0,91	NR
31	22-05-2011 21:10	4	4,09	NR
32	22-05-2011 21:12	4	5,01	NR
36	23-05-2011 07:50	7	5,09	NR
34	22-05-2011 22:58	5	6,18	NR
35	23-05-2011 07:00	8	10,75	NR
<b>% APROBACIÓN</b>				<b>100,00</b>
<b>NR: Acepta Ho</b>		<b>R: Rechaza Ho</b>		
Punto central de referencia: 42 30'S 85 30'W			Desfase período = 2 días	

**Tabla 14.**  
Sector 4 lances flota 2011.

			$X^2$ crítico=	22
<b>Parámetros del análisis</b>			N° de categorías=	13
			Z=	1,64485
			Grupos=	3
			np=	109
<b>Lances</b>	<b>fecha hora</b>	<b>Desfase (mn)</b>	<b><math>X^2</math> calculado</b>	<b>Ho</b>
80	26-06-2011 05:30	6	1,55	NR
79	26-06-2011 01:10	4	2,73	NR
78	25-06-2011 22:20	5	3,00	NR
<b>% APROBACIÓN</b>				<b>100,00</b>
<b>NR: Acepta Ho</b>		<b>R: Rechaza Ho</b>		
Punto central de referencia: 41 05'S 81 20'W			Desfase período = 2 días	



**Tabla 15.**  
Sector 5 lances flota 2011.

			$X^2$ crítico=	30
<b>Parámetros del análisis</b>			N° de categorías=	19
			Z=	1,64485
			Grupos=	8
			np=	148
Lances	fecha hora	Desfase (mn)	$X^2$ calculado	Ho
75	22-06-2011 05:45	14	1,30	NR
70	21-06-2011 05:30	27	1,96	NR
72	21-06-2011 18:55	6	3,37	NR
74	22-06-2011 01:30	22	3,81	NR
50	12-06-2011 04:40	44	7,54	NR
77	23-06-2011 07:10	15	8,09	NR
69	21-06-2011 04:00	27	8,48	NR
73	21-06-2011 22:30	20	8,55	NR
<b>% APROBACIÓN</b>				<b>100,00</b>
<b>NR: Acepta Ho</b>		<b>R: Rechaza Ho</b>		
Punto central de referencia: 41 30'S 82 30'W			Desfase período = 12 días	

**Tabla 16.**  
Sector 6 lances flota 2011.

			$X^2$ crítico=	32
<b>Parámetros del análisis</b>			N° de categorías=	21
			Z=	1,64485
			Grupos=	6
			np=	144
Lances	fecha hora	Desfase (mn)	$X^2$ calculado	Ho
63	16-06-2011 23:27	16	3,10	NR
67	18-06-2011 05:30	9	6,36	NR
71	21-06-2011 07:20	14	6,51	NR
64	17-06-2011 03:30	22	7,77	NR
65	17-06-2011 23:50	17	11,46	NR
66	18-06-2011 01:05	9	14,82	NR
<b>% APROBACIÓN</b>				<b>100,00</b>
<b>NR: Acepta Ho</b>		<b>R: Rechaza Ho</b>		
Punto central de referencia: 41 34'S 80 20'W			Desfase período = 6 días	



**Tabla 17.**  
Sector 7 lances flota 2011.

			$X^2$ crítico=	19
<b>Parámetros</b>			<b>N° de categorías=</b>	11
<b>del</b>			<b>Z=</b>	1,64485
<b>análisis</b>			<b>Grupos=</b>	3
			<b>np=</b>	115
<b>Lances</b>	<b>fecha hora</b>	<b>Desfase (mn)</b>	<b><math>X^2</math> calculado</b>	<b>Ho</b>
15	06-05-2011 14:22	4	0,94	NR
14	06-05-2011 07:30	4	1,59	NR
13	06-05-2011 06:35	5	6,73	NR
<b>% APROBACIÓN</b>				<b>100,00</b>
<b>NR: Acepta Ho</b>		<b>R: Rechaza Ho</b>		
<b>Punto central de referencia: 40 36'S 77 20'W</b>			<b>Desfase período = 1 días</b>	

**Tabla 18.**  
Sector 8 lances flota 2011.

			$X^2$ crítico=	23
<b>Parámetros</b>			<b>N° de categorías=</b>	14
<b>del</b>			<b>Z=</b>	1,64485
<b>análisis</b>			<b>Grupos=</b>	2
			<b>np=</b>	98
<b>Lances</b>	<b>fecha hora</b>	<b>Desfase (mn)</b>	<b><math>X^2</math> calculado</b>	<b>Ho</b>
28	21-05-2011 18:06	5	2,32	NR
29	21-05-2011 19:49	7	2,42	NR
<b>% APROBACIÓN</b>				<b>100,00</b>
<b>NR: Acepta Ho</b>		<b>R: Rechaza Ho</b>		
<b>Punto central de referencia: 44 30'S 87 50'W</b>			<b>Desfase período = 1 días</b>	



**Tabla 19.**  
Sector 9 lances flota 2011.

			$X^2$ crítico=	27
<b>Parámetros</b>			N° de categorías=	17
<b>del</b>			Z=	1,64485
<b>análisis</b>			Grupos=	7
			np=	148
<b>Lances</b>	<b>fecha hora</b>	<b>Desfase (mn)</b>	<b><math>X^2</math> calculado</b>	<b>Ho</b>
57	13-06-2011 05:53	7	1,70	NR
52	12-06-2011 09:24	30	1,98	NR
59	13-06-2011 16:13	1	3,67	NR
55	12-06-2011 21:58	8	3,72	NR
56	13-06-2011 04:30	10	5,21	NR
60	14-06-2011 05:52	17	5,73	NR
58	13-06-2011 08:20	7	8,85	NR
<b>% APROBACIÓN</b>				<b>100,00</b>
<b>NR: Acepta Ho</b>				
Punto central de referencia: 42 15'S 82 27'W			Desfase período = 3 días	

**Tabla 20**  
Sector 10 lances flota 2011.

			$X^2$ crítico=	38
<b>Parámetros</b>			N° de categorías=	26
<b>del</b>			Z=	1,64485
<b>análisis</b>			Grupos=	18
			np=	254
<b>Lances</b>	<b>fecha hora</b>	<b>Desfase (mn)</b>	<b><math>X^2</math> calculado</b>	<b>Ho</b>
40	24-05-2011 20:00	55	1,38	NR
24	14-05-2011 19:40	21	2,00	NR
42	25-05-2011 00:31	56	2,45	NR
27	20-05-2011 08:15	55	2,58	NR
6	30-04-2011 03:40	34	2,69	NR
7	30-04-2011 06:35	52	3,79	NR
23	14-05-2011 02:00	8	4,91	NR
37	24-05-2011 04:55	55	6,14	NR
4	30-04-2011 00:05	27	6,18	NR
38	24-05-2011 07:00	51	6,57	NR
43	25-05-2011 02:00	48	6,99	NR
26	20-05-2011 06:20	54	7	NR
30	22-05-2011 04:20	27	7,87	NR
39	24-05-2011 07:44	53	14,51	NR
41	24-05-2011 23:20	50	16,76	NR
5	30-04-2011 01:15	31	17,61	NR
25	15-05-2011 03:00	48	22,54	NR
3	29-04-2011 19:05	28	91,91	R
<b>% APROBACIÓN</b>				<b>94,44</b>
<b>NR: Acepta Ho</b>				
Punto central de referencia: 43 20'S 83 00'W			Desfase período = 28 días	



**Tabla 21.**  
Sector 11 lances flota 2011.

			$\chi^2$ crítico=	33
<b>Parámetros del análisis</b>			N° de categorías=	22
			Z=	1,64485
			Grupos=	11
			np=	185
<b>Lances</b>	<b>fecha hora</b>	<b>Desfase (mn)</b>	<b><math>\chi^2</math> calculado</b>	<b>Ho</b>
45	31-05-2011 18:25	59	1,71	NR
48	03-06-2011 18:00	51	3,59	NR
68	20-06-2011 13:30	5	3,66	NR
47	31-05-2011 23:45	59	3,67	NR
46	31-05-2011 20:40	60	4,03	NR
9	01-05-2011 00:10	58	5,92	NR
44	30-05-2011 18:30	35	6,37	NR
49	05-06-2011 18:49	48	7,08	NR
61	15-06-2011 03:29	66	11,67	NR
63	16-06-2011 04:50	40	15,18	NR
8	30-04-2011 18:40	48	16,69	NR
<b>% APROBACIÓN</b>				<b>100,00</b>
<b>NR: Acepta Ho</b>				
Punto central de referencia: 42 30'S 80 17'W			Desfase período = 47 días	

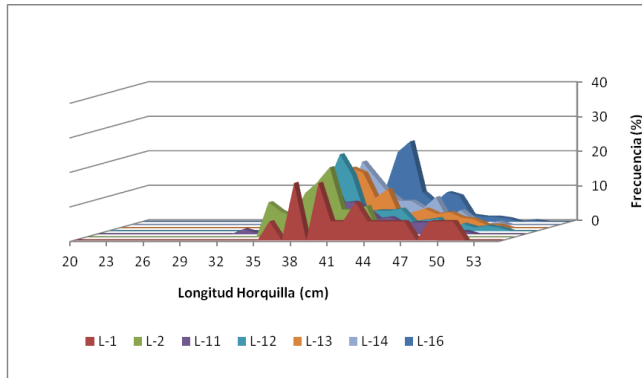
**Tabla 22.**  
Sector 12 lances flota 2011.

			$\chi^2$ crítico=	31
<b>Parámetros del análisis</b>			N° de categorías=	20
			Z=	1,64485
			Grupos=	11
			np=	175
<b>Lances</b>	<b>fecha hora</b>	<b>Desfase (mn)</b>	<b><math>\chi^2</math> calculado</b>	<b>Ho</b>
2	27-04-2011 05:45	69	1,43	NR
17	08-05-2011 08:13	29	1,83	NR
10	01-05-2011 01:00	42	1,91	NR
1	27-04-2011 01:45	75	2,00	NR
21	10-05-2011 20:56	51	2,51	NR
18	09-05-2011 10:55	37	4,52	NR
12	02-05-2011 18:00	70	8,28	NR
20	10-05-2011 17:32	51	8,78	NR
11	01-05-2011 09:55	54	10,77	NR
16	07-05-2011 18:22	35	18,27	NR
19	09-05-2011 13:39	36	20,61	NR
<b>% APROBACIÓN</b>				<b>100,00</b>
<b>NR: Acepta Ho</b>				
Punto central de referencia: 43 17'S 80 06'W			Desfase período = 15 días	

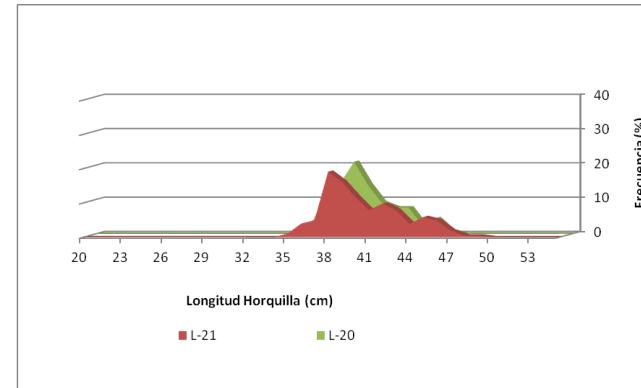


**Tabla 23**  
Sector 13 lances flota 2011.

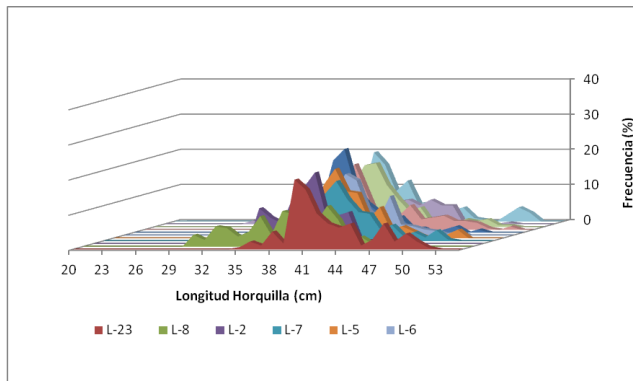
			$\chi^2$ crítico=	44
<b>Parámetros</b>			N° de categorías=	31
<b>del</b>			Z=	1,64485
<b>análisis</b>			Grupos=	13
			np=	243
<b>Lances</b>	<b>fecha hora</b>	<b>Desfase (mn)</b>	<b><math>\chi^2</math> calculado</b>	<b>Ho</b>
76	22-06-2011 11:25	52	3,21	NR
110	06-08-2011 02:50	10	6,09	NR
53	12-06-2011 11:37	15	6,32	NR
109	29-07-2011 06:09	49	6,66	NR
108	29-07-2011 04:45	49	7,06	NR
105	20-07-2011 00:20	48	7,25	NR
104	19-07-2011 07:00	44	7,69	NR
54	12-06-2011 16:20	12	8,91	NR
107	23-07-2011 02:42	20	11,99	NR
51	12-06-2011 07:00	28	12,2	NR
106	23-07-2011 01:40	25	17,68	NR
103	08-07-2011 09:00	11	23,52	NR
22	11-05-2011 22:35	42	30,76	NR
<b>% APROBACI3N</b>				<b>100,00</b>
<b>NR: Acepta Ho</b>				
<b>Punto central de referencia: 39 00'S 73 50'W</b>			<b>Desfase período = 87 días</b>	



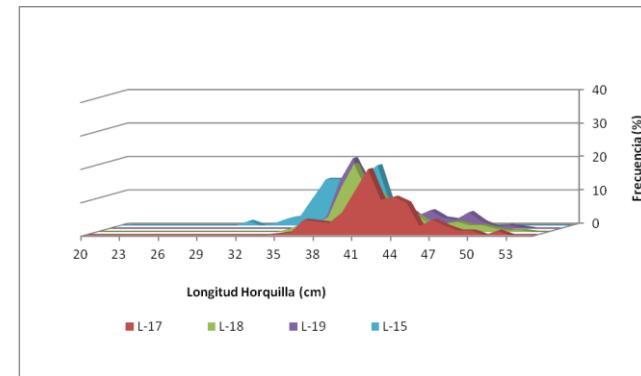
**Figura 4.** Estructura de talla de jurel por lance sector 1. Crucero evaluaci3n 2010.



**Figura 6.** Estructura de talla de jurel por lance sector 3. Crucero evaluaci3n 2010.

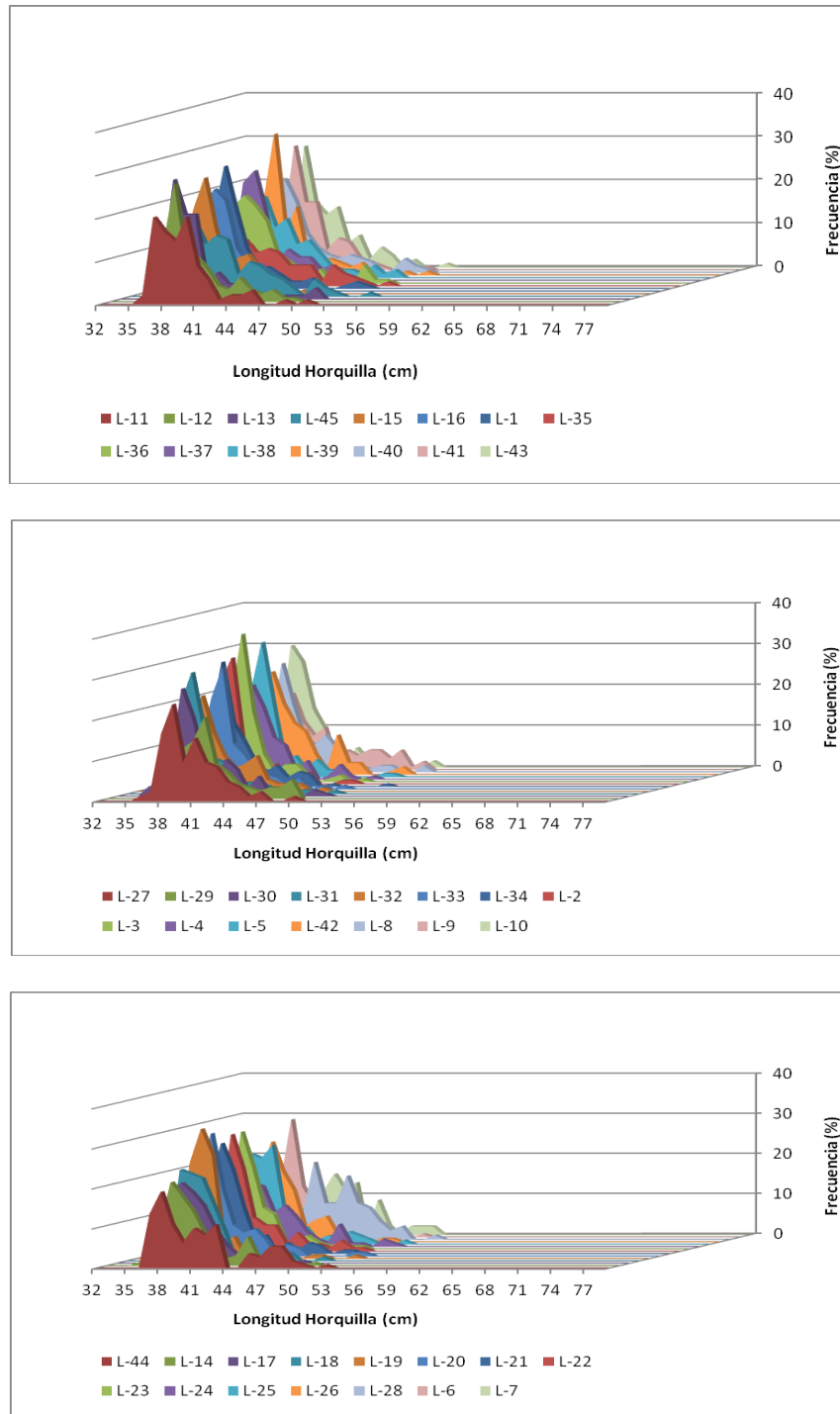


**Figura 5.** Estructura de talla de jurel por lance sector 2. Crucero evaluaci3n 2010.

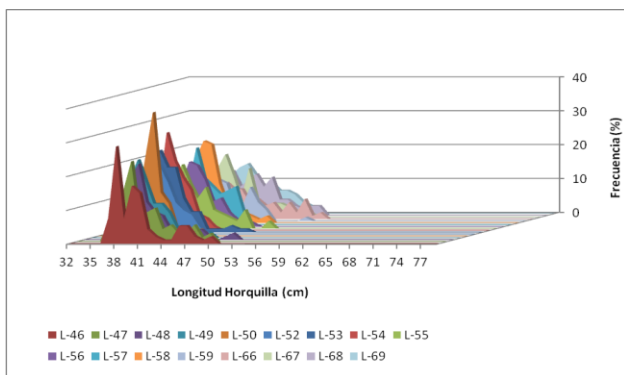


**Figura 7.** Estructura de talla de jurel por lance sector 4. Crucero evaluaci3n 2010.

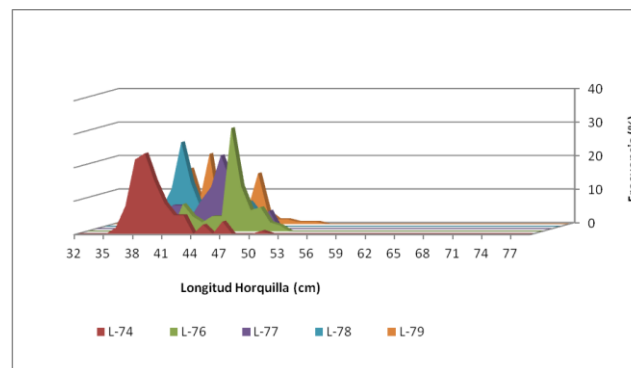




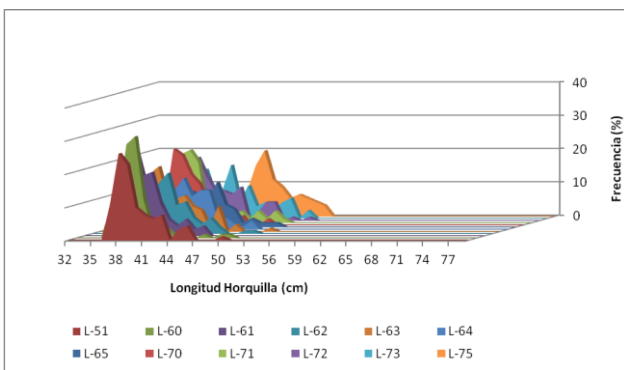
**Figura 8.** Estructura de talla de jurel por lance para el sector 1. A1o 2010.



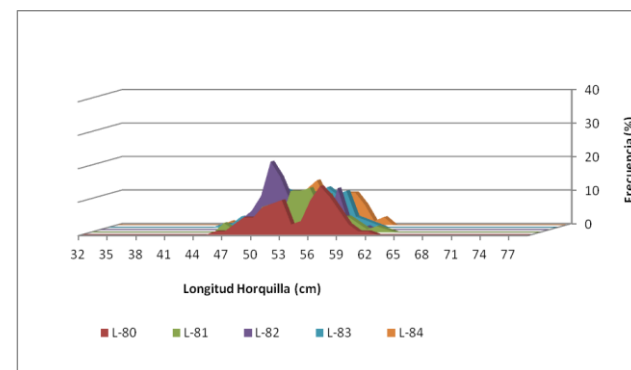
**Figura 9.** Estructura de talla de jurel por lance para el sector 2. Año 2010.



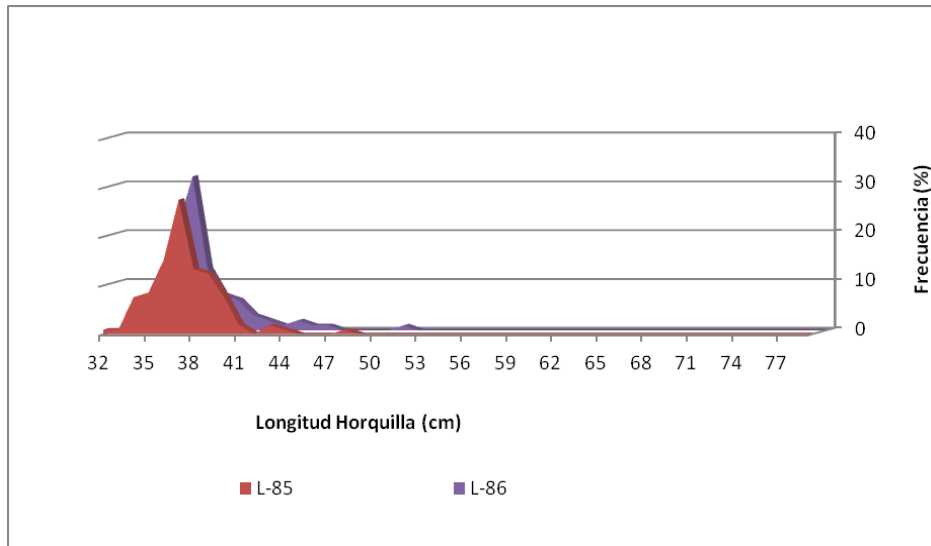
**Figura 11.** Estructura de talla de jurel por lance para el sector 4. Año 2010.



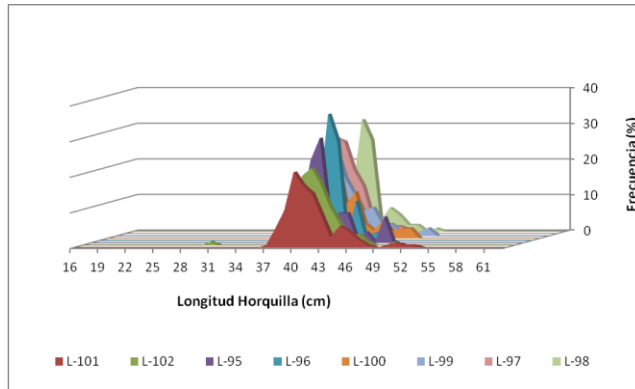
**Figura 10.** Estructura de talla de jurel por lance para el sector 3. Año 2010.



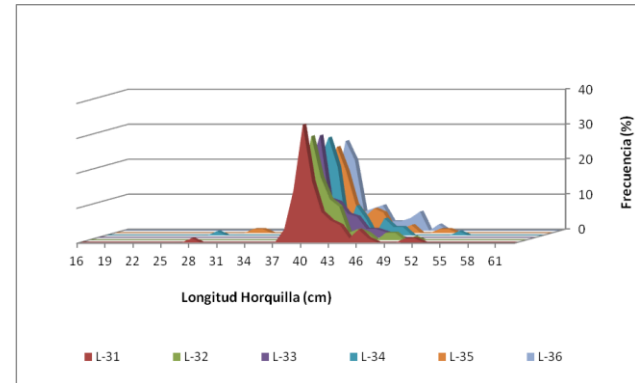
**Figura 12.** Estructura de talla de jurel por lance para el sector 5. Año 2010.



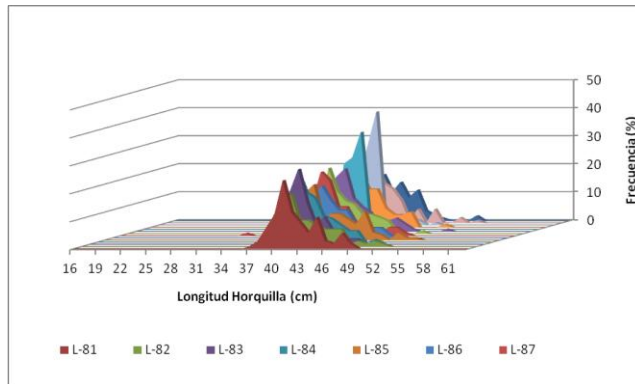
**Figura 13.** Estructura de talla de jurel por lance para el sector 6. Año 2010.



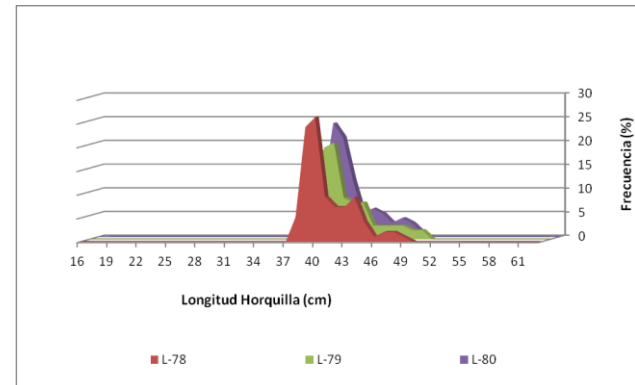
**Figura 14.** Estructura de talla jurel, lances del sector 1. A1o 2011.



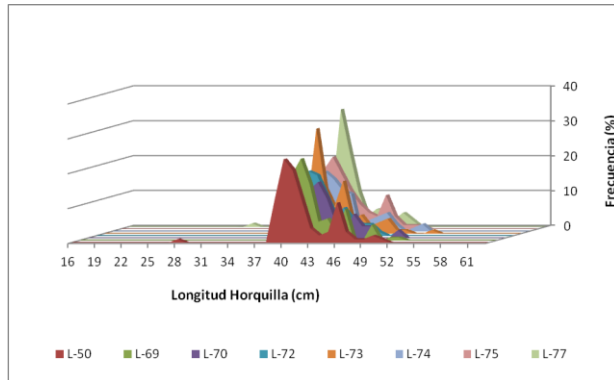
**Figura 16.** Estructura de talla jurel, lances del sector 3. A1o 2011.



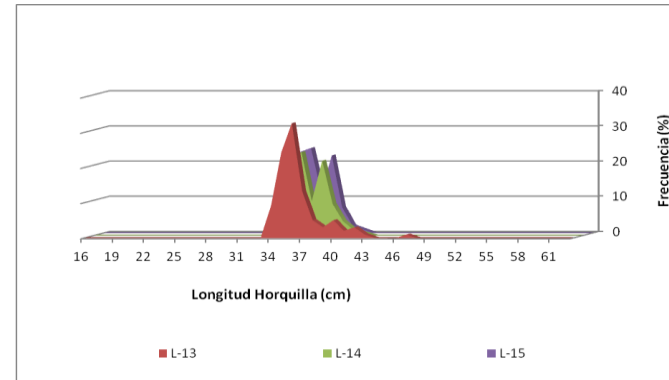
**Figura 15.** Estructura de talla jurel, lances del sector 2. A1o 2011.



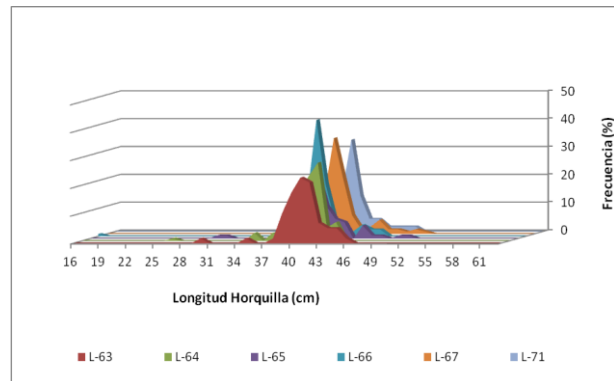
**Figura 17.** Estructura de talla jurel, lances del sector 4. A1o 2011.



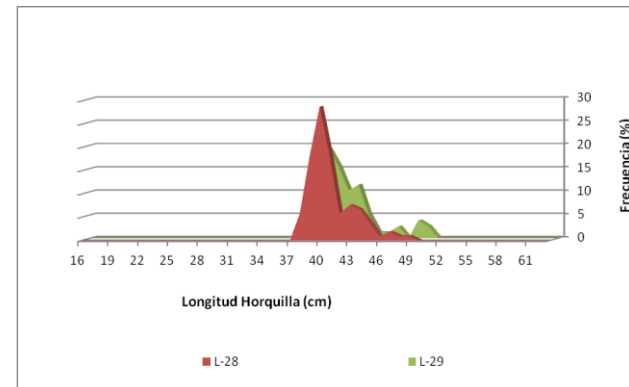
**Figura 18.** Estructura de talla jurel, lances del sector 5. Año 2011.



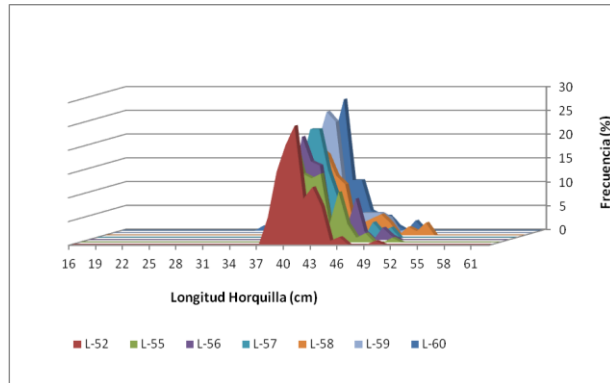
**Figura 20.** Estructura de talla jurel, lances del sector 7. Año 2011.



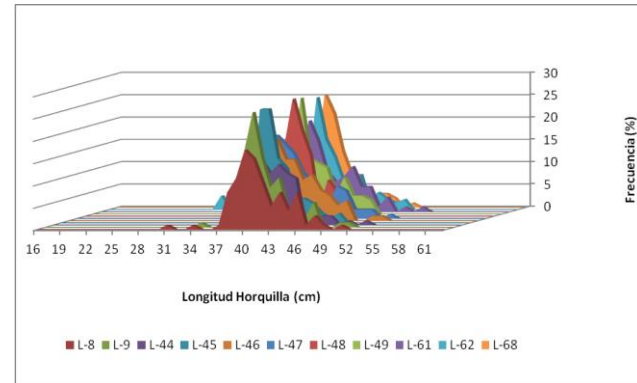
**Figura 19.** Estructura de talla jurel, lances del sector 6. Año 2011.



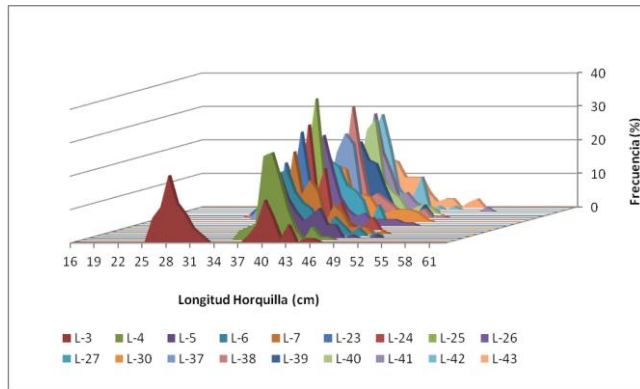
**Figura 21.** Estructura de talla jurel, lances del sector 8. Año 2011.



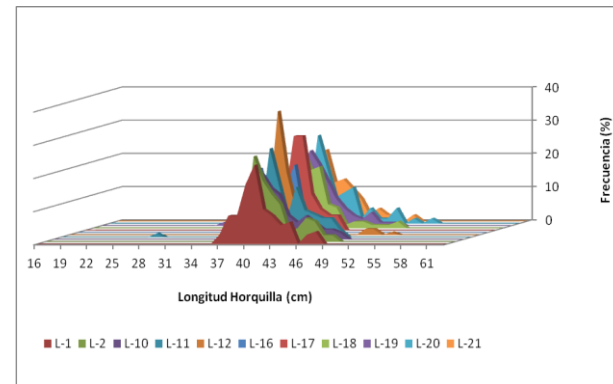
**Figura 22.** Estructura de talla jurel, lances del sector 9. Año 2011.



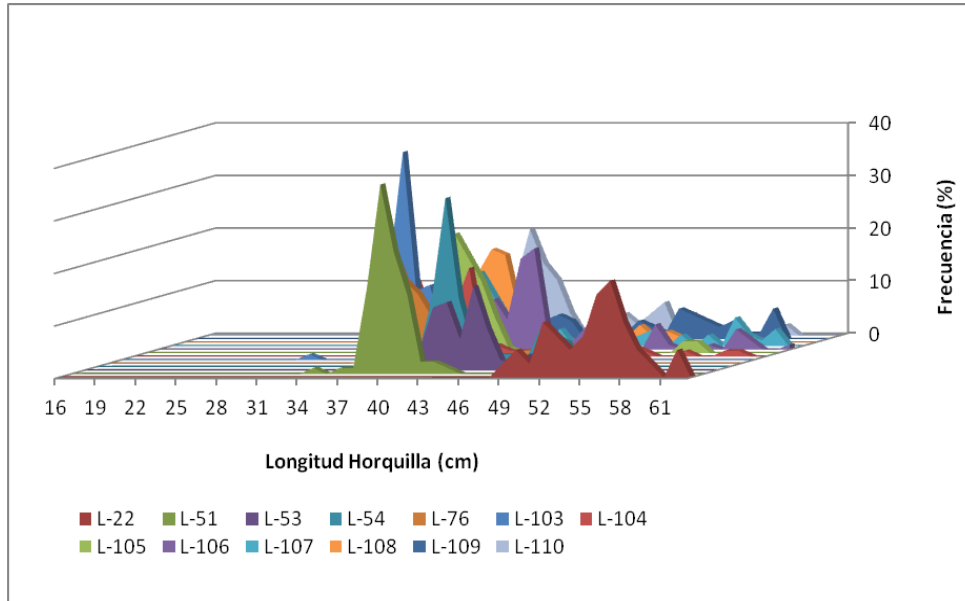
**Figura 24.** Estructura de talla jurel, lances del sector 11. Año 2011.



**Figura 23.** Estructura de talla jurel, lances del sector 10. Año 2011.



**Figura 25.** Estructura de talla jurel, lances del sector 12. Año 2011.



**Figura 26.** Estructura de talla jurel, lances del sector 13. Año 2011.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N DE INVESTIGACI3N PESQUERA

**Tabla 24.**  
Frecuencia de longitud por lance del crucero de evaluaci3n del 2010.

Embarcaci3n	ABATE	MARPRO	MALLECO	MALLECO	MALLECO	MALLECO	MALLECO	MARPRO	MALLECO	MALLECO	MALLECO	MALLECO	MALLECO
N° Lance	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Latitud	40° 00'	39° 31'	38° 17'	38° 46'	38° 41'	38° 46'	38° 49'	38° 48'	39° 17'	39° 24'	39° 52'	39° 41'	39° 28'
Longitud	85° 29'	85° 23'	85° 07'	85° 52'	86° 10'	86° 12'	86° 13'	86° 15'	86° 21'	86° 19'	86° 13'	85° 55'	85° 14'
Fecha	26-06-10	09-07-10	11-07-10	11-07-10	12-07-10	12-07-11	12-07-12	12-07-13	13-07-10	13-07-11	14-07-10	14-07-11	15-07-10
Hora	04:00	6:00	11:30	16:00	4:30	7:10	9:35	5:55	12:40	15:50	6:15	10:20	3:00
Talla													
26													
27													
28													
29													
30								7					
31								4		1			
32								12			3		
33								11			1		
34						1		6			1		
35		19	8	2		5		9	2	2	3		1
36	1	14	4	8	1	12	5	18	13	7	10	4	2
37		11	14	19	9	11	6	7	17	10	22	10	10
38	3	24	39	44	15	18	13	21	26	22	27	25	20
39		30	32	51	31	27	24	19	37	31	37	41	34
40	3	38	17	27	40	39	26	20	22	32	18	30	31
41	1	15	23	18	27	35	33	14	7	21	19	10	17
42	1	15	10	13	26	16	23	24	14	14	15	11	22
43	2	17	11	8	11	10	16	16	8	8	9	11	6
44	1	2	6	10	18	25	15	4	14	10	10	12	9
45	1	2	6	3	5	7	6	6	6	2	6	5	11
46	1		8	3	7	6	9	2	7	3	7	6	8
47	1		2		4	4	3	4	8		7	7	9
48			1	2	1	3	5	3	5	4	3		6
49	1			4		1	2		5	3	1	4	5
50	1		4		2	3	6		4	4	2	2	2
51	1		8	2	5		1		1	1		3	2
52			5							1		2	
53									2				
54													
55													
56													
57													
58													
59													
60													
Total	18	187	198	214	202	223	193	207	198	176	201	184	194





INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N DE INVESTIGACI3N PESQUERA

**Tabla 24 Cont.**  
Frecuencia de longitud por lance del crucero de evaluaci3n del 2010.

Embarcaci3n	MALLECO	MARPRO	MALLECO	MALLECO	MALLECO	MALLECO	MALLECO	MALLECO	SAN JOSE	SAN JOSE
N° Lance	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Latitud	39° 30	37° 40	39° 12	37° 49	37° 37	37° 45	38° 05	38° 04	38° 22	39° 05
Longitud	85° 16	86° 49	85° 03	86° 25	86° 47	86° 49	87° 42	87° 39	85° 46	86° 11
Fecha	15-07-11	20-07-10	25-07-10	26-07-10	26-07-11	26-07-12	27-07-10	27-07-11	31-07-10	02-08-10
Hora	5:25	11:27	6:50	1:50	7:00	11:40	13:00	1:30	7:15	0:40
Talla										
26										
27										
28									2	
29									1	
30		2								
31										
32		1							6	
33		3							2	
34		4							10	
35		12		1	2		1	2	13	1
36	4	20		2	5	1	8	8	17	4
37	21	20	2	10	4	7	24	10	25	2
38	16	20	6	9	9	26	29	39	19	9
39	34	22	11	8	26	38	41	33	9	3
40	26	26	19	15	40	25	28	24	12	35
41	18	9	40	29	24	16	18	16	12	30
42	13	5	46	43	22	10	15	20	13	18
43	13		17	23	16	12	15	16	10	13
44	9		11	25	12	7	5	8	13	11
45	15		17	21	9	10	9	12	10	13
46	3		15	6	4	6	2	10	10	2
47	8		4	10	5	5		4		5
48	3		3	6	6	9		1		13
49			3	3	4	4		1	1	4
50	2		2	3	4	1				8
51					2	2			1	4
52			1	3	1	1				1
53					1					
54										
55										
56										
57										
58										
59										
60										
Total	185	144	197	217	196	180	195	204	186	176



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN PESQUERA

**Tabla 25.**  
Frecuencia de longitud por lance de la flota industrial. (mayo-agosto 2010).

Embarcación	DON EDMUNDO	LONCO	DON EDMUNDO	LONCO	DON EDMUNDO	DON EDMUNDO	LONCO	LONCO	LONCO	LONCO	CHIVILINGO I	CHIVILINGO I	CHIVILINGO I
N° Lance	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Latitud	43°-19'	43°-16'	43°-15'	43°-14'	43°-13'	43°-29'	44°-11'	44°-35'	43°-42'	43°-41'	43°-39'	43°-41'	43°-47'
Longitud	84°-50'	84°-19'	84°-08'	84°-09'	83°-13'	81°-54'	83°-30'	81°-25'	84°-06'	84°-09'	84°-39'	85°-08'	85°-05'
Fecha	25-04-10	25-04-10	26-04-10	26-04-10	26-04-10	28-04-10	29-04-10	01-05-10	02-05-10	02-05-10	02-05-10	03-05-10	04-05-10
Hora	10:56	22:50	03:09	03:10	8:42	8:40	1:30	8:57	7:30	10:00	20:04	8:10	00:55
Talla													
32													
33													
34													
35		1						3	1				
36	7	15	5	10	8	4	2	6	8	11	2	10	9
37	19	25	22	20	24	16	8	12	20	37	18	14	31
38	34	31	42	25	38	35	3	32	27	32	15	29	22
39	22	10	20	19	21	15	2	20	17	18	13	11	22
40	11	6	8	11	5	10	5	10	12	12	18	11	4
41	6	2	3	9	6	10	7	8	15	1	8	8	7
42	6	5	5	2	2	4	5	11	3	1	5	4	4
43	4	5	5	5	5	9	6	7	6	6	1	3	4
44	2		2		2	6		2	5	2	2	6	2
45	2	3		1		3	4	2	7	1	2	3	1
46	3		1	4		2	1	1	7		3	2	
47			2	1		2		2	4	1		3	1
48		1				2	1	2	7			1	1
49	1	1	1	1		1			1		1	1	1
50	2				1	1	1		3	2			3
51	1							2			1		
52													
53													
54													
55													
56													
57													
58													
59													
60													
61													
62													
63													
64													
65													
66													
Total	120	100	116	108	115	119	46	120	144	124	89	106	112



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N DE INVESTIGACI3N PESQUERA

**Tabla 25 cont.**  
Frecuencia de longitud por lance de la flota industrial. (mayo-agosto 2010).

Embarcaci3n	STA MARIA II	DON ALFONSO	DON ALFONSO	LONCO	DON ALFONSO	DON ALFONSO	LONCO	DON ALFONSO	DON JULIO	CHMILINGO I	LONCO	STAMARIA II	LONCO
N° Lance	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Latitud	42°-11'	42°-38'	42°-40'	42°-45'	42°-42'	42°-43'	42°-44'	42°-54'	42°-54'	42°-52'	42°-55'	43°-01'	42°-47'
Longitud	83°-25'	85°-16'	85°-20'	83°-44'	83°-42'	83°-44'	83°-44'	83°-20'	83°-14'	83°-13'	83°-10'	83°-14'	83°-22'
Fecha	11-05-10	12-05-10	12-05-10	12-05-10	13-05-10	13-05-10	13-05-10	14-05-10	14-05-10	14-05-10	14-05-10	14-05-10	14-05-10
Hora	12:05	3:20	6:35	8:45	10:50	13:46	13:55	6:00	6:20	6:35	7:15	9:20	16:30
Talla													
32													
33													
34													
35	1		1			1				1			
36	2	4	5	5	3	4	2	4	3	6	2	1	6
37	11	21	22	22	21	26	19	18	10	13	25	21	18
38	23	29	26	25	20	35	31	29	31	34	17	20	27
39	19	16	23	22	19	28	17	22	22	24	16	23	19
40	15	8	11	18	13	4	8	12	9	12	9	8	14
41	9	9	7	11	7	6	6	4	7	10	11	4	4
42	9	10	7	6		4	7	5	7	2	8	4	6
43	2	6	5	3	4		4		2	3	4	1	7
44	3	2	2	6	1			3	5	4	2	2	2
45	8	2		1			3	1	2	2	1	2	2
46	2			3	1	1	2	3	2	1	6	3	1
47	4	1	1	1	2			2	1	2	1	2	
48						1			3	1	1	1	1
49	1			1		1		1	1	1			1
50					1			1	1		2		
51	1						1				1	1	
52						1	1						
53													
54													
55													
56													
57													
58													
59													
60													
61													
62													
63													
64													
65													
66													
Total	110	108	110	124	92	108	101	105	106	116	106	93	108



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N DE INVESTIGACI3N PESQUERA

**Tabla 25 cont.**  
Frecuencia de longitud por lance de la flota industrial. (mayo-agosto 2010).

Embarcaci3n	STA MARIA II	STA MARIA II	BUCANERO I	BUCANERO I	LONCO	LONCO	BUCANERO I	LONCO	LONCO	LONCO	BUCANERO I	DON JULIO	DON JULIO
N° Lance	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Latitud	42°-54'	42°-22'	42°-47'	42°-55'	42°-58'	43°-10'	43°-16'	43°-16'	44°-00'	43°-58'	43°-58'	44°-06'	44°-07'
Longitud	84°-17'	83°-22'	84°-32'	84°-18'	84°-17'	83°-54'	83°-57'	83°-59'	85°-54'	85°-47'	85°-40'	85°-27'	85°-23'
Fecha	15-05-10	16-05-10	21-05-10	21-05-10	21-05-10	22-05-10	22-05-10	22-05-10	25-05-10	25-05-10	25-05-10	26-05-10	26-05-10
Hora	8:15	10:10	9:10	22:10	23:20	07:50	12:00	12:40	14:45	18:30	20:45	2:15	5:46
Talla													
32													
33													
34													
35				3	1	1							
36	1			4	3	6	2	1	4	4	6		4
37	2		7	10	23	15	10	22	24	21	25	20	17
38	14	2	13	32	31	24	24	41	12	24	28	19	33
39	20	8	13	23	17	15	32	21	11	21	17	12	10
40	8	6	15	10	9	9	12	15	8	17	4	14	16
41	13	17	21	4	8	6	9	8	9	8	8	8	4
42	8	8	9	11	1	7	5	5	8	6	6	9	3
43	7	8	7	8	3	9	4	7	5	4	6	6	4
44	4	14	4	2	3	3	3	3	5	1	3	3	3
45	3	8	3	6	2	2	1	5	5	4	4	2	2
46	1	7	2	1		2	3	4	1		2	2	3
47	2	4	3	1		2			5	1	1	1	
48		2	3	3	1		1	1	3			3	
49		3	5		1	1			2	5		1	
50	1			2			1		1	1		2	1
51				1	1					1			
52		1							1				1
53								1					
54													
55													
56													
57													
58													
59													
60													
61													
62													
63													
64													
65													
66													
Total	84	88	105	121	104	102	107	134	104	118	110	102	101



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N DE INVESTIGACI3N PESQUERA

**Tabla 25 cont.**  
Frecuencia de longitud por lance de la flota industrial. (mayo-agosto 2010).

Embarcaci3n	LONCO	BUCANERO I	DON JULIO	DON JULIO	ERIKA	PELICANO	CAZADOR	CAZADOR	CAZADOR	SAN JOSE	ERIKA	SAN JOSE	LONCO
N° Lance	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
Latitud	44°-04'	42°-42'	42°-46'	42°-28'	42°-57'	42°-54'	39°-37'	39°-38'	39°-42'	39°-31'	39°-44'	38°-46'	39°-46'
Longitud	85°-16'	84°-24'	84°-29'	84°-28'	83°-44'	88°-09'	84°-25'	84°-28'	84°-35'	84°-45'	85°-13'	85°-12'	85°-13'
Fecha	26-05-10	27-05-10	27-05-10	28-05-10	06-06-10	10-06-10	04-07-10	04-07-10	04-07-10	05-07-10	08-07-10	08-07-10	08-07-10
Hora	7:30	6:00	15:05	15:15	9:30	8:10	02:05	5:00	11:45	21:25	3:25	5:20	6:30
Talla													
32													
33													
34													
35													
36	1	4	2	2		1		4	5	4	2		3
37	26	10	8	4	15	3	7	7	11	19	8	10	12
38	26	31	26	30	21	17	27	12	18	25	21	24	19
39	20	17	18	16	12	12	7	19	22	18	34	21	17
40	11	17	13	13	7	14	16	5	11	11	12	9	13
41	7	5	11	15	11	13	14	7	8	11	9	7	8
42	5	8	5	6	9	5	4	8	7	8	2	6	6
43	4	7	1	8	12	8	2	3	3	3	2	7	5
44	5	3	10	2		7	1	4	3	3	1		2
45	4	2	3	5		5	1	2		3	2	3	
46	3	1	3	3	4	4	5	2	3	1		4	
47					3	2	5	4	3	2			
48	1	2		2	6		2	1	1				
49	4		1		6	4	1	2					
50	2	1	2		2	2	2		1			1	
51	1			1	1	1			2				
52													
53					1								
54						1							
55													
56													
57													
58													
59													
60													
61													
62													
63													
64													
65													
66													
Total	120	108	103	107	110	99	94	80	98	108	93	92	85



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN PESQUERA

**Tabla 25 cont.**  
Frecuencia de longitud por lance de la flota industrial. (mayo-agosto 2010).

Embarcación	SAN JOSE	LONCO	SAN JOSE	ERIKA	LONCO	ERIKA	LONCO	PEHUENCO	PEHUENCO	DON EDMUNDO	PEHUENCO	DON EDMUNDO	PEHUENCO
N° Lance	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
Latitud	39°-50'	39°-45'	39°-58'	39°-55'	40°-01'	39°-56'	40°-09'	38°-43'	38°-47'	38°-50'	38°-50'	38°-52'	38°-53'
Longitud	85°-13'	85°-17'	85°-10'	85°-13'	85°-12'	85°-32'	85°-42'	86°-11'	86°-14'	86°-15'	86°-15'	86°-15'	86°-15'
Fecha	08-07-10	08-07-10	08-07-10	08-07-10	08-07-10	08-07-10	09-07-10	12-07-10	12-07-10	12-07-10	12-07-10	12-07-10	12-07-10
Hora	7:50	9:11	11:30	11:40	13:49	22:15	5:47	1:12	5:03	07:20	7:45	10:45	11:15
Talla													
32													
33													
34													
35													
36		2	2	1		1	2	7				1	1
37	8	9	8	9	6	5	7	7	6	9	6	5	5
38	24	24	11	12	10	18	19	24	28	13	16	13	10
39	19	17	17	18	20	23	15	26	18	11	18	10	7
40	19	13	12	17	12	22	11	10	19	16	9	13	5
41	10	10	8	13	10	11	10	2	10	19	9	17	8
42	6	4	11	7	8	5	4	3	5	9	10	11	7
43	6	3	5	8	9	2	4	2	3	10	7	13	6
44	1	1	4	4	10	3	9		5	5	6	13	10
45	1		3	2	3	2	5	1	2	3	1	4	5
46	1		2	2		1	3		3	5	7	4	4
47	2		5	1		2		1		2		2	1
48	1										2	1	2
49	1											3	1
50			2					1		1			1
51							1			1			1
52											1		
53													
54													
55													
56													
57													
58													
59													
60													
61													
62													
63													
64													
65													
66													
Total	99	83	90	94	88	95	90	85	99	104	92	110	74



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N DE INVESTIGACI3N PESQUERA

**Tabla 25 cont.**  
Frecuencia de longitud por lance de la flota industrial. (mayo-agosto 2010).

Embarcaci3n	DON EDMUNDO	DON EDMUNDO	DON EDMUNDO	LONCO	SAN JOSE	SAN JOSE	SAN JOSE	DON EDMUNDO	SAN JOSE	LONCO	MARÍA JOSE	MARÍA JOSE	MARÍA JOSE
Nº Lance	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
Latitud	39°-53'	39°-31'	39°-54'	40°-14'	38°-06'	38°-04'	38°-08'	37°-56'	37°-27'	38°-32'	37°-46'	37°-49'	37°-38'
Longitud	86°-11'	85°-09'	85°-01'	84°-53'	83°-23'	83°-23'	83°-19'	83°-20'	86°-56'	84°-04'	86°-24'	86°-26'	86°-48'
Fecha	14-07-10	15-07-10	15-07-10	16-07-10	16-07-10	17-07-10	17-07-10	17-07-10	19-07-10	21-07-10	25-07-10	26-07-10	26-07-10
Hora	8:05	2:30	15:00	7:45	23:25	3:00	06:10	11:40	7:05	10:30	22:45	2:30	7:15
Talla													
32													
33													
34													
35													
36	1			2	1		2		2		1		
37	8	11	8	4	6	6	3	2	9				7
38	17	14	9	10	24	17	9	9	24		3	6	6
39	8	18	14	12	22	18	17	12	26		1	4	12
40	11	12	9	13	16	15	12	6	17	2	8	9	27
41	9	5	11	10	13	2	8	7	10	3	1	9	14
42	9	14	13	7	7	8	8	13	6	6	9	5	6
43	5	5	9	8	7	2	7	4	6	7	5	11	9
44	6	1	12	6	3	2	9	8		14	3	16	1
45	4	4	5	6	1	3		3	3	18	5	28	5
46	5	4	5	5	3	1	2	4		10	5	18	8
47	2	3	3	3		3	5	2	4	8	34	10	8
48	5	2	2	2		1	5	4		5	15	1	4
49	2	3	3		2	3		5		6	7	3	
50	6	1	3			1	1			5	8	7	
51	1							2	1	4	3		
52	2						1			3	2		
53													
54													
55													
56													
57													
58													
59													
60													
61													
62													
63													
64													
65													
66													
<b>Total</b>	<b>101</b>	<b>97</b>	<b>106</b>	<b>88</b>	<b>105</b>	<b>82</b>	<b>89</b>	<b>81</b>	<b>108</b>	<b>91</b>	<b>110</b>	<b>127</b>	<b>107</b>



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N DE INVESTIGACI3N PESQUERA

**Tabla 25 cont.**  
Frecuencia de longitud por lance de la flota industrial. (mayo-agosto 2010).

Embarcaci3n	MARÍA JOSE	STA MARIA II	STA MARIA II	BUCANERO I	BUCANERO I	VESTERVEG	STA MARIA II	STA MARIA II
N° Lance	79	80	81	82	83	84	85	86
Latitud	38°-02'	38°-42'	38°-35'	39°-24'	39°-25'	39°-29'	34°-56'	34°-59'
Longitud	87°-25'	73°-48'	73°-52'	73°-30'	73°-34'	73°-33'	72°-17'	72°-20'
Fecha	27-07-10	08-08-10	08-08-10	10-08-10	11-08-10	11-08-10	21-08-10	21-08-10
Hora	14:40	11:15	22:40	19:50	10:55	15:58	06:48	9:10
Talla								
32							1	
33							1	1
34							8	2
35							9	6
36	1						16	20
37	2						29	30
38	6						14	12
39	5						13	7
40	23						8	6
41	10						2	3
42	29							2
43	4						2	1
44	5				1	1	1	2
45	13				1			1
46	7	1	3	1	3	3		1
47	21	1	1	3	3	6		
48	5	3	1	5	2	2	1	
49	2	5	2	9	3	4		
50	2	5	8	18	11	3		
51	1	8	9	14	10	7		1
52	1	9	4	8	4	9		
53	1	10	13	7	10	11		
54		3	13	5	9	6		
55		4	14	1	11	6		
56		10	8	2	9	8		
57		14	12	11	10	8		
58		11	5	3	3	5		
59		7	5		2	1		
60		3	3	1	1	2		
61		1	1					
62		1	2					
63			1					
64								
65								
66								
Total	138	96	105	88	91	82	105	95





INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N DE INVESTIGACI3N PESQUERA

**Tabla 26.**  
Frecuencia de longitud por lance de la flota industrial. (mayo-agosto 2011).

Embarcaci3n	DON TITO	DON TITO	VULCANO	VULCANO	DON TITO	DON TITO	VULCANO	DON TITO	VULCANO	DON TITO	DON TITO	COBRA	COBRA
N° Lances	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Latitud	44°-10'	44°-08'	43°-27'	43°-30'	43°-36'	43°-36'	43°-28'	42°-59'	43°-00'	43°-18'	43°-18'	43°-40'	40°-37'
Longitud	81°-20'	81°-10'	82°-23'	82°-25'	82°-23'	82°-18'	81°-50'	79°-25'	79°-10'	79°-08'	78°-52'	78°-35'	77°-26'
Fecha	27-04-11	27-04-11	29-04-11	30-04-11	30-04-11	30-04-11	30-04-11	30-04-11	01-05-11	01-05-11	01-05-11	02-05-11	06-05-11
Hora	1:45	5:45	19:05:00	0:05	1:15	3:40:00	6:35	18:40	0:10	1:00	9:55	18:00	6:35
talla													
23													
24													
25													
26			7										
27			10								1		
28			19										
29			11										
30			8										
31			4					1					
32			2										
33													
34								1					9
35									1				24
36				3									32
37	3			4	4	3		1				1	13
38	9	1	2	5	4	9		8	5	5		1	5
39	9	4	5	25	22	23	8	11	15	13	5	9	3
40	19	25	12	26	19	24	23	17	23	19	23	41	5
41	25	18	7	18	12	16	11	15	14	15	14	21	2
42	11	14	1	9	8	12	15	10	8	13	5	9	3
43	9	11	5	3	5	10	12	5	10	7	13	9	1
44	6	3			7	5	3	8	3	5	7	5	
45	7	4	1	4	9	3	8	4	1	7	6	5	
46		7	1	1	4	7	6	8	2	5	5	4	
47	3	6		1	4	4	2	1	5	3	5		1
48	4	2				1	2	3		3	2		
49		2			1	3	2	1		2			
50									1			2	
51						1	1	1	1			2	
52					1								
53												1	
54													
55													
56													
57													
Total	105	97	95	99	100	121	93	95	89	97	86	110	98



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN PESQUERA

**Tabla 26 cont.**  
Frecuencia de longitud por lance de la flota industrial. (mayo-agosto 2011).

Embarcación	DON° BORIS	DON° BORIS	DON° BORIS	DON° BORIS	CORSARIO I	CORSARIO I	CORSARIO I	CORSARIO I	COBRA	RAPANUI	RAPANUI	RAPANUI	BUCANERO I
N° Lance	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Latitud	40°-40'	40°-34'	43°-42'	43°-41'	43°-54'	43°-53'	43°-56'	43°-50'	38°-20'	43°-13'	43°-40'	43°-50'	42°-54'
Longitud	77°-20'	77°-15'	79°-32'	79°-43'	80°-09'	80°-14'	80°-52'	81°-00'	74°-04'	82°-54'	82°-52'	82°-08'	84°-05'
Fecha	06-05-11	06-05-11	07-05-11	08-05-11	09-05-11	09-05-11	10-05-11	10-05-11	11-05-11	14-05-11	14-05-11	15-05-11	20-05-11
Hora	7:30	14:22	18:22	8:13	10:55	13:39	17:32	20:56	22:35	2:00	19:40	3:00	06:20
Talla													
23													
24													
25													
26													
27	7	15	5										
28	19	25	22										
29	34	31	42										
30	22	10	20										
31	11	6	8										
32	6	2	3										
33	6	5	5										
34	4		5										
35	2		2										
36	2	3											
37	3												
38													
39													
40													
41													
42													
43													
44													
45													
46													
47													
48													
49													
50													
51													
52													
53													
54													
55													
56													
57													
Total	122	95	93	109	97	97	64	102	38	130	130	142	103



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N DE INVESTIGACI3N PESQUERA

**Tabla 26 cont.**  
Frecuencia de longitud por lance de la flota industrial. (mayo-agosto 2011).

Embarcaci3n	DON# BORIS	CORSARIO I	DON# BORIS	LIGRUNN	DON# BORIS	SAN# JOSE	BUCANERO I	CORSARIO I	SAN# JOSE	LIGRUNN	CORSARIO I	BUCANERO I	CORSARIO I
N° Lance	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Latitud	42°-54'	44°-28'	44°-35'	42°-56'	42°-33'	42°-31'	42°-34'	42°-32'	42°-26'	42°-28'	42°-42'	42°-46'	42°-45'
Longitud	84°-06'	87°-43'	87°-54'	83°-18'	85°-34'	85°-36'	85°-28'	85°-29'	85°-20'	85°-21'	83°-55'	83°-52'	83°-55'
Fecha	20-05-11	21-05-11	21-05-11	22-05-11	22-05-11	22-05-11	22-05-11	22-05-11	23-05-11	23-05-11	24-05-11	24-05-11	24-05-11
Hora	8:15	18:06	19:49	4:20	8:05	21:12	22:20	22:58	7:00	7:50	4:55	7:00	7:44
Talla													
23													
24													
25													
26													
27												1	2
28					1			1					1
29											3		1
30													
31									1				
32									1				
33													
34													
35													
36													
37	2		1	1									1
38	2	6	5	10	3	4	9	4	3	6	9	4	7
39	17	19	15	16	12	13	24	17	16	14	19	15	14
40	13	30	15	18	27	28	34	23	21	28	24	36	20
41	12	19	12	17	14	17	13	16	15	22	21	19	15
42	8	6	8	6	7	11	12	1	7	6	5	6	14
43	7	8	9	9	5	9	8	7	4	7	5	8	8
44	5	7	4	8	4	2	7	4	6	8	4	6	3
45		4	1	4	1	3	3		5	3		4	1
46	4	1	1	3	3	2	3	4	1	3		2	
47		2	2	4	1		2	2	1	4		1	
48		1		4		2	1	2	2	6	1	2	3
49		1	3	4		2						3	
50			2	3						2			
51				1	1	1			1			1	
52					1				1				
53													
54								1					
55													
56													
57													
<b>Total</b>	70	104	78	108	80	94	116	82	85	109	93	108	90



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N DE INVESTIGACI3N PESQUERA

**Tabla 26 cont.**  
Frecuencia de longitud por lance de la flota industrial. (mayo-agosto 2011).

Embarcaci3n	BUCANERO I	BUCANERO I	CORSARIO I	PEHUENCO	PEHUENCO	PEHUENCO	PEHUENCO	PEHUENCO	VESTERVEG	SAN JOSE	SAN JOSE	KINGS BAY	PELICANO
Nº Lance	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
Latitud	42°-50'	42°-53'	42°-45'	42°-57'	43°-01'	42°-41'	42°-43'	42°-49'	42°-44'	43°-04'	41°-45'	38°-32'	42°-05'
Longitud	84°-03'	83°-57'	84°-00'	83°-58'	79°-54'	78°-59'	78°-57'	79°-01'	79°-11'	81°-03'	81°-35'	73°-47'	81°-50'
Fecha	24-05-11	24-05-11	25-05-11	25-05-11	30-05-11	31-05-11	31-05-11	31-05-11	03-06-11	05-06-11	12-06-11	12-06-11	12-06-11
Hora	20:00	23:20	0:31	2:00	18:30	18:25	20:40	23:45	18:00	18:49	4:40	7:00	9:24
Talla													
23													
24													
25													
26													
27													
28											1		
29													
30													
31													
32										1			
33									1	1			
34												1	
35													
36												1	
37	1			3	1							1	
38	5	5	4	6	4	1	1	1	6	2		14	7
39	11	11	20	21	23	23	9	18	17	11	12	31	19
40	26	20	26	16	14	23	16	16	29	25	23	20	26
41	29	12	17	15	11	13	12	14	21	12	20	13	31
42	11	8	6	10	13	11	12	10	15	11	12	2	12
43	7	3	3	10	11	5	8	8	1	10	4	2	15
44	5	4	4	10	10	5	9	6	9	4	2	1	10
45	1	2	9	5	4	4	6	3	6	8	3		1
46	2	1	2	2	2	2	5	7	4	4	11		2
47	3	1	1	3	2	1	3	6		4	3		
48	2			3	2	2	4	2		3	1		
49			1					2	1		1		
50				2	1			2			2		1
51				3			1				1		
52					1		1	1					
53													
54		1											
55													
56													
57													
Total	103	68	91	109	95	90	87	96	110	96	96	86	124



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N DE INVESTIGACI3N PESQUERA

**Tabla 26 cont.**  
Frecuencia de longitud por lance de la flota industrial. (mayo-agosto 2011).

Embarcaci3n	KINGS BAY	KINGS BAY	PELICANO	PELICANO	SAN JOSE	PELICANO	SAN JOSE	SAN JOSE	SAN JOSE	VICHUQUEN II	VICHUQUEN II	VICHUQUEN II	VESTERVEG
N° Lance	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
Latitud	38°-50'	38°-54'	42°-23'	42°-05'	42°-08'	42°-09'	42°-15'	42°-21'	42°-41'	42°-45'	41°-50'	41°-55'	41°-51'
Longitud	73°-36'	73°-37'	82°-25'	82°-28'	82°-26'	82°-32'	82°-28'	82°-48'	81°-45'	81°-20'	80°-24'	80°-28'	80°-24'
Fecha	12-06-11	12-06-11	12-06-11	13-06-11	13-06-11	13-06-11	13-06-11	14-06-11	15-06-11	16-06-11	16-06-11	17-06-11	17-06-11
Hora	11:37	16:20	21:58	04:30	5:53	08:20	16:13	5:52	3:29	04:50	23:27	3:30	23:50
Talla													
23													
24													
25													
26												1	
27													
28													
29										4			
30											2		1
31													1
32								1		1			
33										1			
34													
35											2	3	
36													
37	1	1		2			1					3	
38	5	2	4	11	2	5	5	2	3	2	2	3	5
39	15	2	10	13	14	18	18	13	7	11	12	9	16
40	8	2	23	25	21	21	24	19	18	32	20	19	13
41	4	11	15	19	21	19	22	26	14	20	26	24	20
42	12	27	14	18	13	14	7	10	8	15	24	29	10
43	13	11	15	5	8	12	1	10	6	8	8	5	6
44	6	3	4	3	2	2	4	4	7	8	6	7	5
45	16	3	11	3	5	3	4	3	9	10	6		
46	8	2	4	10		4	4	3	5	2	2		4
47	2	2	1	2	3	5	3	1	5	5			1
48	1	1	2		1	3			1	3			1
49	3	6		3	2		1	2	3	2			
50		5		1		2				3			1
51	2	4	1			1			1				1
52	1					3							
53	1	1							1				
54	1												
55		1											
56	1												
57													
<b>Total</b>	100	84	104	115	92	112	94	94	88	127	110	103	85



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N DE INVESTIGACI3N PESQUERA

**Tabla 26 cont.**  
Frecuencia de longitud por lance de la flota industrial. (mayo-agosto 2011).

Embarcaci3n	CAZADOR	CAZADOR	VESTERVEG	VICHUQUEN II	VESTERVEG	CAZADOR	VESTERVEG	DON <sup>o</sup> ALFONSO	VESTERVEG	VESTERVEG	LIDER	DON <sup>o</sup> ALFONSO	DON <sup>o</sup> ALFONSO
N <sup>o</sup> Lance	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
Latitud	41°-36'	41°-41'	42°-32'	41°-31'	41°-31'	41°-22'	41°-26'	41°-24'	41°-26'	41°-32'	38°-10'	41°-16'	41°-02'
Longitud	80°-11'	80°-14'	80°-23'	81°-54'	81°-54'	80°-14'	82°-24'	82°-05'	82°-02'	82°-12'	74°-07'	82°-22'	81°-14'
Fecha	18-06-11	18-06-11	20-06-11	21-06-11	21-06-11	21-06-11	21-06-11	21-06-11	22-06-11	22-06-11	22-06-11	23-06-11	25-06-11
Hora	1:05	5:30	13:30	4:00	5:30	7:20	18:55	22:30	1:30	5:45	11:25	7:10	22:20
Talla													
23													
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30												1	
31													
32													
33													
34													
35											1		
36	4										2		
37	1		1			1	1		2		27		
38	3	4	5		5	2	6	3	8	2	19	4	5
39	18	5	10	14	13	5	14	8	15	14	16	8	23
40	51	18	24	21	15	17	16	28	16	17	11	33	25
41	23	41	20	26	12	16	15	12	14	13	7	21	9
42	7	24	12	18	14	36	10	7	11	9	8	10	7
43	1	8	7	6	10	14	5	14	10	6	5	3	7
44	2	2	7	7	4	5	7	4	4	4	2	5	9
45	5	3		2		5	4	5	3	3	2	5	4
46	3	6	3	10	6	2	3	2	4	8	2	2	1
47	3	2	3		3	2	3	3	5	3	3	4	2
48		2	2		3	2	1	4	2	1	3	2	2
49		1		5		2		1		1	1		1
50		2	1				1	1	1	1	5		
51		1		1	2				2		2		
52				1							3		
53								1					
54											1		
55													
56													
57													
Total	122	119	95	111	87	109	86	93	93	82	120	98	95



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N DE INVESTIGACI3N PESQUERA

**Tabla 26 cont.**  
Frecuencia de longitud por lance de la flota industrial. (mayo-agosto 2011).

Embarcaci3n	DON <sup>n</sup> MESUR3	DON <sup>n</sup> MESUR3	CAZADOR	VESTERVEG	CAZADOR	VESTERVEG	DON <sup>n</sup> MESUR3	CAZADOR	DON <sup>n</sup> MESUR3	VESTERVEG	DON <sup>n</sup> MESUR3	TOYITA	VESTERVEG
N <sup>o</sup> Lance	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
Latitud	41°-01'	41°-02'	39°-46'	39°-55'	39°-56'	40°-10'	40°-07'	40°-05'	40°-08'	40°-29'	40°-29'	40°-33'	40°-25'
Longitud	81°-20'	81°-27'	83°-34'	83°-25'	84°-30'	83°-36'	84°-25'	84°-21'	84°-11'	83°-52'	83°-51'	83°-50'	83°-53'
Fecha	26-06-11	26-06-11	01-07-11	01-07-11	01-07-11	02-07-11	02-07-11	02-07-11	02-07-11	03-07-11	03-07-11	03-07-11	03-07-11
Hora	1:10	5:30	7:00	17:40	18:40	6:11	6:54	8:05	18:45	5:57	6:35	7:45	9:15
Talla													
23													
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30													
31									1				
32													
33													
34													
35													
36													
37			1	1	1	1		1					2
38	9	6	3	2	3	3		3	5	3	2	4	2
39	12	10	8	11	7	6	4	8	12	7	13		6
40	20	24	13	13	19	24	18	12	22	20	20	21	17
41	21	21	26	18	27	17	21	15	19	13	23	23	17
42	9	12	14	9	15	15	7	11	10	10	12	31	12
43	8	5	10	9	7	9	10	8	10	9	9	3	12
44	8	6	6	7	10	8	10	8	5	6	7	3	6
45	3	5	12	6	5	6	8	4	3	6	2	2	4
46	3	3	3	6	2	4	6	3	2	5	4		4
47	3	4	2	6	2	4	11	3		4	5	2	5
48	3	3	6	1	2	2	3	3	3	1	3		
49	2	1	2	2		1	2	1	3		1		
50	2			1					1				
51				2			3			1			1
52				1			1						
53							1				1		
54													
55													
56													
57													
<b>Total</b>	103	100	106	95	100	95	105	80	96	85	102	89	88



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N DE INVESTIGACI3N PESQUERA

**Tabla 26 cont.**  
Frecuencia de longitud por lance de la flota industrial. (mayo-agosto 2011).

Embarcaci3n	TOYITA	VESTERVEG	DON <sup>o</sup> ALFONSO	DON <sup>o</sup> ALFONSO	TOYITA	PEHUENCO	TOYITA	PEHUENCO	DON <sup>o</sup> MANUEL	DON <sup>o</sup> MANUEL	PEHUENCO	CAZADOR	BUCANERO I
N <sup>o</sup> Lance	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104
Latitud	40°-36'	40°-24'	40°-16'	39°-12'	39°-11'	39°-04'	39°-04'	39°-04'	39°-05'	38°-47'	38°-54'	38°-57'	39°-44'
Longitud	83°-52'	84°-23'	84°-26'	84°-13'	84°-14'	84°-20'	84°-21'	84°-24'	84°-31'	84°-03'	84°-00'	73°-36'	73°-57'
Fecha	03-07-11	04-07-11	04-07-11	05-07-11	05-07-11	06-07-11	06-07-11	06-07-11	06-07-11	07-07-11	07-07-11	08-07-11	19-07-11
Hora	10:30	7:50	8:05	23:20	23:30	2:52	4:00	5:51	7:03	0:17	5:44	9:00	7:00
Talla													
23													
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30													
31											1	1	
32													
33													
34								1					
35												7	4
36												16	6
37		1						1		1	1	36	13
38		3		2	3	2	5	1	5	7	3	12	7
39		6	18	9	4	24	8	15	27	14	10	13	14
40	19	20	15	22	11	23	12	21	17	28	18	4	9
41	29	21	18	28	32	16	33	14	31	23	20	1	15
42	41	14	11	7	25	12	27	10	13	20	16		2
43	2	12	15	8		4	3	6	18	12	10	1	2
44	3	8	9	8	10	2	7	7	6	4	6		1
45	2	1	12	1	1	2	5	3	3	8	2		1
46	2	5	4	3	2	2	2	3	7	6	3		1
47	2		2		2	1	2	1	3	3	1		1
48		5	1	7					4	1			1
49	1					1	1	1	4				2
50			1					2		1	1		1
51		2								2			1
52			2							1			2
53		1								1			2
54													1
55													
56													
57													1
Total	101	99	108	95	90	89	105	86	138	132	92	91	89





INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N DE INVESTIGACI3N PESQUERA

**Tabla 26 cont.**  
Frecuencia de longitud por lance de la flota industrial. (mayo-agosto 2011).

Embarcaci3n	BUCANERO I	DON <sup>o</sup> BORIS	MARPRO I	MARPRO I	DON <sup>o</sup> EDMUNDO	DON <sup>o</sup> EDMUNDO
N <sup>o</sup> Lance	105	106	107	108	109	110
Latitud	39°-48'	39°-22'	39°-17'	39°-49'	39°-49'	38°-58'
Longitud	73°-50'	73°-34'	73°-36'	73°-44'	73°-45'	73°-38'
Fecha	20-07-11	23-07-11	23-07-11	29-07-11	29-07-11	06-08-11
Hora	0:20	1:40	02:42	4:45	6:09	2:50
Talla						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34				2		
35			1	8	2	
36	4		10	12	2	
37	9	3	13	7	8	3
38	14	2	8	12	10	7
39	20	2	13	16	4	10
40	16	6	9	15	9	19
41	12	10	5	5	10	13
42	6	6	3		3	10
43	1	18	4	1	4	4
44		20	1	2	3	
45	1	3	3			
46	1			1		2
47		2		1		4
48		5	1		1	2
49		3		1	3	4
50		9	1	3	2	6
51		1	2	1	1	
52			3	2	5	4
53		5		1	4	2
54		1	2		3	1
55					2	1
56	2		2		3	
66	2	1			1	
Total	88	104	92	90	86	94

## **A N E X O III**

---

Posición y fecha de transectas acústicas  
y estaciones bioceanográficas

---



## POSICI3N Y FECHA DE LAS TRANSECTAS POR BARCO

Transecta	Barco	Latitud (S)	Fecha				
			5 – 25 mn	201-300 mn	301-400 mn	401-500 mn	501-600 mn
1	Biomar III	38°30'LS	18.07.11				
2	Biomar III	38°40'LS	18.07.11				
3	Biomar III	38°50'LS	18.07.11				
4	Biomar III	39°00'LS	17.07.11				
5	Biomar III	39°10'LS	17.07.11	16.07.11	15.07.11	15.07.11	
6	Biomar III	39°35'LS		12-13..07.11	13-14.07.11	14.07.11	
7	Biomar III	40°00'LS		12.07.11	11.07.11	10-11.07.11	10.07.11
8	Biomar III	40°25'LS		08.07.11	09.07.11	10.07.2011	10.07.11
9	Biomar III	40°50'LS		05.07.11	04.07.11	03.07.2011	02.07.11
10	Biomar III	41°15'LS		29-30.06.11	30.06.11	30-31/06.11	01.07.11
11	Biomar III	41°40'LS		28.06.11	27.06.11	26.06.11	25.06.11
12	Biomar III	42°05'LS		22.06.11	23.06.11	24.06.11	26.06.11

**POSICIÓN Y FECHA DE ESTACIONES BIOCEANOGRÁFICAS**

Embarcación	Estación	Dist. costa	Fecha	Latitud (S)	Longitud (W)
Biomar III	001	200	22/06/11	42°05,6'	78°42,6'
Biomar III	002	230	22/06/11	42°05,3'	79°23,6'
Biomar III	003	260	22/06/11	42°05,2'	80°04,5'
Biomar III	004	300	23/06/11	42°05,2'	80°59,3'
Biomar III	005	330	23/06/11	42°05,4'	81°39,7'
Biomar III	006	360	23/06/11	42°05,7'	82°20,3'
Biomar III	007	400	23/06/11	42°05,5'	83°15,5'
Biomar III	008	430	24/06/11	42°05,9'	83°56,2'
Biomar III	009	460	24/06/11	42°05,3'	84°37,7'
Biomar III	010	500	25/06/11	41°40,1'	85°39,0'
Biomar III	011	530	25/06/11	41°40,4'	86°19,7'
Biomar III	012	560	25/06/11	41°40,0'	87°00,0'
Biomar III	013	600	25/06/11	41°40,0'	87°52,7'
Biomar III	014	600	25/06/11	42°05,3'	87°53,2'
Biomar III	015	560	26/06/11	42°05,7'	86°59,0'
Biomar III	016	530	26/06/11	42°05,5'	86°17,8'
Biomar III	017	500	26/06/11	42°05,4'	85°36,6'
Biomar III	018	460	26/06/11	41°40,5'	84°44,6'
Biomar III	019	430	27/06/11	41°39,7'	84°04,5'
Biomar III	020	400	27/06/11	41°40,4'	83°24,0'
Biomar III	021	360	27/06/11	41°40,4'	82°29,9'
Biomar III	022	330	27/06/11	41°40,0'	81°48,6'
Biomar III	023	300	27/06/11	41°40,0'	81°08,5'
Biomar III	024	230	28/06/11	41°15,3'	79°35,0'
Biomar III	025	300	30/06/11	41°15,2'	81°11,0'
Biomar III	026	330	30/06/11	41°15,7'	81°51,8'
Biomar III	027	360	30/06/11	41°15,6'	82°32,0'
Biomar III	028	400	30/06/11	41°15,3'	83°25,8'
Biomar III	029	430	01/07/11	41°15,3'	84°05,8'
Biomar III	030	460	01/07/11	41°15,0'	84°46,0'
Biomar III	031	500	01/07/11	41°15,2'	85°39,7'
Biomar III	032	530	01/07/11	41°15,1'	86°20,0'
Biomar III	033	560	01/07/11	41°15,0'	87°00,3'
Biomar III	034	600	02/07/11	41°15,6'	87°53,5'
Biomar III	035	600	02/07/11	40°50,0'	87°53,6'
Biomar III	036	560	02/07/11	40°50,2'	87°00,9'
Biomar III	037	530	02/07/11	40°50,4'	86°20,6'
Biomar III	038	500	02/07/11	40°50,0'	85°40,2'
Biomar III	039	460	03/07/11	40°50,4'	84°47,2'
Biomar III	040	430	03/07/11	40°50,0'	84°07,4'



Biomar III	041	400	04/07/11	40°50,3'	82°43,7'
Biomar III	042	360	04/07/11	40°50,0'	81°50,0'
Biomar III	043	330	04/07/11	40°50,3'	81°10,1'
Biomar III	044	300	04/07/11	40°50,5'	80°31,4'
Biomar III	045	260	04/07/11	40°50,3'	79°37,8'
Biomar III	046	230	05/07/11	40°50,3'	78°57,8'
Biomar III	047	200	07/07/11	40°25,3'	78°10,4'
Biomar III	048	230	08/07/11	40°25,0'	78°50,3'
Biomar III	049	260	08/07/11	40°25,2'	79°29,9'
Biomar III	050	330	09/07/11	40°25,2'	81°01,7'
Biomar III	051	360	09/07/11	40°25,0'	81°41,2'
Biomar III	052	400	09/07/11	40°25,2'	82°34,0'
Biomar III	053	430	09/07/11	40°25,1'	83°13,7'
Biomar III	054	460	09/07/11	40°25,5'	83°53,1'
Biomar III	055	500	10/07/11	40°25,1'	84°45,9'
Biomar III	056	530	10/07/11	40°25,1'	85°25,3'
Biomar III	057	540	10/07/11	40°00,2'	85°25,6'
Biomar III	058	500	10/07/11	40°00,0'	84°32,8'
Biomar III	059	460	11/07/11	40°00,0'	83°40,6'
Biomar III	060	430	11/07/11	40°00,0'	83°01,0'
Biomar III	061	400	11/07/11	40°00,1'	82°21,2'
Biomar III	062	360	11/07/11	40°00,1'	81°29,0'
Biomar III	063	230	12/07/11	40°00,6'	78°39,2'
Biomar III	064	200	12/07/11	39°35,2'	77°39,2'
Biomar III	065	400	15/07/11	39°10,3'	81°54,3'
Biomar III	066	300	16/07/11	39°10,3'	79°44,6'
Biomar III	067	260	16/07/11	39°10,1'	78°53,3'
Biomar III	068	230	16/07/11	39°10,4'	78°14,4'
Biomar III	069	200	16/07/11	39°10,1'	77°34,8'
Biomar III	070	5	17/07/11	39°00,0'	73°25,9'
Biomar III	071	25	18/07/11	39°00,2'	73°58,2'
Biomar III	072	5	18/07/11	38°40,2'	73°35,8'
Biomar III	073	25	18/07/11	38°40,1'	74°08,0'

# **A N E X O   I V**

---

Resumen de Talleres

---



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN PESQUERA

---

## TALLER I COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES SUBPESCA - FIP

---

**Proyecto FIP N° 2011-05**  
**“Evaluación hidroacústica del recurso jurel entre la V a X Regiones, año 2011**

**Valparaíso, miércoles 15 de Junio del 2011**

---

En este taller de coordinación de las actividades relacionada con el crucero de evaluación hidroacústico, consideró la presentación del plan de trabajo y metodología ha desarrollar durante la prospección en la zona de estudio, así como distintos aspecto operacionales y administrativos orientados a mejorar el desarrollo del futuros cruceros de evaluación. Este taller considero la participación de la Sra. Malú Zabando (FIP), Sr. Mario Acevedo (Sectorialista SUBPESCA), Sr. Sergio Pino (Planificación y gestión de IFOP), y Sr. José Córdova (jefe de proyecto IFOP) y Sr. Roberto Bahamonde (investigador IFOP), según consta en acta adjunta.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N DE INVESTIGACI3N PESQUERA

## TALLER DE COORDINACI3N DE ACTIVIDADES SUBPESCA - FIP



PROYECTO FIP 2011-05

“Evaluaci3n hidroac3stica del recurso jurel entre la V y X Regiones, a3o  
2011”

### ASISTENCIA

Valpara3so, miercoles 15 de junio del 2011  
Sala reuniones entrepiso - IFOP

Nombre	Instituci3n	Firma
1. MARIO ACEVEDO S.	SUBPESCA	
2. MAL3 ZAVARDO	FIP	
3. Sergio Pino A.	IFOP	
4. Roberto Bahamondes	IFOP	
5. Jose Cordova P.	IFOP	
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		
14.		





### ACTA DE REUNION DE COORDINACION

PROYECTO FIP 2011-05: EVALUACION HIDROACUSTICA DEL RECURSO JUREL ENTRE LA V Y X REGIONES, AÑO 2011

EJECUTOR: INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

FECHA: 15/06/11	LUGAR: IFOP, VALPARAISO	
TEMAS TRATADOS: <ul style="list-style-type: none"><li>- PRESENTACI3N METODOLOGA Y PROGRAMA TRABAJO</li><li>- ACLARACION OBSERVACIONES RELATIVAS AL MUESTREO Y DISTRIBUCI3N TRAYECTORIAS</li><li>- PRESENTACI3N ANTECEDENTES DE SITUACION DE DISTRIBUCI3N FLOTA, QUE INDICARIA ZONA A EVALUAR</li><li>- SOLICITUD DE IFOP DE INFORMAL A EVALUADOR SOBRE ASPECTOS DE DESARROLLO DEL PROYECTO</li><li>- SOLICITUD DE IFOP DE CONSIDERAR EPOCA OTIMO PARA DESARROLLO DEL PROYECTO</li></ul>		
ASISTENTES		
Nombre	Firma	Instituci3n
José Córdoba		IFOP
Sergio Pino		IFOP
Roberto Sarmiento		IFOP



## TALLER II

### Proyecto FIP N° 2011-05

#### “Evaluación hidroacústica del recurso jurel entre la V a X Regiones, año 2011

---

De acuerdo a lo establecido en los Términos Básicos de Referencia del Proyecto “Evaluación hidroacústica del recurso jurel entre la V a X Región, año 2011”, durante el desarrollo del proyecto se debería llevar a cabo un segundo Taller de difusión y discusión de los resultados alcanzados en el estudio, con la participación ampliada, en ambos casos de personas del sector pesquero y profesionales involucrados en el manejo de la pesquería del jurel.

Este taller se desarrolló en el salón Caupolicán del Hotel Araucano en Concepción; el día 08 de junio del 2012, donde se hizo la presentación metodología y en el se estableció un cambio espacial de la distribución del recurso desde el 2003, con una marcada baja de las densidad del zooplancton (oferta alimentaría), no existiendo un cambio importantes en las variables oceanográficas, salvo eventos intensos El Niño entre 1997-98 y la niña 2007. En este sentido, el jurel en los tres últimos años se ha localizado de preferencia fuera de ZEE, en aguas que no presentan gradientes latitudinales y longitudinales importantes, donde prevalece una homogeneidad en las variables oceanográficas que caracteriza el hábitat de jurel en el sector oceánico. Además, se indicó la importancia de análisis dirigidos a establecer el consumo que jurel hace sobre sus presas y en que medida este consumo puede ser satisfecho con la oferta alimentaría presente en las zonas de concentración de jurel, lo cual entregará información relevante para conocer su dinámica espacial, siendo necesario incorporar estaciones de zooplancton en sectores donde se obtenga captura de jurel y estómagos con contenido. Por otra parte, se sugirió la necesidad de aumentar el número de estómagos colectados, a fin de permitir análisis de acuerdo a la talla y en sentido espacial, sin embargo, se destacó su dificultad dado la baja presencia de jurel y la ejecución de lances de pesca en horarios que no corresponden al pick de alimentación.

Por otra parte, se concuerda que los resultados alcanzados en este estudio son indicadores de lo observados durante el área y período de estudio, y que su comportamiento ha entregado antecedentes importantes para la evaluación del stock de jurel (alejamiento de las concentraciones del jurel de la costa y baja en su biomasa). En este sentido, la evaluación indirecta del recurso ha incluido estos resultados junto a los obtenidos en otros estudios, concluyendo para diferentes escenarios posibles una tendencia en mayor o menor grado decrecientes del tamaño del stock de jurel.



A continuaci3n se detallan el Programa **Taller**



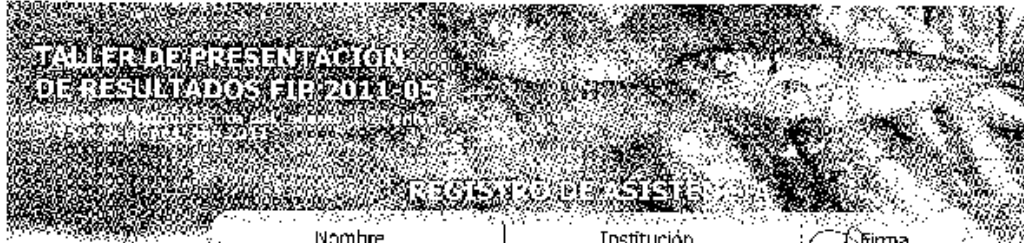
Taller de presentaci3n de resultados  
Proyecto FIP N°2011-05:

“Evaluaci3n hidroacústica del recurso jurel entre  
la V y X Regiones, a±o 2011”

**AGENDA**

**Concepci3n, Viernes 08 junio del 2012**  
Sal3n Caupolicán, Hotel El Araucano, Concepci3n.  
(Caupolicán # 521, Concepci3n)

15:30 a 15:40	Presentaci3n del Proyecto	Sr. Jos3 C3rdova M. (IFOP)
15:40 a 15:55	Estimado de abundancia y biomasa de jurel	Sr. Jos3 C3rdova M. (IFOP)
16:05 a 16:20	Distribuci3n espacial del zooplancton	Sra. Vivían Valenzuela C. (IFOP)
16:30 a 16:45	Principales ítems alimentarios de jurel	Sr. Jos3 C3rdova M. (IFOP)
16:55 a 17:10	<i>Caf3</i>	
17:10 a 17:25	Condiciones oceanográficas	Sr. Sergio Núñez D. (INPESCA VIII REGI3N)
17:35 a 17:50	Interrelaciones entre las variables oceanográficas y jurel.	Sr. Sergio Núñez D. (INPESCA VIII REGI3N)
18:00 a 19:00	Discusi3n y conclusiones.	



REGISTRO DE ASISTENTES

Nombre	Instituci3n	Firma
<i>[Handwritten Name]</i>	<i>[Handwritten Institution]</i>	<i>[Handwritten Signature]</i>
Claydia Bruno H	INPESCA	<i>[Handwritten Signature]</i>
Roberto Sandoval	INPESCA	<i>[Handwritten Signature]</i>
Alexandre Gutierrez	INPESCA	<i>[Handwritten Signature]</i>
Miguel Alarc3n	INPESCA	<i>[Handwritten Signature]</i>
Carlos Gonzalez	INPESCA	<i>[Handwritten Signature]</i>
Monica Barros	Udec	<i>[Handwritten Signature]</i>
Lina Estrella	Udec	<i>[Handwritten Signature]</i>
Sebasti3n Mera O	IFOP	<i>[Handwritten Signature]</i>
PABLO MENA	DAP 3 Subgerencia Udec	<i>[Handwritten Signature]</i>
<i>[Handwritten Name]</i>	INPESCA	<i>[Handwritten Signature]</i>
Francisco Santa Cruz	INPESCA	<i>[Handwritten Signature]</i>
Cecilia Rosales	IFOP	<i>[Handwritten Signature]</i>
Leandro Mena	INPESCA	<i>[Handwritten Signature]</i>
Raimundo Gallegos	OPETON	<i>[Handwritten Signature]</i>



# **A N E X O V**

---

Asignación de personal  
profesional y técnico

---



## Objetivo General

Participantes	Preparar Crucero	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Total
José Córdova M.	32	166	219	221	160	798
Roberto Bahamonde F.	4		94			98
Hernán Miranda P.	29		30	20		79
Mauricio Braun A.				4	19	23
Víctor Bocic W.	14		113	10	7	144
Hernán Reyes R.	7		64	14	5	90
Víctor Catasti B.	15	175	215	46	47	498
Vivian Valenzuela C.	42	48	261	132	49	650
Guillermo Galindo P.	18		235			253
Esteban Molina G.	15		232	35	35	491
Bernardo Leiva P		48				48
Marcelo. San Martín Q.	7		82			89
Manuel Rojas G.	44		116	20	26	206
Cristian Canales R.	7			16		23
Rodolfo Serra B	7			16		23
Juan Saavedra N.	7		122			129
Francisco Leiva D.	7	126	135	20	15	303
Carolina Lang A..	7		208	31		246
Luis Ossa M	7		320	46	33	406
Leonardo Caballero G	11		14			25
Jorge Angulo A.			140			140
Traductor					82	82
Muestreador 1	0	200				200
Muestreador 2	0	200				200
Muestreador 3		248				248
Muestreador 4		248				248
Sergio Núñez E.	37		60	140	73	310
Carolina Parada V.			40	140	50	230
Sebastian Vásquez P.	37		180	103	50	370
Maximiliano Reyes Q.			65	35		100
Roberto San Martín V.	40	165				205
Lesly Valenzuela G.	40	165				205
<b>TOTAL HORAS</b>	<b>434</b>	<b>1.907</b>	<b>2.945</b>	<b>1.049</b>	<b>651</b>	<b>6.986</b>

**Objetivo específico N°1**

Participante	Preparar Crucero	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José Córdova M.	17	166	204	148	93	628
Roberto Bahamonde F.			94			94
Hernán Miranda P.	14					14
Víctor Catasti B.	8	175	127			310
Esteban Molina G.	8		143			151
Bernardo Leiva P.		48				48
Marcelo. San Martín Q.			82			82
Manuel Rojas G.	44		87	6	26	163
Cristian Canales R.				7		7
Rodolfo Serra B				7		7
Francisco Leiva D.		126	39	20	15	200
Carolina Lang A..			43			43
Leonardo Caballero G	7		14			21
Traductor					82	82
Muestreador 1		200				200
Muestreador 2		200				200
Muestreador 3		248				248
Muestreador 4		248				248
<b>Sub Total</b>	<b>98</b>	<b>1.411</b>	<b>833</b>	<b>188</b>	<b>216</b>	<b>2.746</b>

**Objetivo específico N°2**

Participante	Preparar Crucero	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José Córdova M.			2	2		4
Víctor Bocic W.	7		113	10	7	137
Esteban Molina G.			49	8	3	60
<b>Sub Total</b>	<b>7</b>		<b>164</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>201</b>

**Objetivo espec3fico N°3**

Participante	Preparar Crucero	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José C3rdova M.				10		10
Vivian Valenzuela C.				20	9	29
Luis Ossa M			320	46	33	399
<b>Sub Total</b>			<b>320</b>	<b>76</b>	<b>42</b>	<b>438</b>

**Objetivo espec3fico N°4**

Participante	Preparar Crucero	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José C3rdova M.			13	51	45	109
Hernán Miranda P.			30	20		50
Mauricio Braun A.				4	19	23
Hernán Reyes R.			64	14	5	83
V3ctor Catasti B.			88	46	47	181
Vivian Valenzuela C.	27	48	261	112	40	488
Guillermo Galindo P.	14		235			249
Manuel Rojas G.			29	14		43
Cristian Canales R.				9		9
Rodolfo Serra B				9		9
Juan Saavedra N.			122			122
Francisco Leiva D.			34			34
Carolina Lang A..			92	9		101
Jorge Angulo A.		118	140			258
Sergio N3ñez E.	30		60	140	73	303
Carolina Parada V.			40	140	50	230
Sebastián V3squez P.	30		180	103	50	363
Maximiliano Reyes Q.			36	35		100
Roberto San Mart3n V.	40	165				205
Lesly Valenzuela G.	40	165				205
<b>Sub Total</b>	<b>181</b>	<b>496</b>	<b>1.453</b>	<b>706</b>	<b>329</b>	<b>3.165</b>





### Objetivo específico N°5 (2.5)

Participante	Preparar Crucero	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José Córdova M.				10	22	32
Esteban Molina G.			40	27	32	99
Francisco Leiva D.			62			62
Carolina Lang A..			73	22		95
<b>Sub Total</b>			<b>175</b>	<b>59</b>	<b>54</b>	<b>288</b>

### Talleres

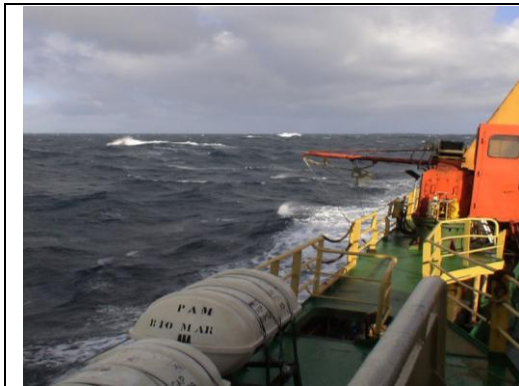
Participante	Taller	Sub Total
José Córdova M.	15	15
Roberto Bahamonde F.	4	4
Hernán Miranda P.	15	15
Mauricio Braun A.		
Víctor Bocic W.	7	7
Hernán Reyes R.	7	7
Víctor Catasti B.	7	7
Vivian Valenzuela C.	15	15
Guillermo Galindo P.	4	4
Esteban Molina G.	7	7
Marcelo. San Martín Q.	7	7
Manuel Rojas G.		
Cristian Canales R.	7	7
Rodolfo Serra B	7	7
Juan Saavedra N.	7	7
Francisco Leiva D.	7	7
Carolina Lang A..	7	7
Luis Osa M.	7	7
Leonardo Caballero G	4	4
Sergio Núñez		
<b>Sub Total</b>	<b>148</b>	<b>148</b>

# **A N E X O VI**

---

Respaldo fotográfico del Crucero

---



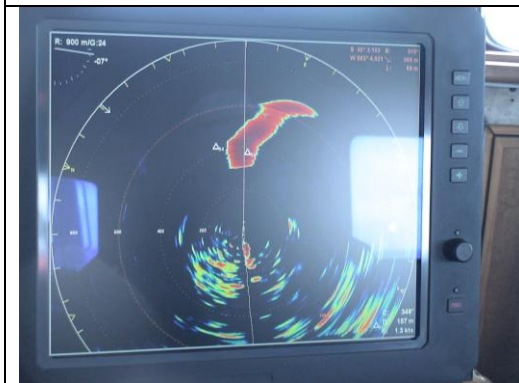
PROSPECCI3N CRUCERO



PROSPECCI3N CRUCERO



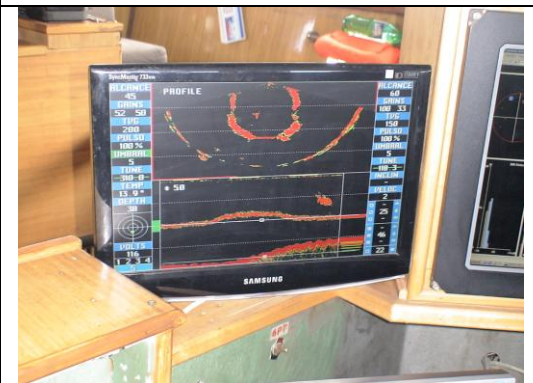
ECOGRAMA DE SONAR RED



AGREACI3N SONAR SIMRAB



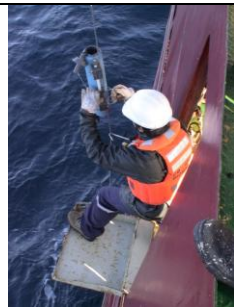


ECOGRAMA DE SONAR RED



ECOGRAMA DE SONAR RED



					
LANCE PESCA	LANCE PESCA	LANCE PESCA	LANCE PESCA	LANCE PESCA	LANCE PESCA
					
MUESTRA AGUA BOTELLAS	MUESTRA AGUA BOTELLAS	MUESTRA AGUA BOTELLAS	MUESTRA AGUA BOTELLAS	CTDO SEABIRD 19 PLUS V2 SENSORES TEMPERATURA, SALINIDA, FLUORESCENCIA	NAVES PROSPECCI3N





					
MUESTRA AGUA	COLECTA MUESTRA	M3TOD0 WINKLER	M3TOD0 WINKLER	M3TOD0 WINKLER	M3TOD0 WINKLER
					
MUESTRA PLANCTON	MUESTRA PLANCTON	MUESTRA PLANCTON	MUESTRA PLANCTON	MUESTRA PLANCTON	MUESTRA PLANCTON



---

**INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO**

Sección Ediciones y Producción

Almte. Manuel Blanco Encalada 839

Fono 56-32-2151500

Valparaíso, Chile

[www.ifop.cl](http://www.ifop.cl)

---



[www.ifop.cl](http://www.ifop.cl)