INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

INFORME FINAL

Evaluación hidroacústica de jurel en la XV, I y II Regiones, año 2009

FIP N°2009-07 / Abril-2011

INFORME FINAL

Evaluación hidroacústica de jurel en la XV, I y II Regiones, año 2009

FIP N° 2009-07 / Abril-2011

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 Masanes

FIP N° 2009-07 / Abril-2011

AUTORES

•*Evaluación Hidroacústica*
José Córdova
Bernardo Leiva
Víctor Catasti

•*Oceanografia Física Y Química*
Hernán Reyes
Milena Pizarro

•*Oceanografía Pesquera*
José Córdova
Hernán Reyes
Víctor Catasti

•*Plancton*
Vivian Valenzuela
Jorge Angulo

•*Trófica*
Patricia Rojas

•*Biología Pesquera*
José Córdova
Carolina Lang

I. RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe contiene los resultados de la cuantificación de la biomasa por hidroacústica, la distribución e indicadores biológicos del jurel entre la XV a II Regiones, las condiciones ambientales y las relaciones entre éstas y la distribución del recurso en la zona norte. El crucero de investigación se realizó entre el 30 de octubre y 30 de noviembre del año 2009, abarcando el área desde Arica (18°25'LS) a Taltal (25°30'LS), desde las 1 a 200 mn. Previo al crucero de evaluación se realizó una prospección con barcos pesqueros, cuya información permitió delimitar la distribución de jurel modificando el límite sur del área de estudio desde el 24º 40'LS hasta 25º 30'LS.

Este estudio se llevó a cabo con el B/C "Abate Molina" operado por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), realizando un total de 18 transectas, 16 de las cuales tuvieron como límite occidental las 200 mn y 2 de ellas las 230 millas. El muestreo oceanográfico fue efectuado con una red de estaciones bioceanográficas, situadas a 1, 5, 10, 20, 40, 70, 100, 130, 170, 200 y 230 millas de la costa. En las estaciones se registraron los valores de temperatura y salinidad y se realizó pesca de plancton con lances oblicuos con redes Bongo. Asimismo, se estimó la densidad del agua (sigma-t); la anomalía en las variables oceanográficas, espesor de la capa de mezcla y profundidad base de la termoclina.

La cuantificación del jurel se efectuó con el sistema SIMRAD EK–60 previamente calibrado. Se empleó la frecuencia de 38 Khz recolectando información de la superficie hasta los 500 m de profundidad. La identificación de los registros acústicos del jurel se realizó por medio de dos métodos: el primero es la estimación del coeficiente volumétrico dispersión y el análisis de los ecorregistros, el segundo, por la interpretación de los ecogramas en conjunto

con los resultados de la pesca de identificación. Además, se consideró la composición de la captura registrada por las embarcaciones de la flota.

La biomasa total estimada del jurel fue de 18.457 toneladas con un coeficiente de variación de 12,54% y una densidad de 6,74 t/mn^2, lo cual representa un fuerte decremento de -83,89, -93,22 y -92,86% respecto a lo evaluado en noviembre del 2006 (114.600 t), 2007 (272.600 t) y 2008 (258.836 t). Diferencia que también se refleja en la abundancia en número, con valores desde 1.446.871.083 ejemplares para noviembre del 2006, 1.448.253.382 ejemplares en noviembre del 2007, 3.406.067.132 ejemplares el 2008 y para alcanzar este año sólo 132.409.089 ejemplares.

En la zona de estudio se identificaron dos focos de alta densidad de jurel, ubicados a 90 mn frente a caleta Cobija y 20 mn de Mejillones y Antofagasta, con agregaciones distribuidas paralelas a la costa, siendo un patrón característico del recurso en la zona norte y sur del país.

Batimétricamente el jurel se ubicó en los primeros 40 metros de profundidad, manteniendo el patrón histórico registrado entre 1985 y 1995 en las evaluaciones acústicas realizadas en la zona, que indica una profundidad máxima de 100 de profundidad para el recurso, lo que difiere de los 160 y 200 m registrado en la zona centro-sur del país.

La distribución de tallas registrada en el crucero presentó tamaños entre 16 a 33 cm de longitud horquilla, con un 91,5% de ejemplares entre 19 y 21 cm. La mayor moda de 21 cm respecto al 2008 (18 cm), evidencia un desplazamiento de la estructura de tamaño del stock.

La composición de ejemplares por grupo de edad estuvo formada por 6 grupos, siendo los principales el II y III que participan con un 41,2 y 42,1%, respectivamente. Estructura etaria que es complementaria a la observada en la zona centro-sur del país, donde las últimas evaluaciones de jurel en invierno del 2007 al 2009 muestran la carencia de ejemplares juveniles representados por los grupos de edad de 0 a I. La zona norte, a través de los años se ha caracterizado por la alta presencia de ejemplares pequeños (< 26 cm), los que en este estudio alcanzaron un 91%.

La comunidad planctónica en la zona de estudio, estuvo compuesta por 25 grupos identificados donde el 62 % de los grupos incrementaron su densidad media. En este sentido, a diferencia del año pasado los eufáusidos incrementan en un 35% su abundancia media en la zona de estudio, lo cual puede estar fundamentado por un ambiente calido respecto al predominio de aguas mas frías en los dos últimos años (La Niña). Los copépodos son los más dominantes con 84,40% (día) y 72,48% (noche), seguido por quetognatos, brachiopodos, larvas de eufáusidos, sinóforos, salpas y doliódos, con valores radicalmente bajos >1,5%, mientras que el resto presenta valores inferiores a 0,08%.

El análisis de los diagramas TS reveló, al igual que en estudios anteriores, que las condiciones oceanográficas observadas en la zona de estudio indican la presencia de tres masas de agua; Aguas Subantártica (ASAA); Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) y Aguas Subtropicales (AST), predominando las AST al norte de Tocopilla evidenciando la influencia del desarrollo de un régimen El Niño en la capa superficial del océano, en tanto al sur las ASAA intensifican su participación en la columna de agua.

En relación al ambiente, la distribución de las variables, estructuras oceanográficas verticales y sus anomalías para el área y período de estudio, evidenciaron la presencia de Aguas Subtropicales desde el norte generando un gradiente longitudinal (Norte-Sur) de temperatura y salinidad, reconociendo sus anomalías superficiales el efecto local y de corto período que producen las surgencias costeras. En este sentido las condiciones encontradas en la zona permiten aseverar que la zona de estudio se encontró bajo un proceso inicial de calentamiento que afecta toda el área (El-Niño), lo que es consistente con la climatología y los resultados de estudios anteriores realizadas en la zona de estudio.

Durante el crucero se registran procesos cercanos de mesoescala denominados giros, los que claramente modifican las propiedades de la columna de agua. Estos conjuntamente con la circulación geostrófica, altimetría y distribuciones horizontales de temperatura y salinidad sugieren que al noroeste de la península de Mejillones (100 mn) y sur de Antofagasta (20 mn), donde se concentraron las densidades de jurel, se desarrolla una estructura anticiclónica con flujo de sur a norte que luego invierte (ciclónico) su dirección, observando la suspensión de operaciones de pesca por ausencia del recurso. Es así que, estos procesos pueden modificar el hábitat de los organismos pelágicos, mediante cambios en la distribución espacial del alimento, las presas y los predadores.

La densidad acústica de jurel se ubicó en la zona adyacente a la banda costera, la cual corresponde al límite exterior del área de influencia de la surgencia, mientras que anchoveta se ubicó dentro de ella, ya que coincide con la banda de menores temperaturas y mayores salinidades que caracterizaron las aguas de surgencia, evidenciando una estratificación espacial de los recursos, respecto a la zona de surgencia.

El jurel se encontró en temperaturas de 16°C a 19°C y salinidades que van de 34,6 a 34,99 psu, con un rango preferencial de 16 a 18°C y 34,8 a 34,99 psu, evidenciando al igual que lo registrado en estudios anteriores para la zona norte y centro-sur de Chile, el carácter de especie ambiente georreferenciado para jurel. Es así que, jurel se agrupó de preferencia en sectores cercanos a gradientes térmicos horizontales moderados y de descenso de temperatura.

I. EXECUTIVE SUMMARY

This report contains the results of biomass quantification via hydroacoustics, as well as the distribution and biological indicators of jack mackerel, and environmental conditions between Regions XV and II. The relationships of these parameters and the resource distribution in the north is presented. The research cruise was carried out between the 30 October and the 30 of November 2009, covering the area between Arica (18°25'LS) and Taltal (25°30'LS) and out to 200 nm from the coast. Prior to the cruise, surveys were conducted onboard fishing vessels, and the information obtained was used to delimit jack mackerel distribution and thus modifying the study area to between 24º 40'LS and 25º 30'LS.

The evaluation cruise was carried out on board the B/C "Abate Molina" operated by the Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), with a total of 18 transects, 16 of which extended to 200 nm offshore and 2 of which extended to 230 nm. The bio-oceanographic sampling was carried out throughout a grid of stations located at 1, 5, 10, 20, 40, 70, 100, 130, 170, 200 and 230 nm offshore. At these stations, temperature and salinity were recorded, as well as oblique plankton tows with Bongos nets. Thus, water density (sigma-t), oceanographic variable anomalies, mixed layer thickness and thermocline base depth were estimated.

Jack mackerel quantification was carried out with a previously calibrated SIMRAD EK–60 at frequency of 38 KHz, collecting information down to 500 m depth. Identification of the acoustic record for jack mackerel was done using two methods: first, by estimating the volumetric dispersion coefficient and the echosounder record; and second the interpretation of echograms in addition to the identification trawl hauls. The composition of the catch by the fishing fleet was also considered.

Total estimated biomass was 18,457 tonnes, with a variation coefficient of 12.45% and a density of 6.74 t/nm^2, which represents a strong decrease by –83.89, -93.22 and –92.86% with respect to November 2006 (114,600 t), 2007 (272,600 t) and 2008 (258,836 t). Abundance decreased from 1,446,871,083 individuals in November 2006 to only 132,409,089 individuals in 2010, and values 1,448,253,382 in November 2007 and 3,406,067,132 individuals in 2008.

In the study zone, two jack mackerel's high densities focus were identified, located 90 nm off caleta Cobija and 20 nm off Mejillones and Antofagasta, with aggregations distributed parallel to the coast, a characteristic pattern for this resource in the north of Chile.

Bathymetrically, jack mackerel were located within the first 40 m, with maximum depths of 100 m, maintaining the historical pattern registered between 1985 and 1995 during acoustic assessments carried out in the study area, and differing from 160 and 200 m registered in the central-southern area of the country.

The size distribution recorded during the cruise displayed sizes between 16 and 33 cm fork length, with 91.5% between 19 and 21 cm. The principal mode was centered around 21 cm and evidenced a shift in size structure of the stock in comparison to 2008, when the most important mode was centered around 18 cm.

The evaluated stock composition was made up of individuals belonging to 6 age groups, being the principal groups II and III with 41.2 and 42.1%, respectively. This structure could be complementary to size structures observed in the central-southern area of Chile since assessments carried out in the winters of 2007 to 2009 show the absence of individuals of ages 0 and I.

The planktonic community in the study zone was composed of 25 identified groups, where 62 % of groups displayed density increases with respect to 2008. In this sense, euphausiids increased in abundance by 35%, which may be due to warmer waters within an area dominated by cold waters in the last two years (La Niña). Copepods were the most dominant group with 84.40% (day) and 72.48% (night), followed by chaetognaths, brachiopods, euphausiid larvae, siphonophores, and salps with values >1.5%, while the remaining species displayed values lower than 0.08%.

The analysis of TS diagrams revealed, similarly to previous studies, that oceanographic conditions in the study area indicated the presence of three water mass: Subantarctic Water (SAAW), Equatorial Subsurface Water (ESSW) and Subtropical Water (STW), with dominance of STW north of Tocopilla indicating the development of an El Niño regime in the surface ocean layer. To the south SAAW became more important in the water column.

In relation to the environment, the distribution of variables and the vertical oceanographic structures and their anomalies evidenced the presence of STW from the north, generating a longitudinal (North-South) gradient of temperature and salinity. This showed surface anomalies due to the local effects and show time periods of coastal upwelling events. These conditions indicate that during the study period, the area was undergoing warming, which eventually affected the entire area (El Niño), as is consistent with climatological data and the results of previous studies.

During the cruise, near-mesoscale gyres were registered, which clearly modified the water column properties. These, along with geostrophic circulation, altimetry and horizontal distribution of temperature and salinity suggested anticyclonic south to north circulation northeast of the Mejillones Peninsula (100 nm) and south of Antofagasta (20 nm), where jack mackerel densities were concentrated. This

circulation then reversed (cyclonic) causing the suspension of fishing operations due to lack of fish. The presence of these processes could modify the habitat of pelagic organisms, with changes in the spatial distribution of food, prey and predators.

The acoustic density of jack mackerel was located adjacent to the coast zone, in the outer limit of the upwelling area, while anchoveta was found in lower temperature and higher salinity upwelled waters, indicating spatial stratification of the resources in upwelling areas.

Jack mackerel was found between 16°C to 19°C temperature range and 34.6 to 34.99 psu salinity, with a preference for 16 to 18°C and 34.8 to 34.99 psu, indicating the georeferenced nature of mackerel, as shown by other studies in northern and central-southern Chile. Thus, jack mackerel groups in areas near moderate thermal horizontal temperature gradients and drops in temperature.

II. ÍNDICE GENERAL

Página

I. RESUMEN EJECUTIVO ---------- **i**

I EXECUTIVE SUMMARY ---------- **vi**

II ÍNDICE GENERAL ---------- **xi**

III ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS Y ANEXOS ---------- **xv**

IV OBJETIVO DEL PROYECTO ---------- **1**

1. Objetivo general ---------- 1
2. Objetivos específicos ---------- 1

V ANTECEDENTES ---------- **2**

VI METODOLOGÍA DE TRABAJO ---------- **4**

6.1 Aspectos generales del crucero ---------- 4

6.2. Objetivo específico 2.1. Distribución espacial y batimétrica del jurel en el área de estudio ---------- 6
6.2.1 Zona y período de estudio ---------- 6
6.2.2 Diseño de muestreo ---------- 7
6.2.3 Calibración electroacústica ---------- 9
6.2.4 Identificación de especies ---------- 9
6.2.5 Procesamiento de la Información acústica ---------- 11
6.2.6 Análisis de la información acústica ---------- 12

6.3. Objetivo específico 2.2. Determinar la abundancia (en número) y biomasa total (en peso) del recurso jurel en el área de estudio 16
6.3.1 Estructura de tallas ---------- 16
6.3.2 Estimación de la abundancia en número y biomasa en peso total a la talla ---------- 18
6.3.3 Estimación de la abundancia a la edad ---------- 23
6.3.4 Estimación de la varianza para abundancia en número y biomasa en peso ---------- 25

6.3.5 Varianza de la abundancia a la edad (Southward, 1976) ---------- 30
6.3.6 Medida de precisión del estimado---------- 31

6.4. Objetivo específico 2.3. Determinar la distribución del zooplancton en el área y período de estudio, con especial énfasis en los eufáusidos ---------- 33
6.4.1 Colecta de información---------- 33
6.4.2 Procesamiento y análisis de las muestras zooplanctónicas---------- 34
6.4.3 Biomasa zooplanctónica total ---------- 41
6.5. Objetivo específico 2.4. Determinar la composición de los principales ítems alimentarios de jurel en el área de estudio ----- 42
6.5.1 Colecta de las muestras ---------- 42
6.5.2 Análisis de la información ---------- 42

6.6. Objetivo específico 2.5. Determinar fauna compañante y su importancia relativa en los lances de pesca de identificación ------- 44
6.6.1 Pesca de identificación ---------- 44
6.6.2 Muestreo de las capturas de lances de mediagua y cerco---------- 45
6.6.3 Análisis de las capturas ---------- 48

6.7. Objetivo específico 2.6. Determinar las condiciones oceanográficas y su relación con la distribución del zooplancton y la distribución y abundancia del jurel en el área de estudio --------- 49
6.7.1 Diseño general del muestreo. ---------- 49
6.7.2 Análisis de las muestras y de la información---------- 51
6.7.3 Información meteorológica---------- 53
6.7.4 Información satelital---------- 53
6.7.5 Asociación espacial entre las condiciones oceanográficas y la distribución y abundancia del jurel en el área de estudio ---------- 55

VII. RESULTADOS---------- **60**

7.1 Objetivo específico 2.1. Determinar la distribución espacial y batimétrica del jurel en el área de estudio---------- 60
7.1.1 Calibración electroacústica---------- 60
7.1.2 Distribución geográfica del recurso ---------- 62
7.1.3 Descripción de estructuras espaciales ---------- 63
7.1.4 Distribución batimétrica del recurso---------- 65

7.2 Objetivo específico 2.2. Determinar la abundancia (en número) y la biomasa total (en peso) del recurso jurel en el área de estudio --- 66
7.2.1 Estructura de tallas ---------- 66
7.2.2 Medición de TS “in situ” ---------- 68

7.2.3 Biomasa y abundancia de jurel ---------- 69
7.2.4 Abundancia a la edad ---------- 72
7.2.5 Precisión de los estimados de biomasa y abundancia ---------- 74

7.3 Objetivo específico 2.3. Determinar la distribución del zooplancton en el área de estudio, con especial énfasis en los eufáusidos ---------- 78
7.3.1 Composición y abundancia del zooplancton ---------- 78
7.3.2 Distribución del zooplancton ---------- 86
7.3.3 Estructura comunitaria de los grupos zooplanctónicos ---------- 90
7.3.4 Biomasa zooplanctónica ---------- 95

7.4 Objetivo específico 2.4. Determinar la composición de los principales ítems alimentarios del jurel en el área de estudio ------- 96
7.4.1 Composición de los principales ítems alimentarios de jurel ---------- 96
7.4.2 Importancia de las presas ---------- 97
7.4.3 Indice de estrategias alimentaria ---------- 98
7.4.4 Selectividad de las presas por tamaño ---------- 99

7.5 Objetifo específico 2.5. Determinar la fauna acompañante y su importancia relativa en los lances de pesca de identificación ------ 100
7.5.1 Resultados de los lances de pesca ---------- 100
7.5.2 Composición por tamaño ---------- 105
7.5.3 Relación longitud-peso ---------- 105
7.5.4 Proporción y composición fauna acompañante ---------- 106
7.5.5 Análisis de asociación ---------- 107

7.6 Objetivo específico 2.6 Determinar las condiciones oceanográficas y su relación con la distribución del zooplancton y la distribución y abundancia del jurel en el área de estudio----- 108
7.6.1 Condiciones meteorológicas ---------- 108
7.6.2 Condiciones oceanográficas ---------- 109
7.6.3 Relaciones espaciales de la distribución y abundancia de jurel respecto a las variables bio-oceanográficas ---------- 129
7.6.4 Análisis integrado ---------- 130

VIII. DISCUSIÓN ---------- 138

IX. CONCLUSIONES ---------- 147

9.1 Acústica ---------- 147
9.2 Pesca ---------- 148
9.3 Oceanografía ---------- 148

9.4 Plancton ---------- 149
9.5 Alimentación ---------- 150
9.6 Asociaciones ---------- 150

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ---------- 151

FIGURAS

ANEXOS

ANEXO I. Posición y fecha de los muestreos acústicos y bioceanográficos.

ANEXO II. Personal participante por actividad (HH): Horas/hombre por actividad.

ANEXO III. Talleres de difusión y discusión.

ANEXO IV. Fundamento tamaño muestra de jurel para conocer estructura de talla por zona.

III. ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS Y ANEXOS

FIGURAS

Figura 1. Distribución de transectas en la zona de estudio: a) propuesta técnica y b) crucero de evaluación.

Figura 2. Distribución espacial de tipo registro acústico de jurel ecoprospección. Octubre 2009.

Figura 3. Embarcación y equipos acústicos usados en la evaluación. Noviembre 2009.

Figura 4. Red de arrastre mediagua utilizada en la evaluación. Noviembre 2009 (B/C Abate Molina).

Figura 5. Distribución espacial de la abundancia acústica de jurel en el crucero de evaluación. Noviembre 2009.

Figura 6. Distribución de lances de pesca. a) crucero de evaluación y b) flota de cerco. Noviembre 2009.

Figura 7. Distribución espacial de la abundancia acústica de jurel durante los años 2002, 2006-2008. .

Figura 8. Distribución espacial de la abundancia acústica de anchoveta. Noviembre 2009.

Figura 9. Indice de Pennington por distancia a la costa.

Figura 10. Correlogramas para transectas 7 y 10. Noviembre 2009.

Figura 11. Correlogramas para transectas 7, 14 y 16. Crucero 2008.

Figura 12. Variogramas para evaluar anisotropia. Noviembre 2009.

Figura 13. Variograma para la zona de estudio. Noviembre 2009.

Figura 14. Distribución Batimetrica de jurel en los períodos 2006-2009.

Figura 15. Distribución de tallas flota cerco. Noviembre 2009.

Figura 16. Abundancia promedio de Eufáusidos y Larvas eufáusidos. Periodo 2006-2009.

Figura 17. Distribución espacial de copépodos en las estaciones diurnas y nocturnas durante noviembre del 2009.

Figura 18. Distribución de la densidad promedio respecto a la distancia de la costa (a) y latitud (b), durante los períodos diurnos y nocturnos. Noviembre 2009.

Figura 19. Distribución espacial de quetognatos en las estaciones diurnas y nocturnas durante noviembre del 2009.

Figura 20. Distribución espacial de larvas de eufáusidos en las estaciones diurnas y nocturnas durante noviembre del 2009

Figura 21. Distribución espacial de salpas en las estaciones diurnas y nocturnas durante noviembre del 2009.

Figura 22. Distribución espacial de sifonóforos en las estaciones diurnas y nocturnas durante noviembre del 2009.

Figura 23. Distribución espacial de doliódos en las estaciones diurnas y durante noviembre del 2009.

Figura 24. Distribución espacial de eufáusidos en las estaciones diurnas y nocturnas durante noviembre del 2009.

Figura 25. Dendograma de especies para análisis sin diferenciación de período del día, zona o distancia a la costa.

Figura 26. Densidad medias totales registradas entre el 2006-2009.

Figura 27. Graficos de cajas de los índices: a) riqueza específica de Margalef, b) diversidad de Shannon y Weaver, c) diversidad de Hill, d) Homogeneidad de Pileou y e) Homogeneidad de Sheldon para el 2006-2009.

Figura 28. Distribución espacial de la biomasa zooplanctónica diurna y nocturna. Noviembre 2009.

Figura 29. Representación de las estrategias alimentarías para el área de estudio según el método gráfico de Amundsen ***et al.*** (1996).

Figura 30. Distribución de frecuencias del índice de selectividad de Ursin de las principales presas de jurel en la zona norte de Chile.

Figura 31. Distribución de tallas de jurel flota 2006-2008.

Figura 32. Relaciones longitud-peso de jurel zona de estudio. Noviembre 2009

Figura 33. Dendograma a) ausencia/presencia y b) importancia relativa por especie.

Figura 34. Gráfico de**:** a) dirección e intensidad del viento (m/s), b) índice de surgencia promedio (por 1000 km de costa) y c) índice de turbulencia (m^3/s^3). Noviembre 2009.

Figura 35. Distribución horizontal de a) temperatura superficial del mar (ºC), b) salinidad superficial del mar, c) anomalía de la temperatura superficial del mar y d) anomalía de salinidad superficial

Figura 36. Distribución en el estrato de 25 m de profundidad de a) temperatura del mar (ºC) b) salinidad del mar (psu) y c) densidad (sigma-t). Noviembre 2009

Figura 37. Distribución en el estrato de 50 m de profundidad de a) temperatura del mar (ºC) b) salinidad del mar (psu) y c) densidad (sigma-t). Noviembre 2009

Figura 38. Distribución en el estrato de 100 m de profundidad de a) temperatura del mar (ºC) b) salinidad del mar (psu) y c) densidad (sigma-t). Noviembre 2009

Figura 39. Distribución en el estrato de 200 m de profundidad de a) temperatura del mar (ºC) b) salinidad del mar (psu) y c) densidad (sigma-t). Noviembre 2009

Figura 40. Distribución en el estrato de 400 m de profundidad de a) temperatura del mar (ºC) b) salinidad del mar (psu) y c) densidad (sigma-t). Noviembre 2009

Figura 41. Distribución superficial de a) densidad (sigma-t) (kg/m^3), b) concentración de oxígeno disuelto (mL/L) y c) profundidad (m) del límite superior de la capa de mínimo de oxígeno disuelto (1 mL/L). Noviembre 2009.

Figura 42. Distribución superficial de (a) profundidad de la isoterma de 15ºC (m) y b) anomalía de profundidad de la isoterma de 15ºC (m). Noviembre 2009

Figura 43. Distribución espacial de: a) espesor de la capa de mezcla (m), b) espesor de la termoclina (m), c) temperatura base de la termoclina (ºC) y d) profundidad de la base de la termoclina (m). Noviembre 2009.

Figura 44. Distribución espacial de: a) gradiente de temperatura promedio de la termoclina (ºC/m), b) máximo gradiente de temperatura en la termoclina (ºC/m) y c) profundidad del máximo gradiente de temperatura en la termoclina (m). Noviembre 2009.

Figura 45. Distribución vertical de temperatura (ºC) en la la columna de agua, transectas oceanográficas 1 a 6. Noviembre 2009.

Figura 46. Distribución vertical de temperatura (ºC) en la columna de agua, transectas oceanográficas 7 a 12. Noviembre 2009.

Figura 47. Distribución vertical de temperatura (ºC) en la columna de agua, transectas oceanográficas 13 a 18. Noviembre 2009.

Figura 48. Distribución vertical de salinidad (psu) en la columna de agua, transectas oceanográficas 1 a 6. Noviembre 2009.

Figura 49. Distribución vertical de salinidad (psu) en la columna de agua, transectas oceanográficas 6 a 12. Noviembre 2009.

Figura 50. Distribución vertical de salinidad (psu) en la columna de agua, transectas oceanográficas 13 a 18. Noviembre 2009.

Figura 51. Distribución vertical de sigma-t (densidad-1000) (kg/m^3) ene la columna de agua, transectas oceanográficas 1 a 6. Noviembre 2009.

Figura 52. Distribución vertical de sigma-t (densidad-1000) (kg/m^3) en la columna de agua, transectas oceanográficas 7 a 12. Noviembre 2009.

Figura 53. Distribución vertical de sigma-t (densidad-1000) (kg/m^3) en la columna de agua, transectas oceanográficas 13 a 18 (sector sur). Noviembre 2009.

Figura 54. Distribución vertical de concentración de oxígeno disuelto (mL/L) en la columna de agua, transectas oceanográficas 1 a 6. Noviembre 2009.

Figura 55. Distribución vertical de concentración de oxígeno disuelto (mL/L) en la columna de agua, transectas oceanográficas 7 a 12. Noviembre 2009.

Figura 56. Distribución vertical de concentración de oxígeno disuelto (mL/L) en la columna de agua, transectas oceanográficas 13 a 18 (sector sur). Noviembre 2009.

Figura 57. Diagramas T-S para las transectas oceanográficas 1 a 9 realizadas durante la ejecución del crucero. Noviembre 2009.

Figura 58. Diagramas T-S para las transectas oceanográficas 10 a 18 realizadas durante la ejecución del crucero. Noviembre 2009.

Figura 59. Porcentajes de participación en la mezcla de las masas de agua (ASAA, AST y AESS) para las transectas oceanográficas 1 a 3. Noviembre 2009.

Figura 60. Porcentajes de participación en la mezcla de las masas de agua (ASAA, AST y AESS) para las transectas oceanográficas 4 a 6. Noviembre 2009.

Figura 61. Porcentajes de participación en la mezcla de las masas de agua (ASAA, AST y AESS) para las transectas oceanográficas 7 a 9. Noviembre 2009.

Figura 62. Porcentajes de participación en la mezcla de las masas de agua (ASAA, AST y AESS) para las transectas oceanográficas 10 a 12. Noviembre 2009.

Figura 63. Porcentajes de participación en la mezcla de las masas de agua (ASAA, AST y AESS) para las transectas oceanográficas 13 a 15. Noviembre 2009.

Figura 64. Porcentajes de participación en la mezcla de las masas de agua (ASAA, AST y AESS) para las transectas oceanográficas 16 a 18. Noviembre 2009.

Figura 65. Anomalías de nivel del mar (cm) y velocidades geostróficas (cm/s) de los días 1, 10, 20 y 30 de noviembre de 2009.

Figura 66. Temperaturas superficiales del mar (ºC) de las imágenes satelitales MODIS-A, correspondiente a los promedios semanales entre: a) 1 - 8 noviembre, b) 9 al 16, c) 17 al 24 y d) 25 de noviembre al 2 de diciembre de 2009.

Figura 67. Imagenes satelitales de clorofila-a (mg/m^3) MODIS-A , de los promedios:semanales a) 1 al 8 noviembre, b) 9 al 16, c) 17 al 24 y d) 25 de noviembre al 2 de diciembre de 2009.

Figura 68. Distribución espacial de la biomasa de jurel (t/mn^2), por estrato de profundidad: a) capa 0-25 m, b) capa 26-50 m y c) capa 51-100 m.

Figura 69. Distribución espacial de la temperatura (°C), por estrato de profundidad: a) capa superficial, b) capa 25 m y c) capa 50 m.

Figura 70. Distribución espacial de la salinidad (psu), por estrato de profundidad: a) capa superficial, b) capa 25 m y c) capa 50 m.

Figura 71. Distribución espacial de la densidad del agua (σ_t), por estrato de profundidad: a) capa superficial, b) capa 25 m y c) capa 50 m.

Figura 72. Distribución espacial de oxígeno disuelto (mL/L), por estrato de profundidad: a) capa superficial, b) capa 25 m y c) capa 50 m.

Figura 73. Distribución espacial de: a) capa de dispersión profunda y b) eufáusidos y c) larvas de eufásidos.

Figura 74 Frecuencia acumulada y rangos de preferencia del jurel en relación a las variables bio-oceanográficas. Estrato superficial**.**

Figura 75. Frecuencia acumulada y rangos de preferencia del jurel en relación a las variables bio-oceanográficas. Estrato de 25 m. de profundidad.

Figura 76. Señal latitudinal del jurel y su relación con la temperatura y el gradiente térmico en la capa superficial: a) Costa-50 mn, b) 51-100 mn y c) > 100 mn.

Figura 77. Distribución espacial de: a) jurel y b) centro de gravedad zona norte.

Figura 78. Anomalías promedio en la temperatura superficial del océano (SST), en ºC, en un período de cuatro semanas desde el 8 de noviembre al 4 de diciembre de 2009.

TABLAS

Tabla 1. Agregaciones de jurel por categorías de densidad.

Tabla 2. División operacional del área de estudio y número de estaciones oceanográficas por sector.

Tabla 3. Posición de transectas y número de estaciones oceanográficas en el muestreo regular.

Tabla 4. Variables empleadas en el análisis cartográfico y tipo de datos.

Tabla 5. Ganancia del transductor medido para TS (fuerza de blanco) y Sv (Coeficiente de dispersión volumétrica) 38 Khz.

Tabla 6. Valores de t Students observados y críticos para frecuencia de 38Khz.

Tabla 7. Resultados de comparación estructura talla crucero y flota con prueba estadística de chi cuadrado. Periodo 2006-2008.

Tabla 8. Comparación estructura de talla jurel entre lances realizados por PAM "Tornado" y "Salmón",

Tabla 9. Biomasa y densidad de jurel estimada por distintos métodos.

Tabla 10 Biomasa y densidad de anchoveta estimada por distintos métodos

Tabla 11. Abundancia en número y en peso a la talla de jurel para el sector 1-200 mn.

Tabla 12. Abundancia en número y en peso a la talla de anchoveta para el sector 1-200 mn.

Tabla 13. Composición en número (millones de ejemplares) por grupo de edad en la biomasa estimada de jurel para el sector 1-200 mn.

Tabla 14. Varianza, coeficiente de variación y error de los estimados de biomasa de jurel.

Tabla 15. Varianza, coeficiente de variación y error de los estimados de biomasa de anchoveta.

Tabla 16. Varianza de la abundancia numérica y en peso a la talla de jurel para el sector 1-200 mn.

Tabla 17. Varianza de la abundancia numérica y en peso a la talla de anchoveta para el sector 1-200 mn.

Tabla 18. Grupos zooplanctónicos presentes en las pescas diurna y nocturna entre 1 y 230 mn.

Tabla 19. Densidad promedio por zona y horario de muestreo.

Tabla 20. Resultado de Prueba ANOVA Kruskal-Wallis a la abundancia relativa media de los grupos zooplanctónico (1 -200 mn).

Tabla 21. Medida descriptiva de los valores para los índices comunitarios, sin distinción de horaria.

Tabla 22. Número estaciones, especies y ejemplares para las zonas norte, centro, sur (latitudinal), costera y oceánica (longitudinal) y por período del día.

Tabla 23. Porcentaje de ejemplares por grupo zooplactónico, según zona latitudinal - longitudinal y período del día.

Tabla 24. Tamaño de muestra, hipótesis, estadístico de Wald y valor p para el análisis por zona (latitudinal – longitudinal) y período del día.

Tabla 25. Número de estómagos y porcentaje con y sin contenido.

Tabla 26. Número (N%), peso (P%), frecuencia de aparición (F%) e índice de importancia relativa (IIR) para jurel.

Tabla 27. Indicador de coeficiente dietario de Hureau (Q) en la dieta de jurel.

Tabla 28. ISU promedio de las principales presas de jurel.

Tabla 29. Información de captura en peso de jurel y fauna acompañante en los lances de pesca de cerco realizados por los PAM Tornado y Salmón.

Tabla 30. Información de captura en número de jurel y fauna acompañante en los lances de pesca de cerco realizados por los PAM Tornado y Salmón.

Tabla 31. Información de captura en peso de jurel y fauna acompañante en los lances de pesca realizados por el B/C “Abate Molina”.

Tabla 32. Información de captura en número de jurel y fauna acompañante en los lances de pesca realizados por el B/C “Abate Molina”.

Tabla 33. Parámetros y estadística básica de la relación $w=a*L^b$ para la zona de estudio.

Tabla 34. Índices de ocupación (en porcentaje) de las cartografías de distribución de jurel en las capas 5, 25 y 50 m.

Tabla 35. Coeficientes Cramer de las cartografías de distribución de jurel, respecto a variables ambientales en las capas de superficie de superficie y 26-50 m.

ANEXOS

ANEXO I. Posición y fecha de los muestreos acústicos y bioceanográficos.

ANEXO II. Personal participante por actividad (HH).

ANEXO III. Talleres de difusión y discusión.

ANEXO IV. Fundamento tamaño muestra de juel para conocer estructura de talla por zona.

IV. OBJETIVO DEL PROYECTO

1 Objetivo general

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

2. Objetivos específicos

2.1 Determinar la distribución espacial y batimétrica del recurso jurel en el área y período de estudio.

2.2 Determinar la abundancia (en número) y biomasa total (en peso) del recurso jurel por edades, en el área y período de estudio.

2.3 Determinar la distribución del zooplancton en el área y período de estudio, con especial énfasis en los eufáusidos.

2.4 Determinar la composición del los principales ítems alimentarios del jurel en el área de estudio.

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

2.6 Determinar las condiciones oceanográficas y su relación con la distribución del zooplancton y la distribución y abundancia del jurel en el área y período de estudio.

V. ANTECEDENTES

El recurso jurel *(**Trachurus murphyi**)* se distribuye ampliamente abarcando, desde la isla Galápagos hasta la región austral de Chile (52° LS) (Chirichigno, 1974; Serra 1991), y desde el litoral de América del Sur hasta la costa de Nueva Zelandia (Evseenko, 1987; Kawahara *et al*., 1988; Jones, 1990).

La amplia distribución del jurel y la densidad de sus concentraciones, hace que esta especie, considerada típicamente pelágica y que habita regiones oceánicas y costeras, haya sido objeto de una pesquería internacional de altura frente al litoral de Chile, entre los años 1978 y 1991, desarrollada por embarcaciones de la ex- Unión Soviética, las que operaron frente a las costa de Chile (Elizarov *et al*, 1993). Esta pesquería es considerada una de las mas importantes del país, se constituye por el aporte al desembarque total de jurel de dos sectores, el primero lo realiza la zona centro-sur con la mayor contribución al desembarque de jurel y el segundo la zona norte, principalmente XV y II región, con aportes estaciónales de la III y IV Región, producto de la operación de una flota artesanal costera e industrial que opera eventualmente en el sector.

Durante los años 70's, la pesquería de jurel alcanzó notoriedad en la zona norte debido a una caída en la abundancia de anchoveta. A partir de 1998, las capturas de jurel se han incrementado, observándose para el año 2005 el mayor desembarque hasta la fecha, 159 mil toneladas. Para la zona centro-sur, se ha observado un descenso en las capturas hasta el año 2010, donde se registro el menor desembarque, 773 mil toneladas, posteriormente las capturas se han incrementado levemente. No obstante, en la zona norte no se han alcanzado niveles de desembarque similares a los de la zona centro-sur.

En general, el desarrollo de la pesquería ha sido afectado por cambios ambientales, como el evento El Niño, que han provocado una juvenilización del stock en el sector donde se concentra principalmente su pesquería (VIII Región), afectando directamente los niveles de desembarque y la actividad pesquera industrial. Esto hace necesario considerar una evaluación de la pesquería en la zona norte, como una visión alternativa a las principales pesquerías ya existentes, dirigida a cuantificar el stock presente en esta zona y su disponibilidad, asi como su sustentabilidad en el mediano y largo plazo.

En este sentido, la evaluación se realizó en noviembre cuando se observa un segundo pick en los desembarques de jurel entre XV a II Regiones (2001- 2009), y los registros históricos de evaluaciones acústicas efectuadas desde 1984 a 1995, muestran volúmenes de biomasa bastante estables a través de los años permitiendo disponer de un buen indicador de tendencia en la disponbilidad del recurso en la zona de estudio. Evaluación que ha considerado la ejecución de una eco prospección previa a su realización, permitiendo conocer la distribución espacial del recurso e incorporar zonas de concentración de jurel al área de evaluación.

Considerando la importancia del recurso para la economía del país y el nivel de explotación a que ha sido sometido, el Consejo 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 2009.

El presente informe entrega los resultados finales obtenidos en el crucero de Evaluación hidroacústica de jurel en la zona norte, entregando estimaciones de la cuantificación de la biomasa de jurel en el área de estudio, además de información oceanográfica de carácter general observada durante la prospección hidroacústica realizada en noviembre en la XV, I y II Región.

VI. METODOLOGÍA DE TRABAJO

6.1 Aspectos generales del crucero

La prospección hidroacústica se llevó a cabo durante el período comprendido entre el 30 de octubre al 30 de noviembre del año 2009. La zona de estudio estuvo comprendida entre la primera y las doscientas millas de la costa. El límite sur considerado inicialmente en 24º 40'LS, se extendió hasta alcanzar los 25º 30'LS (Figura 1), en atención a los resultados obtenidos en una eco prospección con cinco naves de la flota pesquera, efectuada previa al crucero de evaluación acústica entre el 20 y 23 de octubre del 2009, que indicaron una fuerte presencia del recurso al sur de Antofagasta (Bahamonde *et al*, 2009) (Figura 2).

La prospección hidroacústica se llevó a cabo a bordo del B/C "Abate Molina" de eslora 43,5 m y potencia de 1.400 HP (Figura 3a), que dispone de equipos científicos e instrumental tales como: 2 radares (JRC), 1 sistema de navegación GPS (JRC), 1 sonar (FURUNO), 2 ecosondas doble frecuencia (FURUNO), 1 medidor de corriente (FURUNO), sistema de comunicaciones (INMARSAT), 1 sistema de ecosonda científico SIMRAD EK-60, 1 muestreador tipo roseta, CTDO (Seabird 911), redes de plancton equipadas con mallas de 300 micras y flujómetros TSK calibrados y artes de pesca de arrastre a media agua.

En la zona de estudio se realizaron un total de 18 transectas, aumentándose las transectas respecto a las 16 consideradas, donde cuatro tuvieron como límite occidental las 230 millas y 14 las 200 mn. El área de estudio fue cubierta con una red de estaciones bio-oceanográficas, situadas a 1, 5, 10, 20, 40, 70, 100, 130, 170 y 200 mn de la costa, incorporando una estación a 230 mn en las transectas que sobrepasaron la Zona Económica Exclusiva (ZEE).

Previo al crucero, se efectuó la calibración del sistema SIMRAD ER60 (Figura 3b), de acuerdo a lo establecido por su fabricante (SIMRAD, 2003). Calibración que consiste en un proceso iterativo que mide la señal de intensidad de blanco (TS) y ecointegración (s_a) provenientes de un blanco estándar (esfera de cobre de 60 mm de diámetro) de fuerza de blanco conocida, localizado en el centro del haz acústico (Figura 3c).

Durante el desarrollo del estudio, se realizaron un total de 21 lances de pesca de arrastre, a fin de identificar ecotrazos y obtener muestras para estudios biológicos básicos, Para tal efecto, la embarcación utilizó redes de arrastre a mediagua con un forro interior de 3,8 a 4,2 cm, con el objeto de asegurar la retención de ejemplares de tallas menores (Figura 4). Asimismo, al igual que el año pasado, de manera simultánea al desarrollo de la prospección acústica participaron 4 embaracaciones del sector industrial (PAM Tornado, Blanquillo, Salmón y Atacama V), de las cuales en dos de ellas (PAM Tornado y Salmón) se obtuvo un total de 16 lances con captura de jurel y muestreo biológico dirigidos a complementar la información de los 21 lances y muestreos efectuado a bordo del B/C “Abate Molina”.

Este año el jurel estuvo virtualmente ausente en la zona prospectada, detectando el recurso en un área de distribución reducida con agregaciones muy distantes y de baja densidad, lo que impidió su captura en los lances de pesca realizados por el B/C “Abate Molina” con red de arrastre mediagua. Luego, para estimar su biomasa a la talla se consideró la información provenientes de las capturas y muestreos realizados a bordo de naves cerqueras industriales, en atención a que no existe diferencia estadística significativa con un 95% de confianza, entre las distribuciones de tallas obtenidas el año 2008 en el crucero de evaluación (red de mediagua) y los muestreos realizados a bordo de naves industriales (red cerco). Resultado que permite indistintamente considerar ambas fuentes de información (crucero evaluación, flota), razón por lo cual para la estimación de biomasa de jurel se consideró la información proveniente de los PAM

Tornado y Salmón, los cuales operaron bajo régimen de Pesca de Investigación sin restricción de tamaño, eliminando sesgo por intencionalidad de evitar la captura de ejemplares pequeños.

El resumen de los muestreos realizados a bordo de las embarcaciones se entrega en las Tablas 28 a 31 (lances de pesca) y en anexo I (transectas y estaciones bio-oceanográficas).

6.2 Objetivo específico 2.1.-Distribución espacial y batimétrica del jurel en el área de estudio.

6.2.1 Zona y período de estudio.

La zona de estudio estuvo comprendida entre Arica (18º 25'LS) y sur de Taltal (25º 30'LS), cubriendo entre la primera y doscientas treinta millas de la costa desde Arica (18º 25'LS) hasta el sur de cta Camarones (19º 25'LS), mientras que al sur de la zona de estudio las transectas alcanzaron las 200 mn (**Figura 1b**), las cuales fueron prospectadas por del B/C "Abate Molina" operado por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) durante el período que va desde el 30 de octubre al 30 de noviembre del año 2009. Período de primavera donde históricamente en la zona se han registrado estimados acústicos de biomasa de jurel más estables por una menor variabilidad (123.000-330.000 t), respecto a otoño (32.000-303.000 t) e invierno (34.000-803.000 t) durante los años 1985 al 1995.

6.2.2 Diseño de muestreo

El diseño de muestreo utilizado en la evaluación de jurel a través del 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 y Bazigos 1984; Francis 1984, Simmonds ***et al.***, 1991 y 1984). 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 un 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 1**).

La estrategia de prospección fue de tipo adaptativa (Barbieri ***et al.,*** 1996). Esto es, el área de estudio se ajustó latitudinalmente para incorporar sectores con presencia de jurel, detectados durante la eco prospección acústica realizada con cinco naves de cerco previo al crucero de evaluación, así como extender la longitud de las transectas cuando en sus extremos se detecten agregaciones del recurso.

La evaluación acústica se llevó a cabo con el sistema de eco integración del ecosonda SIMRAD EK-60, utilizando la frecuencia de 38 Khz, con transductor de haz dividido, recolectando información relativa a la densidad de peces detectadas y referidas a 1 mn^2, desde los 3 a 500 m de profundidad. El rango

dinámico de 160 dB y el nivel mínimo de detección de -65dB, permitieron la incorporación 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 información acústica relativa a la densidad de peces se registró de manera continua durante la navegación, discretizándose en intervalos básicos de muestreo (IBM) de 0.5 mn, controlados por la interfase del sistema de eco integración con el navegador satelital GPS. Adicionalmente se registró y almacenó la profundidad del fondo del mar hasta 500 m.

Durante el crucero en la zona de estudio, se realizaron 18 transectas perpendiculares a la costa separada por 25 mn dentro de la Zona Económica Exclusiva (ZEE). La localización de las transectas se estableció en base a antecedentes de operación de la flota y el resultado de la ecoprospección realizada previamente al crucero de evaluación, los que indicaron la presencia del recurso dentro de las 200 mn, al sur de Mejillones, y la ausencia hacia el norte sobre las 100 mn de la costa.

Durante el crucero se realizaron 21 lances de pesca de media agua para identificar ecotrazos y obtener muestras para estudios biológicos básicos, sin embargo la alta dispersión y reducido nivel de densidad, no permitieron su captura mediante el arrastre dado la baja disponibilidad del recurso al arte de pesca, siendo más eficiente bajo estas condiciones el arte de cerco. Luego, para validar la identificación por inspección de ecogramas y aplicación del método acústico se consideró la información de los muestreos realizados a bordo de naves cerqueras industriales, bajo un criterio de solo considerar 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 2 a 8 días (14 lances), mientras que para estudios biológicos el total de lances considerado fue 16, superando los tamaños muestra requeridos en los distintos objetivos.

6.2.3 Calibración electroacústica

El sistema de ecointegración, 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 equipo con el valor estándar. Si es necesario ajustar el ecosonda, como fue el caso, esto es desarrollado automáticamente por el software de calibración del ER60.

6.2.4 Identificación de especies

Para la identificación de especies en los ecorregistros acústicos se contaba con dos métodos. El primero consistía en el análisis de los ecorregistros, éste consideró el comportamiento de los peces y el coeficiente volumétrico de dispersión (Sv), aplicado de acuerdo a la formulación dada por SIMRAD y la metodología desarrollada por la Unidad de Acústica del IFOP (Guzmán ***et al.***, 1983). El segundo corresponde a la interpretación de ecogramas en conjunto con los resultados de pesca de identificacion.

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:

$$s_v = C_s \frac{V^2}{L_m D_m}$$

donde:

s_v = Coeficiente volumétrico de dispersión promedio de la agregación.

C_s = Constante de calibración electrónica del eco integrador que en el caso de EK-60 se incluye en la salida del equipo (V^2), mediante la calibración con blanco estándar de cobre.

V^2 = Voltaje de salida del eco integrador

L_m = Longitud de la agregación media en el ecograma (m).

D_m = Altura media de la señal remitida por la agregación (m).

b) Pesca de identificación

A objeto de validar la identificación efectuada mediante el examen de los ecogramas y método acústico, y establecer el grado de mezcla ínter específico, en los sectores con presencia de agregaciones se realizaron lances de pesca con una red de arrastre a media agua de cuatro paneles de diseño ENGEL (**Figura 4**). En este sentido, la no captura de jurel permitió validar agregaciones de otras especies presentes en las capturas. Por otra parte, la captura del recurso por parte de la flota permitió corroborar la identificación por el método acústico, bajo un criterio de desfase de 2-8 días entre el registro acústico y los lances de pesca, desfase que no afecta la estructuración de la biomasa a la talla, por cuanto no se registraron diferencias estadísticamente significativas con un 95% de confianza, entre las distintas estructuras de tamaño de los lances de pesca de cerco, al registrar valores de $X^2_{\text{calculado}}$ inferior a un $X^2_{\text{crítico}}$ igual a 27.

De las respectivas capturas se determinaron los aportes porcentuales de cada especie y la estructura de tallas y pesos de las especies dominantes, con especial énfasis en jurel, aplicándose a las lecturas acústicas en las IBM cercanas a los lugares en que se realizaron las pescas (Simmonds ***et al.***, 1992).

6.2.5 Procesamiento de la Información acústica

La información acústica corresponde al valor de densidad promedio, expresado en energía retrodispersada referida a una milla náutica cuadrada (s_A), y los valores de intensidad de blanco (TS) detectado dentro de los límites de integración del intervalo básico de muestreo (IBM), que es el criterio para discretizar la información acústica. La distribución espacial del jurel en el área prospectada, se presenta como una carta de contorno, en donde éstos representan curvas que unen puntos de igual densidad, permitiendo de esta manera destacar las áreas de mayor concentración de los recursos (Simmonds y MacLennan, 2005).

La carta de distribución espacial de jurel, se confeccionó mediante el uso del programa SURFER (versión 8.0), utilizando para la interpolación el método de la distancia inversa al cuadrado. La información fue clasificada de acuerdo a la escala de categorías descritas en la **Tabla 1**. Esta escala de categorías se ha mantenido sin variación entre diferentes cruceros a fin de facilitar la comparación de las distribuciones interanuales.

Tabla 1
Agregación de jurel por categorías de densidad.

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

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.

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.

6.2.6 Análisis de la información acústica

Con el fin de establecer indicadores del grado de agregación relativo de jurel, se utilizaron los índices de presencia (IC), densidad (ID) e índice 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 Pennington 1983.

El índice de presencia (IC) muestra el porcentaje del área ocupada en forma efectiva por la especie, entregando el grado de cobertura del recurso en la zona de estudio, 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:

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

donde,

s_A = es la densidad promedio por IBM,

C_s = constante de transformación ($t/mn^2/s_A$)

En tanto, el estadístico 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:

$$G_m(r) = 1 + \frac{(m-1)r}{m} + \frac{(m-1)^3 r^2}{2!m^2(m+1)} + \frac{(m-1)^5 r^3}{2!m^3(m+1)(m+3)} + \ldots,$$

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) Descripción de estructuras espaciales

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

$$R_0 = \frac{n_i \times \sum_{i=1}^{n-k} (Y_{ji} - \overline{Y_i})(Y_{ji+1} - \overline{Y_i})}{(n_i - k)\sum_{i=1}^{ni} (Y_{ji} - \overline{Y_i})^2}$$

donde,

k	=	orden de autocorrelación
Y_{ij}	=	densidad j-ésima de la transecta i-ésima
Y_i	=	densidad media de la transecta i-ésima
n_i	=	número de IBM en la transecta i-ésima
n	=	número total de observaciones

c) Estructura espacial de la distribución

La estructura espacial de la distribución del jurel se analizó a través del estudio del semivariograma, procedimiento utilizado por Foote y Rivoirard (1992) y Petitgas (1993). Procedimiento aplicado desde 1995, en las evaluaciones hidroacústicas de recursos pelágicos zona norte (Castillo ***et al.***, 1995 y 2008), y de merluzas por Lillo y Paillaman 1995 y Lillo ***et al.***, 2008.

El semivariograma está dado por:

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

donde,

z (x) = densidad de peces en unidad de Sa en una localizacion (x),

z (x+h) = densidad de peces en unidad de Sa en un punto h distante,

y_h = vector de magnitud h o distancia entre la posición de z (x) a z(x+h)

6.3 Objetivo específico 2.2. Determinar la abundancia (en número) y biomasa total (en peso) del recurso jurel en el área de estudio

6.3.1 Estructura de talla

Con el fin de efectuar la estimación de abundancia en número y biomasa en peso para jurel en la zona de estudio, se analizaron las estructuras de tallas obtenidas en los lances con captura realizados por la flota de cerco industrial, con el fin de establecer la existencia de diferencias estadísticas significativas que determinen una estratificación de la información y posterior calculo de la abundancia y biomasa.

Las distintas estructuras de tallas fueron testeadas mediante la aplicación del método Dócima de Hipótesis Generalizada (DHG) el que compara mediante el X^2, la homogeneidad en las distribuciones de tallas (Miranda, 1999).

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

H_0 : La estructura de tallas de todos y cada uno de los muestreos es igual a la estructura de tallas combinadas,

es decir:

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

Para todo *i* = 1,2,.....r. ; k = 1,2,.....K.

Como se indica la estadística de prueba a utilizar, se basa en la distribución X^2 y está dada por la expresión indicada a continuación:

$$X_i^{\ 2} = \sum_{k=1}^{k} \frac{\left[n_{ik} - n_i P_{pk}\right]^2}{n_1 P_{pk}}$$

i = 1,2,....r, k = 1,2,.....K.

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

La estructura de la dócima de Heterogeneidad Generalizada, en su versión generalizada está dada como sigue:

$$\mathbf{H_0}\ :\ P_{ki} = P_{pk};$$

para todo *i* = 1,2,...,r; k = 1,2,.....K.

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

para todo $i = 1,2,...,r$; $k = 1,2,.....K$.

La estadística de prueba, estadística resultante de la Dócima Generalizada de Heterogeneidad está dada por la siguiente relación:

$$X^2_{RH} = \sum_{i=1}^{r} x^2_{i(k-1)} - X^2_p$$

donde,

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

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

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

Criterio de decisión respecto de la hipótesis nula **H_0**:

La hipótesis nula será rechazada si el valor observado de $x^2_{RH} > x^2_{c(r-1)(k-1)}$ a un nivel de significación previamente definido

6.3.2 Estimación de la abundancia en número y biomasa en peso total y a la talla.

La abundancia y biomasa total de jurel y anchoveta será estimada según:

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

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

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

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

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

Donde:

$\hat{A}_k$ = abundancia a la talla k en número.

a = área de distribución del recurso en millas náuticas cuadradas (mn^2).

$\hat{C}_{nk}$ = factor o coeficiente de eco integración a la talla k ($n/mn^2/s_a$)

$\bar{w}_{kj}$ = peso promedio a la talla k, expresado en toneladas (t).

$\hat{A}_T$ = abundancia total en número.

$\hat{B}_T$ = biomasa total en toneladas (t).

$\hat{R}_k$ = razón de lecturas acústicas (s_a) por I. B. M. a la talla k.

Siendo,

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

$\hat{TS}_k$ = fuerza de blanco correspondiente a la talla k

y,

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

Donde, la estructura de tallas $\hat{P}_k$ se estimó mediante la siguiente expresión:

$$\hat{P}_k = \sum_{i=1}^{m} \frac{C_i t_i s_{Ai}}{C\ t\ s_A} \hat{P}_{ik}$$

$$CTs_A = \sum_{i=1}^{m} C_i t_i s_{Ai},$$

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

Siendo,

i	=	indica el lance de pesca
k	=	indica la clase de talla
s_A	=	densidad acústica del intervalo básico de muestreo (I.B.M.) en el entorno del lance "i"
C_i	=	captura en número obtenidos en el lance de pesca "i".
t_i	=	tiempo de arrastre del lance "i".
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.
$\hat{P}_k$	=	frecuencia de la talla k obtenida desde la estructura de tallas de los lances de pesca realizados en el área (a).

El estimador de razón ($\hat{R}$) se obtuvo mediante los métodos Hansen, Wolter, Bootstrap y Geoestadístico.

El área de distribución de los recursos se determinó delimitando los contornos de la distribución, resultando en una figura geométrica georeferenciada, realizándose el cálculo según:

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

Donde:

L_0 y L_1 = límites en latitud, referidas a millas náuticas

g_0 y g_1 = límites en longitud, referida a millas náuticas, corregida por ortodrómica.

Φ (L,g) = Función geométrica del área que encierra a la distribución del recurso.

Las áreas se determinaron mediante programas de sistema de información georreferencias (SIG), en atención a que ellos incorporan correcciones a la longitud que permiten determinar con un alto grado de exactitud las áreas de distribución espacial del recurso, al incluir en sus procesamientos de cálculo de área trigonometría esférica, eliminando errores que puedan generarse, al considerar que la extensión en longitud de las área se corresponde con las loxodrómicas.

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

- **Hansen y Wolter**

El estimador de razón de Hansen y Wolter y que denotaremos por ($\hat{R}_1$) de las lecturas acústicas 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 $i = 1, 2, ..., n$.

n = muestra de transectas cubiertas en el área de estudio.

X_i = densidad de la transecta $i - esima$.

Y_i = número de I.B.M. en la transecta $i - esima$.

- **Bootstrap**

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

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

Siendo $\hat{R}_j$ un estimador de razón obtenido de la $j - esima$ iteración de muestra de tamaño "n" seleccionada, con reposición, de la muestra original y "G" representa la cantidad total de iteraciones bootstrap.

- **Geoestadístico.**

Otro estimador de biomasa a utilizar, corresponde al propuesto por Petitgas (1991) el cual considera que la biomasa depende de la geometría del área de distribución del recurso y estima su densidad (Z), que es equivalente a la razón $\hat{R}$, solo en dicha área (V) mediante la expresión:

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

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.

Las lecturas acústicas del eco integrador por I.B.M corresponden a la expresión:

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

donde,

s_A = coeficiente de dispersión promedio (m^2/mn^2).

s_v = coeficiente volumetrico de retrodispersión promedio (m^{-1}).

1.852 = factor de transformación de m a mn.

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 arbitraria adoptada, la que corresponde al dia y mes 01/01 del año en estudio.

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. 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 empleando básicamente:

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

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

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

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 N_i con respecto a N_t, se obtiene la proporción con que participa cada GE en la abundancia numérica total estimada por el método hidroacústico.

6.3.4 Estimación de la varianza para abundancia en número y biomasa en peso.

La varianza de la abundancia será estimada mediante el siguiente estimador:

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

En tanto la varianza de la biomasa será obtenida a través del estimador:

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

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

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

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

$$\hat{V}(\hat{P}_k) = \left[\frac{1}{m} - \frac{1}{M}\right]\frac{1}{m-1}\sum_{i=1}^{m}\frac{Cts_{Ai}^2}{\overline{C}ts_A^2}(\hat{P}_{ik} - \hat{P}_k) + \frac{1}{m\quad M}\sum_{i=1}^{m}\frac{Cts_{Ai}^2}{\overline{C}\bar{t}s^2}\left[\frac{1}{n_i} - \frac{1}{N_i}\right]\hat{S}_{ki}^2$$

Donde,

i = denota el lance $i = 1,2,...,m$

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", $i = 1,2,...,m$

n_i = muestra de ejemplares medidos en el lance "i", $i = 1,2,...,m$

$$Cts_{Ai} = C_i t_i s_{Ai}$$

$$\overline{C}\bar{t} = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} C_i t_i s_{Ai}$$

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

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

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

Donde,

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

Siendo,

α y β = 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.*, 1954)**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

donde:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

– **Método Geoestadístico (Petitgas, 1991)**

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

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

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

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

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

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

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

La varianza σ_e^2 depende de la estructura espacial a través de tres factores geométricos: la geometría del campo para $\bar{\gamma}(V,V)$, de la disposición entre los intervalos básicos de muestreo para $\bar{\gamma}(S,S)$ y de la posición de la red de muestreo en el campo para $\bar{\gamma}(S,V)$ (Petitgas y Prampart, 1993).

6.3.5 Varianza de la abundancia a la edad (Southward, 1976).

La varianza de la abundancia a la edad se determinó 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:

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

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

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.

6.3.6 Medida de precisión del estimado

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

a) Coeficiente de variación (Cv).

El cual tiene una estructura universal, sin condición respecto al diseño de muestreo y se define como:

$$Cv = \frac{\sqrt{\hat{V}(\hat{X})}}{\hat{X}}$$

donde:

$\hat{V}(\hat{X})$ = varianza de la Biomasa total ($\hat{B}_T$) o Abundancia total ($\hat{A}_T$)

$\hat{X}$ = Biomasa total ($\hat{B}_T$) o Abundancia total ($\hat{A}_T$)

b) Porcentaje de error (E %)

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

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

$\hat{B}_T$ = biomasa (t)

t = t de student

α = nivel de confianza de un 95%

6.4 Objetivo específico 2.3. Determinar la distribución del zooplancton en el área y período de estudio, con especial énfasis en los eufáusidos.

6.4.1 Colecta de información

Las estaciones planctónicas se realizaron sobre el track de navegación acústico a 1, 5, 10, 20, 40, 70, 100 130, 170, 200 y 230 mn de la costa.

Se realizaron pescas planctónicas a través de lances oblicuos diurnos y nocturnos con redes tipo Bongo de 65 cm de diámetro de boca y mallas de 300 um 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 información fue separada en tres zonas bajo un criterio de proporcionalidad espacial, a fin de verificar tendencias latitudinales registradas en la información del zooplancton.

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

- **B/C "Abate Molina" (TSK 6098):**

$$V = 0{,}1537\ N + 0{,}0464$$

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

Se realizaron pescas planctónicas nocturnas a través de arrastres oblicuos, considerando una profundidad máxima de 210 m o 5 m sobre el fondo, en tanto que, para las pescas diurnas se consideró información de tipo complementaria, como es la profundidad de la capa de dispersión profunda que proporciona los equipos Simrad ER-60.

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 mediante la medición periódica cada 10 m, del ángulo del cable a través de un clinómetro manual.

6.4.2 Procesamiento y análisis de las muestras zooplanctónicas

Las muestras obtenidas en cada estación fueron fijadas inmediatamente después de extraídas de los copos colectores y almacenadas en frascos previamente etiquetados con una solución de formalina al 5% en agua de mar, neutralizada con tetraborato de sodio para mantener así una óptima preservación de los 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 zooplancteres cuyas densidades fueron muy grandes, se utilizó para su subdivisión el submuestreador Folsom (Smith y Richardson, 1979; Boltovskoy, 1981 y Griffiths ***et al.***, 1984).

La fracción de la muestra subdividida sobre la cual se realizó el recuento y clasificación de los organismos, 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^3 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), así como el software ad hoc SURFER 8.0.

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 8:00 – 20:30 como diurno y entre las 20:31 – 7:59 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 y Newell (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 (/1000 m^3).

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 Ludwing & Reynolds, 1988, los cuales han sido utilizados anteriormente en este estudio, permitiendo el análisis comparativo de sus resultados.

a) Índice de riqueza de Margalef (Ludwing &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 & Weaver (Luwing & Reynolds, 1988)

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

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 & Reynolds, 1988)

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

donde,

H' = índice de Shannon & Weaver

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

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

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

donde,

H' = índice de Shannon & Weaver

S = número total de especies presentes en la muestra

e) Índice de uniformidad Sheldon (Ludwing & 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 (Sáiz, 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 zooplactónicas 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 zooplactónicas en la población de estudio, bajo la premisa que esta ha sido usada frecuentemente como un modelo en estudios ecológicos y/o biológico-pesqueros. Es así que, existen distintos procedimientos estadísticos diseñados para

abordar la comparación de distribuciones multinomiales (Saavedra ***et al.***, 2003), siendo el modelamiento de la distribución bajo un esquema modelo basado uno de ellos.

Bajo este enfoque se utiliza la teoría asociada al uso de modelos lineales generalizados (GLM), realizando una generalización de la regresión logística para respuestas dicotómicas, denominada regresión logística nominal (Dobson, 2002). Modelo que se utiliza cuando no existe un orden natural en las categorías de la variable respuesta, como ocurre para las estructuras zooplactónicas. Una categoría se elige arbitrariamente como la categoría de referencia y las funciones de enlace están definidas por,

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

donde,

π_j = representa la proporción de la j-ésima especie.

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

X_j = vector de covariables

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

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

6.4.3 Biomasa zooplanctónica total

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

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

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

donde:

Y = ml de zooplancton en 1000 m^3

X = ml de zooplancton

W = volumen de aguas filtrada por la red (m^3).

6.5 Objetivo específico 2.4. Determinar la composición de los principales ítems alimentarios del jurel en el área de estudio.

6.5.1 Colecta de las muestras

Los estómagos se obtuvieron a partir de los muestreos biológicos con ejemplares recolectados en los lances con pesca, realizados por los PAM Tornado y Salmón durante la ejecución del crucero de evaluación en la zona de estudio.

6.5.2 Análisis de la información

El análisis del contenido estomacal de jurel se efectuó en los laboratorios de la Universidad Católica de Valparaíso, y consideró la identificación de los ítems presa al nivel taxonómico más bajo posible, según su estado de digestión. El análisis del bolo alimenticio fue efectuado utilizando los método gravimetrico, numérico y de frecuencia de ocurrencia (Hyslop, 1980)

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

a) Índice de Importancia Relativa

La importancia relativa de cada taxón 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 modificación al IIR descrito por Pinkas ***et al***., 1971. Este IIR estandarizado presenta como principal ventaja el permitir y facilitar la comparación entre estudios dietarios, estimándose como:

$$\%IIR = 100\left(IIR_t \Big/ \sum_i^n IIR \right)$$

donde,

$$IIR_i = \left[\left(N_i\% + P_i\% \right) \times F_i\% \right]$$

N = porcentaje en número: recuento de cada taxón de presa encontrado en los estómagos de la especie predador analizado

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

F = porcentaje de la frecuencia de aparición de cada taxón presa, expresado en forma porcentual

i = ítem presa i= 1,2,……,n.

b) Índice de estrategia alimentaria

También se exploró con otros indicadores alimentarios relacionados con aspectos ecológicos, a fin de definir si en su alimentación es especialista o generalista, considerando para ello la amplitud del nicho a través del siguiente indicador (Amundsen ***et al***., 1996):

$$Pi = (\sum Si / \sum Sti) \times 100$$

Donde:

Pi = abundancia específica de la presa *i*.

Si = contenido estomacal (peso) compuesto por la presa *i*.

Sti = contenido total de los estómagos 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 alimentaría especialista o restringida.

c) Índice de Selectividad de Presas por Tamaño

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

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

donde: w_i es el peso del depredador i: w_j es el peso del taxón de presa j en el contenido estomacal de i. En este sentido, se considera que el valor promedio del índice ISU representa el tamaño medio entre predador y sus presas, y que la desviación estándar es una medida relativa de selectividad, siendo inversamente proporcional a esta (Medina y Arancibia, 2002).

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, el cual fue realizado en el B/C Abate Molina y los PAM Tornado y Salmón. 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 volumen/peso conocida o el pesaje individual cuando fue posible. Procedimiento que también fue aplicado en los muestreos complementarios realizados a bordo de naves de cerco durante el periodo de ejecución de este estudio.

6.6.2 Muestreo de las capturas de los lances de mediagua y cerco

6.6.2.1 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 supero 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 cefalotoráxica en el caso de crustáceos.

En la identificación se contó con antecedentes bibliográficos como: Pequeño 1971, Retamal 1981, Hulley, 1984, y Krefst, 1984. Cuando la identificación no fue posible a bordo, se tomaron fotografías y el especímen 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 cuociente entre el peso de la especie y peso total de la muestra, al estimado de captura total.

Proporción en peso:

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

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

donde,

w_{si} i = 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

$\overline{w}$ = 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

6.6.2.2 Muestreo de longitud

El muestreo de longitud se efectuó sobre una muestra de 100 ejemplares de jurel elegidos al azar. El tamaño de muestra se estableció según estudios realizados en IFOP (IFOP, 1991, Miranda, *et al*., 1997), que estan desarrollados en Anexo V, para lo cual el numero de ejemplares obtenidos sobrepasa y duplica el tamaño minimo de muestra calculado. Cada uno de lo ejemplares se mide y clasifica por categoría de tamaños cada un centímetro, utilizando para tal efecto un Ictiometro. Posteriormente, en cada categoría de tamaño, los ejemplares se clasifican por sexo (machos, hembras e indeterminados).

6.6.2.3 Muestreo biológico, otolitos y estómagos

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 se recolectan estómagos. Todas las medidas se registran en formularios de muestreo biológico, otolito y estómago. En este sentido las muestras de estómagos y material biológico que se considere importante se preservo para su análisis en laboratorio en tierra, 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 boráx en polvo.

6.6.2.4 Relación longitud–peso

La estructura de pesos se determina 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. Este modelo 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, β_0 y β_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.

6.6.3 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 2006 y 2008, 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.

6.7 Objetivo específico 2.6.- Determinar las condiciones oceanográficas y su relación con la distribución del zooplancton y la distribución y abundancia del jurel en el área de estudio.

A fin de determinar las condiciones oceanográficas y su relación con la distribución y abundancia del jurel en el área de estudio se aplicó la siguiente metodología

6.7.1 Diseño general de muestreo

Durante el crucero de investigación se realizaron 18 transectas con estaciones dispuestas en forma perpendicular a la costa, con 10 estaciones de muestreo situadas a 1, 5 10, 20, 40, 70, 100, 130, 170 y 200 mn de la costa, incorporando una estación adicional a 230 mn en el limite norte del area de estudio.

En cada una de las estaciones oceanográficas, se obtuvo registros verticales continuos de temperatura (°C), salinidad (psu) y oxígeno disuelto (mL/L), desde la superficie hasta un máximo de 600 m de profundidad. Para lo anterior, en 153 estaciones se utilizó un CTD Sea Bird modelo 911 operado en forma real y en 20 con CTD Sea Bird 19 plus V2 en forma auto contenido, además de un sistema de muestreo automático con 12 botellas Niskin de 5 litros de capacidad operado a tiempo real. Sistema que permitió obtener muestras de agua a profundidades estándares de 0, 5, 10, 25, 50, 100, 150, 200, 300, 400 y 600 m para la evaluación de la salinidad en laboratorio, información que permitió verificar el buen funcionamiento de la sonda oceanográfica utilizada en el estudio.

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

Tabla 2

División operacional del área de estudio y número de estaciones oceanográficas por sector.

Sector	Límite Oeste (mn)	Estaciones de muestreo	Latitud Sur
Norte	200/230	56	18° 25 - 20° 28 LS
Centro	200	57	20° 55 - 23° 00 LS
Sur	200	60	23° 25 - 25° 30 LS
Area Total	200/230	173	18° 25 - 25° 30 LS

El 96% de las estaciones oceanográficas programadas fueron efectivamente realizadas durante el crucero, en tanto el resto de estaciones que corresponde a un total de 7, no se pudo realizar el muestreo de todas las variables hidrográficas, ya que las condiciones del estado de mar, en el caso marejadas no lo permitieron, dificultando la maniobra y operación de los esquipos y la seguridad de los operadores.

Por último, la **Tabla 3** resume la posición de cada una de las 18 transectas realizadas durante el estudio y el número de estaciones de muestreo.

Tabla 3

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

Transectas	Latitud (LS)	Número Estaciones	Fecha	
			5-100 mn	101-200 mn
1*	18°25’	10	30-11-09	29-11-09
2*	18°50’	10	27-11-09	28-11-09
3*	19º15’	10	26-11-09	25-11-09
4*	19º40’	10	23-11-09	24-11-09
5	20º05’	10	22-11-09	22-11-09
6	20º30’	10	20-11-09	
7	20º55’	10	19-11-09	21-11-09
8	21º20’	10	18-11-09	
9	21º45’	10	18-11-09	17-11-09
10	22º10’	10	15-11-09	16-11-09
11	22º35’	7	14-11-09	13-11-09
12	23º00’	10	12-11-09	13-11-09
13	23º25’	7	10-11-08	10-11-08
14	23º50’	10	08-11-09	09-11-09
15	24º15	10	07-11-09	06-11-09
16	24º40’	10	05-11-09	06-11-09
17	25º05	10	04-11-09	03-11-09
18	25º30’	10	02-11-09	02-11-09

*** = Transectas con limite oeste a 230 mn.**

6.7.2 Análisis de las muestras y de la información

La información del CTD (temperatura y salinidad) del crucero se procesó de acuerdo a procedimientos estándares recomendados por el fabricante. Se incluyo el oxígeno no comprometido en el estudio, en atención a que calibraciones con datos Winkler al sensor de oxígeno, antes y después del crucero, determinaron ajustes mínimo que validan el uso de estos datos en el estudio. Con los datos ya procesados se confeccionaron las cartas de distribución superficial de las variables temperatura, salinidad y densidad a nivel superficial, 25, 50, 100, 200, y 400 m de profundidad.

A partir de los datos verticales se obtuvo información de la capa de mezcla (espesor), termoclina (espesor, profundidad-temperatura base, profundidad-promedio gradiente máximo), profundidad de la isoterma de 15°C y su anomalía, así como el límite superior de la capa de mínimo oxígeno.

Los valores de salinidad se entregan en forma adimensional, siguiendo recomendaciones de UNESCO (1981); por conveniencia se anotan omitiendo el factor 10^{-3} y se les asigna la unidad de psu. 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).

Para el nivel superficial se presentan valores de anomalía mensual de temperatura y salinidad, como también a nivel subsuperficial que corresponde al de profundidad de la isoterma de 15°C. Estos valores fueron obtenidos de los promedios mensuales (Reynolds, 1982; Blanco, 1996; Rojas y Silva, 1996) y que fueron actualizados por IFOP hasta el año 2002 según la metodología indicada por Blanco *et al*. (2001).

Las masas y cuerpos de agua presentes en las secciones analizadas fueron identificados sobre la base de diagramas T-S, distribuciones de salinidad y valores límites (Silva & Konow (1975) y Silva & Neshiba (1979)). El porcentaje de participación de las masas de agua en la mezcla, se calcularon mediante el método del triángulo de mezcla (Mamayev, 1975) y se representaron en forma gráfica como secciones verticales. Los valores tipo utilizados para las respectivas masas de aguas, fueron los indicados por Silva & Konow (1975).

La determinación de la “condición de normalidad“, se realizó considerando los valores de anomalías de las variables temperatura (ºC), salinidad (psu), profundidad de la isoterma de 15°C (m) y su respectiva desviación estándar. En términos generales, la aparición de condiciones anómalas para la zona y período de estudio, está dada por

valores de 1 desviación estándar respecto del promedio histórico en cada variable, discutiéndose la causa de la anormalidad registrada.

6.7.3 Información meteorológica

En cada una de las estaciones oceanográficas se registró información meteorológica de carácter básico: temperatura del aire (bulbo seco y húmedo), presión atmosférica, intensidad y dirección del viento, tipo y cantidad de nubes, altura y dirección de las olas. Se utilizaron las normas, tablas y códigos del National Oceanographic Data Center (NODC, 1991). Los datos de viento fueron registrados con un anemómetro fijo marca Osaka Nunotani Seiki, y los datos corresponden al valor predominante observado durante la ejecución de la estación. Durante la navegación, se recopiló también información del viento en forma horaria que corresponde al valor predominante observado.

A partir de la información de viento horaria se determinó el índice de surgencia (IS) instantáneo (Bakun 1973, 1975 y 1987) y el índice de turbulencia (IT), que corresponde al cubo de la magnitud de la velocidad del viento (Bakun y Parrish 1982),

6.7.4 Información satelital

Datos diarios del campo superficial de corrientes geostróficas fueron obtenidos del Centro de Datos de Oceanografía Satelital, Interpretación, Validación y Almacenamiento llamado AVISO (http://www.jason.oceanobs.com), con una resolución espacial de 0,25º x 0,25º y temporal de cada un día, y distribuidos con un mes de desfase. Estos datos satelitales que son procesados combinando todos los satélites disponibles, usando una interpolación optima que toma en cuenta errores a

lo largo de la longitud de onda (Ducet *et al.*, 2000), proporciona mapas más realistas que mejoran la descripción de la variabilidad de meso-escala del océano. De esta información se obtuvo una imagen diaria de anomalías del nivel medio del mar relativa a la superficie (flechas) en 4 días representativos durante el desarrollo del crucero 1, 10, 20 y 30 de noviembre del 2009.

Asimismo, datos promedios semanales de TSM fueron obtenidos del programa "Ocean Color Web" para la distribución de datos del satélite MODIS-Aqua (http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/), con una resolución espacial de 4 x 4 km y resolución temporal diaria. Sensores AVHRR a bordo del satélite permiten obtener la TSM de la primera capa del océano tanto de día como de noche. Los promedios semanales fueron desde el 1 al 8 de noviembre, 9 al 16 de noviembre, 17 al 24 de noviembre y del 25 de noviembre al 2 de diciembre del 2009.

También datos promedios semanales del campo vectorial superficial del viento del océano fueron obtenidos del satélite QuickSCAT Nivel 3, los que son recibidos, procesados y distribuidos por el Jet Propulsión Laboratory SeaWinds Project (http://winds.jpl.nasa.gov/missions/quikscat/).Un total de 4 imágenes promedio semanal fueron utilizadas en la caracterización del régimen de vientos presente en el área de estudio. Los promedios semanales corresponden a los períodos entre los días 1 al 8 de noviembre, 9 al 16 de noviembre y 17 al 21 de noviembre del 2009.

Se recepcionaron y procesaron imágenes satelitales resolución espacial media (4 km) de color del mar para derivar la clorofila (cloas) integrada hasta el 20 % de penetración de la luz. Al igual que en la TSM, se consideraron imágenes satelitales promedio semanales, las cuales dan mejor cuenta de la distribución espacial y la concentración de las cloas. Esta información fue obtenida del sensor MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) a bordo de los satélites Terra

(EOS AM) y del Aqua (EOS PM). Los periodos semanales considerados corresponden a las fechas entre 1 y 8 noviembre, 9 al 16 de noviembre 17 al 24 de noviembre del 2009.

Una limitante de esta información, al igual que las imágenes de TSM satelital, es que la disponibilidad de imágenes de clorofila también esta condicionada por la nubosidad existente en la zona de estudio, ya que la forma de registro del sensor no realiza mediciones a través de las nubes.

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

Se efectúo un análisis espacial de la distribución y abundancia de jurel y las variables oceanográficas registradas a partir de la información generada en el crucero de prospección. La información comprende la prospección acústica con el valor de densidad del recurso y los registros de las estaciones bio-oceanográficas temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t), gradiente superficial térmico (ºC/mn) y salino (psu/mn), capa dispersión profunda, eufáusidos y larvas de eufáusidos (ind/1000 m^3).

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

a) Procesamiento de la información

Para cada variable, antes mencionadas, se generaron archivos vectoriales compatibles con los Sistemas de Información Geográfico IDRISI for Windows (Eastman, 1995) y TNTmips (Microimages, 1997). Para realizar una descripción

espacial de las variables acústicas y bio-oceanográficas se configuraron imágenes 2D, en los diferentes planos horizontales indicados en la **Tabla 4**.

La generación de imágenes implicó realizar previamente la georreferenciación de la costa y de la zona de estudio. Luego se crearon los archivos de vectores bases en formato SIG, los que contemplaron, para cada variable, la georreferencia con sus respectivos datos. Posteriormente, se realizaron las interpolaciones, a través del método de Kriging, de dichos vectores.

Tabla 4
Variables empleadas en el análisis cartográfico y tipo de datos

VARIABLES	TIPO DATOS	PLANOS HORIZONTALES
Densidad del jurel (t/mn^2)	Integrado	en tres planos: 1ª: superficie a 25 m 2ª: 26 a 50 m 3ª: 51 a 100 m
Temperatura (ºC)	Puntual	en tres planos: 1ª: 1 m (superficial) 2ª: 25 m 3ª: 50 m
Salinidad (psu)	Puntual	en tres planos: 1ª: 1 m (superficial) 2ª: 25 m 3ª: 50 m
Densidad (σ_t)	Puntual	en tres planos: 1ª: 1 m (superficial) 2ª: 25 m 3ª: 50 m
Gradiente térmico superficial	Puntual	
Gradiente salino superficial	Puntual	
Capa de dispersión profunda (Sa)	integrado en la columna de agua	
Eufáusidos (individuos/1000 m^3)	integrado en la columna de agua	
L. Eufáusidos (individuos/1000 m^3)	Integrado	

Con el propósito de relacionar y superponer diferentes imágenes es necesario que éstas tengan la misma escala espacial, resolución y cobertura geográfica. Con el módulo RESAMPLE del SIG se generaron en rasters, imágenes que tenían la misma cantidad de filas y columnas. De esta manera se crearon cartografías en rasters de 360 columnas (en el sentido E-W) y 360 filas (en el sentido N-S).

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

6.7.5.2 Análisis de las relaciones entre la distribución de jurel y las variables oceanográficas.

a) Análisis integrado

Con el SIG mencionado y para detectar la posible asociación entre la distribución del jurel y las variables bio-oceanográficas, se emplearon los siguientes enfoques: **a)** se efectúo un análisis espacial y visual de la información realizando la cartografía de las variables y explorando las asociaciones a través de tablas de crostabulación, entre los planos de densidad del jurel y las variables ambientales, **b)** se determinaron rangos óptimos de preferencia de la especie en relación dichos parámetros, y **c)** se estimó la señal latitudinal del jurel respecto de las variables bio-oceanográficas.

Asimismo, a la cartografía reclasificada de la distribución de la especie se le determinó el índice de ocupación (IOC) por categoría de clases, definido como el cuociente entre el número de pixeles de la categoría de abundancia y el número total de pixeles con registro de la especie.

b) Análisis cartográfico entre la distribución del jurel y las variables ambientales

Para establecer las relaciones entre estas variables, se realizó un análisis entre la distribución de las especies y de las variables bio-oceanográficas, para tal efecto se realizaron asociaciones entre los planos de densidad del jurel y las variables ambientales a través de la estimación del índice V de Cramer (Ott ***et. al.***, 1983). Este coeficiente va desde 0, independencia completa, hasta 1, dependencia completa, permitiendo de esta forma determinar el grado de asociación existente entre la distribución espacial del recurso y las variables ambientales físicas y biológicas.

c) Determinación de rangos preferenciales de la especie en relación a parámetros bio-oceanográficos

Para determinar los rangos de preferencia de la especie en relación a las variables oceanográficas, se generaron los gráficos con la frecuencia (número de celdas) de la distribución de la especie con respecto a dichas variables mediante tablas de crostabulación. Con lo anterior, también se determinaron rangos óptimos de preferencia de la especie en relación dichos parámetros ambientales.

d) Análisis de la señal latitudinal

Para contrastar la hipótesis de que la distribución y abundancia del jurel se encuentra asociada a ciertas estructuras (por ejemplo surgencias, zona de bordes térmicos), se estimó la señal latitudinal de las variables hidrográficas conservativas y la densidad del jurel expresados en Sa/IBM. Para tal efecto se utilizó la

metodología propuesta por (Castillo ***et al.,*** 2005; Córdova ***et al.,*** 2005) creándose una grilla con una resolución de 2 mn para la latitudinal y 50 mn longitudinal. Generándose tres señales: la primera denominada costera y situada entre la costa y 50 mn, la segunda llamada intermedia posicionada entre los 51 y las 100 mn y una tercera situada al oeste de las 101 mn que se denomina oceánica. Asimismo, se estimaron los gradientes térmicos y salinos longitudinales, calculándose el diferencial entre píxeles vecinos mediante los comandos del SIG.

VII. RESULTADOS

7.1 Objetivo específico 2.1 Determinar la distribución espacial y batimétrica del jurel en el área de estudio

7.1.1 Calibración electroacústica

Los resultados de las calibraciones electroacústicas efectuadas al sistema de ecosondas científicos SIMRAD EK-500, realizadas a bordo del B/C "Abate Molina" entre el 2000 y 2007 así como la de los dos últimos años para la nueva versión SIMRAD ER-60 en la frecuencia de trabajo 38 Khz, se resumen en la **Tabla 5**.

Tabla 5

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

LUGAR	FECHA	BARCO	GANANCIA TRANS TS			GANANCIA TRANS SV		
			LONGITUD DE PULSO (MSEG)					
			0,3	1,0	3,0	0,3	1,0	3,0
VALPARAÍSO	16/05/00	A. Molina	26,5	27,6	28,2	26,8	27,4	27,9
TALCAHUANO	18/05/01	A. Molina	26,5	27,7	28,3	26,8	27,5	27,9
TALCAHUANO	01/11/01	A. Molina	26,4	27,7	28,6	26,9	27,5	28,2
TALCAHUANO	27/12/01	A. Molina	26,6	27,7	28,4	26,9	27,5	28,0
VALPARAÍSO	24/04/02	A. Molina	26,6	27,8	28,2	26,9	27,6	27,9
VALPARAISO	07/05/03	A. Molina	26,1	27,6	28,1	26,8	27,5	28,0
VALPARAISO	24/05/04	A. Molina	26,3	27,5		26,7	27,4	
VALPARAISO	17/05/05	A. Molina	26,	27,6	28,2	26,9	27,4	27,8
VALPARAISO	25/05/06	A. Molina	26,4	27,6	28,2	26,9	27,4	27,8
PISAGUA	01/12//06	A. Molina	26,5	27,6	28,3	26,8	27,4	27,8
MEJILLONES	28/10/07	A. Molina	26,6	27,8	28,5	27,1	27,7	28,2
VALPARAISO	12/06/08	A. Molina		26,6			26,6	
VALPARAISO	26/12/08	A. Molina		26,6			26,6	
MEJILLONES	02/11/10	A. Molina		26,59			26,59	
VALOR PROMEDIO			26,41	27,46	27,93	26,87	27,32	27,87
DESVIACIÓN			0,19	0,39	0,18	0,29	0,37	0,27

La ganancia del transductor en la frecuencia de trabajo (38 Khz), tanto para TS y Sv, indica estabilidad en los valores a lo largo del tiempo en los distintos equipos utilizados en la evaluación del jurel entre el 2006 y 2007. Luego, los valores alcanzados este año en el B/C Abate Molina con el SIMRAD ER-60, no difieren de lo histórico, lo cual se explica por una buena performance del sistema (transductor) y la estabilidad que presenta el blanco (esfera de 60 mm de diámetro) durante la calibración, frente a movimientos del barco producidos por condiciones de viento, mar y corrientes.

En este sentido, el análisis estadístico realizado mediante la aplicación del test "t" students para datos pareados, a los valores de ganancia del transductor a distintas longitudes de pulso, indica que las diferencias observadas no son significativas, al determinar valores de "t" students observados inferiores a los valores críticos de aceptación con un nivel de confianza del 95% (**Tabla 6**).

Tabla 6
Valores de t Students observados y críticos para frecuencia de 38 Khz

VALOR STUDENTS	GANANCIA TRANS TS			GANANCIA TRANS Sv		
	Longitud de pulso (mseg)					
	CORTO	MEDIO	LARGO	CORTO	MEDIO	LARGO
$T_{(OBSERVADO)}$	0,27	0,24	0,65	0,19	0,21	0,32
$T_{(CRÍTICO;95\%)}$	2,16	2,16	2,20	2,16	2,16	2,20

Los resultados indican que no existe una diferencia significativa en el equipo de evaluación acústica SIMRAD ER-60 utilizado, respecto a lo observado en las cuantificaciones anteriores con el sistema SIMRAD EK-500, manteniendo un buen rendimiento al permanecer estos en los rangos de variación señalados por su fabricante, lo cual asegura que un posible error por este concepto en el estimado de abundancia es mínimo.

7.1.2 Distribución geográfica del recurso

El recurso no estuvo presente en toda la zona de estudio, detectando las agregaciones de jurel desde el sur de punta Lobos (21°45'LS) a Antofagasta, con una distribución que forma una franja en sentido noroeste- sureste, mientras que para el resto del área prospectada su presencia fue nula (Figura 5). La zona de estudio, en general se caracterizó por ecogramas con agregaciones esporádicas y bajos valores de integración asociados a calamares, medusas y peces mictofidos (vinciguerria sp) tanto en profundidad como en superficie, en tanto desde punta Lobos a Arica, los ecogramas muestran el predominio de registros de langostino pelágico.

En la zona de estudio, el recurso se detectó desde el sur de punta Lobos principalmente alejado de la costa, entre las 140 y 155 mn, situación que se altera hacia el sur con un claro acercamiento de las agregaciones hacia la costa, donde se registran algunos incrementos en la concentración de jurel desde las 90 a 20 mn de la costa (**Figura 5**). En general, las densidades predominantes fluctuaron en la categoría mas baja de densidad (1 a 75 t/mn2), no obstante esto el recurso presentó algunas zonas de concentración que constituyeron sectores relativamente importantes de pesca, principalmente aquellas registradas cercanas a la península de Mejillones y Antofagasta, donde los PAM Tornado y Salmón obtuvieron las únicas capturas comerciales de jurel durante el periodo de estudio (Figura 6b).

Al comparar la distribución de jurel con la reportada en mayo del 2002 y noviembre del 2006, 2007 y 2008 (**Figura 7**), se puede establecer para este año una distribución espacial más reducida, con una menor frecuencia de los niveles de alta densidad. Cabe mencionar, que con el propósito de comparar las densidades de jurel y su distribución entre años se utiliza la misma escala de densidad.

En general, el patrón de distribución espacial del jurel es similar al registrado en anteriores evaluaciones acústicas, con agregaciones alargadas en sentido latitudinal y paraleleas a la costa, localizadas de preferencia en areas oceanicas. Este patrón de distribución se diferencia de la anchoveta que se localizó en areas eminentemente costeras con un predominio de bajos niveles de densidad y altas concentraciones en las primeras millas entre Camarones e Iquique y caleta Cobija (**Figura 8**).

7.1.3 Descripción estructuras espaciales

7.1.3.1 Índice de presencia (IC), densidad (ID) y Pennington

Para el área total el índice de presencia (IC) y densidad (ID) fue de 0,40% y 41,76 t/mn2, valores que son bastante diferentes a los registrados en la zona durante noviembre del 2008 (IC= 3,88% y ID=104.90 t/mn2), donde la biomasa alcanzó las 258.836 toneladas. Luego, la fuerte reducción del índice de presencia y el bajo índice de densidad reflejan lo observado este año en la zona de estudio, donde el recurso presento un escaso grado de concentración respecto al año pasado, pero manteniendo el patrón característico de distribución registrado en la zona centro sur, donde se concentra principalmente su pesquería, al detectar este año, al igual que durante los meses de concentración del jurel en la zona centro sur, el predominio de bajas densidades y la presencia de incremento de densidades bastante acotada espacialmente.

El análisis histórico del estadístico de Pennington que refunde los IC y ID, muestra variaciones en la distribución espacial del recurso en la zona de estudio, con un fuerte predominio de jurel en la primeras 100 mn durante el 2006, para posteriormente el 2007 y 2008, mantener su presencia en este sector e incrementar de manera importante sobre las 100 mn, posteriormente el 2009 tiende a disminuir de manera notoria evidenciando una baja disponibilidad del recurso en un área

espacialmente menor (**Figura 9**). Este patrón de distribución se refleja en los altos estimados de biomasa alcanzados 272.600 t (2007) y 258.836 t (2008), respecto de 114.600 (2006) y la fuerte caída el 2009 (18.457 t)

7.1.3.2 Correlogramas

El análisis de los correlogramas por transectas muestra un tamaño de 2 mn para las macroestructuras en la zona de estudio (**Figura 10**), el que es menor que los registrados el año 2008, período en que varío entre 3 y 5 mn (**Figura 11**). Similitud que se explica por el tipo de distribución espacial presente en estos años, donde las densidades de jurel predominantes fueron bajas con escasos incrementos de abundancia, que generaron zonas de distribución relativamente menores, asociadas con IC del orden de 0,4%. Situación que difiere de lo observado hacia el sector sur durante el 2007 y 2008, donde las macroestructuras fueron de mayor tamaño.

7.1.3.3 Variogramas

El diseño de muestreo acústico con transectas cada 25 mn y perpendiculares a la costa, permite conocer la variabilidad de las densidades acústicas de oeste-este, al registrarse esta información de manera continua durante la ejecución de la transecta, sin embargo, su separación entre si, no permite determinar la variabilidad de las densidades en sentido norte-sur, quedando sujeto al supuesto de una distribución en la variabilidad de tipo isotrópica. Luego, durante el crucero y en sectores con presencia de jurel, se realizaron transectas de norte a sur y cuyo análisis indico similitud en el comportamiento de la variabilidad de la densidad acústica norte-sur y oeste–este, lo cual permite rechazar un supuesto de anisotropía en la información acústica para la evaluación de jurel (**Figura 12**).

Luego, se ajustó al variograma un modelo exponencial para el sector que comprende las primeras 200 mn, con un sill de 4,0 E+04, un nugget o pepita de 1,6E+04 y un rango de 1,14 mn (**Figura 13**).

7.1.4 Distribución batimétrica del recurso

En la zona de estudio el jurel se ubicó entre los 10 a 40 m de profundidad, rango similar a los registrados el 2006, 2007 y 2008 (**Figura 14**), donde se observo una distribución unimodal, con un 95,2; 98,3 y 97,1% entre la superficie y los primeros 30 m. Sin embargo en el presente crucero se aprecia una profundización relativa del grupo modal a 30 m respecto a los 20 m registrados en años anteriores. Luego, se mantiene el patrón registrado en las evaluaciones acústicas realizadas en la zona entre 1985 a 1995 (Castillo ***et al.***, 1985; Castillo ***et al.***, 1988a, 1988b, 1988c; Cordova ***et al.***, 1989a, 1989b, 1989c; Cordova ***et al.***, 1990a, 1990b, 1990c; Castillo ***et al.***, 1995), donde el jurel fue detectado asociado a la superficie, compartiendo este estrato en el sector costero, con recurso pelágicos como sardina (0-60 m) y anchoveta (0-40 m).

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

7.2 Objetivo específico 2.2 Determinar la abundancia (en número) y la biomasa total (en peso) del recurso jurel en el área de estudio

7.2.1 Estructura de tallas

Dado que en el presente caso no fue posible capturar jurel con arrastre a media agua, se utilizaron las estructuras de talla obtenidas en los lances de cerco realizados por los PAM Tornado y Salmon durante el mes de noviembre de 2009. Con el fin de validar la información proveniente del cerco, se analizó comparativamente las estructuras de tallas de jurel obtenidas en arrastre a media agua en cruceros de evaluacion respecto a las obtenidas con cerco en los años 2006, 2007 y 2008. Los resultados alcanzados muestran que hay suficiente evidencia para aceptar la similitud entre las distribuciones de tallas provenientes de ambos artes de pesca, al obtener valores de chi cuadrado calculados inferiores a los de tabla (α =0,5) (**Tabla 7**).

El análisis del conjunto de estructuras de tallas obtenidas en los 16 lances de pesca realizados por los PAM Tornado y Salmón en la zona de estudio, muestra una estructura de tipo unimodal con una moda en 21 cm y un rango entre 16 y 33 cm (**Figura 15**). El análisis con la Dócima de heterogeneidad Generalizada (DHG) confirma la similitud entre las estructuras de tallas con un $X^2_{(calculado)}$ (1,42 a 21,03) inferior al $X^2_{(crítico)}$ (27**) (Tabla 8).** En base a este resultado, no fue necesario establecer subzonas, razón por lo cual el cálculo de biomasa consideró una estructura de tallas única (n= 1.744 ejemplares).

Tabla 7

Resultados de comparación estructura talla crucero y flota con prueba estadística de chi cuadrado

Años	χ calculado	χ Tabla (α=0.95)	N
2006	6,9	31,4	20
2007	8,9	18,3	10
2008	15,8	33,9	22

Cabe destacar, que la escasa presencia y disponibilidad de jurel determinó un bajo número de lances de cerco y su localización en sectores acotados está relacionado directamente con la distribución espacial del recurso en la zona prospectada. Además se debe considerar, que los lances de pesca realizados coincidieron con zonas donde los equipos acústicos detectaron agregaciones de jurel durante la prospección, obteniéndose a través de ellos el tamaño de muestra que cumple plenamente con el requerimiento estadístico para los distintos análisis comprometidos en el estudio.

Tabla 8
Comparación estructura de talla jurel entre lances realizados por PAM "Tornado" y "Salmón", mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; α=0,05).

Lances	$X^2_{crítico = 27}$ / $X^2_{calculado}$	Ho
1	1.42	**NR**
2	1.77	**NR**
3	4.85	**NR**
4	2.59	**NR**
5	19.83	**NR**
6	4.87	**NR**
7	2.12	**NR**
8	3.16	**NR**
9	4.85	**NR**
10	1.60	**NR**
11	2.82	**NR**
12	8.57	**NR**
13	10.72	**NR**
14	21.03	**NR**
16	2.21	**NR**

H_0= La estructura de talla de cada lance es "similar" a la estructura de talla generada por el conjunto de lances.
NR: No se rechaza.

7.2.2 Mediciones de TS "in situ"

Las condiciones generales observadas durante el desarrollo del crucero, no muestran una mayor presencia del recurso (IC= 0,40%; ID= 41,76 t/mn^2), siendo lo característico en su distribución una alta dispersión espacial entre las agregaciones, lo cual se tradujo en escasas zonas con presencia del jurel que no permitió realizar mediciones de TS "insitu" en la zona de estudio. Luego, dado la carencia de registros validos para determinar la relación fuerza de blanco (TS) y longitud horquilla, se aplicó la relación TS =20,11* 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.

7.2.3 Biomasa y abundancia de jurel

7.2.3.1 Biomasa total

La biomasa de jurel estimada para la zona de estudio, aplicando los métodos de Hansen 1954, Wolter 1985, Bootstrap (Robotham y Castillo, 1990) y Geoestadístico (Petitgas, 1991) se entrega en la **Tabla 9.** Asimismo, de manera complementaria la biomasa de anchoveta estimada a través de un muestreo menos intenso se entrega en la **Tabla 10**

Tabla 9
Biomasa y densidad de jurel estimada por distintos métodos.

Métodos	Ärea (mn^2)	Biomasa (t)	Densidad (t/mn^2)
Hansen (1954) Wolter (1985)	2.950	17.276	5,86
Bootstrap (1987)	2.950	17.498	5,93
Petitgas (1991)	2.740	18.457	6,74

Tabla 10
Biomasa y densidad de anchoveta estimada por distintos métodos.

Métodos	Ärea (mn^2)	Biomasa (t)	Densidad (t/mn^2)
Hansen (1954) Wolter (1985)	6.704	254.336	37,94
Bootstrap (1987)	6.704	256.733	38,29
Petitgas (1991)	6.536	257.919	39,47

La biomasa estimada por los diferentes métodos para ambas especies no presenta diferencias relevantes entre ellas, al registrar variaciones inferiores a 6,4% en jurel y 1,3% para anchoveta.

7.2.3.2 Abundancias y biomasa a la talla

La biomasa numérica y en peso a la talla obtenida a partir del estimado de abundancia acústico para el método Geoestadístico, se entrega para jurel y anchoveta en la zona de estudio en las **Tablas 11 y 12**.

Tabla 11
Abundancia en número y Biomasa en peso a la talla de jurel para el sector 1-200 mn. Método geoestadístico.

.

Talla (cm)	Frecuencia Numérica	Frecuencia porcentual (Ppk)	Abundancia numérica	Biomasa en toneladas
16	2	0,0035	882.352	45
17	21	0,0066	1472.593	91
18	46	0,0162	3.243.539	238
19	167	0,0633	11.361.410	982
20	290	0,1384	22.388.035	2.262
21	319	0,1776	26.044.372	3.053
22	248	0,1344	17.943.283	2.423
23	160	0,1091	13.326.782	2.060
24	177	0,1272	14.259.306	2.509
25	124	0,0945	9.757.609	1.944
26	108	0,0730	6.963.172	1.563
27	60	0,0398	3.524.420	888
28	6	0,0048	392.256	110
29	10	0,0085	648.554	203
30				
31	2	0,0011	72.141	28
32	1	0,0005	33.839	14
33	3	0,0016	95.425	44
Total	**1.744**	**100**	**132.409.089**	**18.457**

Tabla 12
Abundancia en número y Biomasa en peso a la talla de anchoveta para el sector 1-200 mn. Método geoestadístico.

.

Talla (cm)	Frecuencia Numérica	Frecuencia porcentual (Ppk)	Abundancia numérica	Biomasa en toneladas
6	1	0,0001	10.254.278	16
6,5	5	0,0016	98.579.710	190
7	3	0,0004	22.709.225	55
9.5	2	0,0004	10.208.648	61
10	6	0,0028	72.909.614	505
10.5	7	0,0020	47.989.456	384
11	20	0,0038	82.339.559	758
11.5	26	0,0066	133.131.203	1.399
12	66	0,0205	378.263.370	4.516
12.5	164	0,0401	682.268.417	9.206
13	767	0,1431	2.252.238.626	34.186
13,5	746	0,1752	2.561.032.096	43.539
14	383	0,1737	2.363.872.924	44.830
14,5	338	0,1965	2.496.560.056	52.619
15	205	0,1577	1.873.942.488	43.741
15,5	52	0,0531	591.828.794	15.249
16	17	0,0183	191.847.999	5.440
16,5	3	0,0029	28.867.881	898
17	1	0,0010	9.601.546	327
Total	**2.812**	**100**	**13.908.445.889**	**257.919**

En este estudio, la biomasa de jurel cuantificada (18.457 t) fue ostensiblemente inferior a lo registrado en noviembre del 2007 (272.600t) y 2008 (258.835 t), lo cual se acentúa este año en el número total de individuos (1,32+08), con una importante reducción respecto a lo cuantificado el año 2008, donde la abundancia numérica total fue de 3,41+09 y 1,45+09 en el 2007, señalando un fuerte disminución en la biomasa y abundancia del recurso entre años en la zona de estudio.

7.2.4 Abundancia a la edad

La clave talla - edad para el crucero, se determinó a partir de la lectura de 189 otolitos seleccionados desde un total de 209 otolitos recolectados en 16 lances muestreados en los barcos de la flota cerquera del norte (PAM Tornado y Salmón).

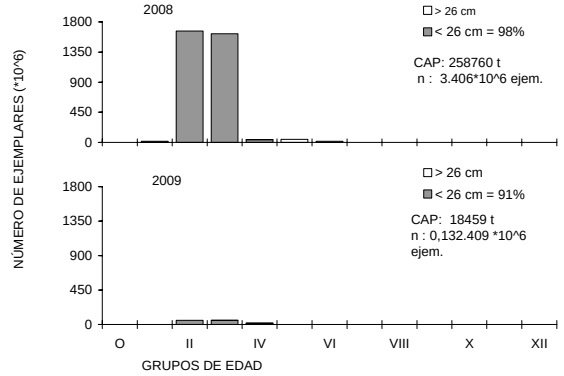
La composición de ejemplares por grupo de edad estuvo formada por 6 edades (II a VII) en la zona de estudio (1-200 mn), amplitud que es menor a la registrada el 2007 -2008 y mayor respecto al 2006, donde la edad máxima fue V. En el área de estudio, los principales grupos fueron el II (clase anual 2007), III (clase anual 2006) y IV (clase anual 2005) que participan con un 41,17%, 42,08% y 15,82%, respectivamente. Esto indica un aumento respecto al año pasado, donde los grupo más importantes fueron II y III (48,87 y 47,65%), evidenciando la estructura de edad una disminución de los grupos de edad mas fuerte como se registro el 2007, donde la edad IV participó con un 55% (**Tabla 13**).

En este sentido, es importante destacar que la estructura de edad registrada durante el crucero es similar a la obtenida desde información de la flota industrial del norte (edades I a VII y las mayores II y III), ratificando la presencia de ejemplares de menor tamaño en la zona de estudio, lo que es también evidente en el mayor número de ejemplares bajo los 26 cm el 2009 (91,0%) y 2008 (97,0%), respecto a un 44% el 2007. Es importante destacar que la zona prospectada a través de los años, se ha caracterizado por la alta presencia de ejemplares juveniles registrando una estructura etaria menor que la zona centro sur, razón por lo cual se puede considerar que ambas zonas se complementan.

Tabla 13

Composición en número (millones de ejemplares) por grupo de edad en la biomasa estimada de jurel para el sector 1-200 mn

TALLAS (cm)	FREC. (Unidades)	GRUPOS DE EDAD O	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
5,0														
6,0														
7,0														
8,0														
9,0														
10,0														
11,0														
12,0														
13,0														
14,0														
15,0														
16,0	882.352			882.352										
17,0	1.472.593			1.472.593										
18,0	3.243.539			1.081.180	2.162.359									
19,0	11.361.410			9.941.234	1.420.176									
20,0	22.388.035			19.701.471	2.686.564									
21,0	26.044.372			14.584.848	11.459.524									
22,0	17.943.283			4.349.887	11.962.189	1.631.208								
23,0	13.326.782			1.817.288	10.903.731	605.763								
24,0	14.259.306			679.015	9.506.204	4.074.087								
25,0	9.757.609				3.002.341	6.755.268								
26,0	6.963.172				2.611.190	4.351.983								
27,0	3.524.420					3.524.420								
28,0	392.256						392.256							
29,0	648.554							648.554						
30,0														
31,0	72.141							72.141						
32,0	33.839								33.839					
33,0	95.425								95.425					
34,0														
35,0														
36,0														
37,0														
38,0														
39,0														
40,0														
TOTAL	132.409.088			54.509.867	55.714.278	20.942.728	392.256	720.695	129.264					
PORCENTAJE	100,00			41,17	42,08	15,82	0,30	0,54	0,10					
L.PR.(cm)	22,0			20,2	22,4	25,1	28,0	29,2	32,7					
VARIANZA	5,759			1,806	3,238	1,889		0,36	0,19					
PESO PR.(g)	139			106	145	203	281	320	453					
PESO (ton)	18.459			5.763	8.055	4.242	110	231	59					
PORCENTAJE	100,00			31,22	43,64	22,98	0,60	1,25	0,32					



7.2.5 Precisión de los estimados de biomasa y abundancia

7.2.5.1 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 la **Tabla 14** y anchoveta en la **Tabla 15**.

Tabla 14
Varianza, coeficiente de variación y error de los estimados de biomasa de jurel

Método	Varianza	Coeficiente de variación (%)
Hansen (1954)	1.668E+07	23,64
Wolter (1985)	6.007E+06	14,15
Bootstrap (1987)	6.605E+06	14,69
Petitgas (1991)	5,360E+06	12,54

Tabla 15
Varianza, coeficiente de variación y error de los estimados de biomasa de anchoveta

Método	Varianza	Coeficiente de variación (%)
Hansen (1954)	1.821E+09	16,78
Wolter (1985)	7.582E+08	10,83
Bootstrap (1987)	7.497E+08	10,66
Petitgas (1991)	4.494E+08	8,22

El método Geoestadístico presenta el coeficiente de variación más bajo (12,54 y 8,22%), indicando con ello una mayor precisión relativa para el estimado de abundancia de ambas especies en la zona de estudio. En este sentido, el estimador por conglomerado presenta el mayor valor, 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 en la zona en abril del 2002 y noviembre del 2006 al 2008 (15,31 9,78, 12,35 y 11,22%) (Córdova ***et al*.**, 2002, Córdova ***et al.***, 2007 y Córdova ***et al*.**, 2008), así como las realizadas durante invierno entre el periodo 1997-2009 en la zona centro sur (Córdova ***et al*.**, 1997 al 2010).

Este año, los resultados indican para jurel (CV) valores levemente superiores a lo registrado en anchoveta, lo cual se sustenta por una distribución espacial de la abundancia de anchoveta menos gregaria que lo registrado en años anteriores, donde altas zonas de concentración fueron recurrentes a través de la costa, evidenciando este año una menor disponibilidad del recurso en la zona de estudio, lo cual se corresponde con la caída en 28,4% del desembarque anual de anchoveta desde la XV a II Regiones entre el 2008 y 2009, así como un desembarque de anchoveta (479.727 t) por bajo el promedio histórico (889.611 t) entre el 2000 y 2008 (Fuente: Sernapesca 2000-2009).

7.2.5.2 Varianza de la abundancia y biomasa a la talla

En las **Tablas 16 y 17** se resumen las varianzas de la abundancia en número y peso por talla de jurel y anchoveta para el área total de estudio.

Los resultados entregados en las tablas, muestran para jurel coeficientes de variación de 0,1308 para la abundancia númerica y de 0,1254 para la abundancia en peso. El coeficiente de variación por talla fue mínimo entre los 20 y 25 cm de longitud.

Tabla 16

Varianza de la abundancia numérica y en peso a la talla de jurel para el sector 1-200 mn.

Talla (cm)	Varianza Abundancia numérica	Varianza Abundancia en peso
16	4,370E+11	1,147E+03
17	6,995E+11	2,655E+03
18	2,076E+12	1,109E+04
19	1,846E+13	1,379E+05
20	6,828E+13	6,968E+05
21	9,138E+13	1,255E+06
22	4,387E+13	7,996E+05
23	2,460E+13	5,877E+05
24	2,782E+13	8,613E+05
25	1,337E+13	5,308E+05
26	6,889E+12	3,472E+05
27	1,794E+12	1,138E+05
28	4,680E+10	3,704E+03
29	9,786E+10	9,539E+03
30		
31	2,930E+09	4,309E+02
32	1,145E+09	2,043E+02
33	3,802E+09	8,181E+02
Total	2,998E+14	5,360E+06
CV_T	1,308E-01	1,254E-01

Tabla 17

Varianza de la abundancia numérica y en peso a la talla de anchoveta para el sector 1-200 mn.

Talla (cm)	Varianza Abundancia numérica	Varianza Abundancia en peso
6	5,263E+13	1,282E+02
6,5	2,392E+15	9,077E+03
7	9,999E+13	5,776E+02
9.5	2,813E+13	9,853E+02
10	9,397E+14	4,417E+04
10.5	3,840E+14	2,408E+04
11	4,490E+14	3,409E+04
11.5	1,130E+15	1,135E+05
12	7,152E+15	9,180E+05
12.5	2,194E+16	3,706E+06
13	2,276E+17	4,888E+07
13.5	2,979E+17	8,125E+07
14	2,575E+17	8,840E+07
14,5	2,889E+17	1,238E+08
15	1,655E+17	8,761E+07
15,5	1,887E+16	1,233E+07
16	2,660E+15	2,117E+06
16,5	1,890E+14	1,791E+05
17	4,624E+13	5,270E+04
Total	1,294E+18	4,495E+08
CV_T	8,178E-02	8,220E-02

7.3 Objetivo específico 2.3. Determinar la distribución del zooplancton en el área y período de estudio, con especial énfasis en los eufáusidos.

La distribución y composición del zooplancton se presenta separado para el período diurno y nocturno, de acuerdo a la información de 87 estaciones diurnas y 82 nocturnas.

7.3.1 Composición y abundancia del zooplancton

El análisis de composición y abundancia del zooplancton muestra la presencia de 25 grupos zooplanctónicos en el día y también durante la noche (**Tabla 18**), registrando la densidad promedio de los individuos capturados por zona, una variabilidad menor durante el periodo nocturno (**Tabla 19**).

En la zona de estudio, el plancton diurno y nocturno estuvo compuesto mayoritariamente por organismos holoplanctónicos donde dominaron principalmente los copépodos con una dominancia de 84,40 y 72,48% respectivamente, seguido por quetognatos, brachiopodos, larvas de eufáusidos, sinóforos, salpas, doliólidos y apendicularias, con porcentajes de dominancia mayores a un 1,5% y donde brachiopodos sólo se reportó en tres estaciones. Los grupos anfípodos, larvas de Cypris, ctenóforos, radiolarios, foraminíferos, estomatópodos, larvas de equinodermos e isópodos, presentan en el día y noche los valores más bajos de dominancia (< 0.08 %) (**Tabla 18**).

El resto de los grupos que representan solo el 7,95% para el día y 8,66% de la abundancia para la noche, registran densidades que fluctuaron entre 337 a 3.992 individuos/1000 m^3 (día) y 379 a 4.660 individuo/1000 ^{3} (noche).

Tabla 18

Grupos zooplanctónicos presentes durante las pescas diurnas y nocturnas entre 1- 230 mn.
(t): totales; (+): positivas

Día	N° Ind Totales	N° Est (+)	Mínimo	Máximo	Media (Est t)	Media (Est +)	DE	Frecuencia (%)	Dominancia (%)
Copépodos	29.574.900	87	3.357	6.034.419	339.941	339.941	1.035.692,84	100,00	84,40
Brachiopodos	1.523.153	3	3.323	1.509.716	17.508	507.718	161.845,79	3,45	4,35
Sifonóforos	585.677	73	42	257.914	6.732	8.023	27.852,20	83,91	1,67
Quetognatos	545.780	84	133	92.738	6.273	6.497	11.771,20	96,55	1,56
Lar.Decápodos	487.720	58	42	170.257	5.606	8.409	20.541,99	66,67	1,39
Doliólidos	347.274	46	89	60.001	3.992	7.549	9.448,85	52,87	0,99
Cladóceros	309.786	26	44	242.743	3.561	11.915	26.257,33	29,89	0,88
L.eufausidos	299.321	73	44	99.467	3.440	4.100	14.684,06	83,91	0,85
Poliquetos	291.107	82	89	137.253	3.346	3.550	14.970,05	94,25	0,83
Apendicularias	254.201	73	42	57.978	2.922	3.482	6.844,11	83,91	0,73
Salpas	203.077	33	42	30.850	2.334	6.154	5.820,35	37,93	0,58
Eufáusidos	189.659	83	13	53.943	2.180	2.285	6.795,30	95,4	0,54
Ostrácodos	178.793	86	85	23.191	2.055	2.079	3.412,86	98,85	0,51
L.cifonautas	81.362	52	44	26.823	935	1.565	3.435,30	59,77	0,23
Pterópodos	50.281	52	51	3.866	578	967	804,96	59,77	0,14
Medusas	35.057	42	43	5.888	403	835	855,93	48,28	0,10
Heteropodos	34.494	41	45	5.100	396	841	986,84	47,13	0,10
Anfípodos	29.281	64	42	2.899	337	458	401,20	73,56	0,08
LCypris	6.991	7	42	4.554	80	999	523,56	8,05	0,02
Ctenóforos	6.248	22	42	2.687	72	284	300,68	25,29	0,02
Radiolarios	4.036	14	44	1.328	46	288	180,22	16,09	0,01
Foraminíferos	1.741	7	87	369	20	249	75,91	8,05	0,00
Estomatópodos	543	6	42	179	6	91	25,98	6,9	0,00
echinodermo	368	1	368	368	4	368	39,45	1,15	0,00
Isopodos	286	2	84	203	3	143	23,41	2,3	0,00
Noche	N° Ind Totales	N° Est (+)	Mínimo	Máximo	Media (Est t)	Media (Est +)	DE	Frecuencia (%)	Dominancia (%)
Copépodos	19.660.427	82	13.331	2.254.370	239.761	239.761	302.266,52	100,00	72,48
Quetognatos	1.175.742	81	773	149.432	14.338	14.515	18.530,86	98,78	4,33
L.eufausidos	1.037.359	75	287	416.171	12.651	13.831	52.137,33	91,46	3,82
Salpas	991.221	41	0	217.281	12.088	24.176	35.766,70	50,00	3,65
Sifonóforos	737.927	67	116	58.427	8.999	11.014	12.524,38	81,71	2,72
Doliólidos	624.933	56	0	58.278	7.621	11.160	13.086,50	68,29	2,3
Apendicularias	527.994	74	128	116.645	6.439	7.135	14.164,70	90,24	1,95
Eufáusidos	382.097	81	32	94.878	4.660	4.717	10.951,88	98,78	1,41
Lar.Decápodos	353.295	68	0	66.984	4.308	5.196	10.415,81	82,93	1,3
Poliquetos	339.006	76	230	12.948	4.134	4.461	3.115,53	92,68	1,25
Ostrácodos	281.757	77	0	10.959	3.436	3.659	2.529,86	93,90	1,04
Pterópodos	232.240	55	130	57.512	2.832	4.223	7.457,72	67,07	0,86
Cladóceros	169.987	22	0	118.440	2.073	7.727	13.238,73	26,83	0,63
Anfípodos	164.957	71	147	22.819	2.012	2.323	3.043,87	86,59	0,61
Medusas	150.440	49	0	13.114	1.835	3.070	3.228,15	59,76	0,55
L.cifonautas	119.181	58	0	32.598	1.453	2.055	3.932,15	70,73	0,44
Heteropodos	66.714	42	128	9.652	814	1.588	1.767,21	51,22	0,25
echinodermo	56.998	8	0	37.612	695	7.125	4.365,58	9,76	0,21
Ctenóforos	31.087	22	0	15.363	379	1.413	1.855,86	26,83	0,11
Estomatópodos	7.515	12	0	2.444	92	626	373,58	14,63	0,03
Foraminíferos	5.927	13	0	1.462	72	456	219,30	15,85	0,02
Radiolarios	4.347	8	0	2.549	53	543	296,61	9,76	0,02
LCypris	3.692	6	0	2.173	45	615	268,31	7,32	0,01
Isopodos	2.268	9	0	521	28	252	105,83	10,98	0,01

Tabla 19
Densidad promedio por zona en horario diurno y nocturno.

DÍA	Posición	Densidad promedio	Porcentaje de Dominancia (%)
Zona 1	18°24,5 - 20°30'LS	268.238	21,4
Zona 2	20°54,5 – 22°35'LS	828.725	71,0
Zona 3	23°00 - 25°30'LS	92.024	7,6
NOCHE			
Zona 1	18°24,5 - 20°30'LS	393.209	37,6
Zona 2	20°54,5 – 22°35'LS	459.079	32,2
Zona 3	23°00 - 25°30'LS	221.113	30,2

El mayor porcentaje de dominancia y densidad promedio se registro durante el día en la zona 2, situación que cambia para los lances realizados en el período nocturno, donde una alta densidad se mantiene en este sector pero con una dominancia más baja (**Tabla 19**).

Tanto de día como de noche se mantienen los grupos numéricamente más importantes, apreciando marcadas diferencias entre ambos períodos, tanto en el número de individuo total y densidades medias por sectores (**Tabla 18 y 19**).

a) Copépodos

Los copépodos se valoran como grupo dominante en términos de su frecuencia de ocurrencia (constancia) y dominancia numérica (100% y >72%, respectivamente).

Este grupo presentó una mayor predominancia durante el día (84,47%), con una densidad media de 339.941 individuos/1000 m^3 y valores mínimos de 3.357 individuos/1000 m^3 y máximo de 6.034.419 individuos/1000 m^3, lo cual esta sustentado por el aporte mayoritario de copépodos (>71%) en cinco estaciones. En la noche, las densidades observadas son menos extremas (13.331 a 2.254.370

individuos/1000 m^3), con predominio de valores más estables u homogéneos lo cual explica una menor dominancia (72,48%).

El análisis no paramétrico Kruskal-Wallis mostró diferencias significativas en la abundancia relativa media entre el día y la noche para este grupo (p = 0) (**Tabla 20)**, verificando que un mayor porcentaje de estaciones concentró densidades mayores cuando las capturas fueron diurnas.

Tabla 20

Resultado de Prueba ANOVA Kruskal-Wallis a la abundancia relativa media de los grupos zooplanctónico (1 -200 mn). Los valores significativos se indican en negrita (valor p < 0,05).

Grupos zooplanctónicos	Densidad media		Valor p
	Día	Noche	
Copépodos	339.941	239.761	**0**
Quetognatos	6.273	14.338	**0**
Brachiopodos	17.508	0	0,0907
L.eufausidos	3.440	12.651	**0**
Sifonóforos	6.732	8.999	**0,0173**
Salpas	2.334	12.088	0,106
Doliólidos	3.992	7.621	**0,0432**
Lar.Decápodos	5.606	4.308	**0,0003**
Apendicularias	2.922	6.439	**0,0006**
Poliquetos	3.346	4.134	**0**
Eufáusidos	2.180	4.660	**0**
Cladóceros	3.561	2.073	0,712
Ostrácodos	2.055	3.436	**0**
Pterópodos	578	2.833	**0,0079**
L.cifonautas	935	1.453	**0,0025**
Anfípodos	337	2.012	**0**
Medusas	403	1.835	**0,0065**
Heteropodos	396	814	0,1205
Echinodermo	4	695	0,079
Ctenóforos	72	379	0,7395
LCypris	80	45	0,4269
Radiolarios	46	53	0,0565
Estomatópodos	6	92	0,2713
Foraminiferos	20	72	0,2003
Isopodos	3	28	0,1157

b) Quetognatos

Este grupo sigue en importancia numérica a los copépodos en la noche, en tanto en el día ocupa el cuarto lugar, no difiriendo en lo observado en otras evaluaciones realizados en la zona de estudio y sector centro sur del país. (Braun, et al., 2001, 2002 y 2004; Cordova, ***et al.,*** 1997-2009)

Con respecto a los grupos más dominantes (copépodos, larvas de eufáusidos, sinoforos, salpas, doliólidos y apendicularias), los quetognatos presentan una mayor expansión espacial con una frecuencia de 96,55% (día) y 98,78% (noche) en las estaciones de plancton (**Tabla 18**), las que agrupan un número mayor de individuos en la noche (14.338 individuos/1000 m^3) respecto del día (6,273 individuos/1000 m^3). Luego, las densidades de quetognatos presentaron grandes diferencias, lo cual recoge el estadístico al obtener un valor de p = 0, evidenciando para este grupo, la existencia de diferencias significativas entre la densidades registradas de noche y día.

c) Larvas de eufáusidos

Este grupo alcanzó el tercer lugar con una dominancia de 3,82% en la noche y 0,85% durante el día, con una presencia espacial que alcanzó el 91,46% y 83,91% de las estaciones de plancton nocturnas y diurnas (**Tabla 18**).

Al igual que los adultos, las larvas de eufáusidos fueron más abundantes durante el periodo nocturno, con una abundancia media de 12.651 individuos/1000 m^3 y densidades entre 287 a 416.171 individuos/1000 m^3, las cuales caen de manera importante durante el día a valores que van desde 44 a 99.467 individuos/1000 m^3, y media de sólo 3.440 individuos/1000 m^3, lo cual explica las diferencias significativas entre las densidades de este grupo, al obtener un valor de p = 0 (**Tabla 20**),

estableciendo una tendencia a agruparse las densidades nocturnas hacia valores de mayor densidad respecto a los valores diurnos.

d) Salpas

Las salpas no estuvieron presentes en todas las estaciones de plancton, constituyendo el cuarto grupo de relevancia cuantitativa con una importante representación numérica que alcanzó una dominancia de 3,65% en la noche, mientras que en el día fue de sólo 0,58% ubicándolos en un onceavo lugar (**Tabla 18**). Este grupo no mostró una amplia cobertura espacial, ubicándose su presencia mayoritariamente en la zona sur, con abundancias medias entre 12.088 individuos/1000 m^3 en la noche y 2.334 individuos/1000 m^3 para el día. En este sentido, no se acepta la existencia de diferencias significativas en la abundancia para el día y la noche, con un valor de p = 0,106 (**Tabla 20)**.

e) Sinóforos

Este grupo presentó una importante frecuencia de ocurrencia y bastante similar entre el día (83,91%) y la noche (81,71%), con una dominancia respecto a los otros grupos zooplanctónicos de 1,67 % diurna y 2,72 % nocturno. En la noche, altas densidades predominan con valores entre 116 a 58.427 individuos/1000 m^3 y una media de 8.999 individuos/1000 m^3, mientras que en el día estas variaron entre 42 a 257.914 individuos/1000 m^3, determinando el estadístico la existencia de diferencias significativas entre las densidades de ambos periodos, al obtener un valor de p = 0,0173 (**Tabla 20**).

f) Doliólidos

Este grupo alcanzó el sexto lugar con una dominancia de 0,99% en el día y 2,30% durante la noche, con una cobertura espacial más reducida al exhibir una frecuencia baja tanto de día (52,87%) como de noche (68,29%), localizándose sus densidades de preferencia en la mitad sur de la zona de estudio (**Tabla 18**). En este sentido, la densidad media nocturna fue de 7.621 individuos/1000 m^3 y fluctuó entre 0 y 58.278 individuos/1000 m^3, mientras que para el día se registró una densidad promedio menor con 3.992 individuos/1000 m^3 que varió entre 89 y 60.001 individuos/1000 m^3. Este grupo mostró diferencias significativas en la abundancia media para el día y la noche, al obtener un valor de p = 0,043 (**Tabla 20**), como la mayoría de los períodos previos.

g) Eufáusidos

Los eufáusidos que son el ítems principal en la dieta de jurel, de acuerdo a estudios realizados en la zona centro sur (Quiñones ***et al.,*** 1996 y Cordova ***et al.,*** 1997 -2002) y los alcanzados en este estudio, no representan porcentajes importantes de dominancia como es normal para la zona centro sur, ocupando este año el onceavo y octavo lugar en la importancia numérica en las muestras diurna y nocturnas. La dominancia numérica diurna y nocturna fue bastante baja de 0,54 y 1,41 con una densidad media de 2.180 individuos/1000 m^3 y 4.660 individuos/1000 m^3 (**Tabla 18**). En general los eufáusidos mantienen una fuerte reducción (50 %) de su abundancia relativa respecto al 2006, donde las abundancias medias observada fueron bastante altas al registrar 4.324 individuos/1000 m^3 en el día y 9.072 individuos/1000 m^3 en la noche.

Al igual que años anteriores, para el 2009 los eufáusidos estuvieron presentes en el 95,40% de las estaciones durante el día, mientras que de noche alcanzó a 98,78%.

Durante el día, si bien es cierto, las estaciones registraron un número menor de individuos con un 50% menos que lo registrado en la noche. Esta disminución diurna se sustenta en el mayor número de estaciones nocturnas con abundancias de eufáusidos relativamente mayores.

Los resultados de la prueba estadística aplicada a la información de los lances planctónicos diurnos y nocturnos, muestra la existencia de diferencias significativas en las densidades entre ambos períodos, al obtener mediante la prueba ANOVA de Kruskal-Wallis un valor p =0.

En general, las abundancias relativas registradas este año, respecto al 2008, muestran un incremento de (210%) para copepodos, (60%) en quetogantos y (100%) en larvas de eufásidos, en tanto los eufásidos y sinóforos mantienen una tendencia creciente desde el 2007, con valores que van desde 2.499 a 3.383 y 4.839 a 7.832 respectivamente. Los valores más altos de abundancia relativa de eufáusidos se registraron durante el año 2006, con abundancias cercanas a los 6680 individuos, cifra 97,5 % mayor respecto del año 2009, donde se detectó la segunda mayor abundancia para este grupo. El primer año de análisis correspondió a un año particular donde probablemente se consideró en el recuento tanto ejemplares adultos como larvas, es decir, no hubo separación por estadio de desarrollo, mientras que a partir del año 2007 hasta el 2009 si la hubo y es donde comienza a presentarse un incremento paulatino en las abundancias de este grupo taxonómico, hasta alcanzar en 2009 una tasa de cambio respecto al 2008 igual a un 35%. En la **Figura 16a y 16b** se muestran las abundancias de las larvas de eufáusidos a través de los años, verificándose en ambos casos una tendencia positiva entre 2007 y 2009, aunque para larvas el crecimiento es mayor en el 2009 respecto al 2008.

7.3.2 Distribución del zooplancton

a) Copépodos

Este grupo estuvo presente en toda la zona de estudio, agrupando el mayor número de individuos a lo largo del borde costero, con un aumento de sus concentraciones durante el período nocturno (**Figura 17**).

En el sentido longitudinal, las densidades diurnas y nocturnas se ubicaron en las primeras 5 millas de la costa, con una marcada tendencia decreciente hacia las estaciones más oceánicas, manteniendo una relativa constancia hasta las 20 mn en el día y aproximadamente 10 mn durante la noche (**Figuras 17 y 18a**), con valores nocturnos mayores que explican una abundancia mayor para este periodo en el área prospectada. Esta distribución espacial de copépodos no difiere de la registrada el 2006 y 2007, donde el sector costero evidenció para este grupo un incremento sostenido en su abundancia.

Respecto a su distribución latitudinal, las máximas abundancias medias se ubicaron en las zonas norte y centro, destacando una menor presencia de este grupo hacia el sur de la zona, entre los 24° 15’ y 25° 30’ LS (**Figura 18b**). En general, se verifican las altas concentraciones de copépodos en el sector costero respecto a lo observado durante los años 2006-2008, donde zonas de mayor concentración frente a Arica, Camarones, Iquique, caleta Chipana e inmediaciones de Mejillones y Tocopilla, son recurrentes a través del tiempo en la zona de estudio.

b) Quetognatos

En general, para ambos períodos el mayor número de estaciones de alta densidad de quetognatos se registra en el borde costero, específicamente a 1 milla de la costa, con una disminución importante hacia el sector oceánico (**Figura 19**).

En la zona de estudio, este grupo no presenta sectores con incrementos importantes de densidad, como lo registrado en copépodos y larvas de eufáusidos, sino el predominio de abundancias relativamente constantes entre 1.387 a 27.738 quetognatos /1000 m^3. En este sentido, a diferencia de los otros grupos zooplanctónicos importantes (copépodos, sinóforos, eufáusidos y larvas de eufáusidos), las densidades medias de quetognatos por transectas diurnas y nocturnas, muestran una marcada tendencia creciente hacia el sector sur de área prospectada, situación que no se observa en sentido longitudinal, donde las densidades muestran un marcado incremento en el nivel costero y en menor grado en el entorno de las 170 mn de la costa (**Figura 18a y b**), manteniendo un patrón de distribución registrado en anteriores evaluaciones realizadas el 2006 y 2008 en la zona de estudio.

c) Larvas de Eufáusidos

La larvas de eufáusidos presentaron una distribución espacial con un marcado agrupamiento de sus abundancias medias asociadas al sector costero, al concentrarse sus máximas abundancias dentro de las primeras 10 mn de la costa, y donde destaca una máxima nocturna de 416.171 larvas de eufáusidos /1000 m^3, para posteriormente disminuir de manera sostenida a valores mínimos hacia la alta mar (**Figura 20 y 18**). Tendencia que esta claramente establecida para el ciclo diurno y sugerido para el periodo nocturno. En sentido latitudinal, las concentraciones de larvas de eufáusidos colectadas durante el día y la noche, presentan un patrón bastante similar al localizarse principalmente entre el sur de punta Arena (21º45'LS) y Pisagua (19º40'LS) (**Figura 18b**), en sector norte y central del área de estudio.

d) Salpas

En general, este grupo no estuvo presente en toda la zona de estudio, predominando de día como de noche estaciones de muestreo con muy poca representatividad, registrando hacia el sur de Mejillones sus máximas abundancias diurnas y nocturnas en la costa y océano, donde estuvo presente en el 70% de las estaciones diurnas y 90% nocturnas (**Figura 21**). Patrón que difiere a lo registrado el 2007, donde las salpas muestran un claro incremento en las concentraciones hacia la costa, el cual este año desaparece al igual que el 2008, observando respecto a estos años una menor congregación de este grupo en la zona de estudio.

En el sentido longitudinal los sectores de concentración se registran en el sector costero como oceánico, sin registrar tendencia en algún sentido, sino más bien un incremento en las densidades nocturnas a 1, 10-40 y 130-200 mn de la costa (**Figura 21 y 18)**. En términos de latitud, las salpas incrementaron su densidad media a partir de Mejillones (23° LS).

e) Sinóforos

La distribución espacial de la densidad media de este grupo no presento diferencias entre ambos periodos, al agruparse de preferencias el recurso en el sector norte y centro del área de estudio, evidenciando un patrón de distribución latitudinal inverso al observado en quetognatos, salpas y doliólidos, al registrar en su abundancias medias una fuerte tendencia creciente hacia el norte del área de estudio (**Figuras 22 y 18**). En el sentido longitudinal, las densidades diurnas de sinóforos estuvieron a 5, 70 y 100 mn, mientras que durante la noche un patrón de distribución se observa asociado a incremento de la densidad desde la costa hacia la alta mar, lo que difiere de copépodos, larvas de eufáusidos y eufáusidos, cuyas densidades permanecen

relativamente constante a medida que se alejan de la costa, sin constatar tendencias ascendentes o descendentes en sus abundancias medias.

f) Doliólidos

Este grupo no estuvo presente en toda las estaciones de plancton realizadas en la zona de estudio, evidenciando las densidades de doliódos colectado durante y día y la noche, una marcada tendencia a situarse los mayores valores de abundancia media hacia el sur, siguiendo un patrón similar al observado en quetognatos y salpas. Las más altas densidades se ubicaron desde Mejillones a Taltal, con un incremento importante de abundancia durante la noche, observando longitudinalmente para ambos periodos una concentración de este grupo a 10 y 170 mn de la costa (**Figura 23 y 18**).

g) Eufáusidos

Los eufáusidos estuvieron ampliamente representados en las muestras de plancton, al registrar su presencia en un 95,40% para el día y 98,78% en la noche. Para ambos períodos de muestreo el aporte numérico que registro cada estación fue bastante bajo, reconociendo valores de dominancia de 0,54% (día) y 1,41% (noche) similares a lo observado en taxas que históricamente exhiben los valores bajos (**Tabla 18**).

En general, la zona prospectada estuvo dominada por densidades entre 66 – 4.243 eufáusidos /1000 m^3, las cuales se incrementan durante la noche y generan una mayor densidad media para este período. Las mayores abundancias diurnas y nocturnas, estuvieron asociadas principalmente al sector costero, registrando durante el periodo diurno densidades altas frente a punta Lobos, en 1 y 5 mn (53.943 y 23.191 ind/1000 m^3, respectivamente), a 5 mn de punta Gruesa (19.938 ind/1000 m^3) y 1 mn de punta Coloso (18.883 ind/1000 m^3). En la noche, estas altas densidades se

localizan en estaciones ubicadas en la franja costera, donde se registra frente a Taltal el máximo valor (94.878 ind/1000 m^3) para la zona de estudio (**Figura 24)**.

En término de longitud, estas máximas densidades medias diurnas estuvieron asociada a la primera milla, encontrando valores de densidad relativamente mayores hasta las 5 mn, para luego caer de manera significativa y constante hasta las 200 mn de la costa, evidenciando un comportamiento relativamente uniforme en la densidad hacia el sector oceánico. En sentido latitudinal, el patrón de distribución de los eufáusidos es distinto al 2007, donde los mayores valores de densidad media se ubicaron en el sector central y una fuerte disminución en los extremos del área de estudio, situación que este año cambia al apreciar un leve incremento hacia el norte en la abundancia media, al omitir el alto número registrado a 1 mn frente a Taltal en el área de estudio (**Figuras 24 y 18a y b**).

7.3.3 Estructura comunitaria de los grupos zooplanctónicos

El índice de Margalef varió de 0,27 a 1,55 con una mediana de 1,06, encontrándose sus limites en el rango observado desde el 2006 al 2007 (0,24 -1,63), con un valor central similar al 2007 (1,05), pero menor que el año pasado (1,17), indicando con ello una reducción del número de especies presentes en gran parte de las estaciones realizadas (**Tabla 21**). Número de grupos presentes en la comunidad que no muestra diferencias estadísticas significativas entre el día y la noche para los años 2006 al 2009 en la zona de estudio.

El índice de diversidad de Shannon & Weaver y Hill fluctuaron desde 0,06 a 1,92, y de 1,06 a 6,84, con valores centrados en 0,99 y 2,69 los cuales son inferiores a lo registrado el 2008 (1,20 y 3,33), siguiendo un comportamiento similar al índice

de Margalef entre estos años, mostrando nuevamente una dismunción en la diversidad en la zona prospectada (**Tabla 21**).

La uniformidad presente durante la prospección mostró que el 75,9% (Pieliou) y 99,4% (Sheldon) de las estaciones tuvo valores bajo 0,5, determinando una baja uniformidad entre los grupos analizados, indicando que determinados grupos destacan notoriamente en un alto porcentaje de las estaciones. En este sentido, los valores medianos de este año son levemente inferiores al 2008, ratificando para el crucero un aumento en la dominancia de algunos los grupos zooplanctónicos en la zona de estudio (**Tabla 21**).

Tabla 21

Medidas descriptivas de la distribución de valores para los índices comunitarios sin distinción horaria

Margalef	N	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
2006	139	0.24	0.63	0.76	0.88	1.07
2007	139	0.53	0.95	1.05	1.16	1.33
2008	154	0.50	1.01	1.17	1.31	1.63
2009	170	0.27	0.88	1.06	1.21	1.55
Shannon & Weaver						
2006	139	0.10	0.56	0.76	1.06	1.72
2007	139	0.12	0.88	1.05	1.22	1.59
2008	154	0.45	1.03	1.20	1.45	1.94
2009	170	0.06	0.74	0.99	1.29	1.92
Hill N1						
2006	139	1.11	1.74	2.14	2.89	5.56
2007	139	1.13	2.41	2.86	3.39	4.91
2008	154	1.56	2.81	3.33	4.28	6.96
2009	170	1.06	2.09	2.69	3.65	6.84
Pielou						
2006	139	0.04	0.25	0.33	0.44	0.78
2007	139	0.05	0.35	0.40	0.48	0.63
2008	154	0.17	0.40	0.45	0.54	0.74
2009	170	0.03	0.29	0.38	0.50	0.72
Sheldon						
2006	139	0.11	0.17	0.22	0.27	0.62
2007	139	0.11	0.19	0.21	0.26	0.43
2008	154	0.10	0.20	0.24	0.29	0.53
2009	170	0.12	0.17	0.20	0.28	0.49

El índice de similitud de Winer indicó para el período de noviembre del 2009, que existen porcentajes altos de coexistencia entre los grupos zooplanctónicos, es decir, que su presencia en forma simultánea en las estaciones no fue escasa. El mayor índice se obtuvo a nivel del 82% entre Larvas de Cypris-Brachiópodos, un 78% entre Cladóceros-larvas de decápodos, un 73% entre Ctenóforos-Pterópodos, un 70% entre Larvas de sifonóforos-Larvas de eufáusidos, y menos de 57% para los restantes pares de especies (**Figura 25**).

En general, las magnitudes de los valores obtenidos en los índices comunitarios presentaron una relación inversa y proporcional a los valores de las densidades medias anuales registradas para la zona de estudio (**Figura 26**). Es así que, el año más productivo de la serie en términos de número de individuos por estación (2006), registró baja diversidad por la dominacia de algunos grupos zooplantónicos, en tanto el 2008 cuya densidad media fue la menor de la serie, muestra valores mayores de diversidad (Margalef, Shanon & Weaver y Hill) y homogeneidad (Pielou & Sheldon), evidenciando este año valores menores respecto al año pasado.

La distribución espacial de estos índices entre el 2006 y 2009, no presenta un patrón constante en el tiempo dado un alto dinamismo interanual presente en la zona de estudio (**Figura 27**).

La comparación de estructuras zooplanctónicas, considerando el número de ejemplares por grupos zooplanctónicos clasificados para el período diurno y nocturno, de acuerdo a una estratificación latitudinal de zona norte, centro y sur, así como longitudinal (1-25; 40-100 y 130 a 200 mn), muestra al igual que el 2007 y 2008, un incremento en número en las taxas hacia el sector costero, lo cual este año es evidente en la zona centro y menos intenso hacia los extremos del área de

estudio, concentrando en el sector medio el 55% de la abundancia numérica total (**Tabla 22**).

En la **Tabla 23**, se presenta el porcentaje asociado a cada taxa por zona, sector y período del día, los copépodos representan la mayor proporción de ejemplares en el área prospectada, con valores que fluctúan entre un 65,1 y 85,0%, seguidos de brachiopodos, quetognatos, larvas de eufaúsidos, sifonóforos, salpas, doliólidos, larvas de decápodos, apendicularias y poliquetos con valores menores bajo 3%. En este sentido, al igual que años anteriores, los copépodos representan el mayor aporte del total de ejemplares observados en las 25 taxas registradas en la zona de estudio.

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 solo 9 grupos zooplanctónicos, los cuales representan más del 93% del total de individuos observados en las dos zonas (**Tabla 23**).

Tabla 22

Número estaciones, especies y ejemplares para las zonas norte, centro, sur (latitudinal), costera y oceánica (longitudinal) y por período del día.

Zona	Distancia A la costa	NºDeEstaciones			Número de Especies			NºDeTaxas * 10^6		
		Día	Noche	D - N	Día	Noche	D - N	Día	Noche	D - N
Norte	**1-25**	7	8	15	25	25	25	1,5	4,9	6,4
	40-100	7	4	11	25	25	25	0,6	1,0	1,6
	130-200	7	7	14	25	25	25	0,8	2,5	3,3
	1-200	21	19	40	25	25	25	2,9	8,5	11,4
Centro	**1-25**	13	6	19	25	25	25	20,2	3,7	23,9
	40-100	6	9	15	25	25	25	6,5	2,2	8,7
	130-200	7	2	9	25	25	25	0,8	0,7	1,5
	1-200	26	17	43	25	25	25	27,5	6,5	34,0
Sur	**1-25**	15	21	36	25	25	25	2,3	5,0	7,3
	40-100	14	11	25	25	25	25	1,1	2,6	3,7
	130-200	11	13	24	25	25	25	1,2	4,4	5,6
	1-200	40	46	86	25	25	25	4,6	12,1	16,8
Area	**1-25**	35	35	70	25	25	25	24,0	13,6	37,6
	40-100	27	24	51	25	25	25	8,3	5,8	14,1
	130-200	25	22	47	25	25	25	2,8	7,6	10,4
	1-200	87	82	169	25	25	25	35,0	27,1	62,2

Tabla 23
Porcentaje de ejemplares por grupo zooplanctónico, según zona latitudinal - longitudinal y periodo del día.

Taxa	Distancia a la Costa			Zona Latitudinal			Periodo del Día		Total
	1-25	40-100	130-200	Norte	Centro	Sur	Día	Noche	
Anfípodos	0,2	0,3	0,7	0,3	0,1	0,7	0,1	0,6	0,3
Apendicularias*	0,9	1,6	2,2	2,6	0,7	1,6	0,7	1,9	1,3
Brachiopodos*	4,1	-	-	-	4,5	-	4,3	-	2,5
Cladóceros	1,1	0,3	0,0	0,1	1,4	0,0	0,9	0,6	0,8
Copépodos*	79,5	82,1	74,2	85,0	84,2	65,1	84,4	72,5	79,2
Ctenóforos	0,0	0,1	0,1	0,1	-	0,2	0,0	0,1	0,1
Doliolidos*	1,0	2,1	2,8	0,0	0,2	5,3	1,0	2,3	1,6
Echinodermo	0,1	-	0,0	0,1	-	0,3	0,0	0,2	0,1
Estomatópodos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eufáusidos	1,0	0,8	0,9	1,0	0,5	1,6	0,5	1,4	0,9
Foraminiferos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Heteropos	0,0	0,2	0,6	0,6	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
Isópodos	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
L. Cypris	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
L.Decápodos*	2,1	0,2	0,2	1,8	1,4	1,0	1,4	1,3	1,4
L.Eufausidos*	2,6	1,7	0,9	0,8	3,1	1,3	0,9	3,8	2,2
L.cifonautas	0,4	0,3	0,2	0,0	0,3	0,6	0,2	0,4	0,3
Medusas	0,2	0,4	0,5	0,1	0,0	1,0	0,1	0,6	0,3
Ostrácodos	0,5	0,9	1,4	0,6	0,4	1,5	0,5	1,0	0,7
Poliquetos*	1,0	1,0	1,0	1,0	0,4	2,3	0,8	1,2	1,0
Pterópodos	0,1	0,8	1,3	0,3	0,1	1,3	0,1	0,9	0,5
Quetognatos*	2,3	2,6	4,6	1,6	0,9	7,3	1,6	4,3	2,8
Radiolarios	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Salpas*	1,4	1,7	4,1	0,0	0,0	7,1	0,6	3,7	1,9
Sifonóforos*	1,3	2,9	4,1	3,9	1,8	1,5	1,7	2,7	2,1

* Taxas seleccionadas para modelamiento.

Los resultados indican que existe evidencia muestral para rechazar la hipótesis de igualdad de estructuras zooplanctónicas entre períodos del día y los sectores longitudinales (p-value < 0,001 con un 95% de confianza (**Tabla 24**). Los grupos que contribuyen al rechazo de la hipótesis de igualdad son para el día los copépodos, larvas de eufáusidos y quetognatos, mientras que copépodos, quetognatos, salpas y doliólidos lo son para la longitud costa-océano y zonificación latitudinal norte-sur.

Tabla 24
Tamaño de muestra, hipótesis, estadístico de Wald y valor p para el análisis por zona (latitudinal – longitudinal) y periodo del día.

Estrato	Hipótesis	Wald	p.value
Zona	Ho: norte=centro=sur	3.705.110	< 0,001
	Ho: norte=centro	708.821	< 0,001
	Ho: norte=sur	2.602.655	< 0,001
	Ho: centro=sur	1.042.129	< 0,001
Distancia a la costa	Ho: D1=D2=D3	859.107	< 0,001
	Ho: D1=D2	525.831	< 0,001
	Ho: D1=D3	492.027	< 0,001
	Ho: D2=D3	60.581	< 0,001
Periodo día	Ho: Día=Noche	1.634.006	< 0,001

7.3.4 Biomasa zooplanctónica

A objeto 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 1000 m^3 de agua filtrada, encontrándose que dichos valores en su dimensión individual muestran un amplio rango de variación este año, con un marcado predominio nocturno de volúmenes altos de biomasa al registrar valores promedios de 412 (noche) y 256 (día), donde los biovolumenes categorizados en el intervalo de 300 a 900 ml/1000 m^3 representaron un 51,2% durante la noche y 9,2% en el día (**Figura 28**).

La distribución espacial de la biomasa compuesta principalmente por copépodos brachiopodos, larvas de eufáusidos, sinóforos, salpas, doliólidos y apendicularias, señaló que las mayores abundancias diurnas se localizaron principalmente en las estaciones más cercanas a la costa, frente a punta Gruesa y punta Lobos, con valores de biomasa entre 900-10000 ml/1000m^3. En la noche las distintas categorías se fortalecen, ampliándose los sectores de altas densidades detectadas durante el día cubriendo gran parte del área prospectada, manteniendo incrementos puntuales alrededor de la 10 mn.

7.4 Objetivo específico 2.4. Determinar la composición de los principales ítems alimentarios del jurel en el área de estudio.

7.4.1 Composición de los principales ítems alimentarios de jurel

En el estudio se obtuvieron 137 estómagos provenientes de 16 lances con capturas de jurel, efectuados durante el crucero de evaluación y a través de 8 muestreos realizados a bordo de los cerqueros Tornado y Salmón, durante la evaluación en la zona de estudio. Los estómagos fueron analizados en laboratorio determinando estómagos con contenido en un 94,16% (**Tabla 25)**.

Tabla 25

Número de estómagos y porcentaje con y sin contenido.

	Nº Estómagos	Porcentaje
Estómago con contenido	129	94,16
Estómago vacíos	6	4,38
Estómago destruidos	2	1,46
Total	**137**	
ESTADO ESTÓMAGO		
Estómagos distendidos	66	51,16
Estómagos llenos	17	13,18
Estómagos semillenos	46	35,66
Total	**129**	
ESTADO CONTENIDO		
Contenido digerido	36	
Contenidos semidigerido	93	27,91
Contenido entero		72,09
Contenido fresco		
Total	**129**	

7.4.2 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 a peces de la familia Myctophidae (IIR= 48,87) compuesto por *Diogenichthys laternatus, Diogenichthys sp, Vinciguerria sp, mictófidos* no identificados y restos de teleósteos y por el grupo de crustáceos con un IIR= 48.64, de acuerdo a los resultados de 137 estómagos analizados (**Tabla 26**).

Los resultados revelaron que los mictófidos y crustráceos dominan la dieta de jurel en número, peso y frecuencia de aparición durante todo el período de estudio, lo que no es coincidente con estudios realizados por IFOP en primavera del 2006 y 2008 entre Arica y Antofagasta, que indican para mictofidos una importancia relativa en la dieta de jurel de un 93,9 % y 84,8%, observando en estos estudios similitud en cuanto al tipo de presas consumida por jurel en la zona de estudio.

Tabla 26
Número (N%), peso (P%), frecuencia de aparición (F%) e índice de importancia relativa (IIR) para jurel

ÏTEM PRESA	N (%)	P (%)	F %)	IIR
CRUSTÁCEOS	**76,62**	**22,33**	**61,42**	**48,64**
Euphasia similis	8,12	1,99	8,12	3,51
Euphasia. lucens	6,09	1,57	7,11	2,33
Euphasia mucronata	26,99	6,94	10,66	15,44
Nematoscelis megalops	0,55	0,13	1,02	0,03
Euphausidae ni	20,85	4,51	24,87	18,17
Restos crustáceos	14,02	8,16	9,64	9,15
PECES	**21,21**	**65,74**	**33,00**	**48,87**
Mictofidos n.i	10,15	38,26	8,63	17,86
Diogenichthys laternatus	0,55	0,49	1,52	0,07
Diogenichthys sp	0,74	2,59	1,02	0,14
Vinciguerria sp	0,18	0,22	0,51	0,01
Restos teleósteos	9,59	24,18	21,32	30,79
CEFALÓPODOS	**1,85**	**10,94**	**4,57**	**2,5**
Cefalópodos ni	1,85	10,84	4,57	2,5
Total (%)	**100**	**100**	**100**	**100**

7.4.3 Índice de estrategias alimentaría

El indicador de coeficiente dietario de Hureau (Q), muestra que las principales especies en la dieta alimentaría de jurel son los peces de la familia Myctophidae seguido por los crustáceos de la familia Euphausidae, y en menor medida por el grupo de cefalópodos ni (no identificados). En los crustáceos destaca *Euphausia mucronata* por su abundancia y *Euphasia ni* por ser una especie secundaria (**Tabla 27**)

Tabla 27
Indicador de coeficiente dietario de Hureau (Q) en la dieta de jurel

ÏTEM PRESA	TOTAL	
	Q	%Q
CRUSTÁCEOS		**37,47**
Euphasia similis	16,13	1,57
Euphasia. Lucens	9,59	0,93
Euphasia mucronata	186,82	18,18
Nematoscelis megalops	0,07	0,01
Euphausidae ni	58,07	5,65
Restos crustáceos	14,39	11,13
PECES		**60,57**
Mictofidos n.i	388,23	37,76
Diogenichthys laternatus	0,27	0,03
Diogenichthys sp	1,91	0,19
Vinciguerria sp	0,04	0,00
Restos teleósteos	232,00	22,57
CEFALÓPODOS		**1,96**
Cefalópodos ni.	20,19	1.96
Total		**100,00**

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

En este sentido, la **Figura 29** muestra que jurel tiene tendencia a ser un depredador tipo selectivo, donde las muestras que aparecen como puntos más lejanos a la intersección entre los ejes, pueden indicar su preferencia por los peces mictofidos y crustáceos tipo eufáusidos por sobre las otras presas que conforman su dieta alimentaría, como los cefalópodos, *Nematoscelis megalops, Euphasidae* ni, *Vinciguerria sp* y que en la figura aparecen como los puntos más cercanos al vértices de los ejes.

7.4.4 Selectividad de las presas por tamaño

En la **Figura 30** se presentan las distribuciones de frecuencias de los valores del índice de selectividad de Ursin (ISU) de las principales presas, graficados independientemente por taxón. Las amplitudes indican el rango de tamaños que 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, tales como *Diogenichthys laternatus con pick ISU= 6-7 y aumento en 9, Diogenichthys ni con pick en ISU=5 y 8, además de Euphausidae ni sesgado hacia un valor de 8.*

En general, todas las presas presentan distribuciones no normales lo que junto a información de tamaño de cada presa (**Tabla 28**), es posible establecer que el jurel no presenta una variación importante en el tamaño de las presas y que de acuerdo a su espectro en la dieta es un predador selectivo, al presentar las distintas presas un rango de tamaño similar y una desviación estándar pequeña indicadora de una fuerte preferencia por presas dentro de un estrecho rango de tamaño.

Tabla 28
ISU promedio de las principales presas de jurel

PRESAS	N	ISU PROMEDIO	Desviación Estándar
Euphasia similis	**44**	**7,68**	**0,42**
Euphasia. Lucens	**33**	**7,68**	**0,48**
Euphasia mucronata	**146**	**7,81**	**0,40**
Euphasia megalops	**3**	**7,42**	**0,60**
Euphasia ni.	**29**	**7,94**	**0,59**
Euphausidae ni	**84**	**7,34**	**0,83**
Mictofidos n.i	**55**	**5,44**	**0,86**
Diogenichthys laternatus	**3**	**6,78**	**1,20**
Diogenichthys sp	**4**	**5,53**	**1,51**
Vinciguerria sp	**1**	**5,76**	
Restos teleósteos	**52**	**6,17**	**0,91**
Cefalópodos ni.	**10**	**4,73**	**0,71**

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

7.5.1 Resultados de lances de pesca

En la zona de estudio se efectuaron 21 lances de pesca con arrastre y 138 con arte de cerco, cuyas posiciones geográficas se muestran en las **Figura 6a y b,** obteniendo capturas de jurel en 16 lances de pesca de cerco. En la **Tablas 29 y 30** se resume las capturas de jurel realizadas por barcos de la flota de cerco del norte, pertenecientes a la empresa CORPESCA S.A.

En la evaluación la captura total fue de 670.000 kg, de las cuales 639.700 kg corresponde a jurel, 30.000 kg a anchoveta y 300 kg a caballa, evidenciando al igual que anteriores evaluaciones efectuadas en la zona una fauna asociada compuestas por un reducido número de otras especies.

La no captura de jurel mediante lances de pesca de arrastre sobre un total de 21 realizados (**Tablas 31 y 32**), se explica por la distribución espacial del recurso registrada en la ecoprospección y evaluación acústica, donde a diferencias de otros años la disponibilidad del recurso fue bastante reducida, observando en las pescas comerciales monitoreadas durante la cuantificación a bordo de cuatro naves de la flota de cerco norte, una fuerte concentración de jurel en la zona central del área de estudio, donde se obtuvo en un periodo bastante reducido 16 lances con capturas de jurel que permitieron obtener los antecedentes necesarios para caracterizar la distribución del recurso. En este sentido, el resto de los lances de pesca efectuados, permitió conocer la naturaleza de las agregaciones detectadas por los equipos acústicos, eliminando errores en la asignación de los ecotrazos como provenientes de agregaciones de jurel.

Tabla 29

Información de captura en peso de jurel y fauna acompañante en los lances de pesca de cerco realizado por los PAM Tornado y Salmón

Lance	Embarcación	Latitud (S)	Longitud(O)	Fecha	Captura (Kg)					
		Media	Media		Jurel	Anchoveta	Caballa	Capt Total	Capt. Fauna	% Fauna
1	Salmón	21º18.00'	71º12.00'	16/11/200	20.000			20.000		0.0
2	Salmón	23º04.10'	70º56.00'	17/11/200	20.000			20.000		0.0
3	Salmón	23º18.00'	71º13.00'	17/11/200	60.000			60.000		0.0
4	Salmón	23º17.00'	71º14.00'	17/11/200	30.000			30.000		0.0
5	Salmón	23º02.00'	71º31.00'	19/11/200	70.000			70.000		0.0
6	Salmón	23º02.00'	71º33.00'	19/11/200	80.000			80.000		0.0
7	Salmón	23º02.00'	71º35.00'	19/11/200	30.000			30.000		0.0
8	Salmón	23º16.00'	71º32.00'	20/11/200	30.000			30.000		0.0
9	Salmón	23º10.00'	71º36.00'	20/11/200	40.000			40.000		0.0
10	Salmón	23º44.00'	71º57.00'	18/11/200	30.000			30.000		0.0
11	Salmón	23º47.00'	70º57.00'	18/11/200	20.000			20.000		0.0
12	Tornado	23º22.80'	71º06.30'	15/11/200	30.000			30.000		0.0
13	Tornado	22º25.20'	70º19.90'	16/11/200	60.000	20.000		80.000	20.000	25.0
14	Tornado	22º28.00'	70º24.00'	17/11/200	30.000	10.000		40.000	10.000	25.0
15	Tornado	23º19.00'	71º12.10'	18/11/200	60.000			60.000		0.0
16	Tornado	23º12.70'	71º13.00'	18/11/200	29.700		300	30.000		1.0
	Total				639.700	30.000	300	670.000	30.000	4.47

Jurel ***Trachurus murphyi*** (95,47%), Anchoveta ***Engrualis ringens*** (4,47%), Caballa ***Scomber japonicus*** (0,042%),

Tabla 30

Información de captura en número de jurel y fauna acompañante en los lances de pesca de cerco realizados por los PAM Tornado y Salmón

Lance	Embarcación	Latitud (S)	Longitud(O)	Fecha	Captura (individuos)					
		Media	Media		Jurel	Anchoveta	Caballa	Capt Total	Capt. Fauna	% Fauna
1	Salmón	21º18.00'	71º12.00'	16/11/200	106.951			106.951		0.0
2	Salmón	23º04.10'	70º56.00'	17/11/200	170.940			170.940		0.0
3	Salmón	23º18.00'	71º13.00'	17/11/200	512.820			512.820		0.0
4	Salmón	23º17.00'	71º14.00'	17/11/200	256.410			256.410		0.0
5	Salmón	23º02.00'	71º31.00'	19/11/200	526.315			526.315		0.0
6	Salmón	23º02.00'	71º33.00'	19/11/200	601.503			601.503		0.0
7	Salmón	23º02.00'	71º35.00'	19/11/200	225.564			225.564		0.0
8	Salmón	23º16.00'	71º32.00'	20/11/200	267.857			267.857		0.0
9	Salmón	23º10.00'	71º36.00'	20/11/200	353.982			353.982		0.0
10	Salmón	23º44.00'	71º57.00'	18/11/200	265.486			265.486		0.0
11	Salmón	23º47.00'	70º57.00'	18/11/200	176.991			176.991		0.0
12	Tornado	23º22.80'	71º06.30'	15/11/200	140.187			140.187		0.0
13	Tornado	22º25.20'	70º19.90'	16/11/200	352.941	1.398.601		1.751.542	1.398.601	79.84
14	Tornado	22º28.00'	70º24.00'	17/11/200	159.574	699.301		858.875	699.301	81.42
15	Tornado	23º19.00'	71º12.10'	18/11/200	319.149			319.149		0.0
16	Tornado	23º12.70'	71º13.00'	18/11/200	245.454		1.111	246.565	1.111	0.45
	Total				4.682.12	2.097.902	1.111	6.781.137	2.099.013	30.95

Jurel ***Trachurus murphyi*** (69,04%), Anchoveta ***Engrualis ringens*** (30,93%), Caballa ***Scomber japonicus*** (0,016%),

Tabla 31

Información de captura en peso de jurel y fauna acompañante en los lances de pesca realizados por B/C “Abate Molina”.

Lance	Barco	Fecha	Hora	Posición inicio		Tiempo	Vel.	Prof.	Captura (kg)							
			calado	Latitud	Arrastre	Nudos	R. Sup.	R. Sup.	Anchoveta	Jibia	Salpa	Calamar	Medusa	Langostino	Vinciguerria	TOTAL
1	A.	06.11.200	13:35	24°40.9'	72°55.0'	32	3,6				3,5	0,5				**4,0**
2	A.	09.11.200	14:44	23°50.9'	72°28,2'	34	3,6								148,7	**148,7**
3	A.	10.11.200	20:43	23°24.9'	72º00,9'	60	3,4									**0**
4	A.	11.11.200	15:10	23°35.6'	70°32,9'	57	3,7						28,0			**28,0**
5	A.	12.11.200	20:34	23°01.3'	70°36.7'	82	3,7		0,4	25,0		1,8			3,0	**30,20**
6	A.	14.11.200	20:33	22°34.1'	71°40.8'	60	3,7									
7	A.	14.11.200	23:10	22°34.8'	71°23,8'	60	3,6									
8	A.	15.11.200	12:14	22°36.0'	70°40.2'	50	4,0		121,4						91,0	**212,40**
9	A.	15.11.200	21:35	22°10.4'	70°19.5'	60	4,0									
10	A.	16.11.200	00:18	22°09,9'	71°11.9'	52	3,7		10,2							**10,20**
11	A.	17.11.200	03:29	21°45.0'	70°28,4'	51	3,6								10,6	**10,60**
12	A.	18.11.200	14:21	21°45.8'	70°52,5	31	3,8		12,9				44,9		57,80	**10,8**
13	A.	19.11.200	21:08	20°58.5'	71°55.3'	30	4,0						201,2		393,60	**393,60**
14	A.	20.11.200	13:19	20°55.0'	70°23,2'	43	4,0		10,5				168,0	54,0		**232,50**
15	A.	22.11.200	08:30	20°04.9	72°42.4'	30	3,5							66,3	23,6	**89,90**
16	A.	23.11.200	08:38	20°12.6'	70°15.3'	26	3,8		24,6				238,6	66,3		**329,50**
17	A.	26.11.200	13:47	19°15.1'	72°50.3'	30	4,5							60,9		**60,90**
18	A.	27.11.200	15:00	19°00.6'	70°21.5'	30	4,0		68,8					45,8	22,9	**137,50**
19	A.	27.11.200	10:58	18°50.1'	70°51,4'	21	4,2		89,4							**89,40**
20	A.	30.11.200	03:36	18°25.0'	71°04,6'	31	4,2		48,4							**48,40**
21	A.	30.11.200	10:56	18°24,8'	70°30,5'	30	4,3		41,6					11,6		**53,20**
	TOTAL								**428,2**	**25,0**	**3,5**	**2,3**	**680,7**	**304,9**	**492,2**	**1936,8**

Medusas ***Chrysaora fuscescens*** (35,14%), Mictófidos ***Vinciguerria sp*** (25,41%), Anchoveta ***Engrualis ringens*** (22,11%), Langostino pelágico **HHHHH** (15,74%), Jibia ***Dosidicus gigas*** (1,29%) y Calamar ***Loligo gahi*** (0,10%)

Tabla 32

Información de captura en número de jurel y fauna acompañante en los lances de pesca realizados por B/C “Abate Molina”.

Lance	Barco	Fecha	Hora	Posición inicio		Tiempo	Vel.	Prof.	Captura (kg)							
			calado	Latitud	Arrastre	Nudos	R. Sup.	R. Sup.	Anchoveta	Jibia	Salpa	Calamar	Medusa	Langostino	Vinciguerria	TOTAL
1	A.	06.11.200	13:35	24°40.9'	72°55.0’	32	3,6				78	16				**94**
2	A.	09.11.200	14:44	23°50.9'	72°28,2'	34	3,6								49.567	**49.567**
3	A.	10.11.200	20:43	23°24.9'	72º00,9'	60	3,4									**0**
4	A.	11.11.200	15:10	23°35.6'	70°32,9'	57	3,7						20			**20**
5	A.	12.11.200	20:34	23°01.3'	70°36.7'	82	3,7		29	2		23			1.000	**1.054**
6	A.	14.11.200	20:33	22°34.1'	71°40.8’	60	3,7									
7	A.	14.11.200	23:10	22°34.8'	71°23,8'	60	3,6									
8	A.	15.11.200	12:14	22°36.0'	70°40.2'	50	4,0		5.520						30.333	**35.853**
9	A.	15.11.200	21:35	22°10.4'	70°19.5'	60	4,0									
10	A.	16.11.200	00:18	22°09,9'	71°11.9'	52	3,7		46							**46**
11	A.	17.11.200	03:29	21°45.0'	70°28,4'	51	3,6								3.533	**3.523**
12	A.	18.11.200	14:21	21°45.8'	70°52,5	31	3,8		1516				10		19.267	**20.793**
13	A.	19.11.200	21:08	20°58.5'	71°55.3'	30	4,0						14		196.800	**196.814**
14	A.	20.11.200	13:19	20°55.0'	70°23,2'	43	4,0		750				31	54.000		**54.781**
15	A.	22.11.200	08:30	20°04.9’	72°42.4'	30	3,5							66.300	11.800	**78.100**
16	A.	23.11.200	08:38	20°12.6'	70°15.3'	26	3,8		1.640				310	66.300		**68.250**
17	A.	26.11.200	13:47	19°15.1'	72°50.3'	30	4,5							60.900		**60.900**
18	A.	27.11.200	15:00	19°00.6'	70°21.5'	30	4,0		2.752					45.800	28.625	**77.177**
19	A.	27.11.200	10:58	18°50.1'	70°51,4'	21	4,2		3.725							**3.725**
20	A.	30.11.200	03:36	18°25.0'	71°04,6’	31	4,2		1.562							**1.562**
21	A.	30.11.200	10:56	18°24,8'	70°30,5'	30	4,3		1.342					11.600		**12.942**
	TOTAL								**18.882**	**2**	**78**	**39**	**385**	**293.300**	**340.925**	**665.221**

Mictófidos ***Vinciguerria sp*** (51,25%), Langostino pelágico ***Munida sp*** (45,82%), Anchoveta ***Engrualis ringens*** (2,80%), Salpas ***Chrysaora fuscescens*** (0,01%), , Medusas (0,06%), Calamar ***Loligo gahi*** (0,005%) y Jibia ***Dosidicus gigas*** (0,000%)

7.5.2 Composición por tamaño

La distribución de talla registrada en el crucero se presenta en la **Figura 15.** Se muestreó ejemplares de jurel entre 16 - 33 cm de longitud horquilla, concentrando el 91,30% de los individuos entre los 19 - 26 cm. A diferencia de lo registrado en el período 2008, donde el 91,40% de los individuos se ubicó entre los 16 a 21 cm. Este año, a diferencia del año pasado se registró una estructura de talla más amplia, con una participación mayor de ejemplares más grande, evidenciando un aumento del grupo de tallas predominantes entre años.

Luego, la estructura de talla presentó una moda principal de 21 cm y un incremento en 24 cm, agrupando el mayor número de ejemplares entre 19 y 26 cm, mostrando un incremento respecto a la moda registrada durante el 2008 (18 cm), lo cual sugiere un desplazamiento en la estructura de tamaño y crecimiento del stock en la zona de estudio, hacia ejemplares de mayor tamaño. Comportamiento que también se registra entre el 2006 y 2007, en las capturas de noviembre y anual de la flota de cerco industrial en el norte del país (**Figura 31**).

7.5.3 Relación longitud-peso

En atención a que la información colectada en el crucero proviene de ejemplares machos y hembras, las regresiones establecidas en cada una de ellas fueron analizadas (**Tabla 33**), aplicando una dócima de comparación para varias relaciones lineales simultáneas, estableciendo la no existencia de diferencias significativas entre sí, al obtener un F calculado (3,11) inferior al F crítico de tabla (3,69) con un 95% de confianza. Resultado que permite refundir la información en una sola base de datos para la zona prospectada

En este sentido, en la **Tabla 33** se presentan los parámetros y estadística de las regresiones lineales longitud-peso y los parámetros resultantes para las funciones de crecimiento asimétrico, calculados para la zona de estudio. La **Figura 32** gráfica los datos utilizados con sus modelos correspondientes. En ella se observa que el modelo describe adecuadamente la relación longitud-peso.

Tabla 33
Parámetros y estadística básica de la relación $w = a * L^b$ para zona de estudio

	HEMBRAS	MACHOS	TOTAL
Nª de observaciones	191	163	354
LOG (K)	-1,80352	-2,08666	-1,95534
A	0,01572	0,00819	0,01108
B	2,93560	3,13716	3,04362
ERROR EST. (LOGK)	0,09535	0,12439	0,07610
ERROR EST. B	0,06997	0,09244	0,05617
R^2	0,98	0,98	0,98

La no existencia de diferencias en las tasas de crecimiento en peso por sexo, permite determinar una regresión única para la cuantificación de jurel.

7.5.4 Proporción y composición de la fauna acompañante

En los lances pesca con éxito en la captura de jurel, esta especie represento el 95,47% y un 4,53% correspondió a fauna acompañante. Las especies presentes asociadas fueron anchoveta ***Engrualis ringens*** (4,47%) y caballa ***Scomber japonicus*** (0,042%).

Las especies presentes en los lances de pesca realizados en la zona evaluada, muestran bajos volúmenes en las capturas que se encuentran en el orden de lo registrado en anteriores estudios (7,61 a 0.33%), verificándose el carácter monoespecífico del jurel en el área prospectada, 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 y 2008, 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.

Luego, para la especie de interés comercial anchoveta, la estructura de talla registrada en las capturas del B/C "Abate Molina" van desde 6 a 17 cm de longitud horquilla, con una moda principal entre 13,5 cm, en tanto para los muestreos realizados por la flota su rango fue de 10 a 19 cm y moda 14 cm, evidenciando una amplia cobertura de la estructura de tamaños en esta especie, con una reducida presencia de ejemplares pre reclutas, lo que muestra para el periodo de noviembre del 2009, el predominio de una fracción importante de individuos de mayor tamaño en la zona de estudio. Respecto a caballa, su captura fue muy reducida y se detectó sólo en un lance de pesca

7.5.5 Análisis de asociación

El análisis de clusters por especie utilizó la información proveniente de los lances con éxito en la captura de jurel obtenido con la flota industrial, el cual presenta 3 grupos importantes determinados con un nivel de similaridad del 60%. El primero compuesto por las especies *E. ringens* (anchoveta) *T Symmetricus* (jurel) y *S Japonicus* (caballa), donde estas dos ultimas especies forman un subgrupo con similaridad mayor cercana al 100%. El segundo grupo esta compuesto por *D. gigas* (jibia) y *Loligo sp* (calamar) y el tercero por *Munida sp* (langostino) y *Cnidarios* (medusas). El resto de especies se agrupan en un rango de menor similitud evidenciando una baja recurrencia en los lances con captura de jurel (**Figura 33a**). Luego, la alta similitud entre anchoveta, jurel y caballa sugieren a estas especies como la principal fauna ictica asociada a las capturas de jurel, dado su alta frecuencia en los lances de pesca, lo cual pudiera ser explicado por una sobreposición trófica entre estos

recursos, al reportarse itemes de presas similares como son eufáusidos, peces linternas y anchoveta (Medina y Arancibia, 1998).

El análisis de la importancia relativa de las capturas por especies en los lances de pesca, muestra un agrupamiento jerárquico de jurel con un alto nivel de disimilitud respecto a las otras especies (**Figura 33b**). Asimismo, el alto nivel de similitud del subgrupo formado por una parte por caballa-jurel, y también anchoveta corrobora los resultados alcanzados en el analisis de frecuencia de estos recursos, los cuales se encuentran presente en todos los lances realizados durante el periodo evaluado, sin embargo la presencia de estas especies en el sector costero u oceánico sugiere una diferencia en la composición lo que conlleva a la formación de dos subgrupos.

7.6 Objetivo específico 2.6 Determinar las condiciones oceanográficas y su relación con la distribución del zooplancton y la distribución y abundancia de jurel en el área de estudio.

7.6.1 Condiciones meteorológicas

Durante el crucero se obtuvieron un total de 571 mediciones horarias de intensidad y dirección del viento sobre el track de navegación (**Figura 34a**), registrando el 52,3% de los vientos intensidades menores a 5 m/s, el 46,7% entre 5 y 10 m/s y solo un 0,9% mayores a 10 m/s. Al dividir la zona en los 22ºLS, se observan intensidades de viento mayor al sur, con un 35,6% (<5m/s), 62,7% (5-10m/s) y 1,7% (>10m/s), respecto al norte donde predominan valores menores a 5 m/s (70,4%) y 29,6% (5-10m/s).

En la zona se apreció el predominio de vientos provenientes del segundo y tercer cuadrante en el 99,2% de los registros, donde vientos del S y SE representaron direcciones altamente favorables a la mecánica de los procesos de surgencias.

Las mayores intensidades se presentaron al oeste en el límite sur de la zona de estudio, donde se concentraron los máximos valores registrados en el crucero (>10m/s), en tanto las menores intensidades estuvieron asociadas al sector norte, destacando las primeras 100 mn desde Pisagua (19º30 LS) a punta Blanca (22º10LS), donde predominaron intensidad que no sobrepasaron los 5 m/s (**Figura 34a**).

En este sentido, el índice de surgencia (IS) calculado para el área costera de las primeras 30 mn (Bakun, 1975), registró un máximo de 988 m^3/s frente a Pisagua (T4), y minimo de 322 m^3/s frente a caleta Chucumata (T6) (**Figura 34b**). Del mismo modo, el sector costero los valores del índice de turbulencia (IT) fueron relativamente bajos, registrando los mayores y menores valores promedios al norte de punta Plata (665 m^3/s^3) y caleta Chucumata (46 m^3/s^3) (**Figura 34c**).

7.6.2 Condiciones oceanográficas

7.6.2.1 Condiciones oceanográficas horizontales

Se entrega la distribución horizontal de las variables oceanográficas medidas, temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (expresada como sigma-t), profundidad (m) de la isoterma de 15°C, circulación geostrófica referida a 600 m, profundidad de la capa de mezcla y profundidad de la termoclina. Los estratos de profundidad considerados en este análisis de temperatura, salinidad y densidad fueron los niveles superficiales (0-1 m) y subsuperficiales de 25, 50, 100, 200 y 400 m de profundidad

a) Estrato superficial

Temperatura: El rango de temperatura superficial del mar (TSM) en el área de estudio (**Figura 35a**) fluctuó entre 13,5º a 22,2°C. El mínimo térmico se ubicó a una milla náutica frente a pta Coloso (23º50LS), mientras que el máximo se observó a 40 mn frente a pta Madrid (19º15LS). En general, la temperatura mostró un gradiente térmico intenso en la franja costera (20 mn), con intrusiones de agua más cálida en las áreas de Arica, Pisagua, punta del Urcu y rada Paposo. Las máximas térmicas oceánicas (>21°C) forman un extenso foco desde el límite norte (Arica) hasta caleta Chucumata (20°30'LS), extendiéndose hacia el oeste hasta más de 100 y 50 mn de la costa, respectivamente, evidenciando la entrada de agua cálida de características subtropicales desde el norte, que se extiende hasta punta Copaca. En tanto, hacia el sur el sector oceánico registra el menor gradiente térmico, con predominio de temperaturas entre 17° y 18°C.

La distribución de temperatura anterior esta asociada a anomalías térmicas (**Figura 35c)** positivas, donde predominan valores entre 0 a 1°C que no son significativos en el sector oceánico (Arica a punta Blanca). En el sector costero hasta las 50 mn, la anomalía térmica máxima significativa es de +3°C y se registra en un sector amplio frente a punta Junin, mientras que valores de +2ºC en un área menor a la cuadra de punta Urdus. La franja costera registra anomalías negativas mayores a 1ºC asociadas a procesos de surgencia, mientras que entre Antofagasta y pta Plata, valores similares de anomalías son significativos en el sector oceánico.

Esta distribución térmica es consistente con la TSM obtenida desde imágenes satelitales para noviembre del 2009 en la zona de estudio, que muestra el desplazamiento hacia el sur de las isotermas de mayor temperatura, evidenciando el calentamiento estacional en el área, generando un núcleo calido del orden de 21º C que alcanza hasta los 21°LS a lo largo del eje meridional de 72ºW. Núcleo cálido que

se enmarcó en una banda costera de TSM menores a 18ºC, localizada entre Arica y la Bahía de Mejillones, conjuntamente con un núcleo de aguas frías al sur de Antofagasta durante la última semana de noviembre (**Figura 66**).

Salinidad: Los valores de salinidad superficial psu (**Figura 35b**) variaron entre 34,3 a 35,2 psu. El mínimo se observó en el sector oceánico a 170 mn de la costa frente a Taltal, mientras que el valor máximo se registró en el sector oceánico al norte de pta Madrid (70 mn). La distribución de salinidad superficial fue consistente con la distribución de TSM, al ubicarse valores mayores a 34,9 psu asociado a aguas Subtropicales entre Arica y punta Copaca, con un máximo de salinidad (>35,2 psu) de gran tamaño centrado en los 20ºLS. En este sector las menores salinidades se ubicaron en la costa, con intrusiones de aguas más salinas desde punta Pinto a punta Junín. Al sur la salinidad tuvo menor variación con valores entre 34,5 a 34,8 psu.

Las anomalías de salinidad asociadas psu (**Figura 35d**) a la distribución señalada, muestra al igual que para la anomalías de TSM, el predominio de valores positivo significativos al norte de punta Copaca, registrando su máximo valor (+2,5 psu) una extensión que alcanzó las 90 mn frente a punta Camarones, coincidiendo espacialmente con la principal anomalía térmica. Hacia el sur las anomalías son negativas y su máximo (-0,28 psu) alcanza las 100 mn frente a Antofagasta.

b) Estrato de 25 m de profundidad

Temperatura: El rango de temperatura fluctuó entre los 12,6º y 19,6ºC. El sector oceánico desde Arica a punta Urcus se caracterizó por presentar las mayores temperaturas del estrato (> 18ºC), evidenciando este estrato la penetración de aguas cálidas desde la alta mar, al registrarse sus máximos valores (>19ºC) en el sector noroeste. En el sector costero (10 mn) se registran temperaturas menores, con

mínimos de 13º C de Antofagasta al sur, verificándose aguas más frías (<16ºC) que se proyectan hacia el oeste desde Iquique hasta punta Plata, donde sobrepasa el límite de las 200 mn (**Figura 36a**).

Salinidad: La distribución superficial de la salinidad presentó un máximo de 35,18 psu en el sector noroeste, concentrándose las altas salinidades entre Arica y caleta Colorada, indicando una penetración de aguas salinas que generan un frente al alcanzar las 50 mn frente a Mejillones, restringiendo hacia el sur las salinidades menores a 34,6 psu y 34,3 psu en el borde suroeste de la zona de estudio (**Figura 36b**). En el sector costero no se observan gradientes salinos importantes sino algunos diferenciales salinos leves frente a caleta Camarones, generado por el acercamiento de aguas salinas presentes en la zona.

Sigma-t (Densidad-1000 kg/m^3): La distribución horizontal de sigma-t varió entre el mínimo de 24,9 a 26,2. El mínimo se ubicó a 230 mn frente a Arica (**Figura 36c**), en tanto el máximo estuvo en el sector costero frente a Pta. Coloso (1 mn), distribución que en el sector costero genera un marcado frente de densidad, limitado por los 25,6 psu donde se agrupan los más altos valores, los cuales disminuyen entre punta Madrid y punta Junín, producto de un foco de alta temperatura y salinidad cercano a la costa. En el sector oceánico no se registran variaciones importantes en densidad del agua de mar, quedando caracterizado por la isopicna de 25,4 psu.

c) Estrato de 50 m de profundidad

Temperatura: En la capa subsuperficial de 50 m, la temperatura vario entre un mínimo de 12,1ºC asociado a la estación de 20 mn frente a rada Raposo y un máximo de 16,6 ºC a 70 mn a la cuadra de Arica (**Figura 37a**). La zona costera se caracterizó por temperaturas menores a 14ºC de punta Guasilla al norte, mientras que de Antofagasta al sur, sus valores no superan los 13ºC. En el sector de

Mejillones una lengua de agua con temperaturas del orden de 13ºC que sobresale desde el sector costero hacia el oceánico.

Salinidad: La variabilidad de la salinidad subsuperficial (50 m de profundidad) presentó una salinidad mínima de 34,2 psu ubicada frente a Taltal (200 mn), así como un máximo local en el sector oceánico a 70 y 100 mn frente a Arica con 35,0 psu (**Figura 37b**). En las primeras 5 mn desde Arica a Mejillones la salinidad fue mayor a 34,8 psu, dismuyendo en 0,1 hacia el sur. En el sector oceánico y al norte de punta Copaca, las mayores salinidades generan un gradiente salino que acota hacia el sur las menores salinidades (34,6–34,4 psu), observando que la salinidad durante el período de medición tendió a disminuir de norte a sur.

Sigma-t (Densidad-1000 kg/m^3): La distribución de sigma-t, varió entre 25,3 a 26,3. Este estrato, se caracterizó por una banda costera con altas densidades que no generan gradientes de densidad hacia la costa, similares al estrato de 25 m de profundidad, exceptuando al sur de la Península de Mejillones (**Figura 37c**), donde un foco extenso de baja densidad (25,6 psu) ubicado en el sector oceánico, alcanza el sector costero en los 24ºLS, restringiendo espacialmente las isopicnas en sector.

d) Estrato de 100 m de profundidad

Temperatura: En la capa subsuperficial de 100 m, la temperatura varió entre un mínimo de 11,4ºC asociado a la estación de 20 mn frente a rada Paposo y un máximo de 14,4 ºC a 200 mn a la cuadra de punta Coloso (**Figura 38a**). La zona se caracterizó por temperaturas entre 12ºC y 13ºC, destacando en el sector oceánico un amplio sector de bajas temperaturas al sur de la zona de estudio.

Salinidad: En este estrato, la salinidad varió en entre el valor mínimo de 34,8 a 34,9 psu (**Figura 38b**). Entre Arica y caleta Patillos, la salinidad dismuye a < 34,8 psu desde las 130 mn de la costa, en tanto hacia el sur la salinidad se reduce en forma notoria, generando un gradiente salino en dirección sur-este, desde el sector oceánico en los 24ºLS, que alcanzó las 10 mn frente a punta Plata, dando origen a núcleo amplio de bajos valores de salinidad (34,2-34,4 psu) centrado a 180 mn frente a punta Coloso, y bajos valores en el extremo sur del área de estudio.

Sigma-t (Densidad-1000 kg/m^3): Los valores de esta variable, fluctuaron entre 26,2 y 26,4 unidades de sigma-t, donde las densidades mínimas se ubicaron hacia el sector oceánico entre Arica y Mejillones, con un foco de baja densidad ubicado a 180 mn frente a punta Urdus (**Figura 38c**). De Mejillones la sur, un extenso foco oceánico de aguas poco salinas aparece en los 24º LS, caracterizado por valores mínimos de densidad (<25,7 psu) y una proyección sur-este, coincidiendo con el descrito en el estrato de 50 m de profundidad, evidenciando una fuerte participación de estas densidades en la columna de agua.

e) Estrato de 200 m de profundidad

Temperatura: La distribución de temperatura en este estrato varió entre 10,6º y 12,6ºC, presentando un gradiente de disminución en sentido norte a sur, con valores mayores a 12ºC que alcanzan las 130 mn frente Arica y las 10 mn a la cuadra de Mejillones (**Figura 39a**). Esta distribución se caracterizó por presentar algunos núcleos aislados con valores de 11º y 12ºC en casi toda el área de estudio.

Salinidad: El rango de salinidad a los 200 m de profundidad varió de 34,6 a 34,9 psu. La distribución subsuperficial de salinidad mostró valores mayores a 34,8 psu en el sector oceánico central, sobrepasando las 230 mn frente a Arica y en la costa latitudinalmente alcanzan hasta punta tres Picos. A partir de los 23ºLS al sur, en el sector sur oeste la salinidad disminuye, registrando al igual que la temperatura un incremento a 200 mn en el límite sur del área de estudio (**Figura 39b**).

Sigma-t (Densidad-1000 kg/m^3): El sigma-t medido para la zona fluctuó de 26,4 a 26,6 unidades de sigma-t, donde la capa subsuperficial de 100 m de profundidad presentó una distribución homogénea. (**Figura 39c**).

f) Estrato de 400 m de profundidad

Temperatura: Al igual que la distribución de la capa anterior, las temperaturas en este estrato fueron cuasi-homogéneas, observando un mínimo de 7,4ºC y un máximo de 10,9ºC (**Figura 40a**). En general, la distribución de temperatura disminuyó en sentido sur-sur este de norte a sur, registrando un núcleo de temperatura >10ºC al oeste en el extremo sur, que generó diferenciales de 3ºC en el entorno, evidenciado un foco de aguas calidas presente desde los 100 m de profundidad en este sector.

Salinidad: La distribución subsuperficial de salinidad para este estrato, registra un estrecho rango de valores que va de 34,4 a 34,7 psu, concentrándose las máximas salinidades (>34,7 psu) en el sector costero entre Arica y punta Lobos, para disminuir gradualmente en un sentido sur oeste en la zona (**Figura 40b**). En este sentido, para este estrato destaca una isohalina de alta salinidad asociada aguas calidas presentes a 200 mn frente a Taltal.

Sigma-t (Densidad-1000 kg/m^3): La variabilidad horizontal de sigma-t para este estrato muestra una capa cuasi-homogénea, con el predomino de isopícnas de 26,8 y 26,9 kg/m^3, ubicándose los mayores valores de sigma-t en la banda costera de Arica a punta Lobos, observando un aumento en la densidad hacia el sector sur oceánico, donde se registra su máximo valor (26,9 psu) a 170 mn de rada Raposo. Al igual que las variables anteriores el extremo sur occidental registró baja densidad (26,6 psu) (**Figura 40c**).

g) Distribución horizontal superficial de densidad, oxígeno y capa mínimo de oxígeno.

La densidad en superficie varía de 24,3 a 26,0 kg/m^3. En general, las mayores densidades se localizaron en la franja costera, destacando desde Antofagasta a rada Paposo donde las densidades fueron altas, registrando el máximo valor para la zona (**Figura 41a**). Hacia el sector oceánico los valores bajan, destacando un área de menor densidad frente a punta Junin proveniente desde el noroeste, mientras que al sur de los 21ºLS, una extensa área denota baja variabilidad (25,2 a 25,4 kg/m^3).

La concentración de oxígeno disuelto (OD) fluctúo entre 2,4 a 6,6 mL/L, con el predominio de altos valores que determinaron una condición de aguas bien oxigenadas en superficie. Las menores concentraciones (2-4 mL/L) estuvieron asociadas al sector de las primeras millas de la costa, en focos reducidos frente a punta Madrid y caleta Chucumata, que se amplían para el sector de punta Blanca y rada Paposo, siendo lo más recurrente valores sobre los 5 mL/L en la zona de estudio (**Figura 41b**).

La profundidad de la capa mínima de oxígeno disuelto varió entre 12 y 195 m, registrando el sector costero profundidades menores a 40 m que se reducen a 20 m frente a punta Lobos y desde punta Blanca a Mejillones (**Figura 41c**). En el sector oceánico, esta capa se hace mas profunda hacia el oeste y también de norte a sur, donde alcanza valores menores a 100 m al norte caleta Chipana, mientras que hacia el sur, su profundidad se incrementa con valores sobre los 100 m y donde se registra su máximo de 180 m frente a punta Coloso.

h) Distribución horizontal de la profundidad y anomalía de la isoterma de 15ºC

La profundidad característica de la isoterma de 15°C (**Figura 42a**) presentó un rango de valores entre 2 y 90 m. Los mínimos se registraron ligados a la costa con valores menores a 20 m, destacando desde punta Blanca a Antofagasta donde estos fueron inferiores a 10 m. La profundidad de la isoterma de 15ºC aumenta hacia alta mar, registrando niveles mayores a 80 m que forman focos a 200 mn frente Arica y Antofagasta, mientras que profundidades bajo los 40 m constituyen una franja estrecha en el borde sur del área de estudio.

Las anomalías fluctuaron entre 40 a -55 m sobre el valor promedio, siendo lo predominante anomalías de 10 y -10 m (**Figuras 42b**). En el sector oceánico, la zona media del area presenta un núcleo negativo importante entre los 21 y 23 LS, donde se registra la máxima anomalía negativa (-55 m), seguido de otro de menor magnitud frente a Mejillones (<-20 m) y un tercero (<-20 m) en el borde sur de la zona, los cuales están asociados espacialmente a procesos de giros anticiclónicos, como se corrobora con las imagenes de corriente geostrófica del sector (**Figura 65**). En la franja costera, en general no se observaron anomalías negativas.

i) Espesor capa mezcla, termoclina, temperatura y profundidad base termoclina.

El espesor de la capa de mezcla varió de 0 a 39 m (**Figura 43a**), con un predominio de profundidades de 0 a 10 m desde Arica a punta Guasilla, en las primeras 170 mn de la costa. Hacia el sur, el sector oceánico registra valores que van de 10 hasta el máximo, con un foco pequeño que contiene el máximo (39 m) ubicado a 170 mn frente a punta Errazuriz, seguido de otro al sur y centrado a 100 mn de punta Tres Picos, para luego encontrar valores menores que no superan los 10 mn desde la costa y las 130 mn, en el extremo sur de área de estudio, evidenciando la presencia de una capa de mezcla mayor que alcanzan las 40 mn al sur de Antofagasta. En el sector costero la capa de mezcla no superó los 5 m.

El espesor de la termoclina fluctuó entre 5 y 35 m, donde los valores más frecuentes fueron menores a 10 m (**Figura 43b**). Los más altos valores se ubicaron en el borde norte desde el área oceánica hasta la costa de punta Blanca, lo que junto a termoclinas más reducidas en el área, muestran un gradiente decreciente en sentido noroeste inverso al observado para la capa de mezcla en la zona de estudio.

La distribución de la temperatura base de la termoclina (**Figura 43c**), mostró un mínimo de 12,3ºC en torno a la estación de 40 mn frente a la península de Mejillones y un máximo de 17,7ºC a 230 mn de Arica. En general, al sur de Iquique las temperaturas fueron menores a 15ºC, con importantes expansiones de temperatura de bajos valores hacia el oeste desde la costa, que forman lenguas en dirección oeste en Iquique, punta Blanca y bahía Moreno en Antofagasta.

La profundidad base de la termoclina varió en un rango de 5 a 94 m (**Figura 43d**). Las menores profundidades están asociadas al sector costero, con valores menores

a 20 m, destacando en el sector oceánico hasta los 22ºLS, el predominio de profundidades base menores a 40 m, en tanto en el sur estas fueron superiores, registrando extensas zonas con núcleos y valores que sobrepasan los 60 m (a 130, 170 de rada Paposo) y 80 m (a 170 mn frente a Antofagasta).

j) Gradiente promedio, gradiente máximo y profundidad gradiente máximo de la termoclina.

El gradiente promedio de la termoclina (**Figura 44a**) tuvo una variación entre 0,1 y 0,8 ºC/m. Las mayores gradientes medias se ubicaron en la mitad norte del área, con valores que superan los 0,3 ºC/m y un máximo a 130 mn de punta Lobos, predominando gradientes entre 0,2 y 0,4 ºC/m y núcleos aislado que sobrepasan este límite superior. Al sur los gradientes son menores en el rango de 0,1 a 0,2 ºC/m, registrando un incremento a 0,4 ºC/m en la rada Paposo.

La variación del gradiente máximo de la termoclina (**Figura 44b**) varió entre 0,12 y 2,6 (ºC/m). Al igual que para el gradiente promedio, la distribución del gradiente máximo divide la zona en dos al norte de los 22 ºLS. En la zona norte se observo gradientes superiores a 0,6 ºC/m en la mayor parte de la zona, seis núcleos con gradientes mayores a 1,0 ºC/m y el máximo valor localizado frente a punta Lobos. En el sector sur, los gradientes son bajos y no superan los 0,5 ºC/m con un predominio de valores entre 0,2 y 0,4 ºC/m.

La profundidad del gradiente máximo varió en un rango de 3 a 94 m (**Figura 44c**). Las menores profundidades están asociadas al sector costero, con valores menores a 10 m, mientras que en el sector oceánico y norte de los 22ºLS, esta aumenta hacia la alta mar registrando valores menores a 30 m y máximos (>30 m) sobre las 150 mn. En el sur, un fuerte gradiente norte-sur y este-oeste se genera por una importante

área con valores mayores a 40 mn y máximos que alcanzan sobre los 70 m de profundidad en la zona de estudio.

7.6.2.2 Análisis distribución vertical de las variables oceanográficas

A continuación, se entrega el análisis de la distribución vertical de cada una de las variables oceanográficas registradas durante el estudio, en cada una de las transectas evaluadas en el área de prospección.

Temperatura

La temperatura vertical se muestra en las **Figuras 45 a 47**. En ellas se observa que las transectas hacia el sector norte de la zona se caracterizan por tener las más altas temperaturas en superficie del sector oceánico (> 21°C), ocupando una capa de al menos 20 m de espesor con valores > 20°C, lo cual originó intensos gradientes verticales en los primeros 70 m, donde se observa un ascenso de las isotermas en el sector costero para todas las transectas, que abarca las primeras 20 mn de la costa, siendo menos notorio este aspecto para las transectas ubicadas en Arica (T1), caleta Chipana (T8) y punta Grande (T17).

La temperatura bajo los 100 m de profundidad muestra una pendiente negativa hacia la costa, que es más notoria de 100 a 300 m en las 40 mn de la costa, lo que junto al ascenso de las isotermas en los primeros 100 m, indican la presencia de un núcleo de agua más cálida entre los 100 y 300 m y desde la costa a las 40 mn, respecto de lo que ocurre en el sector oceánico, no siendo tan marcado en la transecta frente a punta Coloso (T14), donde en las 40 mn la isoterma de 12°C muestra un brusco ascenso de 50 m para luego volver a profundizarse hacia la costa. Asimismo, una importante profundización de las isotermas se observa al oeste de las 180 mn,

donde la isoterma de 11°C a 200 mn se hunde 200 m respecto a la estación anterior (180 mn).

En general para la zona de estudio, se presentó una capa superficial (0 a 100 m), de gradientes térmicos y perturbaciones asociadas al levantamiento de las isolíneas hacia la costa (**Figuras 45 a 47)**. La capa profunda, bajo la termoclina muestra una pendiente negativa de las isolíneas a la cual se agregan perturbaciones en forma de oscilaciones de las isolíneas a diferentes distancias desde la costa y en diferentes transectas.

En la zona de estudio, la disminución de la temperatura en superficie con valores > a 21°C frente Arica y < 17°C a la cuadra de Taltal, tiene asociado en el sur una termoclina de menor espesor y gradiente, pero ubicada a una mayor profundidad respecto de lo que ocurre en el norte de la zona de estudio.

Salinidad

La distribución vertical de salinidad se muestra en las **Figuras 48 a 50**. La salinidad al igual que la temperatura, registra en la superficie los mayores valores en el sector oceánico para las secciones más al norte de la zona, originando importantes gradientes salinos (haloclinas) en la misma área, con salinidades asociadas a masas de agua Subtropical (AST) que superan los 34,9 psu, dando forma a una capa de salinidad que se adelgaza en espesor y angosta en la secciones hacia el área sur de la zona, con un máximo salino ubicado en los primeros 40 m frente Arica (T1) y que disminuye a 20 m en punta del Urcu (T9). Capa más salina ubicada en el sector oceánico que esta limitado su ingreso hacia la costa, por la presencia de agua más fría y de menor salinidad que proviene de un núcleo de mínima o de un núcleo de máxima subsuperficial.

En todas las secciones se presenta centrado en los 150 m el habitual núcleo de máxima subsuperficial para esta zona, que corresponde a agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS), el cual está caracterizado por la salinidad de > 34,8 psu que presentan espesores mayores en la costa y llegan hasta 200 m, haciéndose más delgado hacia el oeste pero manteniendo su nivel central de 150 m. Hacia el sur, leves aumentos de tamaño del núcleo salino subsuperficial se dan hacia el borde oeste de la zona en punta Grande (T17) y punta San Pedro (T18), sin embargo, este núcleo en general comienza a hacerse menos salino al registrar salinidades de sólo 34,6 psu (San Pedro, T18), observando prácticamente en todas las transectas realizadas aguas de este núcleo en la costa, producto del afloramiento asociado a procesos de surgencia costera.

En la zona de estudio, también se presenta un núcleo subsuperficial de mínima salinidad (< 34,7psu) centrado aproximadamente en los 100 m y con un espesor de 50 a 100 m, caracterizado por una menor salinidad y mayor espesor hacia las secciones del sur, donde las transectas de punta Coloso (T14) a San Pedro (T18) presentan un núcleo de salinidad mínima, < 34,3 psu que abarca gran parte de la transecta en un sentido este-oeste, que alcanza la superficie en el borde oeste y/o la superficie en la costa, permitiendo la participación de algunas estaciones en la surgencia costera. Al norte de punta Coloso, este núcleo se hace rápidamente más pequeño, delgado y de mayor salinidad, para a veces no mantener la continuidad disgregándose a lo largo de la transecta como se observa frente a Arica (T1).

Densidad

La distribución vertical de la densidad (en unidades de sigma-t) presentadas en las **Figuras 51 a 53,** muestran una distribución similar a la temperatura en sentido vertical, con una picnoclina intensa ubicada en la capa superficial en el sector oceánico entre Arica (T1) y caleta Chipana (T8), mientras que de punta del Urcu al sur, la picnoclina es menos intensa y se encuentra bajo el nivel de los 20 m de profundidad, extendiéndose la capa de mayor estratificación hasta los 100 m en la mitad norte y de 200 m hacia el borde sur de la zona, donde las variaciones de densidad superficial son menores a 0,2 kg/m^3 hacia el sur del área de estudio. En la costa, el ascenso de las isopicnas comienza a los 50 m en la zona norte y 80 m en el sur. Algunos levantamiento de isopicnas se observan sobre las 100 mn en el estrato de los primeros 100 m a 130 mn frente Arica (T1), 100 mn frente punta Camarones (T3), además de hundimientos de 150 m de la isopicna de 25,6 kg/m^3 a 200 mn de punta San Pedro (T18), y dentro de las 40 mn desde Arica (T1) a caleta Errázuriz (T13).

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

Oxígeno

La distribución de oxígeno disuelto (OD) presenta una fuerte variación en el sentido vertical (**Figuras 54 a 56),** con una oxiclina marcada entre los 50 y 100 m de profundidad y valores mayores a 5 mL/L en el sector oceánico en toda la zona, disminuyendo estos valores a <1 mL/L en el nivel de los 100 m, ocupando esta capa de mínimo gran parte de la columna de aguas (100 – 600 m), donde sus límites están claramente establecidos en las secciones al sur de punta del Urcu, desapareciendo su límite inferior hacia el sector norte del área de estudio. En este sentido, al sur la

capa superficial mas oxigenada (>1 mL/L) presenta mayor espesor, alcanzando 200 m de profundidad a 170 mn de San Pedro (T18), en tanto para este sector el límite inferior de la capa mínima de oxígeno se ubicó a menor profundidad (400-500m), destacando en el sector oceánico un núcleo de concentración > 2 mL/L de punta Coloso al sur.

En general, en el sector sur la distribución de capa mínima de oxígeno presentó una disminución en su espesor desde la costa hacia alta mar. Asimismo, el levantamiento brusco de las isolíneas en los primeros 100 m superficiales en la costa, evidencia procesos característicos de surgencia costera, lo que ocurre con menos intensidad en las primeras secciones de área más al norte, entre Arica (T1) y punta Junín (T4).

7.6.2.3 Masas de agua

La identificación de las masas de agua se realizó a través del análisis e interpretación de diagramas TS. Durante el estudio, se observó la presencia de tres tipos de aguas en el área prospectada. Agua Subtropical (AST), Agua Subantártica (ASAA) y Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS).

El AST se presenta en la capa superficial de todas las secciones (**Figuras 57 a 59**), pero de manera más intensa en las secciones entre Arica y punta Junín, desde donde disminuye su participación en forma gradual hacia el sur, siendo esta disminución más notoria de punta Blanca (T10) al sur, manteniendo las AST una participación similar en este sector. En este sentido, las AST se reconocen con una participación porcentual de las masas de agua (PPMA) sobre 10% en los primeros 100 m de profundidad (T1 a T5), lo cual disminuye gradualmente a 60 m de caleta Chucumata al sur, exceptuando algunos incrementos puntuales a 80 y 100 m en punta Urcu, caleta Errázuriz y punta Coloso. En el sector oceánico, de Arica a punta

Camarones la PPMA es máxima con valores > 80%, los que disminuyen rápidamente a > 40% de punta Blanca al sur, hasta alcanzar los > 30% a la cuadra de punta San Pedro, en tanto para el sector costero esta PPMA disminuye con ascensos de pendiente variada en cada transecta, donde las menores pendientes se ubican al norte en Arica (T1) y caleta Chipana (T8) y sus máximos en cta Chucumata (T6), Guasilla (T11), Mejillones ((T12), punta Plata (T16) y punta Tres Picos (T15).

El ASAA se aprecia en todas las transectas, con una participación que se intensifica notoriamente hacia el sur de la zona, entre punta del Urcu (T9) y punta San Pedro (T18), observando un importante incremento relativo en sólo una o dos estaciones en las transectas frente a punta Pinto (T2) y punta Colorada (T6) (**Figuras 60 y 61**). Para ASAA la PPMA varía notablemente en sentido vertical de norte-sur, reconociendo su presencia (> 10%) hasta 150 m de profundidad en el borde norte y 220 m como máximo en el borde sur. De norte a sur, los núcleos de mayor PPMA se encuentran hacia el sur de la zona, alcanzando el 40% y 50% de participación en la mezcla, ubicados de preferencia en superficie y centrados entre los 50 y 100 m, alcanzan espesores que superan los 50 m, los cuales de Arica (T1) a caleta Chipana (T8) se debilitan fuertemente adelgazándose y reconociendo este tipo de aguas sólo en un 20% en las secciones del borde norte de la zona de estudio. En la costa, las isolíneas de PPMA tiende a subir hacia la superficie, encontrando una menor participación en la mezcla, sin embargo de punta Blanca al sur los núcleos de ASAA presentan mayor porcentaje, evidenciando una mayor participación de esta masas de agua en la surgencia costera.

El AESS estuvieron presentes en todas las transectas con una participación relativa más estable, al presentar esta masa de agua un núcleo desarrollado con un valor característico y similar en todas las secciones, aun cuando existe una leve disminución de la salinidad hacia el sur. Es asi que, de punta del Urcu (T9) al sur es característico y notorio una mayor mezcla de AESS con ASAA, que origina una separación de las líneas de cada estación en los diagramas, lo cual también se registra en una o dos estaciones frente punta Pinto (T2) y punta Colorada (T6) en la parte norte de la zona de estudio.

El AESS se encuentra en mayor proporción en la columna de agua (600 m) en todas las secciones, con PPMA >10% en superficie y >40% a 600 m, con un núcleo centrado en 150 m aproximadamente, el cual se presenta a lo ancho de cada transecta y disminuye gradualmente de norte a sur, de un núcleo principal de PPMA >80% a uno de >70 % en el borde sur de la zona (**Figuras 62 a 64**). Núcleo que alcanza hasta las 200 mn hacia el norte, mientras que hacia el sur su participación se debilita y tiende a separarse en dos, frente punta Blanca (T10), punta Guasilla (T11), caleta Errázuriz (T13) punta Grande (T17) y punta San Pedro (T18). En el sector costero las isolíneas de PPMA ascienden al igual que las AST y ASAA, lo que representa un aumento de participación en la mezcla de la AESS, que se intensifica de manera importante de Mejillones (T12) al sur, donde isolíneas de PPMA >70% llegan a superficie.

7.6.2.4 Circulación geostrófica

Una vez iniciado el crucero (01/11/09), en la zona de prospección se registraron 6 giros ciclónicos, ubicados a 200 mn y primeras 40 mn desde Arica a punta Camarones, 100 mn frente a Tocopilla, 120 mn de punta Tres Picos y en primeras 50 mn desde Antofagasta a Taltal, además de 2 giros anticiclónicos situados a 180

mn de Taltal de carácter intenso y moderado entre 60 a 180 mn frente a península de Mejillones, el cual favoreció la convergencia entre la latitud 21ºS y Antofagasta, lo junto a anomalías del nivel del mar de +2 a -6 cm evidencian una fuerte dinámica en la circulación geostrófica para la zona de estudio (**Figura 65**).

Avanzada la prospección (10/11/09), se produce un notable aumento de las anomalías negativas en el sector más costero, central y sur de la zona entre la costa y los 74°W, conjuntamente con un incremento en las velocidades de la circulación en la misma área, registrando el giro anticiclónico frente a Antofagasta un aumentó del 100% en sus velocidades de la circulación, mientras que las anomalías positivas en el borde suroeste se mantienen.

Hacia fines del crucero la distribución de estructuras de mesoescala son similares, con un amplio predominio de las anomalías negativas en el sector oceánico central, que se intensifican en término absoluto estableciendo giros bien desarrollados los últimos días del crucero, donde destaca el debilitamiento del giro anticiclónico ubicado en el borde suroeste, en término de anomalías y velocidad de la corriente geostrófica, y la reducción importante del giro anticiclónico ubicado frente a la península de Mejillones, asociado a un aumento de anomalías positivas del nivel del mar a lo largo de la costa.

Para el periodo y área de estudio, la circulación geostrófica muestra una importante dinámica espacial, destacando durante las tres primeras semanas una estructura ciclónica asociada a la península de Mejillones que impulso un flujo en sentido sur a norte, para posteriormente debilitarse y predominar giros ciclónicos que invierten el sentido de circulación de las corrientes geostróficas (norte-sur) durante la última semana del crucero, coincidiendo este sector con el registro de agregaciones de jurel durante las primeras semanas y donde se concentró principalmente las capturas de

jurel de la flota industrial, para posteriormente suspender la operación en el área por la ausencia del recurso en la zona de estudio

7.6.2.5 Distribución espacial y semanal de la TSM satelital

El análisis de de temperatura superior del mar por semana, muestra un incremento de la TSM en la zona norte (**Figura 66**), y el desplazamiento hacia el sur de las isotermas de mayor temperatura, evidenciando el calentamiento estacional en el área, lo cual es consistente con los datos de campo del crucero. Entre la primera y la segunda semana de noviembre, al norte de Mejillones se incrementan las temperaturas de 18ºC a valores mayores de 20ºC, mientras que la isoterma de 18ºC abarcó hasta los 25º30 LS (Sur de Taltal). Durante la tercera y cuarta semana, las TSM en la zona oceánica aumentan formando un núcleo calido del orden de 21º C que alcanza hasta los 21°LS a lo largo del eje meridional de 72ºW. La isoterma de 20ºC se extendió hasta alcanzar la península de Mejillones, predominando aguas más frías hacia el extremo sur del área de estudio.

Este núcleo cálido, estuvo inserto en una banda costera de TSM menor a 18ºC, que se localizó entre Arica y la bahía de Mejillones. Banda costera que comienza a definirse a partir de la tercera semana de noviembre, alcanzando su mayor desarrollo durante la última semana de noviembre, manteniéndose el predominio de aguas más frías hacia el extremo sur del área de estudio **(Figura 66**).

7.6.2.6 Distribución de clorofila (Cloa) satelital semanal

La distribución horizontal de la cloa satelital (**Figura 67**) es coherente con la formación de la banda costera de bajas TSM. En este sentido, las mayores concentraciones de cloa entre Arica y Antofagasta se asociaron a esta banda de surgencia, alcanzando valores >2,5 µg/L, con focos de concentración mayor a 5 µg/L

al norte de Mejillones y al sur de Iquique. Si bien es cierto, en la primera y tercera semana no hay una buena resolución de la imagen satelital (nubes) para el sur de Antofagasta, la segunda y cuarta semana muestran concentraciones altas de cloa hacia fines del crucero.

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

De manera general, se puede señalar que la especie se reportó distribuida en la parte central del área prospectada, de preferencia dentro de las 100 mn en la zona de estudio. Respecto a la distribución batimétrica esta indica que el recurso se presentó en la columna de agua desde la superficie hasta aproximadamente los 50 m de profundidad, con una marcada preferencia por los primeros 25 m de la columna de agua donde se presenta la gran mayoría de las celdas (70%). Situación que es similar a lo descrito en años precedentes (Braun ***et al.,*** 1995, Cordova ***et al***, 2007a y 2008).

Con respecto a los diferentes planos, en la capa que abarca desde la superficie hasta los 25 m, la especie presentó una cobertura geográfica moderada con un IOC 0,72 %, con agregaciones muy definidas localizadas en la zona central (**Tabla 34 y Figura 68a**). En este sentido, la distribución espacial de las agregaciones indica que el jurel se concentró exclusivamente al SW de Tocopilla con un núcleo principal ubicado a unas 50 mn al norte de Mejillones, en un sector de gradientes térmicos moderados. En cuanto al índice de ocupación (Nº de píxeles positivas/Nº de píxeles positivos totales), el 99,7% correspondió a píxeles de baja densidad, 0,2% a celdas de mediana densidad y el 0,1% a concentraciones altas (**Tabla 34**), lo que respecto al año pasado, muestra para este periodo una menor cobertura espacial de las bajas densidades al registrar estas un 7,2% el 2008 (Cordova, ***et al.***, 2008).

En la capa de 26 a 50 m de profundidad, el jurel exhibió sus menores concentraciones con una distribución espacial mucho más restringida, un patrón similar al estrato anterior y un índice de ocupación (IOC) más bajo que lo observado en el plano superficial, que alcanzó a 0,29% de cuadrículas totales positivas (**Tabla 34 y Figura 68b**), con un claro dominio de la categoría de más baja densidad (**Tabla 34**). En esta capa, la distribución del recurso se mantuvo en el sector centro del área de estudio.

Tabla 34
Índices de ocupación (en porcentaje) de las cartografías de distribución de jurel en las capas de 5, 50 y 100 m.

	Superficie–25 m.		Capa 26-100 m.		Superficie-50 m.	
	Celdas positivas	**Celdas totales**	**Celdas positivas**	**Celdas totales**	**Celdas positivas**	**Celdas totales**
Densidad Baja	99,7	0,72	97,6	0,29	98,4	0,9
Densidad Media	0,2	0,001	2,4	0,007	1,5	0,005
Densidad Alta	0,1	0,0006	0,0	0,0	0,1	0,0006

+ : Cuadrículas positivas.

t. : cuadrículas totales.

7.6.4 Análisis integrado

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

Se realizó un análisis visual de los distintos planos y cartografías. Asimismo, se establecieron tabulaciones cruzadas (crosstabulación) con el propósito de estimar los rangos óptimos de preferencia de la especie en relación a los parámetros ambientales y además calcular los coeficientes Cramer de las cartografías de distribución de jurel, respecto de las variables ambientales se utilizaron unicamente

las capas superficial y 25 m, en atención a que no se registró cobertura geográfica de jurel en el estrato más profundos (51-100 m).

En relación con la temperatura

En general, para la región de estudio dominan las isotermas mayores a 17°C (**Figura 69a**). En este sentido el jurel mostró una distribución espacial reducida con un IOC de 0,72 en zonas relativamente costeras, con agregaciones muy definidas en sectores con diferenciales térmicos moderados, lo que difiere a lo reportado por Silva ***et al.*****,** 2003 quienes indican relaciones entre especies pelágicas y gradientes térmicos más intensos. La relación entre los píxeles con presencia de jurel y la TSM, muestra que el recurso se presentó en un rango de TSM desde los 16ºC hasta los 18,9ºC, con una clara preferencia entre los 17-18ºC (**Figura 74a**), lo que difiere a lo reportado por Silva ***et al*.**, 2003 y Braun ***et al*.**, 2005, los cuales indican para la especie un rango más alto de temperaturas entre 19 a 20,9ºC, situación inversa a lo informado por Cordova ***et al.***, 2008 y 2009, donde el recurso se ubicó de preferencia en un rango de menor temperatura (15-17 y 17-18°C), registrándose condiciones oceanográficas más frías (La Niña) el 2007 y de pre Niña el 2008 en la zona de estudio.El índice de Cramer entre las variables es de 0,10 indicando una asociación moderada entre las variables (α =0,05) (**Tabla 35**), situación que se mantiene respecto al gradiente térmico (0,08), lo cual podría estar sustentado por la baja presencia del recurso y la tendencia de estos a ubicarse en los bordes del gradiente térmico, asociado presumiblemente a un menor gasto energético.

En el estrato de 26- 50 m de profundidad, el jurel muestra una repartición esporádica y ubicada en la zona central, con una distribución muy escasa (0,29%) y centrada preferentemente frente a Tocopilla, donde se observan diferenciales bajos de temperatura y salinidad (**Figura 69b**). La **Figura 75a** muestra que el recurso se

reporta principalmente en temperaturas que van desde 14 a 17,9°C, con acentuada preferencia por la temperatura de 16 a 18 °C. La asociación entre el recurso jurel y la temperatura es baja con un índice Cramer de 0,08 (α =0,05), lo que al igual que el estrato superior puede estar motivado por la baja presencia de jurel en esta capa (**Tabla 35**).

En la zona de estudio, los rangos preferenciales de jurel este año muestran valores superiores a lo registrado en la zona prospectada el 2007, donde se observaron temperaturas bastante menores a las del crucero, al encontrarse la zona bajo un intenso evento "La Niña" que afectó todo el litoral del país.

Tabla 35
Coeficientes de Cramer de las cartografías de distribución de jurel, respecto de las variables ambientales en las capas de superficie y 26-50 m.

VARIABLE (todos los rangos)		Superficie-25 m	26 – 50 m
Temperatura	(°C)	0,10	0,04
Salinidad	(psu)	0,08	0,04
Gradiente térmico	(ºC/mn)	0,08	0,05
Gradiente salino	(psu/mn)	0,10	0,06
Densidad	(σt)	0,05	0,03
Oxígeno	(ml/L)	0,04	0,04
CDP	(Sa)	0,05	0,02
Eufáusidos	(ind/1000m3)	0,06	0,03
Larvas Eufáusidos	(ind/1000m3)	0,08	0,02

Nota : Eufáusidos y capa de dispersión profunda valores integrados en la columna de agua.

<u>En relación con la salinidad</u>

La distribución geográfica de la salinidad mostró aguas más salinas en el sector norte, respecto al sector sur, que genera un diferencial en el sentido norte-sur. En este sentido, la especie exhibió una distribución espacial reducida, con agregaciones muy definidas en lugares de diferenciales salinos moderados (**Figura 70a**). La proporción entre los píxeles con presencia de jurel y la salinidad muestra que el recurso se presentó en un amplio rango de salinidades desde los 34,6 hasta los

34,99 psu, con una preferencia por los 34,8-34,89 psu (**Figura 74b**), lo que difiere a lo acontecido el año pasado, donde el limite del rango preferencial fue levemente menor (34,5-34,79 psu) (Córdova ***et al.***, 2009). El índice de Cramer entre las variables es de 0,08, indicado una asociación débil entre las variables (α =0,05), el cual se incrementa respecto al gradiente salino a 0,10 (**Tabla 35**).

En el plano de 26 – 50 m de profundidad, la salinidad mantiene el patrón de distribución del estrato superficial con valores mayores en el sector norte, mientras que en el sur se mantienen bajos valores de densidad (**Figura 70b**). En este sentido, la reducida presencia de jurel en este plano asociado al sector centro del área de estudio, muestra para el recurso un rango de distribución entre 34,6 a 34,99 psu, con una preferencia por 34,8 a 34,89 psu (**Figura 75b**). El índice de Cramer tanto para la salinidad (0,04) y gradientes salinos (0,06) fueron bajos, razón por lo cual no es significativa (α =0,05), indicando un reducido grado de asociación de las variables que puede ser efecto de la baja presencia del recurso en esta capa.

En general, las abundancias de jurel estuvieron asociadas a rangos preferenciales mayores que el 2007 y 2008, lo cual se explicaría por la presencia de un evento (la Niña) de carácter intenso presente en la costa de Chile durante el 2007 y de pre Niña el 2008.

<u>En relación con la densidad</u>

En superficie (**Figura 71a**), la distribución horizontal de la densidad del agua mostró el predominio de aguas menos densas en el extremo norte, con una participación que se contrae hacia el sur, generando un gradiente de densidad diagonal con vértices frente a Arica y Antofagasta, que determinó valores entre los 24,3 y 26,0 $\sigma_{t,}$ y una clara preferencia del recurso por el intervalo de 25,0-25,39 (σ_t)

(**Figura 74c**). En general predominaron aguas de menor densidad <25,4 (σ_t) en la zona de estudio, determinado para el recurso y la densidad, a diferencia del año pasado, una asociación no significativa con un bajo índice de Cramer que alcanzó a 0,05 (**Tabla 35**).

A los 26-50 m de profundidad, las densidades del agua no siguen el mismo patrón de la salinidad del estrato superficial, apreciando en este estrato el predominio de densidades mayores entre 25 y 26,25 (σ_t), con densidades altas en la costa que se extiende hacia el océano y valores menores desde el océano hasta las inmediaciones de Mejillones (**Figura 71b**). Es así que, la proporción entre los píxeles con presencia de jurel y la densidad muestra que el jurel se reportó entre los 25,0 y 25,59 σ_t con una clara preferencia por las aguas de 25,0-25,39 σ_t, (**Figura 75c**), lo cual difiere con un rango de distribución 25,2-26,19 σ_t registrado durante el 2008. En cuanto a la asociación de las variables, ésta es no significativa (α= 0,05) registrando un índice de Cramer de 0,03 (**Tabla 35**).

<u>En relación con el oxígeno</u>

En el plano superficial, la distribución espacial del oxígeno disuelto presentó valores entre 2,4 a 6,6 ml/L, con una repartición geográfica bien caracterizada por niveles de concentración >5 ml/L que determinó una distribución homogénea en este estrato (**Figura 72a**). En este sentido, la especie se reportó únicamente en el rango 5,0-5,9 ml/L, que es coincidente con lo reportado (>5 mnl/L) para años anteriores (Córdova ***et al***., 2008 y 2009). En este estrato, la asociación entre las variables no fue significativa registrando un índice de Cramer de 0,04 (**Tabla 35**).

En la capa de 26 a 50 m, la distribución horizontal del oxígeno mantiene el mismo patrón de superficie, registrando el rango de distribución un incremento producto de una mayor presencia de bajos valores de oxígeno en la costa, asociado a procesos de surgencia. En relación al jurel, se mantiene una marcada preferencia por aguas oxigenadas (5,0-5,9 ml/L) como lo registrado en anteriores evaluaciones e la zona de estudio. Por otra parte, el índice de Cramer vuelve a exhibir una baja correlación (0,04), presumiblemente por la baja presencia del recurso en el estrato.

En relación con la capa de dispersión profunda (CDP)

La distribución horizontal de la CDP mostró valores regulares en la zona, donde las mayores concentraciones se localizaron al norte de Tocopilla, mientras que hacia el sur predominaron bajas densidades de jurel (**Figura 73a**). Respecto a la relación entre la CDP y el jurel, se debe destacar que la presencia importante de mictófidos en los estómagos de jurel y la detección del recurso en sectores donde se registra presencia de CDP, sugieren una relación entre estas variables, sin embargo, las escasas densidades del recurso en la prospección determinaron un bajo índice de asociación (0,05), situación que difiere de años anteriores donde el grado de asociación fue de 0,16 (2007) y 0,14 (2008), con volúmenes de biomasa que superaron las 260.000 t en la zona de estudio.

En relación con los eufáusidos y larvas de eufáusidos

Los eufáusidos constituyen un grupo relevante por cuanto son un ítems de importancia en la alimentación de jurel, como ha sido reportado por Medina y Arancibia (2002) y Cordova ***et al.***, 2008.

Luego, la distribución espacial de los eufausidos muestra que las mayores concentraciones se ubicaron al norte de punta Lobos, registrando hacia el sur y donde se detectó el recurso el dominio de bajos valores de densidad, que sugieren una escasa relación entre predador y presa (**Figura 73b y c**). En este sentido, es importante señalar que este año la abundancia de eufáusidos mantiene una fuerte reducción de un 50 % respecto al año 2006, lo cual explicaría la nula asociación (0,06) entre los registros esta variable para el año 2009, el 2008 (0,07) y 2007 (0,05), respecto a una relación significativa de 0,18 observada durante el 2006 en la zona de estudio.

b) Señal latitudinal del jurel y su relación con variables oceanográficas

Las señales latitudinales de la densidad acústicas de jurel expresado en S_A y las variables hidrológicas temperatura y gradiente térmico superficial se muestran en las **Figura 76**. Estas, en general, presentan una marcada disminución en el sentido norte-sur lo que es consecuente con la climatología local.

En la franja costera (que se extiende desde la costa hasta 50 mn), se puede observar que la concentración de jurel estuvo ubicada al norte de Mejillones, el cual se caracterizó por estar relacionados con zonas de gradiente térmicos moderados, donde se registró un evento de surgencia (punta Blanca a Mejillones), restringiéndose este foco al borde externo de aguas de 17,0ºC (.**Figura 76a**).

En la señal intermedia (entre 51 y 100 mn de la costa), se aprecia que las concentraciones de jurel se presentaron entre Tocopilla y Mejillones, destacando que las agregaciones de la especie se corresponden con grandes cambios latitudinales negativos de la temperatura, es decir, la temperatura presenta un continúo descenso

en la dirección norte-sur (**Figura 76b**), y además corresponden a sectores donde se presentan diferenciales térmicos moderados.

En la banda oceánica (desde 101 mn hacia el oeste) se observa que la señal de densidad indica concentración del recurso a 130 mn al noroeste de Tocopilla, con agregaciones donde se registran cambios latitudinales negativos de la temperatura y se reporta la presencia de débiles gradientes térmicos (**Figura 76c**)

c) Centros de gravedad

Las evaluaciones de jurel efectuadas durante noviembre entre los años 2006 al 2009, muestran cambios en el uso del espacio por parte del recurso, observando a través de sus distribuciones espaciales representada por sus centros de gravedad, una clara tendencia a ubicarse sus centro de gravedad hacia el extremo sur del area de estudio (**Figura 77**). Es importante señalar que estos resultados son coherentes con el aumento de las agregaciones de jurel registradas los últimos años en evaluaciones de pequeños pelágicos realizadas entre la III y IV región, donde agregaciones relevantes del recurso que han generado importante volúmenes de biomasa se han detectado de Caldera al sur (Castillo ***et al.,*** 2008).

Manuscrito en Inglés.

En relación a manuscrito en inglés se preparó el resumen ejecutivo (abstract) con los principales resultados del estudio para presentarse o publicar en revistas técnicas de difusión. (Se incluye al inicio del documento).

VIII. DISCUSIÓN

La biomasa de jurel estimada en primavera en la ZEE para el 2009 (18.457 t), está sustentada principalmente por una reducida concentración del recurso en el sector central dentro de la ZEE, mientras que las 257.919 t evaluadas para anchoveta se restringen hacia el sector costero, no sobrepasando las 50 millas de la costa.

La precisión del estimado de biomasa de jurel fue menor (12,54%) a la proyectada en el diseño de muestreo para la prospección (CV =30,09%), valor que es menor a lo registrado en noviembre del 2007 (23,35%), del 2006 (14,29%) y abril del 2002 (18,2%), pero bastante cercano a lo registrado el 2008 (11,22%), donde al igual que este año la distribución de jurel presentó una mayor homogeneidad en las densidades acústicas, que determinaron en las primeras 100 mn una zona amplia de concentración el 2008 y bastante reducida el 2009, respecto de años anteriores. En este sentido, durante el estudio las agregaciones de jurel fueron menos contagiosas y de menor densidad, lo que sustenta el nivel de precisión alcanzado, el cual se encuentra en el orden de lo registrado para jurel durante el invierno en la zona centro sur (8–17%), donde se concentra principalmente su pesquería en el país.

La evaluación de los métodos propuestos para estimar la varianza de la biomasa (Conglomerado, Estrato Agrupado, Bootstrap y Geoestadístico), determinó para jurel una mayor precisión en el método Geoestadístico. El mayor aporte a la variabilidad total proviene del muestreo acústico, que es reflejo del patrón de distribución de los recursos, razón por lo cual en general el método Geoestadístico, entrega indicadores de variabilidad menor que los otros métodos. En general, los métodos de Estratos Agrupados y Bootstrap entregan mejores indicadores del CV en distribuciones de mayor variabilidad, mientras que los

alcanzados con el método de Conglomerado son menores sólo cuando presentan una menor variabilidad entre y dentro de la transecta.

La distribución espacial de jurel en el estudio, se caracterizó por la presencia de agregaciones del recurso ubicadas paralelas a la costa, coincidiendo este patrón de repartición con lo registrado en estudios realizados entre 1985 a 1995, 2002, 2006, 2007 y 2008, en la zona de estudio, así como desde 1997 a 2009 en la zona centro-sur del país, formando las agregaciones de jurel sectores de baja densidad alejados de la costa, con un reducido incremento de altas concentraciones.

Este año en particular, la anchoveta cuya distribución espacial estuvo eminentemente ligada al sector costero, no registró un alto grado de contagio en las agregaciones característico en sus distribuciones espaciales de abundancia, detectando un menor número de focos de alta densidad y una disminución sostenida en la variabilidad de los estimados con coeficiente de variación de 22,80% (2007), 13,46% (2008) y 8,2% (2009), lo cual puede ser producto de una tendencia negativa en su disponibilidad costera, como lo muestran los menores desembarque del recurso entre la XV a II región registrado durante el 2008 (-13%) y 2009 (-28%) (Sernapesca, 2008 -2009).

En profundidad, el jurel se concentró totalmente entre 0 y 50 m, con un patrón histórico similar al registrado en las evaluaciones acústicas realizadas en 1985 a 1995, 2002 y 2007-2008, lo cual es bastante distinto a lo registrado hacia el sur, donde el recurso alcanza mayor profundidad (160 a 180 m). Esta diferencia en profundidad calza plenamente con una marcada estratificación latitudinal de las tallas observadas históricamente en los desembarques de jurel en el país, al registrar en el norte ejemplares pequeños que no superan los 30 cm, en tanto en el sector sur estos alcanzan tamaños de 45 y 50 cm.

En la zona de estudio, las 18.457 t estimadas para jurel indica un fuerte decremento (-83,89%, -93,22% y -92,86%), respecto a lo evaluado en noviembre del 2006 (114.600 t), 2007 (272.600 t) y 2008 (258.836 t), evidenciando una fuerte contracción en la distribución espacial y disminución de las altas densidades del recurso. En este sentido, cambios importantes en el uso del espacio por parte del recurso se observan a través de sus distribuciones espaciales, donde para los últimos años sus centros de gravedad muestran un marcado desplazamiento hacia el extremo sur del área de estudio. Resultado que es coherente con un desplazamiento hacia el sur de las áreas de pesca de jurel (jefes de flota y capitanes com. pers.) y el aumento de las agregaciones de jurel registradas los últimos años en el sector costero entre la III y IV región (Castillo ***et al.,*** 2008), sugiriendo un cambio espacial importante para el recurso.

Estos cambios espaciales de desplazamiento y disminución de abundancias del jurel, se asemejan a lo registrado en la zona sur donde se localiza principalmente la pesquería, donde se observo dentro de la ZEE desde 1997 a 2001 un aumento sostenido de la biomasa en este sector durante ese periodo (3,75 a 6,14 millones de toneladas), en tanto fuera de la ZEE, la zona de 200 a 300 mn de la costa revela una leve tendencia decreciente en la densidad acústica entre el 2003 y 2007, mientras que el sector de 300 a 400 mn son más estables, lo que sugirió el inicio incipiente del proceso de disminución de la disponibilidad observada en la ZEE entre 2002 y 2007, y que este año se ratifico al mantenerse un reducido volumen de biomasa sobre las 200 mn de la costa. Variaciones de la abundancia respecto a su ubicación frente a la costa, que confirma el fuerte cambio en el uso espacial de jurel en los últimos años.

La amplitud de la distribución espacial de jurel y su movilidad, dificulta establecer el área de prospección con fines de evaluación, siendo necesario, dado el carácter alternativo del recurso a la pesquería de anchoveta que no permite disponer de información acertiva de su disponibilidad espacial, contar con la ejecución de prospecciones rápidas que apoyen a la determinación de área de evaluación, entregando de manera anticipada antecedentes de la distribución espacial del recurso facilitando la incorporación de áreas importantes de abundancia de jurel a la evaluación.

En relación al ambiente, la distribución de las variables, estructuras oceanográficas verticales y sus anomalías para el área y período de estudio, evidenció la entrada de Aguas Subtropicales desde el norte que genera un gradiente longitudinal (Norte-Sur) de temperatura y salinidad, reconocida por anomalías significativas de ambas variables (>1ºC y > 0,1 psu) dentro de las 100 mn hasta alcanzar los 22ºLS, mientras que hacia el sur, condiciones frías se registraron con bajas salinidades dado procesos locales de surgencias, vientos y circulación, que favorecieron las menores temperaturas en superficie, registrando anomalías de +2 y +3ºC en el sector norte que indican el inicio de un evento calido EL NIÑO (2009-2010) a mediado de noviembre en la zona, el cual estuvo presente desde octubre en el Pacifico Ecuatorial central.

En la zona se reconoce la presencia de Aguas Subtropicales (AST), Aguas Ecuatoriales subsuperficiales (AESS) y Aguas Subantárticas (ASAA), con afloramiento intermedio de aguas entre AST y AESS y ASAA, dado principalmente por la intensidad del viento del S y SE que predominaron en el 99,2% de las mediciones durante el crucero, favoreciendo el proceso de surgencia a lo largo de la costa. Asimismo, el sector norte muestra una mayor proporción en la mezcla de

AST respecto a las ASAA, evidenciando la influencia del desarrollo de un régimen El Niño en la capa superficial del océano en la zona norte del país.

En este sentido, los resultados de las anomalías que representan la comparación de la información observada (crucero) y un promedio histórico o climatología de la zona, junto con el comportamiento de las variables oceanográficas descritas para el área de estudio, permite aseverar que durante el crucero la zona de estudio se encuentra bajo condiciones de pre Niño (proceso de calentamiento) que afecta toda el área, siendo consistente con valores de anomalías ligeramente positivos al sur del Perú, y condiciones ambientales calidas (+2ºC) presentes desde octubre en el Pacifico Ecuatorial Central (**Figura 78**), y los resultados del crucero de Monitoreo de las Condiciones Bio-Oceanográficas de la Zona Norte (MOBIO), realizado el mes de septiembre-octubre de 2009 (Braun ***et al.***, 2010), que indican la presencia de condiciones normales y típicas para el período en la zona norte.

En este sentido, durante el crucero se registra una fuerte dinámica en los procesos cercanos de mesoescala denominados giros, los que claramente modifican las propiedades de la columna de agua. Es así que, el giro ciclónico produce un descenso del nivel del mar y ascenso de aguas bajo la termoclina, generando bajo esta, una perturbación en forma de la cima de una onda en las isolíneas de temperatura, salinidad y densidad, lo cual se ve confirmado por el ascenso de la isoterma de 15° C en el centro del giro, la disminución del espesor de la termoclina por el ascenso de la base de esta y el aumento del gradiente promedio y máximo de la termoclina en esta área casi circular (Bakun,

2006). Por otra parte, en el giro anticiclónico se produce un efecto contrario, ya que genera un levantamiento o monte en el nivel del mar y un descenso de las isolíneas bajo la termoclina, por lo cual esta asociado a perturbaciones en forma de onda, generando la profundidad de la isoterma de 15°C, el aumento del

espesor de la capa de mezcla y la disminución del gradiente máximo y de la distribución de la anomalía geopotencial.

Además de estos tipos de giros claramente definidos, la circulación geostrófica, altimetría y distribuciones horizontales de temperatura y salinidad sugieren que al norte de Mejillones y sur de Antofagasta giros ciclónicos bordean el entorno de la distribución espacial de jurel, donde existirían procesos de concentración de alimento. Estas estructuras alteran la estructura vertical de densidad, que en conjunto con las temperaturas superficiales sugieren la presencia de una lengua de surgencia que se desplaza en sentido anti-horario frente a Antofagasta, producto de un acercamiento e intensificación de un giro anticiclónico frente a la península de Mejillones, que incrementa los flujos costeros hacia el nor-noroeste entre los 21º y 25ºLS, generando un transporte que restringe las aguas que afloran en la costa desde Antofagasta al norte, donde la capa superficial fue somera, registrando en este sector capturas comerciales de jurel y la totalidad de las densidades de jurel en la evaluación. Estructura que esta presente durante invierno de 2005 – 2007, verano del 2007 y primavera del 2008, lo cual parece indicar la sinopticidad del proceso donde se combinan la advección de agua superficial menos salina desde el sur por el jet costero y la surgencia en la península de Mejillones (Braun ***et al.***, 2008; Córdova ***et al.,*** 2007, 2008 y 2009)

En este sentido, es importante destacar que durante las dos primeras semanas prevaleció en la zona estructuras ciclónicas y anticiclónicas asociadas a la península de Mejillones, que impulso un flujo en sentido sur a norte coincidiendo este sector en espacio y tiempo, con las densidades de jurel registrada en el crucero en la primera quincena del mes, donde además se concentró principalmente las capturas de jurel de la flota industrial, para posteriormente giros anticiclónicos intensificar e invertir el sentido a norte-sur durante la tercera y cuarta

semana de crucero, observando en la segunda quincena de noviembre la suspensión de las operaciones de pesca en el área por la ausencia del recurso en este sector.

Al igual que años anteriores, la distribución espacial de jurel durante el crucero muestra una localización en la zona adyacente a la banda costera, correspondiente a límite exterior del área de influencia de la surgencia, mientras que la anchoveta se ubicó dentro de ella, al coincidir con la banda de menores temperaturas y mayores salinidades con las que fueron caracterizadas las aguas de surgencia, evidenciando una estratificación espacial de los recursos, respecto a la zona de surgencia, al ubicarse dentro de ella la anchoveta y por fuera el jurel. Situación que este año dado la baja abundancia de jurel, se presenta de manera moderada con respecto al 2006 donde hubo mayor presencia del recurso y gradientes termo-salino más intensos ligados fuertemente a la costa, no obstante esta condición particular dominante en la zona norte, se verifica la relación que ha sido descrita para anchoveta en la zona de estudios, donde esta especie esta fuertemente relacionada con valores bajos de temperaturas que se encuentran entre el frente térmico-halino y la costa (Castillo ***et al.***, 1995**)**

Por otra parte, los máximos valores de abundancia en los grupos zooplanctónicos se concentraron en el sector costero, en tanto la distribución del jurel fue más oceánica, no coincidiendo en el espacio la mayor frecuencia de altas densidades de eufáusidos con las agregaciones de jurel, como se observo en años anteriores, sugiriendo una posible asociación alimentaría entre los eufausidos y jurel, dado que los eufáusidos son ítems importante en la dieta de jurel para la zona norte y sur de Chile. Luego, la escasa presencia de jurel dificulto analizar esta relación en la zona de estudio, como se observó durante noviembre del 2006, siendo el bajo número de registro detectados un factor importantes en este resultado, si se considera que este año los

ítems más relevantes en su dieta fueron mictófidos (48,87%) y crustáceos (48,64%), reconociendo a jurel como un predador oportunista con una baja selectividad por especies, que actúa sobre aquellas presas que presentan una mayor concentración en la zona de distribución el recurso.

Las evaluaciones hidroacústicas efectuadas en invierno en la zona central de Chile (1997-2009), muestran cambios en la distribución espacial del recurso jurel, así como una fluctuación intranual en las variables bio-oceanográficas, causadas preferentemente por la influencia de eventos cálidos y fríos que han afectado el área. Sin embargo, frente a estas variaciones ambientales el jurel ha presentado rangos preferenciales en las variables hidrológicas, lo que muestra que el jurel puede ser clasificando como ambiente georreferenciado. Característica que se ratifica durante este estudio, puesto que el jurel se ubicó en rangos de preferencia en los distintos estratos (temperatura 16-18°C; salinidad 34,8-34,99 psu y oxígeno 5-6 mL/L).

Los centros de gravedad de la distribución de jurel muestran un importante desplazamiento desde el 2006 al 2008 y la fuerte caída de la biomasa del recurso (-90%) en la zona de estudio.Sin embargo, para los tres últimos años un incremento importante en la abundancia de jurel dentro de las 25 mn en la III y IV región (244.000, 307.100 y 364.345 t), sugiere una intensificación en el ingreso del jurel hacia la costa por la convergencia subtropical, siguiendo un mecanismo similar a lo registrado en el sector sur (corriente de deriva del oeste). En este sentido es importante señalar un comportamiento similar al registrado en la zona donde se localiza principalmente su pesquería, que de mantenerse podría sugerir para jurel la expansión del proceso regresivo observado en la distribución y abundancia de jurel en la zona centro sur del país.

Luego, bajo este escenario y considerando la trascendencia de los resultados alcanzados en la zona de la pesquería (centro-sur) para la administración y manejo del recurso como para el sector privado extractivo, al detectar un alto porcentaje de ejemplares pequeños (1997) y la disminución importante y sostenida de la disponibilidad de jurel dentro de la ZEE, que durante el 2007 alcanzó su máximo, operando la flota principalmente en y sobre las 200 mn de la costa, sin completar la cuota anual de captura asignada para el 2007, 2008 y 2009. Contar con una evaluación extendida hacia el sur, o una adicional en la III y IV región, permitirá conocer cambios de abundancia y su localización espacial, a través de prácticamente toda el área de distribución del jurel en las costa de Chile, mejorando el entendimiento de estos procesos a gran escala, lo que junto a otros estudio de desove del jurel ("Condiciones biológicas de jurel en alta mar"), permitirá visualizar y aportar antecedentes sobre una inter relación entre zona de crianza, engorda y desove, validando un modelo conceptual y estructurado de la población de jurel

IX. CONCLUSIONES

9.1 Acústica

9.1.1 La biomasa de jurel para la zona comprendida desde Arica (18° 25'LS) a Taltal (25° 30'LS) y desde 1 y 200 millas de la costa, estimada por el método Geoestadístico fue de 18.457 t, con un coeficiente de variación (CV) de 12,54%, donde este método presentó la mayor precisión y su biomasa no fue diferente a la estimada por los otros métodos.

9.1.2 La abundancia numérica total alcanzó a 132,409 millones de ejemplares, los cuales se ubicaron principalmente en la zona centro del área prospectada y representan un fuerte decremento en relación a lo cuantificado en abril del 2002 (392 millones de individuos) e importante respecto a noviembre del 2006, 2007 y 2008 (1.470, 1.450 y 3.406 millones de individuos).

9.1.3 El recurso se localizó principalmente desde el sur de punta Lobos a Antofagasta, concentrándose las mayores abundancias a 90 mn frente caleta Cobija y a 20 mn de Mejillones y Antofagasta.

9.1.4 El 100% de las agregaciones de jurel se ubicaron entre la superficie y los 50 m de profundidad.

9.1.5 El patrón de distribución espacial del recurso este año no se corresponde con lo observado el 2007 y 2008, es decir una cuña cuyo vértice superior se situaba cerca de la costa en Pisagua y su base alcanza el sur oceánico, manteniendo la característica de agregaciones alargadas perpendiculares a la costa.

9.1.6 En la zona de estudio, los centros de gravedad de las distribuciones espaciales de jurel muestran un marcado desplazamiento hacia el sur entre el 2006 y 2008, sugiriendo un repliegue del recurso hacia mayores latitudes,

además de registrar este año el valor mas bajo de biomasa evaluado para este periodo.

9.2 Pesca

9.2.1 El 95,47% de la captura correspondió a jurel, en tanto el 4,53% lo constituyó la fauna acompañante. El mayor aporte en la fauna acompañante correspondió a la especie anchoveta ***Engraulis ringens*** (4,47%) y caballa ***Scomber japonicus*** (0,042%).

9.2.2 Se capturaron ejemplares de jurel entre 16 a 33 cm, donde un 91,30% se agrupó entre los 19 a 26 cm, y la moda alcanzó los 21 cm de longitud horquilla, evidenciando un incremento respecto al 2008 (moda=18 cm), siendo consistente con lo registrado anualmente por la flota, sugiriendo un desplazamiento de la estructura de tamaño del stock en la zona de estudio.

9.2.3 La principal fauna íctica asociada a las capturas de jurel son, anchoveta, caballa y jibia, al encontrarse presente en los lances realizados y presentar alto nivel de similitud, evidenciando el carácter monoespecífico de la captura de jurel en el estudio y pesquería.

9.2.4 La composición demográfica estuvo compuesta por los grupos edad de II a VII, siendo los principales el II y III que participan en el área total con un 41,17 y 42,08%, respectivamente.

9.3 Oceanografía

9.3.1 La zona de estudio, evidencia el comienzo de un evento El Niño que estuvo presente solo en la región Pacifico Ecuatorial, donde los campos horizontales y verticales de temperatura y salinidad presentan valores relativamente superiores a otros años para el mismo período, aunque los proceso

oceanográficos como surgencia, lenguas de surgencia, la bande costera y giros de meso escala se mantienen.

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

9.3.3 Al igual que el 2007 y 2008, el jurel presentó abundancia alejada de la costa, asociada al límite de una estructura de mesoescala ciclónica.

9.4 Plancton

9.4.1 Los grupos copépodos, quetognatos, brachiopodos, larvas de eufáusidos, sinóforos, salpas, doliólidos y apendicularias, aportan el 94% a la abundancia relativa total. Registrando este año en particular una merma de diversidad, riqueza y homogeneidad en las estaciones realizadas en la zona de estudio.

9.4.2 El 62% de los taxas incrementaron su densidad media con respecto al año 2008, exceptuando a larvas de decápodos, ctenóforos, isópodos poliquetos, salpas, foraminíferos, radiolarios y estomatópodos. Registrándose la densidad media más alta después del año 2006.

9.4.3 Los mayores valores de la biomasa zooplanctónica se registraron a lo largo de todo el borde costero de la zona explorada, con un incremento en los sectores de mayor surgencia.

9.4.4 Las magnitudes de los valores obtenidos en los índices comunitarios presentaron una relación inversamente proporcional a los valores de las densidades medias anuales registradas para la zona de estudio.

9.5 Alimentación

9.5.1 Para jurel los peces mictófidos (48,87%) y crustáceos (48,64%), constituyen los ítemes presa más relevante existiendo cambios significativos respecto al 2008 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 peces mictófidos y presas cuyo tamaño no varían en un amplio rango.

9.6 Asociaciones

9.6.1 Los rangos de distribución del jurel respecto de las variables ambientales indican que el recurso se localizó, en el estrato superficial, en aguas cuya temperatura varía desde 16°C hasta 19°C con una clara preferencia por aguas de 16-18°C. Con respecto a la salinidad, el recurso se distribuyó en un rango de 34,6 a 34,99 psu (capa superficial), con una inclinación por aguas de 34,8-34,99 psu, evidenciando el carácter de ambiente georreferenciado en la zona de estudio.

X. 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.

Arcos, D. F. 1975. Copépodos Calanoídeos de la Bahía de Concepción, Chile. Conocimiento sistemático y variación estacional. Gayana Zool. 32:1 - 31.

Bahamonde, R., C. Lang y J. Córdova. 2009. Determinación de la distribución espacial de jurel entre la XV y II Regiones, año 2009. Pesca de Investigación. Informe Final. Instituto de Fomento Pesquero. Valparaíso, Chile (38 p).

Barbieri, M. A. 1981. Variabilité desdonnes acoustiques utilicées dans l' evaluation des bomasses halieutiques par echo-Integration. Thesis doctorat 3eme cycle. Univ. Bretgne Occidentale, Brest (Francia), 197 pp.

Barbieri, M. A. y 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, G. Bohm, J. L. Blanco, E. Yáñez, V. Catasti, H. Robotham, H Arancibia, O. Guzmám y F. Gerlotto. 1996. Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la zona centro-sur (fase crucero metodológico).Informe de final al FIP 95-07. IFOP, Chile. 52 p + anexos y figs.

Barnes, R. 1986. Zoología de los invertebrados. México, D.F., Interamericana. 1.157 p.

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

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

Bakun, A. and R.H. Parrish. 1982. Turbulence, transport, and pelagic fish in the Califomia and Peru Current systems. *CalCOFI Reports* 23*:* 99-112.

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

Bakun A. 2006. Fronts and eddies as key structures in the habitat of marine fish larvae: Opportunity, adaptaive response and competitive advantage, Scientia Marina 70 (S2): 105-122.

Blanco, J. L. 1996. Variabilidad térmica y salina en la zona norte de Chile. Informe interno para IFOP.

Blanco, J. L. A. C. Thomas, M. E. Carr y P. T Strub. 2001. Seasonal climatology of hidrographics conditions in the upweling region off northern Chile. J. Geophis, Res., 106, C6, 11451-11467.

Boltovskoy, 1981. Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publicación especial del INIDEP, Mar del Plata, Argentina.

Bougis 1974, P. 1974. Ecologie du plancton marin. II. Le zooplancton. 200 p.

Braun, M., J. Blanco, J. Osses y J. Castillo. 1995. Monitoreo mensual de las condiciones biooceanograficas en la I y II Regiones. Informe Final Proyecto FIP-IT/96-07. Instituto de Fomento Pesquero.

Braun, M., H. Reyes, J. Osses, J. Castillo, y V. Catasti 2001. Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas en la I y II Regiones, año 2000. Informe Final Proyecto FIP N° 2000-01. Instituto de Fomento Pesquero.

Braun, M., H. Reyes, J. Osses, J. Castillo, y V. Catasti 2002. Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas en la I y II Regiones, año 2001. Informe Final Proyecto FIP N° 2001-01. Instituto de Fomento Pesquero.

Braun, M., H. Reyes, V. Valenzuela, J. Castillo, J. Osses y V. Catasti 2004. Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas en la I y II Regiones, año 2002. Informe Final Proyecto FIP N° 2002-01. Instituto de Fomento Pesquero.

Braun, M., H. Reyes, E. Pizarro, J. Castillo, J. Saavedra, V. Catasti y V. Valenzuela. 2005. Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas en la I y IV Regiones, año 2004. Informe Final FIP N°2004-01. Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile). 300 pp + Anexos.

Braun, M., H. Reyes, V. Valenzuela, J. Castillo, J. Letelier, M. Pizarro, V. Catasti, J. Saavedra & F. Espíndola. 2008b. Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas entre la I y IV Regiones, año 2006. Informe Final. FIP 2006-01. Fondo de Investigación Pesquera, Valparaíso, pp. 327.

Braun M., H. Reyes, V. Valenzuela, L. Herrera, E. Pizarro, J. Castillo, F. Espíndola & J. Saavedra. 2010. Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas entre la XV y IV Regiones, año 2009. Pre – informe Final FIP 2009-38. Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile). 260 p + Figuras y anexos.

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

Castillo, J., J. Córdova y P. Briones. 1988a. Distribución y abundancia de sardina, anchoveta y jurel. En: Cuantificación de la biomasa de Recursos Pelágicos y Vigilancia Bio-oceanográfica Zona Norte. Mayo 1988. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelágicos Zona Norte. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile. (pp 69-94).

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

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

Castillo, J., M. A. Barbieri, A. Paillamán y U. Parker 1995. Evaluación hidroacústica de los recursos anchoveta, jurel y sardina española de las regiones I a IV. Informe Proyecto al FIP. IFOP, Chile, 152 p. tablas, fig + anexos.

Castillo, J., A. Saavedra, P. Galvez, S. Nuñez, 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

Castillo, J. A. Saavedra, C. Hernández, V. Catasti y F. Leiva 2008. Evaluación hidroacústico del reclutamiento de anchoveta en la I y II Regiones, año 2008. Informe Final Proyecto FIP N° 2007-02. Instituto de Fomento Pesquero. IFOP, Valpraíso, Chile. 236p + anexos.

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

Córdova, J., J. Castillo y M. Espejo. 1989a. Distribución y abundancia de sardina, anchoveta y jurel. En: Cuantificación de la biomasa de Recursos Pelágicos y Vigilancia Bio-oceanográfica Zona Norte. Marzo-Abril 1989. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelágicos Zona Norte. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile. (pp 65-97).

Córdova, J., J. Castillo y M. Espejo. 1989b. Distribución y abundancia de sardina, anchoveta y jurel. En: Cuantificación de la biomasa de Recursos Pelágicos y Vigilancia Bio-oceanográfica Zona Norte. Mayo 1989. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelágicos Zona Norte. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile. (pp 59-96).

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

Córdova, J., J. Castillo y M. Espejo. 1990a. Distribución y abundancia de sardina, anchoveta y jurel. En: Cuantificación de la biomasa de Recursos Pelágicos y Vigilancia Bio-oceanográfica Zona Norte. Febrero a Marzo 1990. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelágicos Zona Norte. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile. (pp 91-132).

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

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

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

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

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

Córdova, J., M. A. Barbieri, H. Miranda, M Espejo y M Rojas. 1999. Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la ZEE de Chile. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (200 p)+ anexo figs.

Córdova, J., M. A. Barbieri, M. Espejo, 2000. Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la ZEE, marzo 2001. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (204 p)+ anexo figs.

Córdova, J., M. A. Barbieri, M. Espejo, 2001. Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la ZEE de Chile. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (207 p)+ anexo figs.

Córdova, J., M. A. Barbieri, M. Espejo, 2002. Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Evaluación hidroacústica de jurel en la ZEE, año 2002. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (198 p)+ anexo figs.

Córdova, J., M. A. Barbieri, M. Espejo, 2003. Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Evaluación hidroacústica de jurel entre la V y X Regiones, año 2003. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (190 p)+ anexo figs.

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

Córdova, J., C Hernández y V Catasti, 2005. Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Investigación Evaluación Directa de jurel V y X Regiones, invierno, 2005. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (129 p)+ anexo figs.

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

Córdova, J., V. Correa y C Hernández. 2007a. Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Evaluación hidroacústica de jurel el las regiones oceánicas de la I y II Regiones. Instituto de Fomento Pesquero. Valparaíso, Chile (148 p) + anexo figs.

Córdova, J., C. Hernández y V. Correa. 2007b. Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Investigación Evaluación Hidroacústica jurel V y X Regiones, año 2006. BIP_N° 30043859-0. Instituto de Fomento Pesquero. Valparaíso,, Chile (125 p) + anexo figs.

Córdova, J., F. Leiva, C. Hernández. 2007c. Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Evaluación hidroacústica del recurso jurel entre la V y X Regiones, año 2007. Instituto de Fomento Pesquero. Valparaíso,, Chile (129 p) + anexo figs.

Córdova, J. y B. Leiva. 2008. Determinación de la distribución espacial de jurel entre la XV y III Regiones, año 2008. Pesca de Investigación. Informe Final. Instituto de Fomento Pesquero. Valparaíso,Chile (38 p).

Cordova, J., F. Leiva, B. Leiva, A. Valdenegro, H. Reyes, J. Letelier, V. Catasti, V. Valenzuela, J. Angulo, P. Rojas y C. Lang. 2008. Evaluacion Hidroacústica de jurel en la I-II regiones, año 2008. FIP 2008-07. Instituto de Fomento Pesquero. Valparaíso. Chile. (129 p.) + anexos figs.

Córdova, J., C.Lang, C Hernandez. 2009. Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Evaluación hidroacústica de jurel entre la V y X Regiones, año 2008. Instituto de Fomento Pesquero. Valparaíso,, Chile (223 p) + anexo figs.

Córdova, J., C.Lang, C Hernandez. 2010. Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Evaluación hidroacústica integral del recurso jurel entre la V y X Regiones, año 2009. Instituto de Fomento Pesquero. Valparaíso, Chile (211 p) + anexo figs.

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.

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

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

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

Elizarov. A.A., A.S. Grechina, B.N. Kotenev y A. N. Kuzetsov, 1993. Peruvian jack mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi* , in the open water of the South Pacific, J. Ichth. 333(8): 86-104.

Evseenko, S. A. 1987. Reproducción de jurel del Perú *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols) en el Pacífico Sur. Voprosy Ichthyologii, 27(2):264-273.

Foote, K. G. and Rivoirard J.. 1992. Geostastical analysis of acoustic survey data on 0-group herring in Fjord. ICES CM/B :33.

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 y W. Huwitz. 1954. Sample survey methods and theory. Volume I and II. Methods and applications: John Wiley and Sons, INC.

Hulley, P. A. 1984. Mictophidae. In Fishes of the North-Eastern. Atlantic and tha Mediterranean. Vol 1.

Hyslop, E. 1980. Stomach contents analysis - A review of methods and their application. Journal of Fish Biology, 17:411-429.

IFOP 1991. Estimación de la biomasa del recurso jurel y caracterización de las condiciones bio-oceanográficas junio-julio 1991.Asociación Gremial de Industriales Pesqueros del Bío-Bío. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago Chile.

Jones, J. B. 1990. Jack mackerel *(Trachurus* spp.*)* in New Zealand waters. N. Z. Fish. Tech. Rep. 23: 28 pp.

Kawahara, S., J. Uozum y H. Jamada. 1988. First record of a carangid fish. *Trachurus murphyi*, from New Zeland Waters. Jap. J. Ichthyol. 35 (2):21-214.

Kong, I. y R. Meléndez. 1991. Estudio taxonómico y sistemático de la ictiofauna de aguas profundas capturadas entre Arica e Isla Mocha (18°30'-38°23' LS). Estudios Oceanológicos 10:1-81.

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.

Lillo S., E. Molina y J. Saavedra. 2008. Evaluación hidroacústica de merluza comun, año 2007. Informe Final , proyecto FIP N° 2007-16. Instituto de Fomento Pesquero. Valparaíso,, Chile (193 p) + anexo tablas y f igs

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

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

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. Dinámica trófica del jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) en el norte de Chile. Investig. Mar., Valparaíso, 30(1): 45-55,

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

Millero, F. y A. Poisson. 1981. International one atmosphere equation of state for seawater. Deep Sea Res. 28A: 625 - 629.

Miranda, H., A. Aranis, C. Vera y H. Gonzales 1997. Informe complementario aspectos metodológicos: En "Investigación de la Situación de las Pesquerías Pelágicas Zona Centro-sur". IFOP, 27 pp + anexos.

Miranda, H. 1999. Derivación del estimador de la varianza para el factor de ecointegración. Informe Técnico – Unidad de estadística. IFOP

Newell, G.E. y R.C. Newell. 1966. Marine plankton a practical guide. Hutchinson Educational, University of London. 221 pp.

NODC. 1991. National oceanographic data center, user guide. En: Key to oceanographic records documentation Nº14 NOAA.

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.

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.

Petitgas, P. 1991. Contributions geostatistiques a la biologie des peche maritimes. These de doctorat., Centre de Geostatistique, Fontainebleau, 211 p.

Petitgas, P. 1993. Geostatistics for fish stock assessment: a review and on acoustic applications. ICES J. mar. Sci,. 50: 285 - 298.

Petitgas, P. and A. Prampart. 1993. EVA (Estimation variance) Logiciel de geostatistique puor IBM-PC effectuant l'analyse structurale et les calculs de variance dèstimation es quantities totales pour des donnees geographiquement correlees. ICES C.M. 1993/D:65.

Pinkas, L., M.S. Oliphant, and I.L.K. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. Calif. Fish Game, Fish. Bull. No. 152: 1–105.

Postel, L., H. Fock and W. Hagen. 2000. Biomass and abundance. In: Zooplancton methodology manual. Ed: R.P. Harris, P.H. Wiebe, J. Lenz, H.R. Skjoldal and M. Huntley. ICES.

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

Retamal, M.A. 1981. Catálogo ilustrado de los crustáceos decápodos de Chile. Gayana (Zoología), Nº 44, 110 págs.

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

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

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

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

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

Servicio nacional de Pesca (SERNAPESCA). Anuarios Estadísticos de Pesca de Chile. Años 2000 al 2009.

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.

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

Silva, N. & S. Neshyba. 1979. On the southernmost extension of Peru-Chile undercurrent. Deep-Sea Res., 26: 1387-1393.

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

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. ER- 60 Scientific echo sounder application. Operator manual . 165 p. SIMRAD, Horten . Norway.

Smith, P. E. y S. L. Richardson. 1979. Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. FAO. Doc. Téc. Pesca (175):107 p.

Sneath, P. Y R. Sokal. 1973. Numerical taxonimy . The principles and practice of numerical classification. W. H. Freeman, San Francisco. 573 pp

Southward, GM. 1976. Sampling landings of halibut for age composition. Int Pac. Halibut Comm, Sci. Rep. 58:31 p.

UNESCO. 1981a. The practical salinity scale 1978 and the international Equation of State of Seawater 1980. Unesco Tech. Papers in Mar Sci. Nº36

UNESCO. 1981b. Background paper and supporting data on the practical salinity scale 1978. Unesco Tech. Papers in Mar Sci. Nº37.

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.

F I G U R A S

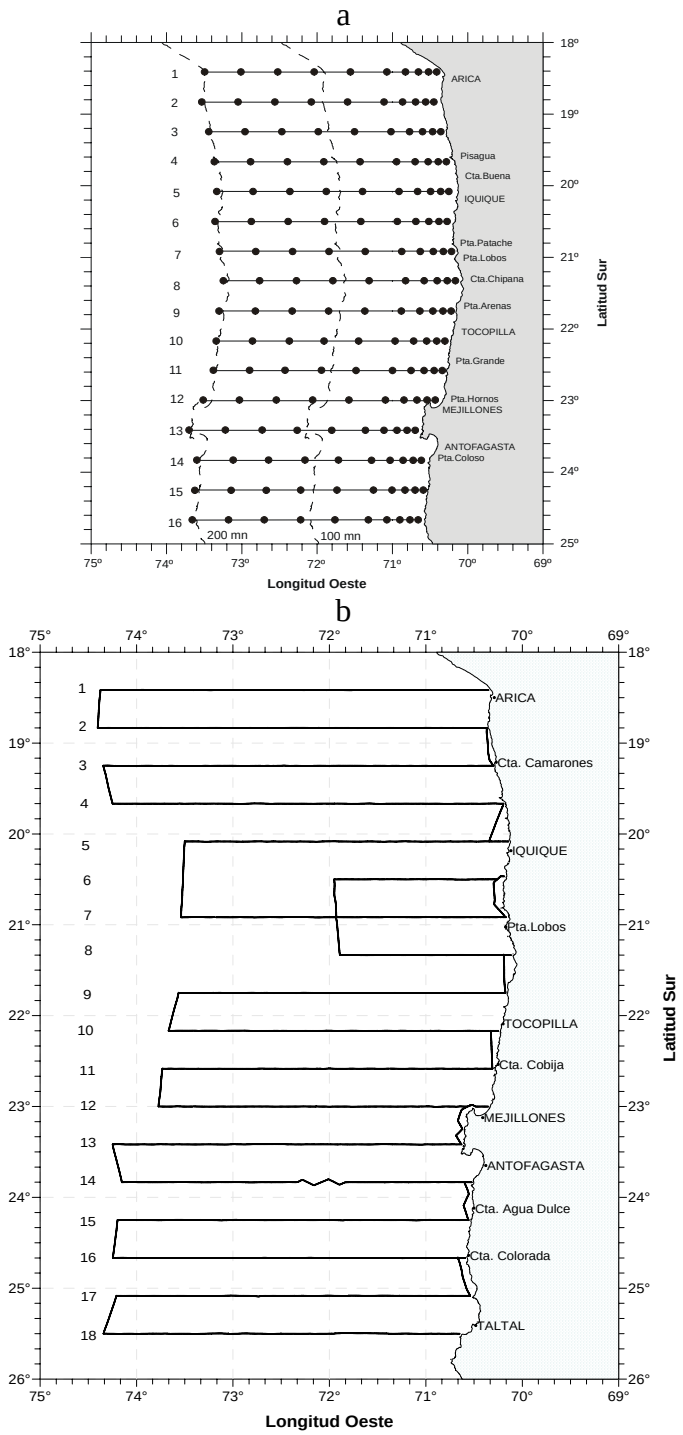


Figura 1. Distribución de transectas en la zona de estudio. a) propuesta técnica y b) crucero de evaluación

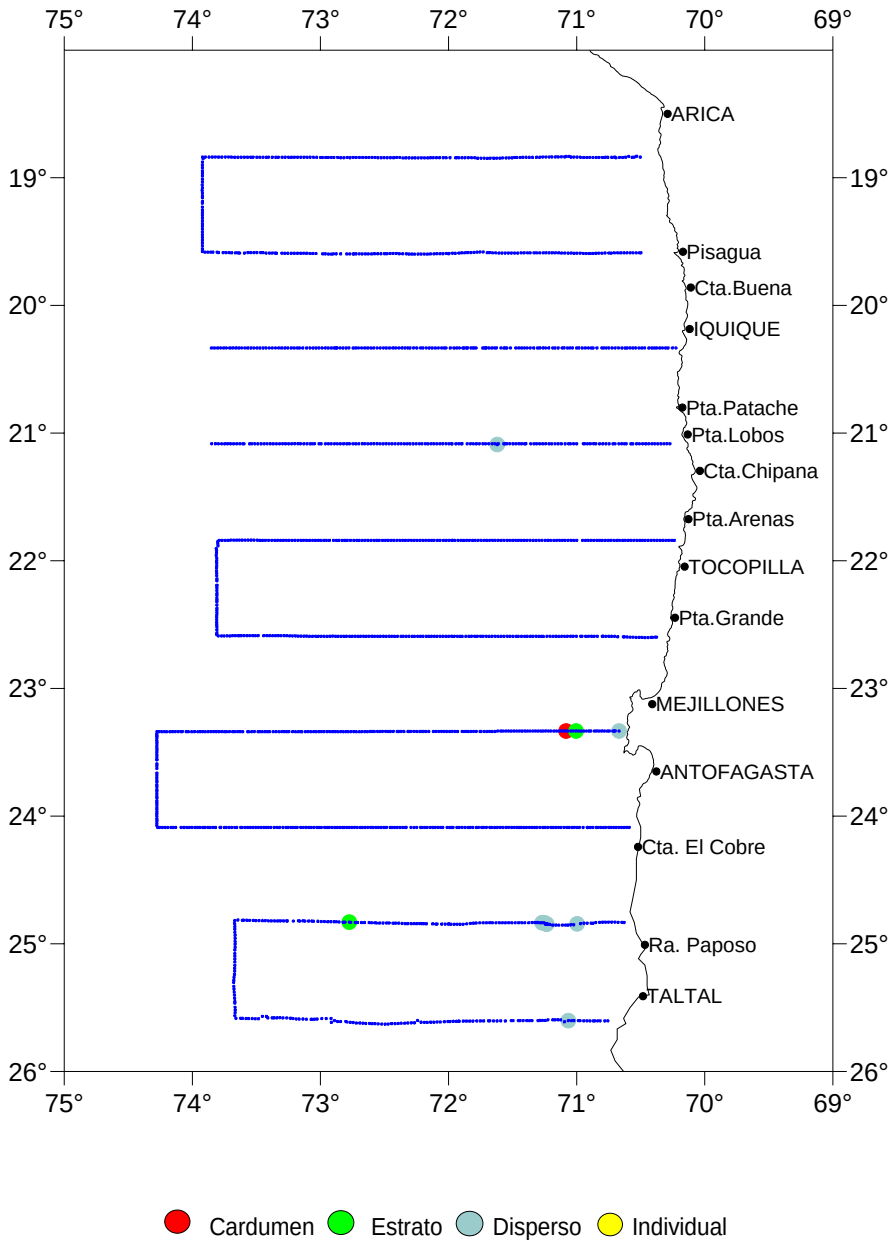


Figura 2. Distribución espacial de tipo registro acústicos de jurel eco prospección. Octubre del 2009.

a) B/C “Abate Molina”

b) Ecosonda EK60

c) Maniobra de calibración

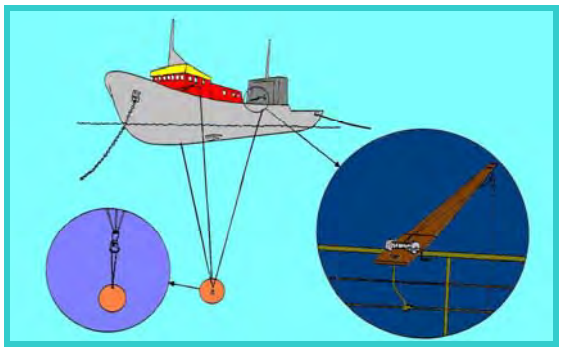


Figura 3. Embarcación y equipo acústico utilizado en la evaluación hidroacústica de jurel, noviembre 2009: a) B/C Abate Molina, b) Ecosonda científico EK60 y c) maniobra de calibración del ecosonda.

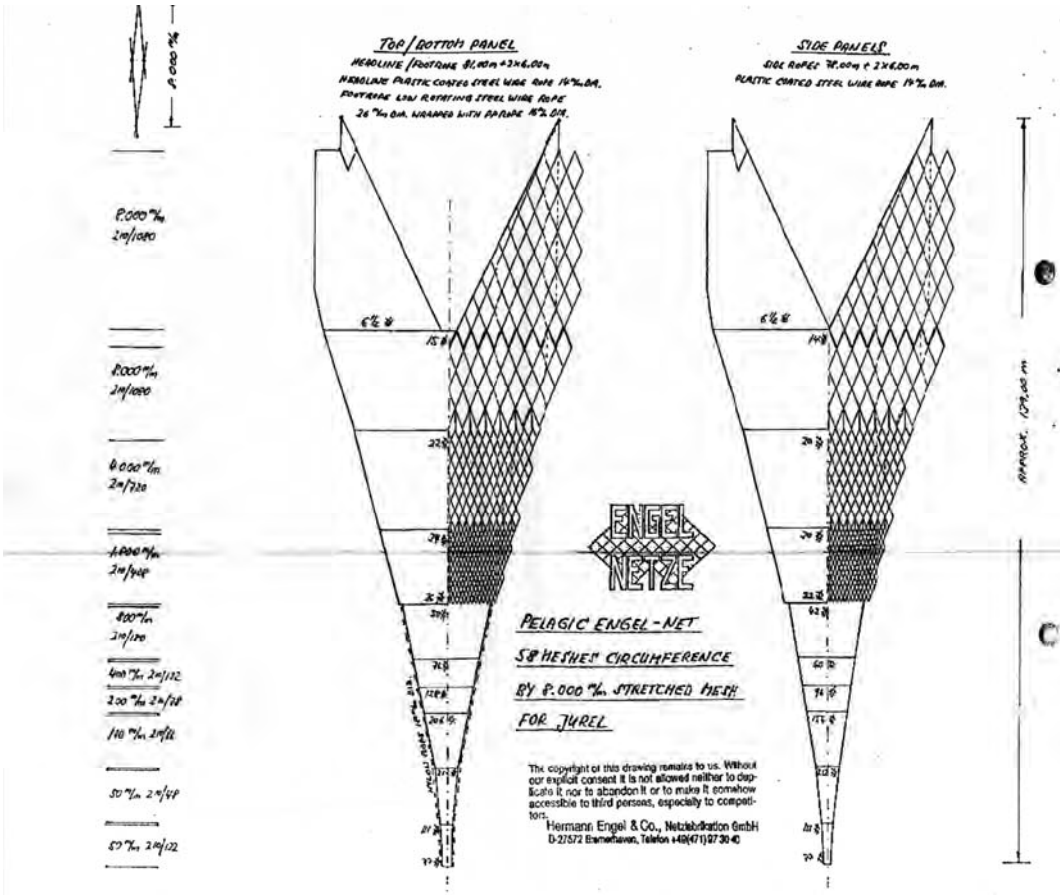


Figura 4. Red de arrastre mediagua utilizada en la evaluación. Noviembre 2009 (B/C "Abate Molina").

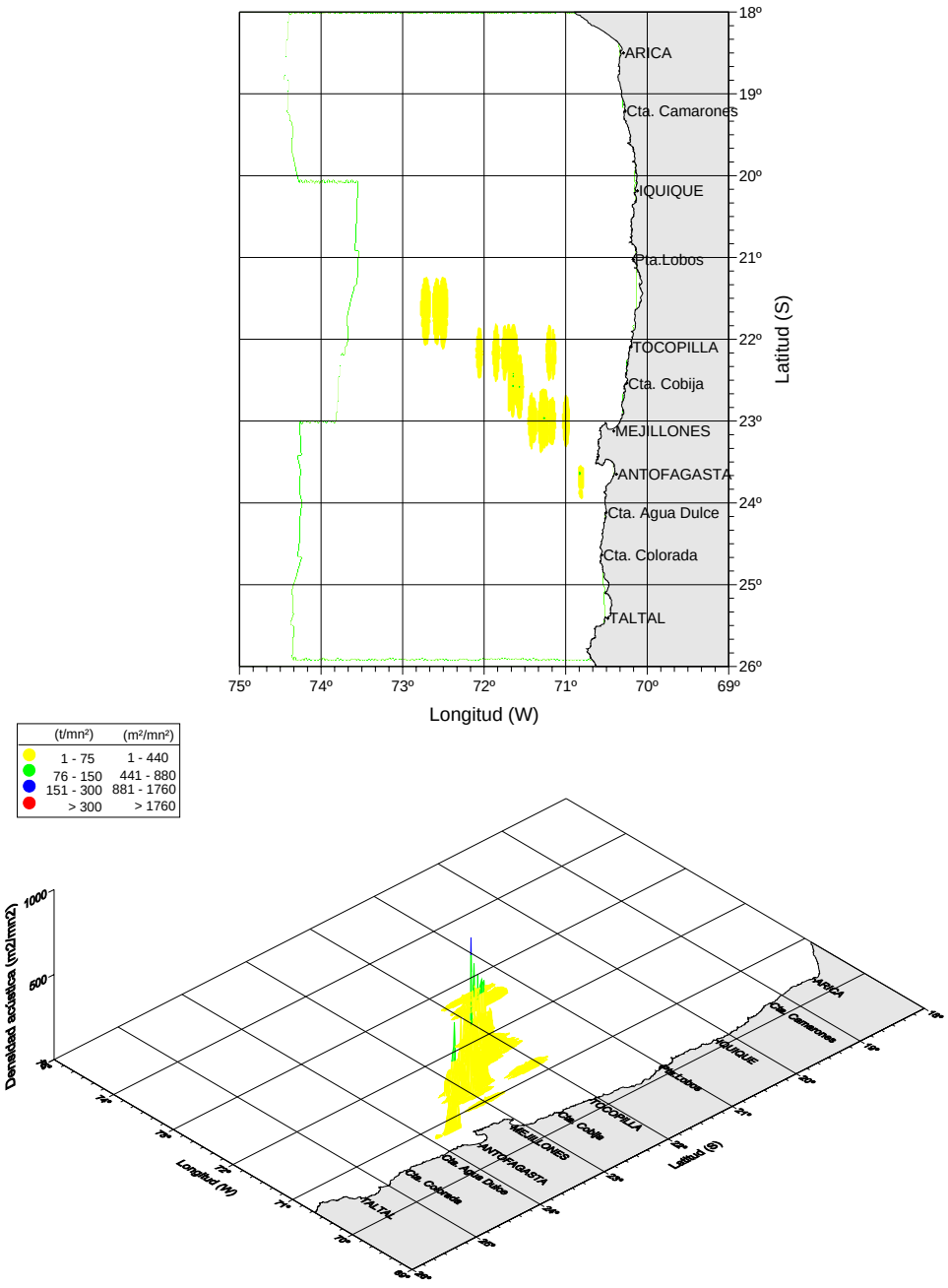


Figura 5. Distribución espacial de la abundancia acústica de jurel. Noviembre 2009.

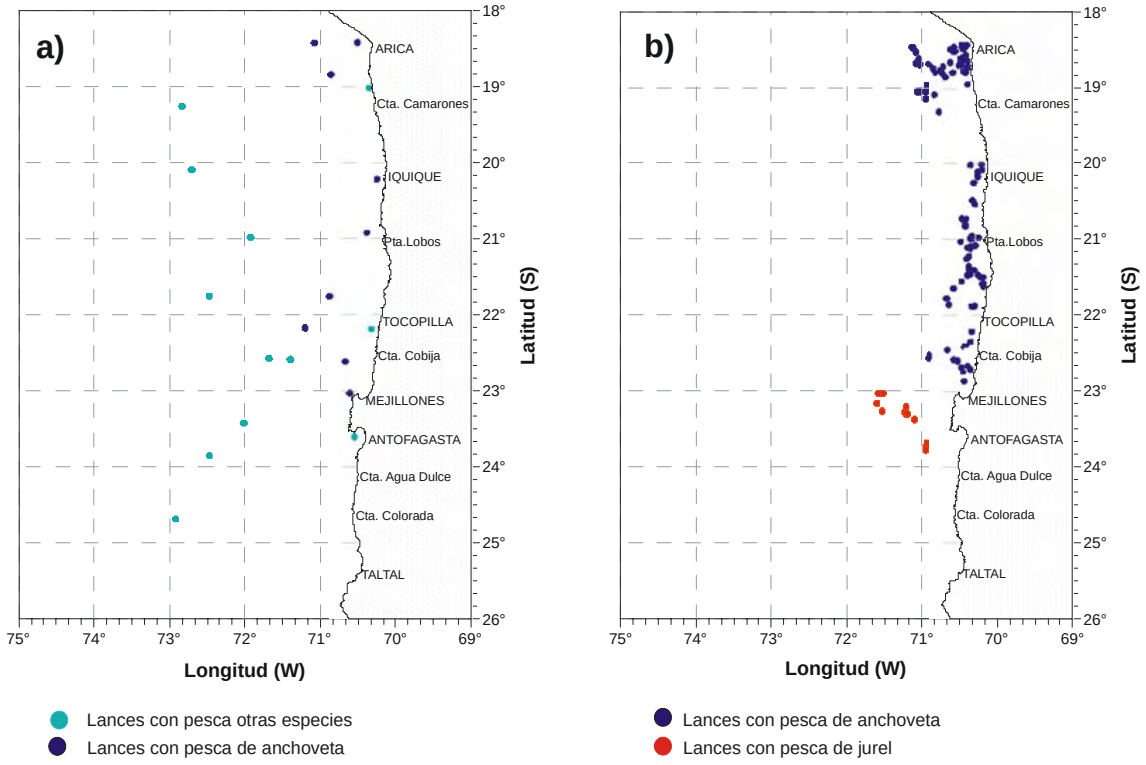


Figura 6. Distribución de lances de pesca a) crucero de evaluación media agua y b) flota de cerco. Noviembre 2009.

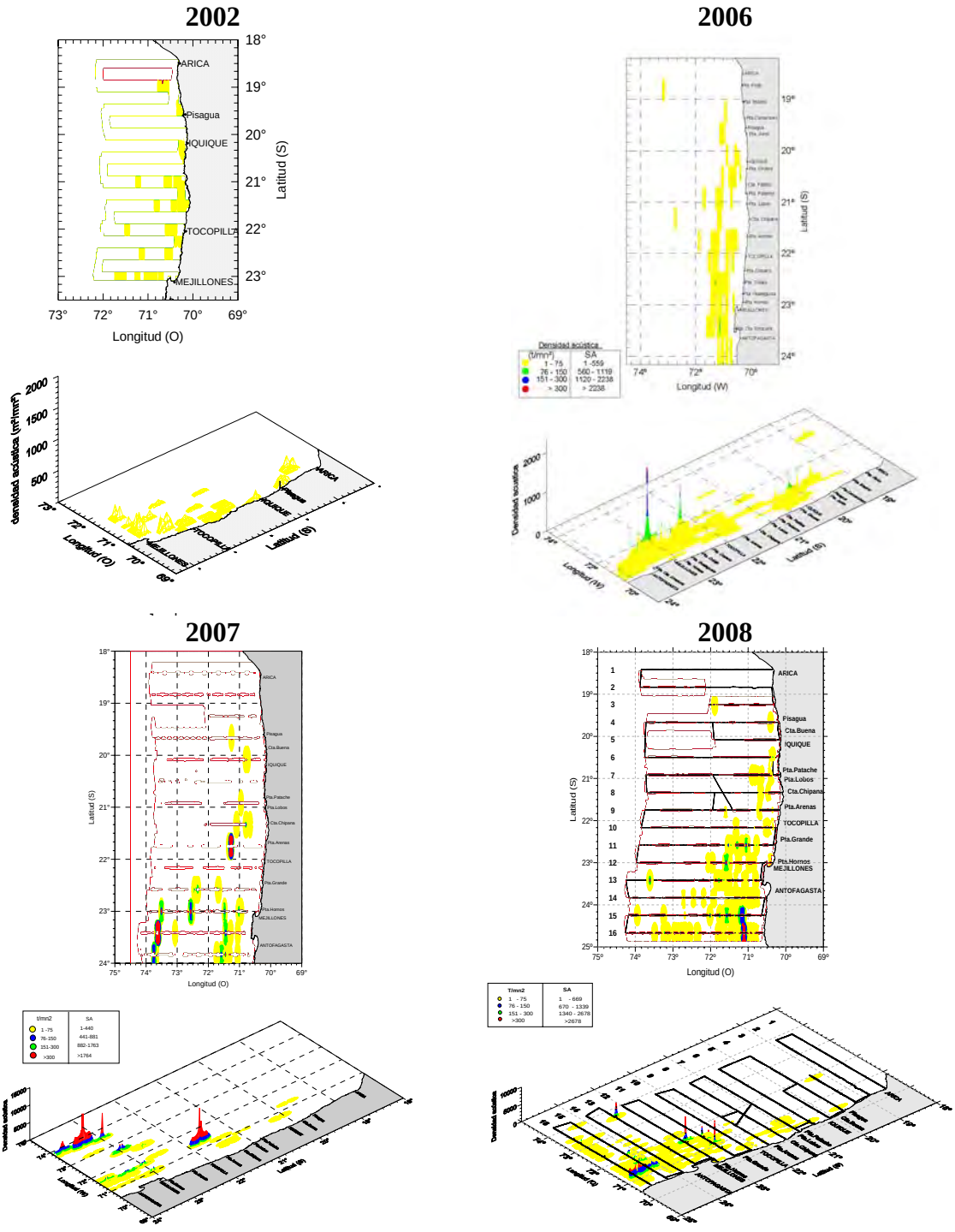


Figura 7. Distribución espacial de la abundancia acústica de jurel durante los años 2002, 2006-2008.

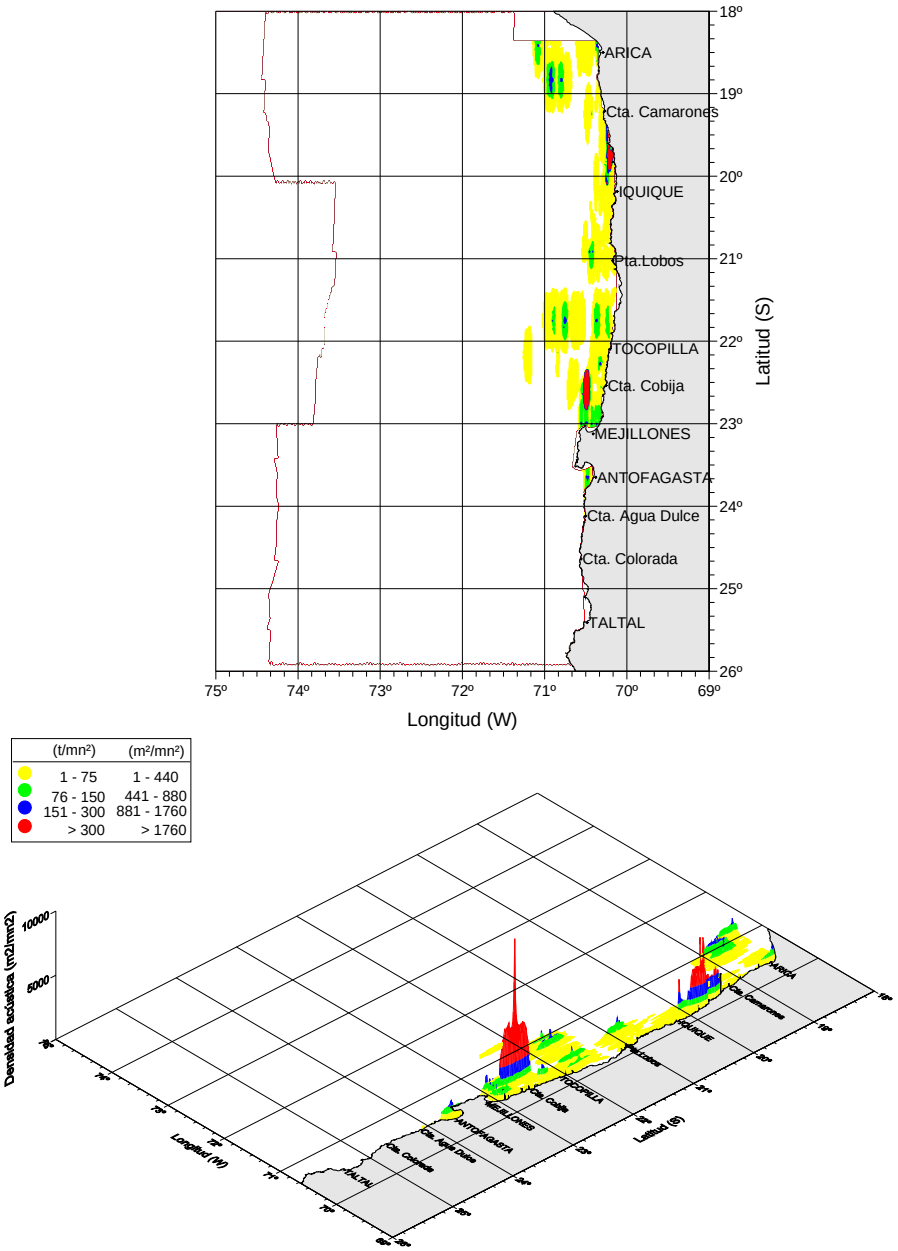


Figura 8. Distribución espacial de la abundancia acústica de anchoveta. Noviembre 2009.

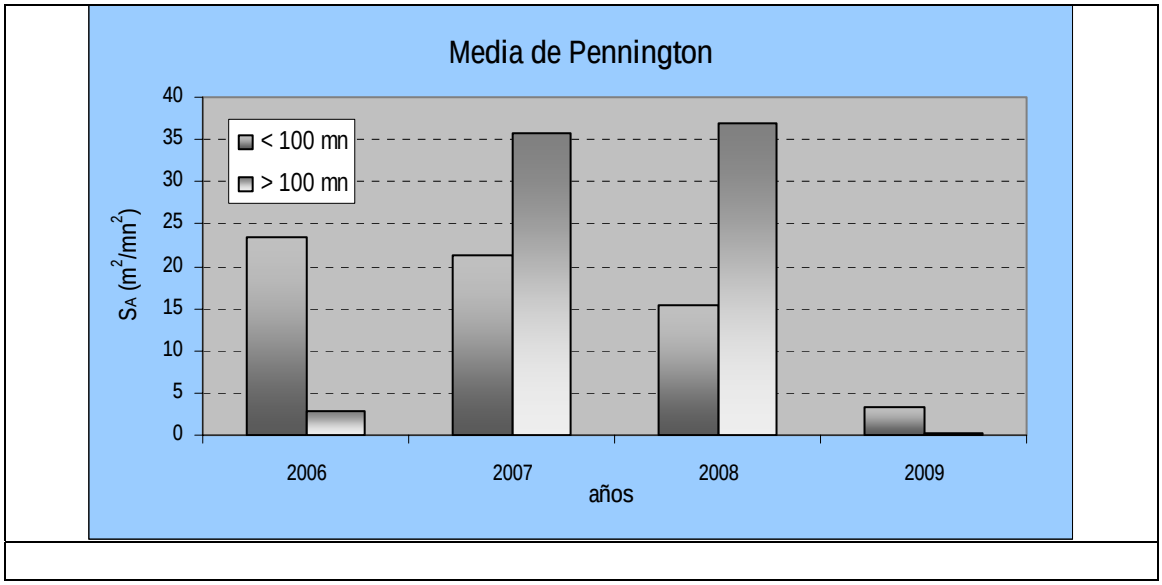
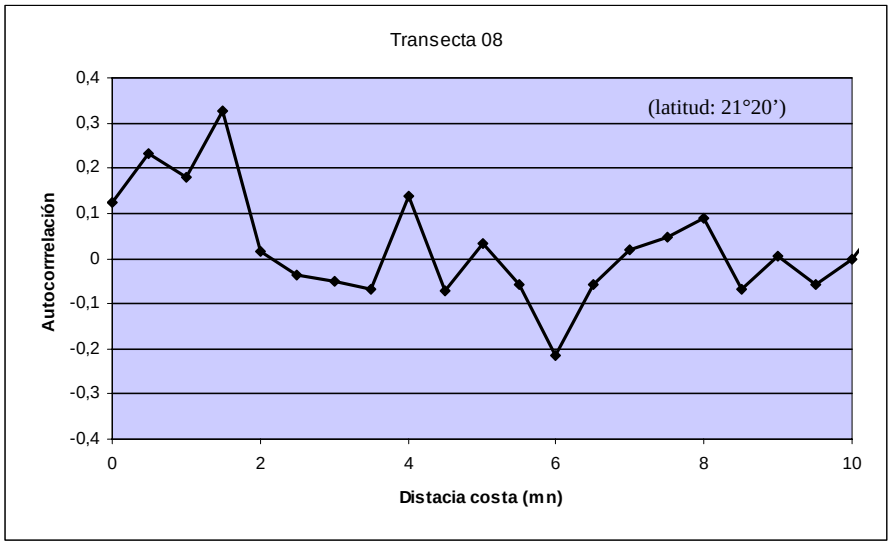


Figura 9. Índices de Pennington por distancia a la costa.



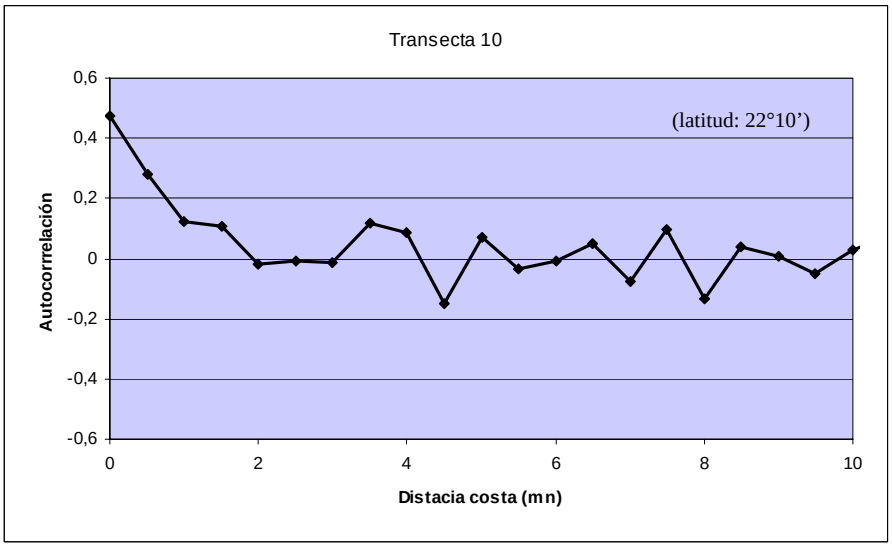
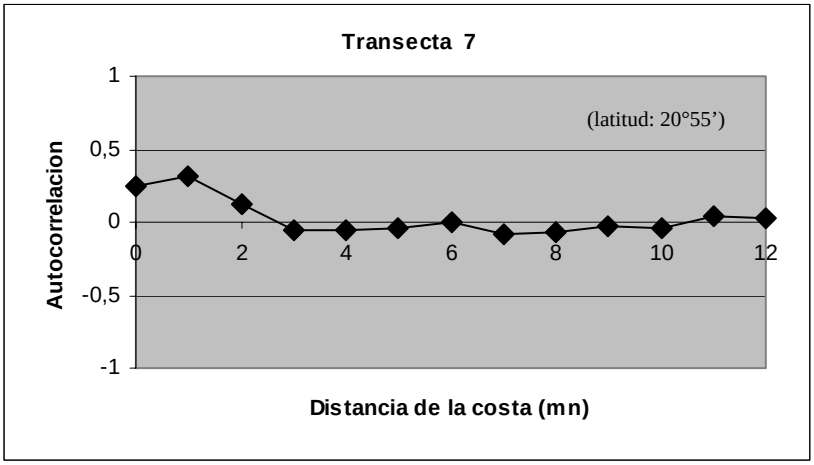
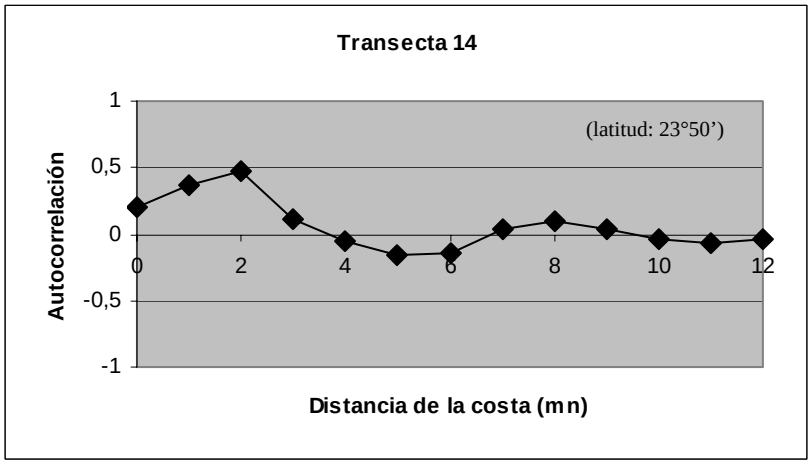


Figura 10. Correlogramas para transecta 8 y 10. Noviembre 2009





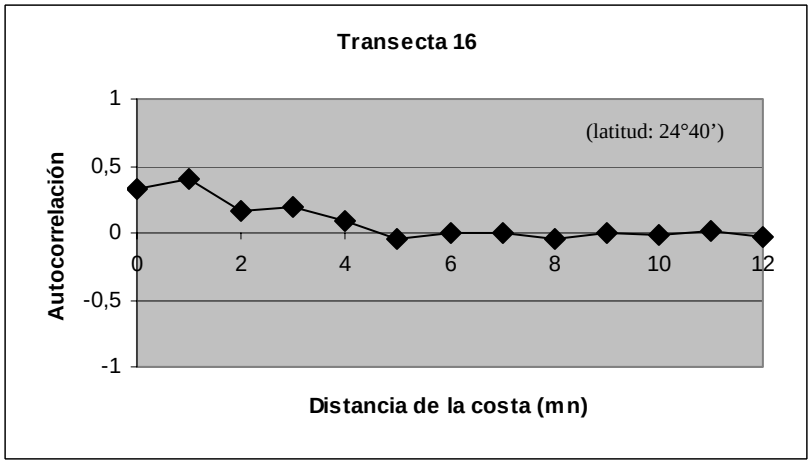


Figura 11. Correlogramas para transectas 7, 14 y 16. Crucero 2008

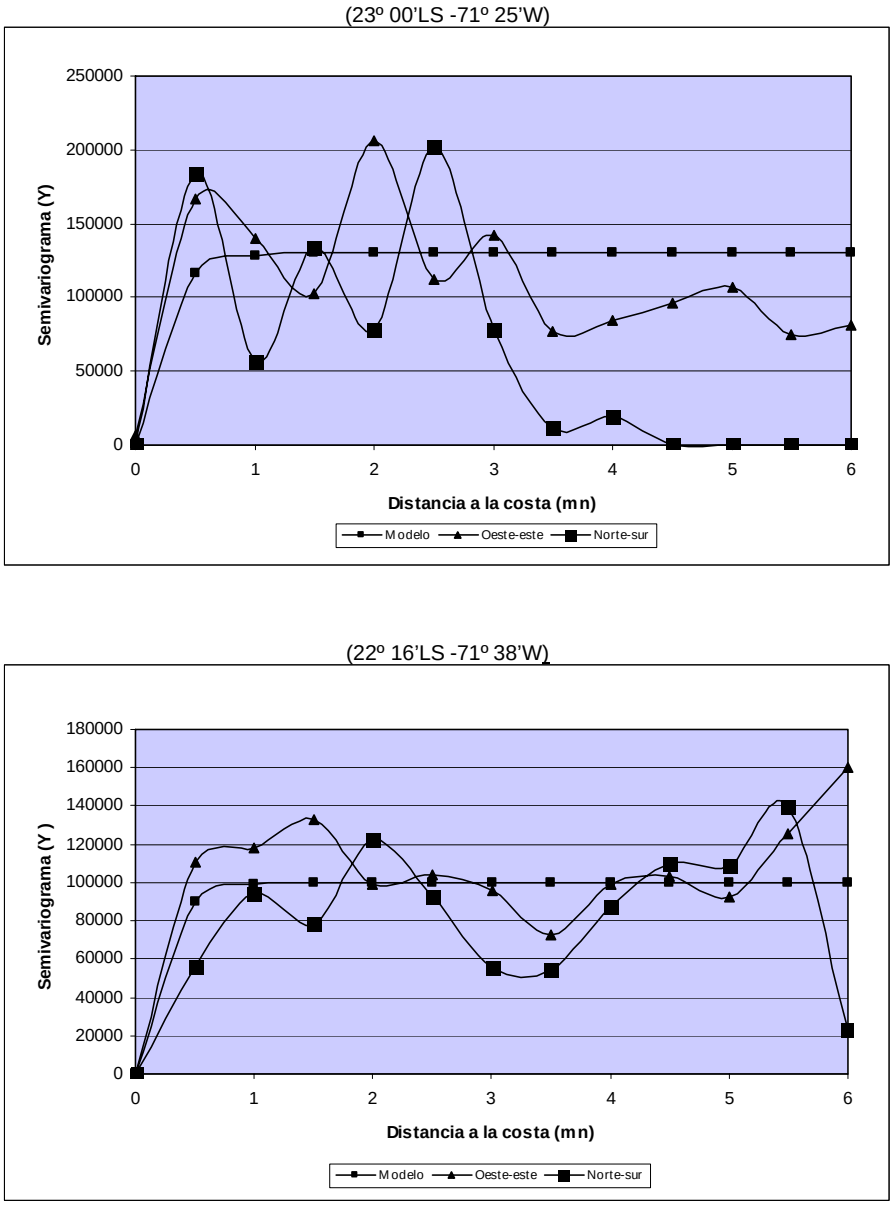


Figura 12. Variogramas para evaluar anisotropía. Noviembre 2009

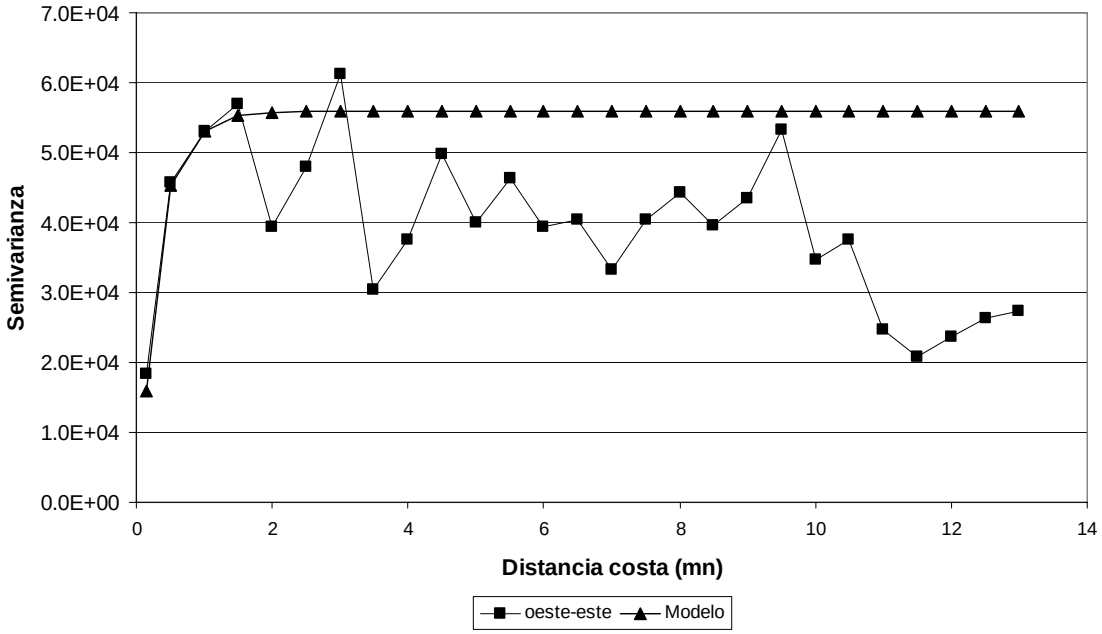


Figura 13. Variograma para la zona de estudio Noviembre 2009.

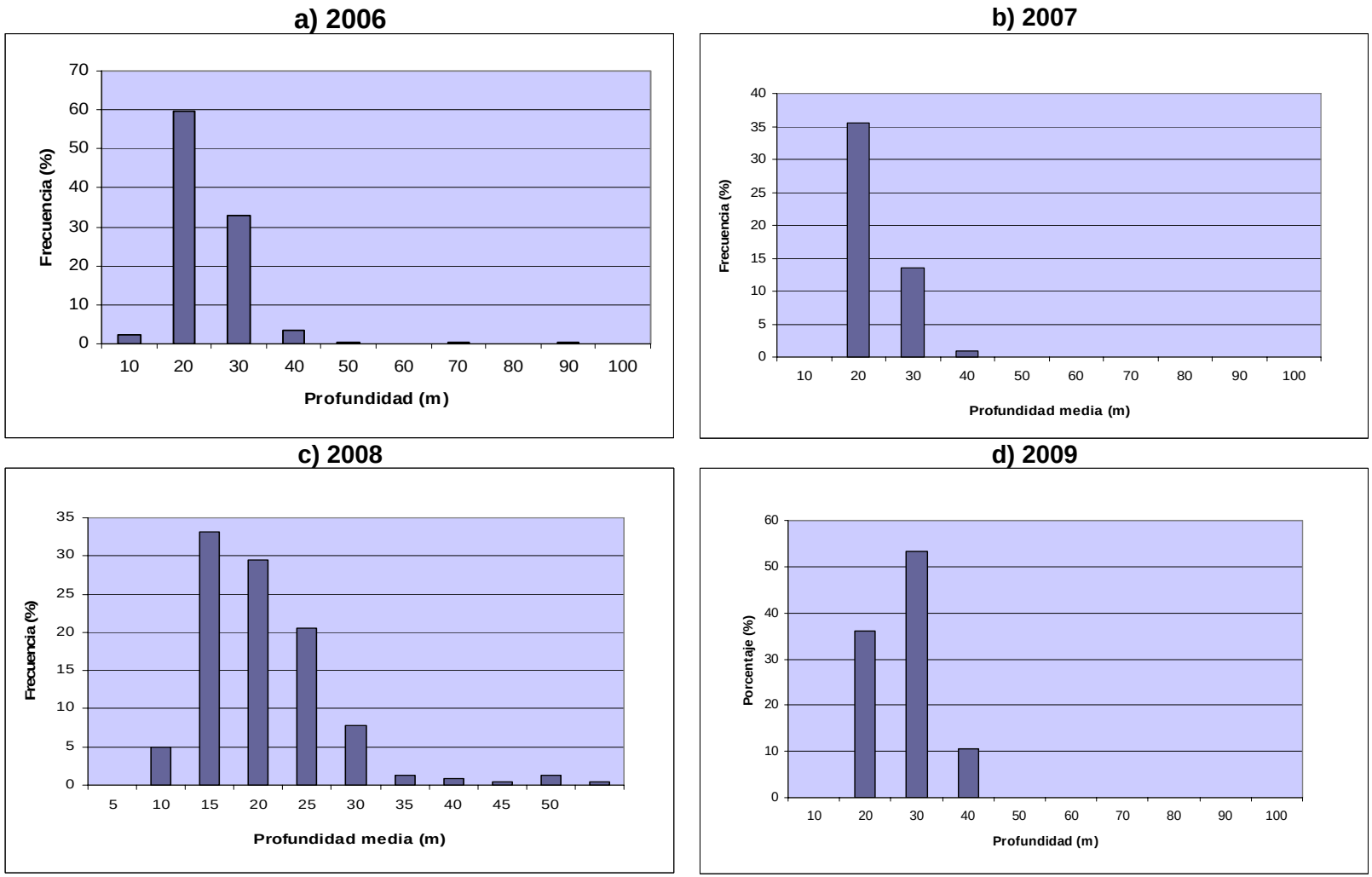


Figura 14. Distribución Batimétrica de jurel en los periodos 2006-2009.

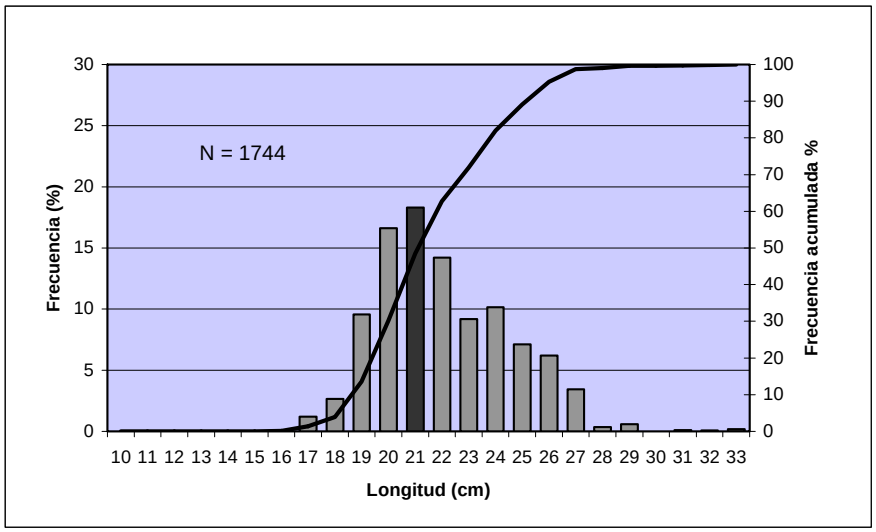
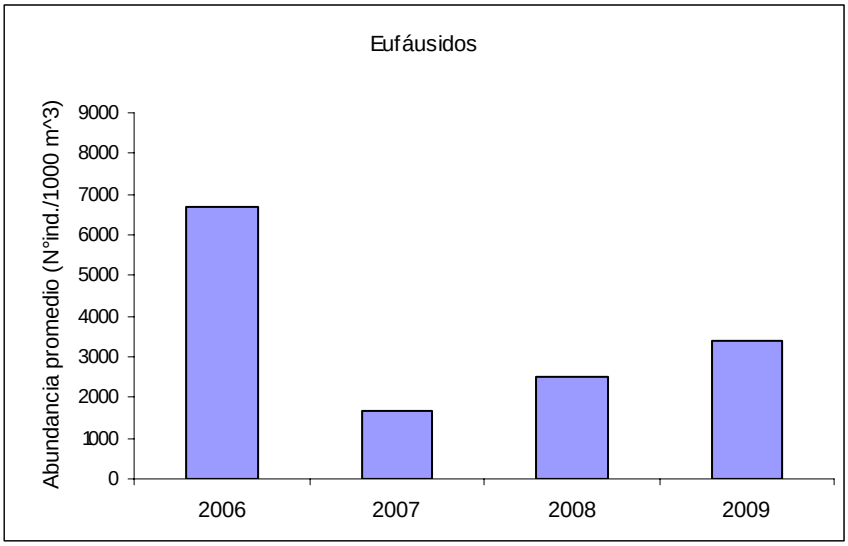


Figura 15. Distribución de tallas de jurel flota cerco. Noviembre 2009

a)



b)

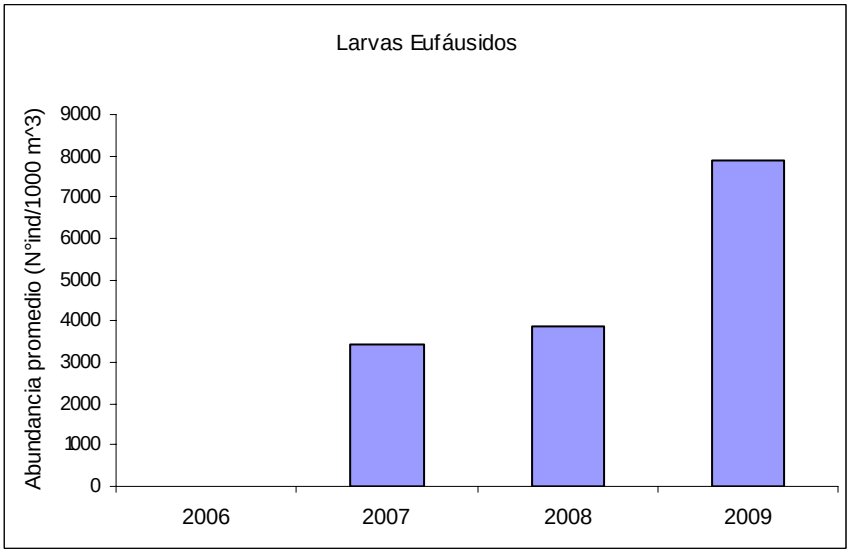


Figura 16. Abundancia promedio de a) Eufáusidos y b) Larvas de Eufáusidos. Periodo 2006-2009.

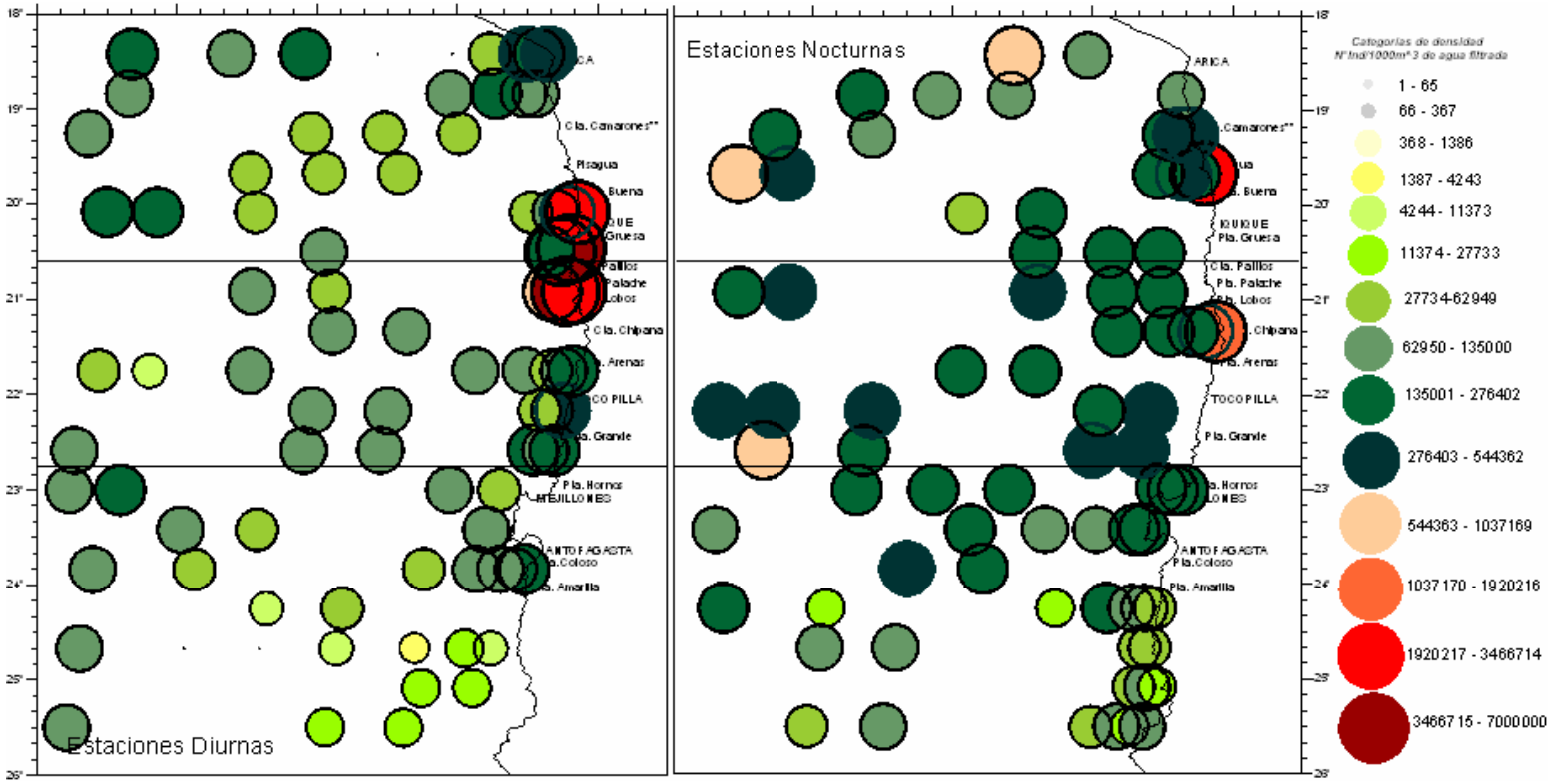


Figura 17. Distribución espacial de copépodos en las estaciones diurnas y nocturnas durante noviembre del 2009.

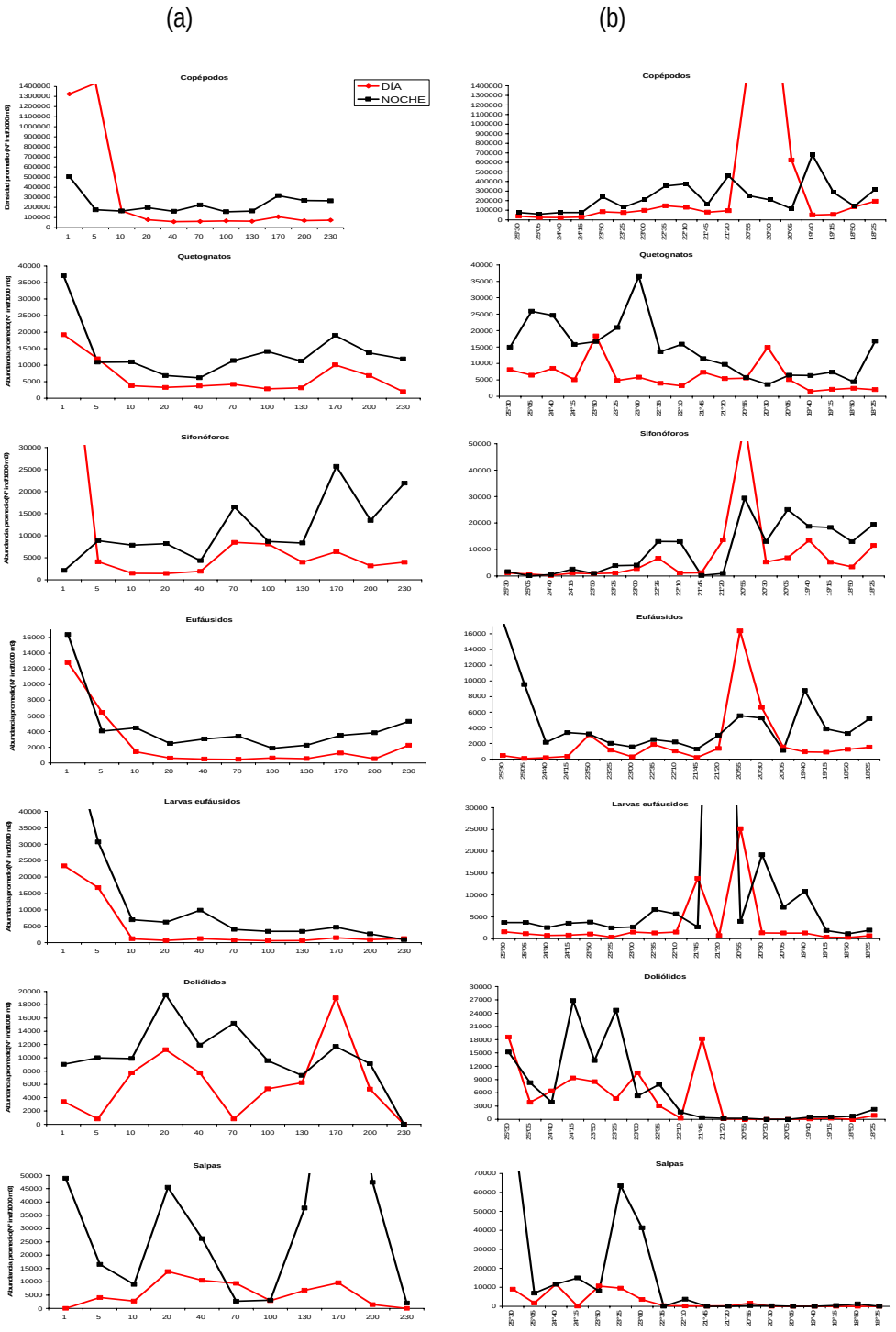


Figura 18. Distribución de la densidad promedio respecto a la distancia de la costa (a) y latitud (b), durante los períodos diurnos y nocturnos, Noviembre 2009.

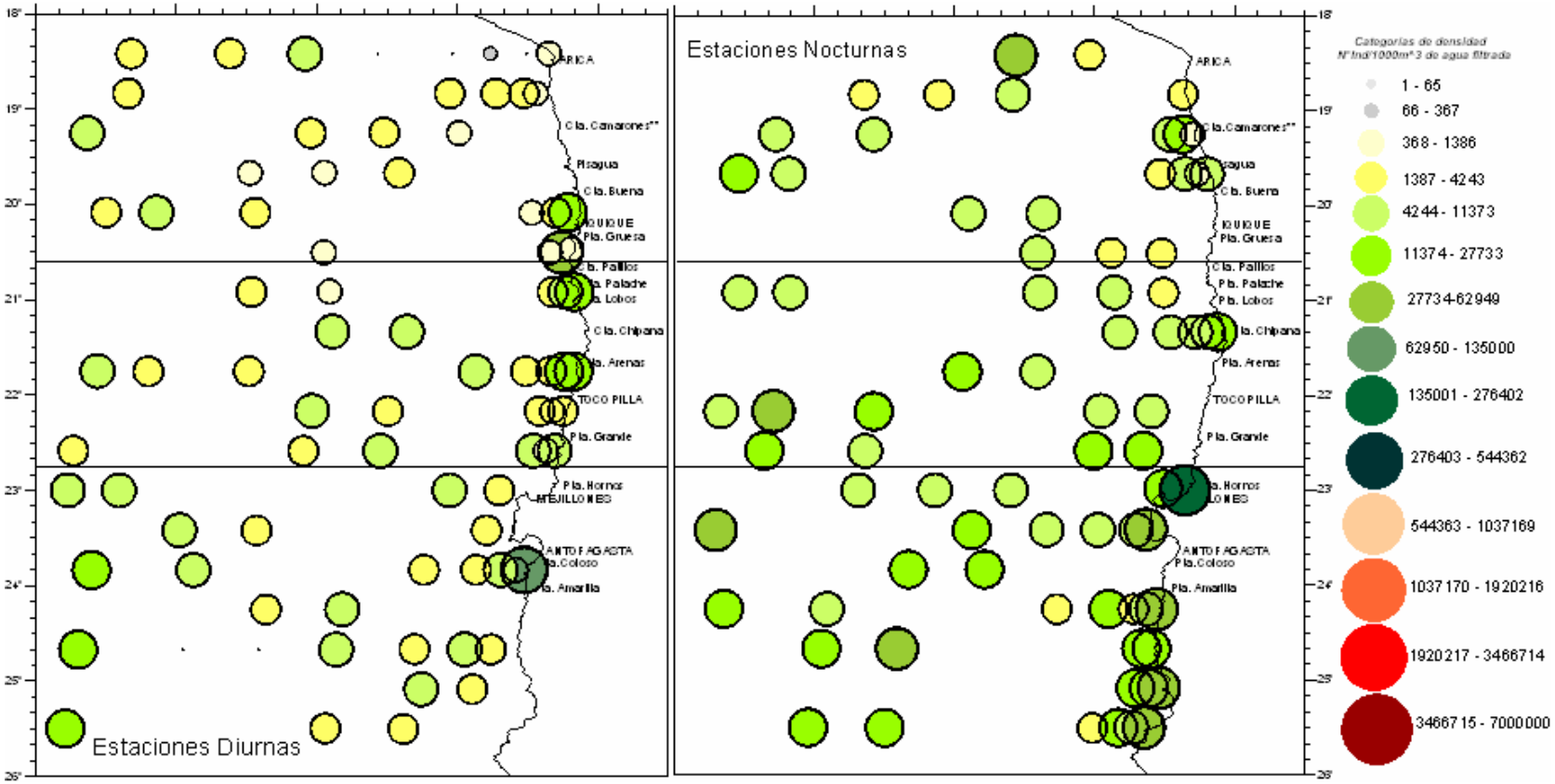


Figura 19. Distribución espacial de quetognatos en las estaciones diurnas y nocturnas durante noviembre del 2009

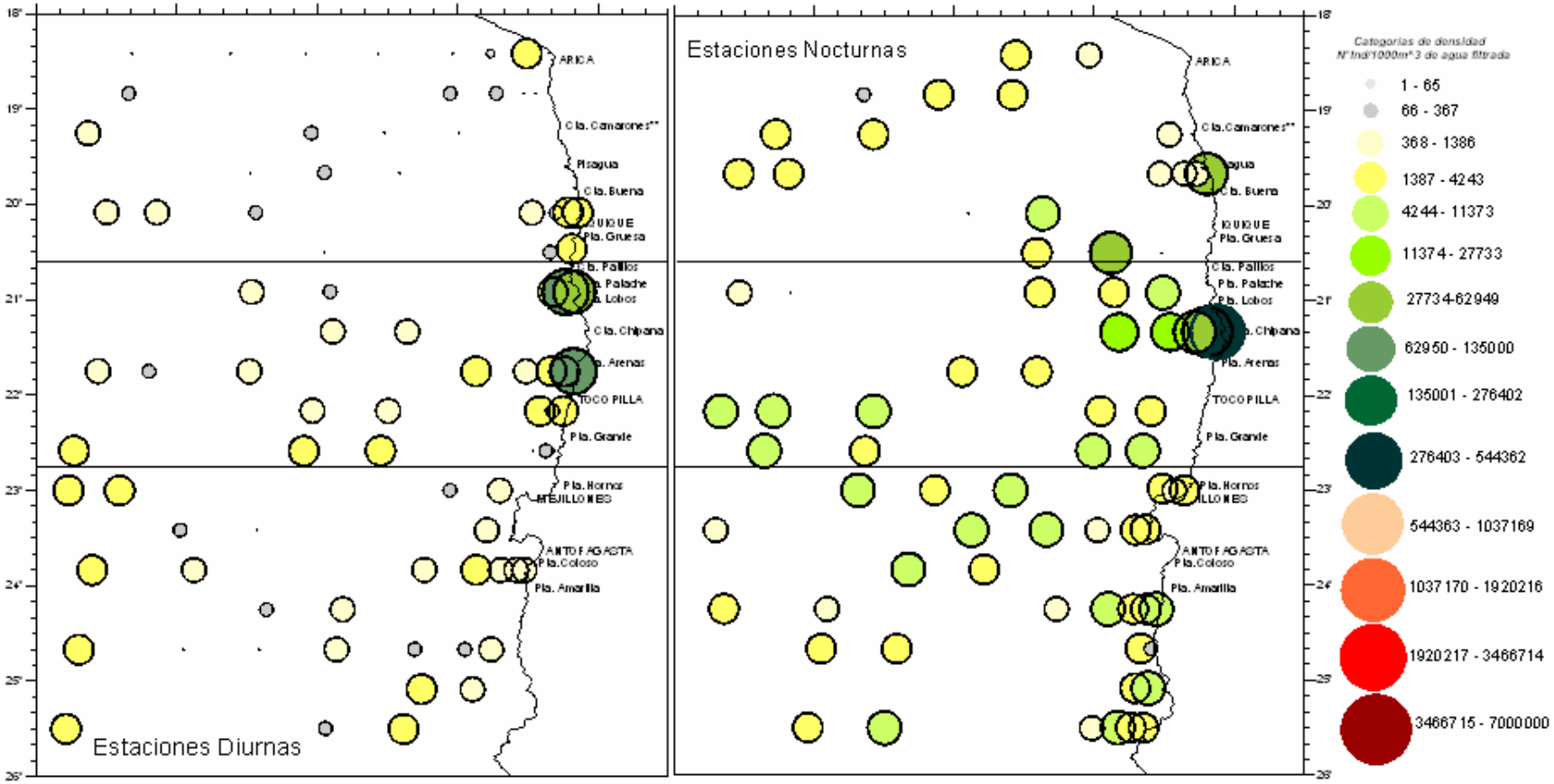


Figura 20. Distribución espacial de larvas de eufáusidos en las estaciones diurnas y nocturnas durante noviembre del 2009

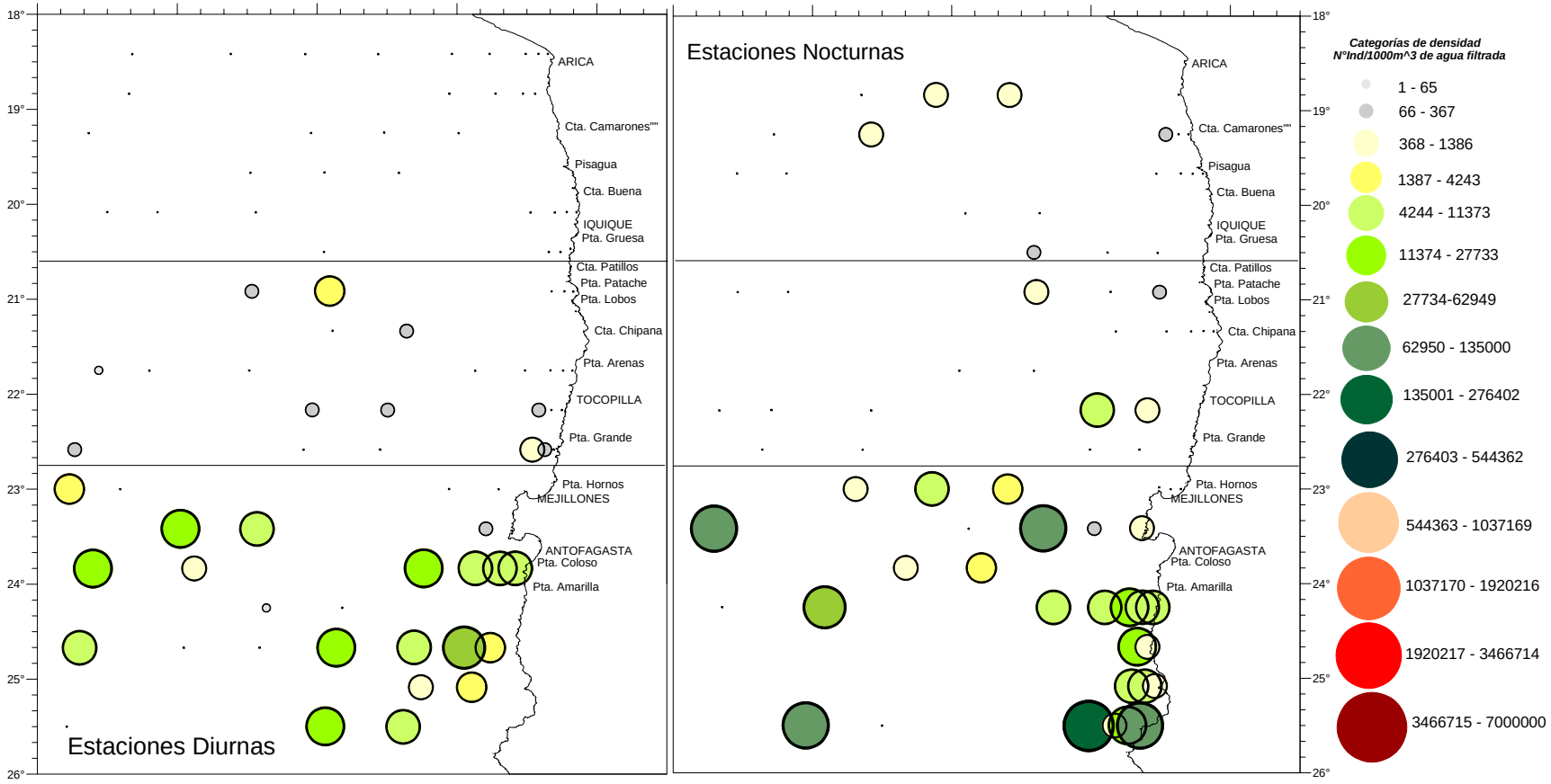


Figura 21. Distribución espacial de salpas en las estaciones diurnas y nocturnas durante noviembre del 2009

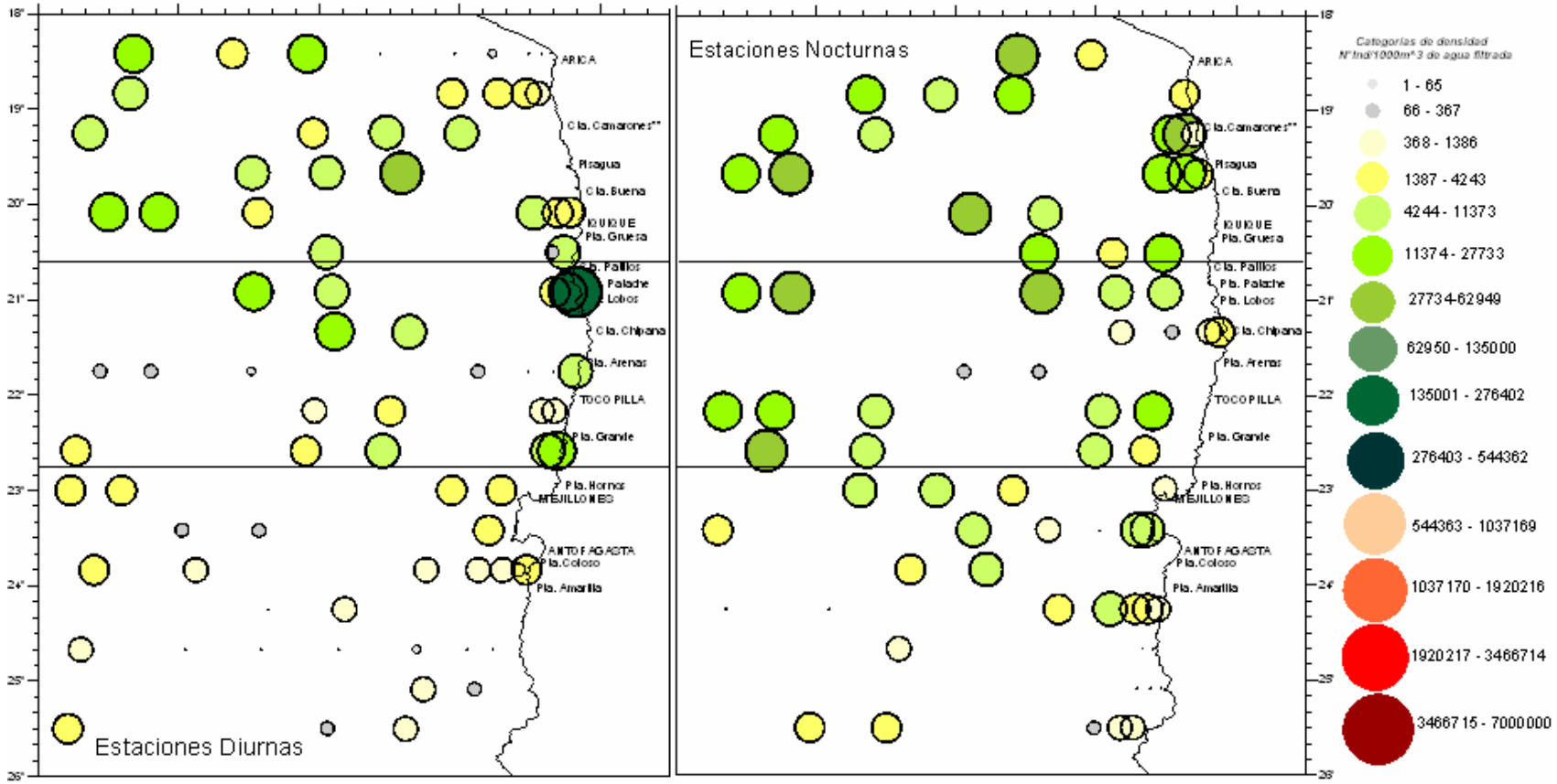


Figura 22. Distribución espacial de sifonóforos en las estaciones diurnas y nocturnas durante noviembre del 2009

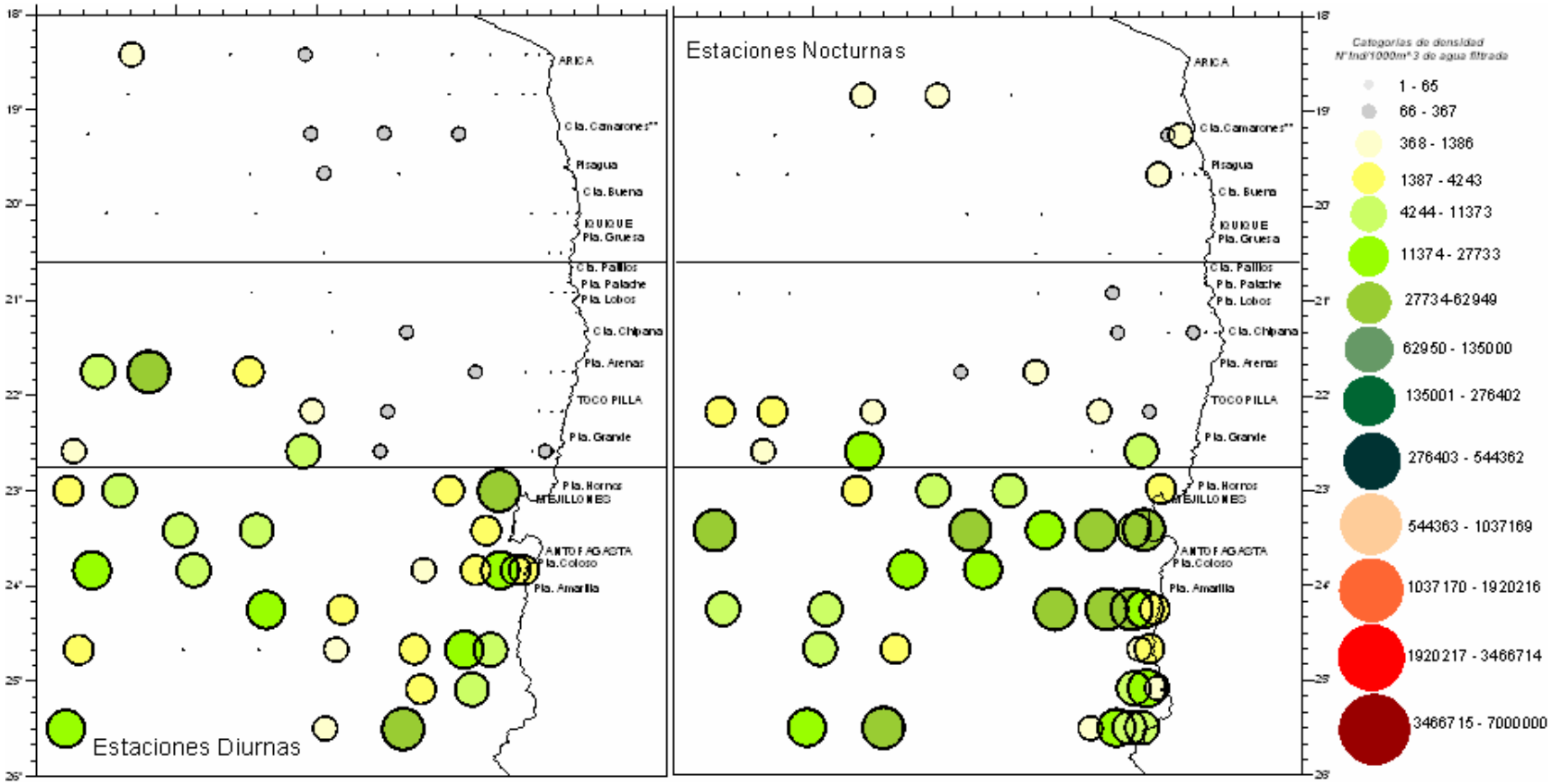


Figura 23. Distribución espacial de doliólidos en las estaciones diurnas y nocturnas durante noviembre del 2009

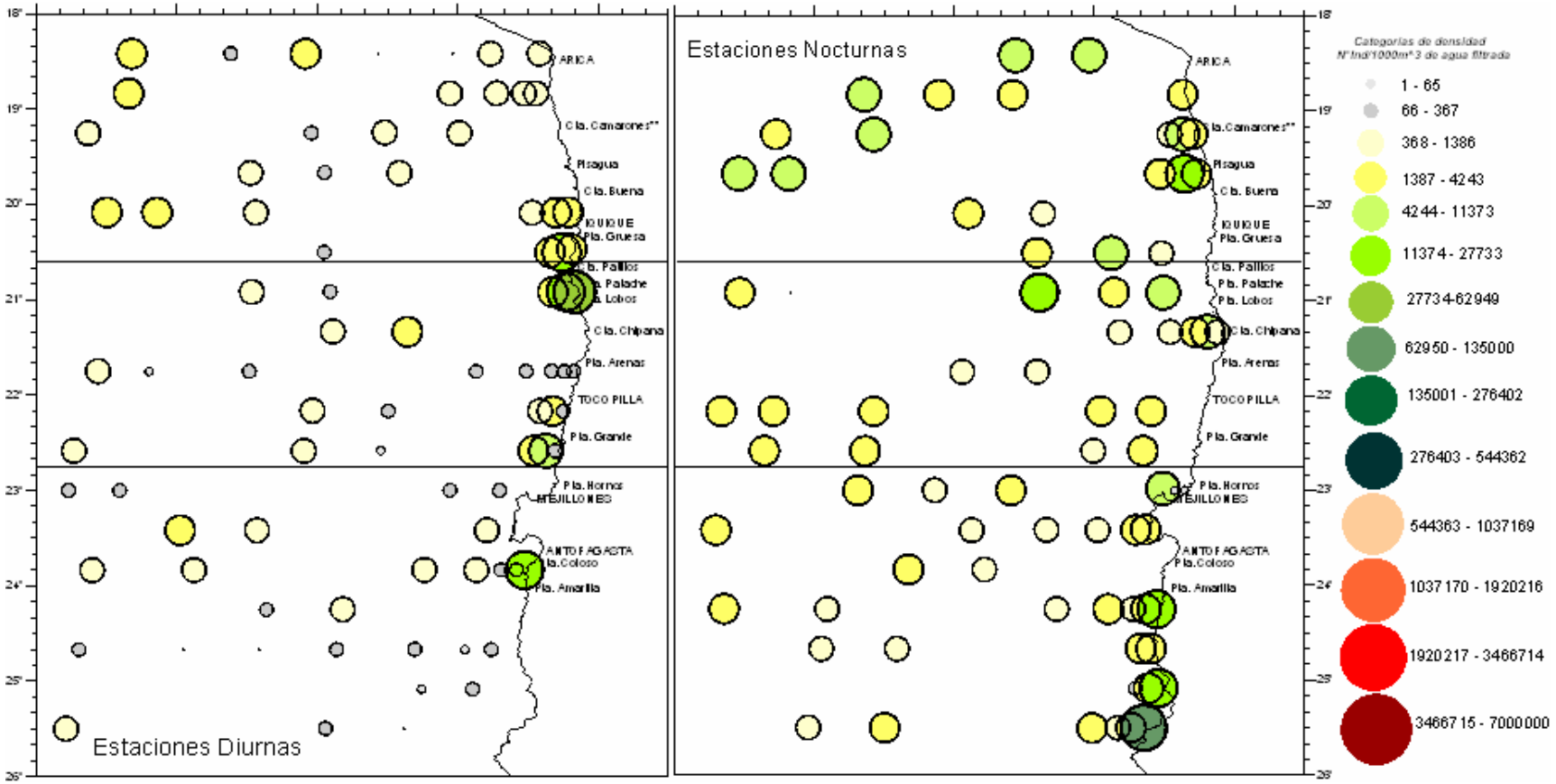


Figura 24. Distribución espacial de eufáusidos en las estaciones diurnas y nocturnas durante noviembre del 2009

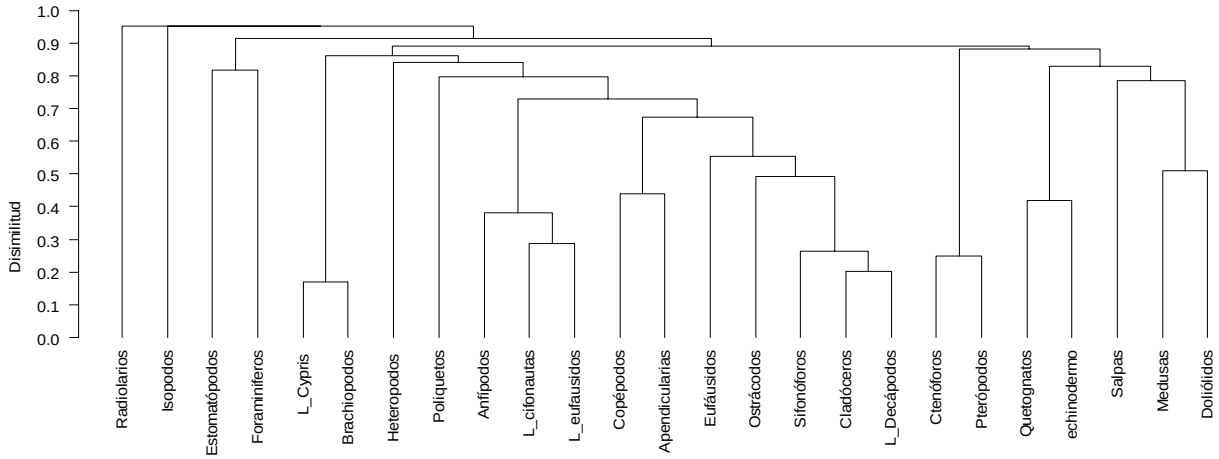


Figura 25. Dendograma de especies para análisis sin diferenciación de periodo del día, zona o distancia a la costa.

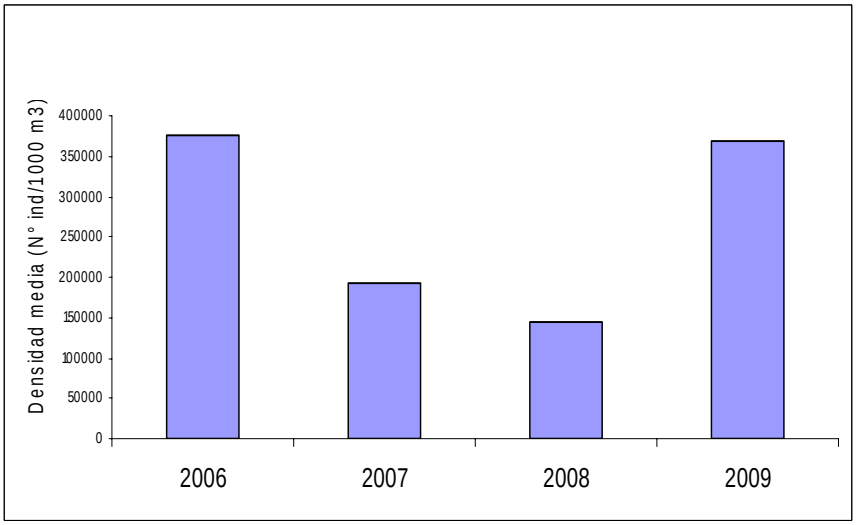


Figura 26. Densidades medias totales registradas entre el 2006-2009.

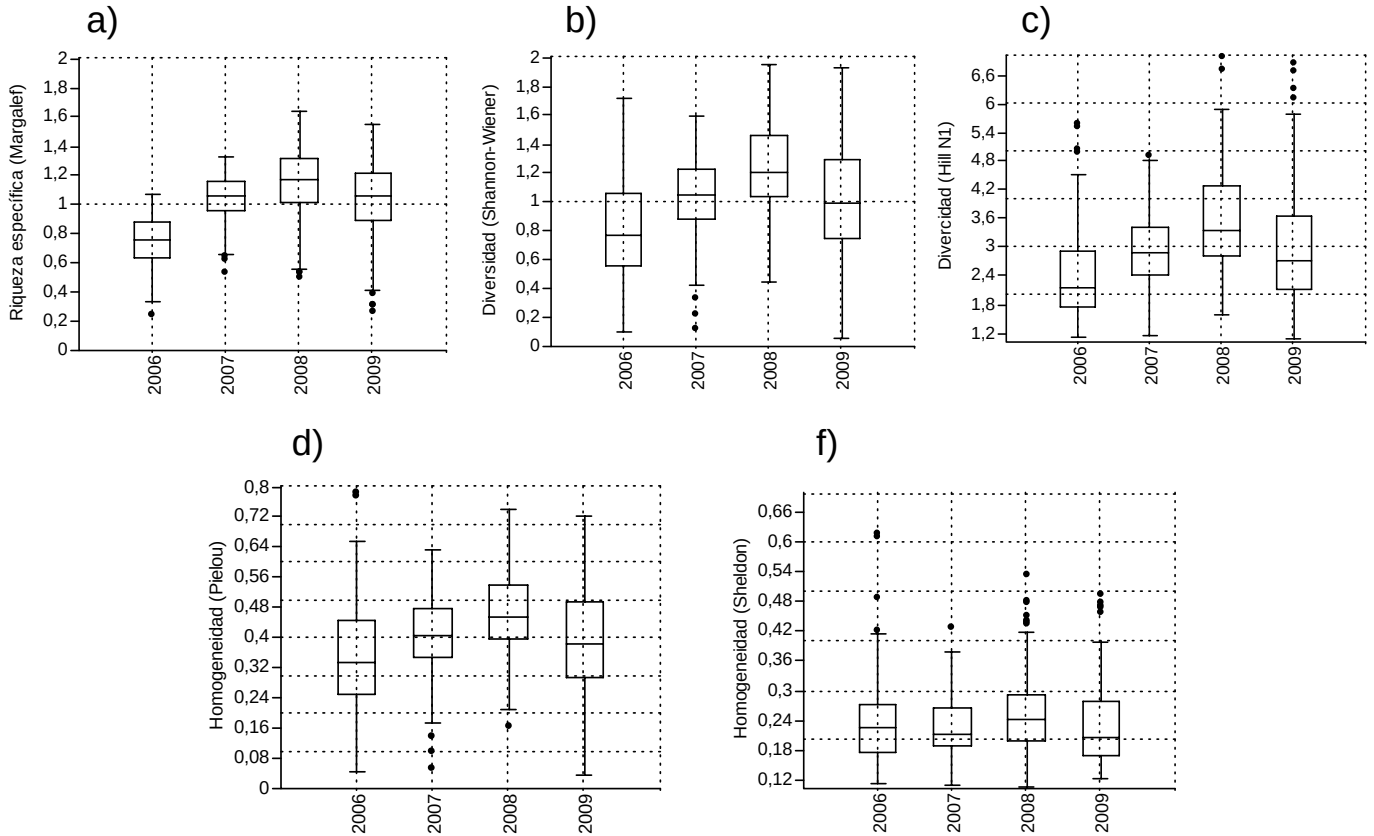


Figura 27. Gráficos de caja de los índices de: a) Riqueza especifica de Margalef; b) Diversidad de Shannon y Weaver ; c) Diversidad de Hill, d) Homogeneidad de Pielou y f) Homogeneidad de Sheldon, para el 2006-2009.

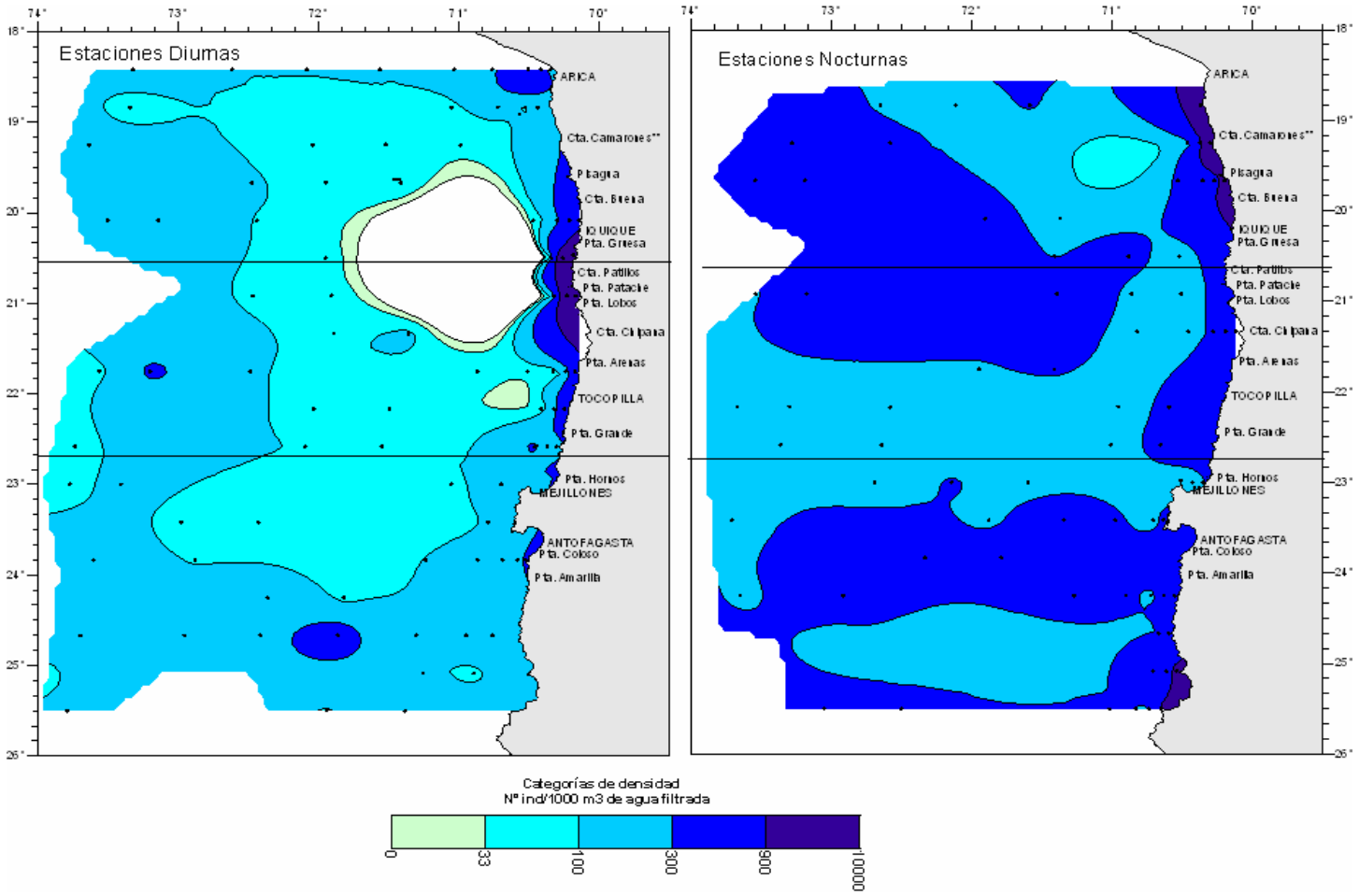


Figura 28. Distribución espacial de la biomasa zooplanctónica diurnas y nocturnas. Noviembre del 2009.

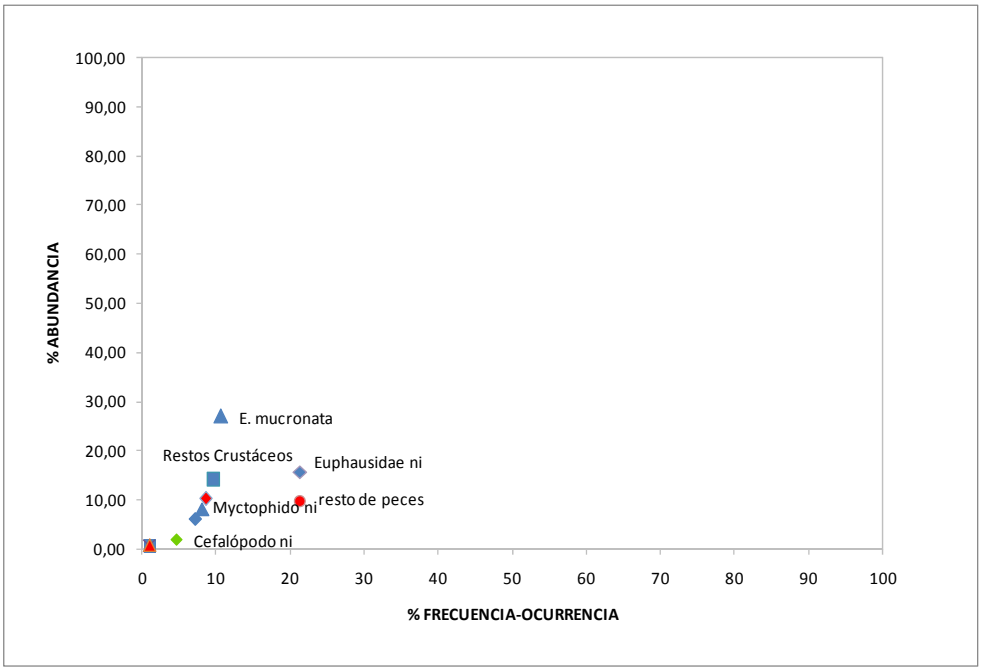
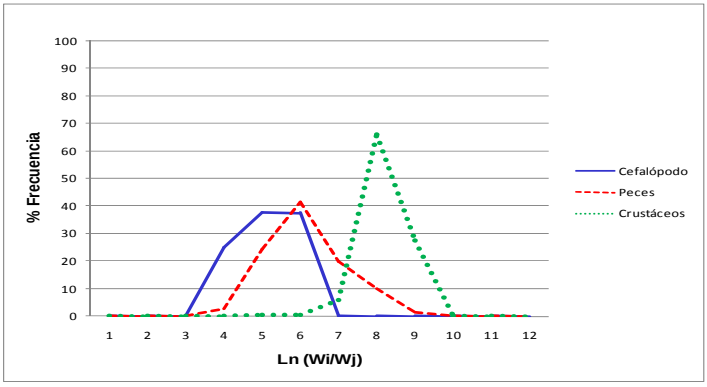
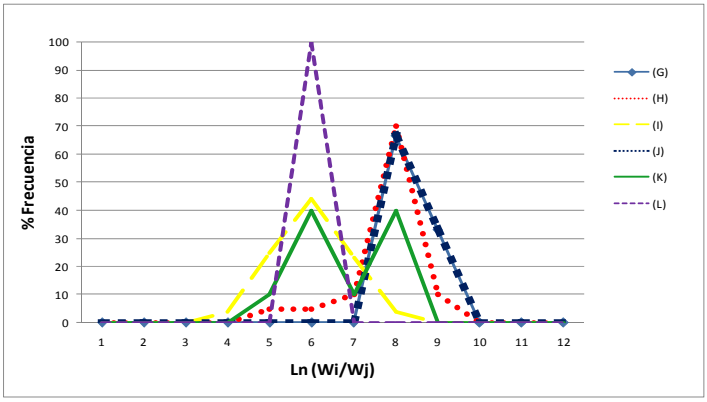


Figura 29. Representación de las estrategias alimentarías para el área de estudio, según el método gráfico de Amundsen ***et al.*** (1996).

a



b



c

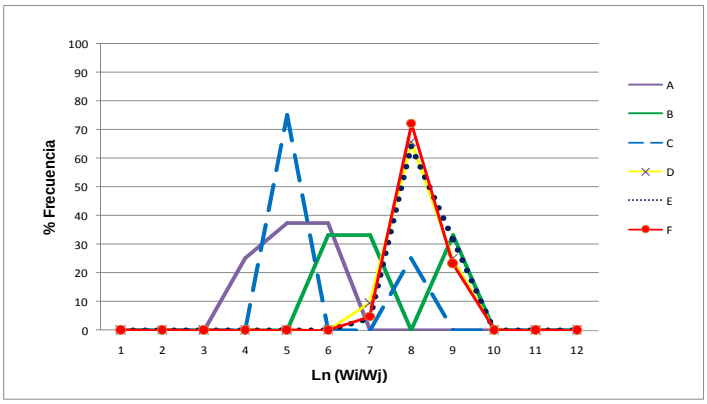


Figura 30. Distribución de frecuencias del índice de selectividad de Ursin de las principales presas de jurel en la zona norte de Chile por grandes grupos (a), por especies presentes (b y c): .A: Cefalopodos n.i., B: *Diogenichthys laternatus,* C: *Diogenichthys* n.i., D: *Euphausia lucens,* E: *Euphausia mucronata,* F: *Euphausia similis,* G: *Euphausia sp*, H: Eufáusidos n.i, I: Mictófidos n.i, J: *Nematocelis megalops*, K: Teleósteos ni, L: *Vinciguerria* sp

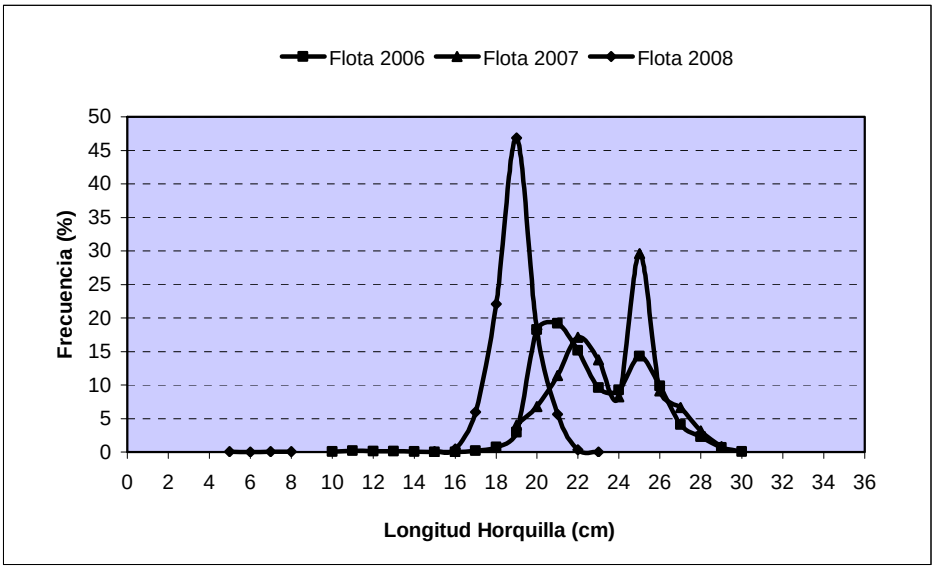
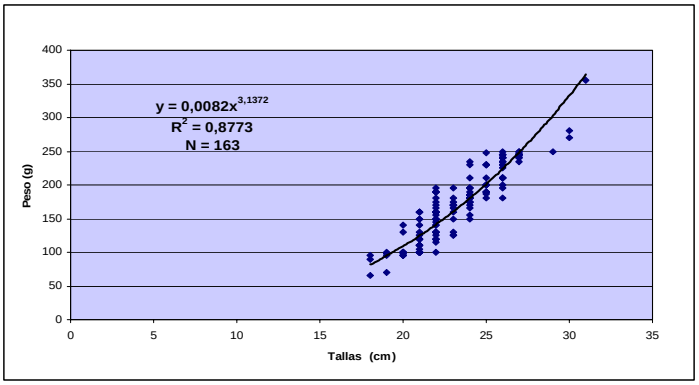
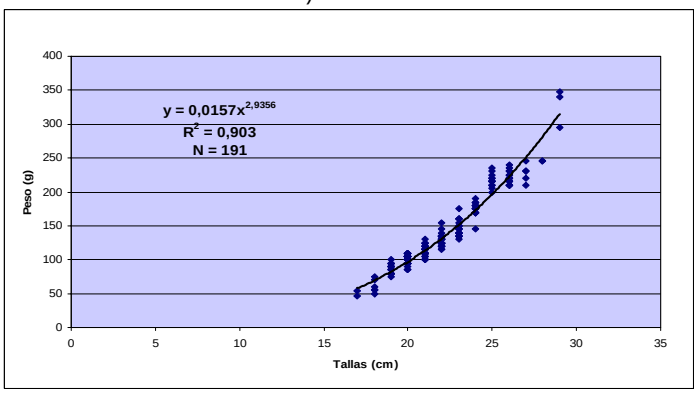


Figura 31. Distribución de tallas de jurel flota 2006 – 2008.

a) machos



b) hembras



c) Total

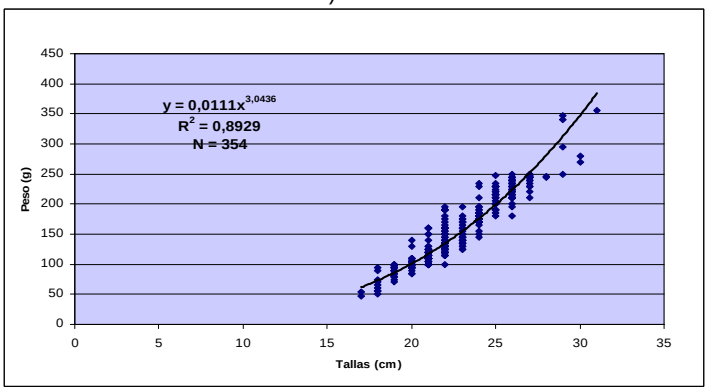
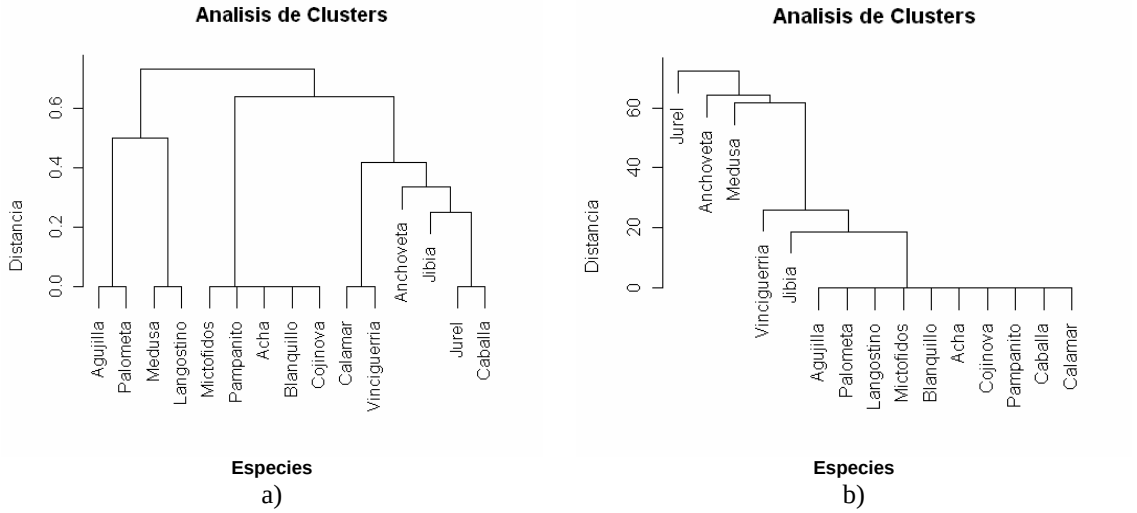


Figura 32. Relaciones longitud-peso de jurel zona de estudio. Noviembre 2009.



.

Figura 33. Dendograma a) ausencia/ presencia por especie y b) Importancia relativa por especie

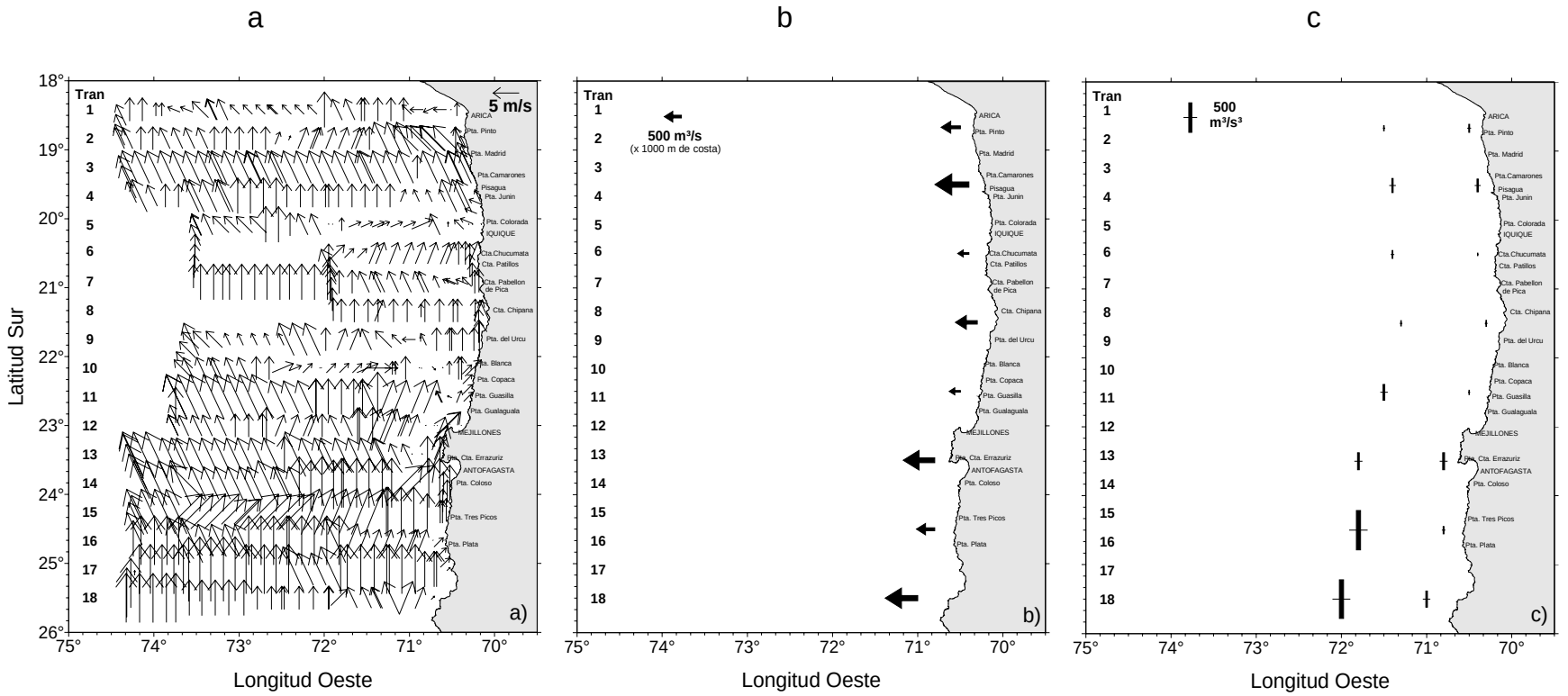


Figura 34. Figura de a) Dirección e intensidad del viento (m/s), b) índice de surgencia promedio (por 1000 Km), (c) índice de turbulencia (m^3/s^3). Noviembre 2009.

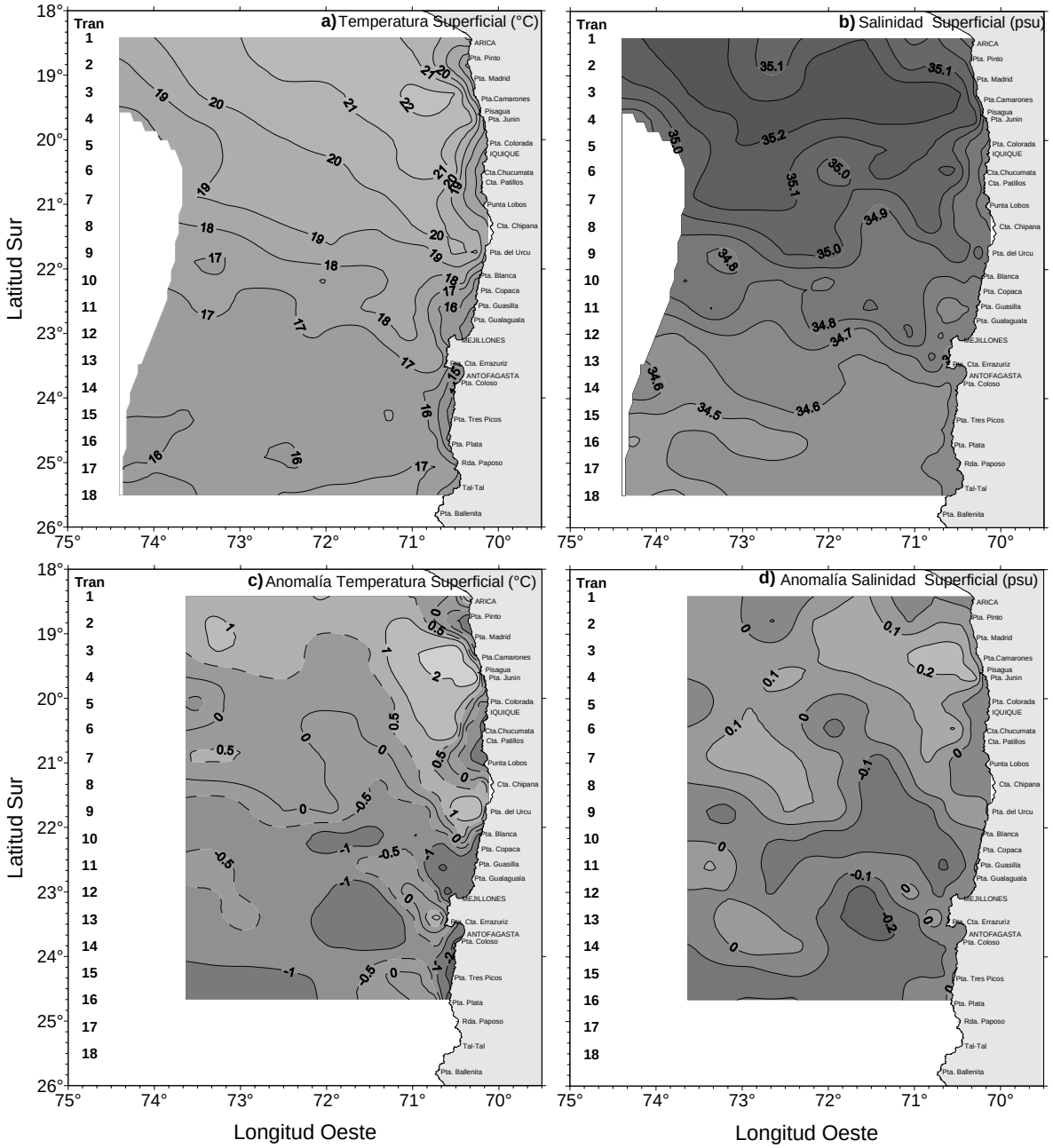


Figura 35. Distribución horizontal de a) temperatura superficial del mar (ºC), b) salinidad superficial del mar, c) anomalía de la temperatura superficial del mar y d) anomalía de salinidad superficial. Noviembre 2009.

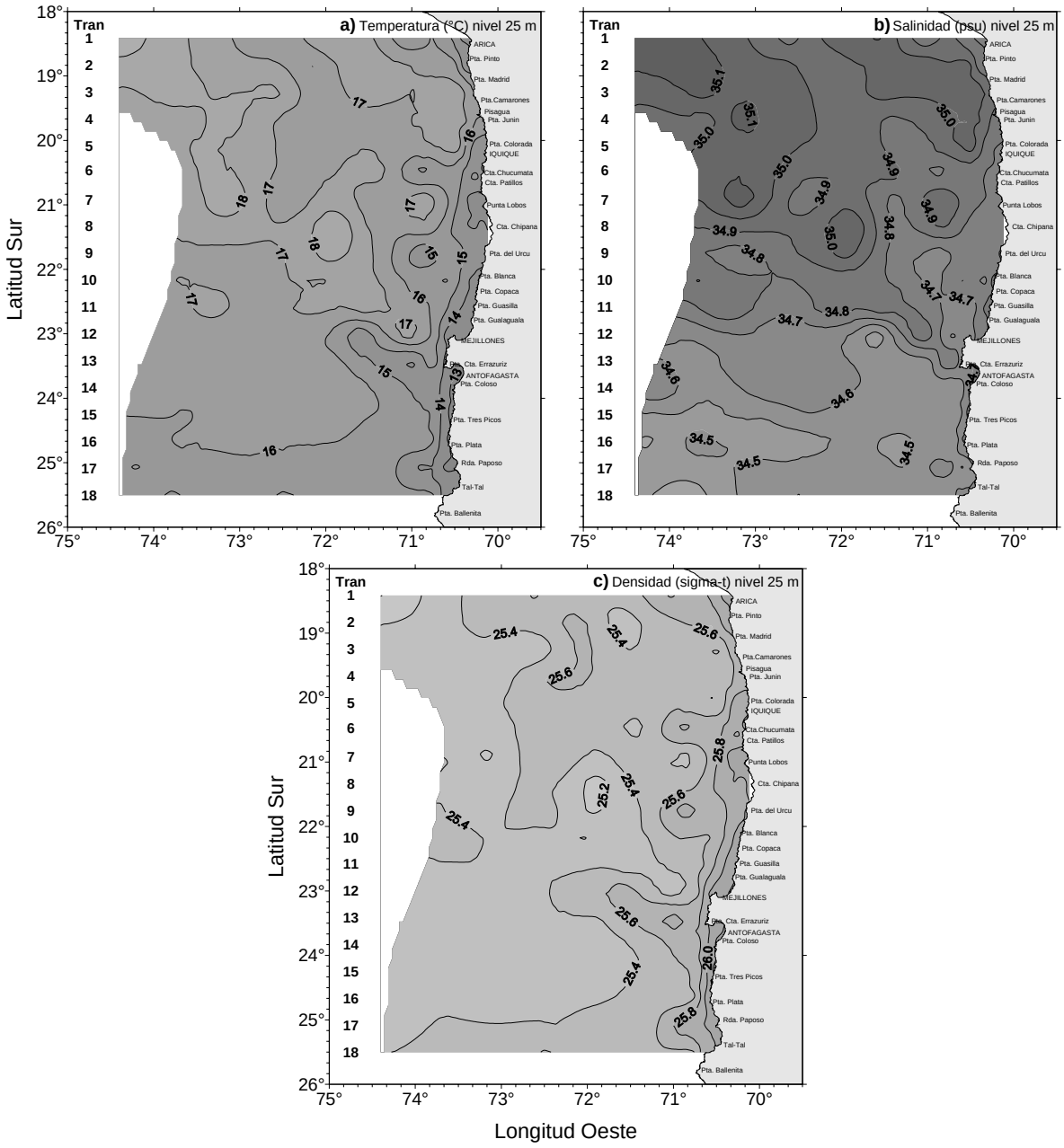


Figura 36. Distribución en el estrato de 25 m de profundidad de a) temperatura del mar (ºC), b) salinidad del mar (psu) y c) densidad (sigma-t). Noviembre 2009.

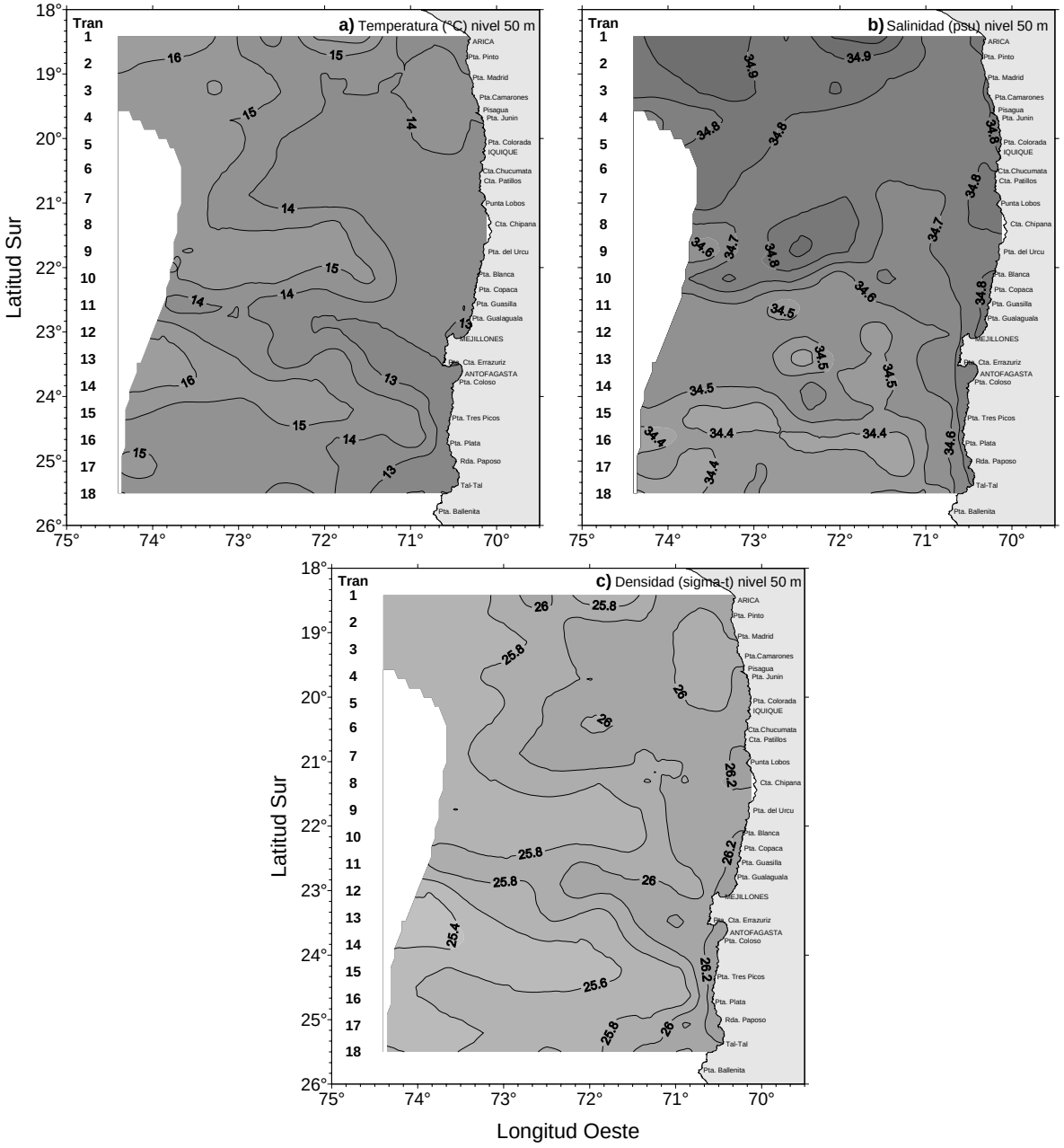


Figura 37. Distribución en el estrato de 50 m de profundidad de a) temperatura del mar (ºC), b) salinidad del mar (psu) y c) densidad (sigma-t). Noviembre 2009.

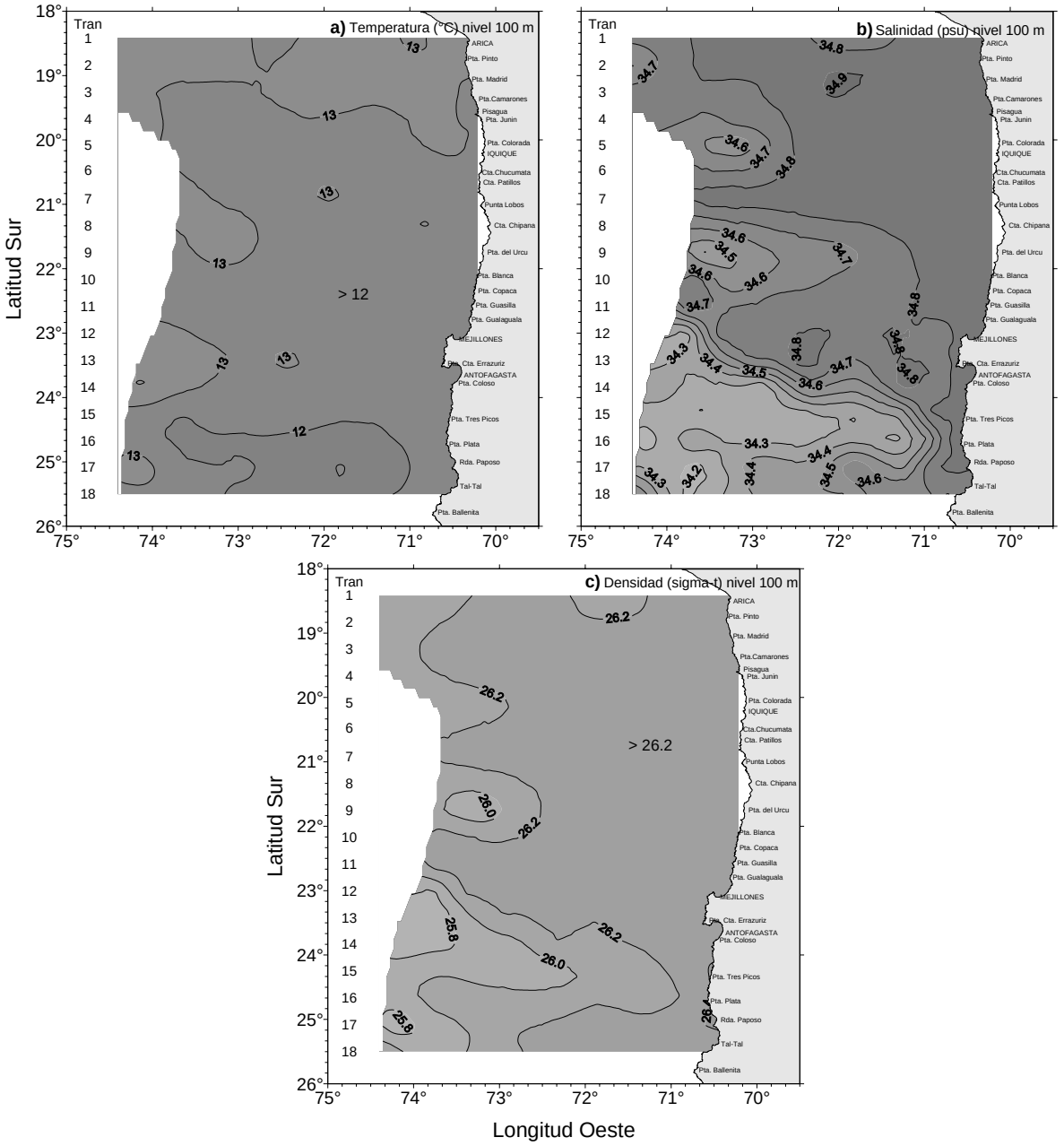


Figura 38. Distribución en el estrato de 100 m de profundidad de a) temperatura del mar (ºC), b) salinidad del mar (psu) y c) densidad (sigma-t). Noviembre 2009.

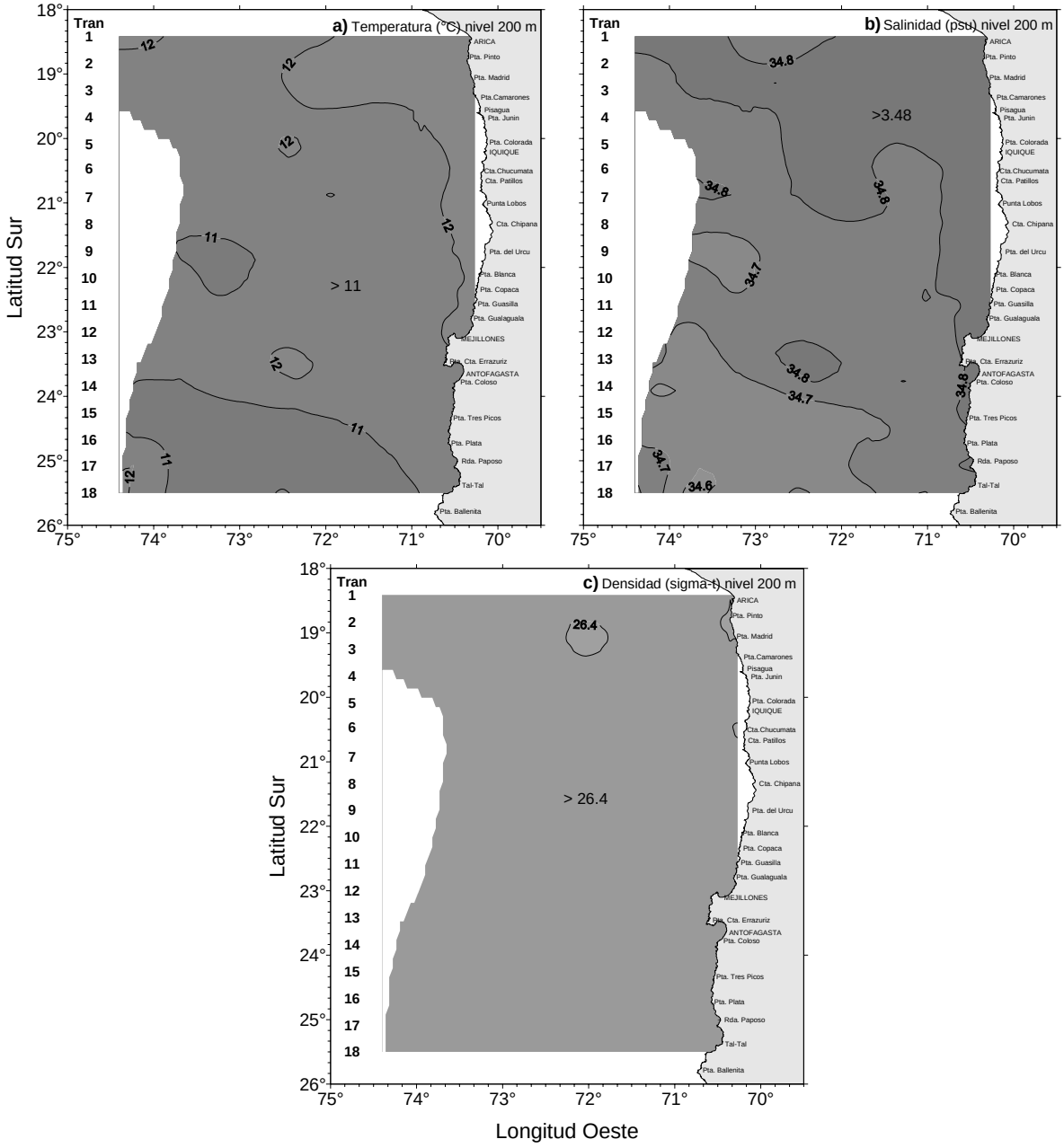


Figura 39. Distribución en el estrato de 200 m de profundidad de a) temperatura del mar (ºC), b) salinidad del mar (psu) y c) densidad (sigma-t). Noviembre 2009.

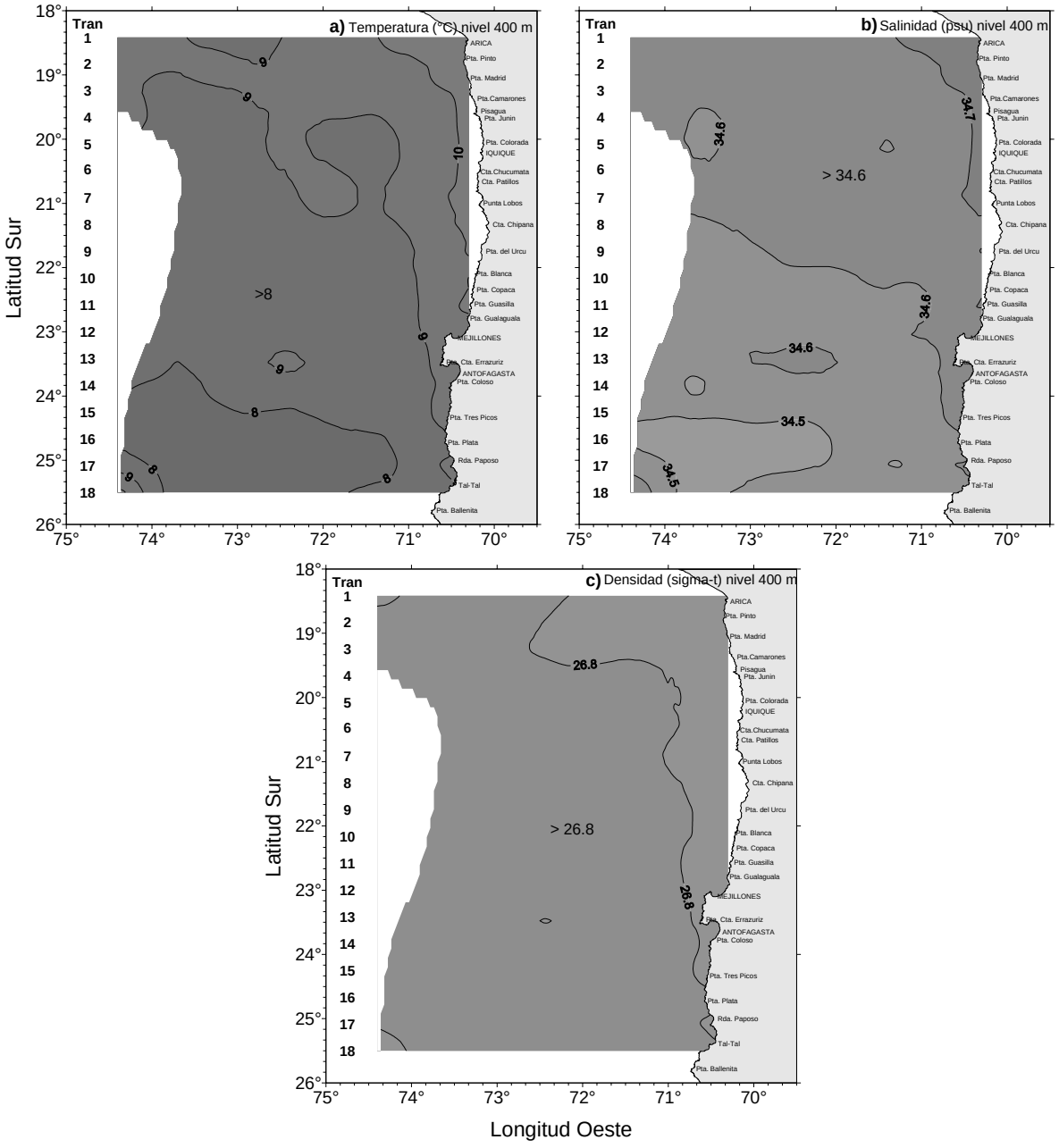


Figura 40. Distribución en el estrato de 400 m de profundidad de a) temperatura del mar (ºC), b) salinidad del mar (psu) y c) densidad (sigma-t). Noviembre 2009.

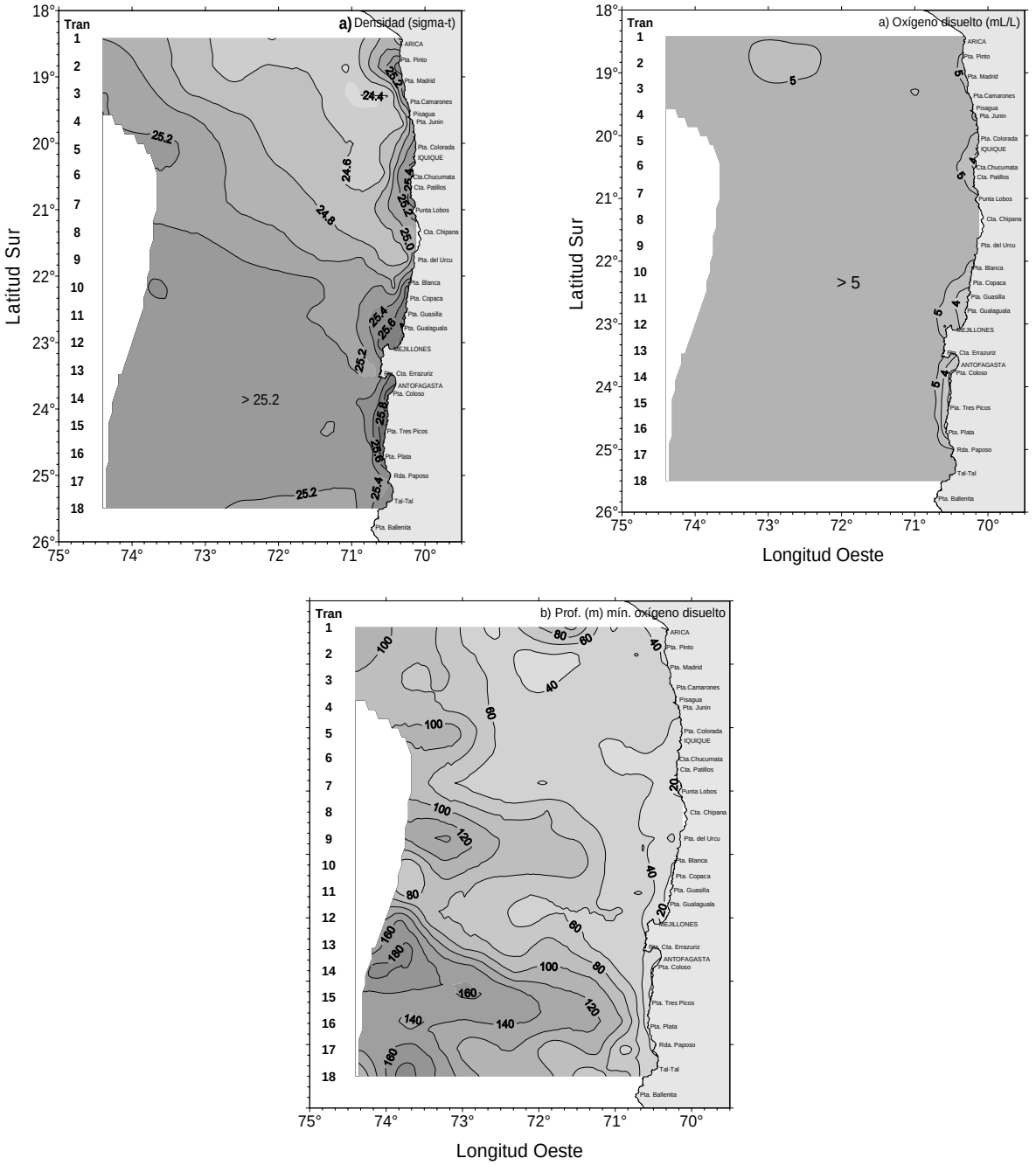


Figura 41. Distribución superficial de (a) densidad (sigma-t) (kg/m^3), (b) concentración de oxígeno disuelto (mL/L) y (c) profundidad (m) del límite superior de la capa de mínimo oxígeno disuelto (isolínea de (1mL/L). Noviembre 2009.

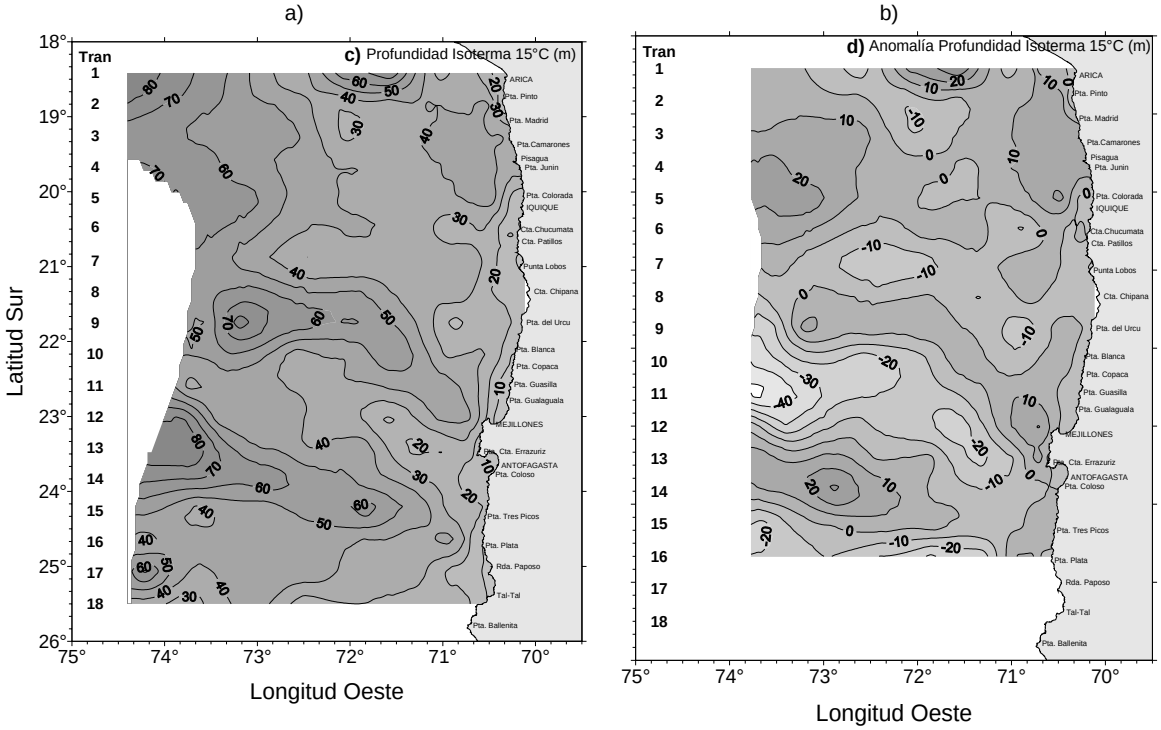


Figura 42. Distribución superficial de (a) profundidad de la isoterma de 15°C (m), y (b) anomalía de profundidad de la isoterma 15°C (m). Noviembre 2009.

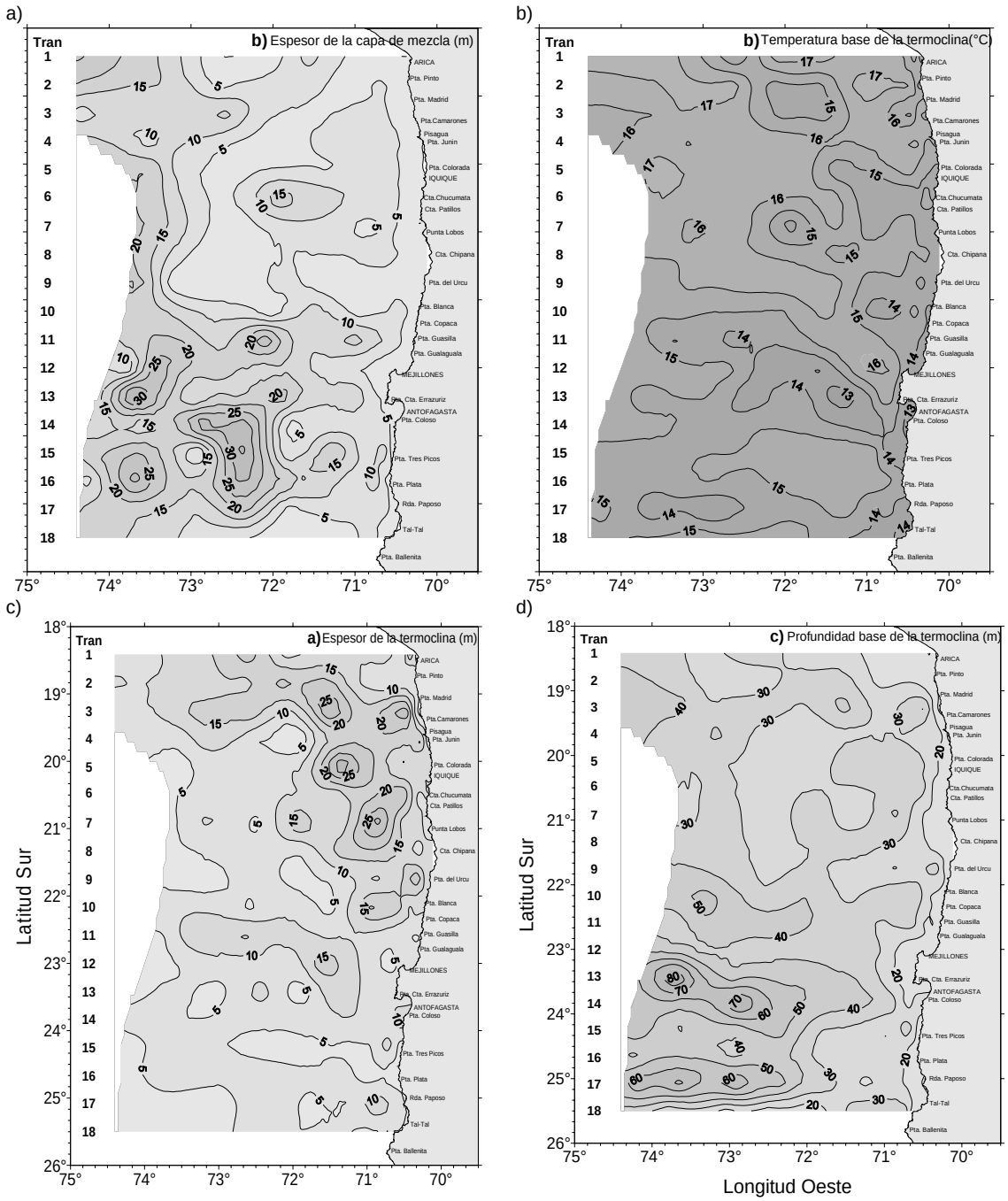


Figura 43. Distribución espacial de (a) espesor de la capa de mezcla (m), (b) espesor de la termoclina (m), (c) temperatura base de la termoclina (°C) y (d) profundidad de la base de la termoclina (m). Noviembre 2009.

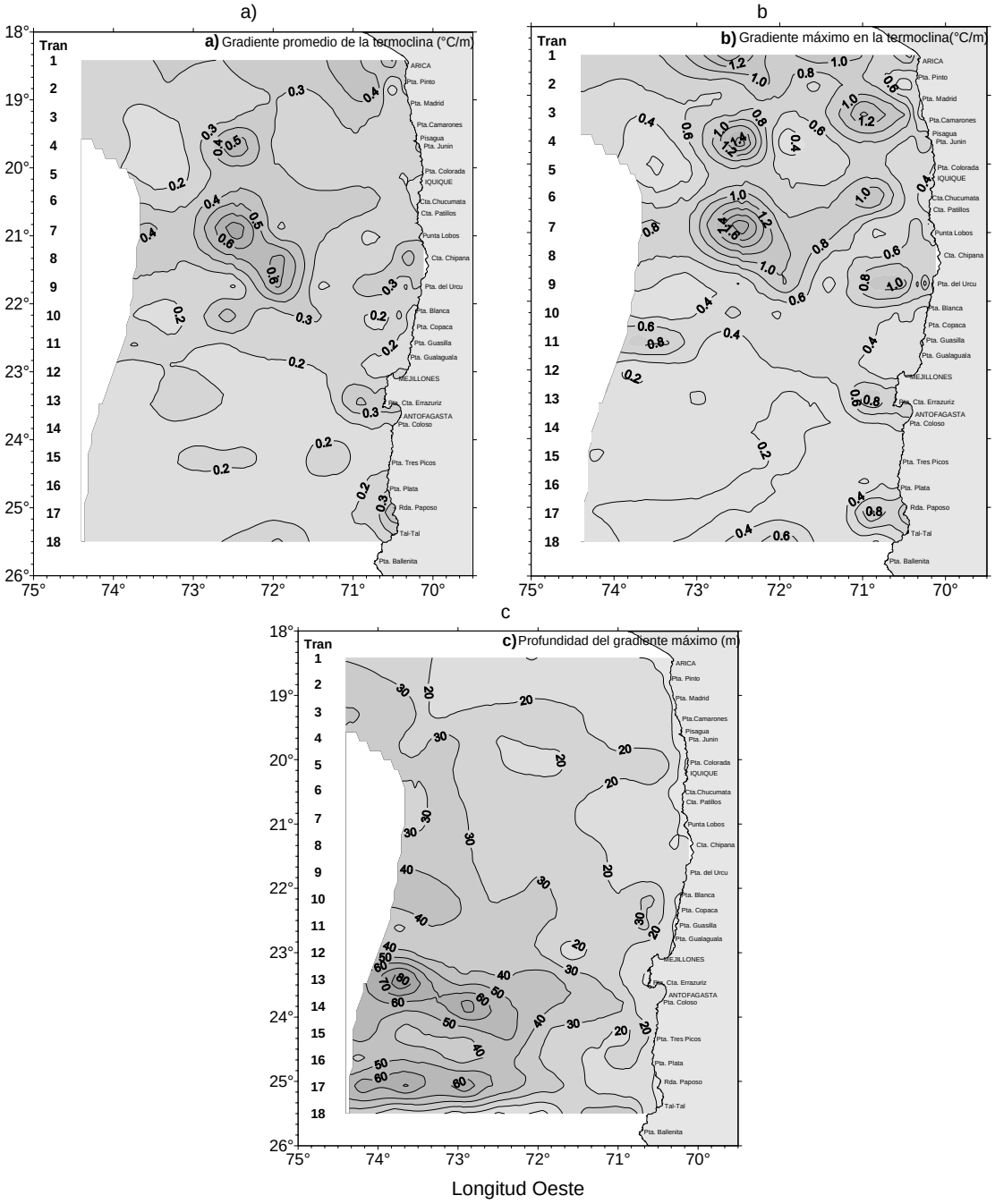


Figura 44. Distribución espacial de (a) gradiente de temperatura promedio de la termoclina (°C/m), (b), máximo gradiente de temperatura en la termoclina (°C/m) y c) profundidad del máximo gradiente de temperatura en la termoclina (m). Noviembre 2009.

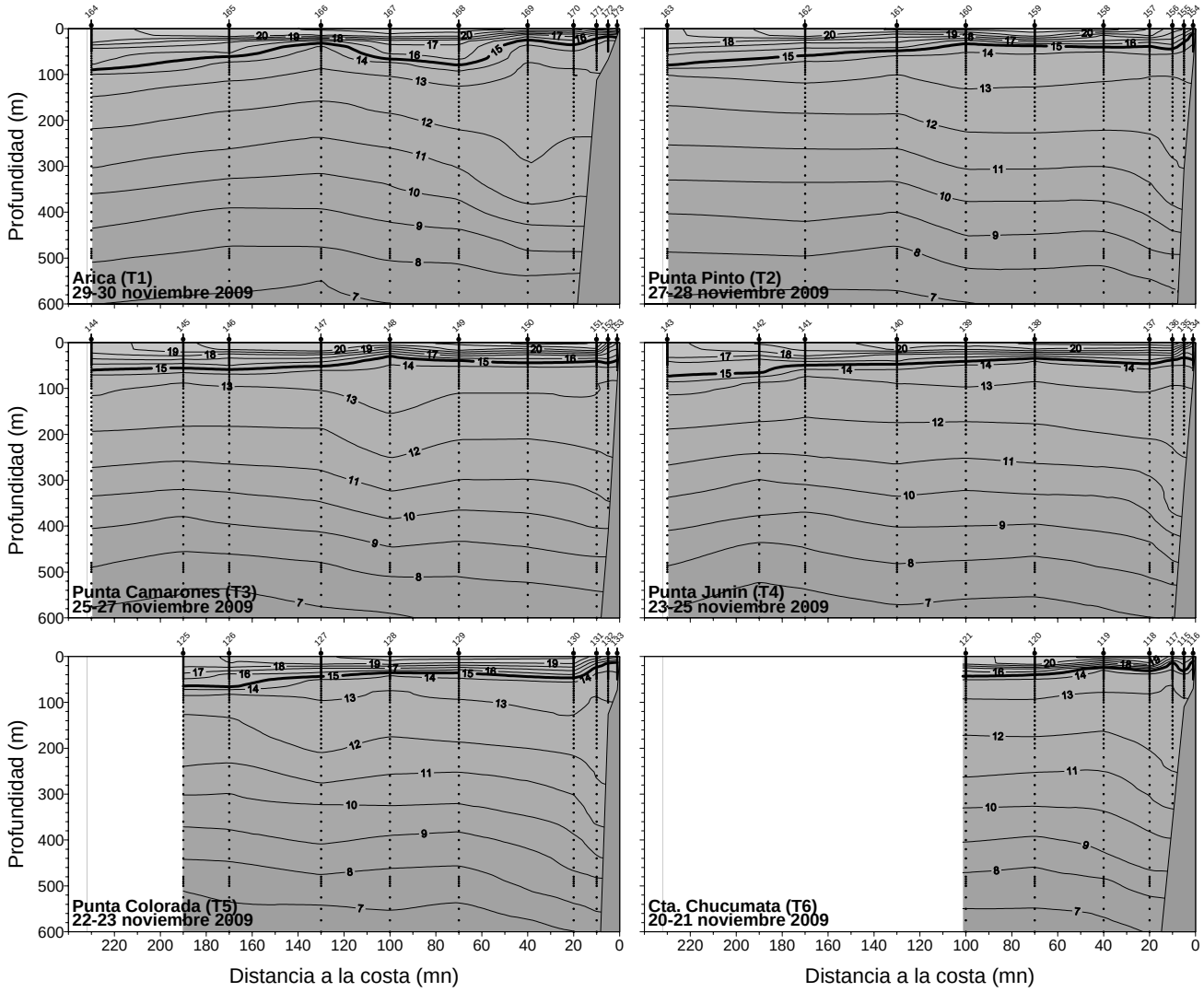


Figura 45. Distribución vertical de temperatura (ºC) en la columna de agua, transectas oceanográficas 1 a 6. Noviembre 2009.

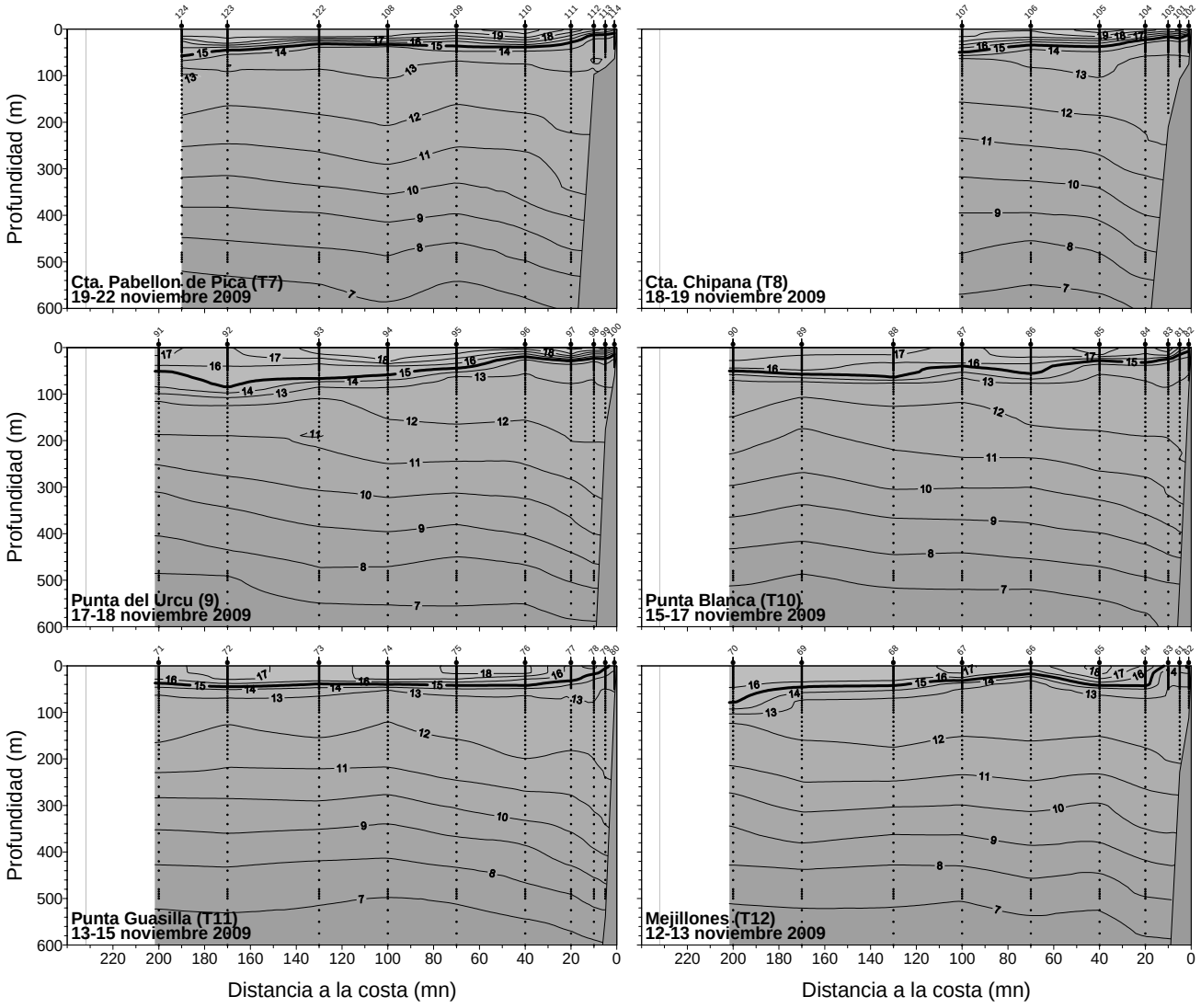


Figura 46. Distribución vertical de temperatura (ºC) en la columna de agua, transectas oceanográficas 7 a 12. Noviembre 2009.

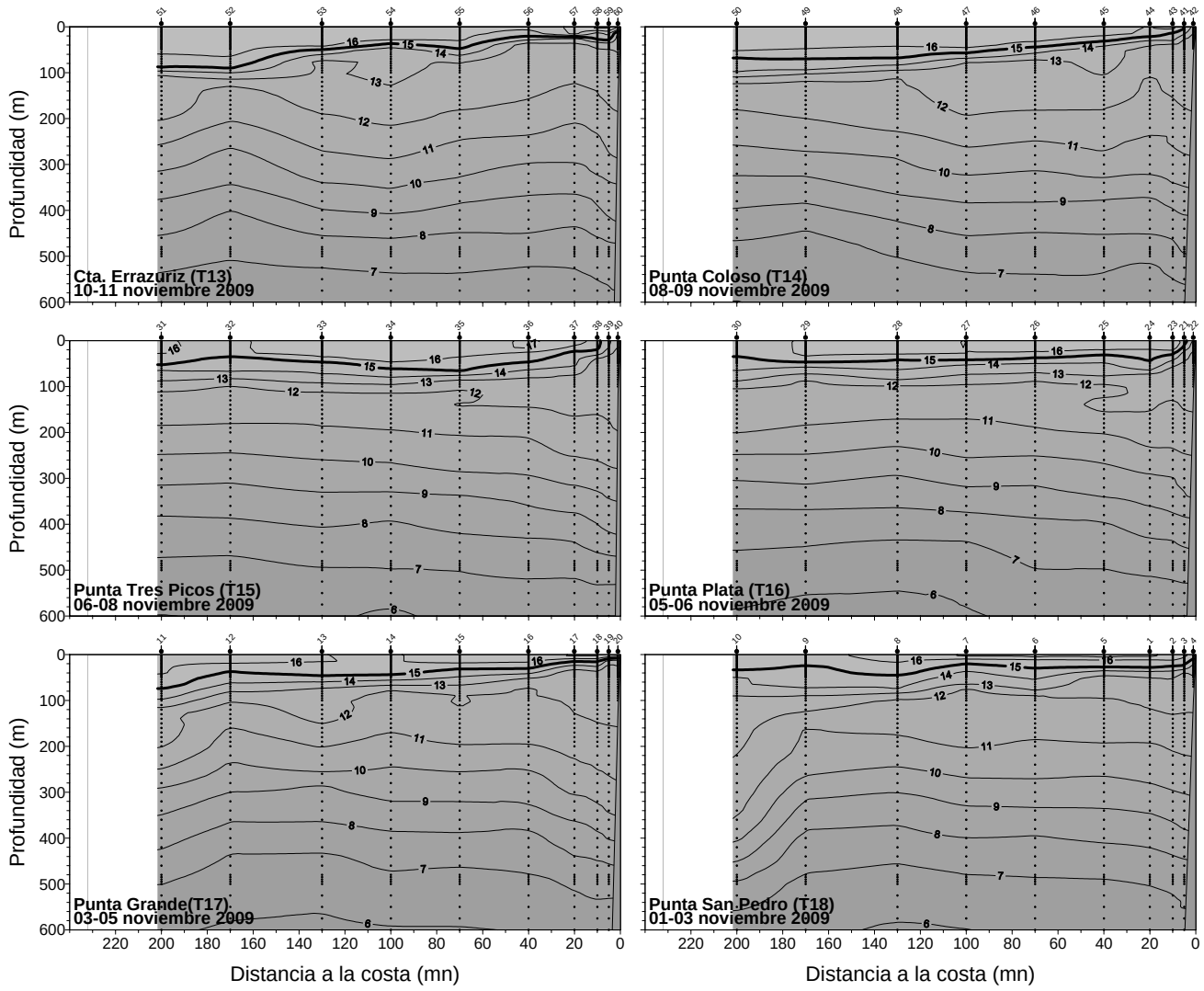


Figura 47. Distribución vertical de temperatura (ºC) en la columna de agua, transectas oceanográficas 13 a 18. Noviembre 2009.

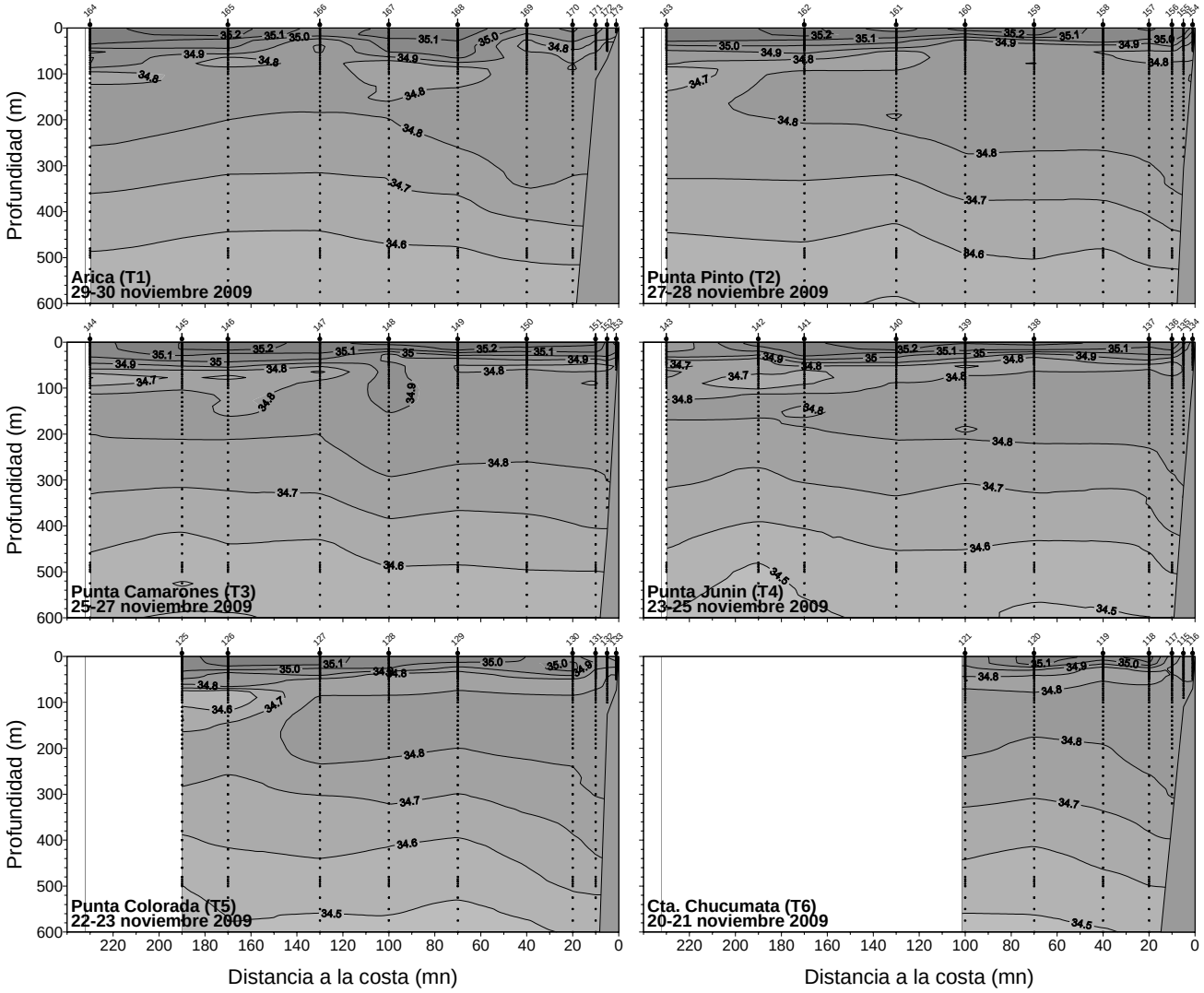


Figura 48. Distribución vertical de salinidad (psu) en la columna de agua, transectas oceanográficas 1 a 6. Noviembre 2009.

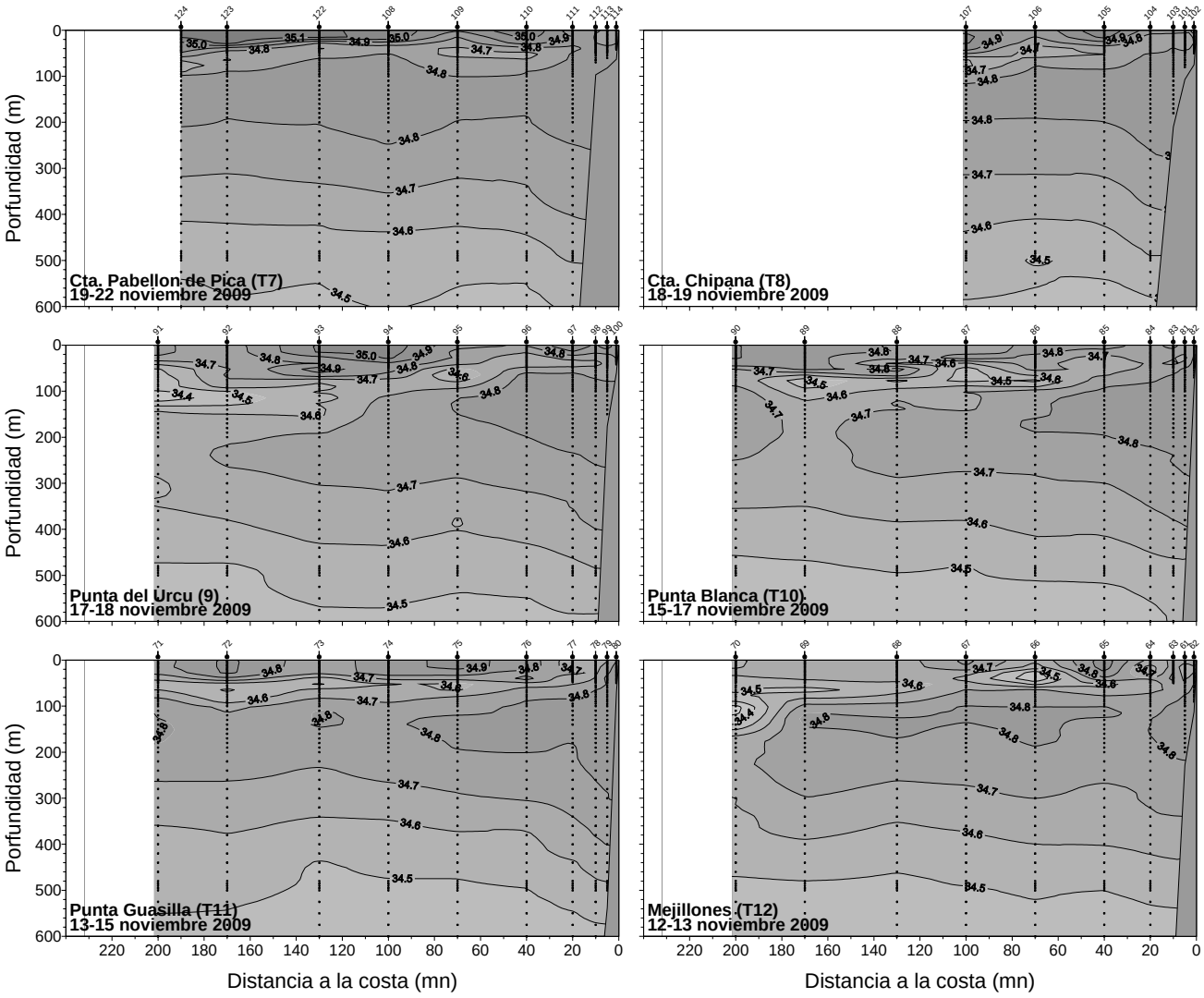


Figura 49. Distribución vertical de salinidad (psu) en la columna de agua, transectas oceanográficas 7 a 12. Noviembre 2009.

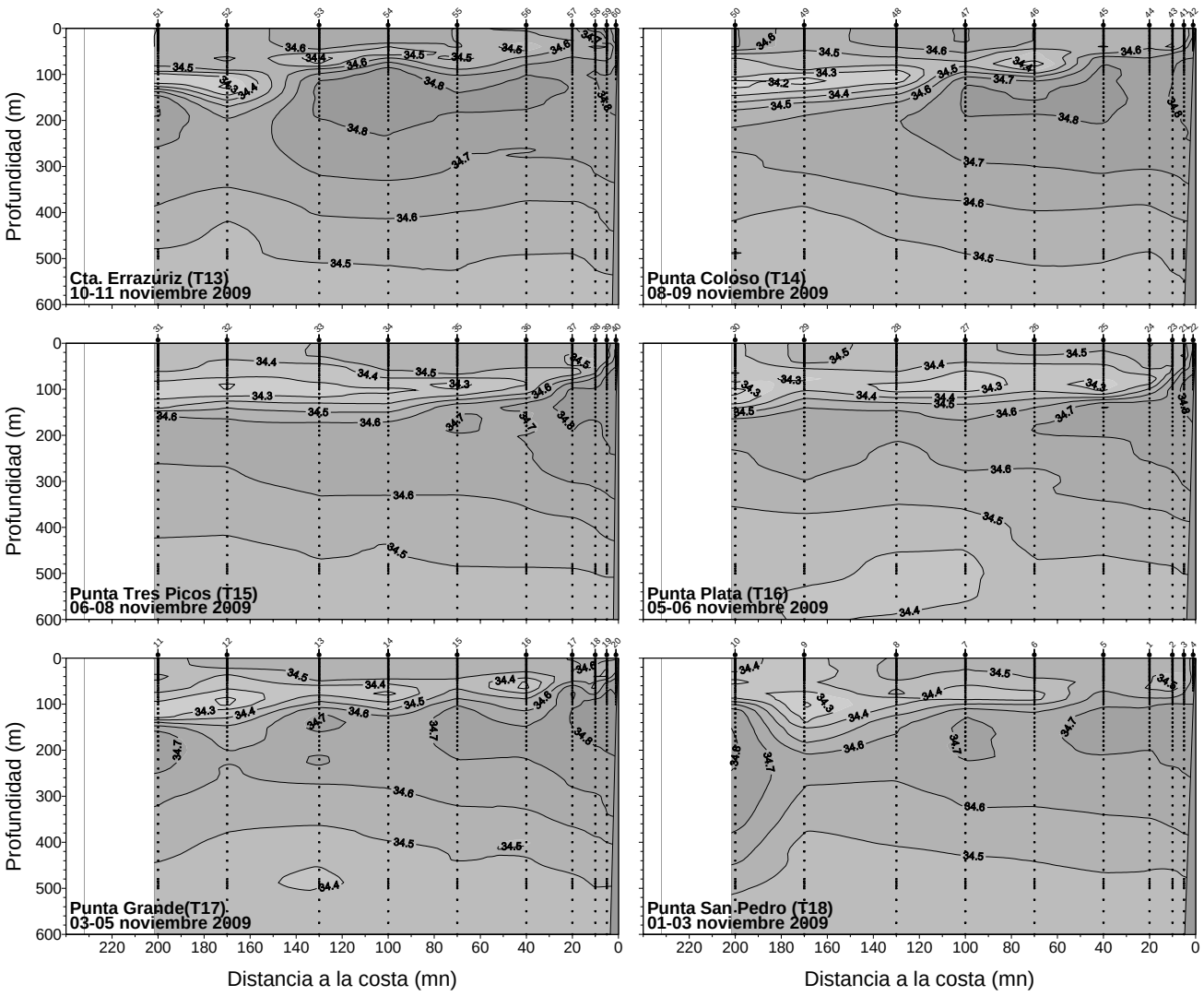


Figura 50. Distribución vertical de salinidad (psu) en la columna de agua, transectas oceanográficas 13 a 18. Noviembre 2009.

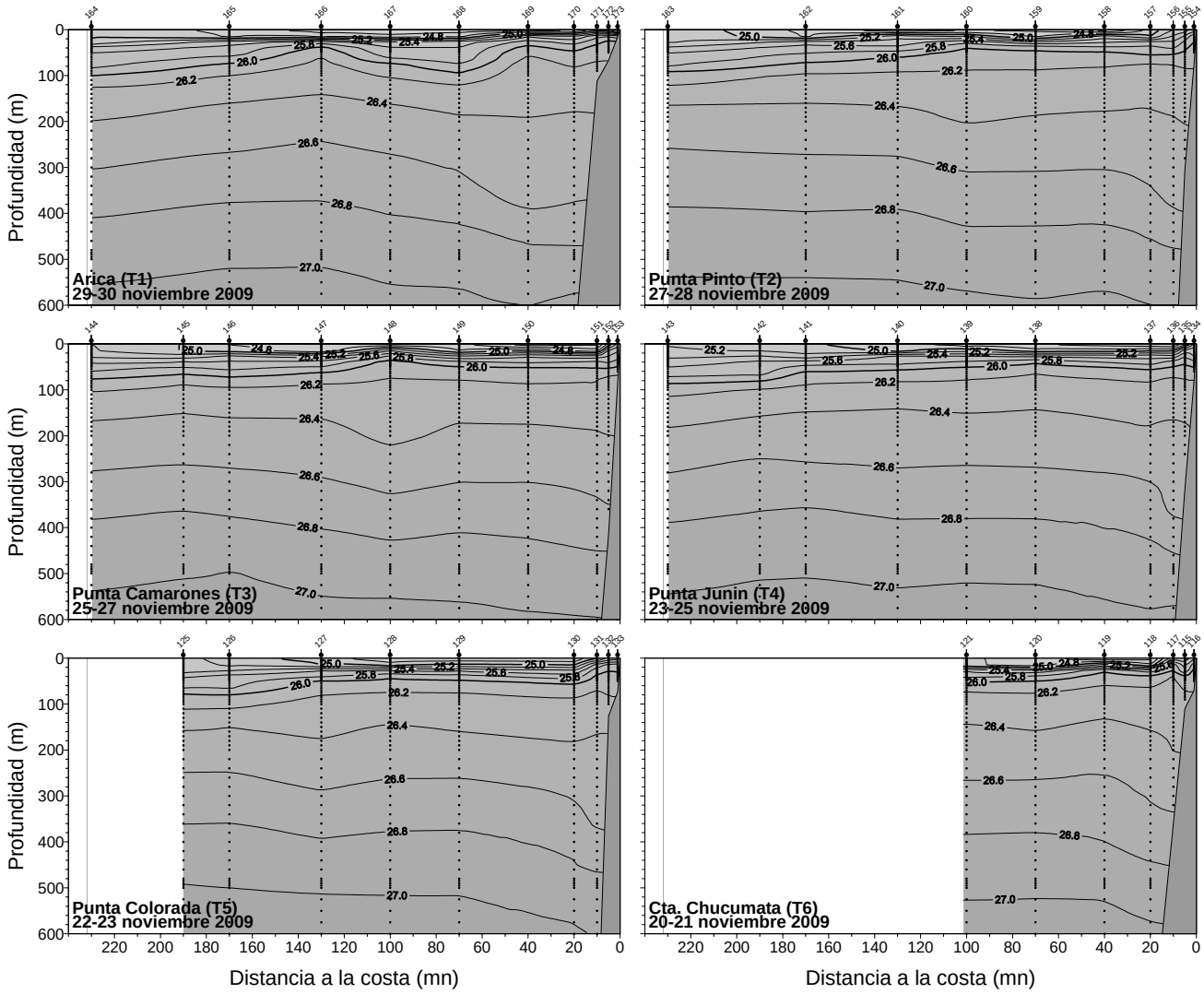


Figura 51. Distribución vertical de sigma-t (densidad-1000) (kg/m^3) en la columna de agua, transectas oceanográficas 1 a 6. Noviembre 2009.

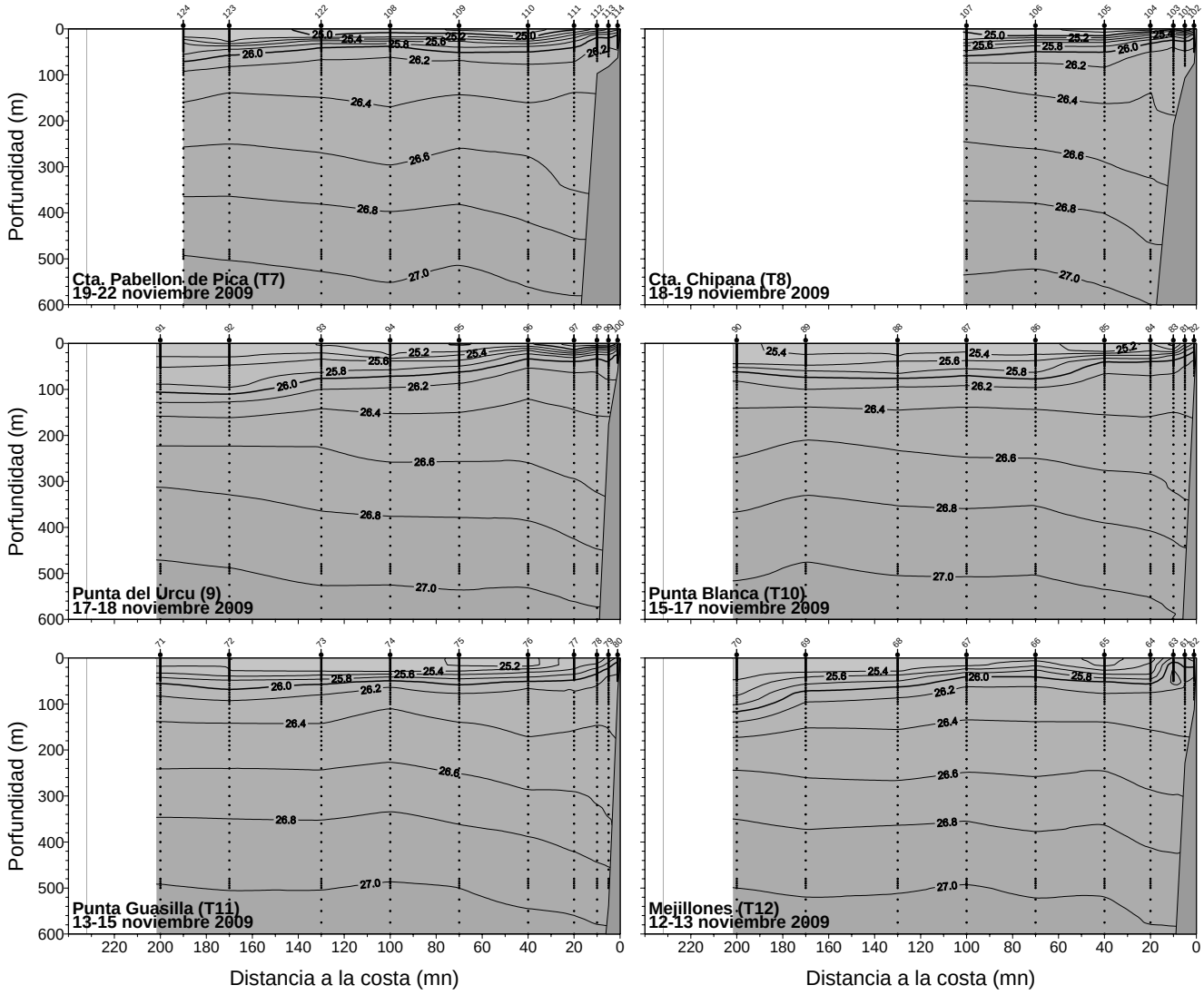


Figura 52. Distribución vertical de sigma-t (densidad-1000) (kg/m^3) en la columna de agua, transectas oceanográficas 7 a 12. Noviembre 2009.

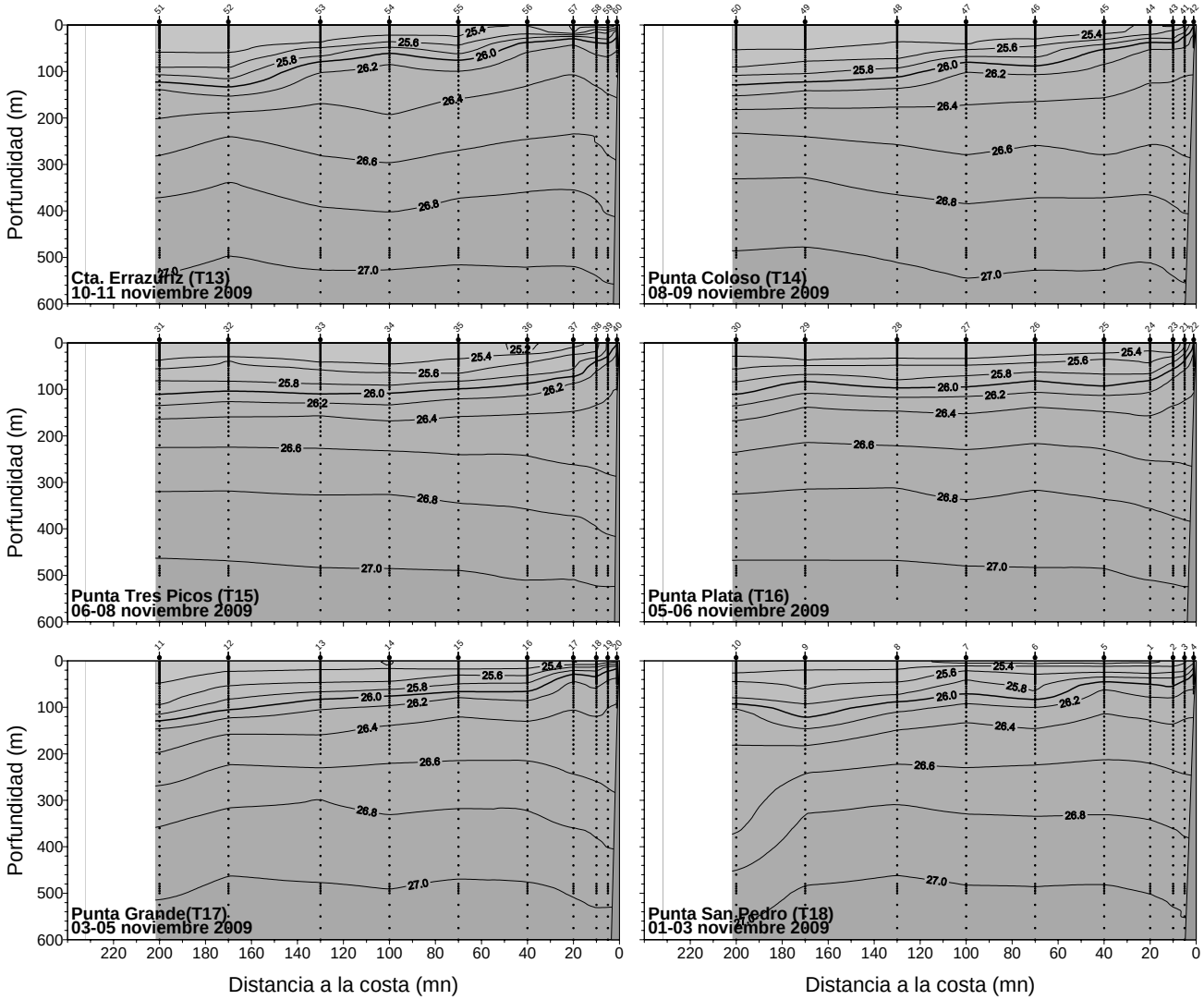


Figura 53. Distribución vertical de sigma-t (densidad-1000) (kg/m^3) en la columna de agua, transectas oceanográficas 13 a 18. Noviembre 2009.

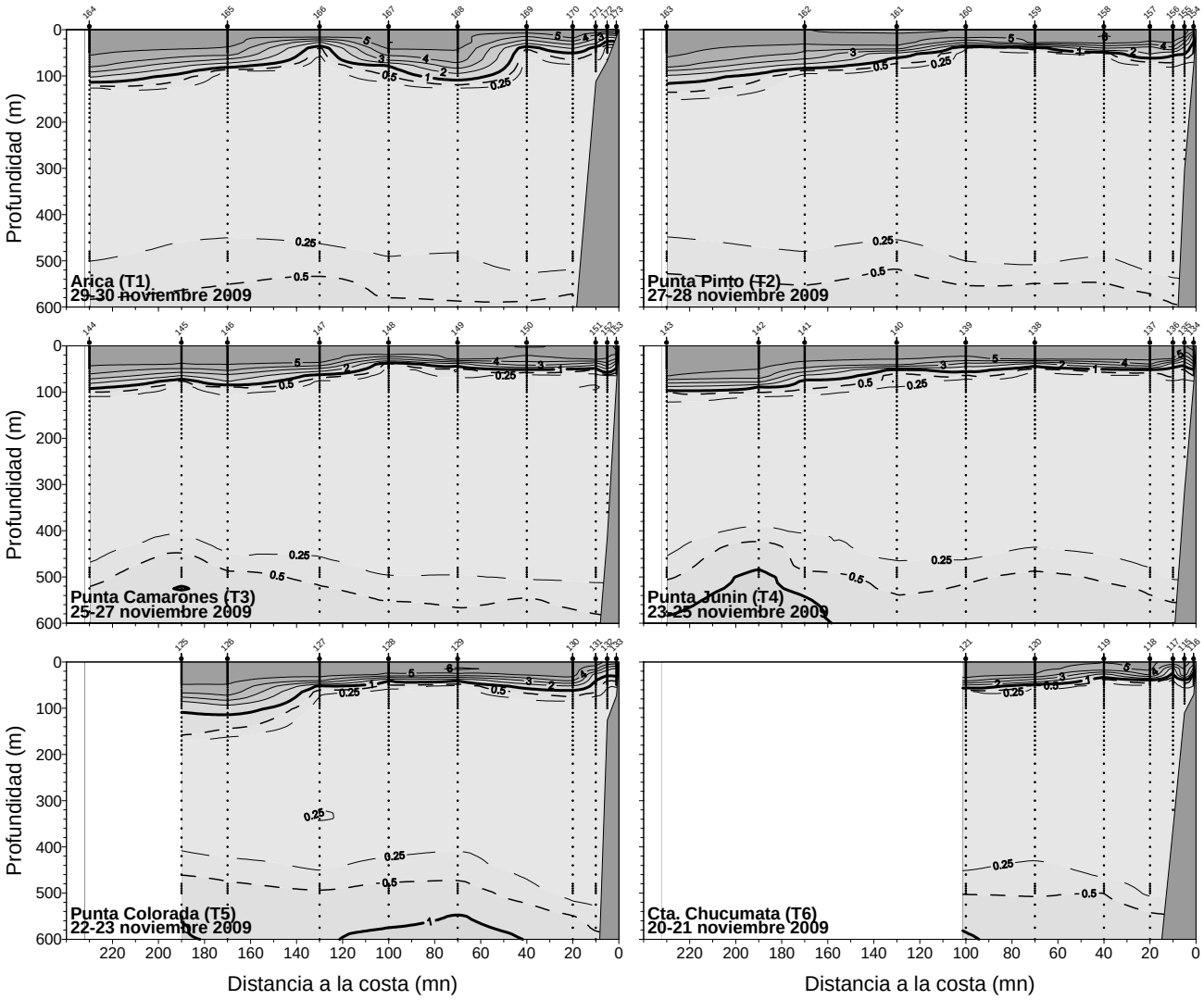


Figura 54. Distribución vertical de la concentración de oxígeno disuelto (mL/L) en la columna de agua, transectas oceanográficas 1 a 6. Noviembre 2009.

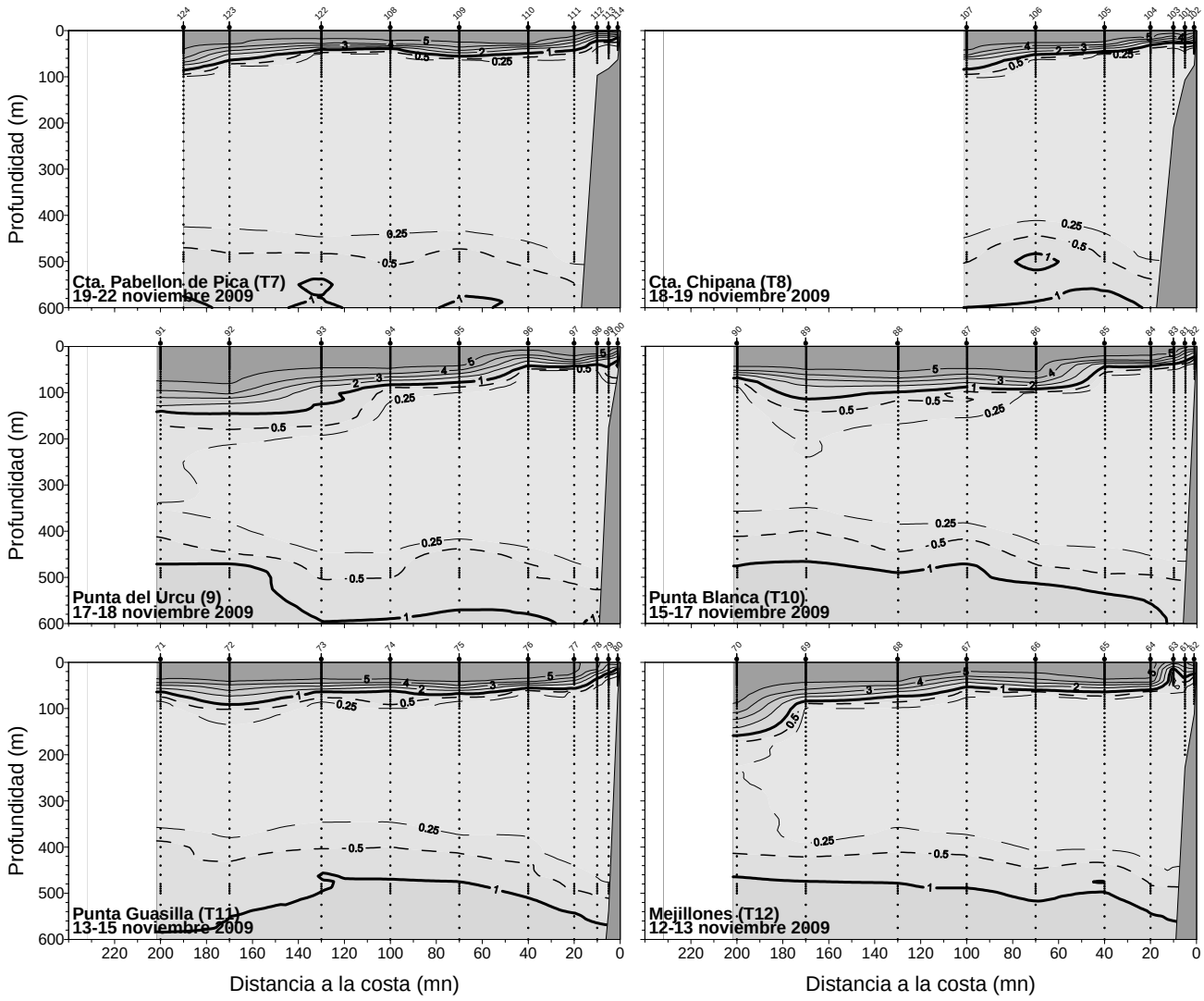


Figura 55. Distribución vertical de la concentración de oxígeno disuelto (mL/L) en la columna de agua, transectas oceanográficas 7 a 12. Noviembre 2009.

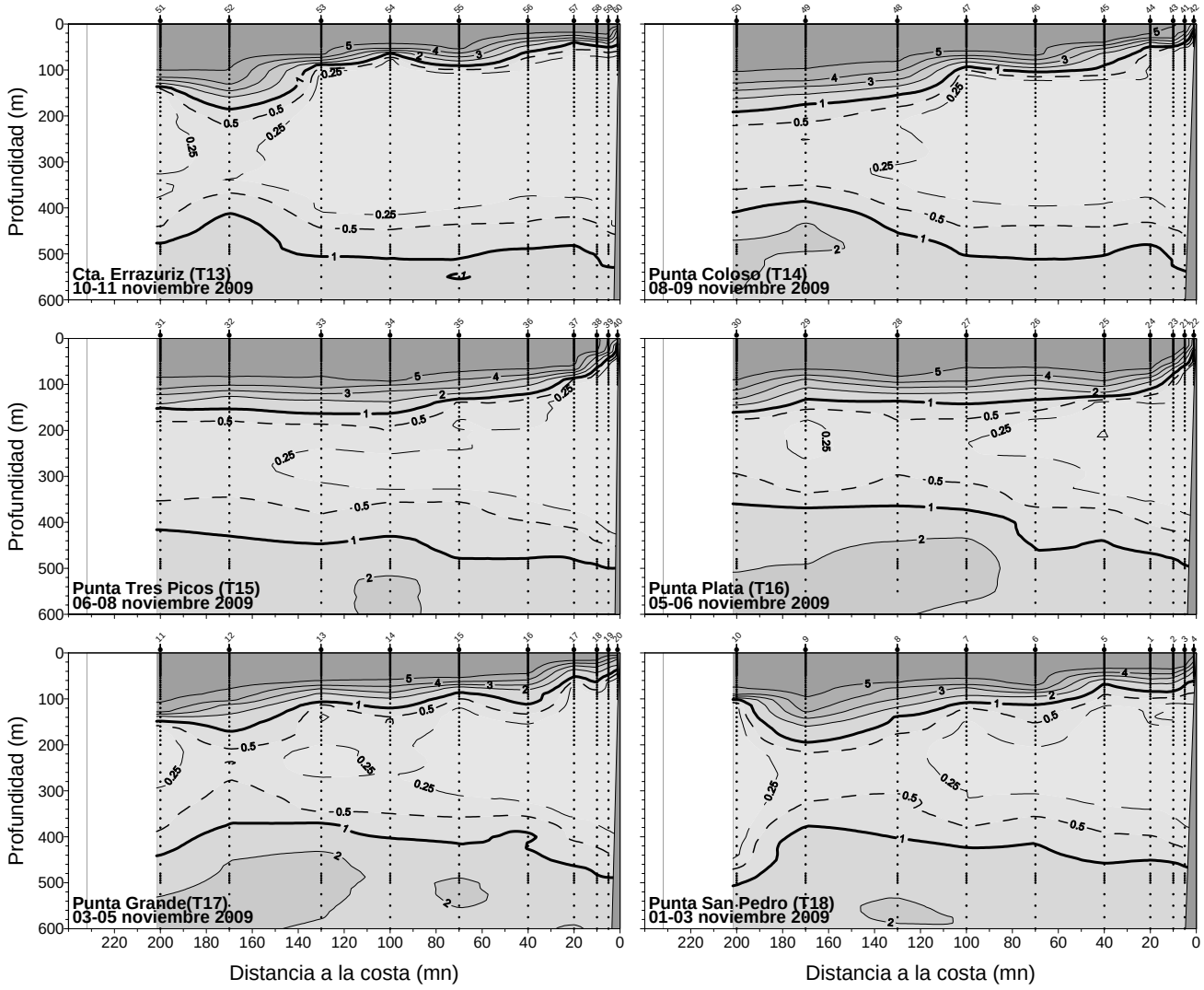


Figura 56. Distribución vertical de la concentración de oxígeno disuelto (mL/L) en la columna de agua, transectas oceanográficas 13 a 18. Noviembre 2009.

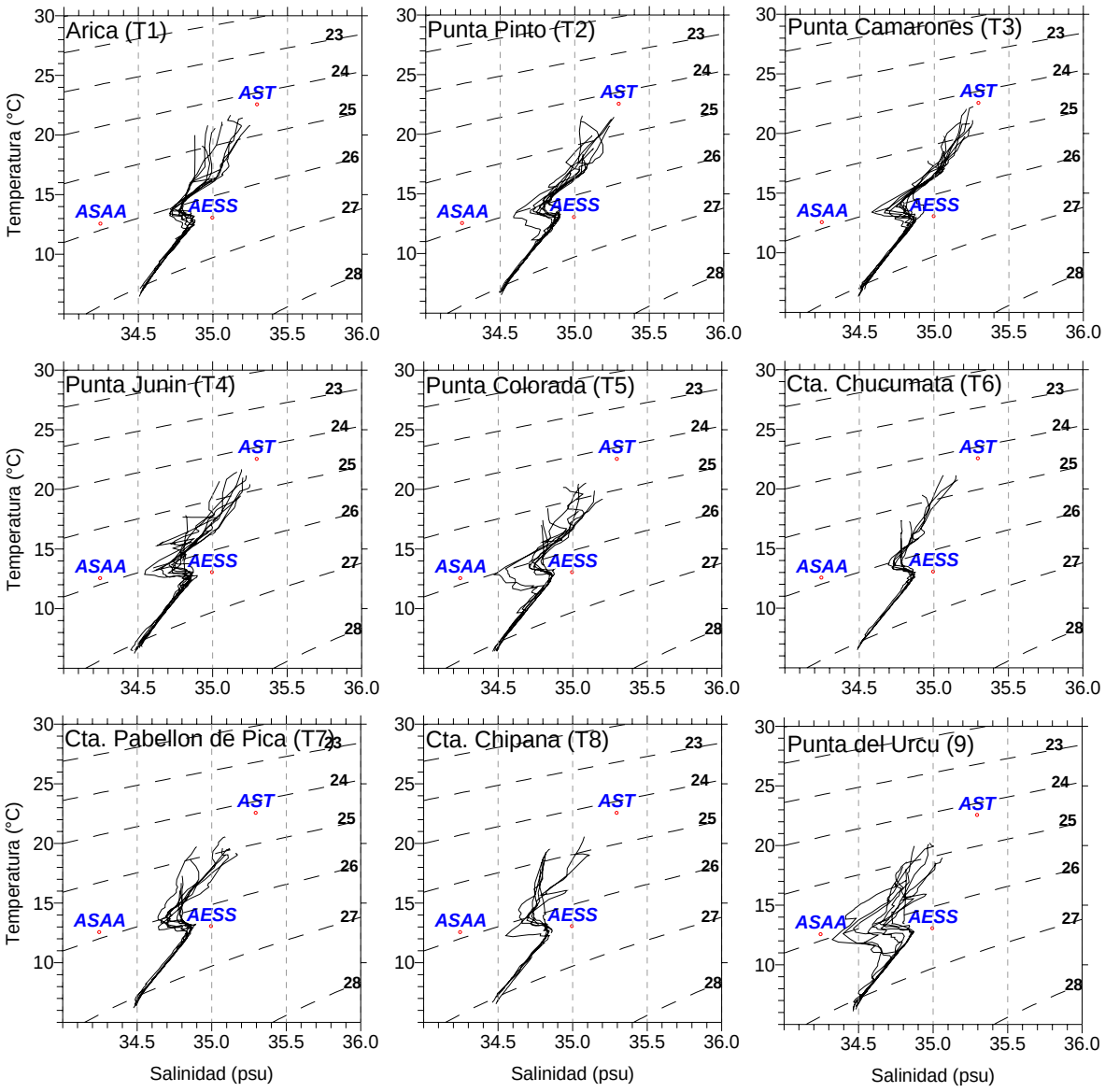


Figura 57. Diagramas T-S para las transectas oceanográficas 1 a 9 realizadas durante la ejecución del crucero. Noviembre 2009.

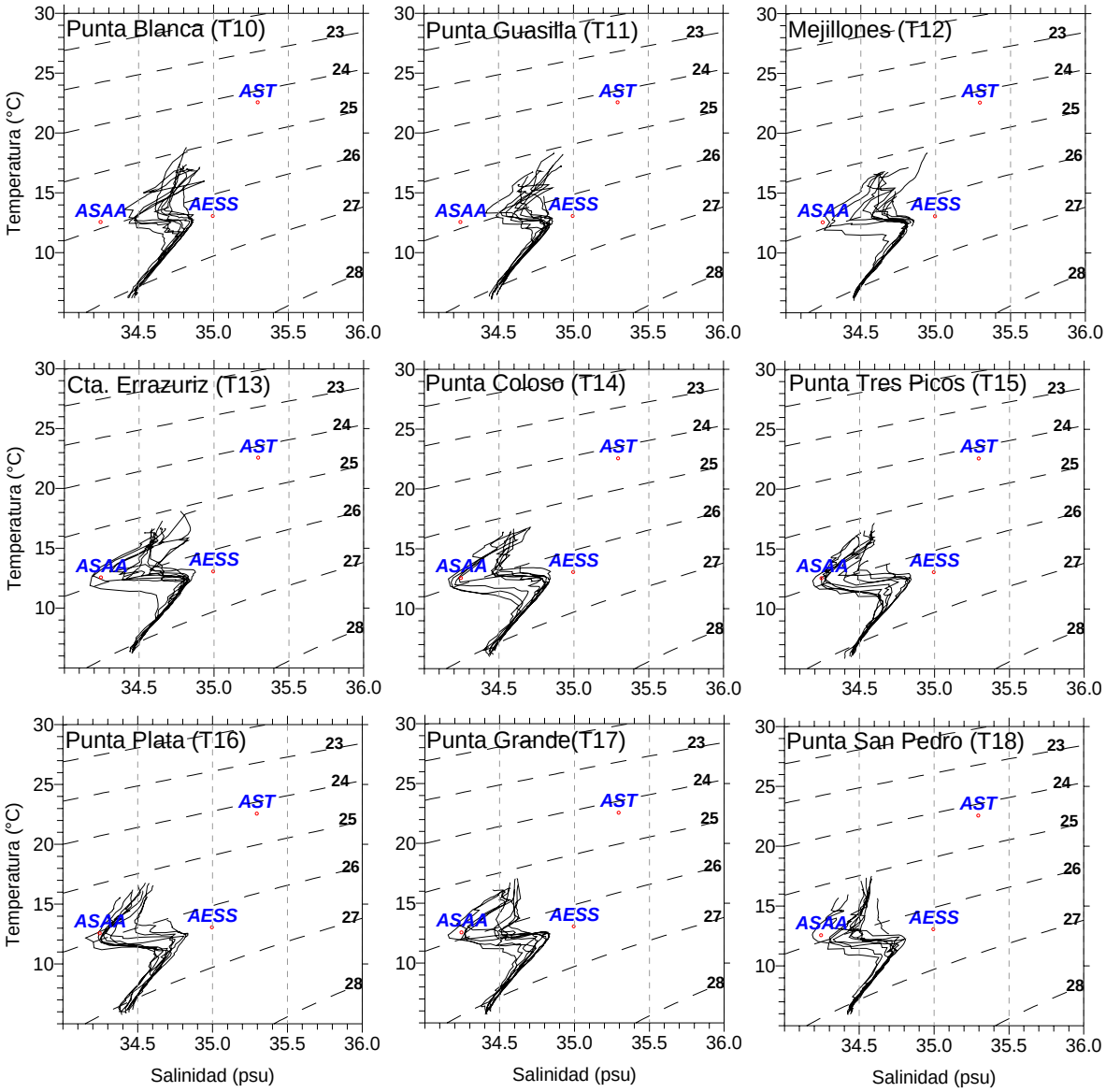


Figura 58. Diagramas T-S para las transectas oceanográficas 10 a 18, realizadas durante la ejecución del crucero. Noviembre 2009.

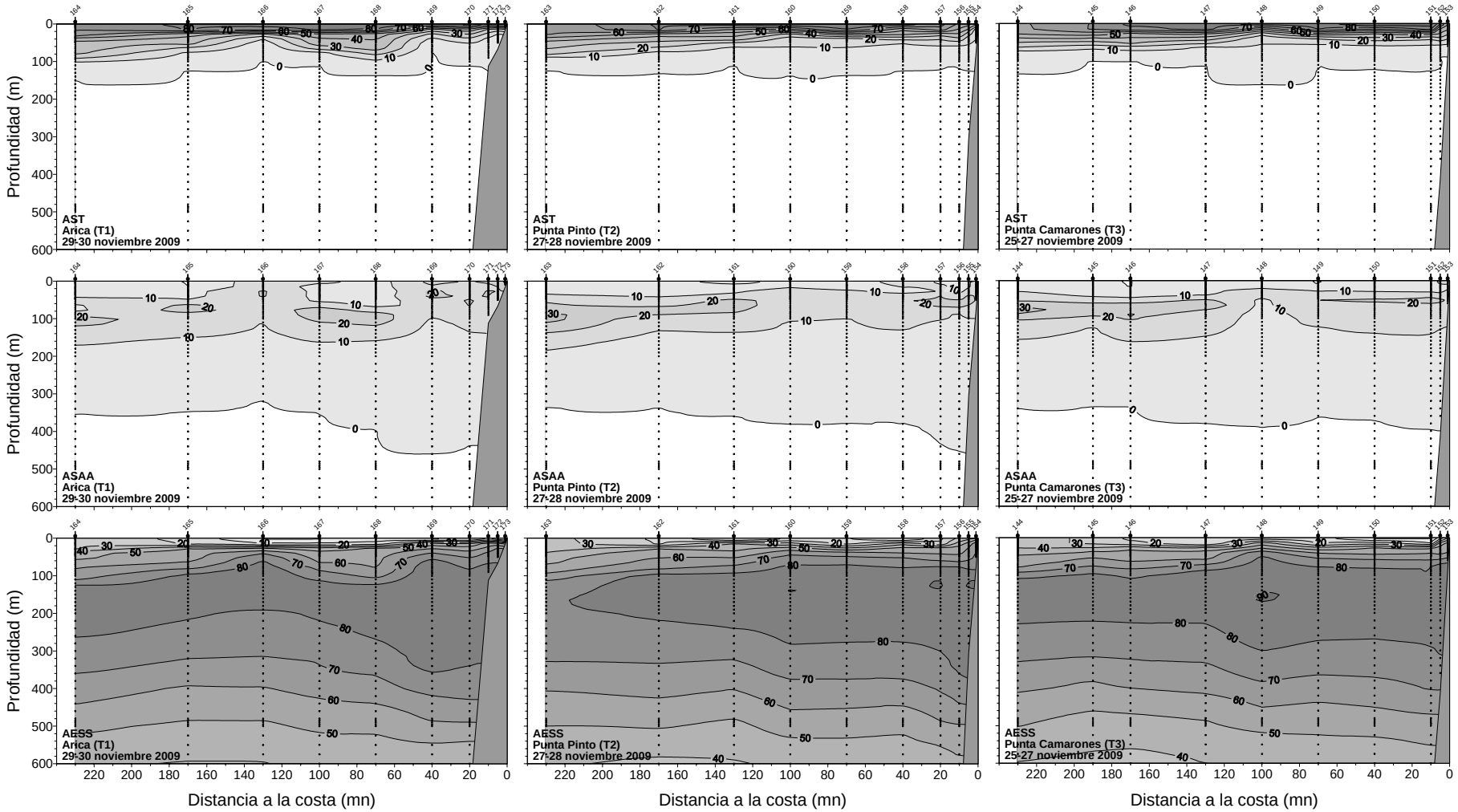


Figura 59. Porcentajes de participación en la mezcla de las masas de agua (ASAA, AST y AESS) para las transectas oceanográficas 1 a 3. Noviembre 2009.

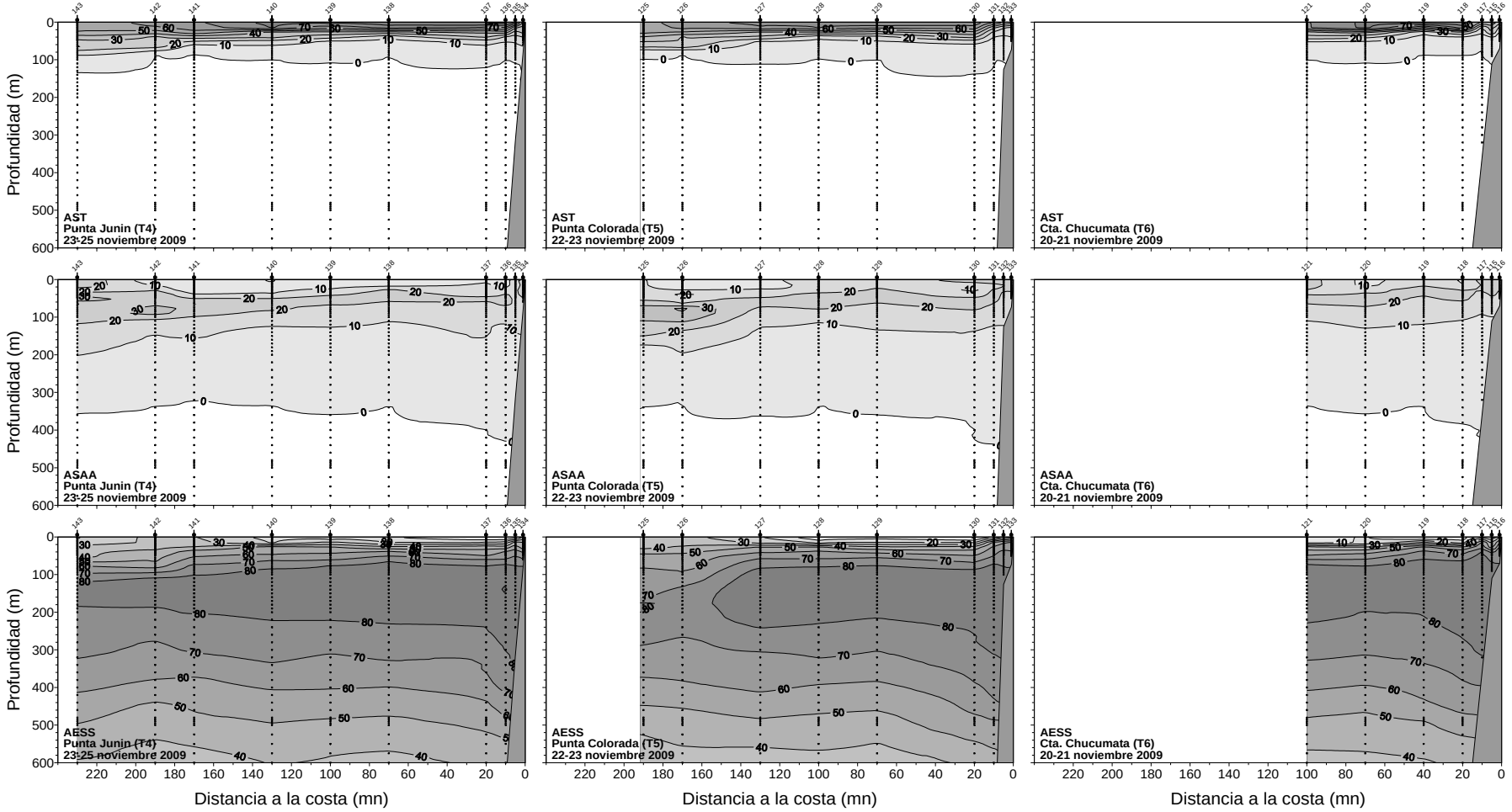


Figura 60. Porcentajes de participación en la mezcla de las masas de agua (ASAA, AST y AESS) para las transectas oceanográficas 4 a 6. Noviembre 2009.

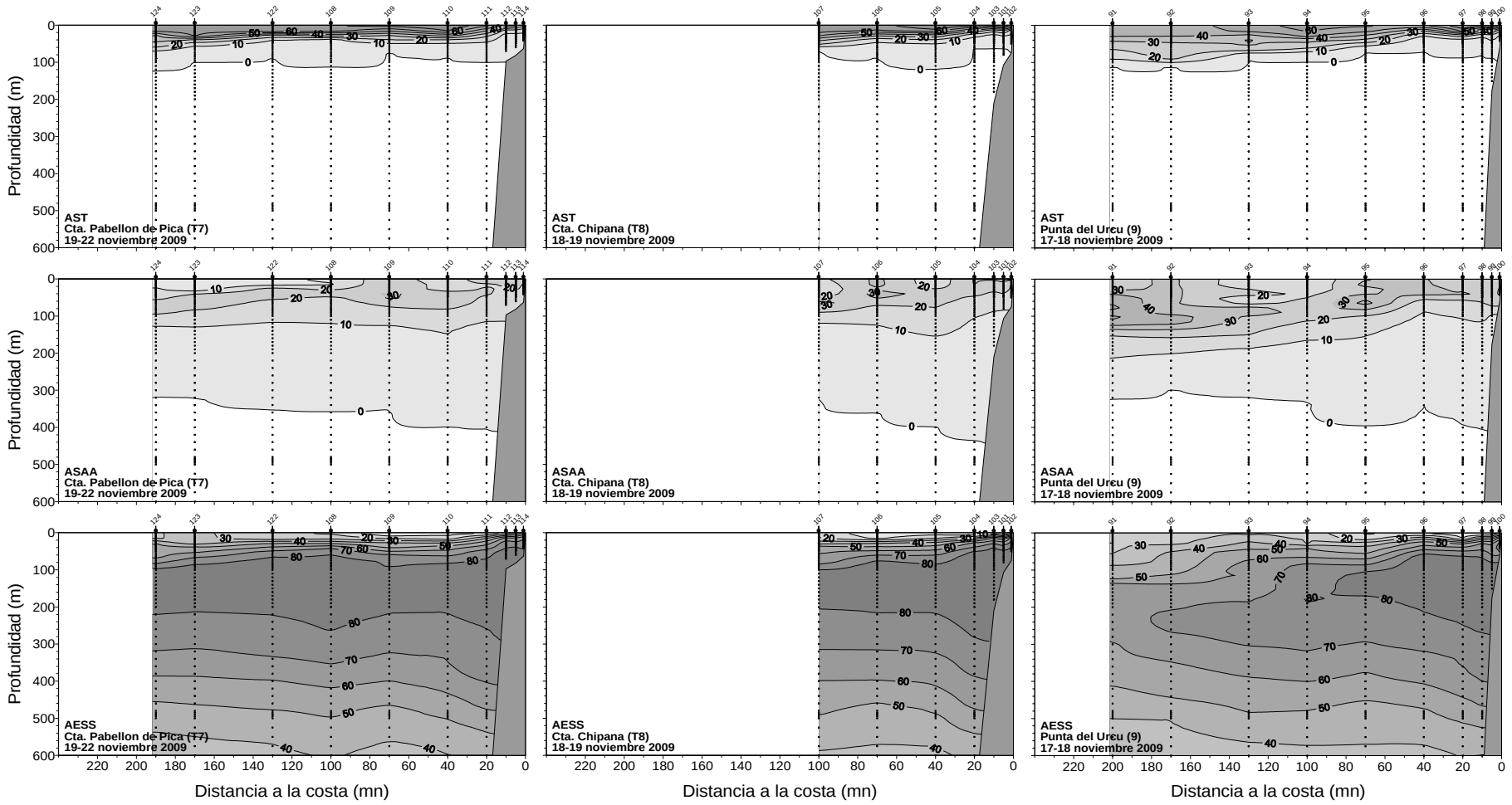


Figura 61. Porcentajes de participación en la mezcla de las masas de agua (ASAA, AST y AESS) para las transectas oceanográficas 7 a 9. Noviembre 2009.

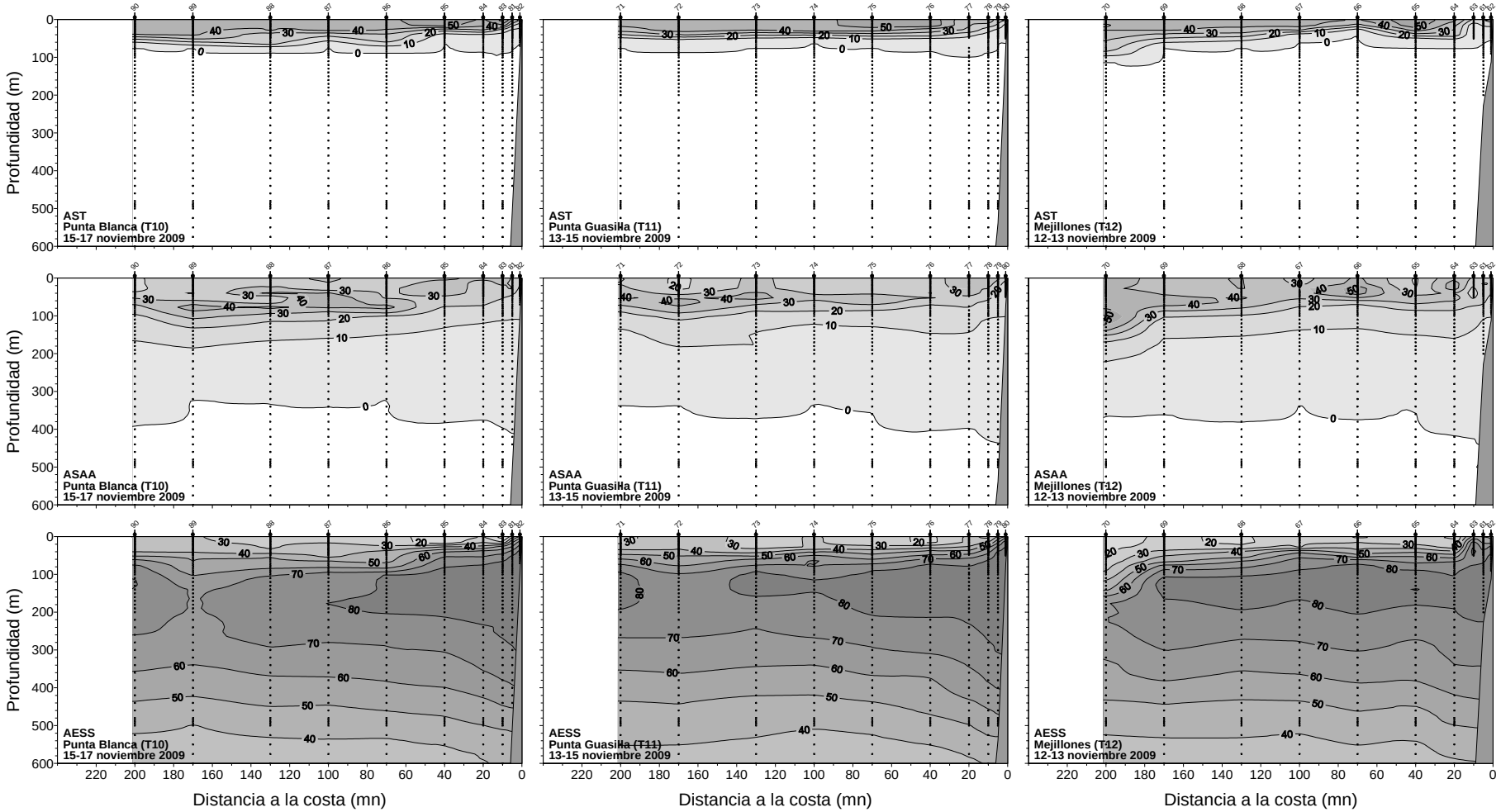


Figura 62. Porcentajes de participación en la mezcla de las masas de agua (ASAA, AST y AESS) para las transectas oceanográficas 10 a 12. Noviembre 2009.

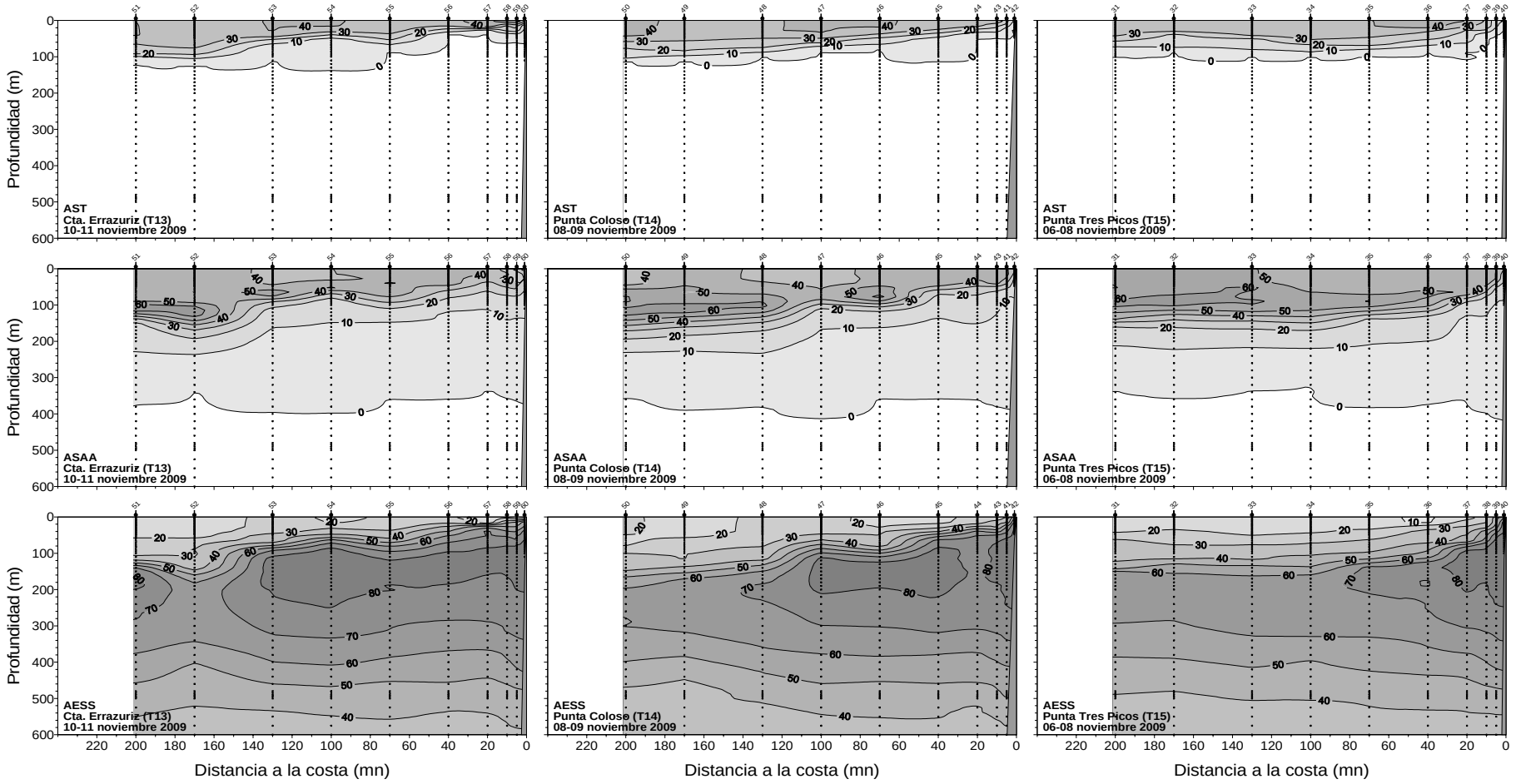


Figura 63. Porcentajes de participación en la mezcla de las masas de agua (ASAA, AST y AESS) para las transectas oceanográficas 13 a 15. Noviembre 2009.

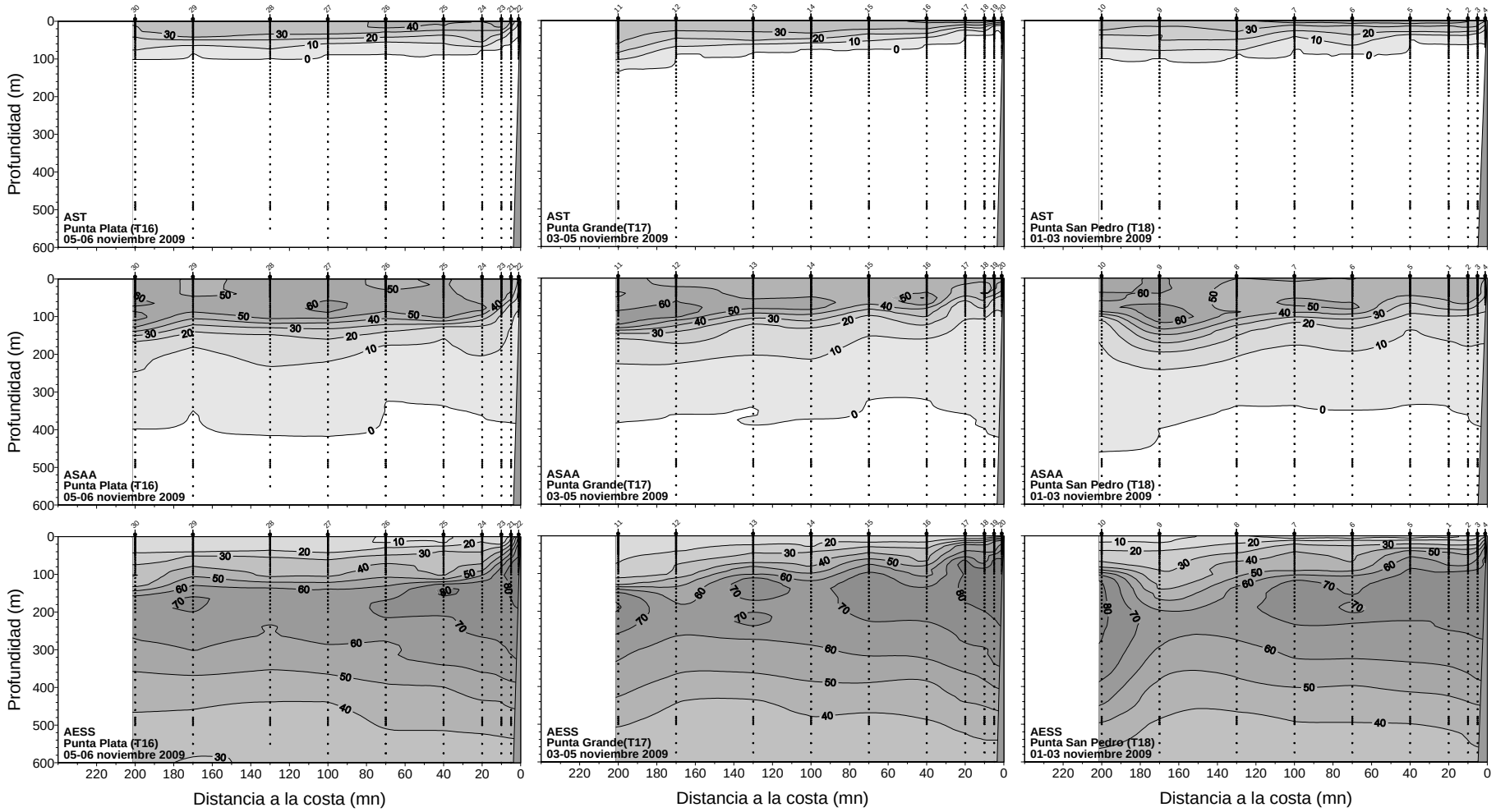


Figura 64. Porcentajes de participación en la mezcla de las masas de agua (ASAA, AST y AESS) para las transectas oceanográficas 16 a 18. Noviembre 2009.

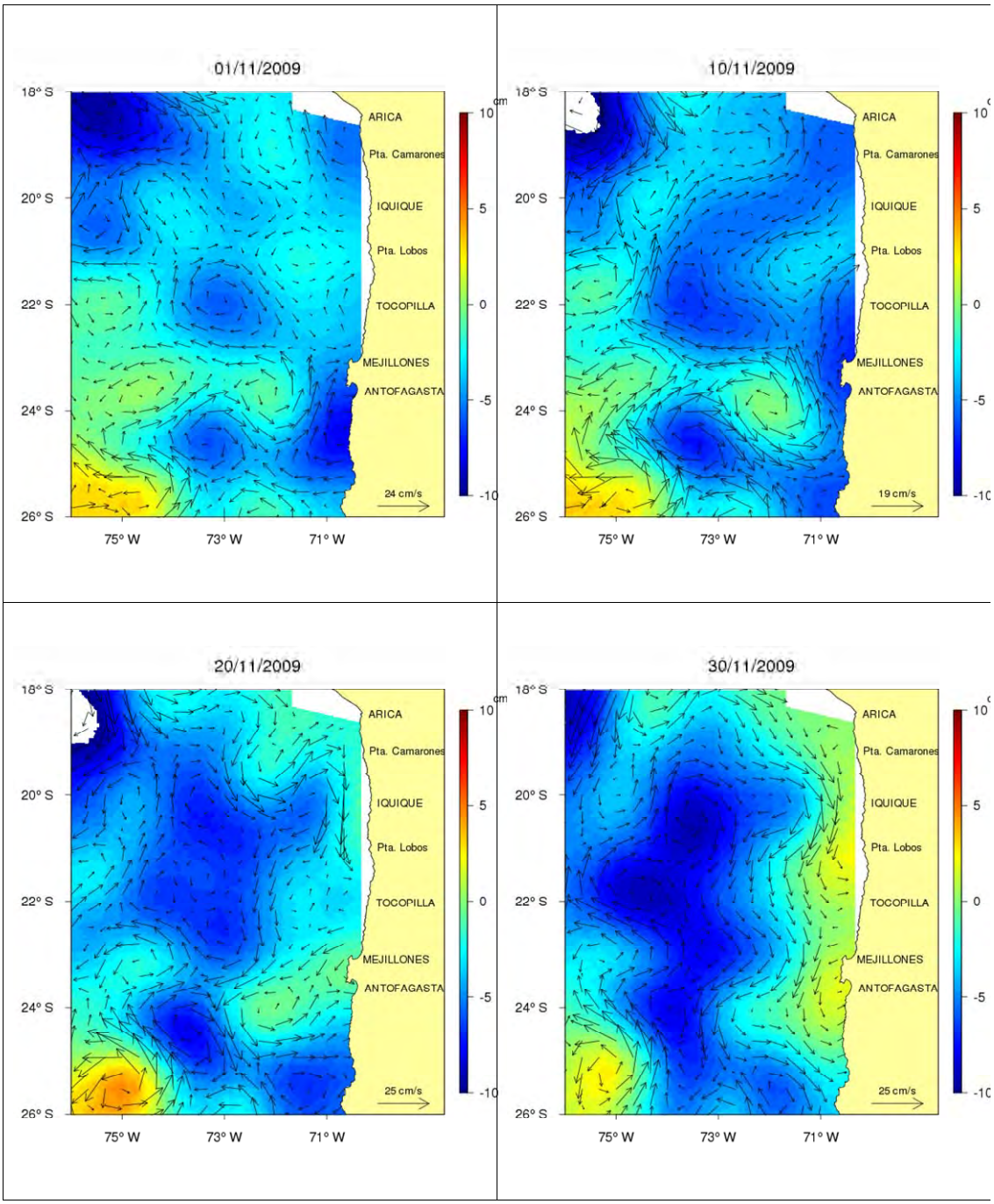


Figura 65. Anomalías de nivel del mar (cm) y velocidades geostróficas (cm/s) de los días 1, 10, 20 y 30 de noviembre de 2009.

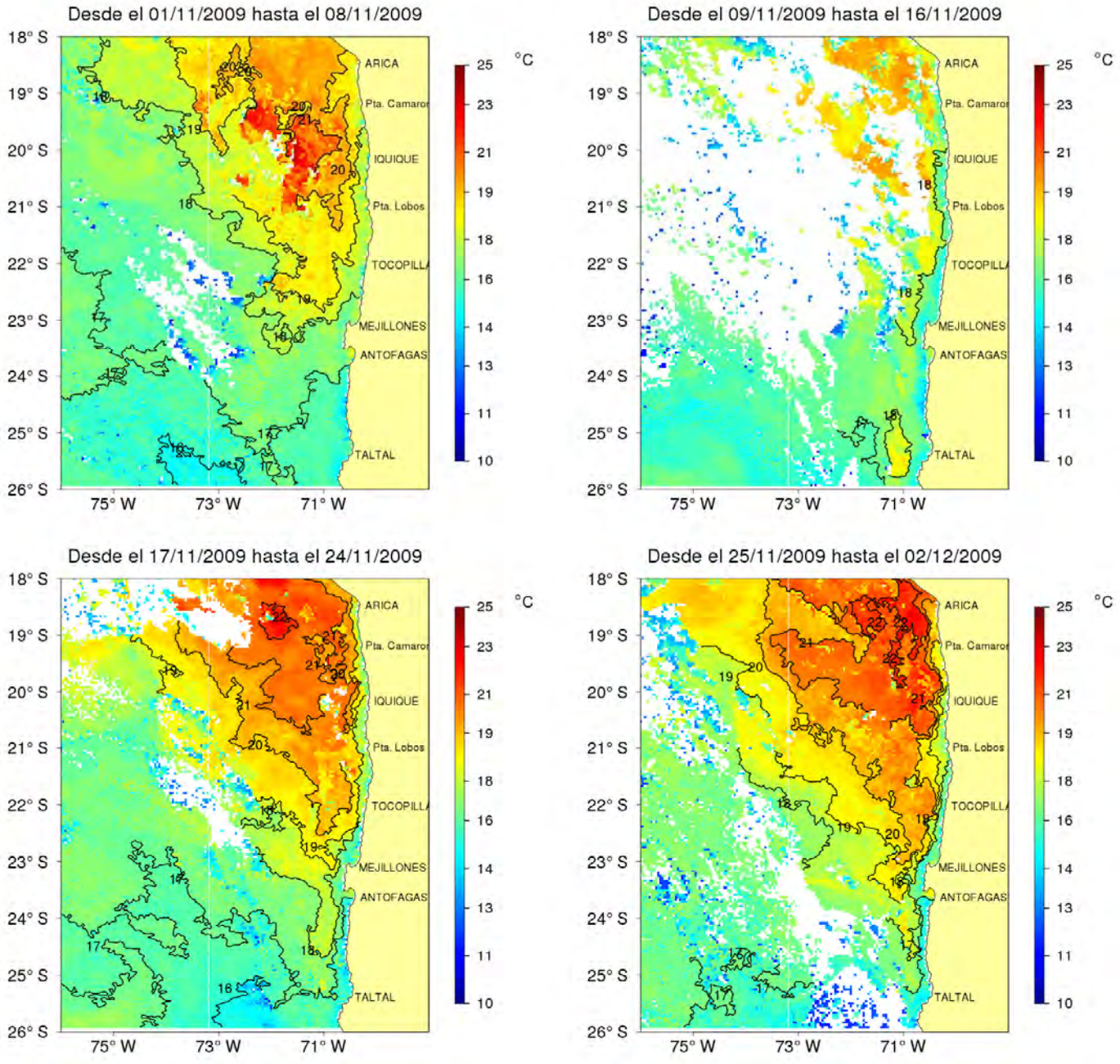


Figura 66. Temperaturas superficiales del mar (ºC) de las imágenes satelitales MODIS-A, correspondiente a los promedios semanales entre: a) 1 al 8, b) 9 al 16, c)17 al 24 y d) 25 de noviembre al 2 de diciembre de 2009.

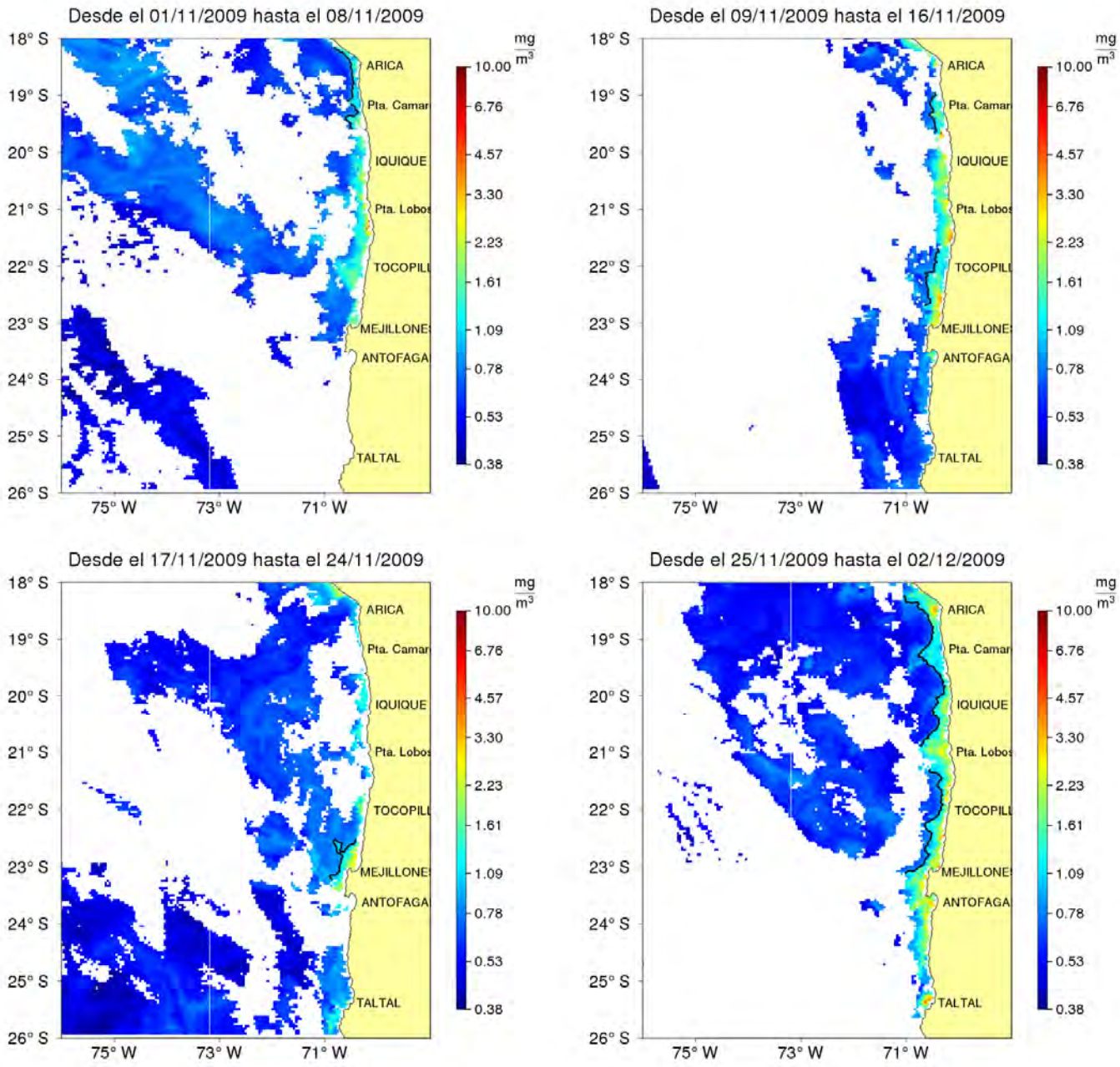


Figura 67. Imágenes satelitales de Clorofila-a (mg/m^3) MODIS-A, de los promedios semanales a) 1 al 8, b) 9 al 16, c) 17 al 24 de noviembre y d) 25 de noviembre al 2 de diciembre de 2009. La isolínea negra demarca el valor de 1 mg/m^3.

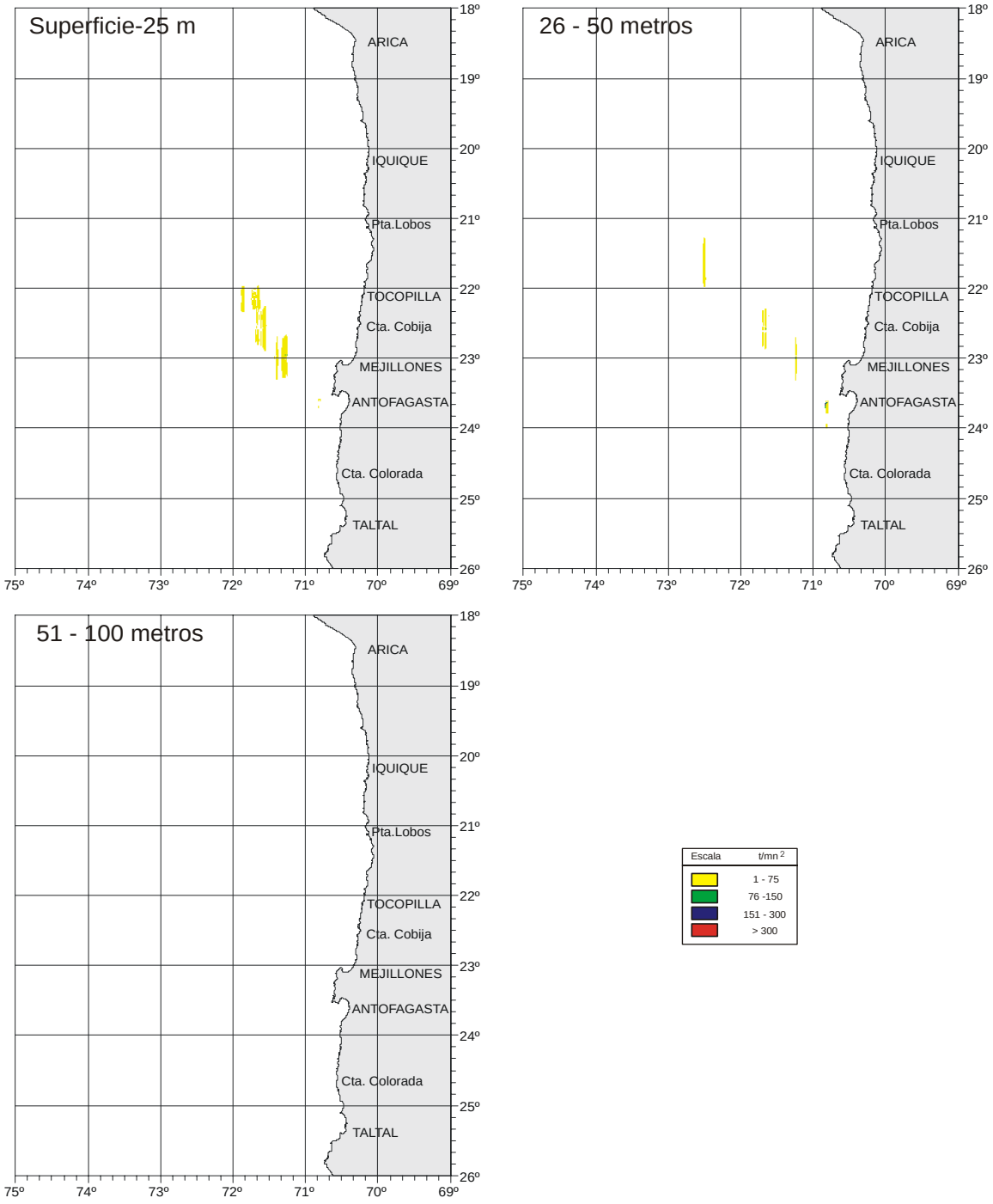


Figura 68. Distribución espacial de la biomasa de jurel (t/mn^2), por estrato de profundidad: a) capa 0-25 m, b) capa 26-50 m y c) capa 51-100 m.

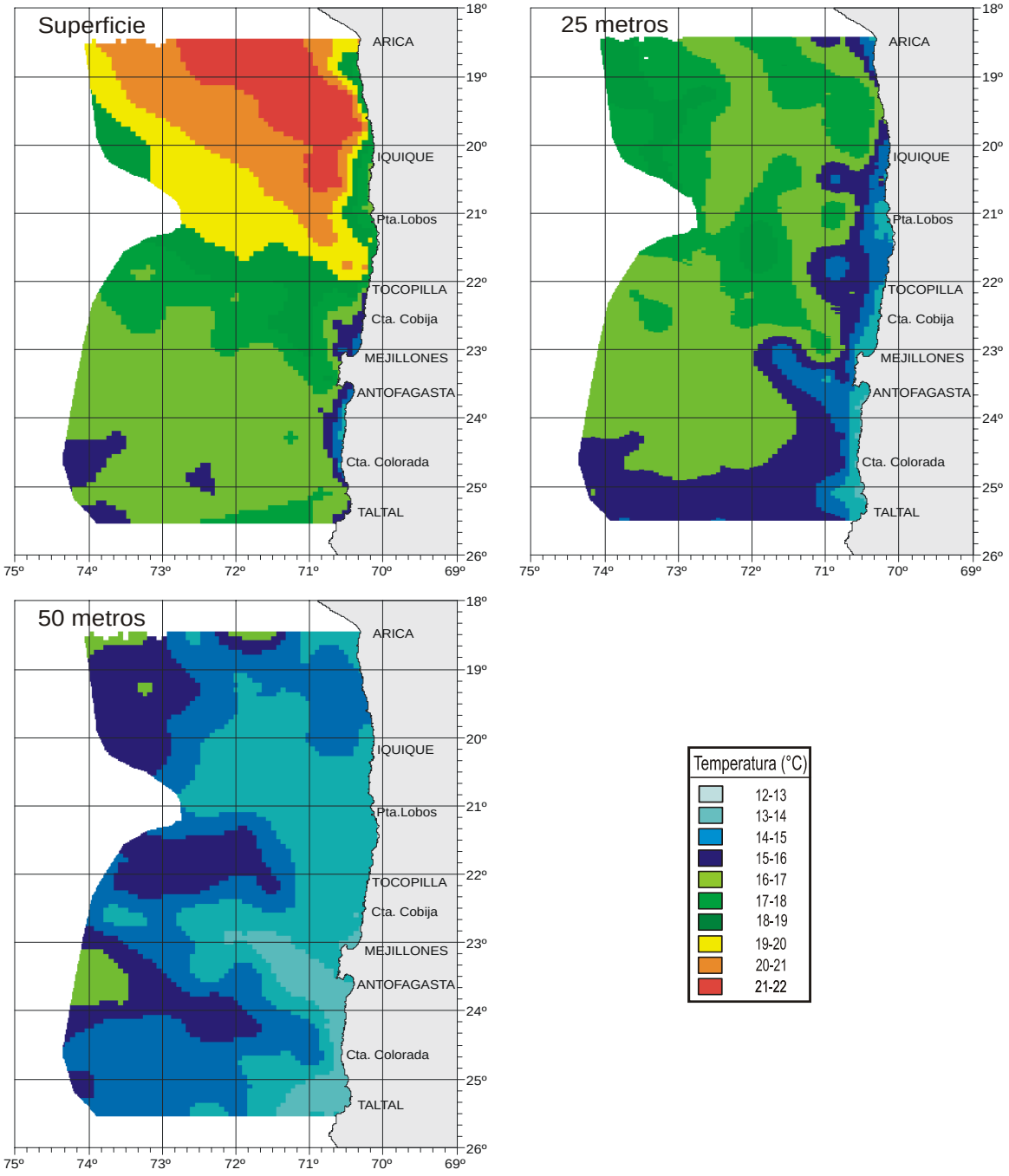


Figura 69. Distribución espacial de la temperatura (°C), por estrato de profundidad: a) capa superficial, b) capa 25 m y c) capa 50 m.

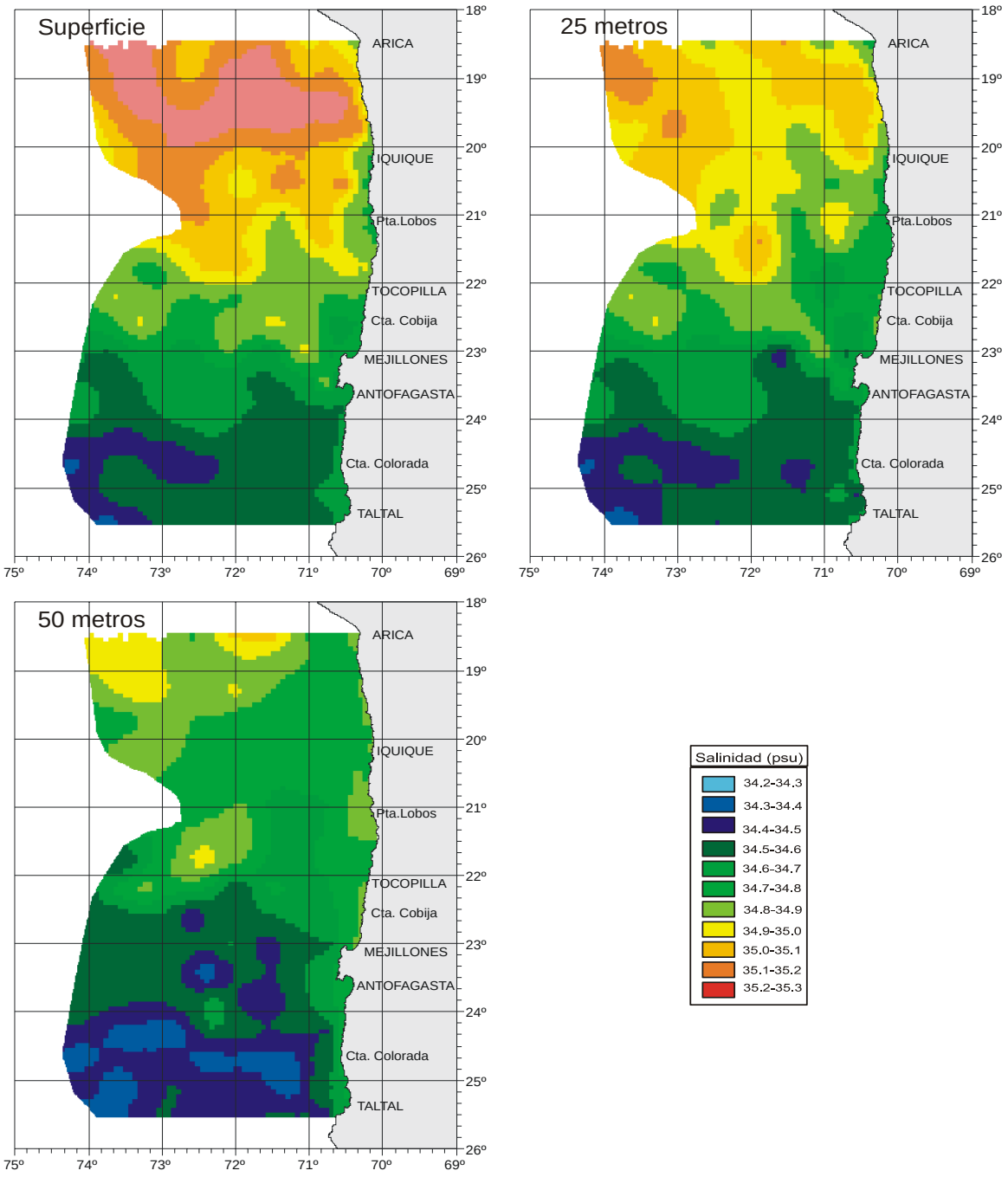


Figura 70. Distribución espacial de la salinidad (psu), por estrato de profundidad: a) capa superficial, b) capa 25 m y c) capa 50 m.

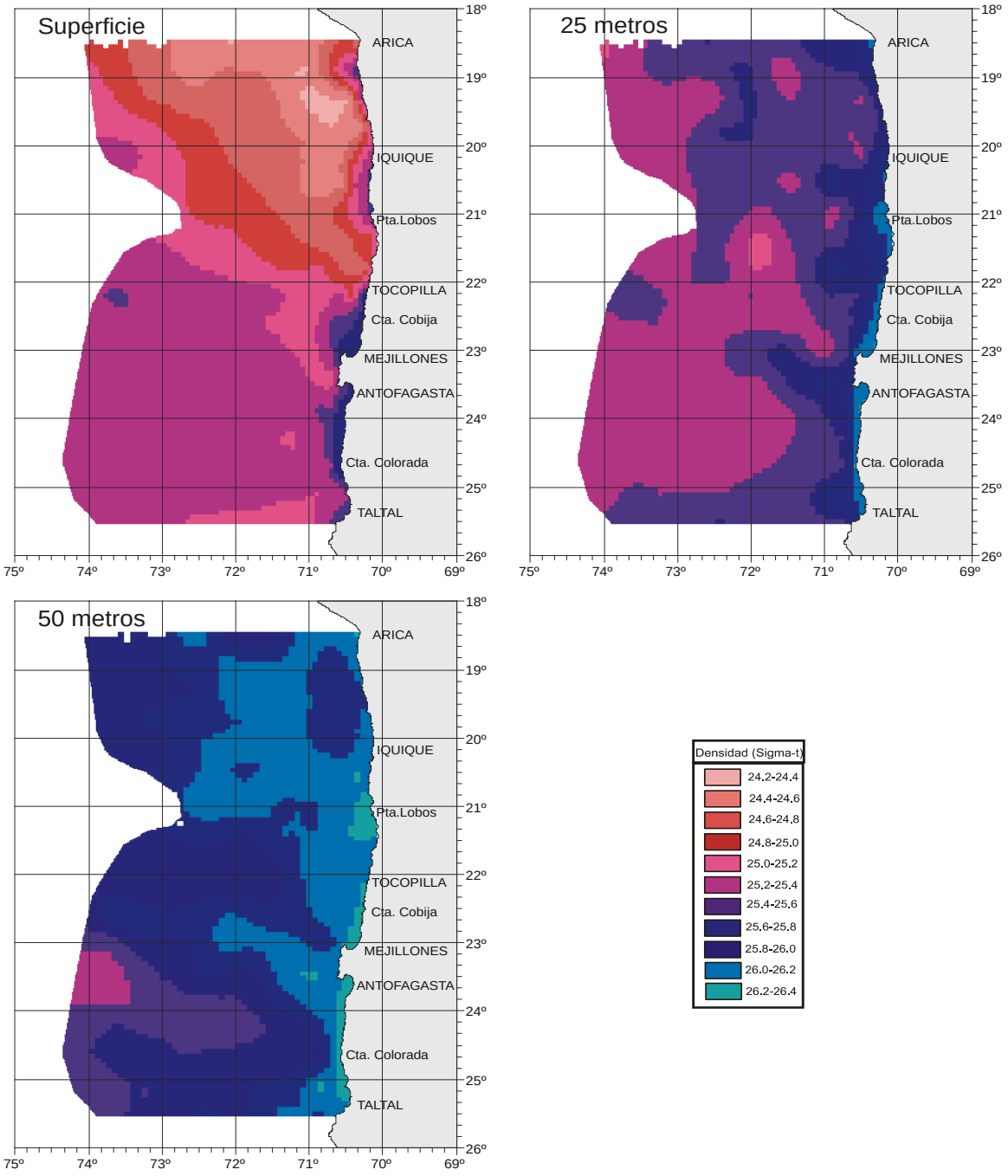


Figura 71. Distribución espacial de la densidad del agua (σ_t), por estrato de profundidad: a) capa superficial, b) capa 25 m y c) capa 50 m.

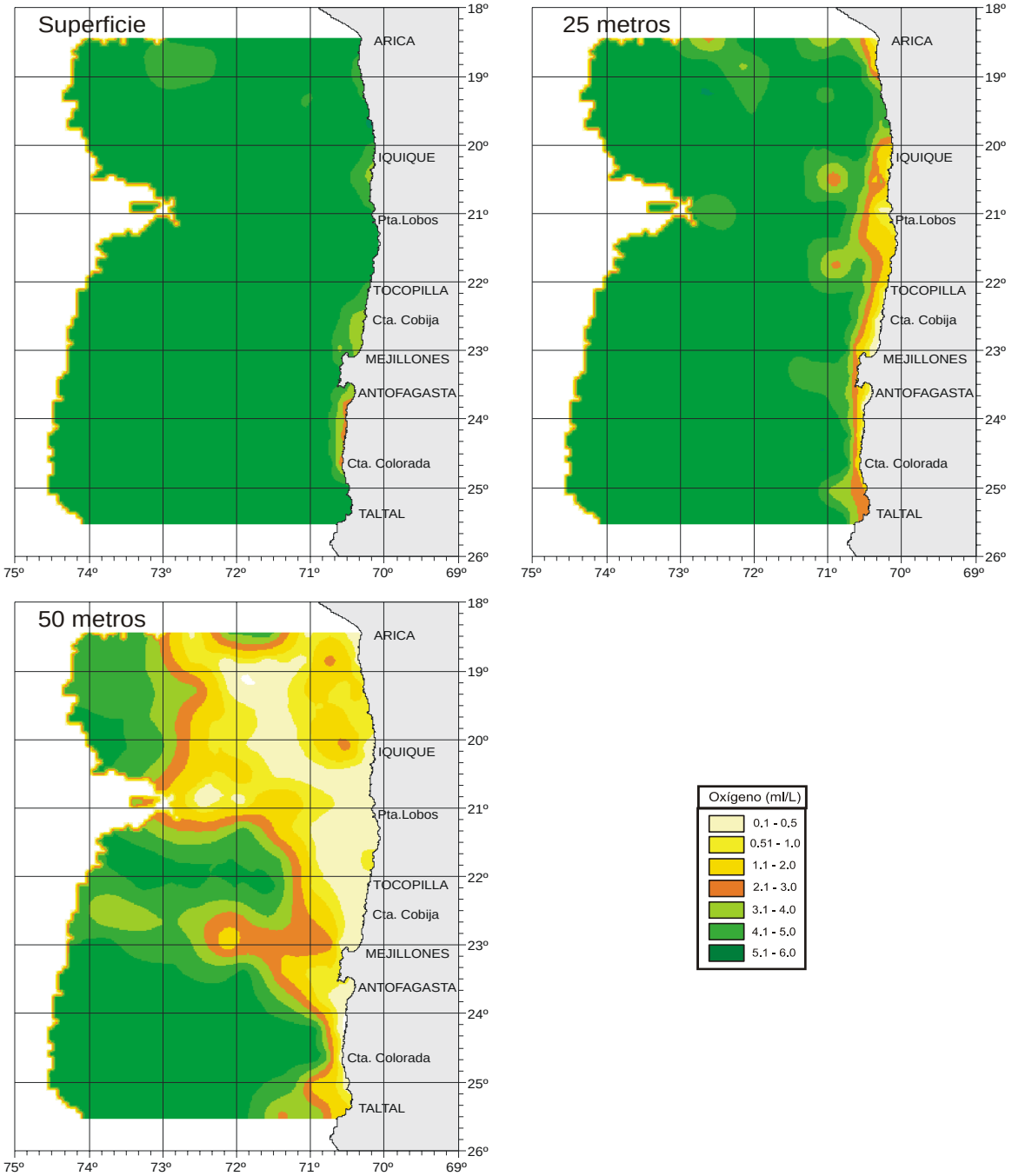


Figura 72. Distribución espacial del oxígeno disuelto (ml/L), por estrato de profundidad: a) capa superficial, b) capa 25 m y c) capa 50 m.

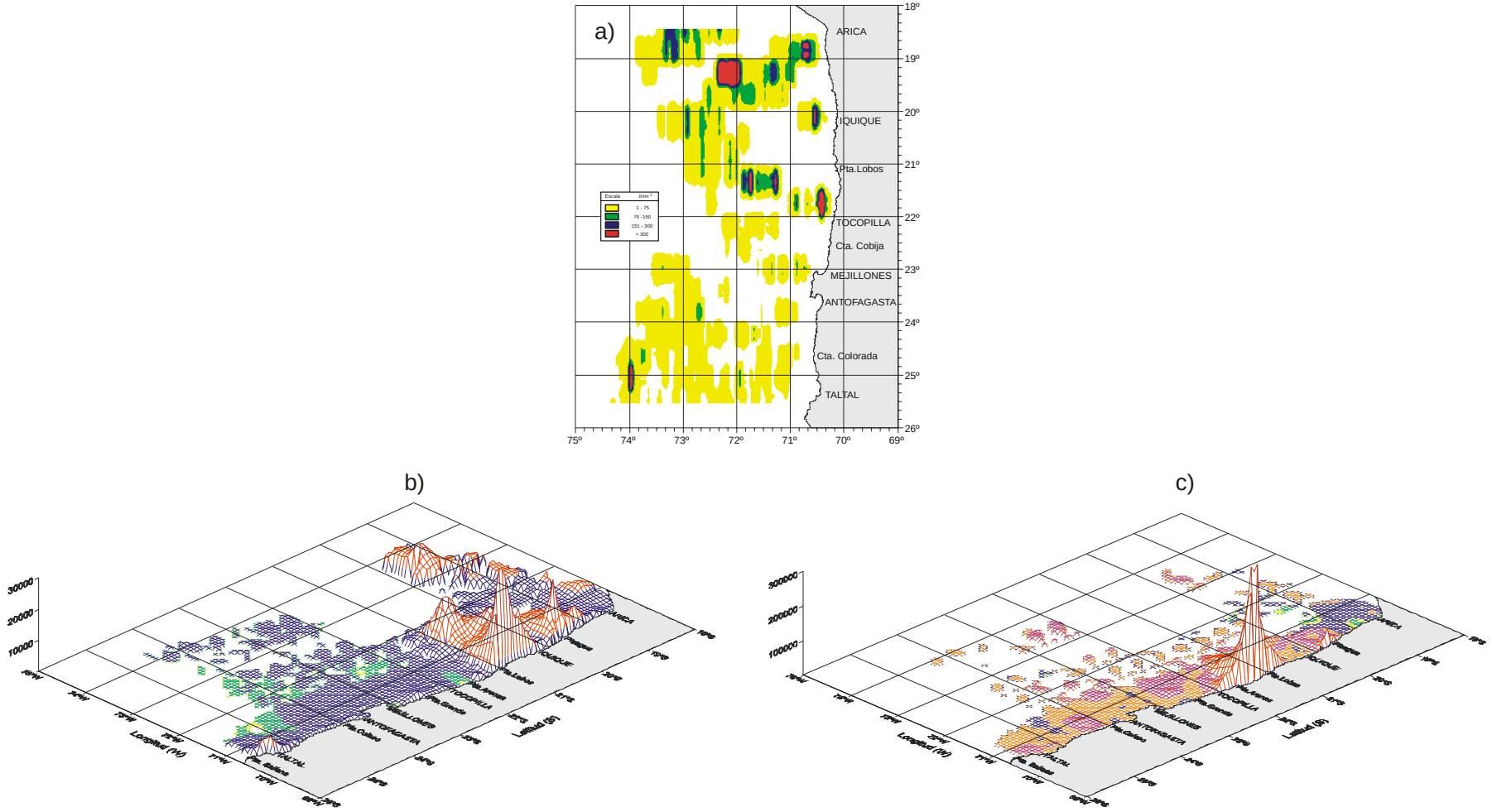


Figura 73. Distribución espacial de: a) capa de dispersión profunda, b) eufáusidos y c) larvas de eufáusidos.

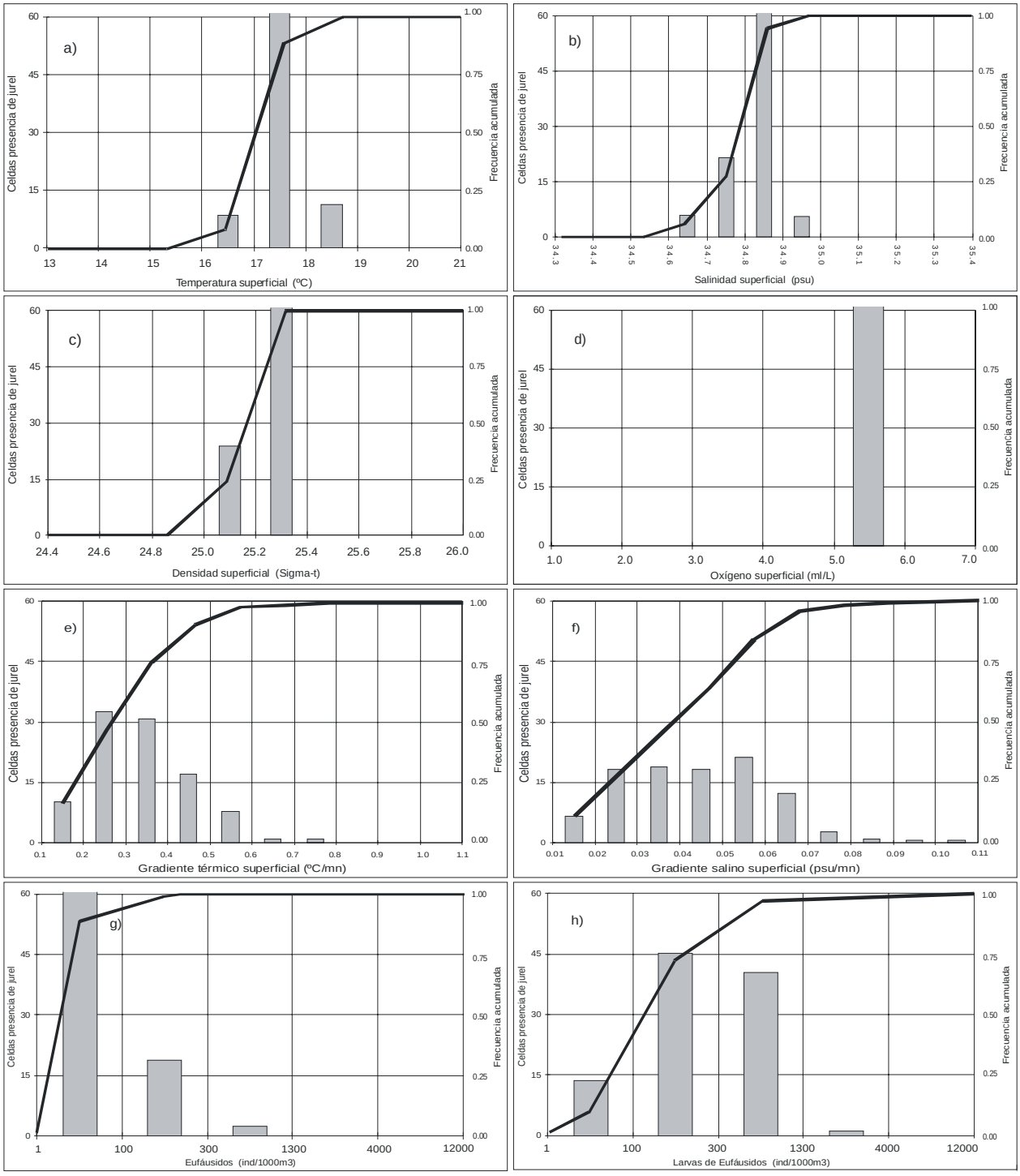


Figura 74. Frecuencia acumulada y rangos de preferencia del jurel en relación a las variables bio-oceanográficas. Estrato superficial.

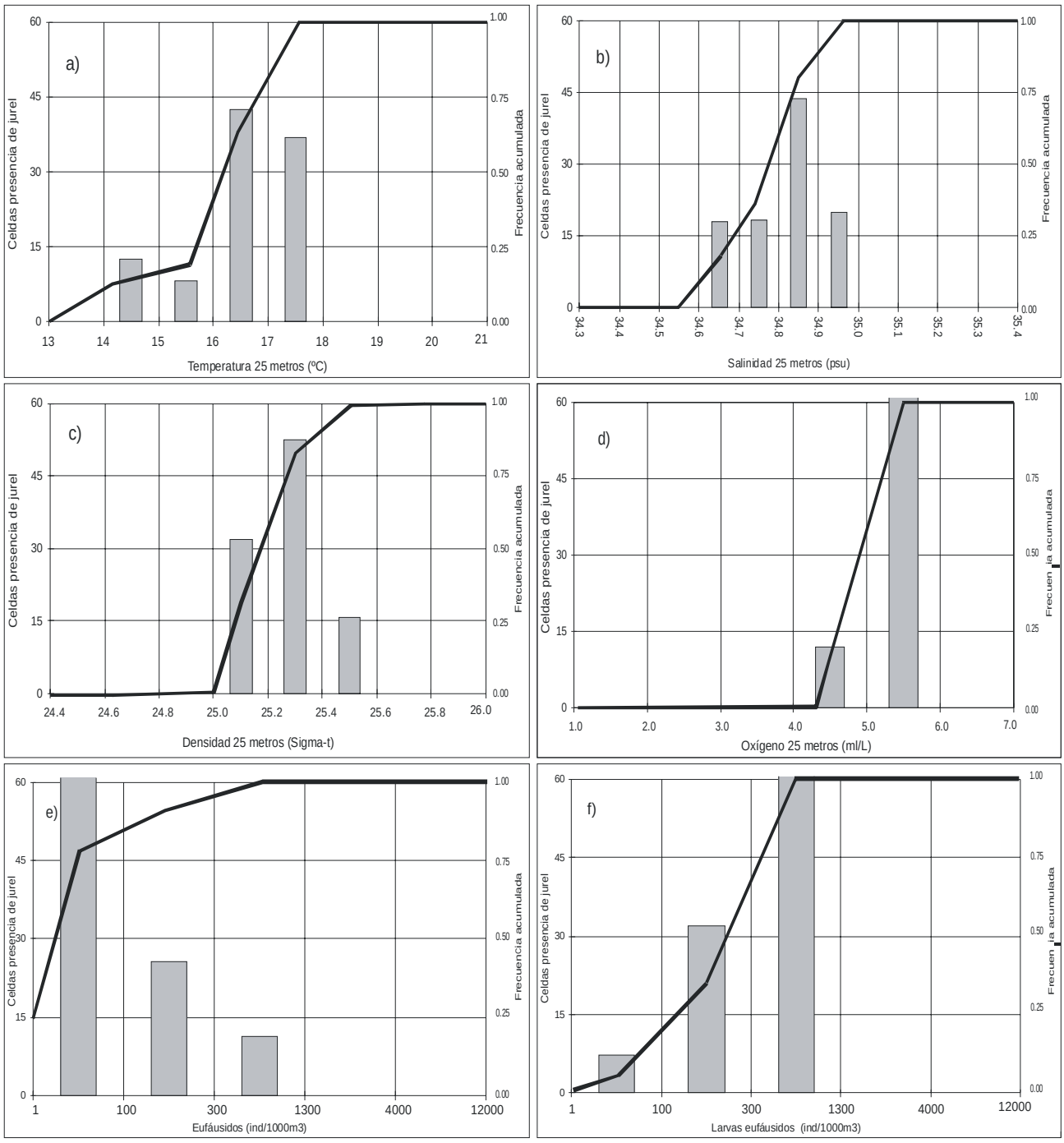


Figura 75. Frecuencia acumulada y rangos de preferencia del jurel en relación a las variables bio-oceanográficas. Estrato de 25 m. de profundidad.

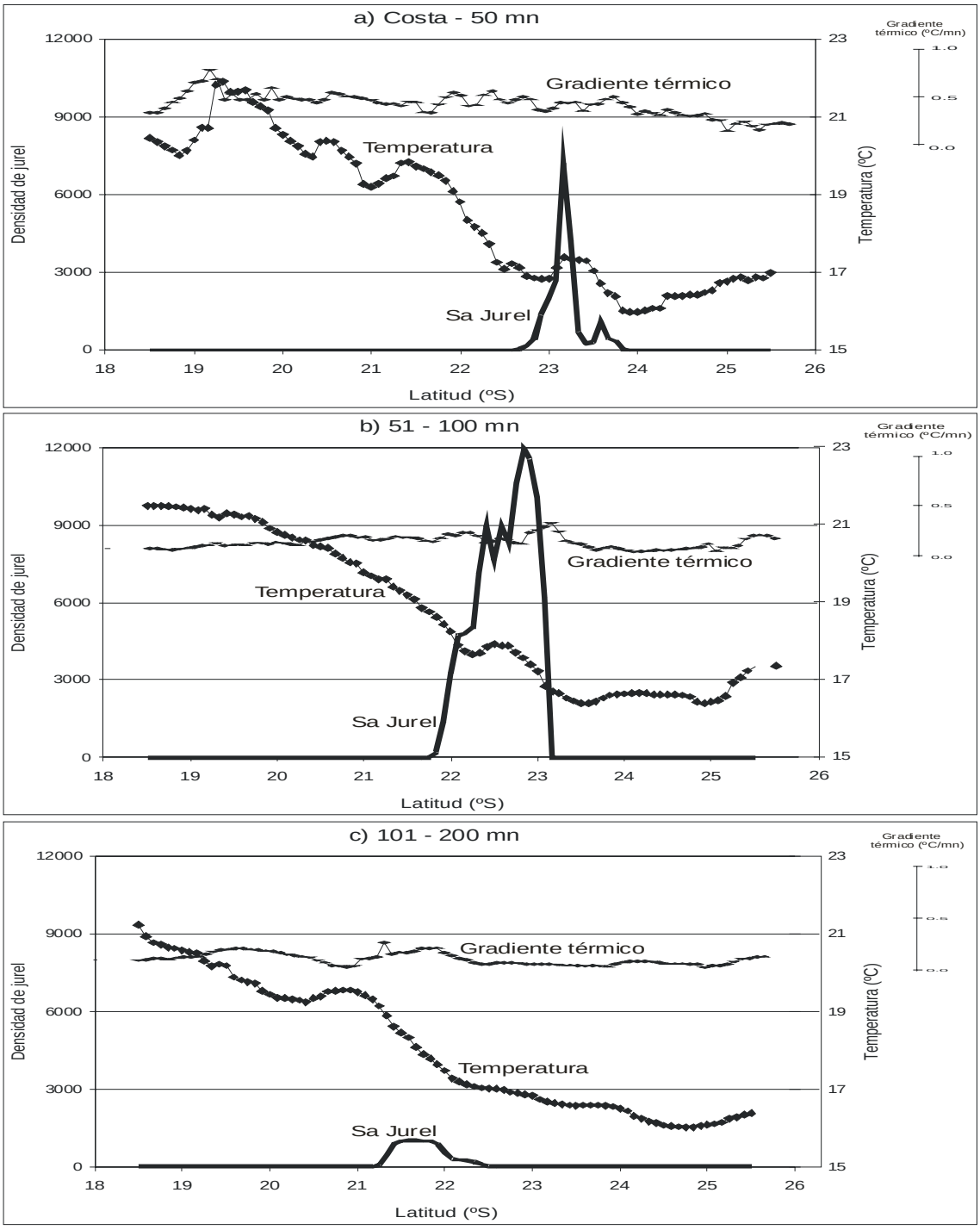


Figura 76. Señal latitudinal del jurel y su relación con la temperatura y el gradiente térmico en la capa superficial: a) Costa-50 mn, b) 51-100 mn y c) 101-200 mn.

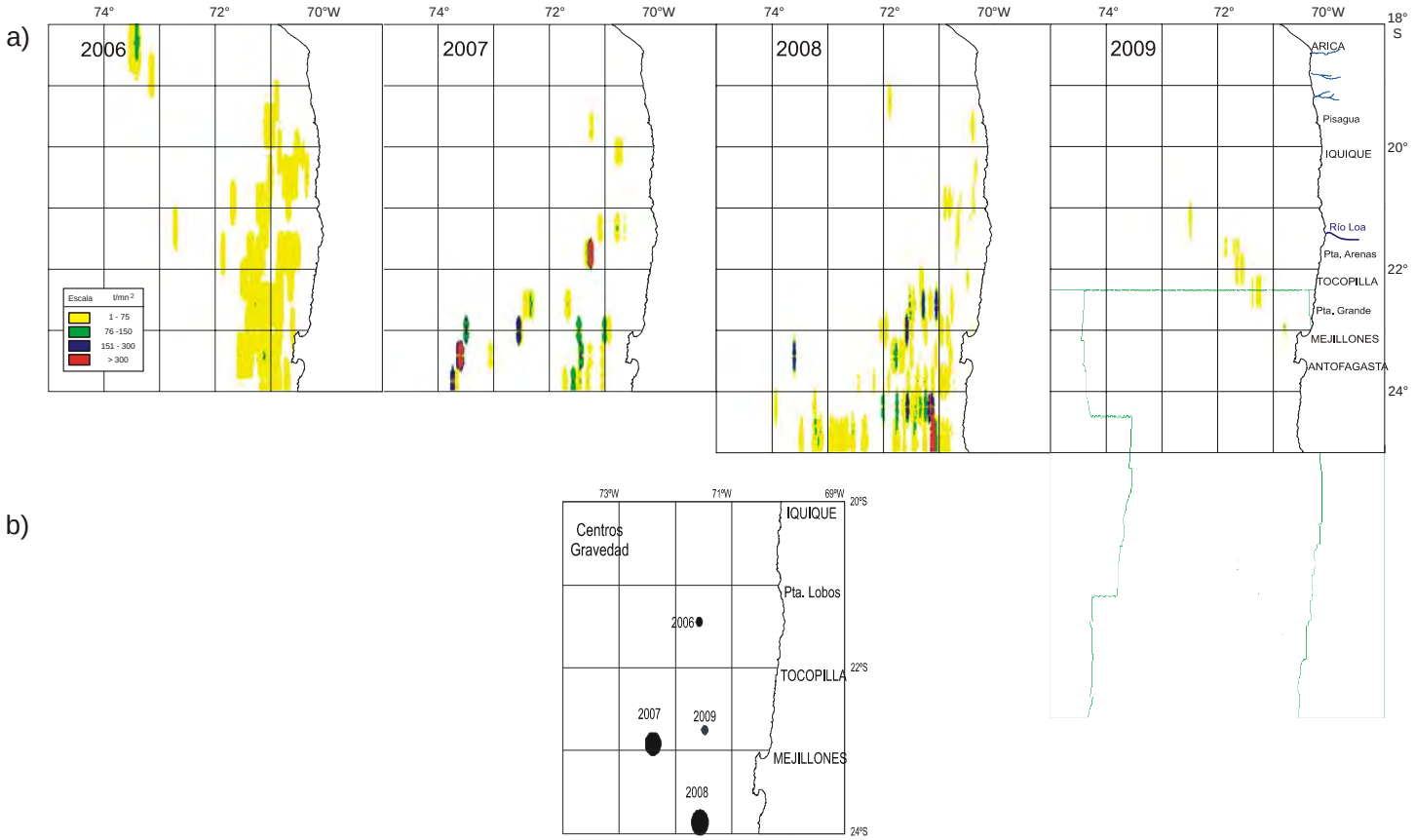


Figura 77. Distribución espacial de a) de jurel y b) centros de gravedad zona norte (tamaño indica desviación estándar) en la zona norte de Chile.

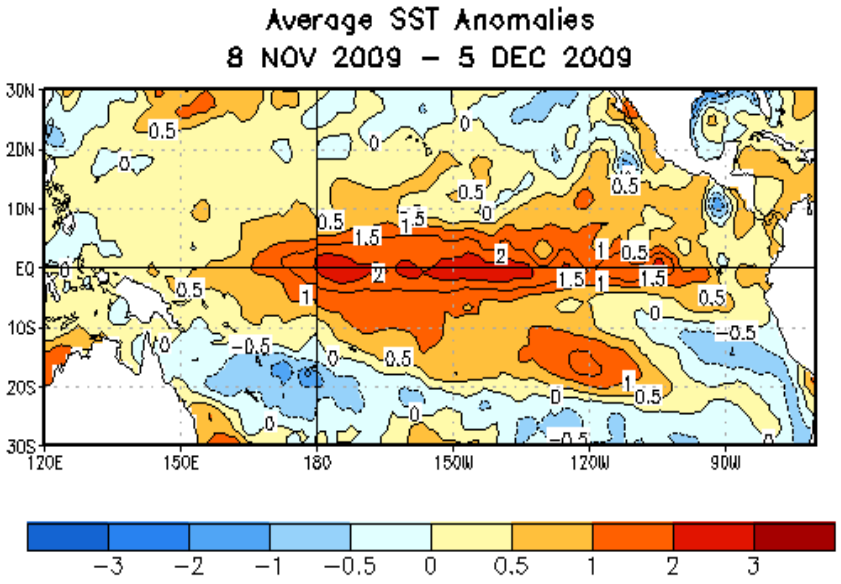


Figura 78. Anomalías promedio en la temperatura de la superficie del océano (SST) en °C en un período de cuatro semanas desde el 8 de noviembre al 4 de diciembre de 2009. Las anomalías son calculadas con respecto a los promedios semanales del período base de 1971-2000.
(**Fuente:** Centro de Predicción del Clima Centros Nacionales de Predicción Ambiental NOAA / Servicio Nacional de Meteorología Camp Springs, MD 20746-4304)

A N E X O S

A N E X O I

Posición y fecha de los muestreos acústicos y bioceanográficos

POSICIÓN Y FECHA DE LAS TRANSECTAS POR BARCO

Transecta	Embarcación	Latitud (°S)	Fecha		
			5-100 mn	100-200 mn	200-300 mn
1	Abate Molina	18º25’	30-11-09	29-11-09	29-11-09
2	Abate Molina	18º50’	27-11-09	28-11-09	28-11-09
3	Abate Molina	19º15’	26-11-09	25-11-09	25-11-09
4	Abate Molina	19º40’	23-11-09	24-11-09	25-11-09
5	Abate Molina	20º05’	22-11-09	22-11-09	
6	Abate Molina	20º30’	20-11-09		
7	Abate Molina	20º55’	19-11-09	21-11-09	
8	Abate Molina	21º20’	18-11-09		
9	Abate Molina	21º45’	18-11-09	17-11-09	
10	Abate Molina	22º10’	15-11-09	16-11-09	
11	Abate Molina	22º35’	14-11-09	13-11-09	
12	Abate Molina	23º00’	12-11-09	13-11-09	
13	Abate Molina	23º25’	10-11-08	10-11-08	
14	Abate Molina	23º50’	08-11-09	09-11-09	
15	Abate Molina	24º15’	07-11-09	06-11-09	
16	Abate Molina	24º40’	05-11-09	06-11-09	
17	Abate Molina	25º05’	04-11-09	03-11-09	
18	Abate Molina	25º30’	02-11-09	02-11-09	

POSICIÓN Y FECHA DE ESTACIONES BIOCEANOGRÁFICAS.

Estación	Embarcación	Fecha	Latitud (S)	Longitud (W)
1	Abate Molina	11/1/2009	25º30.3'	71º01.0'
2	Abate Molina	11/2/2009	25º30.0'	70º49.9'
3	Abate Molina	11/2/2009	25º29.9'	70º44.3'
4	Abate Molina	11/2/2009	25º30.0'	70º38.9'
5	Abate Molina	11/2/2009	25º30.1'	71º23.1'
6	Abate Molina	11/2/2009	25º29.8'	71º56.5'
7	Abate Molina	11/2/2009	25º30.1'	72º30.0'
8	Abate Molina	11/3/2009	25º29.9'	73º02.9'
9	Abate Molina	11/3/2009	25º30.0'	73º47.4'
10	Abate Molina	11/3/2009	25º30.0'	74º20.7'
11	Abate Molina	11/3/2009	25º05.0'	74º12.4'
12	Abate Molina	11/3/2009	25º05.1'	73º39.2'
13	Abate Molina	11/4/2009	25º05.0'	72º55.1'
14	Abate Molina	11/4/2009	25º05.0'	72º21.7'
15	Abate Molina	11/4/2009	25º05.2'	71º48.4'
16	Abate Molina	11/4/2009	25º05.1'	71º15.5'
17	Abate Molina	11/4/2009	25º05.1'	70º53.7'
18	Abate Molina	11/4/2009	25º05.0'	70º42.5'
19	Abate Molina	11/4/2009	25º05.1'	70º36.8'
20	Abate Molina	11/5/2009	25º04.9'	70º32.5'
21	Abate Molina	11/5/2009	24º40.0'	70º40.1'
22	Abate Molina	11/5/2009	24º40.1'	70º35.7'
23	Abate Molina	11/5/2009	24º40.1'	70º45.7'
24	Abate Molina	11/5/2009	24º40.1'	70º57.0'
25	Abate Molina	11/5/2009	24º39.9'	71º18.4'
26	Abate Molina	11/5/2009	24º40.1'	71º51.8'
27	Abate Molina	11/5/2009	24º40.1'	72º24.8'
28	Abate Molina	11/6/2009	24º40.1'	72º57.2'
29	Abate Molina	11/6/2009	24º40.2'	73º41.9'
30	Abate Molina	11/6/2009	24º39.9'	74º14.6'
31	Abate Molina	11/6/2009	24º15.0'	74º11.8'
32	Abate Molina	11/7/2009	24º14.9'	73º38.9'
33	Abate Molina	11/7/2009	24º15.0'	72º54.8'
34	Abate Molina	11/7/2009	24º15.0'	72º21.8'
35	Abate Molina	11/7/2009	24º14.9'	71º49.2'
36	Abate Molina	11/7/2009	24º15.1'	71º16.2'
37	Abate Molina	11/7/2009	24º15.1'	70º54.1'
38	Abate Molina	11/8/2009	24º15.0'	70º43.4'
39	Abate Molina	11/8/2009	24º15.0'	70º37.9'
40	Abate Molina	11/8/2009	24º15.1'	70º33.4'
41	Abate Molina	11/8/2009	23º50.0'	70º35.0'
42	Abate Molina	11/8/2009	23º50.0'	70º31.5'

43	Abate Molina	11/8/2009	23º50.0'	70º41.6'
44	Abate Molina	11/8/2009	23º50.0'	70º52.1'
45	Abate Molina	11/8/2009	23º50.0'	71º14.3'
46	Abate Molina	11/8/2009	23º50.0'	71º47.2'
47	Abate Molina	11/9/2009	23º50.0'	72º19.8'
48	Abate Molina	11/9/2009	23º50.1'	72º52.8'
49	Abate Molina	11/9/2009	23º50.1'	73º36.2'
50	Abate Molina	11/9/2009	23º50.0'	74º09.2'
51	Abate Molina	11/10/200	23º24.9'	74º14.8'
52	Abate Molina	11/10/200	23º25.1'	73º42.4'
53	Abate Molina	11/10/200	23º25.0'	72º58.7'
54	Abate Molina	11/10/200	23º25.1'	72º25.8'
55	Abate Molina	11/10/200	23º25.1'	71º52.7'
56	Abate Molina	11/11/200	23º24.9'	71º20.6'
57	Abate Molina	11/11/200	23º25.1'	70º58.6'
58	Abate Molina	11/11/200	23º25.0'	70º47.6'
59	Abate Molina	11/11/200	23º25.1'	70º42.3'
60	Abate Molina	11/11/200	23º24.8'	70º38.1'
61	Abate Molina	11/12/200	22º58.9'	70º30.7'
62	Abate Molina	11/12/200	23º00.1'	70º25.7'
63	Abate Molina	11/12/200	23º00.0'	70º21.3'
64	Abate Molina	11/12/200	23º00.0'	70º42.1'
65	Abate Molina	11/12/200	22º59.9'	71º03.4'
66	Abate Molina	11/12/200	23º00.0'	71º35.9'
67	Abate Molina	11/13/200	22º59.9'	72º08.5'
68	Abate Molina	11/13/200	23º00.0'	72º41.4'
69	Abate Molina	11/13/200	23º00.0'	73º24.5'
70	Abate Molina	11/13/200	22º59.9'	73º46.3'
71	Abate Molina	11/13/200	22º35.0'	73º44.0'
72	Abate Molina	11/13/200	22º35.0'	73º21.6'
73	Abate Molina	11/14/200	22º35.1'	72º38.4'
74	Abate Molina	11/14/200	22º35.1'	72º05.8'
75	Abate Molina	11/14/200	22º35.0'	71º33.0'
76	Abate Molina	11/15/200	22º35.0'	71º00.5'
77	Abate Molina	11/15/200	22º35.0'	70º39.2'
78	Abate Molina	11/15/200	22º35.0'	70º27.7'
79	Abate Molina	11/15/200	22º35.0'	70º22.3'
80	Abate Molina	11/15/200	22º35.0'	70º18.5'
81	Abate Molina	11/15/200	22º10.0'	70º19.5'
82	Abate Molina	11/15/200	22º10.0'	70º15.0'
83	Abate Molina	11/15/200	22º10.0'	70º24.9'
84	Abate Molina	11/15/200	22º10.0'	70º35.7'
85	Abate Molina	11/16/200	22º09.9'	70º57.3'
86	Abate Molina	11/16/200	22º10.0'	71º29.7'

87	Abate Molina	11/16/200	22º09.9'	72º02.1'
88	Abate Molina	11/16/200	22º10.1'	72º34.7'
89	Abate Molina	11/17/200	22º09.9'	73º17.7'
90	Abate Molina	11/17/200	22º10.1'	73º40.1'
91	Abate Molina	11/17/200	21º44.9'	73º33.7'
92	Abate Molina	11/17/200	21º45.0'	73º12.0'
93	Abate Molina	11/17/200	21º45.0'	72º29.1'
94	Abate Molina	11/17/200	21º45.0'	71º56.7'
95	Abate Molina	11/18/200	21º45.0'	71º24.6'
96	Abate Molina	11/18/200	21º45.1'	70º52.2'
97	Abate Molina	11/18/200	21º45.0'	70º30.8'
98	Abate Molina	11/18/200	21º44.9'	70º19.9'
99	Abate Molina	11/18/200	21º45.1'	70º14.5'
100	Abate Molina	11/18/200	21º45.0'	70º10.5'
101	Abate Molina	11/18/200	21º19.8'	70º11.5'
102	Abate Molina	11/18/200	21º20.0'	70º07.2'
103	Abate Molina	11/18/200	21º20.0'	70º16.9'
104	Abate Molina	11/19/200	21º20.0'	70º27.5'
105	Abate Molina	11/19/200	21º20.1'	70º49.3'
106	Abate Molina	11/19/200	21º20.1'	71º21.6'
107	Abate Molina	11/19/200	21º19.9'	71º53.4'
108	Abate Molina	11/19/200	20º54.8'	71º54.6'
109	Abate Molina	11/19/200	20º55.0'	71º23.5'
110	Abate Molina	11/20/200	20º54.9'	70º51.6'
111	Abate Molina	11/20/200	20º55.1'	70º30.5'
112	Abate Molina	11/20/200	20º55.1'	70º19.4'
113	Abate Molina	11/20/200	20º55.0'	70º13.9'
114	Abate Molina	11/20/200	20º55.1'	70º10.1'
115	Abate Molina	11/20/200	20º30.1'	70º15.6'
116	Abate Molina	11/20/200	20º28.0'	70º11.3'
117	Abate Molina	11/20/200	20º30.1'	70º20.6'
118	Abate Molina	11/20/200	20º30.2'	70º31.3'
119	Abate Molina	11/20/200	20º30.0'	70º52.9'
120	Abate Molina	11/21/200	20º29.9'	71º24.6'
121	Abate Molina	11/21/200	20º30.1'	71º57.1'
122	Abate Molina	11/21/200	20º55.0'	72º28.0'
123	Abate Molina	11/21/200	20º55.0'	73º10.5'
124	Abate Molina	11/22/200	20º55.1'	73º32.2'
125	Abate Molina	11/22/200	20º04.9'	73º30.0'
126	Abate Molina	11/22/200	20º05.0'	73º08.5'
127	Abate Molina	11/22/200	20º05.1'	72º26.3'
128	Abate Molina	11/22/200	20º05.1'	71º54.1'
129	Abate Molina	11/23/200	20º05.0'	71º22.1'
130	Abate Molina	11/23/200	20º05.2'	70º28.5'

131	Abate Molina	11/23/200	20º05.1'	70º18.1'
132	Abate Molina	11/23/200	20º04.9'	70º12.9'
133	Abate Molina	11/23/200	20º05.0'	70º08.7'
134	Abate Molina	11/23/200	19º40.0'	70º11.8'
135	Abate Molina	11/23/200	19º40.0'	70º16.2'
136	Abate Molina	11/24/200	19º39.9'	70º21.3'
137	Abate Molina	11/24/200	19º40.0'	70º31.9'
138	Abate Molina	11/24/200	19º40.1'	71º24.9'
139	Abate Molina	11/24/200	19º39.9'	71º56.9'
140	Abate Molina	11/24/200	19º40.1'	72º28.6'
141	Abate Molina	11/25/200	19º39.9'	73º11.2'
142	Abate Molina	11/25/200	19º39.9'	73º32.5'
143	Abate Molina	11/25/200	19º40.0'	74º14.9'
144	Abate Molina	11/25/200	19º15.0'	74º20.7'
145	Abate Molina	11/25/200	19º15.1'	73º38.0'
146	Abate Molina	11/25/200	19º15.1'	73º16.6'
147	Abate Molina	11/26/200	19º15.1'	72º34.7'
148	Abate Molina	11/26/200	19º15.0'	72º02.6'
149	Abate Molina	11/26/200	19º14.7'	71º31.3'
150	Abate Molina	11/26/200	19º15.1'	70º59.3'
151	Abate Molina	11/26/200	19º15.1'	70º27.8'
152	Abate Molina	11/27/200	19º15.0'	70º22.3'
153	Abate Molina	11/27/200	19º15.0'	70º18.0'
154	Abate Molina	11/27/200	18º49.9'	70º22.2'
155	Abate Molina	11/27/200	18º50.1'	70º26.5'
156	Abate Molina	11/27/200	18º50.1'	70º31.7'
157	Abate Molina	11/27/200	18º50.0'	70º43.5'
158	Abate Molina	11/27/200	18º50.1'	71º03.3'
159	Abate Molina	11/27/200	18º50.1'	71º35.1'
160	Abate Molina	11/28/200	18º50.0'	72º06.8'
161	Abate Molina	11/28/200	18º50.0'	72º38.9'
162	Abate Molina	11/28/200	18º50.1'	73º20.7'
163	Abate Molina	11/28/200	18º50.1'	74º24.2'
164	Abate Molina	11/28/200	18º25.0'	74º22.5'
165	Abate Molina	11/29/200	18º25.2'	73º19.3'
166	Abate Molina	11/29/200	18º25.0'	72º37.1'
167	Abate Molina	11/29/200	18º25.1'	72º05.1'
168	Abate Molina	11/29/200	18º25.1'	71º33.8'
169	Abate Molina	11/30/200	18º25.0'	71º02.2'
170	Abate Molina	11/30/200	18º25.1'	70º41.0'
171	Abate Molina	11/30/200	18º25.0'	70º30.5'
172	Abate Molina	11/30/200	18º25.0'	70º25.2'
173	Abate Molina	11/30/200	18º25.1'	70º21.1'

A N E X O II

Personal participante por actividad (HH)

PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD

Objetivo General

Participantes	Preparación	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Total
José Córdova M.	42	206	136	221	112	717
Álvaro Saavedra G.	22		81	15	15	133
Hernán Miranda P.	14		15	12		41
Mauricio Braun A.				7	6	13
Vivian Valenzuela C.	45		152	83	38	318
Víctor Bocic W.	14		106			120
Hernán Reyes R.	14		37	42	5	98
Jaime Letelier P.	7		94	52	15	168
Víctor Catasti B.	14		119	57	37	227
Guillermo Galindo P.	15	206	242			463
Patricia Rojas Z.			321	49	33	403
Cristian Canales R.	14			9		23
Rodolfo Serra B.	14			9		23
Carlos Martines F.	4	6				10
Juan Saavedra N.			88	46	21	155
Francisco Leiva D.		206	269	38	32	545
Carola Hernández S.	5		300			305
Esteban Molina G.		206	82			288
Jorge Angulo A.		165				165
Manuel Rojas G.	27	206				233
Profesional 1					82	82
Técnico 1			143			143
Muestreador 1		206				206
Muestreador 2		206				206
Muestreador 3		206				206
Muestreador 4		206				206
Muestreador 5		206				206
Muestreador 6		206				206
TOTAL HORAS	**251**	**2.272**	**2.391**	**640**	**396**	**5.950**

Objetivo específico N° 1

Participante	Prep.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José Córdova M.	12	206	90	76	48	432
Álvaro Saavedra G.			81	15	15	111
Guillermo Galindo P		206				206
Francisco Leiva D.		206	170	17	17	410
Esteban Molina G:		206	82			288
Manuel Rojas G.	27	206				233
Carola Hernández S.	5		116			121
Carlos Martínez F.		6				6
Profesional 1					82	82
Muestreador 1		206				206
Muestreador 2		206				206
Muestreador 3		206				206
Muestreador 4		206				206
Muestreador 5		206				206
Muestreador 6		206				206
Sub Total	**44**	**2.272**	**539**	**108**	**162**	**3.125**

Objetivo específico N°2

Participante	Prep.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José Córdova M.			26	47	11	84
Hernán Miranda P			15	12		27
Víctor Bocic W.			106			106
Cristian Canales R.				9		9
Rodolfo Serra B.				9		9
Francisco Leiva D.			72			72
Sub Total			**219**	**77**	**11**	**307**

Objetivo específico N°3

Participante	Prep.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José Córdova M.				25	29	54
Mauricio Braun A.				7	6	13
Vivian Valenzuela C	15		152	55	29	251
Guillermo Galindo P	15		242			257
Juan Saavedra N.			37			37
Jorge Angulo A.			165			165
Sub Total	**30**		**594**	**87**	**64**	**777**

Objetivo específico N°4

Participante	Prep.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José Córdova				22	9	22
Vivian Valenzuela				28	9	37
Patricia Rojas			321	49	33	403
Francisco Leiva				8		8
Sub Total			**321**	**106**	**42**	**469**

Objetivo específico N°5

Participante	Prep.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José Córdova M.				22	9	31
Francisco Leiva D.			27	14	15	56
Sub Total			**27**	**39**	**26**	**92**

Objetivo específico N°6

Participante	Prep.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José Córdova M:			20	29	15	64
Hernán Reyes R			37	42	5	84
Jaime Letelier P.			94	52	15	161
Víctor Catasti B:			119	57	37	213
Juan Saavedra N.			51	46	21	118
Carola Hernández S			184			184
Técnico 1			143			143
Sub Total			**648**	**226**	**88**	**967**

Talleres

Participante (IFOP)	Taller I	Taller II	Sub Total
José Córdova M.	15	15	30
Álvaro Saavedra G.	11	11	22
Hernán Miranda P.	7	7	14
Hernán Reyes R.	7	7	14
Jaime Letelier P.		7	7
Vivian Valenzuela C.	15	15	30
Víctor Bocic W.	7	7	14
Víctor Catasti B.	7	7	14
Cristian Canales R.	7	7	14
Rodolfo Serra B.	7	7	14
Carlos Martínez F.		4	4
Sub Total	**83**	**94**	**177**

A N E X O III

Talleres de difusión y discusión:

- Valparaíso (28 octubre 2009)
- Iquique (25 noviembre 2010)

TALLERES

Proyecto FIP N° 2009--07

"Evaluación Hidroacústica de jurel en la XV, I y II Regiones, año 2009"

De acuerdo a lo establecido en los Términos Básicos de Referencia del Proyecto "Evaluación Hidroacústica de jurel en la XV, I y II Regiones, año 2009": FIP N°2009-07, durante el desarrollo del estudio se llevaron a cabo dos Talleres de Trabajo. El primero, consideró la presentación de la metodología y las principales actividades a desarrollar durante la prospección acústica, mientras que el segundo, tuvo como objetivo la discusión metodológica y difusión 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.

El Primer taller se desarrollo en el Auditórium Marcos Espejo Vidal de IFOP, ubicado en Blanco Encalada 839, Valparaíso, el día 28 octubre de 2009 (Taller I), mientras que el Segundo se llevó a cabo en Iquique en la sala "Gino Schiarewa" del Campus Huaquique, de la Universidad Arturo Prat. (Taller II).

En el primer Taller se analizó la metodología a aplicar durante la evaluación acústica de jurel en la zona norte del país, considerando aspectos tales como el uso de información previa de desembarques para redistribuir el esfuerzo de muestreo en el área, así como evaluar el impacto de realizar una eco prospección con naves industriales previa al crucero de evaluación, para ajustar área de prospección acústica, al igual que lo realizado en las evaluaciones acústica de jurel en la zona centro-sur del país. En este sentido, aspectos operacionales y de requerimientos del muestreo fueron analizados, tanto para el trabajo a bordo de el

B/C “Abate Molina” y un posterior apoyo de muestreo a bordo de barcos de cerco participantes en eco prospección durante el desarrollo de este estudio (noviembre). No hubo observaciones y alcances a la metodología presentada.

Los resultados presentados en el segundo taller, muestran que las 18.457 t de jurel representan un fuerte decremento respecto a lo evaluado en noviembre del 2006 (-84%), del 2007 (-93%%) y 2008 (-94%) en la zona, así como la presencia de condiciones ambientales atípicas (El Niño) para el período de estudio, evidenciando el comienzo de un calentamiento en la zona norte del país. En toda la zona prospectada se registró surgencia costera que acota la distribución espacial de anchoveta y jurel, estableciendo para jurel rangos preferenciales en las variables oceanográficas analizadas. Sin embargo, se destaca que más que rangos de preferencia el recurso podría estar asociado a procesos oceanográficos, así como el posible efecto favorable de las condiciones frías sobre jurel y el zooplancton

Se destaca para las distribuciones espaciales de jurel un fuerte desplazamiento de sus centros de gravedad hacia el sur, lo que junto a un incremento importante de abundancia de jurel dentro de las 25 mn en III y IV Región, en los tres últimos años (244.000, 307.100 y 364.345 t), sugieren una intensificación en el ingreso del jurel hacia la costa por la convergencia subtropical, siguiendo un mecanismo similar a lo registrado en la zona centro sur (corriente de deriva del oeste). Aspecto que a juicio de la audiencia hace necesario realizar una evaluación del recurso que incluya una prospección previa en este sector, a fin de aportar al entendimiento de estos cambios espaciales de jurel observados en la costa de Chile.

En este sentido, el repliegue de la distribución espacial del recurso hacia mayores latitud, así como el desplazamiento del jurel hacia la alta mar observado en la zona centro sur del país, hacen necesario establecer si estos cambios

corresponden a un proceso generalizado del recurso frente a las costa de Chile. Se concuerda con agentes del sector pesquero y administrativo que indican la relevancia de monitorear estos desplazamientos del recurso. El académico UAP Sr. Carlos Merino P. destaca la necesidad de incorporar al sector pesquero y científico para desarrollar investigaciones orientadas a obtener respuestas importantes sobre los recursos, sugiriendo que estos estudios sean coordinados por el agente administrativo (SUBPESCA).

Asimismo, hubo consenso en disponer de más evaluaciones que permitan conocer cambios cuantitativos y espaciales relevantes del recurso y además verificar la hipótesis de zona de crianza en el norte, de alimentación y desove en la zona centro sur del país, así como ratificar para el jurel su condición de único stock. Esto último, por la relevancia que implica en términos de explotación y manejo, frente a la desmejorada situación presentes hoy en los recursos pesqueros.

A la luz de los resultados, se sugirió la importancia de mantener este estudio a fin de conocer cambios en el comportamiento del recurso, que al igual que las evaluaciones de la zona centro sur (alto porcentaje bajo 26 cm en El Niño 97-98 y el descenso de biomasa en ZEE 2002-2007), permita la toma de decisiones oportunas de administración y manejo del recurso.

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

TALLER DE PRESENTACIÓN PLAN DE CRUCERO

Proyecto FIP N° 2009-07:

"EVALUACIÓN HIDROACÚSTICA DE JUREL EN LA XV, I Y II REGIONES, AÑO 2009"

AGENDA

Miércoles 28 de octubre de 2009

Auditorium "Marcos Espejo Vidal", Blanco Encalada 839, Valparaíso

15:30 a 15:40	Presentación del Proyecto	Sr. José Córdova M. (IFOP)
15:40 a 15:50	Estimado de abundancia y biomasa de jurel	Sr. José Córdova M.(IFOP)
15:50 a 16:00	Distribución espacial del zooplancton	Sr. José Córdova M.(IFOP)
16:15 a 16:30	*Café*	
16:30 a 16:40	Condiciones oceanográficas	Sr. Jaime Letelier P.(IFOP)
16:40 a 17:00	Interrelaciones entre las variables oceanográficas y el jurel .	Sr. José Córdova M.(IFOP)
17:00 a 17:30	Discusión y conclusiones.	

F I P

TALLER DE PRESENTACIÓN

PLAN DE CRUCERO

Proyecto FIP N° 2009-07: "Evaluación hidroacústica de jurel en la XV, I y II Regiones, año 2009"

Lista de Asistentes

N°	NOMBRE	INSTITUCIÓN	CARGO	FIRMA
1	Michell Dyvenant	FIP	Ing. Sist. Información	[firma]
2	Roberto Bahamonde	IFOP	Investigador	[firma]
3	Victor Bocic	IFOP	Investigador	[firma]
4	M. Gabriela Böhm	IFOP	INVESTIGADOR	[firma]
5	J.R. Cañón	CORPESCA S.A.	S. Gerente Inv. Pesq.	[firma]
6	M. Aburrmes C	Pesquera San José SA	Jefe Recursos Pesqueros	[firma]
7	MARIO ACEVEDO	SUBPESCA	SECTORIALISTA	[firma]
8				
9				
10				
11				

TALLER DE PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Proyectos:

"Evaluación hidroacústica de jurel en la XV, I y II Regiones, año 2009" (FIP N° 2009-07) e "Investigación Situación Pesquerías Pelágicas Zona Norte, 2010" (SUBPESCA)

Salón Gino Schiarewa (H-19) del Campus Huayquique, Universidad Arturo Prat.

Iquique, jueves 25 noviembre de 2010

Organiza: Instituto de Fomento Pesquero

Financia: Fondo de Investigación Pesquera y Subsecretaría de Pesca

P R O G R A M A

MAÑANA	"Evaluación hidroacústica de jurel en la XV, I y II Regiones, año 2009" (FIP 2009-07)	Expositores IFOP
09:30 a 09:40	Presentación del Proyecto	Sr. José Córdova M.
09:40 a 09:55	Estimado de abundancia y biomasa de jurel	Sr. José Córdova M.
10:00 a 10:15	Distribución espacial del zooplancton	Sra. Vivian Valenzuela C.
10:20 a 10:35	Principales ítems alimentarios de jurel	Sr. José Córdova M.
10:50 a 11:05	Ca fé	
11:05 a 11:20	Condiciones oceanográficas	Sr. Hernán Reyes R.
	Interrelaciones entre las variables oceanográficas y jurel.	Sr. Víctor Catasti B.
11:40 a 12:30	Discusión y conclusiones	

TARDE	"Seguimiento Principales Pesquerías Pelágicas Zona Norte 2010" (SUBPESCA)	Expositores IFOP
15:00 a 15:15	Principales resultados de actividad pesquera: Arica a Antofagasta	Sra. M. Gabriela Böhm S.
15:20 a 15:35	Monitoreo reproductivo de anchoveta	Sr. Eduardo Díaz R.
15:40 a 15:55	Interacción de lobos marinos y flota de cerco industrial	Sr. Andrés González P.
15:55 a 16:30	Discusión y conclusiones	

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
www.ifop.cl

FIP

GOBIERNO DE CHILE
SUBSECRETARÍA DE PESCA

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

TALLER DE PRESENTACIÓN DE RESULTADOS PROYECTOS

"Evaluación hidroacústica de jurel en la XV, I y II Regiones, año 2009"
(FIP N° 2009-07) **e**
"Investigación Situación Pesquerías Pelágicas Zona Norte, 2010" (SUBPESCA)

LISTADO DE ASISTENTES

	NOMBRE	INSTITUCION A LA QUE PERTENECE	FIRMA
1	Cristián Mardones P.	Camanchaca	
2	Juan Montecino Zenteno.	Camanchaca	
3	Carola Hernández	IFOP	
4	Fernando Uribe	Pesq. Bahía Caldera	
5	Miguel A. Escobar S	Corpesca S.A	
6	Claudia González Repullo	Gobernación Marítima	
7	Rubén Martínez Núñez	UNAP	
8	Luis Bustos Rocha	Corpesca S.A.	
9	Carlos P. Gaspar S.	IFOP	
10	Gabriel Claramunt D.	UNAP	
11	Eduardo Díaz Ramos	IFOP	
12	Marcelo Pavez Rodríguez	Subpesca - FAP	
13	Roberto Orellana [illegible]	UNAP - ICM	
14	Winston Molina S	UNAP	
15	Andrés González Pizarro	IFOP	
16	Guillermo Pizarro CH	Corpesca	

17	MICHAEL CAMPUSANO CAÑAS	SINOPECH	
18	Natalia Puzaippo Luz	UNAP	
19	Carlos Merino P.	UNAP	
20	JUAN CARLOS VILLARROEL UBILLA	SUBPESCA	
21	Vivian Valenzuela Cuevas	IFOP	
22	Hernán Reyes R.	IFOP	
23	Víctor Catasti	IFOP	
24	MARIO ACEVEDO G.	SUBPESCA	
25	CRISTIAN TOLEDO	IFOP	
26	CAROLINA NAVARRO R.	IFOP.	
27	Pilar Pérez Venegas	IFOP	
28	CRISTINA PACHECO	IFOP	
29	MARCO GOMEZ A	SUBPESCA	
30	MAXIMILIANO MUÑOZ A	SUBPESCA.	
31	M. Gabriela Barra	IFOP	
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
40			

A N E X O IV

Fundamento tamaño muestra de jurel para conocer estructura de talla por zona

FUNDAMENTO DEL TAMAÑO DE MUESTRA

(50 ejemplares de jurel) que se utilizará para conocer la estructura de talla por zona

La determinación del tamaño muestral de 50 ejemplares por lance, fue establecido bajo dos fundamentos:

A Fundamento Técnico (procedimiento analítico).

Para estimar la muestra se consideró que la distribución de tallas se ajusta a un modelo probabilístico multinomial. Luego, se trata de determinar un tamaño de muestra, para una muestra aleatoria simple de una población multinomial tal que la probabilidad de al menos (1-α)% de todas las proporciones a las tallas se encuentran simultáneamente dentro de una distancia específica de la proporción poblacional verdadera, es decir,

$$P_r = \left(\bigcap_{i=1}^{k} |p_i - \pi_i| \leq d_i \right) \geq 1 - \alpha$$

donde π_i es la proporción de la población en la categoría y, p_i es la proporción observada y k es el número de categorías.

Suponiendo d_i = d(i = 1,2....,k), desconociendo del vector de parámetros poblacionales, Thompson (1987) demuestra que el vector de parámetros más desfavorable que maximiza $\sum \alpha_i$, sujeto a $\sum \pi_i = 1$ y $0 \leq \pi_i \leq 1$ (i = 1,...k), tiene la forma de $\pi_i = m^{-1}$, siendo m algún número de las categorías distinta de cero con $\pi_j = 0$ para el conjunto k-m restante de clases de talla. En este caso la ecuación del tamaño de la muestra es:

$$n = \max_{m} z^2 \frac{\left(\frac{1}{m}\right)\left(1-\frac{1}{m}\right)}{d^2}$$

donde z es el percentil superior (α/2m) de la distribución normal estándar, siendo m un entero. A continuación se presenta una tabla con tamaños de muestra n para estimar simultáneamente la composición por talla para una distancia (error) d= 0,05 y riesgos (nivel de significancia).

α	n
0,10	403
0,05	510
0,025	624
0,02	664
0,01	788

De acuerdo a este procedimiento se seleccionó un tamaño de muestra de 788 ejemplares a un nivel de confianza α = 0,01.

Considerando este tamaño de muestra para la zona de estudio, él número de ejemplares a muestrear por lance es de 33. Sin embargo, de acuerdo al comportamiento de reacción del recurso durante la pesca con red de mediagua (IFOP, 1991), la probabilidad de éxito en los lances no es alta, razón por lo cual se estimó que el muestreo de 50 ejemplares permitía cumplir con el tamaño de muestra para la zona, al considerar un resguardo por fracaso en las capturas. Sin

embargo, de obtener captura en la totalidad de los lances con el muestreo de 50 individuos, el tamaño de la muestra es de 1200 ejemplares, incrementando substancialmente y a la vez duplicando el tamaño determinado a través del procedimiento estadístico.

Adicionalmente, la unidad de estadística pesquera del IFOP, ha realizado un estudio de tamaño de muestra para estimar la estructura de talla del desembarque o una zona de pesca. Este estudio (Miranda et al, 1997), consistió en simular una población de origen conformada por los muestreos de desembarque realizados por IFOP, en las bases de San Antonio y Talcahuano durante 1997. El tamaño de esta población ascendió por sobre los 400.000 ejemplares medidos: Con la información de esta población se realizó un proceso de re-muestreo con tamaños de muestra iguales a: 120, 200, 1000 y 1200 ejemplares.

Se concluye de este estudio que un tamaño de muestra igual o superior a 500 o 600 ejemplares, representaría adecuadamente la estructura de talla de los desembarques o de una zona de pesca, en una base mensual o período dado. Actualmente el esfuerzo de muestreo está dirigido ha alcanzar los 1000 o 1200 ejemplares. Tamaño que estaría superado por el esfuerzo de muestreo a aplicar durante el desarrollo del crucero de evaluación hidrocústica en la zona norte.

Por otra parte, otros estudio también han concluido tamaños de muestras de 25 y 50 ejemplares por lances (Stanley, 1990) y (Young y Robotham, 1995).

B Fundamento operacional

El tiempo para medir longitud en 50 ejemplares es de 30 minutos aproximadamente, en tanto para un muestreo biológico de 30 ejemplares que contempla identificación de sexo, peso, y extracción de otolitos para una especie determinada demanda un tiempo de 2,5 horas aproximadamente. Al respecto es importante mencionar que el muestreador no solo realiza muestreo biológico y de longitud, sino que además participa en otras actividades dado el carácter multiespecífico del grupo de trabajo a bordo.

Por otra parte, la probabilidad de realizar lances de pesca sucesivos en una zona de concentración es alta, luego en este sentido, cuando las muestras son tomadas en el mar durante mareas que duran varios días, los tamaños de muestra estarán asociadas principalmente a la combinación lance-zona de pesca, razón por lo cual el fundamento técnico tiene de base alcanzar un óptimo compromiso con las consideraciones prácticas de operatividad mencionadas en el punto anterior.

Referencias Bibliográficas.

IFOP 1991. Estimación de la biomasa del recurso jurel y caracterización de las condiciones bio-oceanográficas junio-julio 1991.Asociación Gremial de Industriales Pesqueros del Bío-Bío. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago Chile.

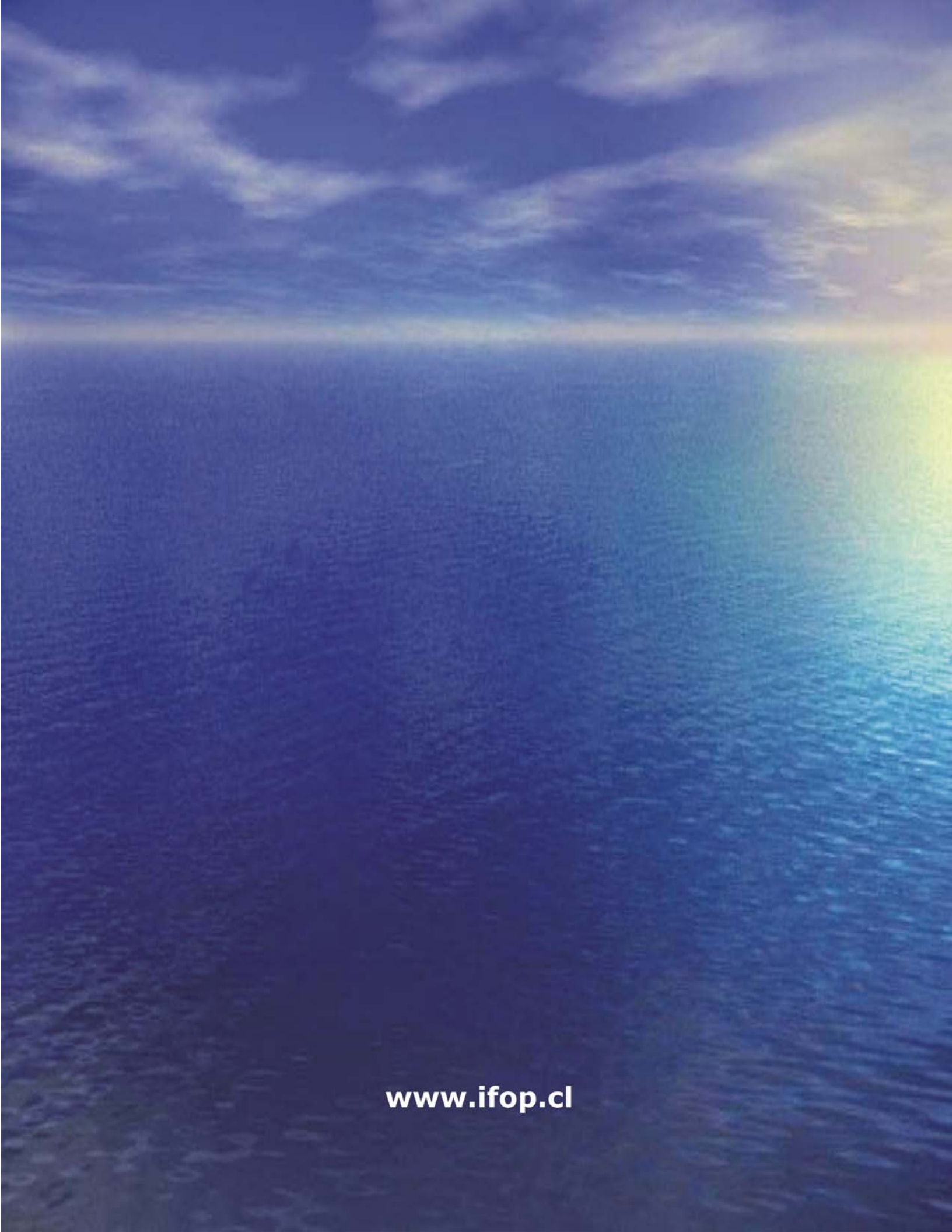
Miranda, H., A. Aranis, C. Vera y H. Gonzales 1997. Informe complementario aspectos metodológicos: En “Investigación de la Situación de las Pesquerías Pelágicas Zona Centro-sur”. IFOP, 27 pp + anexos.

Stanley R, D., 1990. Sample size versus sample number: Sampling optimization for trawl caught rockfish. Fisheries and Aquatic Science N 2080.

Thompson, S. K. 1987: Sample size for estimating multinomial proportions. The American Statitician, 42: 42-46 p.

Young, Z. Y H. Robotham , 1995. Tamaño de muestra y estrategia de muestreo del desembarque de erizo y culengue. Informe Técnico. IFOP.

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


www.ifop.cl