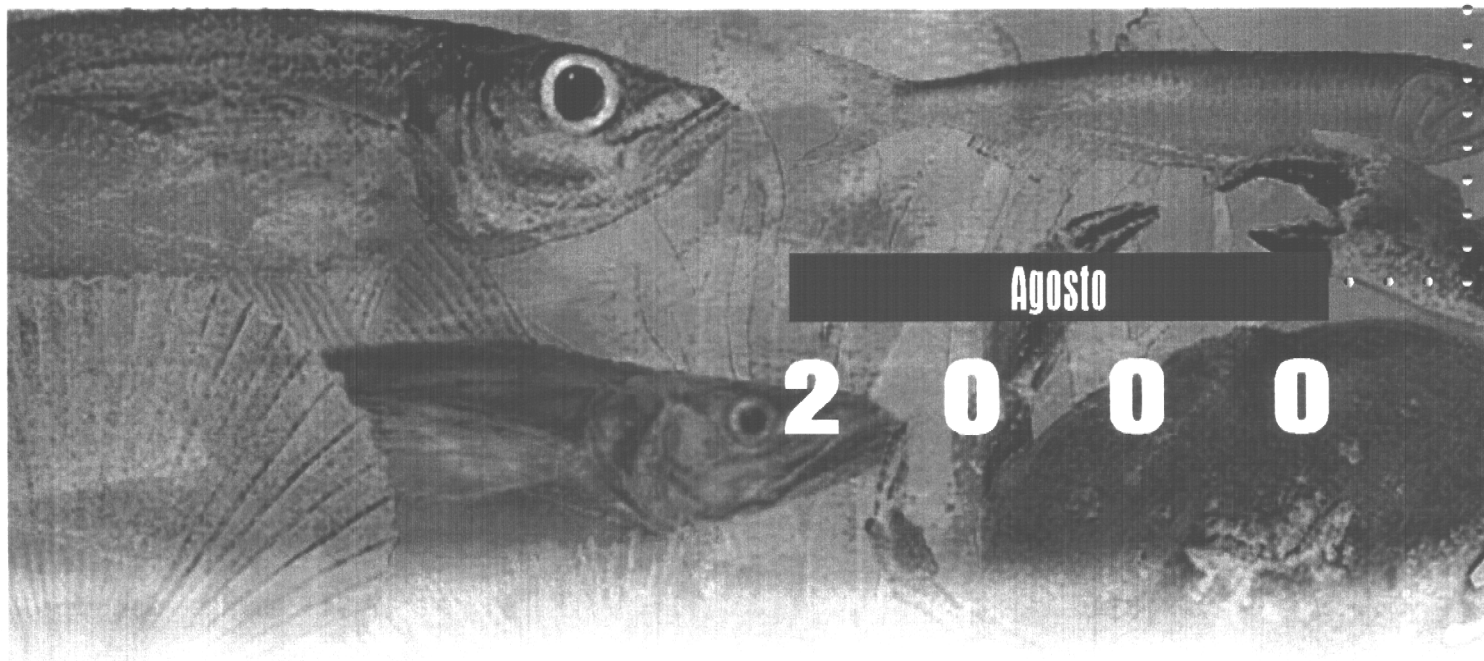


**INFORME FINAL**

**FONDO INVESTIGACION PESQUERA**

**FIP Nº 99 - 07**

**Evaluación directa de  
Langostino colorado de  
la V a VIII Región, 1999**



**Agosto**

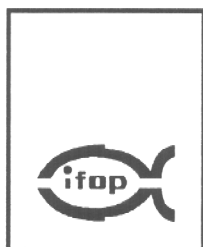
**2 0 0 0**

**REQUIRENTE:**

**CONSEJO DE INVESTIGACION PESQUERA - CIP**  
**Presidente del Consejo: DANIEL ALBARRAN RUIZ-CLAVIJO**

**EJECUTOR:**

**INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO - IFOP**  
**Directora Ejecutiva (S): VILMA CORREA ROJAS**



**JEFE DE PROYECTO:**

ROBERTO BAHAMONDE F.

**AUTORES:**

**INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO**

M.ANGELA BARBIERI  
CRISTIÁN CANALES  
ROBERTO BAHAMONDE  
TERESA PEÑAILILLO  
PATRICIO GALVÉZ  
CARLOS MONTENEGRO  
HUMBERTO POOL

**INSTITUTO DE INVESTIGACION PESQUERA  
VIII REGIÓN**

MAURICIO GÁLVEZ  
SERGIO NÚÑEZ  
HERNÁN REBOLLEDO  
LUIS CUBILLOS  
ALDO HERNÁNDEZ

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO**

NELSON SILVA

**COLABORADORES:**

**INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO**

BERNARDO LEIVA  
GONZALO MUÑOZ  
CLAUDIO VICENCIO



## 1. RESUMEN EJECUTIVO

Como parte del proyecto FIP N° 99-07 “ Evaluación directa de langostino colorado de la V a VIII Regiones, 1999” se efectuó en el período comprendido entre el 14 de agosto y el 24 de octubre, una prospección pesquera dirigida a estimar mediante evaluación directa, el nivel de biomasa y abundancia de langostino colorado existente entre la V y VIII Región, utilizando el método de área barrida.

La etapa de prospección se realizó en dos embarcaciones: el Pam “Tiberiades” de los registros de la Universidad Católica de Valparaíso y el Pam “Maitén” de la empresa pesquera El Golfo S.A. La primera de las nombradas, cubrió la zona comprendida entre la latitud 32°10' y 33°30' S, mientras que la segunda de ellas, cubrió la zona comprendida entre la latitud 33°30' y 37°00' S. La zona de estudio fue dividida en transectas perpendiculares a la costa, equidistantes entre sí cada 10 mn. Durante el desarrollo de la prospección se realizaron 299 lances de pesca a lo largo del área de estudio y 92 estaciones oceanográficas, conjuntamente se recolectó muestras del fondo marino, para análisis del sustrato.

Coétaneo al crucero de prospección se realizaron en tierra muestreos biológicos de langostino colorado, y a bordo muestreo de longitud de las principales especies asociadas a este recurso en calidad de fauna acompañante.

El análisis de los resultados obtenidos indica que de acuerdo a la distribución espacial que presentó la densidad del recurso ( $t/km^2$ ), el langostino colorado durante la época de estudio se distribuyó principalmente entre los 50 y 100 m, concentrándose en 3 focos de importancia: a la cuadra de Pichilemu (34,5-34,8° LS; **foco 1**), entre C. Carranza y Talcahuano (35,8-36,7° LS; **foco 2**), y en la desembocadura del río Bio-Bio (36,8-37,0° LS; **foco 3**).



El área total de distribución del langostino colorado fue estimada en 1.259 km<sup>2</sup>, de los cuales el 80% fue cubierta por el foco 2, área en la cual tanto el rendimiento de pesca como la densidad fueron máximas, y se estimaron en 0,74 t/l y 11,9 t/km<sup>2</sup>, respectivamente.

Las distintas estimaciones de biomasa indican que durante la primavera de 1999, la población explotable de langostino colorado habría oscilado entre las 12,8 ± 2,2 mil toneladas según el estimador de Razón, y las 17,2 ± 3,0 mil toneladas según el estimador Delta.

El 58% de la biomasa explotable estuvo constituida por machos, siendo relativamente similar a la estimación de su abundancia (53%). Asimismo, el 94% de la biomasa y el 96% de la abundancia explotable se concentró en el foco 2.

De acuerdo a lo extraído a la fecha del estudio, y según las correcciones por selectividad y mortalidad natural, se estima que la biomasa total a inicios de la temporada podría haber alcanzado las 28,9 mil toneladas, de las cuales 25,7 mil toneladas pudieron haber constituido la biomasa inicialmente explotable.

La biomasa desovante alcanzó el 63% de la biomasa explotable, de las cuales el 86% de ellas sería vulnerable por el arte de pesca. En este sentido, se estima que el foco ubicado a la cuadra de Pichilemu (foco 1), es aquel que potencialmente podría aportar con el mayor porcentaje de ejemplares en condiciones fértiles (91%), estando vulnerable al arte de pesca sólo el 56%.

Por otro lado, el análisis de las estructuras de tallas por sexos reveló diferencias significativas de tamaños a favor de los machos. De igual forma, la amplitud de los rangos de tallas analizados mostraron mayores dispersiones por sobre los 100 m de profundidad, en tanto que las tallas promedios de ambos sexos, mostraron un significativo patrón de disminución latitudinal de norte a sur.



El análisis de las distintas componentes modales de las distribuciones de tallas, permiten establecer que en el foco 1, los datos analizados proporcionan solamente un grupo modal tanto para machos como hembras, los cuales corresponderían a los grupos etarios 5 y 4, respectivamente.

En el foco 2 se detectaron dos grupos modales, lo que en machos corresponderían a los grupos 2 y 4, con un aporte porcentual de 55% y 45%, respectivamente. En hembras los grupos etarios serían el 2 (39,5%) y 3 (60,5%).

En relación al foco 3, en machos, se observaron dos grupos modales (3 y 4), siendo el primero el que aportó la mayor presencia (67,0%). En cambio en hembras se detectó solamente un grupo modal el cual correspondería al grupo 3.

Sobre el estado de explotación del recurso se tiene que la talla al 50% de reclutamiento para ambos sexos se estimó en 25 mm de longitud cefalotorácica, en tanto que la fase de mayor explotación se ubicarían en tallas por sobre los 36 mm en machos y sobre los 34,7 mm en hembras. La mortalidades por pesca estimadas por sexos, revelaron un mayor nivel de explotación de hembras ( $F=1,14$ ) que de machos ( $F=0,74$ ), valores que a su vez superaron de manera significativa sus referentes biológicos de equilibrio.

La captura acumulada por la flota tanto para machos como para hembras, superó en general las estimaciones de Capturas Biológicamente Adecuadas (CBA) para cualquier punto biológico bajo  $F_{max}$ .

En base al muestreo biológico realizado, se estimó una proporción sexual de 46% de hembras para el total del área monitoreada, con importantes variaciones de este parámetro a nivel de los focos de agregación. Respecto a la proporción de hembras ovíferas, se estimó para el total del área y período un 70,8% de hembras portadoras. En el foco 1 se encontró una alta proporción de hembras con huevos



cercana al 94,5%, mientras en los focos 2 y 3, se registró un 69,5% y 66,2% de hembras portadoras, respectivamente.

Además, durante el período de estudio, se registró una alta proporción de hembras con huevos en estado 2, presentándose una tendencia decreciente entre agosto y octubre, al mismo tiempo que la incidencia de estados 3 y 4 comenzó a aumentar.

En cuanto a la fauna acompañante, se observa que la pesquería del langostino colorado presenta gradientes composicionales, uno asociado a la latitud y el otro a la profundidad. En cuanto al primero se tiene que a latitudes menores predomina la ausencia del langostino colorado, lo que se confirma con el hecho de que la pesquería de este crustáceo está concentrada hacia latitudes mayores. En general, hacia el norte de la zona de estudio, las especies predominantes son langostino amarillo y camarón nailon y los peces pampanito y blanquillo; mientras que en la zona sur predomina el langostino colorado y el congrio negro.

El langostino colorado, la corvina y el pampanito se presentan preferentemente en profundidades bajas, de hecho, durante el desarrollo de la prospección el recurso objetivo estuvo muy circunscrito a una misma profundidad cercana a los 110 m. A mayor fondo, se observó una predominancia de langostino amarillo, camarón nailon y de pejerata.

El análisis de similitud realizado separa los resultados en función de la latitud y de la profundidad, estableciendo 3 conglomerados en latitud y 3 en profundidad, confirmando los resultados obtenidos con el primero de los análisis realizados.

Cabe destacar que dentro de la fauna acompañante tanto la merluza común como el lenguado de ojo grande se presentan indistintamente en todas las latitudes y en todas las profundidades.



La componente oceanográfica del estudio caracteriza a las masas de agua observadas en el área como masas de Aguas Subantárticas (ASAA) y masas de Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS).

En este estudio, no se encontró una relación entre la densidad de langostino colorado y las variables hidrográficas temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, nitrato, nitrito, carbono orgánico ni materia orgánica. En otras palabras, estas variables no tienen una capacidad predictiva lineal en relación con la densidad de langostino colorado en el área de estudio. Solamente se encontró una relación inversa entre la captura por unidad de área y la concentración de fosfato cercano al fondo ( $r^2=0.312$ ;  $P<0.05$ ;  $n=25$ ). Es decir, altas concentraciones de fosfato en las cercanías del fondo determinó una baja densidad de langostino colorado y viceversa.

El análisis meteorológico establece que existe un foco importante de surgencias en la zona de estudio, ubicado entre los 35° y 37° L.S, el cual se intensifica especialmente en el mes de octubre, alcanzando valores de Índice de Surgencia superiores a 300.

El análisis del sustrato marino establece que existe una asociación negativa entre la densidad de langostino colorado y la concentración de fosfato cercano al fondo, mientras que con temperatura, salinidad, oxígeno, nitrato, nitrito cercanos al fondo, carbono orgánico del sedimento y el contenido de materia orgánica, no hay una correlación lineal.

Las densidades de langostino colorado rechazan las aguas cercanas al fondo con temperaturas menores a los 10,5° C. Las preferencias por oxígeno disuelto están entre 1 y 2 ml/l y para el caso de los nitratos están entre 16 y 27 N(uM/L). Existe un rechazo a la variable nitritos. En el caso del fosfato, hay tres concentraciones asociadas con la CPUA, una en bajas concentraciones (<1 N(uM/L)), otra muy importante a los 3 N(uM/L), y otra a los 6 N(uM/L).





El langostino colorado no tiene preferencia ni rechazo por el contenido de materia orgánica (MO) y el carbono orgánico (CO) en los sedimentos.



## 2. INTRODUCCION

La pesquería industrial de crustáceos que se desarrolla en la plataforma continental de la zona central del país, se ha concentrado principalmente en la captura de dos especies de la familia Galatheidae y que corresponden al langostino amarillo (*Cervimunida johni*) y langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) y en el camarón nailon (*Heterocarpus reedi*), representante de la familia Pandalidae, especie que se distribuye entre Taltal y Puerto Saavedra, a profundidades entre los 155 m y 420 m (Bustos y Retamal, 1985).

La pesquería de langostino colorado ha tenido una dinámica de desarrollo que se puede caracterizar en cinco etapas.

- La primera se extiende desde el año 1968 a 1979, en ella existe un desarrollo acelerado de la pesquería con un notorio incremento del esfuerzo de pesca, lo cual conduce al recurso a una sobre-explotación.
- La segunda etapa se desarrolla entre los años 1980 a 1982, cuando se decreta una veda por un período de 3 años.
- En la tercera etapa (1983 a 1988) se reinicia la actividad pesquera, la que se regula estableciéndose una cuota total permisible anual.
- En la cuarta etapa (1989 a 1991) se decreta una veda total del recurso.
- En 1992, con la promulgación de la Ley de Pesca y Acuicultura, se inicia la quinta etapa donde se declara a la pesquería del langostino colorado en régimen de recuperación y se procede a subastar una cuota global de captura de 4.000 t para dicho año.

En los inicios de la pesquería, el langostino colorado se encontraba en toda la plataforma continental comprendida entre la V y VIII Región. La pesquería se inició en la V Región y se fue desplazando hacia el sur. En 1980 se localizó en la VIII Región. La pesquería está restringida solamente a tres focos de abundancia



localizados en la plataforma frente a la VIII Región: el de "Punta Achira" que es el de mayor significancia y está situado frente a la punta del mismo nombre; el foco "Exterior" que se encuentra en el borde de la plataforma continental parece ser inestable, puesto que en distintos cruceros de evaluación se ha detectado la presencia esporádica del langostino; y, por último, el foco "Bío-Bío", que se encuentra frente a la desembocadura del río del mismo nombre.

En 1991, año que corresponde al final de la segunda veda, se realiza un monitoreo a la zona del foco de abundancia de Achira, donde, Bahamonde y Roa, 1992; Roa y Bahamonde, 1993, señalan que el recurso había iniciado un proceso de recuperación de su biomasa alcanzando a las 38.997 t, con reinvasión de áreas hacia el norte, alcanzando la distribución de la especie hasta la latitud 35°20' L.S. y que la expansión se estaba realizando a una alta tasa. Según estos autores, el incremento en su biomasa estaba basado principalmente en una fuerte clase anual de juveniles que presionan sobre una mezcla de clases anuales más viejas (Roa y Bahamonde, *op. cit.*).

En 1993, con financiamiento de Fondo de Investigación Pesquera, la Universidad Católica de Valparaíso realizó una evaluación directa del stock de langostino colorado, detectando para la zona de Achira un incremento de aproximadamente un 70% en su biomasa, con respecto a la estimación de 1993, continuando con la expansión del límite norte de la distribución, el cual alcanzó hasta la latitud 35° L.S. (Arana *et al.*, 1994b). En 1996, con la información recolectada por el proyecto FIP 95-13 " Análisis de la pesquería y evaluación indirecta del langostino colorado en la zona centro-sur", el cual fue ejecutado por el Instituto de Fomento Pesquero, fue posible constatar que nuevamente el área de distribución de la especie había aumentado, alcanzando hasta la latitud 34°L.S. y que la biomasa alcanzaba a aproximadamente las 80.000 t, estimación que fue realizada con la información de la actividad pesquera.



Dentro del marco del proyecto FIP 96-23 "Evaluación directa de stock de langostino colorado en la zona centro sur " realizado durante el año 1996, y adjudicado por la Universidad de Concepción se realizó un crucero de prospección entre las latitudes 33°57'L.S. y los 36°69'L.S., con el objeto de cuantificar la biomasa existente en la plataforma continental, alcanzando un estimado de biomasa de 132.000 t y 123.000 t por los métodos de diseño y modelo-basado, respectivamente (Roa *et. al.*, 1997).

En razón a la fuerte expansión del área de distribución del recurso y de la pesquería, la necesidad de disponer de una estimación del recurso en forma independiente de la pesquería y la conveniencia de mantener una línea de investigación aplicada dirigida al estudio de esta pesquería, el Consejo de Investigación Pesquera, decidió licitar el proyecto "Evaluación directa del stock de langostino colorado entre la V y VIII regiones", el cual en concurso público fue adjudicado por el Instituto de Fomento Pesquero.

En el presente informe prefinal se entregan los resultados obtenidos y el análisis de éstos, incluyendo las observaciones realizadas al anterior.





### 3. INDICE GENERAL

	Página
1. RESUMEN EJECUTIVO -----	1
2. INTRODUCCION -----	7
3. INDICE GENERAL -----	11
4. INDICES TABLAS Y FIGURAS -----	15
4.1 INDICE DE TABLAS -----	15
4.2 INDICE DE FIGURAS -----	18
5. OBJETIVOS -----	23
5.1 OBJETIVO GENERAL -----	23
5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS -----	23
5.3 OBJETIVO ESPECIFICO (ADICIONAL) -----	23
6. PERSONAL PARTICIPANTE -----	25
7. METODOLOGIA -----	27
7.1. Zona de estudio y período de evaluación -----	27
7.1.1. Embarcación -----	28
7.1.2. Arte de pesca -----	28
7.2 OBJETIVO ESPECÍFICO 5.2.1 "Determinar la distribución del recurso langostino colorado en el área de estudio" -----	29
7.2.1 Cartografía de la morfología submarina de los bordes de la distribución del langostino colorado (Sobre oferta) -----	31
7.3 OBJETIVO ESPECÍFICO 5.2.2 "Determinar la biomasa total (en peso) y la abundancia (en número), por sexo y talla del recurso langostino colorado, en el área de estudio y en los principales focos de abundancia -----	31



7.3.1	Procedimiento de estimación de la biomasa (B) -----	31
7.3.2	Análisis de las estructuras de tallas -----	39
<b>7.4</b>	<b>OBJETIVO ESPECIFICO 5.2.3 "Determinar la condición reproductiva y la proporción sexual de langostino colorado en el área de estudio y en los principales focos de abundancia "</b> -----	<b>55</b>
7.4.1	Proporción sexual -----	55
7.4.2	Proporción de hembras ovíferas -----	57
7.4.3	Estado de desarrollo de los huevos -----	57
7.4.4	Dureza del exoesqueleto -----	58
<b>7.5</b>	<b>OBJETIVO ESPECÍFICO 5.2.4. "Determinar la composición e importancia relativa de las especies que constituyen la fauna acompañante de la pesquería de langostino colorado, durante la cuantificación del recurso"</b> -----	<b>59</b>
7.5.1	Obtención de la información -----	59
7.5.2	Importancia relativa por especie -----	59
7.5.3	Análisis comunitario -----	60
<b>7.6</b>	<b>OBJETIVO ESPECÍFICO EXTRAORDINARIO "Relacionar las condiciones oceanográficas asociadas con la distribución y abundancia del langostino colorado por estrato de profundidad en la zona de estudio" (Sobreoferta)</b> -----	<b>62</b>
7.6.1	Análisis oceanográfico -----	62
7.6.2	Análisis de las condiciones meteorológicas -----	64
7.6.3	Análisis del sustrato marino -----	66
7.6.4	Análisis estadístico de la información -----	68
7.6.5	Determinación de preferencia-rechazo a variables oceanográficas y de sustrato -----	69
<b>8.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSION</b> -----	<b>71</b>
<b>8.1.</b>	<b>OBJETIVO ESPECÍFICO 5.2.1 "Determinar la distribución del recurso langostino colorado en el área de estudio"</b> -----	<b>71</b>
8.1.1	Cartografía de la morfología submarina de los bordes de la distribución del langostino colorado (Sobre oferta) -----	72



<b>8.2</b>	<b>OBJETIVO ESPECÍFICO 5.2.2</b> "Determinar la biomasa total (en peso) y la abundancia (en número), por sexo y talla del recurso langostino colorado, en el área de estudio y en los principales focos de abundancia" -----	73
8.2.1	Estimación de biomاسas -----	73
8.2.2	Distribución espacial de la flota comercial en comparación con el crucero de prospección -----	76
8.2.3	Análisis de las estructuras de tallas -----	77
8.2.4	Análisis estructural del stock -----	83
<b>8.3</b>	<b>OBJETIVO ESPECÍFICO 5.2.3</b> "Determinar la condición reproductiva y la proporción sexual de langostino colorado en el área de estudio y en los principales focos de abundancia" -----	88
8.3.1	Proporción sexual y de hembras ovíferas -----	88
8.3.2	Madurez de los huevos portados por las hembras -----	89
8.3.3	Dureza del exoesqueleto -----	91
<b>8.4</b>	<b>OBJETIVO ESPECÍFICO 5.2.4</b> "Determinar la composición e importancia relativa de las especies que constituyen la fauna acompañante de la pesquería de langostino colorado, durante la cuantificación del recurso" -----	91
<b>8.5.</b>	<b>OBJETIVO ESPECÍFICO EXTRAORDINARIO</b> "Relacionar las condiciones oceanográficas asociadas con la distribución y abundancia del langostino colorado por estrato de profundidad en la zona de estudio" (Sobreoferta) -----	93
8.5.1	Análisis oceanográfico -----	93
8.5.2	Análisis meteorológico -----	101
8.5.3	Análisis del sustrato marino -----	102
8.5.4	Análisis estadístico de la información -----	105
8.5.5	Determinación de preferencia-rechazo a variables oceanográficas y de sustrato -----	106
<b>9.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> -----	<b>107</b>
<b>10.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b> -----	<b>109</b>
<b>TABLAS</b>		
<b>FIGURAS</b>		
<b>ANEXO</b>		







## 4. INDICES TABLAS Y FIGURAS

### 4.1 INDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Listado de la posición geográfica, fecha y profundidad promedio de las muestras de sedimentos superficiales tomadas en la V, VI, VII y VIII regiones.
- Tabla 2. Centros de gravedad, Radio estándar (DEG) y Coeficiente de Dispersión Relativa (CDR), de la cartografía de Abundancia de langostino colorado, por focos.
- Tabla 3. Areas e indicadores pesqueros globales estimados por foco de agregación del langostino colorado.
- Tabla 4. Densidades y biomاسas estimadas para langostino colorado por focos y tipo de estimador.
- Tabla 5. Biomاسas totales determinadas para langostino colorado según estimador.
- Tabla 6. Capturas y rendimientos de pesca obtenidos por la flota de pesca comercial y el crucero de investigación.
- Tabla 7. Densidades y biomاسas estimadas de langostino colorado por foco y tipo de estimador.
- Tabla 8. Estadísticas de la talla (mm de longitud cefalotorácica) de langostino colorado por foco y estrato de profundidad. 1999. Intervalo de confianza del 95%.
- Tabla 9. Resultados, para machos por foco, de la separación de la distribución de frecuencias de grupos modales, obtenidos por el MIX.



- Tabla 10. Resultados, para hembras por foco, de la separación de la distribución de frecuencias de grupos modales, obtenidos por el MIX.
- Tabla 11. Parámetros estimados del modelo de Análisis de Varianza de dos factores (zona y sexo) de la talla media de langostino colorado.
- Tabla 12. Comparación de los parámetros de la relación talla – peso para langostino colorado a través de un modelo de regresión múltiple con variables indicadoras (Neter *et. al.*, 1990).
- Tabla 13. Abundancias y biomasa de langostino colorado por foco y sexo.
- Tabla 14. Parámetros del patrón de reclutamiento y talla del 50% de reclutamiento de langostino colorado por foco y sexo.
- Tabla 15. Biomاسas totales y desovantes de hembras de langostino colorado.
- Tabla 16. Capturas y abundancias promedio de langostino colorado.
- Tabla 17. Parámetros del patrón de explotación de reclutamiento y de explotación estimados para langostino colorado.
- Tabla 18. Parámetros biológicos de langostino colorado utilizados.
- Tabla 19. Porcentaje de hembras y huevos removidos por la pesca.
- Tabla 20. Mortalidades por pesca de referencia y Capturas Biológicas Recomendadas (CBA) por sexo, Langostino colorado V-VIII Regiones.
- Tabla 21. Proporción sexual y de hembras según portación de huevos para langostino colorado, por foco y mes, período agosto - octubre 1999.
- Tabla 22. Listado especies que componen la fauna acompañante de langostino colorado, porcentaje en peso de la captura total y simbología utilizada en el análisis comunitario para las especies con presencia mayor al 1%.



- Tabla 23. Estratos de latitud y profundidad utilizados en los análisis de similitud.
- Tabla 24. Celdas de latitud/profundidad obtenidas como resultado del análisis de similitud.
- Tabla 25. Listado de la composición granulométrica, concentración de materia orgánica y carbono orgánico y profundidad promedio de las muestras de sedimentos superficiales tomadas en la V, VI, VII y VIII regiones.
- Tabla 26. Correlación entre la densidad de langostino colorado (CPUA) y las variables oceanográficas (n=número de datos; p = valor de significancia).



## 4.2. INDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Area de estudio indicando la batimetría global del sector.
- Figura 2. Area de estudio indicando las estaciones de muestreo oceanográficas.
- Figura 3. Ubicación geográfica de los lances de pesca con muestreo de sedimentos en la V región.
- Figura 4. Ubicación geográfica de los lances de pesca con muestreo de sedimentos en la VI región.
- Figura 5. Ubicación geográfica de los lances de pesca con muestreo de sedimentos en la VII región.
- Figura 6. Ubicación geográfica de los lances de pesca con muestreo de sedimentos en la VIII región.
- Figura 7. Distribución espacial de CPUA (t/Km lineal arrastrado) de langostino colorado (A) y centros de gravedad por focos de abundancia (B).
- Figura 8. Distribución batimétrica del foco de abundancia 1 de langostino colorado.
- Figura 9. Distribución batimétrica del foco de abundancia 2 de langostino colorado.
- Figura 10. Distribución batimétrica del foco de abundancia 3 de langostino colorado.
- Figura 11. Distribución espacial de la densidad reportada en el crucero de evaluación del langostino colorado y focos de abundancia identificados.
- Figura 12. Estructura de la densidad de langostino colorado por focos de abundancia.



- Figura 13. Variogramas experimentales (puntos) y teóricos (línea), estimados los focos de distribución de langostino colorado.
- Figura 14. Distribución espacial de los rendimientos de pesca reportados por la flota comercial entre abril y septiembre de 1999, y sus focos de abundancia.
- Figura 15. Estructura de tallas de langostino colorado, por foco. 1999.
- Figura 16. Estructura de tallas de langostino colorado, por foco y estrato de profundidad. Machos. 1999.
- Figura 17. Estructura de tallas de langostino colorado, por foco y estrato de profundidad. Hembras. 1999.
- Figura 18. Ajuste de los grupos modales, a través del Método de Máxima Verosimilitud (MIX).
- Figura 19. Ajustes del modelo potencial entre la longitud y el peso de langostino colorado, por foco de abundancia, y total según sexo, período agosto - octubre 1999.
- Figura 20. Patrón de reclutamiento al arte de pesca de langostino colorado por foco y sexo.
- Figura 21. Estructura de tallas del stock explotable (NV), de la captura, período abril – septiembre (c) y patrón de reclutamiento (Pe) de langostino colorado por sexo.
- Figura 22. Estructura de tallas de las capturas (x) y predicha (-) por sexo y patrón de explotación de langostino colorado focos 1-3.
- Figura 23. Puntos biológico de referencia de equilibrio para langostino colorado.



- Figura 24. Distribución de probabilidades de Capturas Biológicamente Recomendadas (CBA) ante distintos puntos biológicos de referencia, langostino colorado machos, V – VIII Región.
- Figura 25. Distribución de probabilidades de Capturas Biológicamente Recomendadas (CBA) ante distintos puntos biológicos de referencia, langostino colorado hembras, V – VIII Región.
- Figura 26. Proporción de individuos según estado de madurez y mes para langostino colorado. (a) Año 1998 y (b) Datos presente estudio.
- Figura 27. Proporción de individuos según estado de madurez y mes para langostino colorado. (a) Foco 1 y (b) Foco 2.
- Figura 28. Resultado del ANFACO realizado sobre el total de lances (a) y relación entre el primer gradiente composicional con la latitud (b) y entre el segundo gradiente composicional con la profundidad de muestreo (c).
- Figura 29. Análisis de similitud porcentual por grupos de latitud para 3 matrices de determinación de fauna acompañante.
- Figura 30. Análisis de similitud porcentual por grupos de profundidad para 3 matrices de determinación de fauna acompañante.
- Figura 31. Análisis de similitud porcentual por celdas latitud/profundidad para 3 matrices de determinación de fauna acompañante.
- Figura 32. Distribución horizontal de las variables: (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) a la máxima profundidad de muestreo.
- Figura 33. Distribución horizontal de los nutrientes: (a) nitrato ( $\mu\text{M l}^{-1}$ ), nitrito ( $\mu\text{M l}^{-1}$ ) y (c) fosfato ( $\mu\text{M l}^{-1}$ ) a la máxima profundidad de muestreo.



- Figura 34. Perfiles verticales promedio de las variables (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu) y densidad ( $\sigma_t$ ).
- Figura 35. Distribución vertical de las variables (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu) y densidad ( $\sigma_t$ ) a lo largo de la costa.
- Figura 36. Diagrama T-S para todas las estaciones del área de estudio.
- Figura 37. Distribución latitudinal del Índice de Surgencia Promedio.
- Figura 38. Distribución a) mensual y b) semanal del Índice de Surgencia Promedio.
- Figura 39. Magnitud zonal-temporal del Índice de Surgencia.
- Figura 40. Concentración de materia orgánica (%) en sedimentos superficiales de la V región.
- Figura 41. Concentración de materia orgánica (%) en sedimentos superficiales de la VI región.
- Figura 42. Concentración de materia orgánica (%) en sedimentos superficiales de la VII región.
- Figura 43. Concentración de materia orgánica (%) en sedimentos superficiales de la VIII región.
- Figura 44. Concentración de carbono orgánica (%) en sedimentos superficiales de la V región.
- Figura 45. Concentración de carbono orgánica (%) en sedimentos superficiales de la VI región.
- Figura 46. Concentración de carbono orgánica (%) en sedimentos superficiales de la VII región.





- Figura 47. Concentración de carbono orgánica (%) en sedimentos superficiales de la VIII región.
- Figura 48. Distribución del porcentaje de las fracciones granulométricas en sedimentos superficiales en la V región.
- Figura 49. Distribución del porcentaje de las fracciones granulométricas en sedimentos superficiales de la VI región.
- Figura 50. Distribución del porcentaje de las fracciones granulométricas en sedimentos superficiales de la VII región.
- Figura 51. Distribución del porcentaje de las fracciones granulométricas en sedimentos superficiales de la VIII región.
- Figura 52. Frecuencia acumulada de temperatura y temperatura por CPUTA (arriba) y frecuencia acumulada de la salinidad (S) y salinidad por CPUTA (abajo).
- Figura 53. Frecuencia acumulada de oxígeno y oxígeno por CPUTA (arriba) y frecuencia acumulada de la concentración de nitratos ( $\text{NO}_3$ ) y nitratos por CPUTA (abajo).
- Figura 54. Frecuencia acumulada de nitrito ( $\text{NO}_2$ ) y nitrito por CPUTA ( $\text{NO}_2^*U$ , arriba) y frecuencia acumulada de la concentración de fosfato ( $\text{PO}_4$ ) y fosfatos por CPUTA ( $\text{PO}_4^*U$ , abajo).
- Figura 55. Frecuencia acumulada de porcentaje de carbono orgánico (CO) y CO por CPUTA ( $\text{CO}^*U$ , arriba) y frecuencia acumulada del porcentaje de materia orgánica (MO) y MO por CPUTA ( $\text{MO}^*U$ , abajo).



## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 OBJETIVO GENERAL**

Estimar, mediante evaluación directa, el nivel de biomasa y abundancia de langostino colorado existente entre la V y VIII Región, utilizando el método de área barrida.

### **5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- 5.2.1** Determinar la distribución del recurso langostino colorado en el área de estudio.
- 5.2.2** Determinar la biomasa total (en peso) y abundancia (en número), por sexo y talla del recurso langostino colorado en el área de estudio y en los principales focos de abundancia.
- 5.2.3** Determinar la condición reproductiva y la proporción sexual de langostino colorado en el área de estudio y en los principales focos de abundancia
- 5.2.4** Determinar la composición e importancia relativa de las especies que constituyen la fauna acompañante de la pesquería de langostino colorado, durante la cuantificación del recurso.

Como sobre oferta técnica se consideró el siguiente objetivo específico adicional:

### **5.3 OBJETIVO ADICIONAL**

"Relacionar las condiciones oceanográficas asociadas con la distribución y abundancia del langostino colorado por estrato de profundidad en la zona de estudio".





## 6. PERSONAL PARTICIPANTE

### INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO - IFOP

<b>NOMBRE</b>	<b>FUNCION</b>
Roberto Bahamonde	Jefe de Proyecto
María Angela Barbieri	Coordinadora General
Cristian Canales	Análisis de resultados
Bernardo Leiva	Jefe de Crucero (Pam "Maitén")
Patricio Gálvez	Análisis de información espacial.
Carlos Montenegro	Análisis de resultados
Teresa Peñailillo	Análisis de resultados
Humberto Pool	Análisis de resultados
Manuel Aguirre	Técnico muestreador
Gonzalo Muñoz	Técnico muestreador
Claudio Vicencio	Procesos intermedios

### UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

<b>NOMBRE</b>	<b>FUNCION</b>
Patricio Arana	Coordinador general
Aurora Guerrero	Coordinación, recepción y distribución de información
Nelson Silva.	Análisis de sustrato.
Reinaldo Rehof	Jefe de Crucero (PAM "Tiberiades")
Johnny Labbe	Encargado de muestreo en tierra
Soledad Tapia	Confeción de Data Report
Esmeralda Arredondo	Digitación



## INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA VIII REGIÓN - INPESCA

<b>NOMBRE</b>	<b>FUNCION</b>
Mauricio Gálvez	Coordinador general
Sergio Núñez.	Oceanografía
Luis Cubillos	Análisis de resultados
Hernán Rebolledo	Análisis de resultados
Aldo Hernández	Análisis de resultados



## 7. METODOLOGIA

### 7.1 Zona de estudio y período de evaluación

El área de estudio en la Propuesta Técnica abarcaba desde la latitud 33°30' L.S. (San Antonio – V Región) a la latitud 37°00' L.S. (Isla Santa María - VIII Región), considerando profundidades entre los 100 y 400 m. Sin embargo, a solicitud del Fondo de Investigación Pesquera y de la Subsecretaría de Pesca el límite norte del área se amplió a la latitud 32° 10' S.

El crucero de evaluación se llevó a cabo entre el 14 de agosto y el 24 de octubre de 1999, si bien este período representó un atraso de 2 meses en el inicio del crucero propiamente tal, lo anterior no tuvo incidencia en los estimados de la abundancia del recurso pues éste se encontró en los lugares históricamente conocidos y en donde los ejemplares capturados durante el período no presentaron estado de muda.

Durante la prospección se realizaron 31 transectas de muestreo equidistantes entre si cada 10 mn. En cada una de ellas se realizaron lances de arrastre en profundidades de 100 – 150 – 200 – 250 –300 y 400 m, si las características del fondo lo permitían. En la prospección se efectuaron un total de 138 lances sistemáticos (por sobre la transecta) y 161 lances complementarios (intertransectas), ambos consistieron en 30 minutos de arrastre efectivos medidos desde el momento que la red toca fondo. La distribución geográfica de los lances desarrollados se entrega en la figura 1 y producto de que la distribución de las transectas de muestreo se realizó en forma sistemática, sin considerar para la localización de éstas las características batimétricas del lugar seleccionado, es normal que en algunos de estos lugares no existan los fondos adecuados para la realización de los lances de muestreo ya sea por la existencia de fondos irregulares y/o duros, así como también por presencia de cañones submarinos.



En este contexto, en algunas transectas no fue posible realizar la totalidad de los lances en los lugares establecidos, siendo necesario trasladar algunos de éstos al lugar más cercano que presentara condiciones aptas para el arrastre.

### 7.1.1 Embarcación

Para el crucero de evaluación se empleó el PAM “Maitén”, de los registros de empresa pesquera El Golfo S.A. y el PAM “Tiberíades” de los registros de la Universidad Católica de Valparaíso. El área prospectada por cada una de las embarcaciones correspondió a:

<b>Embarcación</b>	<b>Zona</b>
PAM “Tiberíades”	32°10' L.S. – 33°30' L.S.
PAM “Maitén”	33°30' L.S. – 37°00' L.S.

El uso de dos plataformas diferentes en el estudio no presenta problemas por cuanto la estimación de la biomasa del langostino colorado se realiza por focos de abundancia cuya ubicación geográfica es conocida con bastante exactitud, actuando sobre éstos una sola embarcación. En este estudio, los focos detectados se ubicaron al sur de Bucalemu (34°40' L.S.) área que fue prospectada solamente por el PAM “Maitén”.

En el anexo 1 se entregan las características y equipamiento de estos.

### 7.1.2 Arte de pesca

#### • Pam “Maitén”

En el Pam “Maitén” se utilizó una red de arrastre de fondo langostinera de 4 paneles, siendo sus principales características las siguientes:



- Longitud total red : 31,75 m
- Longitud relinga superior : 30,1 m
- Longitud borlón : 36,4 m
- Tamaño malla red : 50 mm

- **Pam “Tiberíades”**

En el Pam “Tiberíades” se utilizó una red de arrastre de fondo langostinera de 2 paneles, siendo sus principales características las siguientes

- Longitud total red : 31,4 m
- Relinga inferior : 28,0 m
- Relinga superior : 25,6 m
- Tamaño malla red : 50,0 mm

## 7.2 OBJETIVO ESPECÍFICO 5.2.1 “Determinar la distribución del recurso langostino colorado en el área de estudio”

La distribución del langostino colorado corresponde a la fracción del stock presente en los fondos rastreables del área de estudio y fue estimada a partir de las estimaciones de densidad CPUA (entendida como la captura por kilómetro cuadrado barrido por la red). La expresión que determina esta variable corresponde a:

$$CPUA = \frac{Y}{APA * d}$$

Donde *APA* es la abertura punta-alas de la red bajo condiciones de trabajo, y *d* la distancia lineal recorrida en el lance.





La formulación para el cálculo de la separación de portalones se entrega a continuación:

$$Seport = ((B - A) * Lc + A) * K$$

- Seport : Separación de Portalones
- A : Separación cables a la altura de la pastecas de arrastre
- B : Separación de los cables a una distancia de un metro de las pastecas
- Lc : Longitud del cable de cala
- K : Constante de Crewe (K= 1,1)

De esta forma, la separación entre punta de alas se establece como:

$$APA = \frac{Seport * Lr}{Lr + Lm + Le + Lpg}$$

- APA : Separación portalones
- Lr : Longitud red
- Le : Longitud estándares
- Lm : Longitud malletas
- Lpg : Longitud patas de gallo

Se empleó un sistema geográfico de información (SIG) que automatiza el tratamiento de datos espaciales georreferenciados (a través de GPS); se trabajó como elemento básico el lance de pesca, que se expresó como un punto al que se asocia su localización en el espacio.

La información de los lances de pesca fue representada a través de carta de distribución geográfica de densidad del langostino colorado (toneladas por kilómetro lineal) en el área total. Por foco de abundancia se estimó el centro de gravedad (CG) de acuerdo a la metodología empleada por Barbieri *et al.*, 1995 y Yáñez *et al.*, 1995. El análisis estadístico de las cartas de distribución se realizó



considerando el grado de dispersión relativa del langostino colorado mediante el Coeficiente de Dispersión Relativa (CDR).

### **7.2.1 Cartografía de la morfología submarina de los bordes de la distribución del langostino colorado (Sobre oferta)**

Para el análisis de la morfología submarina de los focos de abundancia de langostino colorado, se plotearon en 3 dimensiones, los datos provenientes del sistema SeaPlot, el cual trabaja en interface con el ecosonda de profundidad, el GPS y el piloto automático de la embarcación. Estos ploteos fueron realizados mediante el Software Surfer 5.0 (Kleckner, 1996).

### **7.3. OBJETIVO ESPECÍFICO 5.2.2 "Determinar la biomasa total (en peso) y la abundancia (en número), por sexo y talla del recurso langostino colorado, en el área de estudio y en los principales focos de abundancia"**

#### **7.3.1 Procedimiento de estimación de la biomasa (B)**

La determinación de la biomasa del recurso fue abordada a través del modelo de evaluación área barrida, el cual fue tratado a través de dos enfoques: tradicional y geo-estadístico

##### **7.3.1.1 Enfoque tradicional**

Con el fin de proveer un estimado de biomasa a través del método área barrida, la biomasa por foco de agregación fue determinada por la expresión:

$$\bar{B}_z = \frac{A_z * \overline{CPUA}_z}{q_z}$$



su varianza como,

$$V(\bar{B}_z) = \frac{A_z}{q_z} * V(\overline{CPUA}_z)$$

En esta expresión, el sufijo “z” indexa el foco de agregación, A es el área de concentración del recurso, y q el coeficiente de vulnerabilidad supuesto en nuestro estudio, a falta de mayores antecedentes, igual a la unidad. Se debe destacar, que el estimador de biomasa clásico corresponde al producto de dos componentes (área y densidad) cuyos cómputos son independientes entre sí.

- **Determinación del componente espacial**

Se cuantifica el área de agregación de cada foco analizado, para este efecto se calcula el área de un polígono irregular, lo que involucra intrínsecamente el desarrollo de una integral por aproximación numérica. Para este efecto se empleó un programa desarrollado en lenguaje MATLAB (MAThematics LABoratory), el cual permite integrar una función continua por trazos discretos, donde el algoritmo tiene los siguientes pasos:

— Se precisa a través de puntos geográficos, los n-vértices que definen el contorno del foco de agregación identificado, corrigiendo las posiciones de longitudes por el coseno de la latitud media, entendida como el promedio entre la máxima y mínima latitud del foco j-ésimo:

$$Lon_i = Lon_i * \cos\left(\frac{\max(Lat_j) - \min(Lat_j)}{2}\right)$$

— Entre dos puntos sucesivos, se realiza el ajuste de un modelo de regresión lineal simple, con lo cual dicho segmento queda representado por una función continua.



- Se aplica la función de integración QUAD8.M al trazo determinado, con límites definidos por las longitudes corregidas de los 2 puntos evaluados. Si la pendiente de la regresión es menor que cero, el área evaluada (en grados de latitud) será negativa.
- se almacena el área calculada en un arreglo vectorial.
- se vuelve a 2 hasta completar todos los vértices definidos.
- el área total, es la suma del arreglo que almacenó las n-1 áreas antes calculadas.
- El área computada en grados de latitud cuadradas, se transforma a km<sup>2</sup> a través del factor f= 12.347 km<sup>2</sup>/grados<sup>2</sup>.

- **Determinación de la componente densidad**

El otro componente asociado a la determinación de la biomasa por foco de agregación, corresponde a la densidad espacial (CPUA) medida en toneladas por unidad de área barrida por la red (t/km<sup>2</sup>).

**a) Estimador mediana aleatoria**

Este procedimiento consiste en remuestrear aleatoriamente lances dentro del foco, y del conjunto de datos, se determina el valor central a través de la mediana, entendida ésta como el valor que da cuenta del 50% de la distribución acumulada en la forma:

$$\hat{CPUA} = \frac{\sum_{i=1}^l CPUA_i}{\sum_{j=1}^{nl} CPUA} = 0,5$$



donde  $CPUA_{i+1} > CPUA_i$ , y  $nl$  es el número de lances muestreados. Este procedimiento se replica un número determinado de veces (p. ej.  $N=1.000$  réplicas), con lo cual se consigue una distribución empírica del estimador, asimilable de acuerdo a la teoría central del límite, con una distribución normal, con media:

$$\overline{CPUA} = \frac{\sum_{i=1}^N \widehat{CPUA}_i}{N}$$

y varianza

$$V(\overline{CPUA}) = \frac{\sum_{i=1}^N (\widehat{CPUA}_i - \overline{CPUA})^2}{N(N-1)}$$

### b) Estimador delta

El fundamento de este estimador dice relación con las características distribucionales intrínsecas de la captura por unidad de esfuerzo; ésto es, que aún cuando se ha descrito que esta variable tiene una distribución delta (Sparre y Venema, 1995), será en definitiva el tamaño de muestra aquel factor determinante en el grado de ajuste que presenten los datos a dicha función.

Este estimador corresponde a:

$$\widehat{CPUA} = \left(\frac{m}{n}\right) \exp(\bar{y}) G_m(r)$$

donde  $m$  es la cantidad de lances con pesca,  $n$  es la cantidad total de lances,  $\bar{y}$  es la media de la variable transformada a logaritmo natural, y  $G_m(r)$  es una función de la varianza de la variable transformada a logaritmo de la forma:

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



donde;

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

siendo  $s^2$  la varianza de 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  $\hat{CPUA}$  viene dada por :

$$\hat{v}(\hat{CPUA}) = \left[ \frac{m}{n} \right] \exp(2\bar{y}) \left[ \left( \frac{m}{n} \right) G_m(r)^2 - \frac{(m-1)}{(n-1)} G_m\left(\frac{(m-2)2r}{(m-1)}\right) \right]$$

### c) Estimador de Razón

El estimador de razón corresponde a:

$$CPUA = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{\sum_{i=1}^n E_i}$$

donde,  $\hat{CPUA}$  corresponde a la razón, C a la captura, E al esfuerzo e "i" indexa al lance.

La varianza del estimador de razón corresponde a:

$$\hat{v}(\hat{CPUA}) = \frac{1-f}{nE^2} * \left( \sum_{i=1}^n C_i^2 - 2\hat{CPUA} \sum_{i=1}^n C_i E_i + \hat{CPUA}^2 \sum_{i=1}^n E_i^2 \right) * \frac{1}{n-1}$$

donde f corresponde a la corrección por población finita.



### 7.3.1.2 Enfoque Geo estadístico

La estimación de la densidad media del área de operación, se estima mediante la utilización del *kriging*, que pondera los valores de densidad en los puntos muestreados, permitiendo la elaboración de mapas de distribución y estimaciones globales de la abundancia del recurso (Deutsch and Journel, 1992).

- **Estimación de la densidad**

La densidad media  $Z_v^*$  sobre un área se estima como:

$$Z_v^* = \sum_{\alpha} w_{\alpha} * z(x_{\alpha})$$

siendo “z” el valor medido en el punto  $x_{\alpha}$ , , definido por su latitud y longitud y  $w_{\alpha}$  su ponderador ( $\sum w_{\alpha} = 1$ ).

- **Estimación de la biomasa**

La evaluación de la biomasa y la estimación de la varianza mediante métodos directos, se basa en el supuesto que la densidad o abundancia relativa, es proporcional a la abundancia presente en el área (Alverson y Pereyra, 1969).

La biomasa total ( $B_k$ ) en un área “k” se estima como:

$$\hat{B}_k = A_k * Z_{vk}^*$$

siendo A el área de distribución del recurso en el foco o sector, y  $Z_v^*$  su densidad media.

La biomasa en el área de estudio será estimada según:

$$\hat{B} = \sum_1 \hat{B}_k$$



La varianza es estimada mediante un algoritmo de *kriging*, que pondera los puntos de muestreo de acuerdo a su posición relativa y estructura, generando un estimador de varianza minimizado:

$$\sigma_E^2 = \frac{2}{V} \sum_{\alpha} \lambda_{\alpha} \int_{\nu} \gamma(|x_{\alpha} - y|) dy - \bar{\gamma}_{\nu\nu} - \sum_{\alpha} \sum_{\beta} \lambda_{\alpha} \lambda_{\beta} \gamma(|x_{\alpha} - x_{\beta}|)$$

En el método intrínscico (estacionaridad de segundo orden), el variograma ( $2\gamma(h)$ ) es estimado a través de los datos mediante el variograma experimental ( $2\gamma^*(h)$ ) (Armstrong *et al.*, 1992), que representa el promedio de las diferencias cuadráticas entre dos mediciones experimentales realizadas entre dos puntos separados por una distancia  $h$ .

Existe una variedad de modelos que permiten ajustar el variograma experimental, en función del rango “a” que representa la distancia hasta la cual las muestras presentan correlación y “C” el valor asintótico o *sill* del variograma. Los modelos efecto nugget, esférico y exponencial, los comúnmente utilizados y cuyas funciones en términos de variograma están dados por:

**a) Efecto nugget**

$$\gamma(h) = \begin{cases} 0 & h = 0 \\ C & |h| > a \end{cases}$$

Este modelo corresponde a un fenómeno puramente aleatorio, sin correlación entre los datos, no importando lo cerca que estén.

**b) Modelo esférico**

$$\gamma(h) = \begin{cases} C \left[ \frac{3|h|}{2a} - \frac{1}{2} \left( \frac{(|h|)^3}{a^3} \right) \right] & |h| < a \\ C & |h| > a \end{cases}$$





Este modelo probablemente el más utilizado, presenta un crecimiento lineal hasta una cierta distancia y después se estabiliza. La tangente al origen, intercepta el *sill* en un punto con abcisa  $2a/3$ .

### c) Modelo exponencial

$$\gamma(h) = C \left[ 1 - \exp\left(-\frac{|h|}{\alpha}\right) \right]$$

Para propósitos prácticos el rango o distancia de autocorrelación, puede considerarse como 3 veces el rango teórico. La tangente en el origen intercepta el *sill* en un punto con abcisa  $a$

Petitgas y Lafont (1997) proponen para el caso de muestreos agregados, estimar el variograma como:

$$\gamma_{wsd}^*(h_{\theta}) = \frac{1}{2W(h_{\theta})} \sum_{\alpha} \sum_{\beta} w_{\alpha} w_{\beta} (z(x_{\alpha}) - z(x_{\beta}))^2$$

$$W(h_{\theta}) = \sum_{\alpha} \sum_{\beta} w_{\alpha} w_{\beta}$$

Siendo  $w_a$  el ponderador de la muestra tomada en el punto  $w_a$ .

Con el objeto de determinar la existencia de estructuras direccionales en la distribución del recurso, los variogramas serán estimados a diferentes direcciones y distancia entre puntos de muestreo. La estimación de los variogramas, se efectuarán mediante la utilización de los paquetes estadísticos EVA2 (Petitgas y Lafont, 1997) y GSLIB (Deutsch and Journel, 1992).



## **7.3.2 Análisis de las estructuras de tallas**

### **7.3.2.1 Levantamiento de las estructuras de tallas**

- **Diseño del muestreo**

El diseño de muestreo que se propone para el monitoreo de la estructura de tallas de las capturas y la proporción sexual, es un muestreo aleatorio de los individuos capturados por lance de pesca y foco de abundancia.

En términos operativos, para caracterizar la captura de langostino colorado y determinar el número de ejemplares por talla y sexo en cada lance, se obtuvo una muestra al azar de aproximadamente 4 kg de esta especie. Esta muestra se alcanzó de las cajas seleccionadas para determinar el nivel de captura por lance, esto permitió obtener una muestra que varió entre 250 a 350 ejemplares por lance, dependiendo del tamaño de los ejemplares capturados.

Los ejemplares fueron medidos con una división mínima de 1 mm en su largo cefalotorácico, registrándose el sexo y presencia o ausencia de huevos. Para obtener el peso individual de los ejemplares, se utilizó una balanza electrónica con una precisión de 0,1 g.

- **Estimadores de estructuras de tallas**

Los registros de longitud provenientes de los muestreos de las capturas de langostino colorado por sexo y estado reproductivo (en el caso de las hembras) fueron ingresados en archivo computacional y procesados por área de estudio e intervalo de profundidad.



Los datos de longitud procesados permitieron las estimaciones de la composición de la longitud por sexo y estado reproductivo para cada área de abundancia e intervalo de profundidad dentro de éstas.

Las distribuciones de las frecuencias de tallas, fueron estimadas mediante una combinación lineal de las distribuciones de tallas obtenidas en cada lance, empleando como factor de ponderación, los valores de captura (kg) de cada especie obtenida en cada lance.

Las distribuciones de longitud ponderadas serán estimadas de acuerdo a:

Estimador para la distribución ponderada de longitud  $P_{pk}$

$$\hat{P}_{pk} = \sum_{j=1}^j \frac{d_j}{D} \hat{p}_{jk}$$

— Estimador de la varianza de  $P_{pk}$

$$\hat{V}(\hat{P}_{pk}) = \sum_{j=1}^j \left[ \frac{d_j}{D} \right]^2 \hat{V}(\hat{p}_{jk})$$

— Estimador del Coeficiente de Variación de  $P_{pk}$

$$\hat{CV}(\hat{P}_{pk}) = \frac{\sqrt{\hat{V}(\hat{P}_{pk})}}{\hat{P}_{pk}}$$

$$D = \sum_{j=1}^j d_j$$



donde:

$$\hat{p}_{jk} = \frac{n_{jk}}{n_j}$$

$$\hat{V}(\hat{p}_{jk}) = \frac{1}{n_j - 1} \hat{p}_{jk} [1 - \hat{p}_{jk}]$$

- j = Lance j = 1,2,...j
- k = Clase de talla k = 1,2,...k
- d<sub>j</sub> = Captura (kg) del lance j
- n<sub>j</sub> = Muestra de longitud (ejemplares) en el lance j
- n<sub>jk</sub> = Ejemplares de longitud k en la muestra del lance j

- **Análisis de las variaciones de la talla media en función de la zona y el sexo**

Como una forma de conocer si existen variaciones en las tallas medias estimadas en función del área de extracción del recurso y la zona, se ajustó un Modelo de Análisis de Varianza de dos factores (Neter *et al.*, 1990). Se les llama modelos de ANOVA puesto que corresponden a análisis de regresión de una variable dependiente cuantitativa, versus variables independientes cualitativas. De este modo se ajustó un modelo que diera cuenta de los factores principales y las interacciones entre éstos. El modelo propuesto consistió en:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

donde i indexa los niveles del factor zona (3 focos) y j los niveles del factor sexo.

Para expresar este modelo en términos de regresión se utilizan variables indicadoras que toman los valores 1, -1 o 0, requiriéndose n-1 variables indicadoras, siendo n el número de niveles de un factor. Por su parte, los términos



de interacción se construyen a través del producto cruzado entre los factores principales.

Finalmente, para conocer si los factores son significativos se evalúan las sumas de cuadrados del error del modelo completo (Full) y de los modelos reducidos (Reduced) de la forma:

$$\frac{SSE(R) - SSE(F)}{df_R - df_F} \div \frac{SSE(F)}{df_F}$$

expresión que corresponde a una estadística F con p-1 y n-p grados de libertad. Así, para un valor dado de  $\alpha$  se realiza la prueba de significancia de la regresión, la cual permite establecer si los factores incluidos en el modelo son significativos.

### 7.3.2.2 Estimación de los parámetros de la relación longitud cefalotorácica-peso total

La ecuación potencial a la que ajusta la relación longitud peso corresponde a:

$$P_i = \alpha L_i^\beta u_i$$

donde P corresponde al peso corporal,  $\alpha$  es el coeficiente de proporcionalidad, L corresponde a la longitud o talla corporal,  $\beta$  corresponde al exponente de la función potencial del modelo y u es un error aleatorio.

La función de regresión poblacional, es estimada mediante la ecuación:

$$\ln(P_i) = \ln(\hat{\alpha}) + \hat{\beta} \ln(L_i) + e_i$$

que podremos llamar la función de regresión muestral linealizada mediante transformación logarítmica.



El estimador a utilizar para los parámetros de la función es el mínimo cuadrático que se obtiene al minimizar vía derivadas parciales la expresión:

$$\sum_{i=1}^n (\ln(P_i) - \ln(\hat{\alpha}) + \hat{\beta} \ln(L_i))^2$$

Las varianzas asociadas a los estimadores se estiman mediante:

$$\hat{v}(\hat{\alpha}) = \frac{\sum_{i=1}^n L_i^2}{n \sum_{i=1}^n (L_i - \bar{L})^2} \sigma^2$$

donde  $\sigma^2$  corresponde a la varianza de los errores aleatorios, que se supone homocedástica.

Por su parte el estimador de la varianza asociada al término de pendiente del modelo linealizado corresponde a:

$$\hat{v}(\hat{\beta}) = \frac{\sigma^2}{\sum_{i=1}^n (L_i - \bar{L})^2}$$

Con el objeto de estudiar posibles diferencias entre relaciones longitud-peso obtenidas entre zonas diferentes, las respectivas relaciones longitud-peso son comparadas entre sí mediante el traslape de los intervalos de confianza de los parámetros de regresión, y cuando corresponda, a través de una docimacia de hipótesis *ad hoc*.

### Identificación de grupos modales-etarios

El crecimiento en crustáceos es una problemática a nivel mundial, ya que para comprenderlo es necesario entender el proceso de muda en el cual los individuos



cambian su exo-esqueleto, fenómeno dinámico y complejo, afectándolos en factores exógenos al organismo (Drach, 1939) y hasta la fecha aún no está resuelta.

En el presente estudio se utilizó el procedimiento analítico MIX (Macdonald y Pitcher, 1979), sólo con el propósito de identificar grupos modales y no estimar parámetros de crecimiento. En ningún caso se pretende asociar en forma categórica los grupos modales a una clase anual. La descomposición de los grupos modales que componen las estructuras de tallas de las capturas se realizó por área y sexo e implementado en planilla de cálculo EXCEL, destacándose que la frecuencia de tallas relativa al i-ésimo grupo etario viene dada por la expresión:

$$f(L)_i^{pred} = \frac{p_i * n}{s_i * \sqrt{2 * \pi}} * \exp\left(-\frac{(L - \bar{L}_i)^2}{2 * s_i^2}\right)$$

donde “p” es la proporción de individuos pertenecientes al i-ésimo grupo modal, “n” es el número total de individuos que componen la frecuencia de tallas, en tanto que  $\bar{L}_i$  y  $s_i$  es la talla modal y la varianza asociada a la i-ésima modalidad, respectivamente. De esta forma, se determinan tantas proporciones (p), varianzas (s) y tallas promedios ( $\bar{L}_i$ ) como grupos modales se identifiquen, de manera tal que se minimice la función :

$$SCR = \sum_L \{f(L)^{obs} - \sum_i f(L)_i^{pred}\}^2$$

Finalmente y una vez estimadas las tallas modales, la identificación de los grupos que componen la frecuencia de tallas de las capturas son obtenidas a través de la función de crecimiento de la forma:

$$t(\bar{L}_i) = -\frac{1}{k} * \ln\left(1 - \frac{\bar{L}_i}{L_{oo}}\right) + t_0$$

cuyos parámetros corresponden a los citados en la literatura.



### 7.3.2.4 Comparación estadística de los parámetros de la relación longitud-peso”

Para poder comparar los resultados obtenidos de los ajustes de la relación talla peso corporal, se utilizó un modelo de regresión múltiple con variables indicadoras (Neter *et al.*, 1990). Estas variables indican la presencia o ausencia de un factor en una observación dada y se les conoce también como variables dummy. De este modo para una comparación de dos regresiones se ajusta un modelo como el siguiente:

$$Y_i = \alpha_0 + \alpha_1 D_i + \beta_1 X_i + \beta_2 (D_i X_i) + u_i$$

En este modelo  $\alpha_1$  es el *intercepto diferencial* y  $\beta_2$  es el *coeficiente de pendiente diferencial*, los cuales indican en cuanto difieren los parámetros estimados de cada regresión.

Así, con este modelo se pueden verificar una variedad de hipótesis. Si el coeficiente estimado del intercepto diferencial no es estadísticamente significativo, podemos aceptar la hipótesis de que las dos regresiones tienen un intercepto común. De la misma forma, si el coeficiente de la pendiente diferencial no es estadísticamente significativo, podemos aceptar la hipótesis de que las dos regresiones tienen una pendiente en común. La significancia de los parámetros estimados se verificó mediante una prueba t-student.

### 7.3.2.5 Estimación de la abundancia y biomasa por zona y sexo

En primer lugar, la abundancia por foco de abundancia es establecida como:

$$\bar{N}_z = \frac{\bar{B}_z}{\bar{W}_z}$$





donde  $\bar{B}_z$  es la biomasa estimada en el z-ésimo foco de abundancia y  $\bar{W}$  es el peso medio del foco estimado como.

$$\bar{W}_z = \frac{\sum C(L)_z W(L)_z}{\sum W(L)_z}$$

De esta forma, la abundancia por zona y sexo queda denotada como:

$$\bar{N}_{s,z} = \bar{N}_z * p_{sz}$$

donde  $p_{sz}$  es la proporción sexual en número por zona (Z):

$$p_{sz} = \frac{\sum C(L)_{sz}}{\sum C(L)_z}$$

de igual forma, la distribución de la biomasa por zona queda denotada como:

$$\bar{B}_z = \bar{B}_z * p'_z$$

donde  $p'_z$  es la proporción en peso del Z-ésima zona definida

$$p'_z = \frac{\sum C(L)_z W(L)_z}{\sum C(L)_z W(L)_z}$$

en tanto la distribución sexual de la biomasa por zona se expresa como:

$$\bar{B}_{s,z} = \bar{B}_z * p'_{sz}$$

donde  $p'_{sz}$  es la proporción sexual en peso por zona y es definida como:

$$p'_{sz} = \frac{\sum C(L)_{sz} W(L)_{sz}}{\sum C(L)_z W(L)_z}$$



### 7.3.2.6 Estimación de la abundancia y biomasa neta total

Considerando la alta heterogeneidad espacial que presentó la distribución espacial del recurso en el área indicada, el análisis de la estructura de la biomasa y abundancia vulnerable y total se realizó por regiones. En este contexto, la desagregación del efectivo por sexos y región se llevó a cabo mediante la expresión:

$$B_k^{sexo} = B^{total} * \frac{Y_k^{sexo}}{Y_k^{total}}$$

donde Y es la captura en peso lograda a través de la operación de la nave en la k-ésima región. De igual forma, la estratificación de esta biomasa en los distintos rangos de tallas (L) se realizó a través de:

$$B_{k,L}^{sexo} = B_k^{sexo} * \frac{n_{k,L}^{sexo} * w_L^{sexo}}{Y_k^{total}}$$

donde n es la frecuencia numérica (de las capturas) en el L-ésimo estrato de tallas, y w el peso a la talla ajustado a través de la relación peso-talla. En este mismo sentido, la estructura de tallas de la abundancia (abundancia media vulnerable) se estableció como:

$$NMV_{k,L}^{sexo} = \frac{B_{k,L}^{sexo}}{w_L^{sexo}}$$

y la abundancia media vulnerable total por región y sexo, sumando a través de las tallas.

Por otra parte, y siguiendo el estricto y clásico supuesto que el segmento izquierdo de la estructura de tallas sea consecuencia del reclutamiento al arte de los



ejemplares a las distintas tallas, la estimación de la abundancia total se logró corrigiendo la estructura de tallas de la abundancia explotable como:

$$N_{k,L}^{sexo} = \frac{NMV_{k,L}^{sexo}}{S_{L,k}^{sexo}}$$

donde S, correspondió a un modelo teórico del patrón de reclutamiento al arte sin escape estimado por sexos de la forma logística clásica:

$$PR_{L,k}^{sexo} = \frac{1}{1 + \exp(\alpha_1 - \beta_1 * L)}$$

y cuyos parámetros fueron resueltos ajustando el modelo al segmento izquierdo de la estructura de tallas estimada como:

$$f_{L,k} = \frac{n_{L,k}}{\max(n_{L,k})}$$

Es decir, empleando sólo los valores de  $f_{L,k}$  del segmento ascendente, se determinaron los parámetros ( $\alpha$  y  $\beta$ ) que describen la función de reclutamiento para cada región y sexo, a través de la sumatoria de los mínimos cuadrados ordinarios en la forma:

$$\min \sum_L (PR_{L,k} - f_{L,k})^2$$

### ***Mortalidad por pesca y patrón de explotación***

Conocido el efectivo vulnerable y total, este se llevó a inicios de años bajo el supuesto de que el crecimiento por muda ocurrió de manera instantánea entre



fin de diciembre e inicios de enero. En tal sentido, la abundancia total en enero se derivó por la ecuación recursiva de Pope (1972)

$$N_{L,k,m}^{sexo} = N_{L,k,m-1}^{sexo} \exp(M') + C_{L,k,m-1}^{sexo} \exp(M'/2)$$

donde m indexa al mes, M' es la mortalidad natural mensual (M/12), y C la captura total recopilada del sistema de monitoreo que IFOP realiza todos los años.

De esta forma, y con el fin de evaluar la mortalidad por pesca y otros indicadores biológico-pesquero del recurso, se propuso un patrón de explotación de forma logística de la forma:

$$PE_L^{sexo} = \frac{1}{1 + \exp(\alpha_2 - \beta_2 * L)}$$

y una mortalidad por pesca a la talla de la forma:  $F_L^{sexo} = F_{cr}^{sexo} * PE_L^{sexo}$ , donde  $F_{cr}$  es la mortalidad de los grupos de tallas completamente reclutadas a la pesquería. Así, se pudo predecir una estructura de tallas de la captura como:

$$\hat{C}_L^{sexo} = N_L^{sexo} \frac{F_L^{sexo} (1 - \exp(-M - F_L^{sexo}))}{M + F_L^{sexo}}$$

para lo cual se debieron resolver los parámetros  $\alpha_2$ ,  $\beta_2$  y  $F_{cr}$  que minimizaran el negativo de la función log-verosímil condensada:

$$\log(L(C/\theta)) = -\frac{1}{n} \log\left(\frac{\sum (C_L - \hat{C}_L)^2}{n}\right)$$

donde n es el número de intervalos de tallas analizados.



### **7.3.2.7 Estimación de captura en peso de langostino colorado**

Para estimar las capturas de langostino y de su fauna acompañante, la totalidad de los ejemplares capturados de cada especie fueron vaciados en cajas de 42 litros de capacidad. La captura total por especie, se determinó multiplicando el número total de cajas por su peso promedio.

De la totalidad de las cajas, se seleccionaron al azar un mínimo de ocho, para determinar su peso promedio. En el caso de obtener capturas mayores a 3.000 kg, se aumenta el muestreo a 16 cajas. Las cajas fueron pesadas en una balanza de 50 kilos de capacidad y una precisión de 0,1 kg.

Una muestra especial de langostino colorado fue seleccionada por lance para obtener los datos necesarios para establecer la relación longitud-peso por sexo. Las muestras fueron preservadas a bordo, para ser pesadas en tierra.

### **7.3.2.8 Análisis del estado de situación**

Con el fin de determinar el estado de situación actual del langostino colorado, se hizo uso de los antecedentes derivados del monitoreo que IFOP ha realizado en los últimos años de la pesquería, incorporando estudios de evaluación indirecta y directa financiados por el FIP, y el uso de los siguientes indicadores que se describen.

- **Determinación de niveles biológicos de captura**

Con el fin de conocer una medida recomendable de explotación del recurso, se determinan los puntos biológicos de referencia a través del modelo de rendimiento por recluta de Thompson & Bell (1934) estructurado a la talla. De esta forma, se obtiene para cada nivel de mortalidad por pesca (F), un determinado valor de rendimiento equilibrado de largo plazo a través de la expresión:



$$Y/R(F) = \sum_L^{\lambda} \frac{F * S_L * (1 - e^{-Z(L_i)*\Delta t_i})}{Z_L} * e^{\left(-\sum_{i=1}^{\lambda} Z(L_i)*\Delta t_i\right)} * w_L$$

siendo Z la mortalidad total a la talla  $Z_L = M + S_L * F$ .

Dentro del espectro de mortalidades por pesca de referencia biológica que se desprende de una curva de rendimiento equilibrado, se analizan las más relevantes a saber:

- $F_{0,1}$  : mortalidad por pesca que equivale al valor de la curva de rendimiento equilibrado que adopta un valor del 10% de la pendiente en el origen. Esta medida permite reducir en el largo plazo el riesgo de sobreexplotación por crecimiento.
- $F_{m\acute{a}x}$  : mortalidad por pesca que equivale al punto sobre el cual, el valor de la pendiente de la curva de rendimiento equilibrado se hace nula. Cualquier valor sobre esta mortalidad sugiere una condición de sobrepesca por crecimiento.
- $F_{2/3}$  : criterio de explotación que fija el nivel de biomasa equilibrada en 2/3 de la biomasa original, esta última, estimada en niveles donde F es significativamente igual a cero. En tal sentido, la curva de biomasa media equilibrada se determina por:

$$\bar{B}/R(F) = \frac{1}{F} * Y/R(F)$$

De esta forma, se establecen distintos niveles de Capturas Totales Permisibles (CTP), evaluada en los distintos valores de mortalidad por pesca de referencia. Su expresión general corresponde a:



$$CTP(F_{ref}) = \sum_{i=1}^{\lambda} \frac{F_{ref} * S_L * (1 - e^{-Z(L_i) * \Delta t_i})}{Z(L_i)} * N(L_i) * \bar{W}(L_i)$$

donde  $F_{ref}$  corresponde al nivel de mortalidad por pesca recomendable,  $W$  es el peso ajustado a la talla y  $\Delta t_i$  corresponde al tiempo requerido por un individuo en crecer desde el intervalo de tallas  $i$  al intervalo  $i+1$  de la forma:

$$\Delta t_i = \frac{1}{K} * \ln\left(\frac{L_{oo} - L_i}{L_{oo} - L_{i+1}}\right)$$

en la cual,  $L_{oo}$  y  $K$  corresponden a los parámetros de crecimiento conocidos. Cabe señalar, que este nivel de captura es establecido por foco y sexo, de manera tal que la CTP total corresponde a la suma de las CTP individualmente calculadas.

Finalmente y con el fin de proveer una estimación de la incertidumbre asociada al cálculo anterior, se incorpora por foco y sexo, el error asociado a la relación talla-peso, el error de los parámetros del modelo de selectividad, y el error asociado a la abundancia obtenida de los cruceros de evaluación. El modelo en cuestión se formula a través de la siguiente expresión:

$$\varepsilon(CTP_k) = f(\varepsilon(\alpha), \varepsilon(\beta), \varepsilon(a), \varepsilon(b), \varepsilon(F_{ref}), \varepsilon(NMV))$$

donde el error de los parámetros del patrón de selectividad y del modelo somatométrico, se obtienen a través de 1.000 ajustes obtenidos de un remuestreo tipo bootstrap de la estructura de tallas y los muestreos biológicos de talla-peso, respectivamente, errores que a su vez permiten conocer la variabilidad de cada uno de los puntos biológicos a través del modelo de rendimiento por recluta. De igual forma, el error asociado a la abundancia media vulnerable es tomado al azar desde una distribución de probabilidad que sea definida para el efecto, o para la que se genere a través de pruebas aleatorias de remuestreo. Así, los intervalos de



confianza de la CTP serán proporcionados a un 95% de confianza, seleccionando para el efecto, los valores que acumulan el 2,5% y el 97,5% de la distribución acumulada.

- **Nivel de incompleto reclutamiento a la pesquería**

Se entiende por completo reclutamiento a la pesquería, la fracción de la población cuyas tallas alcancen el 100% de retención, razón por la cual, una medida adecuada para conocer la fracción del stock que aún no ha completado su reclutamiento al arte de pesca, se puede deducir de:

$$\rho_k = \sum_L N_L * (1 - S_L)$$

lo que en términos relativos a la abundancia (o biomasa) total por foco se establece como:

$$\frac{\sum_L N_L * (1 - S_L)}{\sum_L N_L}$$

- **Grado de remoción de huevos y de ejemplares inmaduros**

Además de lo anterior, se determina el efecto de la pesca en cada uno de los focos de pesca, en términos del grado de remoción del potencial ovogénico de la población, vale decir, la fracción de huevos que mueren por la actividad extractiva. Esta medida se evaluó a través de:

$$\Psi = \frac{\sum_L C_L * MS_L * FEC_L}{\sum_L N_L * MS_L * FEC_L}$$





donde MS es la madurez sexual a la talla y FEC la fecundidad (número de huevos) talla-específica recogidas de la literatura.

De igual forma, se analiza el impacto de la pesca sobre la fracción inmadura de la población, haciendo uso de:

$$\xi = \frac{\sum_L C_L * (1 - MS_L)}{\sum_L N_L}$$

en tanto que la abundancia o biomasa parental, puede ser deducida aplicando las expresiones:

$$NP = \sum_L N_L * MS_L$$
$$BP = \sum_L NP_L * w_L$$

- **Tasa de explotación**

Por tasa de explotación se entiende la fracción del stock total removido por la pesca, expresión que puede ser descrita en términos numéricos en la forma:

$$\mu_k = \frac{\sum_L C_L}{\sum_L N_L}$$

o bien en biomasa :

$$\mu_k = \frac{\sum_L C_L * w_L}{\sum_L N_L * w_L}$$



medidas que en definitiva permiten entender de una forma más clara la magnitud que tiene la pesca sobre el stock total.

De esta forma, integrando todos estos indicadores y los resultados obtenidos en evaluaciones anteriores, así como los relativos a la operación de la flota en a lo menos los últimos 5 años, se puede estructurar un estado de situación del recurso y sus proyecciones en el corto plazo.

#### **7.4. OBJETIVO ESPECÍFICO 5.2.3. " Determinar la condición reproductiva y la proporción sexual de langostino colorado en el área de estudio y en los principales focos de abundancia "**

Con el fin de determinar la condición reproductiva y proporción sexual de langostino colorado por foco de abundancia, es necesario dar cuenta de los siguientes estimadores.

##### **7.4.1 Proporción sexual**

Los registros de proporción sexual de langostino colorado, provenientes de los muestreos de las capturas son ingresados en archivo computacional y procesado por focos e intervalos de profundidad dentro de estas.

Las proporciones sexuales ponderadas fueron estimadas empleando la metodología descrita anteriormente, en la estimación de distribuciones de tallas ponderadas.

$$\hat{P}_{pk} = \sum_{j=1}^j \frac{d_j}{D} \hat{p}_{jk}$$



- Estimador de la varianza de  $P_{pk}$

$$\hat{V}(\hat{P}_{pk}) = \sum_{j=1}^j \left[ \frac{d_j}{D} \right]^2 \hat{V}(\hat{p}_{jk})$$

- Estimador del Coeficiente de Variación de  $P_{pk}$

$$\hat{CV}(\hat{P}_{pk}) = \frac{\sqrt{\hat{V}(\hat{P}_{pk})}}{\hat{P}_{pk}}$$

$$D = \sum_{j=1}^j d_j$$

$$\hat{p}_{jk} = \frac{n_{jk}}{n_j}$$

$$\hat{V}(\hat{p}_{jk}) = \frac{1}{n_j - 1} \hat{p}_{jk} [1 - \hat{p}_{jk}]$$

donde:

- $P_{pk}$  = distribución ponderada del sexo k.  
 $j$  = Lance  $j = 1, 2, \dots, j$   
 $k$  = Clase de sexo  $k = 1, 2$  y  $3$  (macho, hembra e hembra ovífera, respectivamente)  
 $d_{jk}$  = Captura del sexo  $k$  en el lance  $j$   
 $n_j$  = Muestra de ejemplares en el lance  $j$   
 $n_{jk}$  = Ejemplares del sexo  $k$  en la muestra del lance  $j$



#### 7.4.2 Proporción de hembras ovíferas

Con el fin de analizar la variabilidad espacial en la portación de huevos por parte del stock progenitor, la proporción de hembras ovíferas (“ov”) es determinada por foco de abundancia y rango batimétrico a través del estimador:

$$p_z^{ov} = \frac{nh_z^{ov}}{nh_z^{tot}}$$

y su varianza establecida por:

$$V(p_z^{ov}) = \frac{1}{nh_z^{tot} - 1} * (p_z^{ov} - (p_z^{ov})^2)$$

donde  $nh_z^{ov}$  y  $nh_z^{tot}$  corresponde al número de hembras portadoras y totales en la z-ésimo foco, respectivamente.

#### 7.4.3 Estado de desarrollo de los huevos

Con el fin de conocer el estado de desarrollo de los huevos en los meses en que se ha ejecutado el proyecto, se recopila del muestreo de los desembarques una submuestra aleatoria de 100 individuos hembras por foco de abundancia.

El análisis de las muestras es realizada en laboratorios implementados para el efecto y en base a la escala macroscópica desarrollada por Arana *et al.*, (1995) de la cual se destaca principalmente:

**Estado II** : Huevos color naranja brillante, levemente transparente con vitelo granuloso concentrado en la zona central



**Estado III :** Huevos color naranja oscuro opaco. Concentración desigual del vitelo, dando inicio al desarrollo corporal de la larva. Aparecen esbozos de manchas oculares alargadas negras

**Estado IV :** Huevos color café. Glóbulos oculares desarrollados de color negro. Desarrollo corporal del embrión avanzado, de color naranja.

#### 7.4.4 Dureza del exoesqueleto

El período de muda en este tipo de crustáceos tiene un importante efecto en el proceso reproductivo, esto debido a que en esta etapa, el exoesqueleto de las hembras se encuentra más blando facilitando con ello el proceso de cópula. En este contexto, se ha determinado que el tradicional período de muda ocurre entre diciembre y febrero de cada año, período que se podría ver alterado ante drásticos cambios en el hidroclima.

En este sentido y con el fin de conocer eventuales períodos de muda del langostino colorado en meses no habituales, de forma paralela a la medición del peso, a cada ejemplar se le determinó la consistencia del exoesqueleto a través de los códigos 1:duro, 2: blando y 3: no definido, definiéndose el siguiente estimador de proporción por estado (E), foco (z), talla (k) y sexo (s):

$$p_{z,k,s}^E = \frac{n_{z,k,s}^E}{n_{z,s}}$$

y su varianza establecida por:

$$V(p_{z,k,s}^E) = \frac{1}{n_{z,s} - 1} * (p_{z,k,s}^E - (p_{z,k,s}^E)^2)$$

donde  $n_{z,s}$  corresponde al número total de ejemplares muestreados en el z-ésimo foco, respectivamente.



## **7.5 OBJETIVO ESPECÍFICO 5.2.4. "Determinar la composición e importancia relativa de las especies que constituyen la fauna acompañante de la pesquería de langostino colorado, durante la cuantificación del recurso"**

### **7.5.1 Obtención de la información**

En cada uno de los lances de pesca de evaluación se llevó registro, además de los datos de la bitácora del puente y de captura de la especie objetivo, de las especies que constituyen la fauna acompañante del langostino colorado. En tal sentido se ocupó el siguiente esquema para la obtención de la información:

Una vez virada la red, desplegada la captura total sobre la cubierta de la embarcación y mientras se efectuaba la "limpieza" de la captura, se procedió a identificar a las especies presentes por lance, las que se registraron en formularios diseñados para tal efecto y que fueron asociadas a un nivel de captura, es decir, nivel de presencia; nivel de media abundancia y nivel de abundancia.

Para el caso de las dos últimas categorías, el registro de captura se realizó del mismo modo que para el caso de la especie objetivo. Esto es, se encajonó la captura de las principales especies de fauna acompañante, pesando un número de cajas que iba en relación al tamaño de la captura y contando el total de cajas para estimar la captura total. Posteriormente, se separó una caja de la muestra y se realizó un registro de frecuencia de tallas.

### **7.5.2 Importancia relativa por especie**

Para determinar la importancia relativa de cada especie se consideraron tres índices, a saber: porcentaje en peso relativo a la captura total (%R), frecuencia de aparición (FA) y captura por unidad de esfuerzo (CPUA, medido en t/mn).



El porcentaje en peso relativo a la captura total (%R) fue obtenido para cada lance, y se determinó conociendo la captura del lance de la especie analizada como se describió en el punto anterior. La frecuencia de aparición correspondió al porcentaje de lances donde apareció la especie de interés. Para determinar la CPUA se calculó la distancia navegada mediante el teorema de Pitágoras corregido por deformación latitudinal y por profundidad, en donde la fórmula queda expresada como:

$$d = \sqrt{(P_2 - P_1)^2 + M(x_2 - x_1)^2 + M(y_2 - y_1)^2 * \cos^2\left(\frac{y_1 + y_2}{2}\right)}$$

donde  $d$  es la distancia navegada en mn,  $P_1$  y  $P_2$  son la profundidad inicial y final del lance en mn,  $x_1$  y  $x_2$  son la longitud inicial y final en grados,  $y_1$  e  $y_2$  son la latitud inicial y final en grados, y  $M$  convierte de grados a mn.

Cada uno de los índices contemplados fue analizado en forma global, además se realizaron los cálculos considerando los focos de abundancia detectados y por profundidad. Finalmente, para las especies que presentaron el atributo "abundancia" se caracterizó su importancia confeccionando distribuciones de frecuencia de tallas por foco.

### 7.5.3 Análisis comunitario

Para revelar las posibles asociaciones en el área y época de estudio, se realizaron análisis comunitarios considerando las matrices de datos iniciales del %R, FA y CPUA de cada una de las principales especies. Luego, el área fue dividida zonalmente (focos de abundancia) y batimétricamente, creándose celdas foco/profundidad, según los criterios utilizados por Arancibia (1988, 1989 y 1992) y Arancibia *et al.*, (1994), para estudios del mismo tipo.



Para evitar inconsistencias en los resultados, se consideraron sólo las especies que contribuyeron con más del 1% a las capturas totales. Finalmente, se realizaron dendrogramas de similitud en la búsqueda de patrones de co-ocurrencia para las celdas latitud/profundidad.

La medida de similitud utilizada fue el índice de Bray-Curtis (Blomm, 1981), cuya expresión es:

$$SIM = \frac{\sum \min(x_{ij}, x_{kj})}{\sum (x_{ij} + x_{kj})}$$

donde  $x_{ij}$  es la ocurrencia de la  $j$ -ésima especie en el  $i$ -ésimo foco y  $x_{kj}$  es la ocurrencia de la misma especie en el  $k$ -ésimo foco.





## **7.6 OBJETIVO ESPECÍFICO EXTRAORDINARIO "Relacionar las condiciones oceanográficas asociadas con la distribución y abundancia del langostino colorado por estrato de profundidad en la zona de estudio" (Sobreoferta).**

### **7.6.1 Análisis oceanográfico**

#### **7.6.1.1 Aspectos generales del crucero**

El crucero realizado entre los días 14/08/99 y 23/10/99, a bordo del PAM "Maitén", perteneciente a la Empresa Pesquera el Golfo SA, combinó la prospección y captura de langostino colorado con mediciones hidrográficas realizadas en la zona comprendida entre los 33°28' y 71°48'W y los 36°57'S y 73°34'W, cobertura longitudinal que, en general, estuvo restringida por la isóbata de los 400 m de profundidad (Figura 1).

Durante el desarrollo del crucero se realizaron un total de 200 estaciones de muestreo de ejemplares de langostino colorado, de las cuales un 46% (92 estaciones) tuvo información hidrográfica. La distribución espacial de las estaciones de muestreo hidrográfico se presenta en la Figura 2.

#### **7.6.1.2 Colecta y procesamiento de la información**

Las variables oceanográficas medidas durante el crucero fueron: temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (expresada como sigma-t), concentración de oxígeno disuelto (ml/l), nitratos ( $\mu\text{M/l}$ ), nitritos ( $\mu\text{M/l}$ ) y fosfatos ( $\mu\text{M/l}$ ).

En cada estación oceanográfica se efectuó perfiles verticales continuos de temperatura y salinidad, realizados por medio de una sonda oceanográfica CTD SiS Sensoren Systeme, la cual presentó problemas en su funcionamiento a comienzos del crucero, siendo reemplazada por otra sonda CTD ME Meereschtechnik Elektronik Modelo Memory Probe. Debido a que parte de las estaciones involucraron



la región nerítica, la profundidad máxima de muestreo oceanográfico fluctó entre los 80 y 313 m, dependiendo de la profundidad presente en cada estación.

Las variables oxígeno disuelto y nutrientes (nitritos, nitratos y fosfatos) fueron medidas sólo en el estrato de fondo. La colecta de agua de mar para el análisis de estas variables fue realizada mediante una botella Niskin de 2,5 litros de capacidad. El análisis de la concentración de oxígeno disuelto se basó en la determinación de Winkler (Parsons *et al.*, 1984). El análisis de nutrientes (nitritos, nitratos y fosfatos) se realizó por el método colorimétrico reseñado en Parsons *et al.*, (1984).

Eventualmente, se colectaron muestras de agua para el análisis de salinidad y su contrastación con la información procedente del CTD. La salinidad se determinó por medio de un salinómetro de inducción marca BECKMAN RS7C.

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

Con los datos oceanográficos validados se confeccionaron cartas de distribución de temperatura, salinidad, densidad, concentración de oxígeno disuelto y nutrientes (nitratos, nitritos, fosfatos) en el estrato de fondo (o máxima profundidad de muestreo hidrográfico).

No obstante los requerimientos del proyecto indican la evaluación oceanográfica del estrato de fondo, además se presentan resultados asociados con el comportamiento promedio de estas variables en la columna de agua, a través de la generación de perfiles verticales promedio, considerando todas las estaciones oceanográficas realizadas y la generación de secciones oceanográficas paralelas a la costa para la temperatura, salinidad y densidad.

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



## 7.6.2 Análisis de las condiciones meteorológicas

Los datos meteorológicos provienen de diferentes fuentes, y básicamente se refieren a información de la actividad diaria del viento (dirección y magnitud), medido a bordo de las diferentes embarcaciones pesqueras que participaron en la evaluación.

A partir de los datos de dirección e intensidad del viento se estimó el índice de surgencia y de turbulencia, los que se basan en las ecuaciones propuestas por Bakun (1973, 1975, 1987). El índice de surgencia se basa en los planteamientos de Ekman (1905 *fide* Arcos y Navarro, 1986), en que el transporte de masa ( $M_x$ ) por unidad de ancho de la superficie del océano es dirigido 90° a la izquierda (hemisferio sur), de la dirección perpendicular a la cual el viento está soplando, y está relacionado con la magnitud de la coacción o estrés del viento. La coacción del viento se determinó según

$$\tau = \rho_a C_d \vec{V} |V|$$

donde  $\tau$  es la coacción del viento, cuyas componentes son:

$$\tau_x = \rho_a C_d u |V|$$

$$\tau_y = \rho_a C_d v |V|$$

donde  $\rho_a$  es la densidad del aire ( $=0,00125 \text{ g cm}^3$ ),  $C_d$  es el coeficiente de arrastre (0,0013 sin dimensiones), y

$$u = c \cdot \text{SEN}(\theta)$$

$$v = c \cdot \text{COS}(\theta)$$



donde  $c$  es la velocidad del viento,  $\theta$  es la dirección del viento, y  $|V|$  es la magnitud de velocidad del viento, *i.e.*

$$|V| = \sqrt{u^2 + v^2}$$

El transporte de Ekman ( $M_x$ ), o índice de surgencia, se calcula como la razón de la magnitud del estrés del viento (coacción del viento sobre la superficie del océano, paralelo a la costa) y el valor del parámetro local de Coriolis de acuerdo a la metodología entregada por Bakun (1973), utilizando la siguiente forma

$$M_x = \frac{\tau_y}{f}$$

donde  $M_x$  es el transporte de Ekman perpendicular a la costa,  $\tau_y$  es la coacción del viento sobre la superficie del océano, paralelo a la costa (estrés del viento). El parámetro de Coriolis ( $f$ ) está determinado por

$$f = 2\Omega \text{ sen } \phi$$

donde  $\Omega$  es la velocidad angular de rotación de la tierra ( $7.29 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ ) y  $\phi$  es la latitud del lugar.

La turbulencia ( $W^3$ ) o índice de mezcla inducida por el viento, fue calculado elevando al cubo la velocidad del viento (Bakun, 1987). La turbulencia fue definida como la tasa a la cual el viento entrega energía mecánica al océano, produciendo mezcla turbulenta en la columna de agua superior y que es aproximadamente proporcional a la tercera fuerza o cubo de la velocidad del viento de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$W^3 = \left( \sqrt{u^2 + v^2} \right)^3$$



### 7.6.3 Análisis del sustrato marino

#### 7.6.3.1 Período y zona de estudio

En forma paralela a las actividades de pesca que se efectuaron con el PAM Maitén, se tomaron simultáneamente muestras de sedimentos del fondo, para su análisis químico y granulométrico.

El área de estudio se subdividió en cuatro zonas cuyos límites generales corresponden a los límites geográficos de las regiones V a VIII (Figuras 3 a 6). La delimitación geográfica de cada región se indica a continuación:

V Región:	Desde 32°12'00"S Sur de Punta Huesos hasta 33°54'00"S Río Rapel
VI Región:	Desde 33°54'00"S Río Rapel hasta 34°44'35"S Rada Llico
VII Región:	Desde 34°44'35"S Rada Llico hasta 36°00'40"S Sur Punta Nugurne
VIII Región:	Desde 36°00'40"S Sur Punta Nugurne hasta 38°28'24"S Norte Punta Manuel

#### 7.6.3.2 Metodología de muestreo y número de muestras

En total, se tomaron 83 muestras de sedimento superficial mediante el uso de un toma testigo horizontal, el que se colocó en la relinga inferior de la red comercial con la cual se efectuaron los lances de pesca sistemáticos (Tabla 1). Este muestreador toma una muestra de los 10 cm superiores del sedimento fondo, habiendo sido exitosas todas las tomas de muestras con la excepción de dos de ellas (lances 51 y 52) en que la muestra recibida fue insuficiente para efectuar los respectivos análisis químicos y granulométrico.

Las muestras fueron colocadas en bolsas de polietileno y mantenidas frías hasta su análisis. Una vez en el laboratorio, cada muestra se subdividió en dos, una para análisis de materia orgánica y carbono orgánico y otra para granulometría y humedad.



### 7.6.3.3 Metodología de análisis químico

Las muestras para el análisis químico fueron secadas a 60° C en una estufa de vacío y posteriormente molidas primero en un mortero de porcelana y luego en un mortero de ágata, hasta obtener un polvo muy fino.

El contenido de materia orgánica total en los sedimentos, fue determinado gravimétricamente mediante la técnica de pérdida de peso por ignición (Byers *et al.*, 1978), calcinando la muestra en una mufla a temperatura constante de 450°C durante cuatro horas. Las mediciones de materia orgánica se realizaron en triplicado y los resultados se expresaron como porcentaje (%) de materia orgánica.

El contenido de carbono orgánico, fue determinado mediante la técnica de combustión en una corriente de oxígeno puro usando un equipo analizador elemental para carbón LECO CR-12. Para hacer la determinación de carbono orgánico fue necesario un pre-tratamiento por acidificación de las muestras de sedimento con HCl 1:1, de modo que el carbonato presente en la muestra se elimine en forma de CO<sub>2</sub>. Posteriormente, la muestra tratada con ácido se llevó a sequedad en una placa, para eliminar el exceso de ácido y luego el carbono orgánico remanente se midió en el LECO CR 12.

El equipo LECO CR-12 fue calibrado con dos estándares diferentes de suelo certificados de acuerdo a las normas del National Institute of Standards and Technology (NIST). Las mediciones para carbono orgánico se realizaron en duplicado o triplicado (dependiendo de la variabilidad de la matriz sedimentaria) y los resultados se expresaron como porcentaje de carbón respecto a la muestra seca.



#### 7.6.3.4 Metodología de análisis granulométrico

Debido a que las muestras consistieron principalmente en fangos, la determinación de la granulometría se efectuó mediante tamizado en húmedo, separándose las distintas fracciones de grano del sedimento de acuerdo a la escala de Udden-Wentworth, dejando los limos y arcillas juntos. Para ello fue necesario determinar la humedad de la muestra a fin de determinar la cantidad de muestra seca utilizada y también efectuar las correcciones de la sal retenida en el agua intersticial de acuerdo a las siguientes ecuaciones:

$$PesoSeco_{Granulometria} = PesoHumedo_{Granulometria} * \frac{PesoSeco_{Humedad} - b}{PesoHumedo_{Humedad}}$$

donde "b" corresponde a la corrección de sales disueltas contenidas en el agua intersticial del sedimento, asumiendo una salinidad de 35 psu.

$$b = PesoHumedo_{Granulometria} \frac{PesoAguaEvaporada}{PesoHumedo_{Humedad}} * 0,035$$

Los resultados se expresaron como porcentaje de cada fracción respecto a la muestra seca. Con la finalidad de presentar la información granulométrica en forma gráfica, se agruparon las distintas fracciones en cuatro tramos, sumándose sus respectivos porcentajes: 1.- Fracciones mayores (guijarro + gravas), 2.- Arenas gruesas a finas (arena muy gruesa + arena gruesa + arena mediana + arena fina), 3.- Arenas muy finas y 4.- Fangos (limos+arcillas).

#### 7.6.4 Análisis estadístico de la información

Para detectar las posibles asociaciones entre la distribución de la densidad del langostino colorado y las variables oceanográficas y de sustrato medidas, se procedió, en primer lugar, a una exploración gráfica de los datos. Posteriormente, se efectuó la contrastación de las siguientes hipótesis:



- a) La distribución del langostino colorado está correlacionada con la **temperatura** presente en las cercanías del fondo marino;
- b) La distribución del langostino colorado está correlacionada con la **salinidad** presente en las cercanías del fondo marino;
- c) La distribución del langostino colorado está correlacionada con el **oxígeno** disuelto presente en las cercanías del fondo marino;
- d) La distribución del langostino colorado está correlacionada con los **nutrientes** presentes en las cercanías del fondo marino;
- e) La distribución del langostino colorado está correlacionada con el **carbono** orgánico presente en el fondo marino, y
- f) La distribución del langostino colorado está correlacionada con la **materia** orgánica total presente en el fondo marino

Para contrastar estas hipótesis, se consideró los lances positivos de langostino colorado y aquellos en los que se registró las variables ambientales. Debido a los tamaños de muestra diferentes (número de lances) para cada variable, se analizaron éstas por separado.

#### **7.6.5 Determinación de preferencia-rechazo a variables oceanográficas y de sustrato**

Una de las maneras más directas de dilucidar relaciones existentes entre el recurso y las condiciones ambientales, así como el potencial que pudiesen tener ciertas variables para predecir zonas de alta abundancia del recurso, es a través de la determinación de la existencia de un comportamiento de preferencia o rechazo a ciertos rangos de las variables consideradas. Se utilizó el método de D'Amours (1993) para analizar si el langostino colorado, en su ambiente natural, presenta preferencia o rechazo hacia ciertos niveles de temperatura (T), salinidad (S), oxígeno (O<sub>2</sub>), nitrato (NO<sub>3</sub>), nitrito (NO<sub>2</sub>) y fosfato (PO<sub>4</sub>) cercanos al fondo (a la máxima profundidad del muestreo oceanográfico), materia orgánica (MO) y carbono orgánico (CO) del sedimento.





Para la aplicación del método de D'Amours, se calculó la frecuencia relativa acumulada (FRA) para T, S, O<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, PO<sub>4</sub>, MO y CO, así como las FRA para cada variable multiplicada por la CPUA (captura por unidad de área) del recurso tanto en número como en peso. La comparación de la FRA por sí sola con la FRA multiplicada por la CPUA, revela la preferencia o rechazo de la especie en relación a la propiedad oceanográfica medida (D'Amours, 1993). Si el recurso se distribuye al azar en relación con las variables ambientales, entonces las FRA para las variables ambientales consideradas tendrán pendientes similares a aquellas FRA que multiplican la CPUA del recurso por la variable ambiental. Por otra parte, si el recurso se asocia a un rango de la variable ambiental, las pendientes de la FRAxCPUA del recurso en el rango de asociación, será mayor que las FRA sin el recurso. Lo contrario es válido en caso de rechazo.

Se utilizó solamente los lances oceanográficos positivos, razón por la cual las FRA se calcularon utilizando la siguiente ecuación:

$$f(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I(x_i) \quad \text{con} \quad I(x_i) \begin{cases} 1 & \text{si } x_i \leq t \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

y

$$g(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{\bar{y}} I(x_i)$$

Donde n es el número de lances;  $x_i$  es la variable oceanográfica dentro del rango t en el lance i (i=1, ..., n);  $y_i$  es la CPUA en el lance i dentro del rango t de la variable oceanográfica e  $\bar{y}$  es el promedio de la CPUA de todos los lances.



## 8. RESULTADOS Y DISCUSION

### 8.1. OBJETIVO ESPECÍFICO 5.2.1 "Determinar la distribución del recurso langostino colorado en el área de estudio"

En la figura 7 se muestra la distribución espacial de CPUA (t/Km. lineal arrastrado) de langostino colorado y la distribución de los centros de gravedad por focos de abundancia. En ella se puede apreciar que existen tres focos de abundancia:

- El primero ubicado alrededor de los 34°40' S, con niveles de abundancia medios. Su centro de gravedad está ubicado en la latitud 34°43'51" S (Punta Boyeruca) (Tabla 2), con un radio estándar de 1,43° y un coeficiente de dispersión relativa de 1.103%.
- El segundo foco y el más importante de los tres cubre una zona que abarca desde los 35°35'LS hasta los 36°35' S. Este presenta los mayores niveles de CPUA, principalmente concentrados en el sector norte del foco, con valores que superan las 25 t/Km lineal arrastrado. El centro de gravedad se ubica precisamente en la parte norte del foco, en la latitud 35°59'44"LS (frente a Punta Carranza), con un radio estándar de 3,47°, el cual es el más amplio de los radios estimados, dado la extensión del foco. El coeficiente de dispersión relativo es de 793% (Tabla 2).
- El tercer foco es el de menor extensión geográfica y está ubicado en los 36°50' S aproximadamente (suroeste de Talcahuano). Este presenta valores medios de CPUA. Su centro de gravedad está ubicado en la latitud 36°54'33" S (sur Cañón Bío-Bío), con un radio estándar de 0,39° y un coeficiente de Dispersión Relativa de 440% (Tabla 2).



### **8.1.1 Cartografía de la morfología submarina de los bordes de la distribución del langostino colorado (Sobre oferta)**

La cartografía del fondo marino, que en este caso corresponde a la de los focos detectados, se aprecia en las figuras 8, 9 y 10.

Para el caso del foco ubicado a la cuadra de Pichilemu (figura 8), el fondo marino presenta características de pendiente suave, principalmente entre los veriles de los 100 a 200 m, lo que permite disponer de una mayor área susceptible de ser prospectada con arte de red de arrastre. En función de los resultados obtenidos y al combinar la morfología del fondo con la delimitación del foco, se aprecia que el langostino colorado se distribuyó preferentemente entre los 100 y 200 m, destacando que hacia los extremos del foco (sur y norte). La distribución del recurso entre estos rangos de profundidad fue continua.

En relación a la zona de Punta Achira, lugar en que históricamente se ha desarrollado la pesquería del langostino colorado, el fondo presenta por un lado una pendiente suave para los veriles 100 – 200 m, con un área entre ellos amplia, lo que permite una actividad pesquera de arrastre constante dirigida al langostino y a otras especies (principalmente merluza común). El foco de abundancia detectado en esta zona está circunscrito al rango de profundidad antes descrito y estos veriles tienden a una dirección este – oeste, lo que acentúa la característica de planicie de parte de esta zona. Por otro lado, hacia los extremos del foco, la morfología del fondo se presenta con mayores irregularidades, caracterizándose por la presencia de hoyos y desniveles que impiden una actividad de pesca en condiciones seguras (figura 9).

Para el caso del tercer foco de abundancia, la prospección se centró al sur del cañón del Bío Bío y al norte de la Isla Santa María, presentando estos fondos irregularidades hacia esos extremos. Hacia el cañón los veriles presentan una dirección este – oeste, siguiendo el contorno del mismo y con características de



irregularidad en su configuración. Hacia el otro extremo, el fondo es irregular y con presencia de bajos fondos que imposibilitan la actividad pesquera de arrastre sobre ellos. En general, el recurso langostino se ubica más hacia el cañón del Bío Bío, pero en la zona de planicie y a profundidades que se ubican entre los 100 y 200 m, principalmente (figura 10).

## **8.2. OBJETIVO ESPECÍFICO 5.2.2 "Determinar la biomasa total (en peso) y la abundancia (en número), por sexo y talla del recurso langostino colorado, en el área de estudio y en los principales focos de abundancia"**

### **8.2.1. Estimación de biomosas**

Durante el desarrollo del crucero, se realizaron 299 lances los que barrieron un área de 13,3 km<sup>2</sup> y reportaron cerca de 37 toneladas de langostino colorado. En este contexto, del total de lances desplegados, apenas el 28,7% (86 lances) registraron presencia de capturas, lo que se tradujo en una captura global de 0,5 t por lance de pesca exploratoria.

En la Figura 11 se muestra la distribución espacial que presentó la densidad del recurso (t/km<sup>2</sup>) durante el crucero, destacándose por una parte, la importante cantidad de lances de pesca negativos (sin pesca), y por otra, la existencia de áreas en los cuales se reportaron rendimientos positivos. En este sentido, los 3 focos identificados y delimitados se ubicaron a la cuadra de Pichilemu (34,5-34,8° LS; foco 1), entre C. Carranza y Talcahuano (35,8-36,7° LS; foco 2), y en la desembocadura del río Bío-Bío (36,8-37,0° LS; foco 3), respectivamente.

#### **a) Enfoque tradicional de estimación**

En términos de los indicadores específicos por foco, en la Tabla 3 se destaca que el área total de distribución del langostino colorado fue estimada en 1.259 km<sup>2</sup>, de



los cuales el 80% fue cubierta por el foco 2, área en la cual tanto el rendimiento de pesca como la densidad fueron máximas y estimadas en 0,74 t/l y 11,9 t/km<sup>2</sup>, respectivamente. De igual forma, se destaca que el 25% de los lances totales (74) sirvieron de base para la evaluación del stock, los que reportaron un área barrida de 4,5 km<sup>2</sup> equivalentes al 33% del área barrida durante el crucero.

En relación a la estructura de los datos, en la figura 12 se observa que debido a los bajos rendimientos de pesca obtenidos durante el crucero y la alta cantidad de lances negativos, la densidad promedio tuvo un comportamiento muy sesgado hacia la izquierda, asimilable a una distribución de probabilidades log-normal, característica que suele observarse en este tipo de estudios.

Por otra parte, en la Tabla 4 se presentan las biomásas estimadas por foco para cada uno de los distintos estimadores propuestos, destacándose en general, que el estimador delta arrojó las mayores estimaciones de densidad, en tanto que los menores registros correspondieron al estimador mediana, esto último dado el notable sesgo que presentaron las estructuras de los datos antes informada. En términos globales y sin considerar este último estimador, las biomásas determinadas para el foco 1 oscilaron entre 327 y 633 toneladas, en el foco 2 entre 12.000 y 16.100 toneladas, en tanto que en el foco 3, el rango osciló entre 416 y 453 toneladas. En este mismo contexto, en la Tabla 5 se presentan las estimaciones globales de biomásas para el área de estudio, destacándose que de acuerdo al estimador de mayor cuantía (delta), la biomasa de langostino colorado podría llegar a las 17.200 ± 3.000 toneladas, en tanto que de acuerdo al estimador más conservador (razón), ésta podría ubicarse en 12.800 ± 2.200 toneladas, ambas con coeficientes de variación del 17%.

El estimador mediana aleatoria tiene la versatilidad de no presentar ningún supuesto sobre la distribución de probabilidades de la variable en estudio, más aún cuando se realiza una estimación bootstrap de ésta. Sin embargo no es un estimador insesgado (McConnaughey and Conquest, 1993). La CPUA de cada



foco no presentó una distribución normal, por lo que el cálculo de la biomasa mediante la mediana proporciona una estimación baja.

## **b) Enfoque geoestadístico de estimación**

La biomasa de langostino colorado se estima por focos, los variogramas anisotrópicos (experimentales y teóricos) se muestran en la figura 13.

Al variograma estimado para el área del polígono del foco 1° (104,4 mn<sup>2</sup>) se ajustó un modelo del tipo esférico donde el 78% de la variabilidad se explica por el efecto de pepita o nugget, donde se observa una estructura a las 4 mn (Figura 13a).

El foco 2° presenta un área de distribución de 419 mn<sup>2</sup>, al variograma estimado se le ajustó un modelo de tipo exponencial donde el 40% de la variabilidad es explicada por el efecto de pepita y se presenta una estructura a las 10 mn (Figura 13b).

El foco 3° presenta un área de distribución de sólo 21,6 mn<sup>2</sup>, al variograma estimado se le ajustó un modelo de tipo esférico donde el 51% de la variabilidad es explicada por el efecto de pepita y se presenta una estructura a las 3 mn (Figura 13c).

En la Tabla 7 se muestran los estimados de cpua promedio, biomasa, límites de confianza y coeficiente de variación (CV) por focos. En el foco 1° se obtiene la cpua más baja del área de estudio con sólo 4,93 t/mn<sup>2</sup>, con una biomasa de 515 t con un CV alto de 95%. En el foco 2° se obtiene la cpua más alta del área de estudio con sólo 34,6 t/mn<sup>2</sup>, con una biomasa de 10837 t con un CV de 18 %. En el foco 3° se obtiene una cpua de 21,1 t/mn<sup>2</sup> con una biomasa de 456 t con un CV de 16% (Tabla 7).



### **8.2.2 Distribución espacial de la flota comercial en comparación con el crucero de prospección.**

Con el fin de establecer correspondencias espaciales entre las áreas o focos visitados por la flota y los identificados en el crucero, en la Figura 14 se presenta el desempeño espacial que presentó la captura por unidad de esfuerzo de la flota medida en toneladas por hora de arrastre, para el período comprendido entre abril y septiembre de 1999, destacándose una aceptable coincidencia espacial para los focos 1 (Pichilemu) y 2 (Pta. Achira), no así en el foco 3, el cual a juzgar por la operación de la flota, éste se habría ubicado al noreste de lo establecido en el crucero.

Cabe destacar, que el despliegue de los lances de pesca exploratorios cubrió de manera efectiva el área sobre la cual se concentró la flota de pesca, a que en una gran proporción, no registró capturas que permitiesen extender la cobertura de los focos identificados. En efecto, obsérvese que tanto el área norte del primer foco informado por la flota, como al interior del tercer foco cubierto por ésta, fueron barridos por los lances de pesca exploratorios sin éxito alguno, destacándose además, que en las proximidades de la desembocadura del Bío-Bío, área que tradicionalmente no es visitada por la flota, el crucero de evaluación reportó un pequeño y denso foco, que no habría sido descubierto por la flota de pesca durante el presente año.

Ensayos preliminares de área barrida a partir de la información de la flota para 1999, y que se citan sólo a manera referencial, establecieron niveles de biomasa entre 33 y 50 mil toneladas, las que pese al sesgo natural de esta fuente de datos, se contraponen de manera desproporcionada con la evaluación directa realizada. Esta situación probablemente encuentre explicación en dos aspectos, un problema temporal asociado con lo que la flota habría dejado en el agua para ser medido en el período de la evaluación y otro referido a cambios etológicos de importancia en el recurso que pudieron condicionar su accesibilidad.



Sin embargo, obsérvese de la Tabla 6 que en términos comparativos, la flota entre abril y septiembre había acumulado un total de 7.500 toneladas de langostino colorado equivalente al 63% de la cuota, y cuyos rendimientos de pesca señalan para el foco 2 (el más importante), una significativa similitud respecto a lo informado por el crucero de investigación. En términos globales, el rendimiento de pesca medio de la flota (1,27 t/h.a) superó en un 27% al rendimiento del crucero (0,99 t/h.a), en tanto que el área de distribución representativa cubierta por la misma y estimada en 1351 km<sup>2</sup>, superó en un 7% al área de distribución identificada durante el crucero.

Si consideramos la similitud de rendimientos en el foco 2 y que a partir de julio la flota dejó de operar significativamente en el foco 2 (Canales *et al.*, 1999), podríamos suponer que el rendimiento medido por el crucero en este foco durante el mes de septiembre, es el reflejo de una disminución cercana al 53% de la biomasa explotable que probablemente existía a inicios de temporada, situación que podría explicar en parte los bajos tamaños poblaciones estimados en el presente estudio.

### **8.2.3 Análisis de las estructuras de tallas**

#### **a) Estructuras de tallas por foco y batimetría**

En el presente estudio se generaron distribuciones de frecuencias de tallas por foco, estrato de profundidad y sexo, analizándose un total de 11.396 individuos (Tabla 8 y Figura 15).

- **Foco 1**

En este foco, el recurso se detectó en el estrato mayor a 100 metros de profundidad (Figura 16). La talla media, en machos alcanzó los 39,4 milímetros de longitud cefalotorácica, con un rango de tallas que fluctuó entre los 33,0 mm y





46,0 mm (Tabla 8 y Figura 15). Los estimados en hembras alcanzaron una media de 37,2 mm y un rango de tallas que osciló entre 31,0 y 44,0 mm. (Tabla 8 y Figura 15). Tanto en machos como en hembras, se puede apreciar en las Figuras 15 y 16 que presentan una moda claramente definida alrededor de los 40 mm y 36 mm, respectivamente.

Cabe señalar que para ambos sexos, en este foco las estructuras de tallas presentan una menor amplitud respecto a los focos 2 y 3 (Figuras 15 y 16), lo que se conoce como una distribución leptokurtica (Zar, 1974).

- **Foco 2**

Al analizar la evolución de la composición por tamaño procedente de este foco, se observa que se encontraron ejemplares en los dos estratos de profundidad considerados (Tabla 8 y Figuras 16 y 17).

En la Figura 15 y Tabla 8 se puede apreciar que las hembras presentan un mayor rango de tallas, el cual fluctuó en forma global entre los 10,0 mm y 46,0 mm y una talla promedio de 30,5 milímetros de longitud cefalotorácica. En machos el rango de tallas varió entre los 11,0 mm y 44,0 mm, registrándose estos valores extremos a profundidades mayores a 101 metros (Tabla 8).

En las Figuras 15, 16, y 17, se puede apreciar, que tanto en forma global como batimétrica, ambos sexos presentan una distribución bimodal. Como se puede observar en la Tabla 8, en el estrato 50 – 100 metros, las tallas medias, tanto para machos como hembras son inferiores a las observadas en profundidades mayores a 101 metros, registrando valores de 30,6 mm y 30,0 mm, para machos y hembras, respectivamente.



Cabe señalar que en ambos sexos en este foco las distribuciones de frecuencias presentan una mayor amplitud (Figuras 15, 16 y 17), que se conocen como distribuciones platykurticas (Zar, *op. cit.*).

- **Foco 3**

El rango de tallas en machos y hembras fluctuó entre 22,0 mm y 42,0 mm y 23,0 y 38,0 mm, respectivamente (Tabla 8 y Figura 15). Al igual que en el foco 2, se encontraron ejemplares entre los 50 y 100 metros y mayores a 100 metros de profundidad (Figuras 16 y 17).

En el estrato 50 – 100 m, las tallas medias fueron de 30,5 mm y 29,0 mm, para machos y hembras, respectivamente. En tanto que en profundidades superiores a los 101 metros, éstas alcanzaron valores de 32,5 mm para machos y 30,1 mm para hembras. Al igual que en el foco 2, en profundidades mayores a los 101 metros, la amplitud del rango de tallas observada respecto al estrato 50 – 100 metros es mayor en ambos sexos (Figuras 16 y 17).

Finalmente, cabe señalar que en todos los focos los machos presentan tallas medias más altas que las observadas en hembras, fluctuando entre 31,4 mm y 39,4 mm, registrándose este último valor en el foco 1 (Tabla 8).

## **b) Identificación de los grupos modales**

El análisis de las distintas componentes de las distribuciones se efectuó a través del procedimiento analítico Mix y se consideró para el análisis una muestra de 6.181 machos y 5.157 hembras; la cual se distribuyó entre tres focos: a) Foco 1 con 201 machos y 996 hembras; Foco 2 con 4.345 machos y 3.695 hembras y Foco 3 con 1.635 machos y 466 hembras.



En las Tablas 9 y 10, se presentan los grupos modales detectados por focos para machos y hembras, respectivamente. Cabe destacar que la asignación de los grupos modales se efectuó a través de los parámetros de crecimiento calculados por Peñailillo y Henríquez (1990).

En el foco 1, los datos analizados proporcionan solamente un grupo modal tanto para machos como hembras (Figura 18), los cuales corresponderían a los grupos etarios 5 y 4, respectivamente.

En el foco 2 se detectaron dos grupos modales (Figura 18), lo que en machos corresponderían a los grupos 2 y 4, con un aporte porcentual de 55 % y 45%, respectivamente. Es necesario destacar, que la no presencia del grupo 3 podría deberse a que en la muestra analizada los individuos pertenecientes a este grupo no estarían debidamente representados. En hembras los grupos etarios serían el 2 (39,5%) y 3 (60,5%).

En relación al foco 3, en machos, se observaron dos grupos modales (3 y 4), siendo el primero el que aportó la mayor presencia (67,0%). En cambio en hembras se detectó solamente un grupo modal el cual correspondería al grupo 3 (Figura 18).

Cabe destacar que la asignación de los grupos modales, puede no ser la correcta, debido a que en los 3 focos identificados no se encontraron todos los grupos modales. Lo anterior producto del efecto de la pesca produciéndose una discontinuidad en la distribución de las estructuras de tallas, de tal manera que no se pudo sensibilizar para eliminar el efecto de cola de los grupos observados, como sugieren Sparre y Venema (1995).

### **c) Variaciones de la talla media en función de la zona y del sexo**

El modelo de análisis de varianza utilizado para determinar la importancia que pueden tener los factores área de extracción y sexo, como también las



interacciones entre éstos, mostró que el modelo completo ajustado es significativo ( $p < 0,005$ ), aún cuando algunos parámetros de éste son significativamente iguales a cero (Tabla 11 a y b).

Por su parte, al realizar el ajuste del modelo para confirmar la presencia de interacciones entre los factores principales, el valor calculado de F es menor al valor F crítico, lo que demuestra que no existen interacciones entre el sexo y la zona que expliquen la variabilidad de la talla media del langostino colorado (Tabla 11 c, valor crítico de  $F \approx 3,06$ ). Sin embargo, los factores sexo y zona sí son significativos, explicando la variabilidad de la talla media, con valores F calculados que exceden los valores críticos ( $F(0,95;1;135) \approx 3,91$ , para el factor sexo y  $F(0,95;2;135) \approx 3,06$  para el factor zona). En la Tabla 11 d y e se presentan los resultados de los análisis de varianza para determinar la importancia de los factores principales.

En definitiva los resultados obtenidos corroboran lo planteado en otros trabajos, donde se establece una clara diferencia en las tallas de machos y hembras, como también una segregación espacial de los langostinos en función de su tamaño (Canales *et al.*, 1998, Roa *et al.*, 1996).

#### **d) Análisis de factores gravimétricos**

Se ajustaron las relaciones longitud – peso por foco de abundancia y sexo, según lo establecido en la sección metodológica. Además, se ajustaron curvas por sexo para el total del área de estudio, debido al escaso número de ejemplares en el foco 1 y el pobre nivel de ajuste del modelo. En efecto, en esta área se estimó para machos y hembras curvas con coeficientes de determinación inferiores a un 50% (machos  $R^2 = 0,4228$  y hembras  $R^2 = 0,4245$ ), con valores de coeficiente de alometría de 2,1043 (machos) y 2,1436 (hembras, Figura 19, Tabla 12).



Al realizar una comparación de los parámetros estimados para machos y hembras a través del uso de variables indicadoras (Neter *et al.*, 1990), se pudo establecer que en el foco 1 no existen diferencias significativas (nivel de significancia  $\alpha=5\%$ ) entre los parámetros de intercepto y potencia estimados para machos y hembras. En efecto, los parámetros “diferenciales” del modelo de regresión múltiple ajustado ( $\alpha_1$  y  $\alpha_3$ ) son no significativos (valor  $t_{crit} > t_{calc}$ , Tabla 12).

Por su parte, para el foco 2 se presentaron buenos ajustes para la relación talla - peso corporal, los que explicaron más del 90% de la variabilidad del peso, tanto para machos como para hembras (Figura 19). En relación a los parámetros estimados, se puede afirmar que existen diferencias significativas en ambos parámetros entre machos y hembras, con parámetro de potencia de 2,7992 para machos y 2,5911 para hembras (Tabla 12). Los parámetros diferenciales son claramente significativos lo que indica que los parámetros son distintos (a un nivel de significancia del 5%, Tabla 12).

Para el foco 3 se ajustaron curvas con buenos coeficientes de determinación ( $R^2=0,8836$  para machos y  $R^2 =0,9232$  para hembras), con parámetros significativamente distintos entre sexos, presentándose a diferencia de lo observado en el foco 2, un coeficiente de alometría menor para machos, de 2,6649 mientras para hembras se estimó  $b= 3,2715$  (Figura 19, Tabla 12). En este mismo sentido, se puede observar que los parámetros diferenciales del modelo de regresión son significativos, lo que indica que la variable sexo en este foco, contribuye a explicar la variabilidad del peso de los individuos según la talla (Tabla 12).



## 8.2.4 Análisis estructural del stock

### a) Estructura de la población de langostino colorado

De acuerdo a la metodología propuesta, el análisis de la estructura de la biomasa y abundancia se realizó por focos y de manera integrada, diferenciada por sexo. Debido a las diferencias que presentaron los distintos estimadores de biomasa, el análisis se llevó a cabo con una medida central estimada en 14.146 toneladas, reportadas para los tres focos.

En la Tabla 13, se puede observar que el 58% de la biomasa explotable estuvo constituida por machos, siendo relativamente similar a la estimación de su abundancia (53%). De igual modo, se puede observar que el 94% de la biomasa y el 96% de la abundancia explotable se concentra en el Foco 2, mostrando los otros dos focos porcentajes muy similares.

En lo que dice relación con el número de efectivos corregidos por efecto del patrón de reclutamiento al arte de pesca, se puede apreciar que la biomasa total para el período de la evaluación habría llegado alrededor de las 25.300 toneladas, manteniéndose en forma relativa la proporción sexual, estimándose un 59% de machos y por ende un 41% de hembras, y de igual forma que en los casos anteriores los mayores niveles se presentaron en el Foco 2.

En este sentido, se debe reconocer que la aproximación metodológica indirecta para dar cuenta del efecto selectivo encierra supuestos difíciles de sostener, como por ejemplo que la capturabilidad y vulnerabilidad son constantes al interior de una temporada de pesca, razón por la cual se debe considerar estos resultados como relativos y no libres de sesgo.

En la Tabla 14 y Figura 20, se presentan los parámetros y curvas asociadas a las ojivas de reclutamiento ajustadas por sexo y foco, pudiendo destacarse que tanto



en machos como en hembras la talla mediana de reclutamiento es muy superior en el foco 1 y la mínima se establece en el foco 2. Al realizar el análisis entre sexos se aprecia que la talla de reclutamiento de los machos es mayor en todos los focos. De la Figura 20, se infiere que en los tres focos se produce un reclutamiento aproximadamente del tipo “filo de cuchillo”, especialmente en las hembras del foco 1.

En relación a la biomasa desovante, se puede apreciar en la Tabla 15 que el 59% del total de hembras se encontraría madura (6.544 t), en tanto que sólo el 87% de ellas sería vulnerable. Respecto de los focos, se aprecia que el foco 1 es el que potencialmente podría aportar con el mayor porcentaje de ejemplares en condiciones fértiles (91%), estando vulnerable sólo el 56%. Siendo el Foco 2 el que concentra la mayor parte del stock, el porcentaje de hembras en estado reproductivo es relativamente bajo (57%). No obstante, el potencial que es vulnerable alcanza al 91% de las hembras ovíferas, con lo implicaría un alto grado de remoción de individuos maduros en este foco.

#### **b) Patrón de explotación y mortalidades por pesca**

Teniendo como supuesto que el stock de langostino colorado es único, se analiza el estado de explotación actual del recurso de forma temporalmente agregada y por sexo.

En la Figura 21, se presenta el ajuste del patrón de reclutamiento y la estructura de la abundancia explotable por sexos, incorporándose las frecuencias de tallas de las capturas de la pesquería acumuladas hasta septiembre de 1999. En ella se aprecia claramente el efecto de la intencionalidad en la pesca comercial, haciéndose evidente el desfase hacia tallas mayores de las capturas comerciales. Por otra parte, se aprecia que sobre los 40 mm en los machos y 30 mm en las hembras existiría una captura mayor de individuos que los estimados. Esto se debería, precisamente al grado de intencionalidad de capturar individuos de gran



tamaño, pudiendo haberse producido que al momento de realizarse el crucero de investigación estos individuos ya hubiesen sido removidos por la captura industrial y por ende estar muy poco representados en el área de estudio.

En la Tabla 16, se presentan las capturas acumuladas y los efectivos poblacionales corregidos por reclutamiento y llevados al mes de enero de 1999, destacándose que de las 14 mil toneladas explotables estimadas para septiembre, posiblemente el efectivo total a inicios de año podría haber alcanzado las 28,9 mil toneladas, de las cuales 25,7 mil toneladas pudieron haber constituido la biomasa inicialmente explotable, destacándose que el 78% de la biomasa de hembras (9,7 mil toneladas) estaría constituida por la fracción sexualmente madura.

Se debe destacar, que esta aproximación indirecta del efectivo poblacional total a inicios de temporada (enero) encierra dos supuestos fundamentales: el primero asociado con el patrón de explotación (mencionado anteriormente) y el segundo asociado con el crecimiento por muda, el que si bien se extiende durante todo el período estival, fue supuesto con fines prácticos de manera instantánea a inicios de año.

En este sentido, se debe entender que si el fenómeno de muda se hubiese situado en otro mes, por ejemplo a fines del mes de marzo, evidentemente la biomasa total estimada para el 1° de enero hubiera sido aproximadamente un 26% menor en machos y un 17% para las hembras, esto debido al menor peso que tienen los ejemplares en la etapa pre-ecdisis y la mayor tasa de crecimiento que tienen los machos respecto a las hembras.

En el contexto del desarrollo del modelo de evaluación y con el fin de establecer el nivel de mortalidad y el patrón de explotación para cada sexo, en la Tabla 17 se resumen los principales parámetros biológico-pesqueros estimados en esta evaluación. De lo anterior, se aprecia que la talla al 50% de reclutamiento para ambos sexos es similar estableciéndose en los 25 mm de longitud cefalotorácica,





siendo estas muy inferiores a las estimadas para el patrón de explotación, pudiendo inferirse que sobre los 36 mm en machos y sobre los 34,7 mm en hembras, el stock se encontraría en su fase de mayor explotación.

En la Figura 22, se presentan las curvas de patrones de explotación antes mencionados, conjuntamente con las estructuras de tallas de las capturas (observada y predicha). Es destacable el grado de ajuste que presentan estas últimas, así como el relativo mayor grado de explotación de las hembras, el que se corrobora en la Tabla 17 al observar los valores de mortalidad por pesca, la cual alcanza valores de  $F_{cr}=1,14$ , siendo casi el doble que en los machos el cual tiene un valor de  $F_{cr}=0,74$ .

Sin embargo y consecuentemente con lo sostenido en párrafos anteriores, la incertidumbre que encierra la derivación indirecta de los efectos selectivos (patrón de explotación) se traduce en que estos niveles de mortalidades por pesca referenciales, sean atendidos con cautela a la hora de establecer el estado de explotación de este recurso.

### **c) Estado de explotación y niveles recomendables de pesca**

Atendiendo las consideraciones anteriores, el análisis del estado de explotación y niveles recomendables de pesca se realizan bajo el supuesto que la disponibilidad y vulnerabilidad de este recurso se mantuvo inalterable durante todo el año calendario 1999.

De esta forma, al comparar los valores antes expuestos con los niveles de mortalidad referencial a partir del modelo de Thompson y Bell, los que se presentan en la Figura 23 y Tabla 20, se aprecia que la mortalidad por pesca ejercida sobre los machos es sólo superada por un nivel de  $F_{1/3}$  lo que es una posición agresiva en términos de manejo. En la Tabla 18, se entregan los parámetros biológicos utilizados en la estimación de los Puntos Biológicos de



Referencia. En el caso de las hembras, absolutamente todas las mortalidades de referencia han sido sobrepasadas, lo que en ningún caso puede ser sostenible en el tiempo si se desea tener una política de manejo que conserve el recurso en el largo plazo.

El grado de remoción de huevos por efectos de la pesca en términos de número alcanza al 39% (Tabla 19). Este hecho contrasta con la alta incidencia de hembras maduras en las capturas, alcanzando un 88% del total de hembras. De lo anterior se infiere que gran parte de los huevos que están siendo producidos corresponde a hembras que no son capturadas. Ahora bien, si se considera que los reclutamientos de langostino colorado son altamente aleatorios, sumado a la alta mortalidad de huevos y larvas, un porcentaje de remoción como el antes mencionado puede ser riesgoso para el recurso, en términos de su sustentabilidad en el tiempo.

Por otro lado y en conformidad con la metodología, en las Figuras 24 y 25, se presentan las distribuciones de probabilidades de la Capturas Biológicamente Recomendables (CBA) por sexos para los criterios de explotación  $F_{0.1}$ ,  $F_{2/3}$  y  $F_{max}$ , de las cuales es posible advertir una clara tendencia a la normalidad de estas estructuras, reflejadas en coeficientes de variación que no superaron el 15%. De igual forma, se puede observar que en términos generales, la captura acumulada por la flota tanto para machos como para hembras, supera en general las estimaciones de CBA para cualquier punto biológico bajo  $F_{max}$ . En efecto, en la Tabla 20 se puede observar que para las políticas adversas al riesgo, tales como  $F_{2/3}$  que minimiza el riesgo de sobrepesca por reclutamiento, y  $F_{0.1}$  que reduce el riesgo de sobrepesca por crecimiento, las correspondientes CBA debieron alcanzar las 2,5 mil y 5,9 mil toneladas, niveles significativamente superados por las 7,8 mil toneladas que la flota había desembarcado a la fecha y las 12 mil toneladas fijadas por la autoridad para el presente año.



El mismo análisis al nivel de sexos, permite afirmar que las 3,8 mil toneladas de machos extraídos a septiembre de 1999, superan respectivamente en 1,3, y 3,3 veces las CBA estimadas de acuerdo a  $F_{0.1}$  y  $F_{2/3}$ , situación algo más leve en el caso de la hembras, cuyos desembarques acumulados y estimados en 3,8 mil toneladas, superan estos mismos criterios en más de 1,2, y 2,9 veces, respectivamente.

De esta manera y considerando todos los alcances sobre los supuestos metodológicos que derivaron a estos resultados y por otra la evidente contradicción respecto a los niveles de biomazas que se estiman a partir de la información de la flota de pesca, se puede sostener que estos antecedentes no son suficientes para establecer con claridad el real estado de situación del recurso, no descartándose que las evidentes baja de la población vulnerable sea consecuencia de alteraciones ambientales que pudieran haber condicionado una gran variabilidad en la disponibilidad de este recurso a la fecha del crucero, por sobre los efectos de la pesca.

### **8.3. OBJETIVO ESPECÍFICO 5.2.3 "Determinar la condición reproductiva y la proporción sexual de langostino colorado en el área de estudio y en los principales focos de abundancia"**

#### **8.3.1 Proporción sexual y de hembras ovíferas**

Durante el período de estudio, se estimó una proporción sexual de 46% de hembras para el total del área monitoreada (Tabla 21). Sin embargo, se apreciaron variaciones importantes en este parámetro frente a cambios espaciales. En efecto, para el foco 1 la proporción de hembras fue claramente mayor a la de machos, con un 83,3%, mientras en el foco 2 la proporción fue más equilibrada, con un 46,4% de hembras. Por su parte, en el foco 3 se estimó un 30,6% de hembras. Respecto a la variabilidad entre meses, se puede observar que en el foco 2 la



presencia de machos fue siempre mayor que la de hembras, aún cuando se mantuvo entre el 51,3% y 55,9 de machos (Tabla 21).

Respecto a la proporción de hembras portando huevos, se estimó para el total del área y período un 70,8% de hembras portadoras. En el foco 1 se encontró una alta proporción de hembras con huevos, con un 94,5%, mientras en los focos de más al sur (foco 2 y 3) alcanzaron a un 69,5% y 66,2%, respectivamente. Respecto a la evolución temporal de este parámetro se puede observar que en los meses de agosto y septiembre la proporción de hembras con huevos varió entre 81,3% y 93,5; para posteriormente evidenciar una clara disminución, llegando a octubre con un 53,2%.

Los resultados obtenidos son concordantes con los estimados en otros estudios, donde se ha descrito que el ciclo de portación para hembras de langostino colorado se caracteriza por presentar a comienzos de cada temporada de pesca (abril) niveles cercanos a un 50% de hembras con presencia de huevos, para luego registrar un alza notable a partir de mayo y posteriormente entre junio y septiembre registrarse los máximos niveles de portación, con cerca de un 90% de las hembras con huevos en su abdomen. A partir de septiembre se registra una disminución progresiva, llegando a fin de año a valores cercanos a los observados a comienzos de la temporada de pesca (Canales *et al.*, 1999). Cabe destacar que durante el período de veda del recurso (enero – marzo) no se tiene información respecto a esta variable. Sin embargo, dado el comportamiento que presenta durante el resto de los meses, se puede inferir que durante estos meses los niveles de portación son bajos.

### **8.3.2 Madurez de los huevos portados por las hembras**

Con el objetivo de conocer el comportamiento de la proporción de estados de desarrollo embrionario de los huevos portados por las hembras, se analizaron en laboratorio un total de 666 individuos. La escala de madurez utilizada corresponde



a la descrita por Palma y Arana (1990), la cual consta de 4 estadios de desarrollo (ver sección Metodología).

Los resultados obtenidos, permiten señalar que durante el período de estudio se registró una alta proporción de hembras con huevos en estado 2, presentándose una tendencia decreciente entre agosto y octubre, al mismo tiempo que la incidencia de estados 3 y 4 comienza a aumentar (Figura 26 a). En efecto, este comportamiento es el que se registra anualmente para el recurso, el cual se muestra en la Figura 26 b. En ésta se presenta la proporción de hembras según estado de madurez para el período mayo a diciembre de 1998 (Canales *et al.*, 1999), apreciándose que los estados más frecuentes corresponden al 2 y 4, mientras los estados 1 y 3 son escasamente encontrados. También se observa una tendencia a la disminución de las hembras en estado 2 a partir de agosto, en conjunto con un aumento de la proporción de individuos en estado 4, lo que refleja el período de desarrollo de los embriones al interior de los huevos.

Como una forma de conocer si existen diferencias en el comportamiento descrito en los distintos focos de concentración del recurso, se presenta la Figura 27. En ésta se puede observar que en el foco 1 la proporción de hembras con huevos en estado 2 disminuye notoriamente de agosto a septiembre, presentando en este último, una importante fracción de hembras en estado 4 (Figura 27 a). Por su parte en el foco 2 se presenta un comportamiento muy similar al descrito para toda el área de estudio, con valores elevados de hembras en estado 2, sin notarse claramente un aumento de los estados más maduros conforme avanzó la temporada (Figura 27 b). Finalmente para el foco 3 se registró información sólo en el mes de octubre, donde el estado 2 fue el más frecuente, con un 54% del total de hembras analizadas.



### 8.3.3 Dureza del exoesqueleto

La consistencia del exoesqueleto de langostino colorado durante el período de estudio se registró dura en un 99,1% de los ejemplares muestreados, no presentándose en ninguna zona presencia de individuos blandos de alguna importancia. Del mismo modo, no se detectaron variaciones ante cambios estacionales ni sexuales de este parámetro, razón por la cual no se presentan resultados tabulados para esta variable.

### 8.4 OBJETIVO ESPECÍFICO 5.2.4 "Determinar la composición e importancia relativa de las especies que constituyen la fauna acompañante de la pesquería de langostino colorado, durante la cuantificación del recurso"

Los resultados de un Análisis Factorial de Correspondencias (ANFACO) aplicado sobre el porcentaje en peso relativo a la captura total (%R) para las especies que aportaron con más del 1% en peso (Tabla 22), revelaron que los dos primeros gradientes composicionales logran explicar más del 35% de la varianza total de los datos (Figura 28a). El primer gradiente composicional explica el 18% de la varianza y está correlacionado significativamente con la latitud (Figura 28b), mientras que el segundo gradiente explica el 17% de la varianza y está correlacionado con la profundidad (Figura 28c). De la observación anterior y de la ordenación de los puntajes resultado del ANFACO para el primer gradiente composicional, correlacionado con la latitud, se desprende que los recursos langostino amarillo, camarón nailon, pampanito y blanquillo, se presentan preferentemente en latitudes menores y que los recursos langostino colorado y congrio negro se presentan principalmente en latitudes mayores. Del mismo modo, el análisis del segundo gradiente composicional, correlacionado con la profundidad, permite establecer que el langostino colorado, corvina y pampanito, se presentan preferentemente en lances menos profundos y que el langostino amarillo, camarón nailon y peje rata se presentan en lances de mayor profundidad.



Los recursos merluza común y lenguado se presentan indistintamente en todas las latitudes y profundidades.

De acuerdo a lo anterior, los lances de pesca fueron agrupados por latitud y profundidad en 10 estratos de latitud y 8 estratos de profundidad según la ordenación que se muestra en la Tabla 23.

Los resultados de los análisis de similitud para los grupos de latitud, utilizando el porcentaje en peso, la frecuencia de aparición y la CPUA revelan, en todos los casos, la formación de 3 conglomerados principales (Figura 29), el primero formado por las latitudes entre 31°30' y 33°00'S, caracterizado principalmente por altos porcentajes de langostino amarillo (>30%) y merluza común (8 a 44%); el segundo está formado por latitudes entre 33°30' y 35°00'S, con un alto porcentaje de merluza común (>70%), y el tercero por latitudes mayores a 35°30'S, con altos porcentajes de langostino colorado (>40%) y merluza común (>20%). Sólo para las determinaciones de CPUA se observa que el estrato de latitudes 32°30'S se segrega del resto, lo que se debe a los bajos rendimientos de pesca observados en esta zona. Sin embargo, la composición porcentual y la frecuencia de aparición de los taxa en este estrato es similar a la de los estratos 31°30' y 33°00' S.

El análisis de similitud por estrato de profundidad reveló que, tanto para el porcentaje en peso, como para la frecuencia de aparición y CPUA, se generan tres conglomerados principales (Figura 30); el primero constituido por profundidades entre 90 y 150 m está caracterizado por una alta presencia de langostino colorado (30-60%) y merluza común (26-60%); el segundo conglomerado está conformado por profundidades entre 200 y 300 m y presenta una alta incidencia de merluza común (40 a 67%) y langostino amarillo (9 a 43%); el tercer conglomerado está constituido por lances realizados en profundidades mayores a 350 m y presenta como principal especie constituyente al peje rata (>75%).



De los resultados obtenidos mediante el análisis de similitud se generan tres estratos de latitud y tres estratos de profundidad. Al reagrupar los datos de porcentaje en peso, frecuencia de aparición y CPUA mediante las celdas latitud/profundidad presentadas en la Tabla 24, se observa (Figura 31), que los ejemplares de latitudes menores a 33°00'S y profundidades menores a 300 m tienden a formar una agrupación conspicua con una alta presencia de langostino amarillo y merluza común (>30%, en ambos casos) y que los lances de pesca realizados entre las latitudes 33°00' y 35°00'S para profundidades menores a 300 m forman una segunda agrupación con alta similitud debido a la alta incidencia de merluza común (>70%). Las celdas L3-P1 y L1-P3 tienden a segregarse del resto debido a las altas ocurrencias de langostino colorado (>60%) y peje rata (>76%), respectivamente.

## **8.5 OBJETIVO ESPECÍFICO EXTRAORDINARIO "Relacionar las condiciones oceanográficas asociadas con la distribución y abundancia del langostino colorado por estrato de profundidad en la zona de estudio" (Sobreoferta).**

### **8.5.1 Análisis oceanográfico**

#### **8.5.1.1 Variables hidrográficas: Análisis horizontal**

##### **a) Registros de fondo**

La Figura 32a, muestra la distribución espacial de la temperatura, en todas las estaciones de muestreo oceanográfico. Se observa un claro gradiente térmico longitudinal, de aproximadamente 2°C, positivo a la costa, presumiblemente por efecto batimétrico en la definición del estrato de fondo para cada una de las estaciones de muestreo. Por el contrario, no se observaron gradientes térmicos latitudinales en el área de estudio. La temperatura promedio en este estrato de fondo fue de  $10,503 \pm 0,706$  °C, mostrando un amplio rango de variación entre estaciones (rango= 8,193-11,705 °C).





Respecto de la distribución de la salinidad, esta variable presentó una variación mucho menor que la temperatura, con un rango de fluctuación en el estrato de fondo de 34,305-34,636 psu, y un promedio de  $34,571 \pm 0,059$  psu. El bajo valor de la desviación estándar para todas las estaciones de muestreo oceanográfico, indicó un patrón de distribución similar en el área de estudio. La Figura 32b muestra un sector norte con valores homogéneos de salinidad, caracterizados por la isohalina de 34,5; en tanto hacia el sector sur del área de estudio, se nota un muy leve gradiente longitudinal, presumiblemente asociado a las diferencias batimétricas en las estaciones involucradas en este sector, donde se detectaron salinidades entre 34,5 y 34,65 psu.

En este estrato, la distribución de la densidad verificó un patrón similar que la temperatura, mostrando un conspicuo gradiente longitudinal (0,4 sigma-t), positivo al océano, prácticamente en toda la región de estudio, verificándose densidades de 26,3 en la región costera y mayores a 26,8 en el sector más oceánico. En el estrato de fondo, la densidad del agua de mar fluctuó entre los 26,105 y los 26,867 sigma-t, con un promedio de  $26,545 \pm 0,149$  (Figura 32c).

La concentración de oxígeno disuelto evidenció una distribución homogénea en el sector norte del área de estudio, con valores alrededor de los  $2,0 \text{ ml l}^{-1}$  (Figura 32d). Al sur de los  $36^\circ \text{ S}$  se observaron valores más altos de oxígeno disuelto, observándose una gradiente en el sector adyacente al Bahía Concepción con valores más altos asociados a las estaciones costeras. Asimismo, la variación de la concentración de oxígeno disuelto fue alta, con un promedio de  $2,335 \pm 0,992 \text{ ml l}^{-1}$ .

La distribución espacial de nitratos, nitritos y fosfatos en el estrato de fondo, se presenta en las Figuras 33 (a, b,c). En este estrato, los valores de nitratos fluctuaron entre los 9,07 y los 32,34  $\mu\text{M/l}$ , con un promedio de  $20,008 \pm 5,60 \mu\text{M/l}$ . La distribución de nitratos reveló una región norte con un leve gradiente costa-océano de  $5 \mu\text{M/l}$ , positivo a la costa y, por el contrario, en la región central del área de estudio ( $34^\circ 30' - 35^\circ \text{ S}$ ), un gradiente longitudinal más marcado ( $15 \mu\text{M/l}$ ),



positivo al océano. La región sur presentó una distribución relativamente homogénea de nitratos, quedando bien caracterizada por la isolínea de 20  $\mu\text{M/l}$  (Figura 33a).

Por otra parte, los valores de concentración de nitritos en el estrato de fondo, fluctuaron entre los 0,010 y los 0,90  $\mu\text{M/l}$ , con un promedio de  $0,133 \pm 0,124 \mu\text{M/l}$ . La distribución espacial de nitritos (Figura 33b) revela una región situada al norte de los 35 °S, con concentraciones más bajas, caracterizada por la isolínea de 0,10  $\mu\text{M/l}$ , en tanto que, la región situada al sur de los 35 °S, presentó valores mayores, evidenciándose un gradiente longitudinal de concentraciones, positivo a la costa, alcanzando concentraciones mayores a 0,3  $\mu\text{M/l}$  en la región costera.

La variable fosfatos tuvo un mayor rango de variabilidad entre las estaciones oceanográficas, fluctuando entre los 0,45 y 7,04  $\mu\text{M/l}$  y, exhibiendo un valor promedio de  $3,302 \pm 1,733 \mu\text{M/l}$ . La distribución espacial de fosfatos en el estrato de fondo, reveló gradientes costa-océano que, para los extremos norte y sur del área de prospección, fueron positivos al océano, en tanto que entre los 34° y los 35°30'S, el gradiente fue positivo a la costa, con valores superiores a 5  $\mu\text{M/l}$  en la región costera y menores que 2  $\mu\text{M/l}$  en las estaciones más oceánicas (Figura 33c).

#### **8.5.1.2 Variables hidrográficas: Análisis vertical**

##### **a) Perfiles verticales promedio**

El análisis de la distribución vertical de las variables oceanográficas se realizó por medio de perfiles verticales promedio, considerando todas las estaciones oceanográficas realizadas en el sector de estudio.

La Figura 34a presenta el perfil vertical promedio de la temperatura, donde se advierte temperaturas superficiales frías, una delgada capa de mezcla (<25 m) y un leve gradiente térmico con la profundidad, que se extiende hasta aproximadamente



los 100 m. A partir de esta profundidad, la temperatura tiende a disminuir monótonicamente con la profundidad, hasta alcanzar valores centrados en los 8,5°C a los 300 m de profundidad.

La salinidad, por otra parte, evidenció un estrato superficial (<25 m) con alta variabilidad entre las estaciones de muestreo, presumiblemente por el aporte de aguas continentales en las estaciones costeras del área de estudio. Lo anterior hace observar una haloclina entre la superficie y los 65 m de profundidad (Figura 34b), bajo la cual la salinidad disminuye muy poco, con una tasa casi constante.

El patrón vertical de distribución de la densidad del agua de mar, se presenta en la Figura 34c, donde se muestra, al igual que para la salinidad, un estrato superficial de densidades variables, una pincolina suave, identificable entre la superficie y 70 m y, una variabilidad mucho menor en estratos más profundos, donde la disminución de la densidad con la profundidad se hace a una tasa más o menos constante.

## **b) Transectas longitudinales**

Las variaciones longitudinales en las variables medidas fueron analizadas a través de una transecta paralela a la línea de costa, utilizando estaciones representativas del sector de estudio. La transecta comprendió las estaciones 92, 61, 54, 85, 66, 76, 69, 101, 102, 108 y 114.

El análisis longitudinal evidenció un estrato superficial con aguas levemente más cálidas (> 13 °C) asociadas a los extremos norte y sur del área de estudio, lo que induce la presencia de gradientes verticales mayores en estas regiones (Figura 35a). Bajo los 50 m, las aguas presentaron temperaturas menores a 12 °C, sin variaciones a lo largo de todo el transecto. Aguas con temperaturas menores a 10 °C sólo fueron detectadas en la región norte del área de estudio, bajo los 150 m de profundidad.



La distribución vertical de la salinidad a lo largo de la transecta, no evidenció gradientes longitudinales importantes, aunque se aprecia aguas levemente más salinas ( $>34,2$ ) asociadas a la región norte del área de estudio (Figura 35b). Entre los 35 y 36 °S, es evidente la mezcla superficial con aguas de origen continental, que tiene una expresión sólo de 10-20 m de profundidad. Bajo los 70 m, las aguas presentaron salinidades mayores a las 34,4 a lo largo de todo el transecto.

Por último, la distribución vertical de la densidad a lo largo de la transecta, tuvo un patrón de comportamiento similar a la distribución de salinidad, notándose el efecto de dilución superficial ( $<20$  m), en la región central del área de estudio (río Maule). La distribución longitudinal no reveló gradientes norte-sur de importancia y, bajo los 70 m de profundidad, la densidad del agua de mar a lo largo del transecto estuvo caracterizada por las isopícnas de 26,2 y 26,4 (Figura 35c).

### **8.5.1.3 Diagramas TS**

El diagrama T-S realizado considerando todas las estaciones de muestreo oceanográficas (Figura 36) evidenció un estrato superficial que muestra la clara influencia de aguas continentales, especialmente en las estaciones más costeras, observándose un rango de temperatura entre 12,0 y 13,72°C y una amplia variación en salinidad (28,41 – 33,586 psu). Las masas de agua observadas en el área de estudio corresponden a Aguas Subantárticas (ASAA) y Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS). Las ASAA presentaron índices termohalinos entre 11,357-12,627° para temperatura y 33,600-34,262 psu para salinidad. Las AESS, por su parte, presentaron índices termohalinos de 10,290-11,176°C y 34,460-34,660 psu para temperatura y salinidad, respectivamente.

### **8.5.1.4 Análisis comparativo de la hidrografía regional**

En el período en que se desarrolló el crucero, hubo dos investigaciones que incluyeron la componente hidrográfica, y que se realizaron en similar región de



estudio, estos estudios fueron: a) un crucero de evaluación hidroacústica de jurel (mayo-julio, 1999, Núñez & Ortiz, 1999b) y, b) un crucero de evaluación hidroacústica de merluza común (agosto-septiembre de 1999, Núñez & Ortiz, 1999c). Los resultados hidrográficos de este trabajo, informados a través de perfiles verticales promedio, transectas paralela a la costa y las cartas de distribución horizontal sobre el estrato de fondo, coinciden con los resultados de estas dos investigaciones contemporáneas.

La distribución de temperatura sobre el estrato de fondo, que abarcó un rango batimétrico principalmente situado entre 100 y 200 m, es consistente con lo reseñado por Núñez & Ortiz (1999c), quienes informan la presencia de aguas con temperaturas entre 10 y 11 °C a 200 m de profundidad, en tanto que Núñez & Ortiz (1999b) reportan temperaturas entre 9,5 y 11 °C para similar área de observación. Por otra parte, también las fluctuaciones de salinidad en el estrato de fondo, principalmente entre 34,5 y 34,6 psu, son similares a las descritas por Núñez & Ortiz (1999b, 1999c).

De igual manera, el análisis de las secciones oceanográficas de temperatura, salinidad y densidad paralelas a la costa, reveló un patrón de distribución muy similar a las estaciones costeras reseñadas en mayo-julio y, agosto-septiembre de 1999, en similar región de estudio (Núñez & Ortiz, 1999b, 1999c).

El hecho de encontrar temperaturas menores a 12°C, establece aguas comparativamente más frías que las descritas por Serra *et al.*, (1994b) para el otoño de 1992 y mayo-junio de 1997 (Núñez *et al.*, 1998), quienes reportan una penetración de aguas más cálidas (> 16 °C) por el sector norte y oeste del área de estudio, generando conspicuos gradientes térmicos, tanto longitudinales como latitudinales. A pesar que en los cruceros invernales de 1993 (Serra *et al.*, 1994 a), 1994 (Figuroa *et al.*, 1994) y para el crucero desarrollado en Agosto-Septiembre de 1997 (Núñez *et al.*, 1998), no se detectó la presencia de aguas con temperaturas mayores a los 14,5 °C, como en los descritos en el párrafo anterior, los valores de



temperatura superficial detectados en este crucero son aún más bajos que los descritos en esos cruceros, y también para lo informado como resultado del crucero de evaluación de merluza común realizado en similar área de estudio, en agosto-septiembre de 1997 (Núñez *et al.*, 1998), cuyas temperaturas no superaron los 13,5°C.

Respecto de la variable salinidad, la distribución horizontal descrita en este trabajo coincide con lo reseñado para cruceros anteriores (*e.g.*, Silva & Ramírez, 1982; Blanco & Cerda, 1993; Blanco, 1995), en términos de la detección de gradientes costeros producto del aporte de aguas continentales, especialmente, en este caso, el aporte continental del río BíoBío y del río Toltén.

No obstante lo anterior, a la profundidad máxima de muestreo (> 200 m de profundidad), la distribución de las variables medidas, es muy similar entre los años contrastados.

Al relacionar las condiciones oceanográficas con el recurso langostino colorado, se debe considerar que éste habita en un ambiente oceanográfico bien definido, caracterizado por bajas concentraciones de oxígeno y salinidad relativamente alta, típica de la corriente que frente a Chile se dirige al polo o de Günther (*Gallardo et al.*, 1996). Sin embargo, a nivel local, pareciera que la distribución de la abundancia que está determinando zonas de mayor densidad está más relacionado con la presencia de fondos duros o de la batimetría, más que con las variables hidrográficas (Roa *et al.*, 1997).

En este estudio, no se encontró una relación entre la densidad de langostino colorado y las variables hidrográficas temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, nitrato, nitrito, carbono orgánico ni materia orgánica. En otras palabras, estas variables no tienen una capacidad predictiva lineal en relación con la densidad de langostino colorado en el área de estudio. Solamente se encontró una relación inversa entre la captura por unidad de área y la concentración de fosfato cercano



al fondo ( $r^2=0,312$ ;  $P<0,05$ ;  $n=25$ ). Es decir, altas concentraciones de fosfato en las cercanías del fondo determinó una baja densidad de langostino colorado y viceversa.

Sin embargo, la relación es débil y solamente refleja una muestra de 25 lances positivos en los cuales fue posible medir el fosfato en las cercanías del fondo. Se destaca que el fosfato cercano al fondo se correlaciona negativamente con la latitud ( $r^2=0,35$ ;  $P<0,05$ ;  $n=99$ . Fig. 33), encontrándose concentraciones superiores a  $4 \mu\text{M l}^{-1}$  entre los  $33^\circ\text{S}$  y  $35^\circ\text{S}$ . El segundo foco de langostino colorado, ubicado entre Carranza y Talcahuano ( $35,8\text{-}36,7^\circ\text{S}$ ), fue el que presentó mayor biomasa y coincide con la presencia más baja de concentraciones de fosfato ( $<3 \mu\text{M l}^{-1}$ ), de tal manera que es factible que la relación inversa encontrada entre la CPUA y el fosfato sea fortuita y atribuible solamente a la distribución diferencial de la abundancia.

En efecto, la curva de preferencia-rechazo entre la CPUA y el fosfato indica claramente que hay una preferencia del langostino colorado por distribuirse en bajas concentraciones de fosfato, posteriormente hay una discontinuidad de presencia en concentraciones entre  $2$  y  $3 \mu\text{M l}^{-1}$ , para nuevamente exhibir preferencia en niveles de concentraciones de fosfato  $> 3 \mu\text{M l}^{-1}$ . Esta situación podría estar generando un alto contraste, en términos de valores extremos de las variables regresionadas, y generando una relación significativa.

De acuerdo con los resultados de Roa *et al.* (1995) y Ernst (1996), la población de langostino colorado no está controlada por variables hidrográficas, sino más bien éstas conforman el "clima" en el que habita el langostino colorado con condiciones regulares, más o menos favorables, pero no determinantes. En otras palabras, es factible que la comunidad bentónica posea mecanismos que le permiten habitar un ambiente bajo la influencia de bajo contenido de oxígeno. Las curvas de preferencia revelan que el langostino colorado prefiere distribuir su abundancia en zonas de bajo contenido de oxígeno. Los mecanismos de



adaptación no han sido propuestos ni estudiados, pero pueden existir varios tanto a nivel fisiológico, como a nivel del comportamiento individual que determina migraciones o desplazamientos más o menos importantes de una fracción de la población, tanto en el fondo como en la columna de agua.

### **8.5.2 Análisis meteorológico**

La señal que se logró describir, da cuenta de las condiciones meteorológicas observadas espacialmente entre los 26°00'L.S. y 36°58'L.S. y temporalmente entre el 9 de agosto de 1999 y el 24 de octubre de 1999. En esta área y período se colectaron 633 registros válidos de dirección e intensidad del viento, en nudos. De estos 180 correspondieron a agosto, 353 a septiembre, y 100 a octubre.

Debido a “la pequeña ventana temporal” a través de la cual se observaron los datos meteorológicos, fue imposible efectuar algún análisis de correlación con algún atributo descriptivo del recurso evaluado. Por esto, se ofrece solamente una descripción y caracterización de las condiciones ambientales en el área y período de estudio antes señalado.

Al graficar el Índice de Surgencia contra el rango latitudinal, como se aprecia en la figura 37, es posible observar actividad de surgencia en 2 zonas principales. La primera entre 27°S y 31°S y la segunda entre 35°S y 37°S, ambas con valores promedio del índice de surgencia por sobre 100.

Temporalmente, la actividad del viento fue provocando procesos de surgencia cada vez más activos. Lo anterior se aprecia en la figura 38; en la figura 38a es posible observar que durante agosto la actividad de surgencia fue casi nula, incrementándose rápidamente hasta octubre donde se registraron valores promedio superiores a 300. En la Figura 38b se observa la actividad oceánica en forma semanal, siendo la semana 1 aquella durante la cual se dio inicio al





proyecto (9 de agosto). Es posible apreciar igualmente un incremento en los procesos de surgencia hasta la 10<sup>a</sup> semana, en octubre.

La magnitud zonal-temporal del índice de surgencia es posible observarla en la Figura 39. Los valores positivos del índice dan cuenta de actividad de surgencia, en tanto que los valores negativos dan cuenta del proceso contrario. Se aprecia que durante agosto, la surgencia se concentró entre los 32°S y 34°S, aunque en forma moderada; en tanto que durante septiembre el proceso se intensificó y se extendió a un área mayor (27°S-31°S y 33°S-34°S). Finalmente, durante octubre, el proceso de surgencia fue más intenso aún, particularmente en la zona sur (35°S-37°S).

### 8.5.3 Análisis del sustrato marino

#### 8.5.3.1 Materia orgánica y carbono orgánico

La materia orgánica fluctuó entre 1,5 y 13,3%, ubicándose los valores más bajos (< 5%) distribuidos aleatoriamente a lo largo de la costa (Figuras 40 a 43), sin una tendencia definida en el sentido longitudinal (norte - sur). Sin embargo es posible notar una tendencia general en el sentido latitudinal (este - oeste), donde en la porción occidental de la zona de muestreo tienden a presentarse menores valores, lo cual está asociado con mayores profundidades (Figura 40 a 43 y Tabla 25).

Los valores más altos de materia orgánica (> 7,5%) se presentaron preferentemente frente a las costas de la VII y VIII regiones (Figuras 42 y 43) y sobre la plataforma continental, donde la profundidad es menor de 150m (Tabla 25).

En la plataforma continental frente a la VIII región, es notable la presencia de concentraciones mayores a 10% de materia orgánica, lo que la hace ser un área de muy alta concentración, similar a lo observado dentro de la bahía de Concepción por Rudolph *et al.*, (1984) y sobre la plataforma continental de la VIII



región por Silva (1993). Sin embargo, en bahía de Concepción, las mayores concentraciones de materia orgánica fueron más altas que las observados en este estudio ( 13 % v/s 15 %).

En el caso del carbono orgánico, éste fluctuó entre 0,4 y 3,8%, distribuyéndose los valores más bajos (< 0,8%) en forma aleatoria a lo largo de la costa (Figuras 44 a 47) y al igual que la materia orgánica, sin una tendencia definida en el sentido longitudinal (norte - sur). El carbono orgánico también presentó una tendencia general en el sentido latitudinal (este - oeste), donde en la porción occidental de la zona de muestreo tienden a ubicarse valores menores, es decir donde las profundidades son mayores (Figuras 44 a 47 y Tabla 25).

Los valores más altos de carbono orgánico (>2,4%) se presentaron preferentemente frente a las costas de la VII y VIII regiones (Figuras 46 y 47) y sobre la plataforma continental, donde la profundidad es menor de 150 m (Tabla 25).

Al igual que la materia orgánica, en la plataforma continental frente a la VIII región, es notable la presencia de concentraciones de carbono orgánico mayores a 3,2%, lo que la hace ser un área de muy alta concentración, típico de zonas de alta productividad (Libes, 1992). Estas altas concentraciones de carbono orgánico fueron similares a las observadas dentro de la bahía de Concepción por Rudolph *et al.*, (1984) y sobre la plataforma continental de la VIII región por Silva (1993). Sin embargo, en este caso las mayores concentraciones de carbono orgánico de la bahía de Concepción, fueron similares a las observados en este trabajo. Esto último puede ser el resultado de la diferencia en los métodos de análisis químicos utilizados, por lo que el método REDOX utilizado por Rudolph *et al.*, (1984), podría haber subestimado el carbono orgánico respecto a un método más específico, como es la cuantificación de CO<sub>2</sub> por el detector IR del LECO CR12, utilizado en el presente estudio.

La zonación latitudinal de materia orgánica y carbono orgánico, asociada al relieve submarino, también observada por Silva (1993), frente a la VIII región, donde las



concentraciones mayores ( $> 13\%$  y  $> 3\%$ , respectivamente), tienden a ubicarse sobre la plataforma continental y las concentraciones menores ( $< 3\%$  y  $< 1\%$ , respectivamente), tienden a ubicarse en la zona superior del talud continental.

### 8.5.3.2 Granulometría

En términos generales, la composición granulométrica de los sedimentos estuvo compuesta mayoritariamente por las fracciones más finas del sedimento consistentes, en este caso, por arenas muy finas (0,125 a 0,062 mm de diámetro) y por fangos limo-arcillosos (menores de 0,062 mm de diámetro) (Figuras 50 a 51 y Tabla 25).

Ocasionalmente las arenas finas a arenas muy gruesas (0,125 a 2 mm de diámetro), tuvieron una presencia preponderante ( $>40\%$ ), llegando a superar a las fracciones muy finas, lo cual ocurrió sólo en 10 de los 81 lances (3, 11, 13, 14, 63, 64, 84, 146, 147 y 148) (Figuras 48 a 51 y Tabla 25). Las fracciones más gruesa como son las gravas (4 a 2 mm de diámetro) y los guijarros (4 a 64 mm de diámetro), se presentaron mayoritariamente sólo en dos lances (57 y 58), donde estas fracciones alcanzaron a un 56% (Figura 51, Tabla 25).

La distribución de fracciones granulométricas observada frente a la VIII región, es coincidente con la ya presentada por Silva (1993), donde este autor indica que para el sedimento de esa plataforma continental, la sumatoria de los porcentajes de las arenas muy finas, limos y arcillas fluctúa entre 50 y 100%. Hacia el talud la concentración de las fracciones muy finas disminuyen y aumentan las más gruesas, lo cual también se observó en la información obtenida en el presente trabajo (Figuras 48 a 51 y Tabla 25).

Es importante tener en cuenta que las mediciones de granulometría y también las de composición química, corresponden a muestras tomadas en zonas donde los buques arrastreros pueden efectuar sus faenas de pesca. Evidentemente en el área de estudio existen fracciones muchos más gruesas, como cantos de rodados



y lajas, las cuales no aparecen en los resultados aquí presentados, debido a que se evita trabajar en los lugares donde ellas están presentes para no romper las redes o sufrir trabazones del arte de pesca.

#### 8.5.4 Análisis estadístico de la información

La asociación entre la C<sub>PUA</sub> (t/Km<sup>2</sup>) de langostino colorado con variables oceanográficas se realizó a través del logaritmo de la C<sub>PUA</sub> y las variables (sin transformar) de temperatura (T), salinidad (S), oxígeno (O<sub>2</sub>), nitrato (NO<sub>3</sub>), nitrito (NO<sub>2</sub>), fosfato (PO<sub>4</sub>) cercanos al fondo, carbono orgánico del sedimento (CO) y el contenido de materia orgánica (MO).

El análisis de correlación revela una asociación negativa significativa entre la densidad del langostino colorado y la concentración de fosfato cercano al fondo (Tabla 26), mientras que no hay una correlación lineal con el resto de las variables. El valor p para la correlación entre la densidad del langostino colorado y la temperatura cercana al fondo es levemente mayor que el nivel adoptado p=0,05, de tal manera que es factible construir un modelo de regresión múltiple entre la densidad de langostino colorado, concentración de fosfato y temperatura.

Los resultados revelan un coeficiente de determinación ( $r^2$ ) de 0,487 (n=17; p=0,009). El modelo de regresión múltiple quedaría expresado por:

$$\ln(CPUA) = -3,433 + 3,873 * T - 1,267 * PO_4$$

Sin embargo, en este modelo el coeficiente de regresión asociado a la temperatura y la constante no son estadísticamente significativos (p=0,124 y p=0,094, respectivamente). El modelo de regresión entre la C<sub>PUA</sub> y la concentración de fosfato ( $r^2=0,312$ ; n=25) es:

$$\ln(CPUA) = 3,562 - 1,171 * PO_4$$



### 8.5.5 Determinación de preferencia-rechazo a variables oceanográficas y de sustrato

La distribución de las variables oceanográficas, temperatura (T), salinidad (S), oxígeno (O<sub>2</sub>), nitrato (NO<sub>3</sub>), nitrito (NO<sub>2</sub>), fosfato (PO<sub>4</sub>) cercanos al fondo, carbono orgánico del sedimento (CO) y el contenido de materia orgánica del sedimento (MO) fueron utilizadas para analizar la preferencia y rechazo del langostino a estas variables. Para este fin se utilizó la CPUA (U).

El análisis revela que las densidades de langostino colorado rechazaron temperaturas cercanas al fondo menores de 10,5°C. Cerca de los 11°C se produce un incremento importante en la pendiente de la frecuencia acumulada (FRA) de T\*U, llegando a igualar la FRA de la T. En el caso de la salinidad, hay una preferencia entre 34,3 y 34.5 psu (Figura 52).

La mayor pendiente de la FRA del oxígeno por la CPUA de langostino, en relación con la FRA del oxígeno solo, revela preferencias por concentraciones de oxígeno disuelto entre 1 y 2 ml/l. En el caso de la concentración de nitratos, las mayor densidad de langostino colorado ocurrió en concentraciones de entre 16 y 27 N(uM/L) de nitrato (Figura 53).

La pendiente de las frecuencias acumuladas de nitritos\*CPUA indica en general un rechazo del langostino colorado a esta variable. En el caso del fosfato, hay tres concentraciones asociadas con la CPUA de langostino colorado, una en bajas concentraciones (< 1 N(uM/L)), otra muy importante a los 3 N(uM/L) y otra a los 6 N(uM/L) (Figura 54). Estas preferencias podrían estar explicado la relación lineal inversa encontrada entre el logaritmo de la CPUA y la concentración de fosfato.

En relación con el contenido de materia orgánica (MO) y el carbono orgánico (CO) en los sedimentos, se observa que el langostino colorado no tiene una preferencia ni rechazo por estas variables (Figura 55).



## 9. CONCLUSIONES

- Se detectaron tres focos de abundancia de langostino colorado, uno principal localizado frente a Punta Achira ( $36^{\circ}20'S$ ) con una densidad promedio de  $15,95 \text{ t*km}^{-2}$ , y dos focos secundarios situados frente a Pichilemu ( $34^{\circ}40'S$ ), y el Golfo de Arauco ( $36^{\circ}50'S$ ), con densidades promedios de 3,73 y  $5,77 \text{ t*km}^{-2}$ .
- Según el estimador utilizado, la biomasa total explotable de langostino colorado se sitúa entre  $17.200 \pm 3.000 \text{ t}$  (estimador delta) y  $12.800 \pm 2.200 \text{ t}$  (estimador de razón). En ambas estimaciones el foco localizado frente a Punta Achira representó el 94% de la biomasa total.
- La abundancia total de langostino colorado se estimó en 788 millones de ejemplares, concentrándose 753 millones (95,6%) en el foco principal.
- Las tallas medias presentan en ambos sexos un gradiente latitudinal, más marcado en las hembras, con los ejemplares de mayor tamaño localizados en el foco de Pichilemu y otro batimétrico, con individuos de mayor tamaño en el rango de profundidad superior a 100 m. Los machos presentan tallas medias más altas que las hembras.
- El stock de langostino colorado, estuvo compuesto por 4 grupos etarios (2-5).
- Las hembras representaron el 42% y 53% de la biomasa y abundancia. Al interior de cada foco el aporte de hembras alcanzó al 83, 46 y 31% en sentido norte-sur.



- Durante el período del estudio, el 70,8% de las hembras portaban huevos. En agosto y septiembre, el porcentaje de hembras portadoras se situó entre el 81,3 y 93,5%, disminuyendo en octubre al 53,2%.
- Considerando las contradicciones entre las aproximaciones indirectas de mortalidad, indicadores biológico-reproductivos, la biomasa reportada en el crucero y las derivadas a partir de la información de la flota de pesca, se puede concluir que no existen antecedentes suficientes para establecer el estado de situación actual del recurso
- La pesquería del langostino colorado presenta características multiespecíficas, con una composición que varía latitudinal como batimétricamente.
- Los principales recursos presentes en la captura (en peso), fueron la merluza común (43,5%), langostino colorado (37,8%), langostino amarillo (4,5%), lenguado de ojo grande (2,8%) y congrio negro (2,2%), que en total representaron el 90,8% de la captura total.
- En términos de la fauna acompañante, las especies con mayor importancia relativa fueron la merluza común (70%), langostino amarillo (7,3%), lenguado de ojo grande (4,5%) y congrio negro (3,5%).
- La distribución de langostino colorado está relacionada a la presencia de Aguas Subantárticas (ASAA) y Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AEES).
- La distribución de langostino colorado, se localiza en temperaturas del fondo superiores a 10,5°C, concentraciones de oxígeno de 1 a 2 ml/l. En el caso de nitratos se ubica en concentraciones de 16 a 27 N( $\mu$ M/l).



## 10. BIBLIOGRAFIA

- Alverson, D. and W. Pereyra. 1969. A study of demersal fishes and fisheries of the Northeastern Pacific Ocean. An evaluation of exploratory fishing methods and analytical approaches to stock size and yield forecast. J. Fish. Res. Bd. Canada. 26:1985-2001.
- Arana, P., S. Palma, S. Rosales, M.A. Monardes, C. Olate, J. Vidal, P. Pavez, C. Falcon, T. Melo, C. Hurtado Y M. Arredondo. 1995. Evaluación directa del stock de langostino amarillo y estado de situación del recurso entre la V y VIII Regiones. Informe UCV. 48/95: 284 pp.
- Arana, P., M. Arredondo; N. Silva y V. Venturini. 1994b. Evaluación directa del stock de langostino colorado, por el método de área barrida, mediante la ejecución de un crucero de investigación pesquera. Informe final. Estud. Doc., Univ. Católica Valparaíso, 25/94: 17 pp.
- Arancibia, H. 1988. Cluster analysis: the use of a simple statistical method in the identification of groups. ICES. C.M./D:12 Statistics Cttee., Ref. Demersal Fish Cttee., 18 p.
- Arancibia, H. 1989. Distribution patterns, trophic relationships and stock interactions in the demersal fish assemblage off central Chile. Doctoral Thesis, University of Bremen (FRG), 221 p.
- Arancibia, H. 1992. Distribution patterns of the demersal fish assemblage off central Chile. *Biología Pesquera* 21: 43-53.





- Arancibia, H., M. Fuentealba, L. Cubillos y R. Melendes. 1994. Interacciones predador presa en el ecosistema marico de Chile central. Trabajo presentado en las XIV Jornadas de Ciencias del Mar, Puerto Montt, 74 pp.
- Arcos, D.F. & N. Navarro. 1986. Análisis de un índice de surgencia para la zona de Talcahuano, Chile (Lat. 37°S). *Investigación Pesquera (Chile)* 33:91-98.
- Armstrong, M., D. Renard, J. Rivoirard and P. Petitgas. 1992. Geostatistics for fish survey data. Course held at Centre of Geostatistiques, Fontainbleau, France, 91 p.
- Bahamonde, R. Y R. Roa. 1992. Evaluación del grado de recuperación del langostino colorado: Foco de abundancia de Achira. Informe a Subsecretaría de Pesca. Instituto de Fomento Pesquero
- Bakun, A. 1973. Coastal Upwelling Indices, West Coast of North America, 1946-1971. U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Report NMFS-SSRF 671, 103 pp.
- Bakun, A. 1975. Daily and weekly upwelling indices, west coast of North America, 1967-1973. U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Report NMFS-SSRF 693, 113 pp.
- Bakun, A. 1987. Monthly variability in the ocean habitat off Peru as deduced from maritime observations, 1953 to 1984. *In: The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: three decades of changes.* D. Pauly & I. Tsukayama (Eds.). *ICLARM Studies and Reviews* 15:46-74.
- Barbieri, M.A., A. González Y E. Yáñez, 1995. Time-space variability of sea surface temperature and pelagic resources in northern Chile (1987-92).



International Geoscience and Remote Sensing Symposium. IGARSS'95, Florence, July 10-14, 1995: 300-302.

Blanco, J. & C. Cerda. 1993. Informe Final Proyecto Evaluación directa del stock de merluza común en la zona centro-sur. Capítulo Oceanografía. 121 pp + Anexo de Figuras.

Blanco, J. 1995. Informe Final Proyecto Evaluación hidroacústica del stock de merluza común en la zona centro-sur. Capítulo: Oceanografía. Proyecto FIP 95-14. Fondo de Investigación Pesquera. 74 pp + Anexo de Figuras.

Blomm, S.A. 1981. Similarity indices in community studies: potential pitfalls. Marine Ecology Progress Series 5: 125-128.

Byers S, E Mills & P Stewart. 1978. A comparison of methods of determining organic carbon in marine sediments, with suggestions for a standard method. Hydrobiologia 58(1): 43-47.

Bustos, H. E. y M. A. Retamal. 1985. Estudio biológico pesquero del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*, H Milne Edwards, 1837). Gayana, Zool., 49(3-4): 151 – 164.

Canales C., V. Espejo, C. Montenegro y T. Peñailillo. 1999. Investigación, evaluación y CTP langostino colorado 2000. Informe Final. Circulación restringida. 72 pp. + Tablas y Figuras.

Canales, C., C Montenegro, T. Peñailillo, H. Pool y C. Vicencio, 1998. Evaluación indirecta del stock de langostino colorado en la zona centro-sur. Informe Final, Proyecto FIP N° 97-22. Instituto de Fomento Pesquero: 94 pp.



- D'amours, D. 1993. The distribution of cod (*Gadus morhua*) in relation to temperature and oxygen level in the Gulf of St. Lawrence. Fish. Oceanogr., 2(1): 24-29.
- Deutsch C. Y A. Journal, 1992. GSLIB. Geostatistical software library and user's guide. Oxford University Press. 340 pp.
- Drach, P. 1939. Mue et cycle d'intermue. Cher les crustaces decapodes. Ann. Inst. Oceanogr ("París"), 19: 103 – 391.
- Ernst, B. 1996. Estudio de la dispersión de *Pleuroncodes monodon* (H. Milne Edwards, 1837) en ambientes homogéneos y estimación de parámetros poblacionales en el foco de Punta Achira. Tesis Magíster en Ciencias mención Oceanografía, Escuela de Graduados, Universidad de Concepción.
- Gallardo, V.A., Roa, R., Carrasco, F.D., Cañete, J.I., Enríquez-Briones, S., & Baltasar, M. 1996. Bathymetric and seasonal patterns in the benthic sublittoral megafauna off Chile. Journal of the Marine Biological Association of the U.K., 76:311-326.
- Figuroa, D., M. Sobarzo, L. Soto & P. Dávila. 1994. Capítulo Oceanografía física en: Informe Final. Evaluación Hidroacústica de Jurel en la zona centro-sur, V a IX. Regiones. 220 pp. + Anexos.
- Kleckner, D. 1996. Surfer for Windows user guide. Golden Software Inc.
- Libes, S. 1992. An introduction to marine biogeochemistry. Ed. J. Wiley and Sons Inc. New York, 734 pp.



- Macdonald, P.D.M. and Pitcher, T, J., 1979. Age-groups from size-frequency data: a versatile and efficient method of analysing distribution mixtures. *J. Fish Res. Board. Can.* 36: 987-1001.
- McConnaughey, R.A. 1993. Trawl survey estimation using a comparative approach based on lognormal theory. *Fish. Bull. (U.S.)* 91:107-118.
- Millero, F. AND A. Poisson. 1981. International one atmosphere equation of state of seawater. *Deep Sea Res.*, 28A, 625-629.
- Neter, J., W. Wasserman and M. H. Kutner. 1990. Applied linear statistical models. Third edition. IRWIN, INC: 1181 pp.
- Núñez, S., D. Arcos & F. Véjar. 1997. Informe Final Proyecto FI 95-11. Condiciones oceanográficas que inciden en el reclutamiento de los recursos sardina común y anchoveta en la VIII Región. Capítulo Oceanografía Física. Fondo de Investigación Pesquera, 226 pp + Anexo de Figuras.
- Núñez, S., J. Ortiz & D. Arcos. 1998. Capítulo: Oceanografía física y química. *En: Proyecto FIP 96-13 Evaluación hidroacústica del recurso jurel en las regiones V a IX.* 161 pp + Anexos.
- Núñez, S & J. Ortiz. 1999a. Capítulo: Oceanografía física y química.. *En: Proyecto FIP 98-11 Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la zona económica exclusiva de Chile.* 200 pp + Anexos.
- Núñez, S & J. Ortiz. 1999b. Condiciones oceanográficas asociadas a la distribución espacial de jurel.. *En: Proyecto FIP 99-03 Evaluación hidroacústica del jurel en la zona económica exclusiva de Chile.*



- Núñez, S & J. Ortiz. 1999c. Condiciones oceanográficas asociadas a la distribución espacial de merluza común. *En: Proyecto FIP 99-04 Evaluación hidroacústica de la merluza común en la zona centro-sur.* (en prensa).
- Palma, S. y P. Arana, 1990. Aspectos reproductivos del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) en la zona centro-sur de Chile. *Estud. Doc. U. Cat.* 1/90, Mimeo, 65 pp.
- Parsons, T., Y. Maita & C. Lalli (1984). *A manual of chemical and biological methods for seawater analysis.* Pergamon Press, 172 págs.
- Peñailillo, T. y G. Henríquez, 1990. Estudio de dinámica poblacional del recurso langostino colorado. Instituto de Fomento Pesquero, 90 pp.
- Petitgas, P. Y T. Lafont, 1997. EVA2: Estimation variance. Version 2. A geostatistical software of windows 95 for the precision of fish stock assessment surveys. *ICES CM 1997/Y:22*
- Pope, J.G. 1972. An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. *Res. Bull. ICNAF* 9: 65-74.
- Roa, R. and Bahamonde R. 1993. Growth and expansión of an exploited population of the squad lobster (*Pleuroncodes monodon*) after 3 years without harvesting. *Fish. Res.* 18:305-319.
- Roa, R., F. Tapia, L. Cid, R. Quiñones, B. Ernest, D. Figueroa, H. Arancibia, R. Galleguillos y M.A. Retamal. 1997. Evaluación directa del stock de langostino colorado en la zona centro sur. *Informe Final, Proyecto FIP N°96-23*, 141 pp.



- Roa, R., H. Pool y A. Rivera, 1996. Análisis de la pesquería y evaluación indirecta del stock de langostino colorado de la Zona Centro Sur. Informe Final Proyecto FIP IT/ 95-13. Instituto de Fomento Pesquero (IFOP): 81 pp.
- Roa, R., Gallardo, V.A., Ernst, B., Baltasar, M., Cañete, J.I., & Enríquez-Briones, S. 1995. Nursery ground, age structure and abundance of juvenile squat lobster *Pleuroncodes monodon* on the continental shelf off central Chile. Mar. Ecol. Prog. Ser., 116:47-54.
- Rudolph, A., R. Ahumada y S. Hernández 1984. Distribución de materia orgánica, carbono orgánico, nitrógeno orgánico y fósforo total en los sedimentos recientes de la bahía de Concepción. Biología Pesquera 13: 71-82
- Silva, N. & B. Ramírez. 1982. Condiciones oceanográficas frente a las costas chilenas en 1981: zonas Arica-Coquimbo y Los Vilos - Chiloé. Est. Doc. Ser. Oceanogr. Univ. Católica Valparaíso. 28-1/82: 212 pp.
- Silva, N. 1993. Condiciones oceanográficas y sedimentológicas frente a la bahía de Concepción durante los cruceros de prospección del Langostino Colorado (*Pleuroncodes monodon*) (marzo a diciembre de 1991). Estudios y Documentos, Universidad Católica de Valparaíso N° 6/93: 77pp.
- Serra, R., H. Arancibia, D. Arcos, J. Córdova, H. Muñoz, S. Núñez, J. Olea, A. Paillamán, R. Quiñones & M. Sobarzo. 1994a. Informe Final. Programa para la evaluación del recurso jurel e investigación asociada. Años 1991-1992. Instituto de Fomento Pesquero - Instituto de Investigación Pesquera. ASIPES: 110 pp. + 149 figs.
- Serra, R., H. Arancibia, D. Arcos, M.A. Barbieri, J. Blanco, J. Córdova, H. Muñoz, S. Núñez, J. Osses, R. Quiñones & H. Robotham. 1994b. Informe Final.



Proyecto Evaluación directa del stock de jurel en la zona centro-sur.  
Instituto de Fomento Pesquero - Instituto de Investigación Pesquera.  
Fondo de Investigación Pesquera. 148 p. + 128 figuras.

Sparre, P. y S. Venema. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. FAO Doc. Téc. de Pesca, 306(1), Rev.1: 440 pp.

Thompson, W.F. and F.H. Bell. 1934. Biological statistics of the Pacific halibut fishery. 2. Effect of changes in intensity upon total yield and yield per unit of gear. Rep. Int. Fish. (Pacific Halibut) Comm., (8): 49 pp.

UNESCO. 1981. The practical salinity scale 1978 and the international Equation of State of Seawater 1980. Unesco Tech. Papers in Mar Sci. N°36.

Yáñez E., A. González Y M.A. Barbieri, 1995. Estructura térmica superficial del mar asociada a la distribución espacio-temporal de sardina y anchoveta en la zona norte de Chile entre 1987 y 1992. Invest. Mar., Valparaíso, 23: 123-147.

Zar, J. H. 1974. Biostatistical analysis. Prentice – Hall: 620 pp



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

---

# TABLAS



Tabla 1. Listado de la posición geográfica, fecha y profundidad promedio de las muestras de sedimentos superficiales tomadas en la V, VI, VII y VIII regiones.

Lance	Latitud (S)	Longitud (W)	Fecha	Profundidad media (m)
2	33°29.26'	71°50.16'	16-Ago-99	200
3	33°28.65'	71°50.94'	16-Ago-99	255
5	33°39.83'	71°48.22'	16-Ago-99	103
6	33°40.28'	71°58.71'	16-Ago-99	140
7	33°40.65'	72°01.32'	16-Ago-99	207
8	33°41.79'	72°01.76'	16-Ago-99	214
9	33°49.22'	71°58.42'	17-Ago-99	102
10	33°49.72'	72°04.80'	17-Ago-99	151
11	33°51.33'	72°06.96'	17-Ago-99	197
12	33°50.88'	72°07.08'	17-Ago-99	235
13	33°51.32'	72°07.64'	17-Ago-99	294
14	33°59.89'	72°09.61'	17-Ago-99	208
15	34°17.30'	72°10.70'	17-Ago-99	203
16	34°18.90'	72°08.23'	17-Ago-99	178
17	34°20.71'	72°06.93'	17-Ago-99	166
18	34°22.46'	72°03.21'	18-Ago-99	104
19	34°25.16'	72°08.92'	18-Ago-99	187
22	35°00.89'	72°30.79'	22-Ago-99	143
24	35°01.32'	72°21.61'	22-Ago-99	101
25	34°46.34'	72°09.10'	23-Ago-99	103
26	34°43.42'	72°09.27'	23-Ago-99	127
27	34°44.06'	72°10.14'	23-Ago-99	133
28	34°42.91'	72°13.61'	23-Ago-99	192
29	34°38.99'	72°12.76'	23-Ago-99	231
30	34°31.72'	72°07.89'	23-Ago-99	142
31	34°32.92'	72°06.78'	23-Ago-99	124
32	34°42.92'	72°08.66'	26-Ago-99	123
33	34°44.48'	72°09.98'	26-Ago-99	130
34	34°45.66'	72°11.36'	26-Ago-99	135
35	34°44.77'	72°12.07'	26-Ago-99	147
36	35°05.08'	72°27.69'	26-Ago-99	121
37	35°08.79'	72°26.51'	26-Ago-99	110
38	35°21.47'	72°39.65'	27-Ago-99	98
40	35°29.46'	72°56.19'	27-Ago-99	149
43	35°44.02'	73°05.94'	27-Ago-99	223
48	36°01.02'	72°57.74'	28-Ago-99	252
49	36°05.89'	72°54.19'	28-Ago-99	133
53	36°24.01'	73°33.38'	02-Sep-99	336
57	36°30.46'	73°33.87'	04-Sep-99	208
58	36°29.93'	73°34.18'	04-Sep-99	253
62	36°41.54'	73°21.11'	05-Sep-99	129
63	35°58.32'	72°49.16'	08-Sep-99	102
64	35°59.26'	72°49.69'	08-Sep-99	112
65	36°01.43'	72°53.84'	08-Sep-99	167

Tabla 1 (continuación).

Lance	Latitud (S)	Longitud (W)	Fecha	Profundidad media (m)
66	35°51.66'	72°55.69'	08-Sep-99	163
67	35°50.38'	72°59.74'	08-Sep-99	190
68	35°49.83'	73°03.20'	08-Sep-99	230
69	35°09.31'	72°33.80'	09-Sep-99	148
70	35°08.07'	72°37.21'	09-Sep-99	177
71	35°06.60'	72°38.79'	09-Sep-99	260
72	35°29.73'	72°51.21'	09-Sep-99	112
73	35°31.28'	72°50.26'	09-Sep-99	95
74	35°38.21'	72°52.64'	09-Sep-99	109
75	35°37.86'	72°54.65'	09-Sep-99	120
76	35°39.04'	72°50.98'	09-Sep-99	100
82	36°09.92'	72°56.18'	10-Sep-99	101
84	36°11.58'	73°07.22'	13-Sep-99	138
85	36°10.19'	73°05.23'	13-Sep-99	178
86	36°09.45'	73°07.18'	13-Sep-99	233
88	36°46.89'	73°12.39'	14-Sep-99	145
89	36°47.60'	73°20.60'	14-Sep-99	158
90	36°48.41'	73°20.68'	14-Sep-99	223
91	36°52.35'	73°22.28'	14-Sep-99	138
92	36°54.09'	73°23.25'	14-Sep-99	124
93	36°55.55'	73°21.82'	14-Sep-99	108
100	34°51.68'	72°14.80'	22-Sep-99	120
103	34°37.82'	72°12.84'	22-Sep-99	248
105	34°29.06'	72°09.11'	23-Sep-99	171
113	34°09.14'	72°02.86'	24-Sep-99	103
114	33°59.93'	71°59.22'	24-Sep-99	93
136	35°49.40'	73°06.52'	13-Oct-99	266
137	35°55.15'	72°50.29'	14-Oct-99	137
138	35°53.09'	72°52.88'	14-Oct-99	152
140	35°53.20'	72°50.37'	14-Oct-99	134
142	35°50.03'	72°46.24'	14-Oct-99	94
143	35°55.66'	72°46.76'	14-Oct-99	97
144	36°00.99'	72°54.86'	14-Oct-99	183
146	36°08.62'	72°59.58'	15-Oct-99	150
147	36°10.63'	73°01.23'	15-Oct-99	114
148	36°09.05'	72°58.99'	15-Oct-99	112
187	36°06.80'	73°10.99'	23-Oct-99	313
190	36°22.83'	73°11.35'	23-Oct-99	106

Tabla 2 Centros de gravedad, Radio estandar (DEG) y Coeficiente de Dispersión Relativa (CDR), de la cartografía de Abundancia de langostino colorado, por focos.

<b>Foco 1</b>		
C. Gravedad	72° 09' 41.7" W	34° 43' 51.1" S
Radio Sd (DEG)	1.43	
CDR (%)	1103.31	

<b>Foco 2</b>		
C. Gravedad	72° 51' 40.7" W	35° 59' 44.39" S
Radio Sd (DEG)	3.47	
CDR (%)	793.82	

<b>Foco 3</b>		
C. Gravedad	73° 20' 27.9" W	36° 54' 33.2" S
Radio Sd (DEG)	0.39	
CDR (%)	440.22	

Tabla 3. Areas e indicadores pesqueros globales estimados por foco de agregación del langostino colorado

	Area total (Km <sup>2</sup> )	Número de lances	Captura total (kg)	Area barrida (km <sup>2</sup> )	Rendimiento (t/lance)	Densidad (t/km <sup>2</sup> )	Rango latitudinal
Foco 1	169	16	1,928	1.04	0.12	1.85	34,5-34,8° LS
Foco 2	1,012	41	30,430	2.54	0.74	11.98	35,8-36,7° LS
Foco 3	78	17	4,580	0.88	0.27	5.20	36,8-37,0° LS
Total	1,259	74	36,938	4.46	0.50	8.28	

Tabla 4. Densidades y biomásas estimadas para langostino colorado por focos y tipo de estimador

Foco 1	CPUE (t/km <sup>2</sup> )	Error estándar	CV	Biomasa (t)	LI (t)	LS (t)
Delta	3.73	2.80	0.75	633	69	1,547
Mediana	0.03	0.11	3.67	6	0	43
Promedio	2.29	1.68	0.73	387	39	923
Razon	1.93	1.35	0.70	327	39	754

Foco 2	CPUE (t/km <sup>2</sup> )	Error estándar	CV	Biomasa (t)	LI (t)	LS (t)
Delta	15.95	3.31	0.21	16,139	11,125	22,052
Mediana	5.61	1.75	0.31	5,671	2,896	8,064
Promedio	12.27	2.55	0.21	12,407	8,412	16,881
Razon	11.94	2.50	0.21	12,081	8,136	16,446

Foco 3	CPUE (t/km <sup>2</sup> )	Error estándar	CV	Biomasa (t)	LI (t)	LS (t)
Delta	5.77	1.71	0.30	453	248	687
Mediana	3.11	1.32	0.42	244	128	428
Promedio	5.40	1.58	0.29	423	231	646
Razon	5.30	1.51	0.28	416	232	627

Tabla 5. Biomásas totales determinadas para langostino colorado según estimador

	Delta	Mediana	Promedio	Razón
Biomasa total	17,224	5,921	13,218	12,823
Error estándar	3,006	1,587	2,314	2,268
CV	0.175	0.268	0.175	0.177
LI	14,218	4,334	10,904	10,555
LS	20,230	7,508	15,533	15,092

Tabla 6. Capturas y rendimientos de pesca obtenidos por la flota de pesca comercial y el crucero de investigación

	Flota comercial				Crucero de investigación			
	Capturas (t)	Area (km <sup>2</sup> )	Hrs. Arrastre	CPUE (t/h,a)	Capturas (t)	Area (km <sup>2</sup> )	Hrs. Arrastre	CPUE (t/h,a)
Foco 1	750	295	1,434	0.523	2	169	8	0.241
Foco 2	6,135	660	4,066	1.509	30	1,012	21	1.484
Foco 3	651	395	427	1.522	5	78	9	0.539
Total	7,536	1,351	5,928	1.271	37	1,259	37	0.998

Tabla 7. Densidades y biomasa estimadas de langostino colorado por foco (estimador geoestadístico)..

	CPUA t/mn <sup>2</sup>	Area mn <sup>2</sup>	CV (%)	Biomasa (t)	Límite	
					Inferior (t)	Superior (t)
<b>Foco 1</b>	4.93	104.4	95	515	0	1317
<b>Foco 2</b>	34.6	313.2	18	10837	7624	14050
<b>Foco 3</b>	21.1	21.6	16	456	336	576
<b>Total</b>				11808	7960	15943

Tabla 8. Estadísticas de la talla (mm de longitud cefalotorácica) de langostino colorado por foco y estrato de profundidad. 1999. Intervalo de confianza del 95%.

		<b>MACHOS</b>					
Foco	Estrato (m)	Mínimo (mm)	Máximo (mm)	Media (mm)	L. Inf. (mm)	L.sup. (mm)	n
1	50 - 100						
	> 101	33.0	46.0	39.4	39.1	39.7	217
	Total	33.0	46.0	39.4	39.1	39.7	217
2	50 - 100	22.0	42.0	30.6	30.1	31.2	397
	> 101	11.0	44.0	31.5	31.4	31.7	3949
	Total	11.0	44.0	31.4	31.3	31.6	4346
3	50 - 100	24.0	37.0	30.5	29.7	31.3	62
	> 101	22.0	42.0	32.5	32.4	32.7	1587
	Total	22.0	42.0	32.5	32.4	32.7	1649

		<b>HEMBRAS</b>					
Foco	Estrato (m)	Mínimo (mm)	Máximo (mm)	Media (mm)	L. Inf. (mm)	L.sup. (mm)	n
1	50 - 100						
	> 101	31.0	44.0	37.2	37.1	37.3	1017
	Total	31.0	44.0	37.2	37.1	37.3	1017
2	50 - 100	22.0	38.0	30.0	29.6	30.4	576
	> 101	10.0	46.0	30.5	30.4	30.7	3125
	Total	10.0	46.0	30.5	30.3	30.6	3701
3	50 - 100	26.0	34.0	29.0	28.4	29.6	36
	> 101	23.0	38.0	30.1	29.8	30.3	430
	Total	23.0	38.0	30.1	29.8	30.3	466

Tabla 9. Resultados, para machos por foco, de la separación de la distribución de frecuencias de grupos modales, obtenidos por el MIX

<b>Foco</b>	<b>Grupo Modal</b>	<b>Longitud (mm)</b>	<b>Desviación Estandar</b>
1	5	39.4	1.10
2	2	27.2	2.00
	4	36.5	2.60
3	3	30.9	1.80
	4	36.2	2.30

Tabla 10. Resultados, para hembras por foco, de la separación de la distribución de frecuencias de grupos modales, obtenidos por el MIX

<b>Foco</b>	<b>Grupo Modal</b>	<b>Longitud (mm)</b>	<b>Desviación Estandar</b>
1	4	37.2	1.57
2	2	25.9	1.90
	3	33.3	1.95
3	3	29.8	2.40

Tabla 11. Parámetros estimados del modelo de Análisis de Varianza de dos factores (zona y sexo) de la talla media de langostino colorado.

a) Modelo completo (full)

Parámetro	Estimación	Err. Srd.	Valor t
$\mu$	34.84	0.45	77.79
$\alpha_1$	5.12	0.69	7.43
$\alpha_2$	-3.49	0.53	-6.57
$\alpha_3$	1.1	0.45	2.46
$\alpha_4$	0.29	0.69	0.42
$\alpha_5$	-0.63	0.53	-1.19

b) Análisis de Varianza del modelo full

Fuente	SUM.CUAD.	DF	CUAD. MED.
Regresión	1572.47	5	314.49
Error	2862.2	135	21.2
Total	4434.67	140	

Valor F	14.83
---------	-------

c) Análisis de Varianza del modelo reducido: Décima sobre interacciones

Fuente	SUM.CUAD.	DF	CUAD. MED.
Regresión	1572.47	5	314.49
Error	2862.2	135	21.2
Total	4434.67	140	

Valor F*	0.71009189
----------	------------

d) Análisis de Varianza del modelo reducido: Décima sobre factor sexo

Fuente	SUM.CUAD.	DF	CUAD. MED.
Regresión	1444.3	4	361.08
Error	2990.37	136	21.99
Total	4434.67	140	

Valor F*	6.04533226
----------	------------

e) Análisis de Varianza del modelo reducido: Décima sobre factor zona

Fuente	SUM.CUAD.	DF	CUAD. MED.
Regresión	1444.3	4	361.08
Error	2990.37	136	21.99
Total	4434.67	140	

Valor F*	34.7607784
----------	------------

Valor F\* corresponde a una función de la diferencia entre las sumas residuales de cuadrados de los modelo full y el reducido (Neter et al. 1980)



Tabla 12. Comparación de los parámetros de la relación talla - peso para langostino colorado a través de un modelo de regresión múltiple con variables indicadoras (Neter et al., 1990).

a) Comparación foco 1

Parámetro	Estimación	Err. Srd.	Valor t
$\alpha_0$	-1.9589	0.4662	-4.2019
$\alpha_1^*$	0.1182	0.5831	0.2027
$\alpha_2$	2.1436	0.2951	7.2642
$\alpha_3^*$	-0.0394	0.3667	-0.1073

b) Comparación foco 2

Parámetro	Estimación	Err. Srd.	Valor t
$\alpha_0$	-2.6654	0.0524	-50.832
$\alpha_1^*$	-0.2827	0.0589	-4.7997
$\alpha_2$	2.5911	0.0366	70.8372
$\alpha_3^*$	0.208	0.0406	5.1187

c) Comparación foco 3

Parámetro	Estimación	Err. Srd.	Valor t
$\alpha_0$	-3.6141	0.2489	-14.519
$\alpha_1^*$	0.9474	0.2559	3.7021
$\alpha_2$	3.2715	0.1684	19.4217
$\alpha_3^*$	-0.6066	0.1728	-3.5103

\* Parámetros diferenciales

Tabla 13. Abundancias y biomasa de langostino colorado por foco y sexo

Biomasa Vulnerable	Foco 1	Foco 2	Foco 3	Total	
Ambos sexos	438	13342	366	14146	
%	3.1%	94.3%	2.6%	100%	
Machos	91	7780	277	8149	
Hembras	347	5561	89	5997	
Porcentaje por sexo					
Machos	21%	58%	76%	58%	
Hembras	79%	42%	24%	42%	
Abundancia Vulnerable					
Ambos sexos	1.54E+07	7.53E+08	1.96E+07	7.88E+08	
%	2.0%	95.6%	2.5%	100%	
Machos	2.58E+06	4.04E+08	1.36E+07	4.20E+08	
Hembras	1.29E+07	3.50E+08	6.00E+06	3.69E+08	
Porcentaje por sexo					
Machos	0.17	0.54	0.69	0.53	
Hembras	0.83	0.46	0.31	0.47	
Biomasa Total.					
Ambos sexos	1478	20757	1693	23928	
%	6.2%	86.7%	7.1%	100%	
Machos	840	12618	1481	14939	
Hembras	639	8139	212	8989	
Porcentaje por sexo					
Machos	0.57	0.61	0.87	0.62	
Hembras	0.43	0.39	0.13	0.38	

Tabla 14. Parámetros del patrón de reclutamiento y talla del 50% de reclutamiento de langostino colorado por foco y sexo

Machos	Foco 1	Foco 2	Foco 3
a	41.65	26.03	32.78
b	1.09	1.04	1.14
L50% recl.	38.29	25.06	28.79
Hembras	Foco 1	Foco 2	Foco 3
a	166.55	24.05	32.22
b	4.73	0.99	1.19
L50% recl.	35.19	24.29	27.17

Tabla 15. Biomosas totales y desovantes de hembras de langostino colorado

	Foco 1	Foco 2	Foco 3	Total	%
Bio. Tot. Hembras	639	8139	212	8989	
Bio. Desov. total	582	4644	102	5328	59%
%	91%	57%	48%	59%	
Bio. Desov. Vulnerable	326	4240	64	4630	87%
%	56%	91%	62%	87%	

Tabla 16. Capturas y abundancias promedio de langostino colorado

	Toneladas	%	Número	%
Captura total	7778		2.97E+08	
Machos	3896	0.50	1.34E+08	0.45
Hembras	3882	0.50	1.63E+08	0.55
Abundancia total	28979		1.71E+09	
Machos	16504	0.57	9.45E+08	0.55
Hembras	12474	0.43	7.66E+08	0.45
Abundancia explotable	25691		1.27E+09	
Machos	14517	0.57	6.75E+08	0.53
Hembras	11174	0.43	5.99E+08	0.47
Tasa expl. Machos		24%		14%
Tasa expl. Hembras		31%		21%
Abundancia parental	9669	78%	5.05E+08	66%

Tabla 17. Parámetros del patrón de explotación de reclutamiento y de explotación estimada para langostino colorado.

	Machos			Hembras		
	a	b	L50%	a	b	L50%
P. Reclutam.	26.00	1.04	25.06	15.00	0.60	25
P. Explotac.	10.48	0.29	35.94	19.47	0.56	34.66
Fcr	0.73			1.14		

Tabla 18. Parámetros biológicos de langostino colorado utilizados

	machos	hembras
Loo	59	55
K	0.23	0.26
M	0.35	0.42
Madurez sexual		
a		8.139
b		0.3023
Fecundidad		
a		0.015
b		3.844

Tabla 19. Porcentaje de hembras y huevos removidos por la pesca

Huevos producidos	5.42E+12
Huevos removidos	2.1E+12
Prop de remoción	39%
Captura Hembras	1.63E+08
Captura Hembras maduras	1.45E+08
Prop de remoción hemb. M	89%

Tabla 20. Mortalidades por pesca de referencia y Capturas Biológicas Recomendadas (CBA) por sexo, Langostino colorado V-VIII Regiones

	HEMBRAS			MACHOS			CBA total (t)
	F	CBA (t)	E. Std (t)	F	CBA (t)	E. Std (t)	
F <sub>01</sub>	0.90	2,919	451	0.67	3,048	463	5,967
F <sub>2/3</sub>	0.33	1,153	178	0.26	1,303	200	2,456
F <sub>40%</sub>	0.84	2,794	432	0.64	3,041	462	5,835
F <sub>1/3</sub>	1.07	3,274	506	0.82	3,606	547	6,880
F <sub>max</sub>	1.90	4,825	747	1.56	5,846	898	10,670
Captura real	1.14	3,882		0.73	3,896		7,778

Tabla 21. Proporción sexual y de hembras según portación de huevos para langostino colorado, por foco y mes, período agosto - octubre 1999.

Mes	Zona						Total	
	Foco 1		Foco 2		Foco 3		Machos	Hembras
	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras		
Ago	0.168	0.832	0.513	0.487			0.473	0.527
Sept	0.116	0.884	0.518	0.482			0.517	0.483
Oct			0.559	0.441	0.694	0.306	0.587	0.413
Total	0.167	0.833	0.536	0.464	0.694	0.306	0.540	0.460

Mes	Zona						Total	
	Foco 1		Foco 2		Foco 3		H. No Ovif.	H Ovif.
	H. No Ovif.	H Ovif.	H. No Ovif.	H Ovif.	H. No Ovif.	H Ovif.		
Ago	0.050	0.950	0.218	0.782			0.187	0.813
Sept	0.363	0.637	0.063	0.937			0.065	0.935
Oct			0.492	0.508	0.338	0.662	0.468	0.532
Total	0.055	0.945	0.305	0.695	0.338	0.662	0.292	0.708

Tabla 22. Listado especies que componen la fauna acompañante de langostino colorado, porcentaje en peso de la captura total y simbología utilizada en el análisis comunitario para las especies con presencia mayor al 1%.

Crustáceos				Peces				Otros			
Nombre Común	Nombre científico	Simbología	% Peso	Nombre común	Nombre científico	Simbología	% Peso	Nombre común	Nombre científico	Simbología	% Peso
Langostino colorado	<i>Pleuroncodes monodon</i>	Icol	37.79298	Merluza común	<i>Merluccius gayi gayi</i>	mcom	43.53658	Jibia			0.0044
Langostino amarillo	<i>Cerithinidita jolini</i>	Iam	4.52135	Leng. ojo grande	<i>Hippoglossina macrops</i>	leng	2.82808	Pulpo	<i>Dosidicus gigas</i>		0.0020
Camarón nailon	<i>Heterocarpus reedi</i>	cnail	1.29105	Congrio negro	<i>Gerypterius maculatus</i>	cnegr	2.19869	Otros	<i>Octopus vulgaris</i>		0.0202
Jaiba paco	<i>Mursia gaudichaudi</i>		0.44301	Peje rata azul	<i>Coelotrynchus sp.</i>	rata	1.89454				
Jaiba araña	<i>Libinia clavae granaria</i>		0.19098	Blanquillo	<i>Prolatilus jugularis</i>	blan	1.30250				
Jaiba marmola	<i>Cancer edwardsi</i>		0.07027	Pampanito	<i>Stromateus maculatus</i>	pam	1.24357				
Jaiba limón	<i>Cancer porteri</i>		0.03574	Corvinilla	<i>Micropogon furnieri</i>	corv	1.21258				
Gamba	<i>Haliporoides diomedea</i>		0.02171	Raya volantin	<i>Raja flavirostris</i>		0.43728				
Camarón acorazado	<i>Glyphocrangon rimapes</i>		0.00976	Peje gallo	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>		0.31009				
Centolla	<i>Lithodes santolla</i>		0.00638	Jurel	<i>Trachurus murphyi</i>		0.13997				
Zapateador	<i>Pterygosquilla armata</i>		0.00172	Raya sp.	<i>Raja sp.</i>		0.12214				
Langosta enana	<i>Projasus behamondel</i>		0.00097	Peje humo	<i>Hexanchus griseus</i>		0.08166				
Jaiba mora	<i>Homalaspis plana</i>		0.00051	Pintaraja	<i>Halaelurus chilensis</i>		0.05470				
Langostino de prof.	<i>Munida propinqua</i>		0.00049	Congrio dorado	<i>Gerypterius blacodes</i>		0.04830				
Camarón plano	<i>Stereomastis suhmi</i>		0.00013	Raya templadera	<i>Discopyge tschudii</i>		0.04425				
Otros			0.00003	Tollo	<i>Mustelus sp.</i>		0.03412				
				Peje rata negro	<i>Coelotrynchus sp.</i>		0.01279				
				Cabinza	<i>Isacia conceptionis</i>		0.01137				
				Congrio colorado	<i>Gerypterius chilensis</i>		0.01092				
				Merluza de cola	<i>Macruronus magellanicus</i>		0.00461				
				Cojinoba	<i>Seriolella sp.</i>		0.00428				
				Raya escofina	<i>Psammobatis scobina</i>		0.00365				
				Anguila	<i>Ophichthus sp.</i>		0.00354				
				Anguila morena	<i>Gymnothorax chilensis</i>		0.00329				
				Lenguado ojo chico	<i>Paralichthys microps</i>		0.00708				
				Anguila babosa	<i>Polystotrema polytrema</i>		0.00056				
				Peces Abisales			0.00420				
				Otros			0.03498				

Tabla 23. Estratos de latitud y profundidad utilizados en los análisis de similitud.

	<b>Estratos</b>	<b>Grupo</b>	<b>Simbología</b>	<b>Nº de Lances</b>
<b>Latitud</b>	31°30'-32°30'	1	<b>3130</b>	23
	32°30'-33°00'	2	<b>3230</b>	27
	33°00'-33°30'	3	<b>3300</b>	48
	33°30'-34°00'	4	<b>3330</b>	14
	34°00'-34°30'	5	<b>3400</b>	14
	34°30'-35°00'	6	<b>3430</b>	32
	35°00'-35°30'	7	<b>3300</b>	11
	35°30'-36°00'	8	<b>3530</b>	33
	36°00'-36°30'	9	<b>3600</b>	46
	36°30'-37°00'	10	<b>3630</b>	40
<b>Profundidad</b>	90-120	1	<b>90</b>	90
	120-150	2	<b>120</b>	46
	150-200	3	<b>150</b>	49
	200-250	4	<b>200</b>	40
	250-300	5	<b>250</b>	25
	300-350	6	<b>300</b>	15
	350-400	7	<b>350</b>	6
	> 400 m	8	<b>400</b>	17

Tabla 24. Celdas de latitud/profundidad obtenidas como resultado del análisis de similitud.

<b>Latitud Sur</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Grupo</b>	<b>Simbología</b>	<b>Lances</b>
31°30'-33°00'	90-150	1	L1-P1	30
31°30'-33°00'	200-300	2	L1-P2	47
31°30'-33°00'	>350	3	L1-P3	21
33°30'-35°00'	90-150	4	L2-P1	52
33°30'-35°00'	200-300	5	L2-P2	18
33°30'-35°00'	>350	6	-	1
35°30'-37°00'	90-150	7	L3-P1	103
35°30'-37°00'	200-300	8	L3-P2	15
35°30'-37°00'	>350	9	-	1

Tabla 25. Listado de la composición granulométrica, concentración de materia orgánica y carbono orgánico y profundidad promedio de las muestras de sedimentos superficiales tomadas en la V, VI, VII y VIII regiones.

Lance 2 Tc 1						
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)	
Guijarro	(mayores de 4 mm)	1.63	3.25	0.61	200	
Grava	(4 a 2 mm)	0.26				
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.85				
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	2.86				
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	5.15				
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	7.26				
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	5.00				
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	76.99				
Lance 3 Tc 1						
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)	
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	3.66	0.75	255	
Grava	(4 a 2 mm)	0.48				
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	8.05				
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	23.34				
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	21.12				
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	15.84				
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	9.05				
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	22.12				
Lance 5 Tc 2						
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)	
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	6.25	1.30	103	
Grava	(4 a 2 mm)	0.05				
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.07				
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.09				
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.16				
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	0.13				
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	0.35				
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	99.14				
Lance 6 Tc						
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)	
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	3.02	0.59	140	
Grava	(4 a 2 mm)	1.15				
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	2.43				
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	2.77				
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	3.60				
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	15.09				
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	59.07				
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	15.88				

Tabla 25 (continuación). Listado de la composición granulométrica, concentración de materia orgánica y carbono orgánico y profundidad promedio de las muestras de sedimentos superficiales tomadas en la V, VI, VII y VIII regiones.

Lance 7 Tc 2					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	3.01	0.60	207
Grava	(4 a 2 mm)	0.91			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.98			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.74			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	1.20			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	2.53			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	68.12			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	25.53			
Lance 8 Tc 2					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.21	1.52	0.39	214
Grava	(4 a 2 mm)	0.84			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	1.56			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	1.95			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.88			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	1.97			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	52.09			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	40.50			
Lance 9					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.10	4.20	0.67	102
Grava	(4 a 2 mm)	0.21			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	9.75			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.60			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.85			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	1.22			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	0.30			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	86.96			
Lance 10 Tc 3					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	2.78	0.53	151
Grava	(4 a 2 mm)	0.04			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.76			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	2.40			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	2.89			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	5.62			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	61.53			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	26.76			



Tabla 25 (continuación). Listado de la composición granulométrica, concentración de materia orgánica y carbono orgánico y profundidad promedio de las muestras de sedimentos superficiales tomadas en la V, VI, VII y VIII regiones.

Lance 11 Tc 1					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	3.96	0.47	197
Grava	(4 a 2 mm)	0.12			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	1.47			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	8.40			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	22.63			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	16.98			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	48.76			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	1.65			
Lance 12 Tc 3					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.87	2.76	0.51	235
Grava	(4 a 2 mm)	3.70			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	7.70			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	8.32			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	11.18			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	13.51			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	44.23			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	10.48			
Lance 13 Tc 3					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	4.57	0.67	294
Grava	(4 a 2 mm)	10.53			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	13.32			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	13.58			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	11.58			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	10.05			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	27.92			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	13.02			
Lance 14 Tc 4					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.17	4.23	0.66	208
Grava	(4 a 2 mm)	0.51			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.83			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	6.92			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	27.44			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	25.70			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	28.67			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	9.76			

Tabla 25 (continuación). Listado de la composición granulométrica, concentración de materia orgánica y carbono orgánico y profundidad promedio de las muestras de sedimentos superficiales tomadas en la V, VI, VII y VIII regiones.

Lance 15 Tc 5					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	2.78	0.76	203
Grava	(4 a 2 mm)	0.01			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.04			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.10			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.36			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	0.63			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	51.73			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	47.13			
Lance 16 Tc 5					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	4.91	1.32	178
Grava	(4 a 2 mm)	0.02			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.03			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.10			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.83			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	1.82			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	34.76			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	62.45			
Lance 17 Tc 6					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	5.67	1.37	166
Grava	(4 a 2 mm)	0.04			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.06			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.30			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	4.39			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	9.72			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	8.39			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	77.11			
Lance 18 Tc 6					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	5.04	1.21	104
Grava	(4 a 2 mm)	0.00			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.05			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.08			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.17			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	1.00			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	4.19			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	94.51			

Tabla 25 (continuación). Listado de la composición granulométrica, concentración de materia orgánica y carbono orgánico y profundidad promedio de las muestras de sedimentos superficiales tomadas en la V, VI, VII y VIII regiones.

Lance 19 Tc 6-7					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	2.60	0.77	187
Grava	(4 a 2 mm)	0.02			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.05			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.30			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.74			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	17.57			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	51.30			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	30.02			
Lance 22 Tc 10					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	4.39	0.95	143
Grava	(4 a 2 mm)	0.00			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.22			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.13			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	1.09			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	14.66			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	31.12			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	52.78			
Lance 24 Tc 10					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.02	7.85	1.33	101
Grava	(4 a 2 mm)	0.39			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.21			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.19			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.26			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	0.54			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	1.37			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	97.02			
Lance 25 T.8-9					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	6.53	1.09	103
Grava	(4 a 2 mm)	0.00			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.00			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.15			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.31			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	2.03			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	4.05			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	93.46			

Tabla 25 (continuación). Listado de la composición granulométrica, concentración de materia orgánica y carbono orgánico y profundidad promedio de las muestras de sedimentos superficiales tomadas en la V, VI, VII y VIII regiones.

Lance 26 Tc					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	7.66	1.20	127
Grava	(4 a 2 mm)	0.05			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.12			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.16			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.19			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	0.28			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	0.58			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	98.62			
Lance 27 Tc 8-9					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	7.30	1.40	133
Grava	(4 a 2 mm)	0.00			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.02			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.11			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.42			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	0.53			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	1.09			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	97.83			
Lance 28 T.8-9					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.17	3.94	0.93	192
Grava	(4 a 2 mm)	0.06			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.38			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.48			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.68			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	11.11			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	45.66			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	41.45			
Lance 29 T.7-8					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	3.59	0.57	231
Grava	(4 a 2 mm)	0.88			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	1.48			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	1.97			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	2.19			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	2.24			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	21.63			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	69.61			

Tabla 25 (continuación). Listado de la composición granulométrica, concentración de materia orgánica y carbono orgánico y profundidad promedio de las muestras de sedimentos superficiales tomadas en la V, VI, VII y VIII regiones.

Lance 30 Tc 7					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	4.59	1.00	142
Grava	(4 a 2 mm)	0.00			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.00			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.13			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.65			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	13.45			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	25.46			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	60.31			
Lance 31 Tc.7					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	6.68	1.15	124
Grava	(4 a 2 mm)	0.02			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.16			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.32			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.66			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	3.04			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	5.73			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	90.07			
Lance 32 Tc. 8					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	7.53	1.35	123
Grava	(4 a 2 mm)	1.50			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	1.22			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.56			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.45			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	0.58			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	0.58			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	95.11			
Lance 33 Tc. 8					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	7.48	1.35	130
Grava	(4 a 2 mm)	0.00			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.14			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.28			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.47			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	0.56			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	0.89			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	97.67			

Tabla 25 (continuación). Listado de la composición granulométrica, concentración de materia orgánica y carbono orgánico y profundidad promedio de las muestras de sedimentos superficiales tomadas en la V, VI, VII y VIII regiones.

Lance 34 Tc 8-9					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	7.62	1.46	135
Grava	(4 a 2 mm)	0.00			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.02			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.07			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.30			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	0.37			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	0.89			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	98.35			
Lance 35					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	7.51	1.48	147
Grava	(4 a 2 mm)	0.22			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.68			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.43			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.65			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	0.75			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	1.06			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	96.21			
Lance 36 Tc 10-11					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	7.54	1.78	121
Grava	(4 a 2 mm)	0.09			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.05			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.11			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.14			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	0.25			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	1.30			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	98.07			
Lance 37 Tc 11					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	6.56	1.48	110
Grava	(4 a 2 mm)	0.00			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.02			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.07			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.02			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	0.09			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	1.15			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	98.65			

Tabla 25 (continuación). Listado de la composición granulométrica, concentración de materia orgánica y carbono orgánico y profundidad promedio de las muestras de sedimentos superficiales tomadas en la V, VI, VII y VIII regiones.

Lance 38					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	7.31	0.99	98
Grava	(4 a 2 mm)	0.05			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.23			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.45			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.43			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	0.48			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	1.05			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	97.32			
Lance 40 Tc 13					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.22	3.52	1.12	149
Grava	(4 a 2 mm)	0.03			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.06			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.10			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.21			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	0.88			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	43.99			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	54.52			
Lance 43 Tc14-15					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	2.36	0.66	223
Grava	(4 a 2 mm)	0.00			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.00			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.01			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.08			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	0.59			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	53.82			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	45.49			
Lance 48 Tc 16					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	7.49	2.54	252
Grava	(4 a 2 mm)	0.00			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.17			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.31			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.57			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	0.76			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	1.51			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	96.69			

Tabla 25 (continuación). Listado de la composición granulométrica, concentración de materia orgánica y carbono orgánico y profundidad promedio de las muestras de sedimentos superficiales tomadas en la V, VI, VII y VIII regiones.

Lance 49 tc 16-17					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.02	6.16	1.90	133
Grava	(4 a 2 mm)	0.06			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.31			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	2.07			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	4.84			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	12.93			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	10.23			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	69.53			
Lance 53 Tc 18					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	4.81	0.56	336
Grava	(4 a 2 mm)	0.29			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	1.49			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	1.97			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	1.57			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	1.49			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	2.06			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	91.12			
Lance 57 Tc 19					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	48.17	3.90	0.81	208
Grava	(4 a 2 mm)	8.24			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	6.36			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	3.20			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	3.64			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	10.25			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	10.09			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	10.04			
Lance 58 Tc 19					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	48.92	4.78	1.24	253
Grava	(4 a 2 mm)	7.78			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	2.90			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	2.28			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	5.28			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	10.22			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	8.14			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	14.48			



Tabla 25 (continuación). Listado de la composición granulométrica, concentración de materia orgánica y carbono orgánico y profundidad promedio de las muestras de sedimentos superficiales tomadas en la V, VI, VII y VIII regiones.

Lance 62 Tc 20					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	13.28	3.63	129
Grava	(4 a 2 mm)	0.04			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.22			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.65			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.58			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	0.51			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	0.94			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	97.07			
Lance 63 Tc 16					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.16	2.51	0.63	102
Grava	(4 a 2 mm)	0.09			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.12			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.39			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	9.57			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	64.67			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	7.49			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	17.50			
Lance 64 Tc 16					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	3.11	0.69	112
Grava	(4 a 2 mm)	0.01			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.07			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.37			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	8.40			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	63.78			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	10.46			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	16.90			
Lance 65 Tc					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.17	6.63	1.60	167
Grava	(4 a 2 mm)	0.09			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.11			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.35			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	1.98			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	11.78			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	25.72			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	59.79			

Tabla 25 (continuación). Listado de la composición granulométrica, concentración de materia orgánica y carbono orgánico y profundidad promedio de las muestras de sedimentos superficiales tomadas en la V, VI, VII y VIII regiones.

Lance 66 Tc 15					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	9.61	2.43	163
Grava	(4 a 2 mm)	0.48			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	1.33			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	2.12			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	2.23			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	2.62			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	4.66			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	86.57			
Lance 67 Tc 15					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	8.80	2.29	190
Grava	(4 a 2 mm)	0.06			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.58			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	1.66			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	2.15			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	2.73			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	4.60			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	88.21			
Lance 68 Tc 15					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	5.17	1.66	230
Grava	(4 a 2 mm)	0.00			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.04			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.15			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.80			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	2.34			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	9.66			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	87.02			
Lance 69 Tc 11					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	8.90	1.82	148
Grava	(4 a 2 mm)	0.03			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.18			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.65			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	1.18			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	1.51			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	3.53			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	92.92			

Tabla 25 (continuación). Listado de la composición granulométrica, concentración de materia orgánica y carbono orgánico y profundidad promedio de las muestras de sedimentos superficiales tomadas en la V, VI, VII y VIII regiones.

Lance 70 Tc 11						
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)	
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	2.40	0.62	177	
Grava	(4 a 2 mm)	0.00				
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.04				
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.08				
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.18				
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	0.97				
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	70.92				
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	27.81				
Lance 71 Tc 10-11						
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)	
Guijarro	(mayores de 4 mm)	8.66	3.66	0.66	260	
Grava	(4 a 2 mm)	19.52				
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	13.95				
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	8.42				
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	2.81				
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	1.60				
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	23.27				
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	21.77				
Lance 72 Tc 13						
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)	
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.18	8.08	1.63	112	
Grava	(4 a 2 mm)	0.18				
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.23				
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.13				
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.10				
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	0.05				
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	0.10				
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	99.04				
Lance 73 Tc 13						
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)	
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.55	6.47	1.43	95	
Grava	(4 a 2 mm)	0.34				
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.17				
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.21				
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.62				
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	1.81				
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	7.22				
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	89.08				

Tabla 25 (continuación). Listado de la composición granulométrica, concentración de materia orgánica y carbono orgánico y profundidad promedio de las muestras de sedimentos superficiales tomadas en la V, VI, VII y VIII regiones.

Lance 74 Tc 14					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.26	7.13	1.47	109
Grava	(4 a 2 mm)	0.07			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.74			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	1.12			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.93			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	0.93			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	2.63			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	93.33			
Lance 75 Tc 14					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	7.97	1.85	120
Grava	(4 a 2 mm)	0.10			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.15			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.40			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.42			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	0.54			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	1.44			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	96.95			
Lance 76 Tc 14					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.71	5.98	1.37	100
Grava	(4 a 2 mm)	0.08			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.08			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.04			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.10			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	0.67			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	2.87			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	95.45			
Lance 82 Tc 12					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	2.77	0.67	101
Grava	(4 a 2 mm)	0.13			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.13			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	13.33			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	30.93			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	13.79			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	16.21			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	25.50			

Tabla 25 (continuación). Listado de la composición granulométrica, concentración de materia orgánica y carbono orgánico y profundidad promedio de las muestras de sedimentos superficiales tomadas en la V, VI, VII y VIII regiones.

Lance 84 Tc.17					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.10	2.97	0.93	138
Grava	(4 a 2 mm)	0.04			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.08			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.19			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	3.79			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	50.66			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	26.33			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	18.82			
Lance 85 Tc.17					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.03	5.41	1.23	178
Grava	(4 a 2 mm)	0.26			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.99			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	1.47			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	2.88			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	17.37			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	28.46			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	48.54			
Lance 86 Tc.17					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	9.39	2.58	233
Grava	(4 a 2 mm)	0.00			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.21			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.89			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.84			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	0.94			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	1.84			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	95.28			
Lance 88 Tc20-21					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.10	3.47	0.74	145
Grava	(4 a 2 mm)	0.18			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.10			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.16			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.72			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	32.96			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	37.27			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	28.50			

Tabla 25 (continuación). Listado de la composición granulométrica, concentración de materia orgánica y carbono orgánico y profundidad promedio de las muestras de sedimentos superficiales tomadas en la V, VI, VII y VIII regiones.

Lance 89 T20-21					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	2.71	0.58	158
Grava	(4 a 2 mm)	0.56			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	1.12			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	1.22			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	2.16			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	15.26			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	59.14			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	20.54			
Lance 90 Tc 20-21					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.08	3.96	0.60	223
Grava	(4 a 2 mm)	3.38			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	8.25			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	5.08			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	2.35			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	2.30			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	4.25			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	74.31			
Lance 91 Tc 21					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	10.29	2.51	138
Grava	(4 a 2 mm)	0.00			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.09			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.28			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.47			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	1.96			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	11.16			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	86.02			
Lance 92 Tc 21-22					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00			124
Grava	(4 a 2 mm)	0.00			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.25			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.40			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.49			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	0.89			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	4.01			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	93.95			

Tabla 25 (continuación). Listado de la composición granulométrica, concentración de materia orgánica y carbono orgánico y profundidad promedio de las muestras de sedimentos superficiales tomadas en la V, VI, VII y VIII regiones.

Lance 93 Tc 20-21

Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	10.38	2.36	108
Grava	(4 a 2 mm)	0.00			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.19			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.73			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.82			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	0.98			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	2.60			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	94.68			

Lance 100 Tc 9

Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	8.24	1.44	120
Grava	(4 a 2 mm)	0.00			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.08			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.15			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.36			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	0.49			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	1.89			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	97.03			

Lance 103 Tc 8

Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	1.14	3.08	0.40	248
Grava	(4 a 2 mm)	5.05			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	4.15			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	3.13			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	1.98			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	1.66			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	4.89			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	78.00			

Lance 105 Tc 7

Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.81	3.64	0.90	171
Grava	(4 a 2 mm)	1.93			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	3.58			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	3.34			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	2.05			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	25.72			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	28.76			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	33.80			

Tabla 25 (continuación). Listado de la composición granulométrica, concentración de materia orgánica y carbono orgánico y profundidad promedio de las muestras de sedimentos superficiales tomadas en la V, VI, VII y VIII regiones.

Lance 113 Tc 15						
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)	
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	5.24	1.16	103	
Grava	(4 a 2 mm)	0.00				
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.04				
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.08				
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.19				
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	0.57				
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	2.48				
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	96.65				
Lance 114 Tc 4						
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)	
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	4.50	1.13	93	
Grava	(4 a 2 mm)	0.06				
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.11				
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.10				
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.17				
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	0.23				
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	0.73				
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	98.60				
Lance 136						
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)	
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	2.56	0.72	266	
Grava	(4 a 2 mm)	0.00				
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.11				
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.26				
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.21				
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	0.33				
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	40.02				
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	59.07				
Lance 137						
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)	
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	5.16	1.40	137	
Grava	(4 a 2 mm)	0.05				
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.12				
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.26				
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	1.33				
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	16.13				
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	28.90				
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	53.20				



Tabla 25 (continuación). Listado de la composición granulométrica, concentración de materia orgánica y carbono orgánico y profundidad promedio de las muestras de sedimentos superficiales tomadas en la V, VI, VII y VIII regiones.

Lance 138						
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)	
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	8.70	2.35	152	
Grava	(4 a 2 mm)	0.12				
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.22				
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.63				
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	1.02				
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	1.80				
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	5.24				
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	90.96				
Lance 140						
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)	
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.65	7.50	1.99	134	
Grava	(4 a 2 mm)	0.22				
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.25				
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.13				
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.61				
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	1.78				
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	9.31				
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	87.05				
Lance 142						
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)	
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.60	4.76	1.16	94	
Grava	(4 a 2 mm)	0.07				
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.05				
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.07				
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.10				
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	0.73				
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	20.31				
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	78.09				
Lance 143						
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)	
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	6.90	1.60	97	
Grava	(4 a 2 mm)	0.06				
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.08				
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.12				
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.29				
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	7.44				
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	12.73				
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	79.27				

Tabla 25 (continuación). Listado de la composición granulométrica, concentración de materia orgánica y carbono orgánico y profundidad promedio de las muestras de sedimentos superficiales tomadas en la V, VI, VII y VIII regiones.

Lance 144					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.25	4.66	1.45	183
Grava	(4 a 2 mm)	0.17			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.14			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.34			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	1.34			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	10.41			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	46.39			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	40.97			
Lance 146					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	2.96	3.73	1.23	150
Grava	(4 a 2 mm)	0.27			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.45			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.91			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	4.45			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	35.63			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	27.22			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	28.12			
Lance 147					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	2.33	0.65	114
Grava	(4 a 2 mm)	0.05			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.12			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.30			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	2.75			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	55.24			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	30.71			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	10.82			
Lance 148					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.05	2.06	0.59	112
Grava	(4 a 2 mm)	0.04			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.09			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.30			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	5.75			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	65.25			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	21.61			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	6.91			

Tabla 25 (continuación). Listado de la composición granulométrica, concentración de materia orgánica y carbono orgánico y profundidad promedio de las muestras de sedimentos superficiales tomadas en la V, VI, VII y VIII regiones.

Lance 187					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	11.84	3.50	313
Grava	(4 a 2 mm)	0.03			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.08			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.38			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.70			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	0.43			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	0.41			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	97.97			
Lance 190					
Tipo de material	Diámetro de partícula	% correg. por S o/oo	Materia Org %	Carbono Org. %	Prof. (m)
Guijarro	(mayores de 4 mm)	0.00	13.01	3.78	106
Grava	(4 a 2 mm)	0.00			
Arena muy gruesa	(2 a 1 mm)	0.03			
Arena gruesa	(1 a 0.5 mm)	0.18			
Arena mediana	(0.5 a 0.25 mm)	0.21			
Arena fina	(0.25 a 0.125 mm)	0.24			
Arena muy fina	(0.125 a 0.062 mm)	0.48			
Limo + arcilla	(menores de 0.062 mm)	98.86			

Tabla 26. Correlación entre la densidad de langostino colorado (CPUA) y las variables oceanográficas (n=número de datos; p = valor de significancia)

Variable	r	n	P
Fosfato	-0,559	25	0,004
Temperatura	0,454	19	0,051
Carbono Org.	0,284	28	0,143
Oxígeno	0,268	25	0,194
Salinidad	-0,295	12	0,352
Mat. Org.	0,153	28	0,438
Nitrito	0,161	25	0,442
Nitrato	-0,125	25	0,551



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

---

# FIGURAS

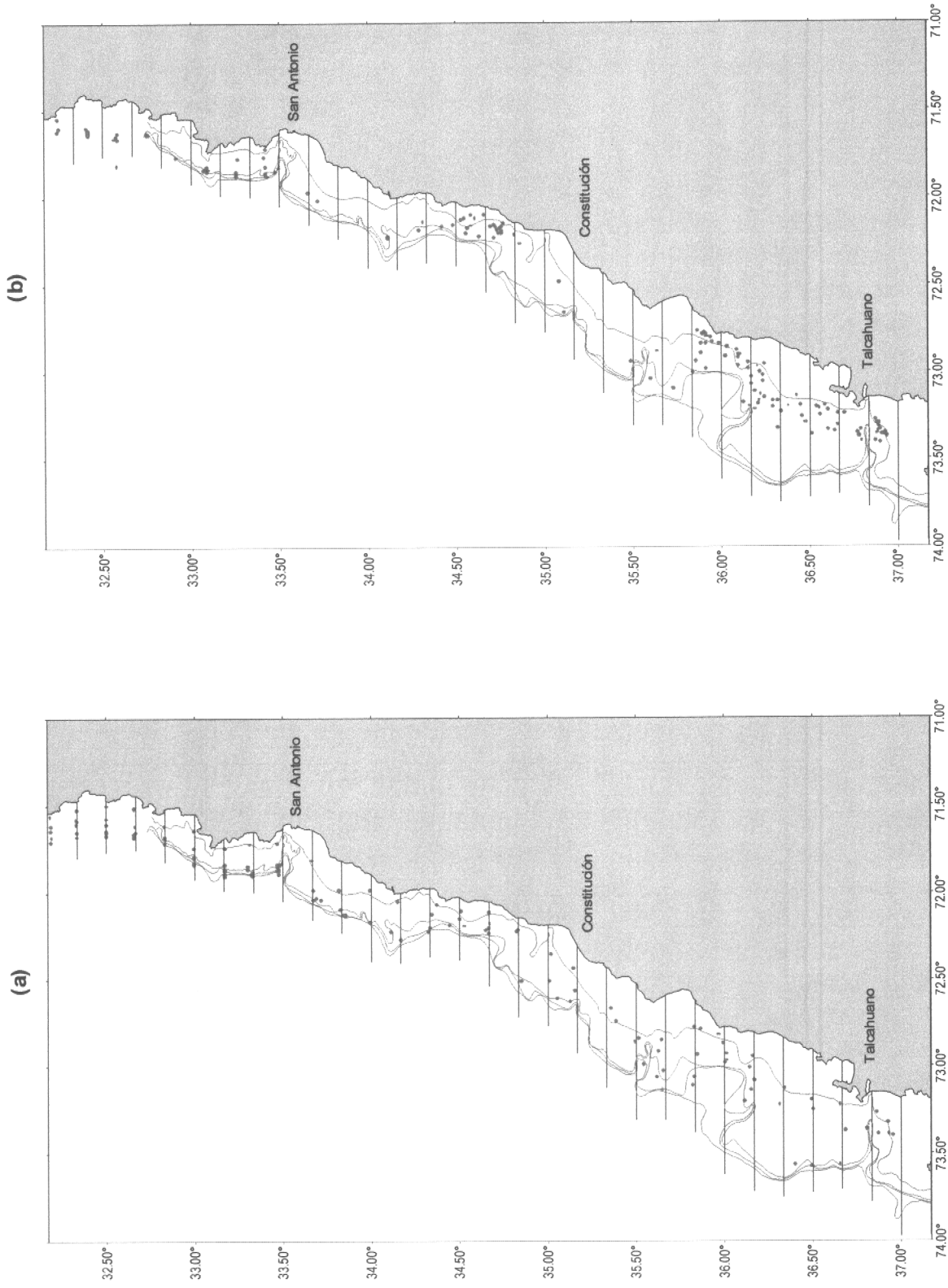


Figura 1. Área de estudio y distribución espacial de: a) lances en las transectas y b) lances complementarios.

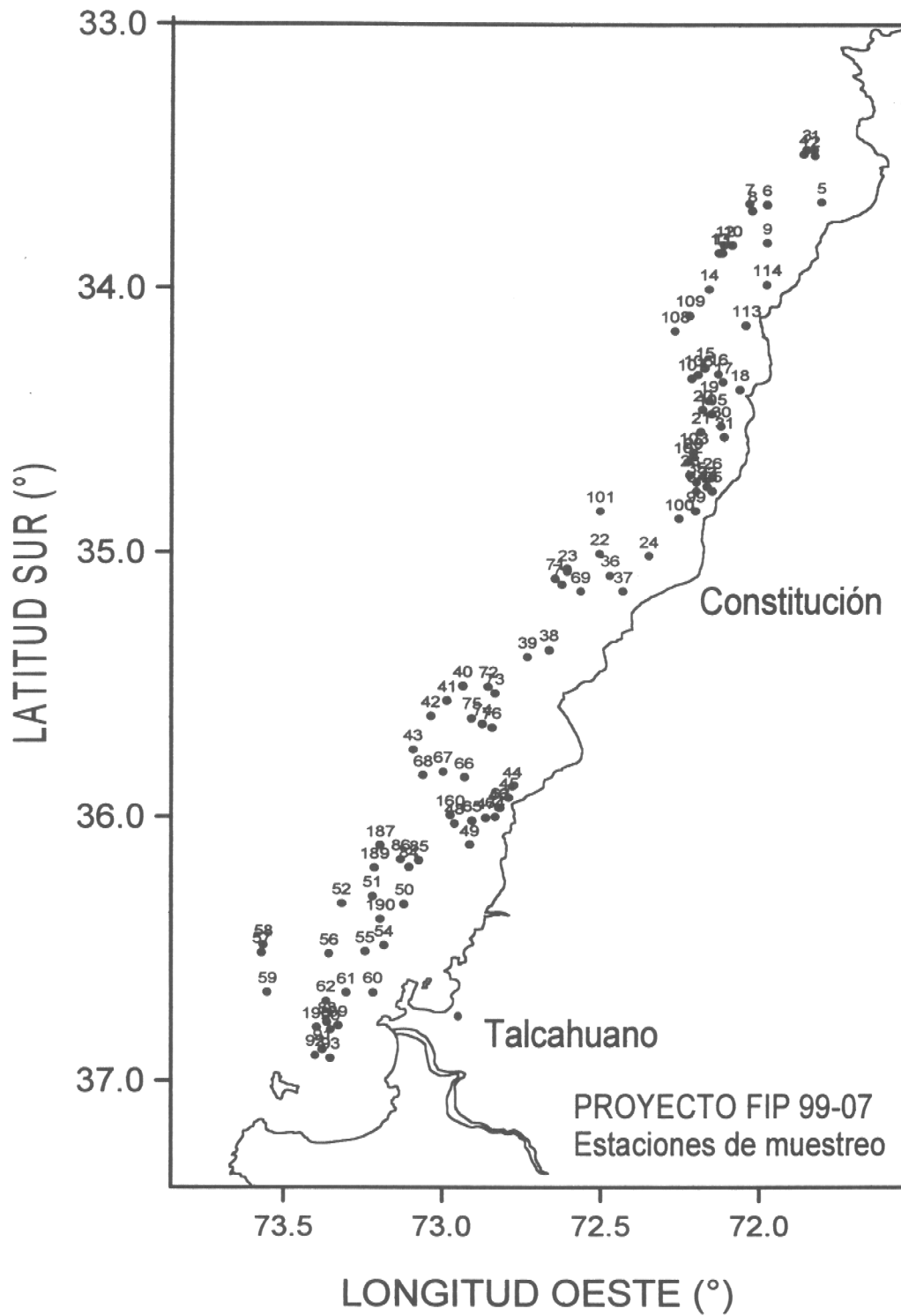


Figura 2. Area de estudio indicando las estaciones de muestreo oceanográficas.

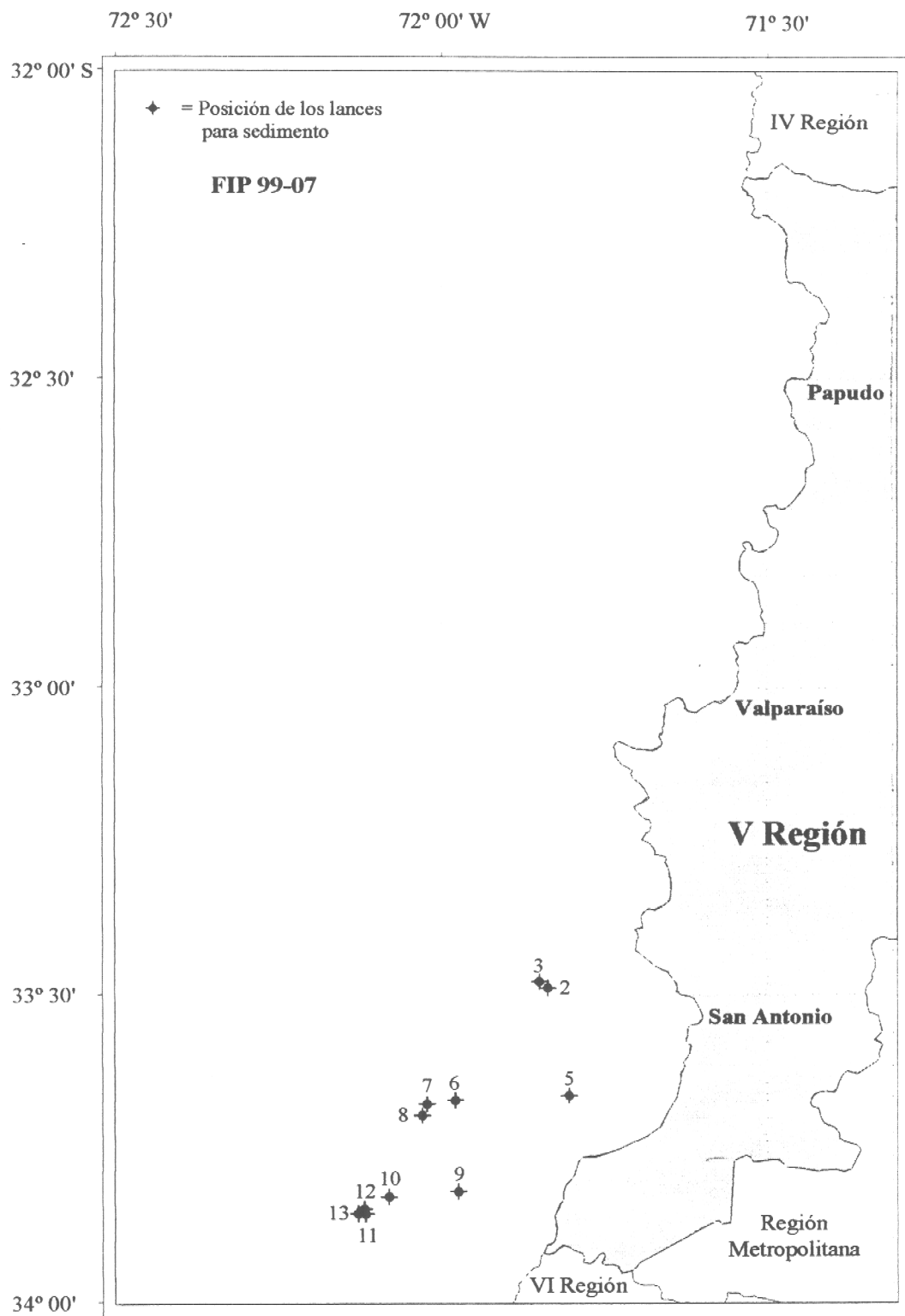


Figura 3. Ubicación geográfica de los lances de pesca con muestreo de sedimentos en la V región.



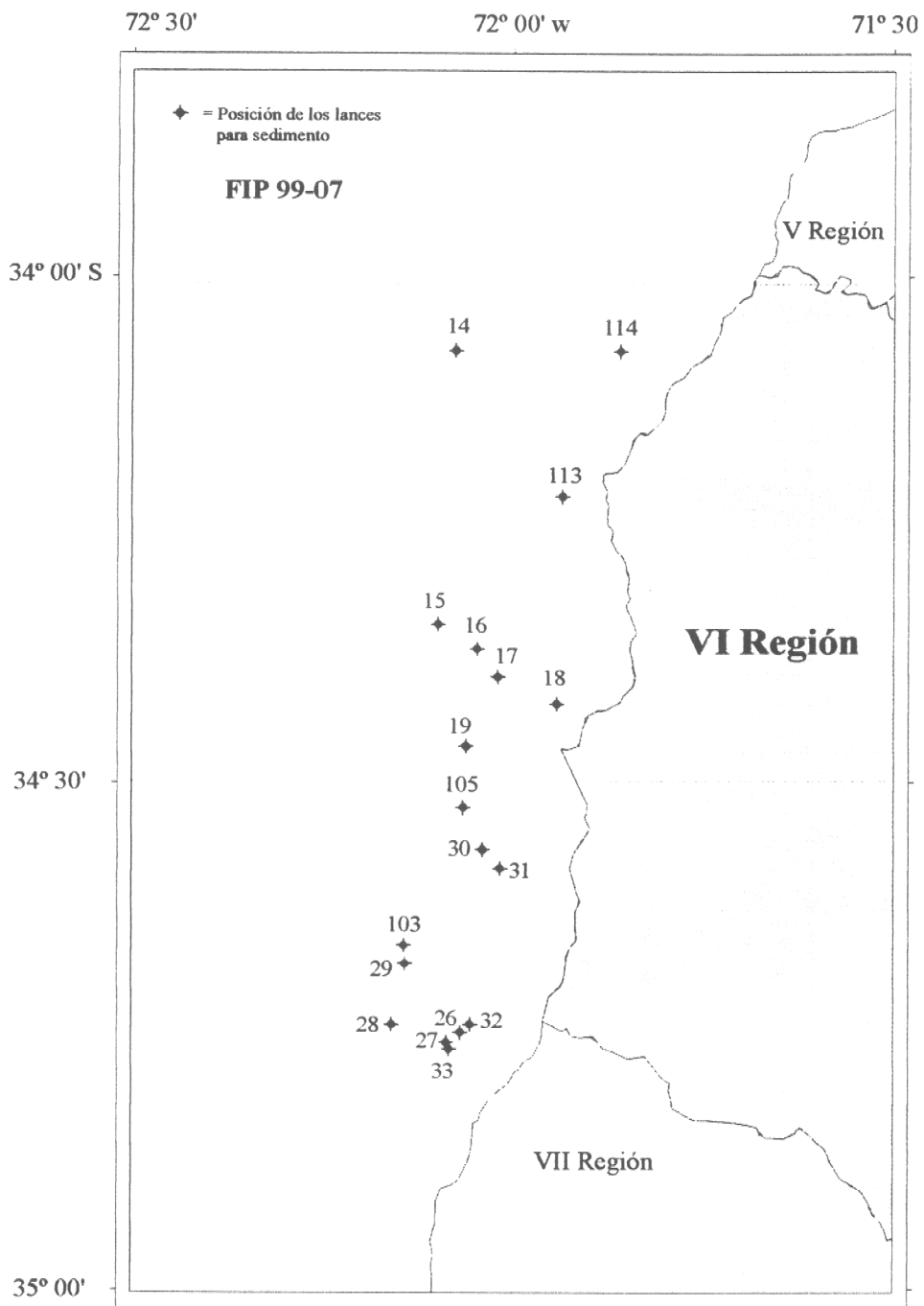


Figura 4. Ubicación geográfica de los lances de pesca con muestreo de sedimentos en la VI región.

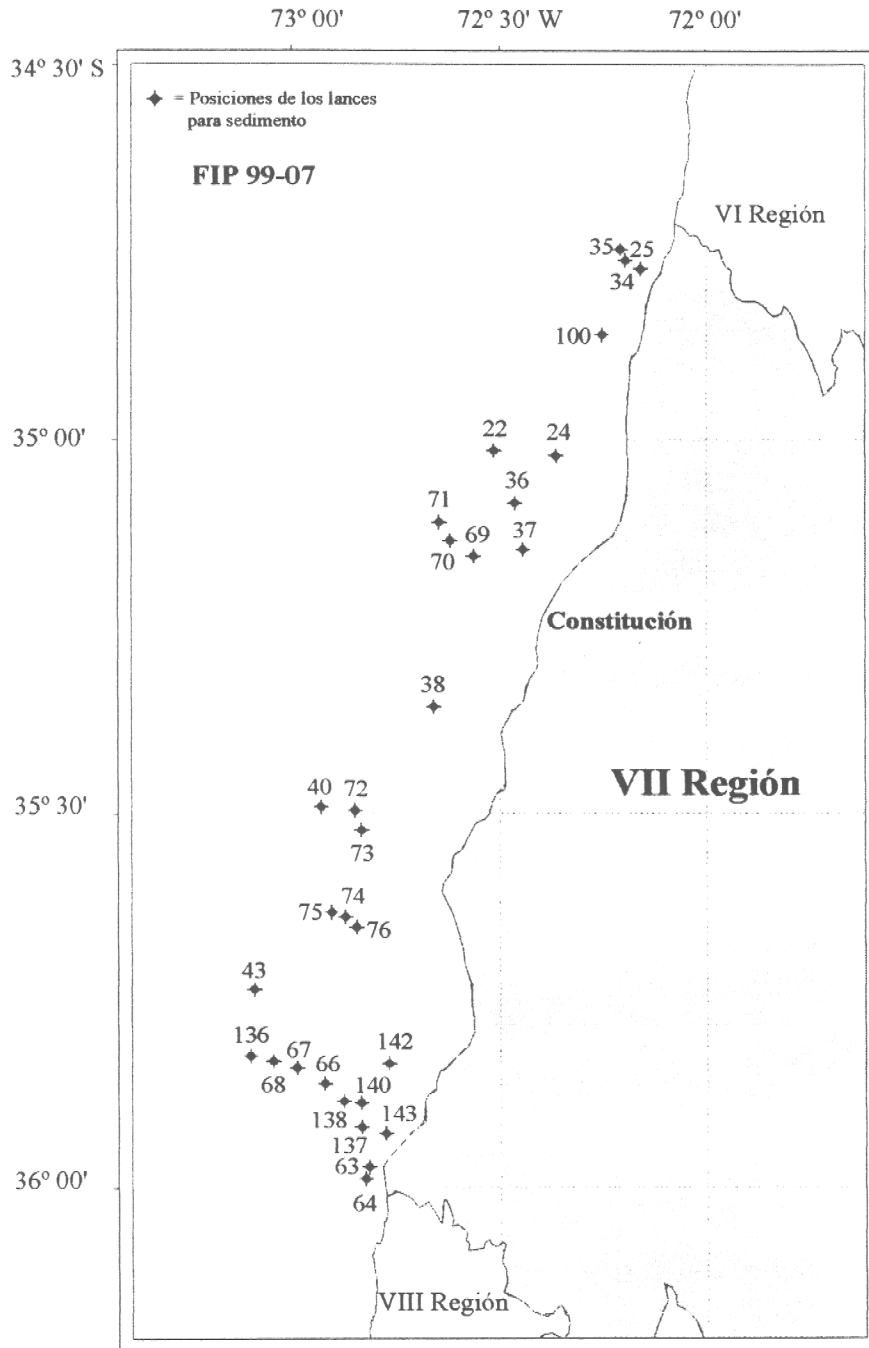


Figura 5. Ubicación geográfica de los lances de pesca con muestreo de sedimentos en la VII región.

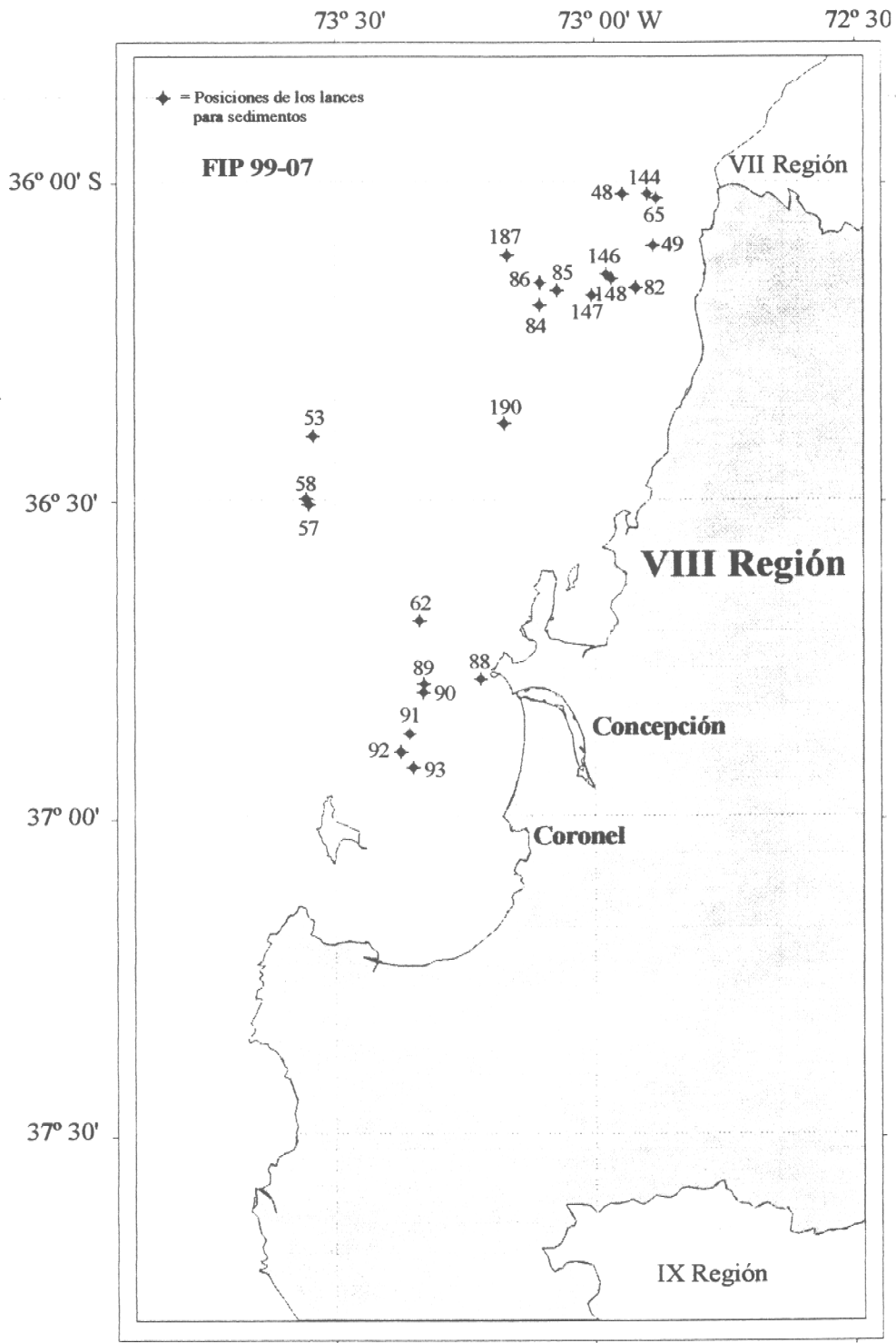


Figura 6. Ubicación geográfica de los lances de pesca con muestreo de sedimentos en la VIII región.

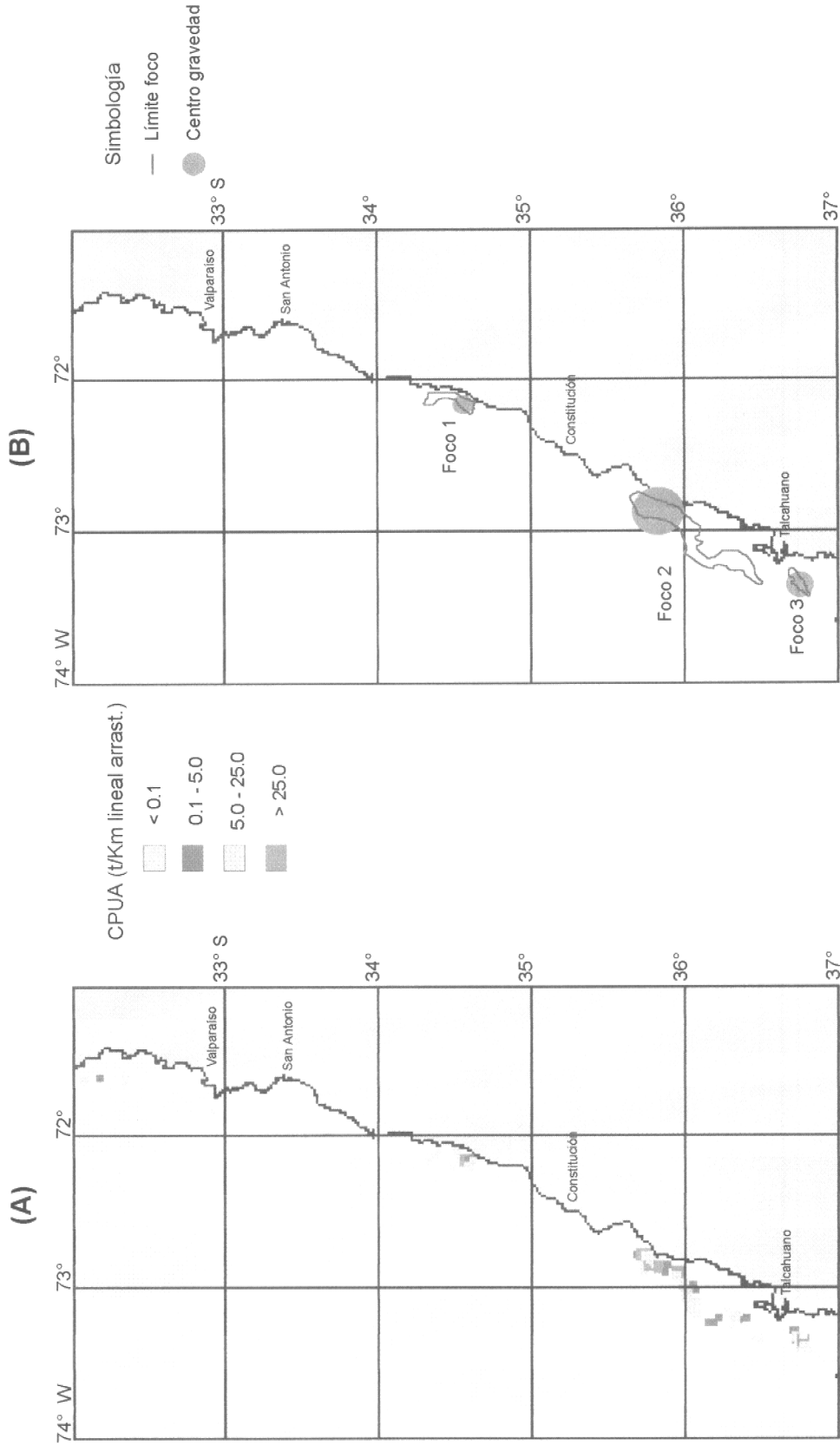


Figura 7. Distribución espacial de CPUE (ton/Km lineal arrastrado) de langostino colorado (A) y centros de gravedad por focos de abundancia (B).

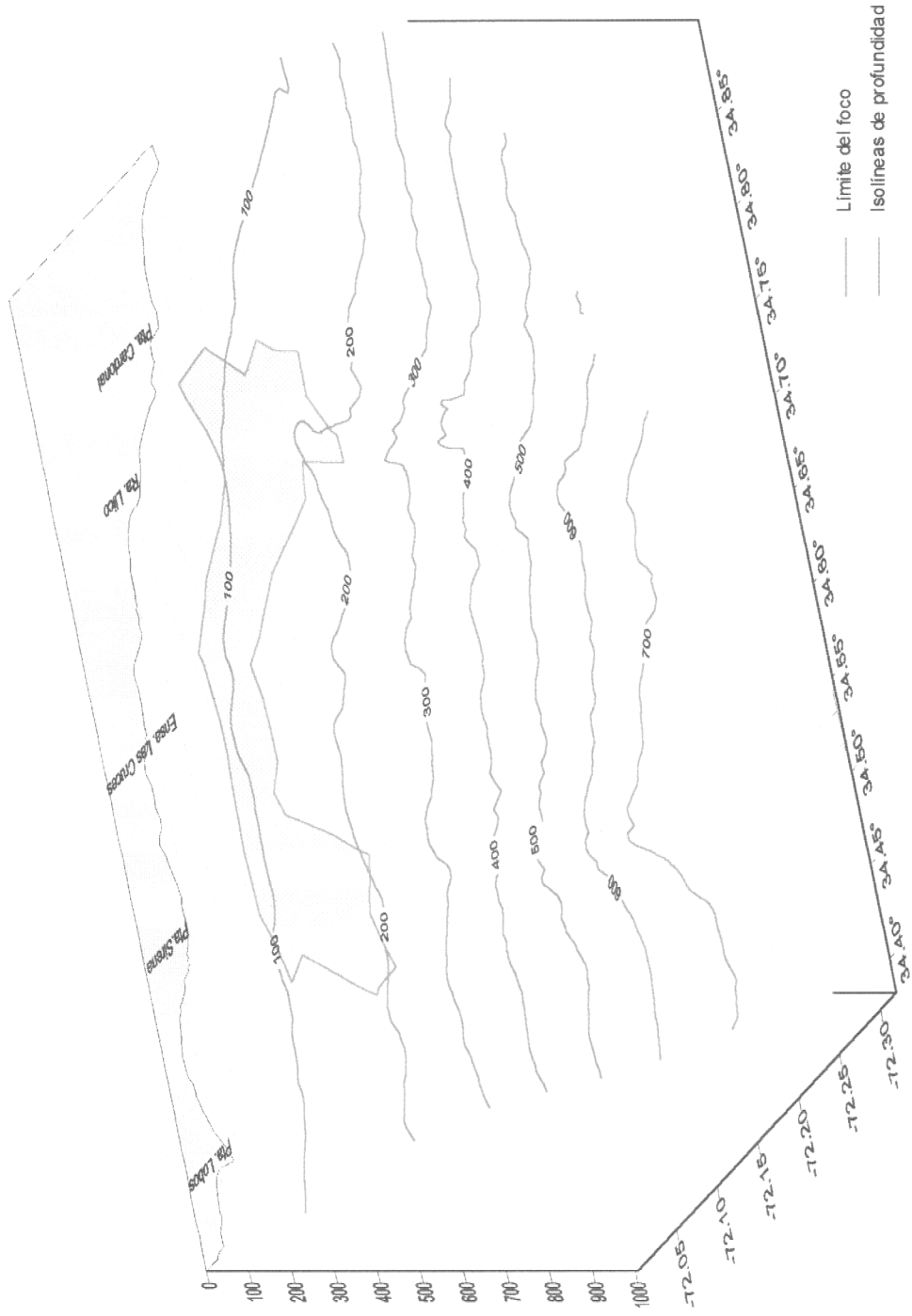


Figura 8. Distribución batimétrica del foco de abundancia 1 de langostino colorado.

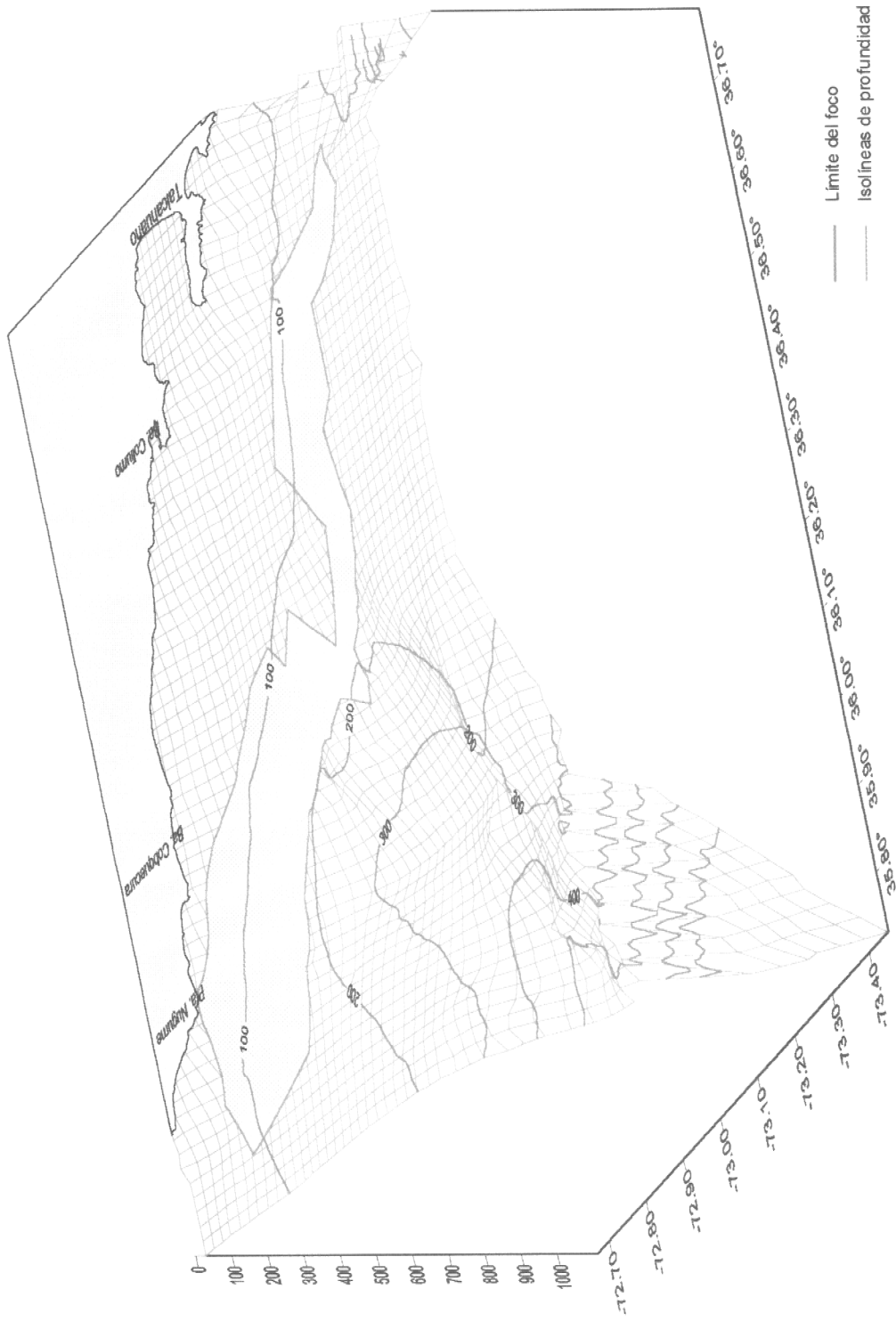


Figura 9. Distribución batimétrica del foco de abundancia 2 de langostino colorado.

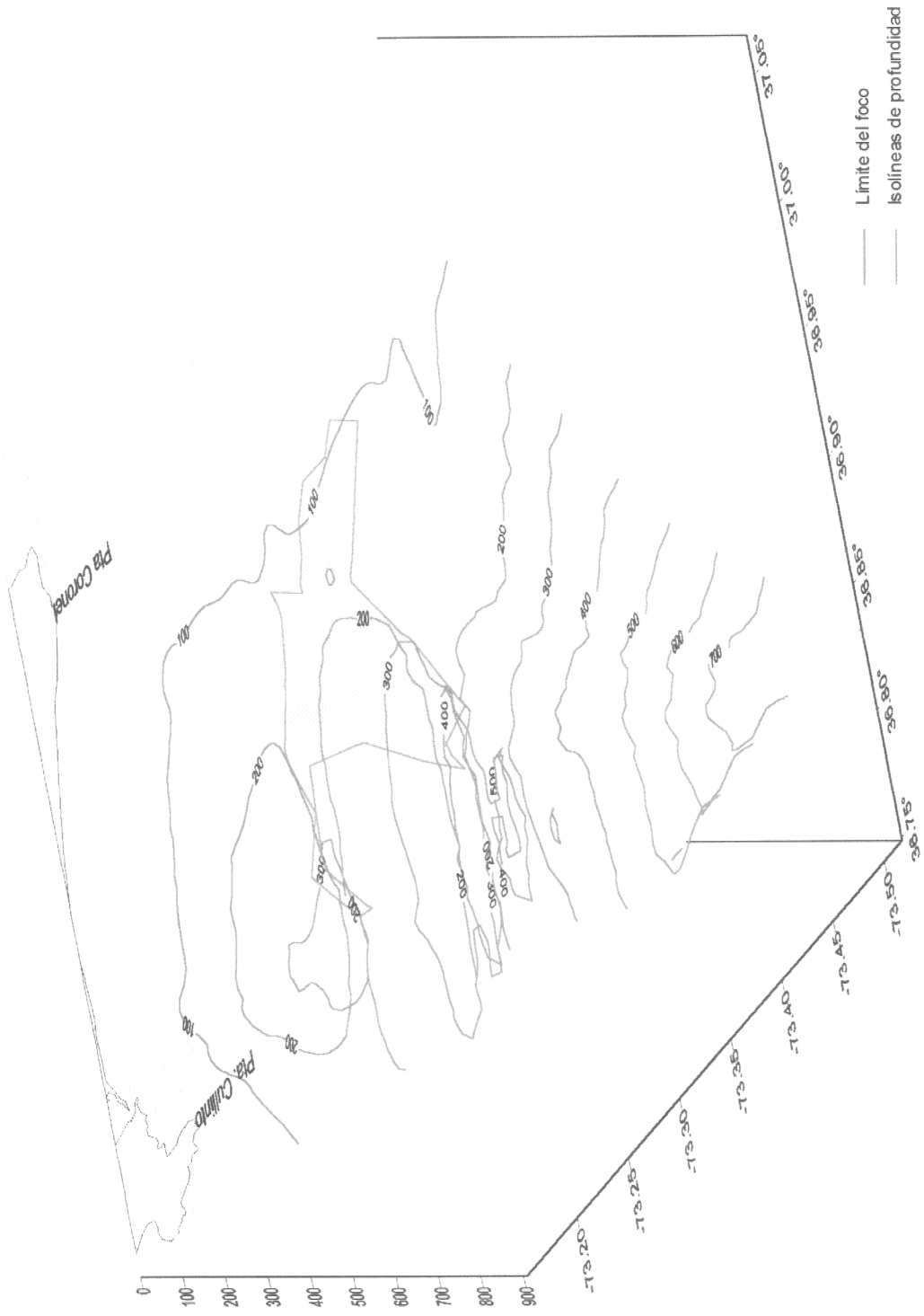


Figura 10. Distribución batimétrica del foco de abundancia 3 de langostino colorado.

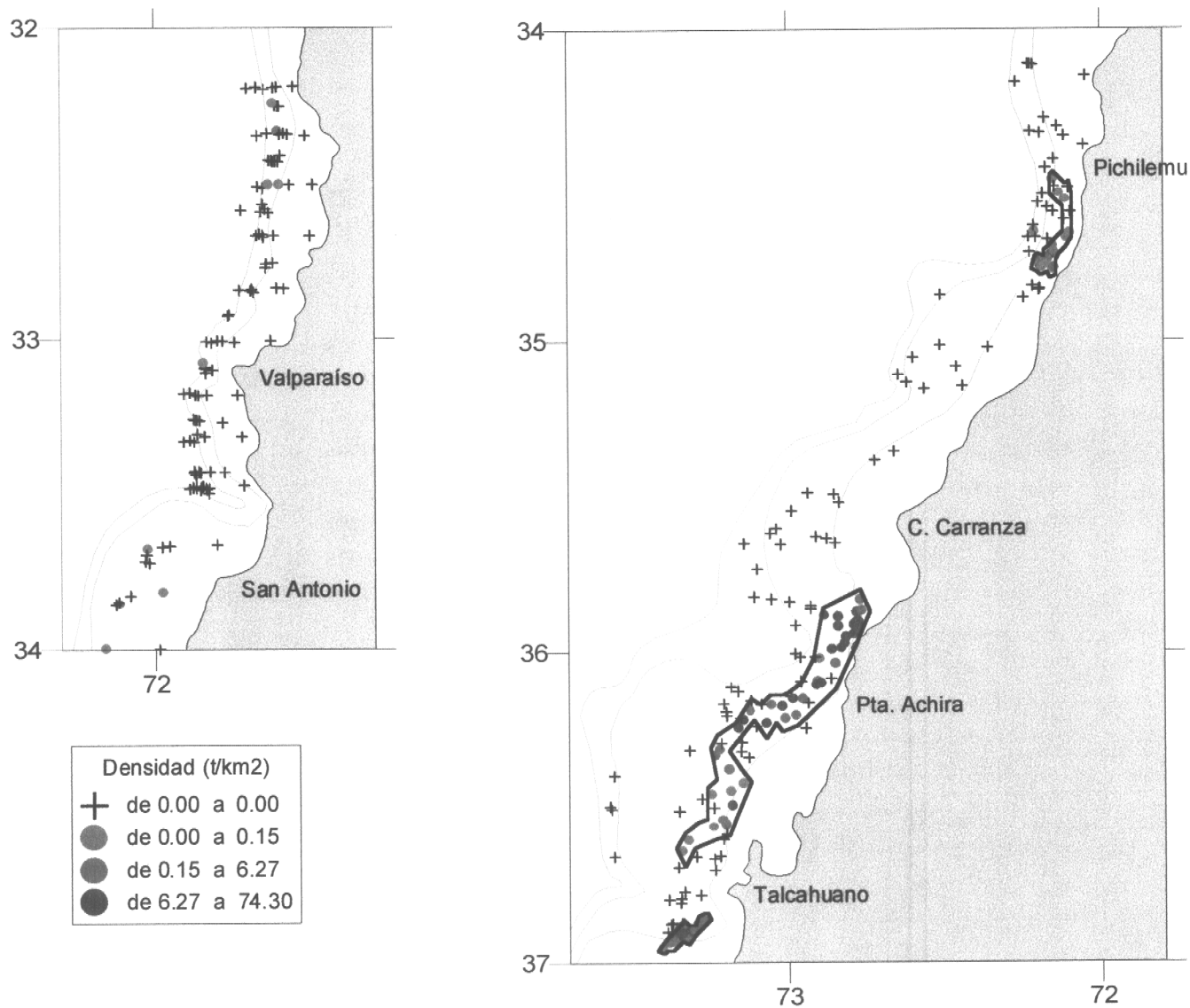


Figura 11. Distribución espacial de la densidad reportada en el crucero de evaluación del langostino colorado y focos de abundancia identificados



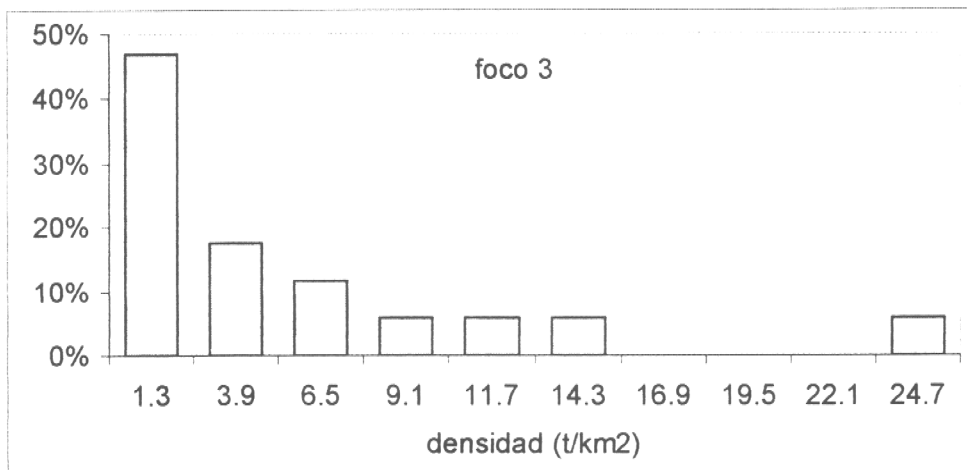
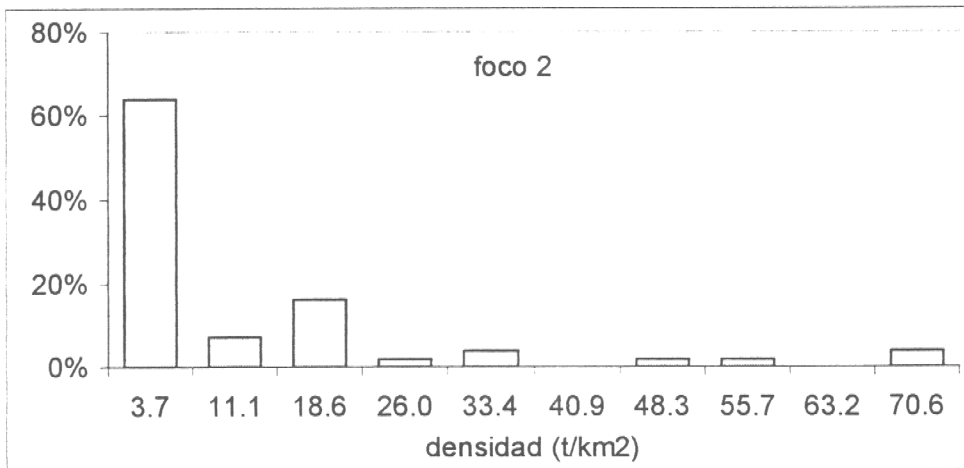
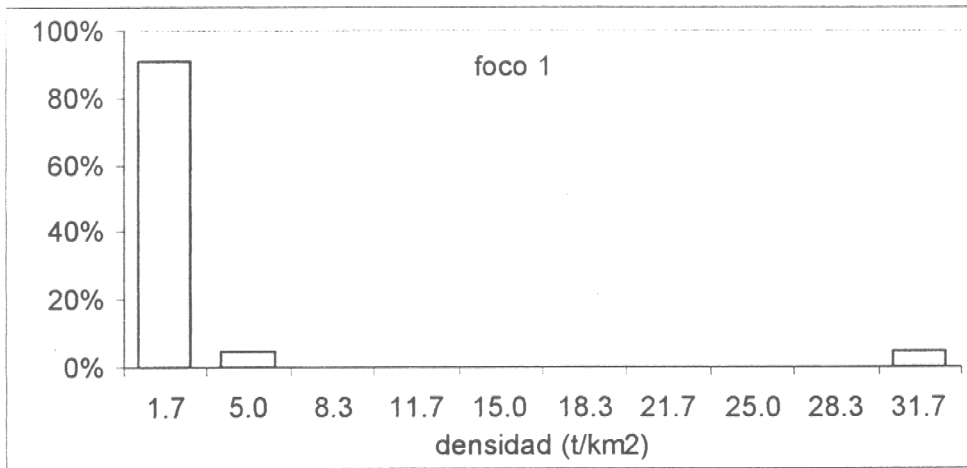


Figura 12. Estructura de la densidad de langostino colorado por focos de abundancia

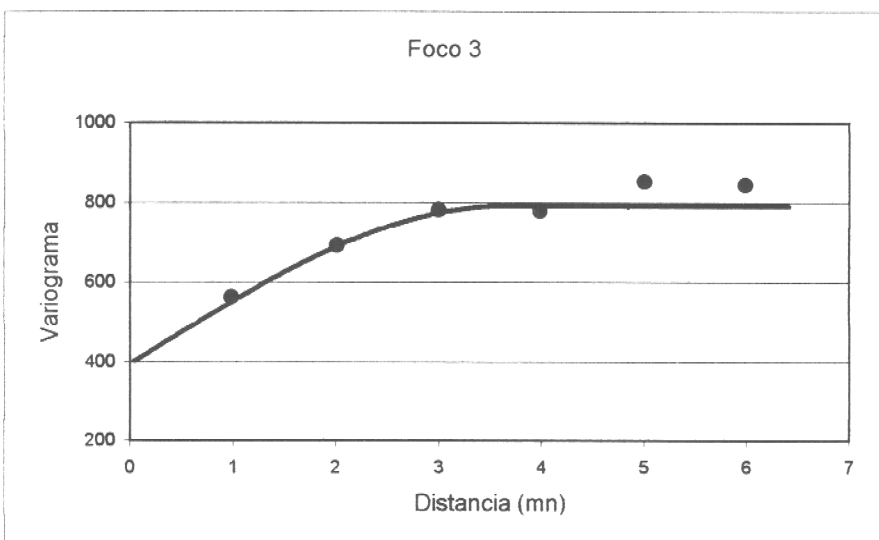
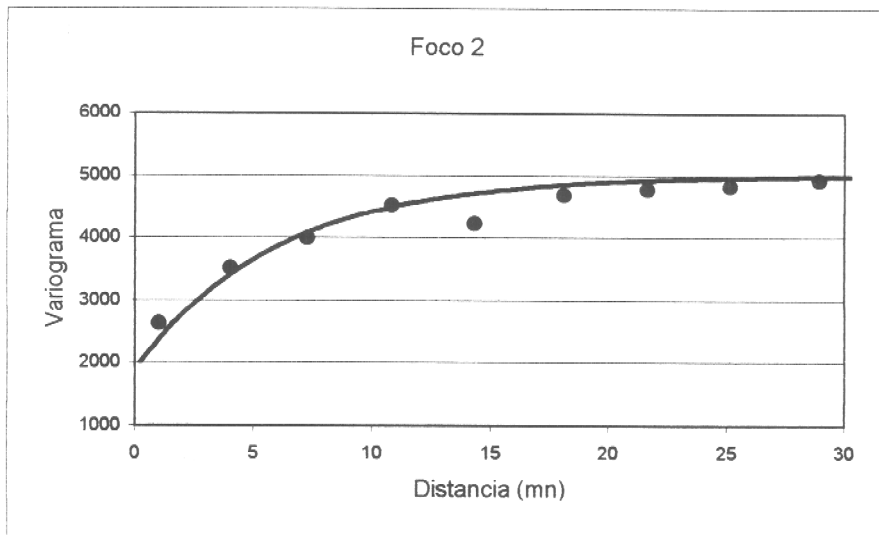
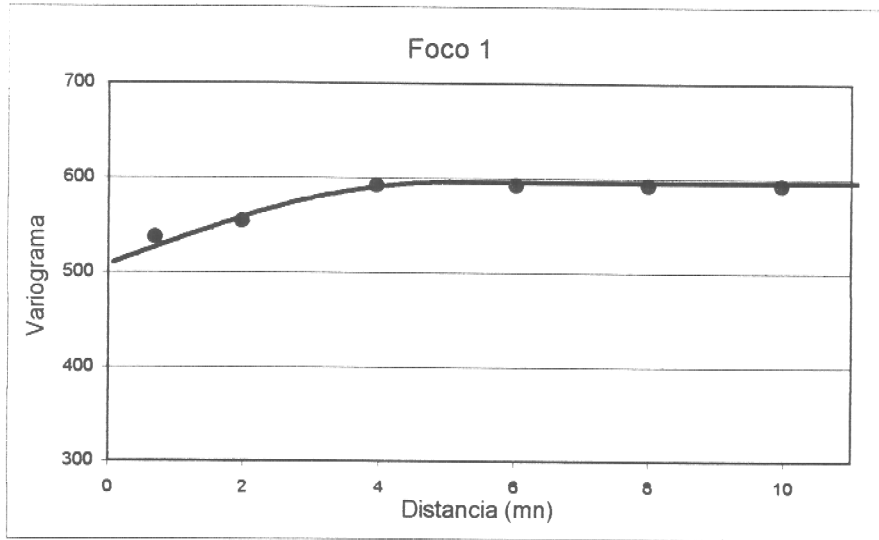


Figura 13 Variogramas experimentales (puntos) y teóricos (línea), estimados los focos de distribución de langostino colorado.

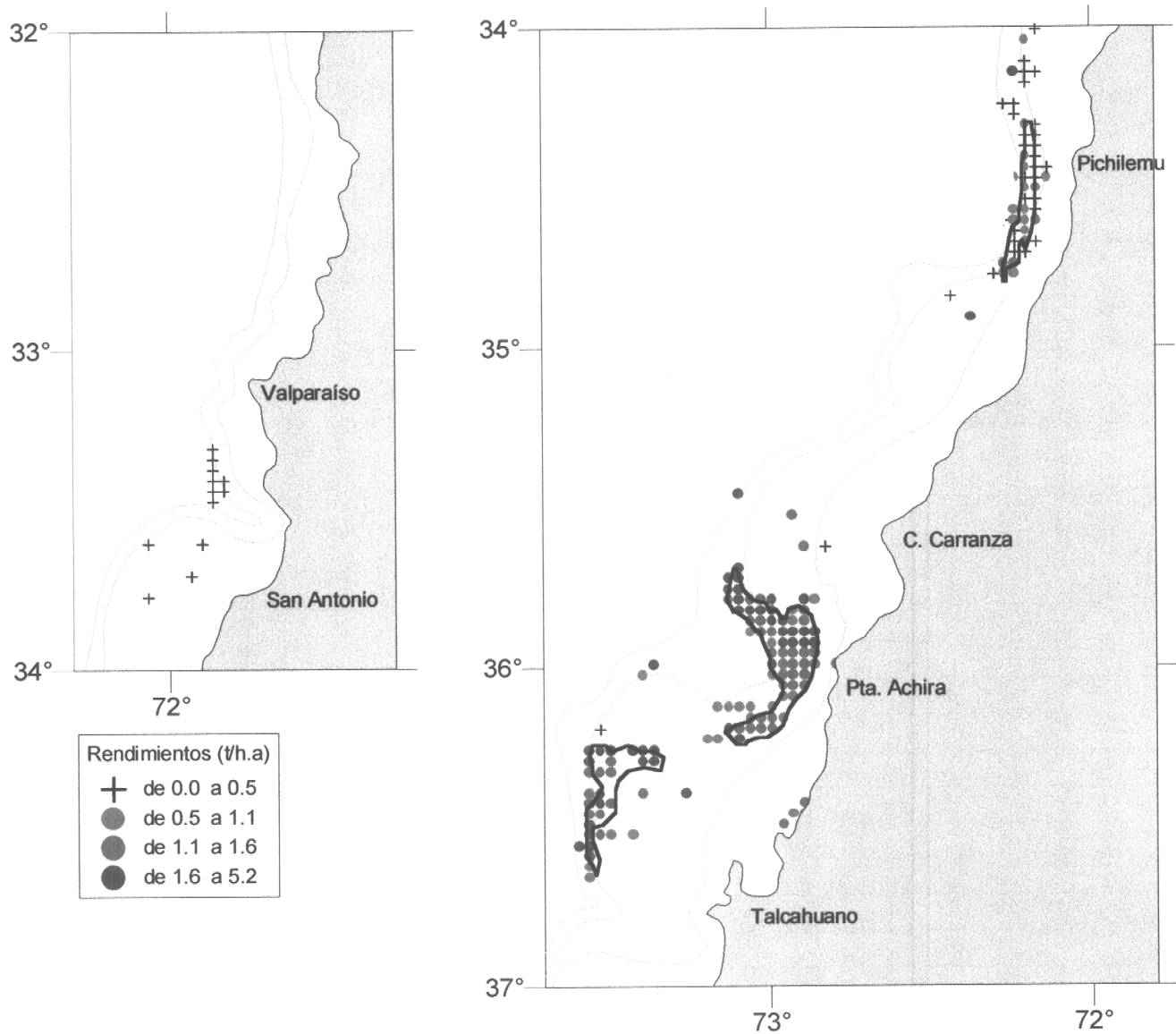
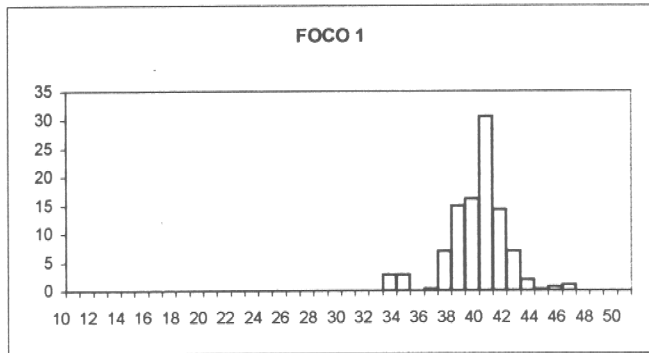


Figura 14. Distribución espacial de los rendimientos de pesca reportados por la flota comercial entre abril y septiembre de 1999, y sus focos de abundancia identificados

**MACHOS**



**HEMBRAS**

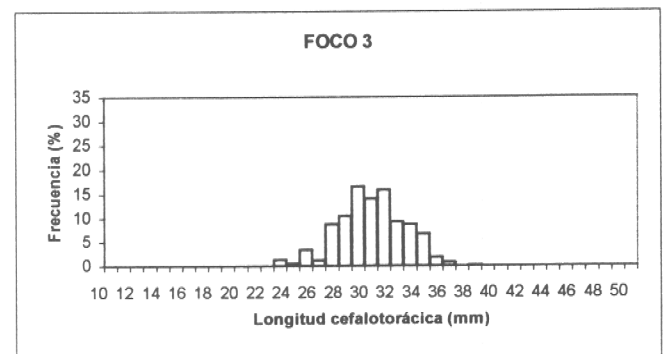
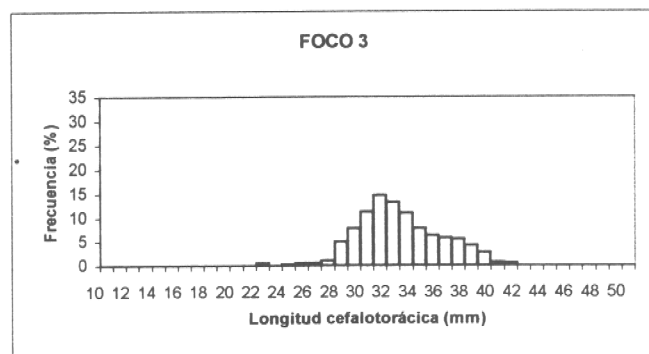
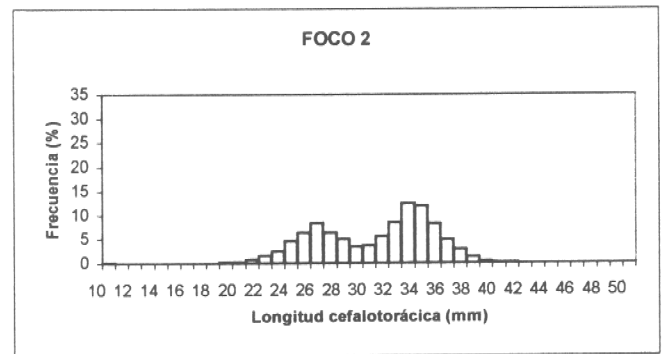
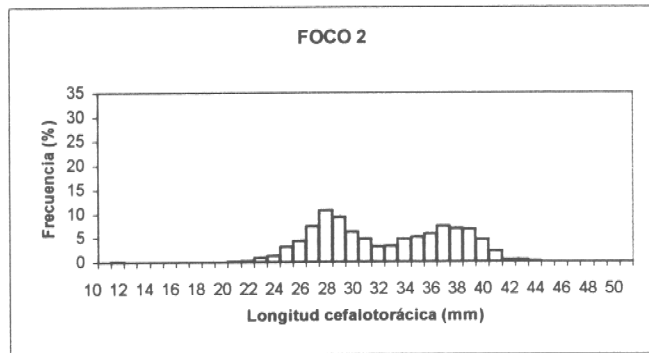
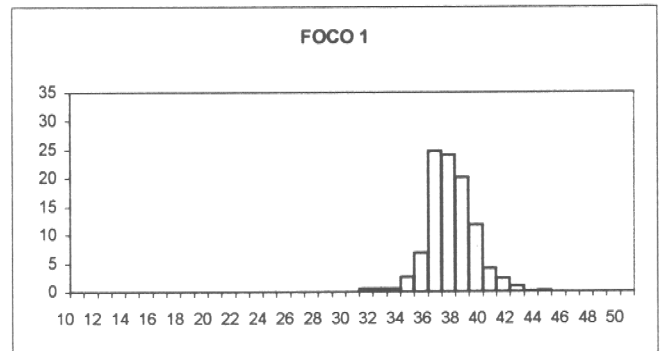


Figura 15. Estructura de tallas de langostino colorado, por foco. 1999

**50 - 100 m**

**> 101 m**

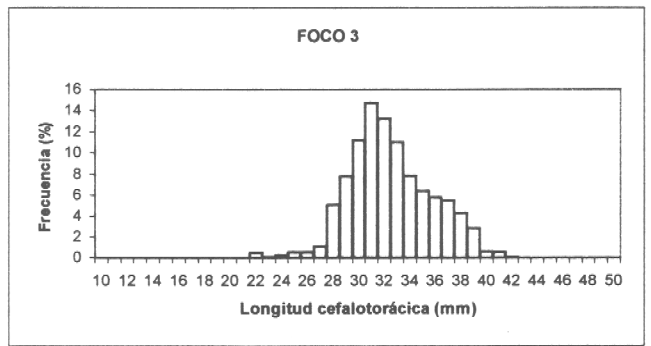
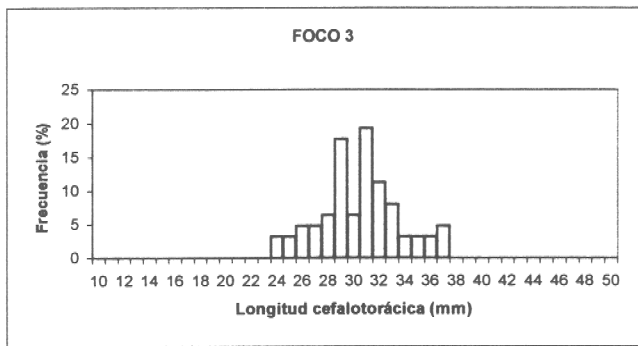
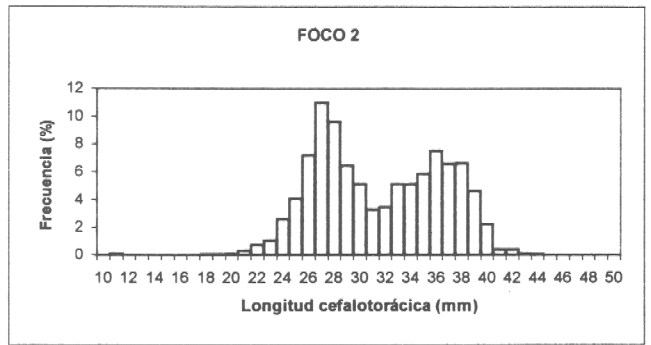
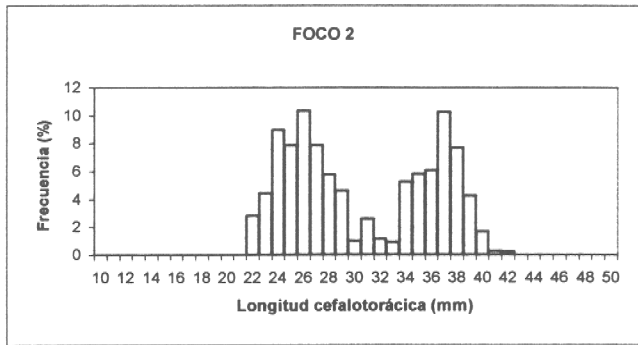
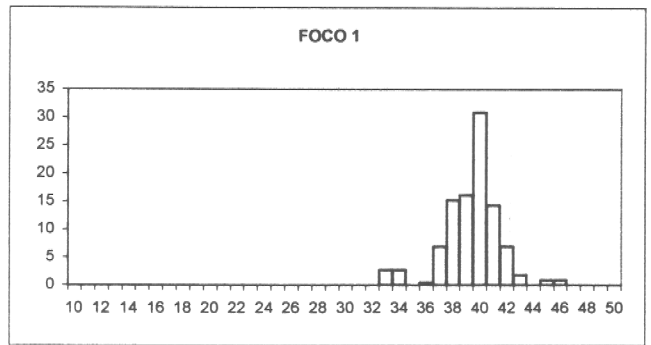
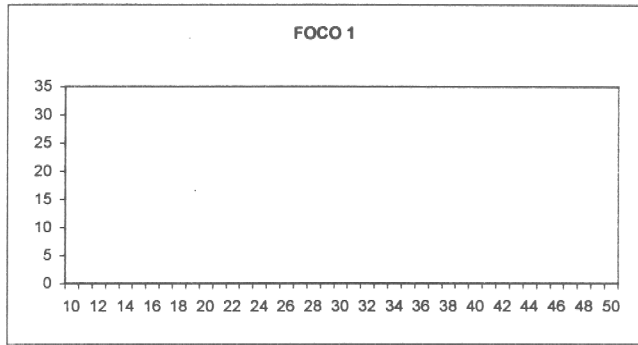
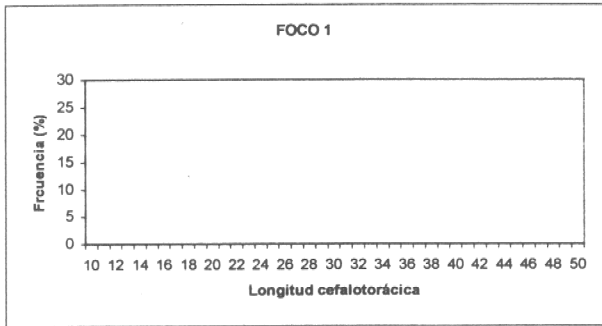


Figura 16. Estructura de tallas de langostino colorado, por foco y estrato de profundidad. Machos. 1999

**50 - 100 m**



**> 101 m**

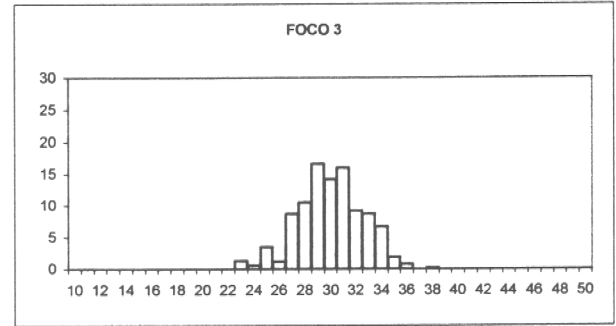
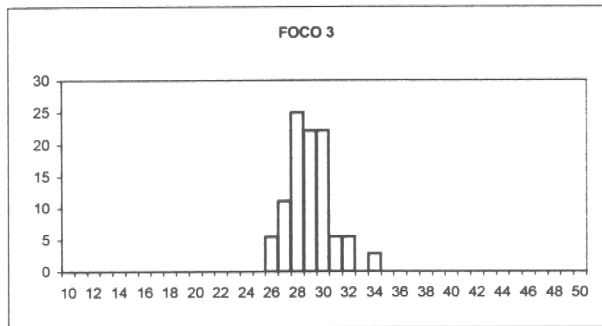
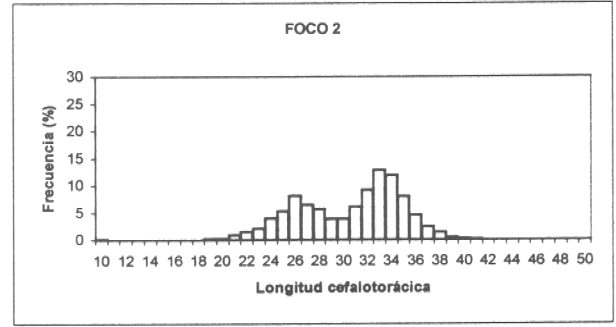
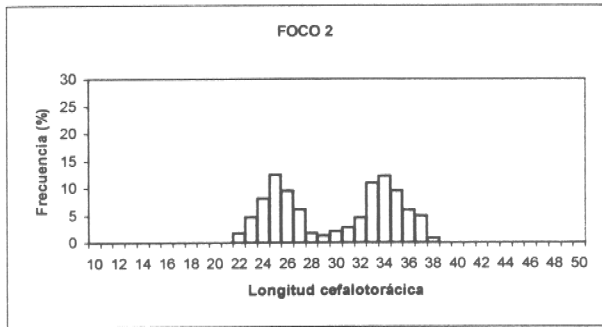
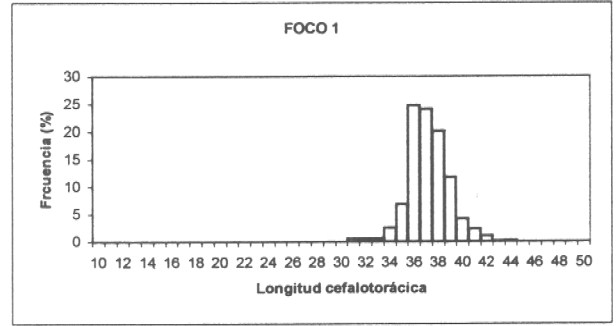


Figura 17. Estructura de tallas de langostino colorado, por foco y estrato de profundidad. Hembras. 1999

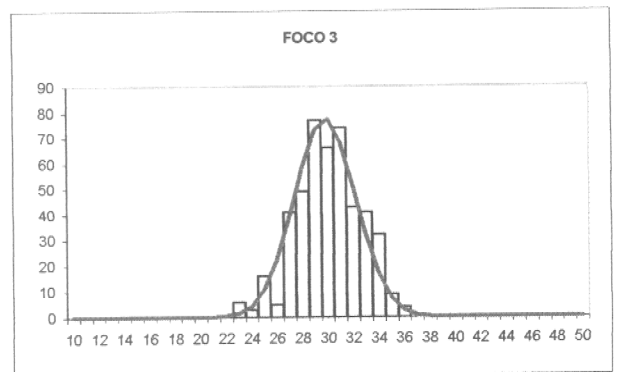
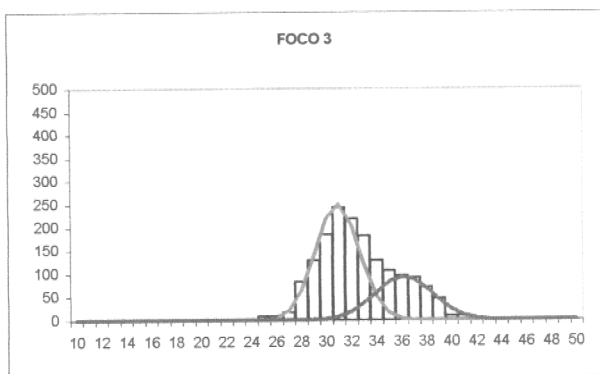
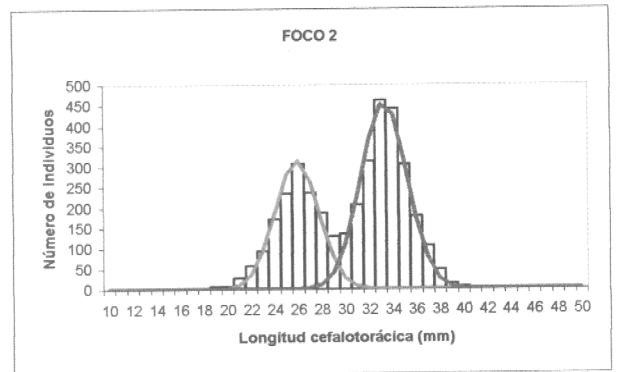
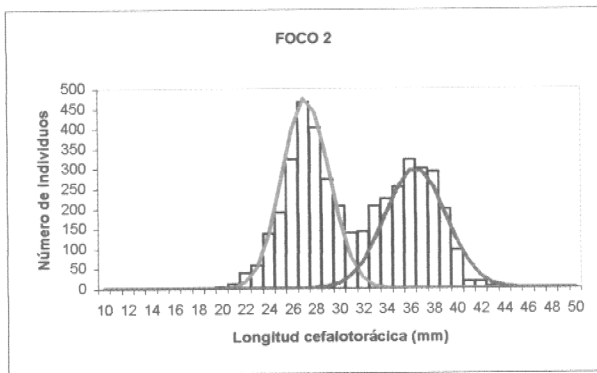
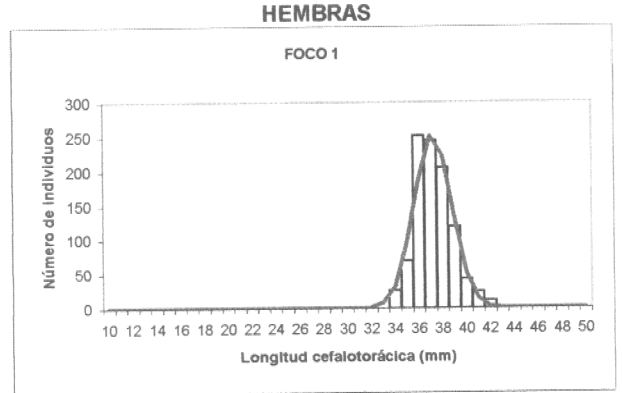
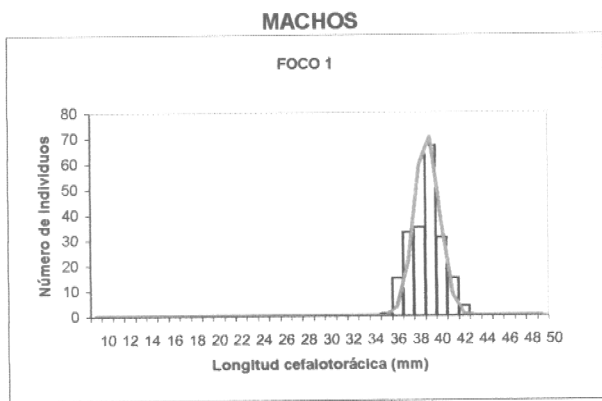


Figura 18. Ajuste de los grupos modales, a través del Método de Máxima Verosimilitud (MIX).

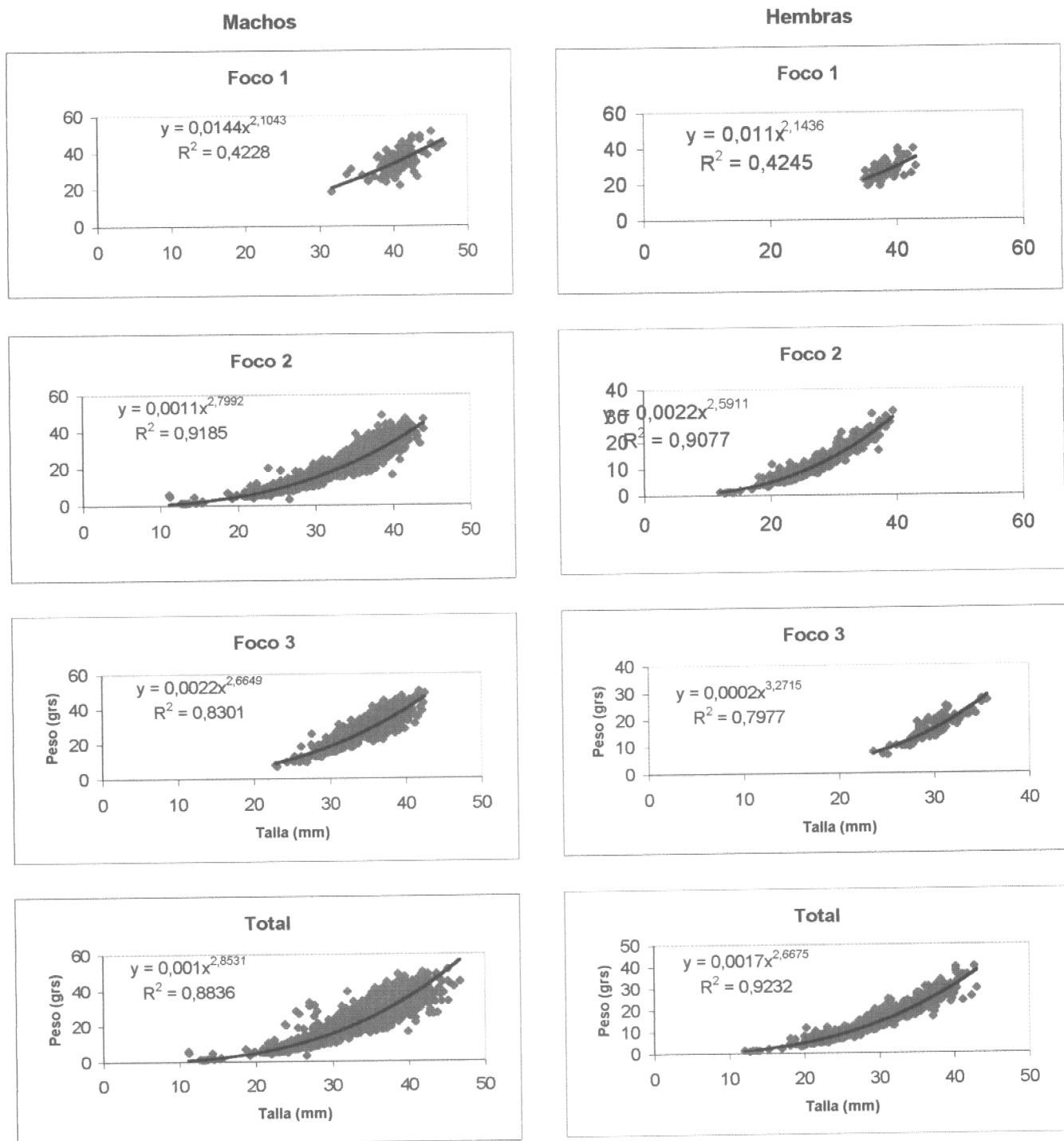


Figura 19. Ajustes del modelo potencial entre la longitud y el peso de langostino colorado, por foco de abundancia, y total según sexo, período agosto - octubre 1999.



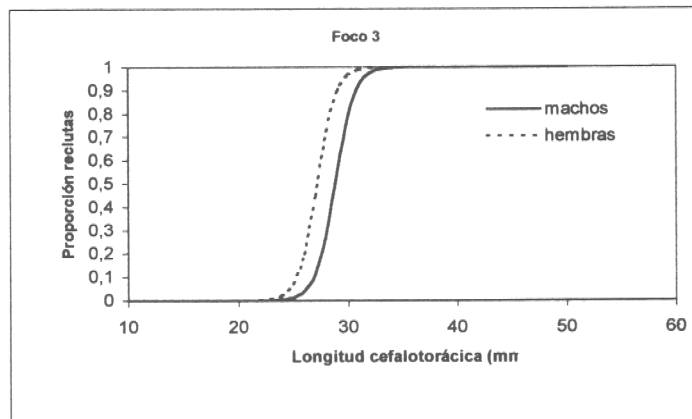
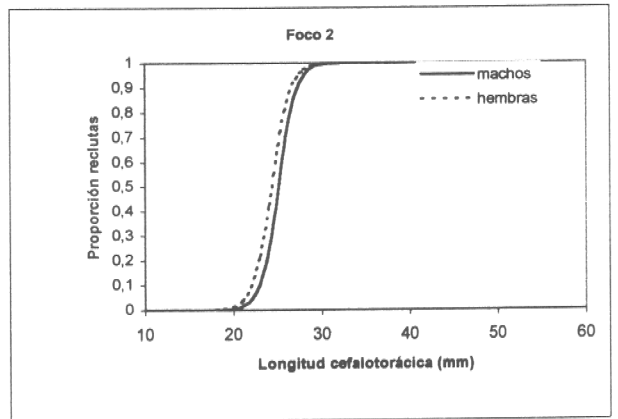
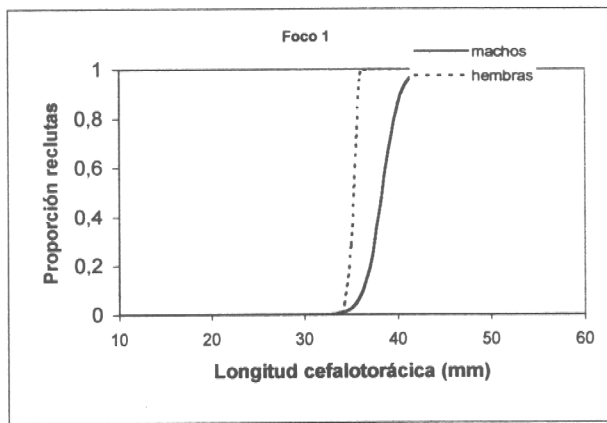


Figura 20. Patrón de reclutamiento al arte de pesca de langostino colorado por foco y sexo

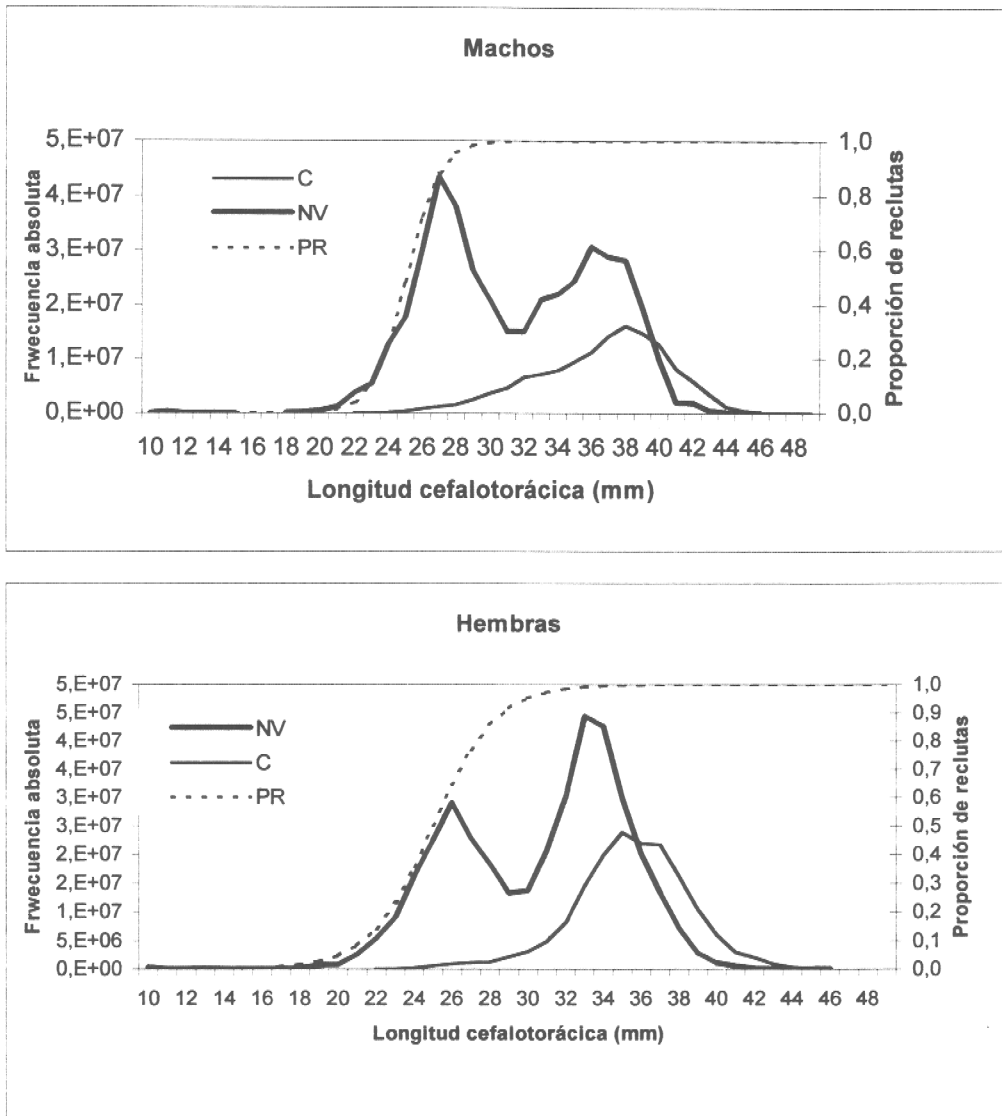


Figura 21. Estructura de tallas del stock explotable (NV), de la captura, período abril - septiembre (c) y patrón de reclutamiento (Pe) de langostino colorado por sexo.

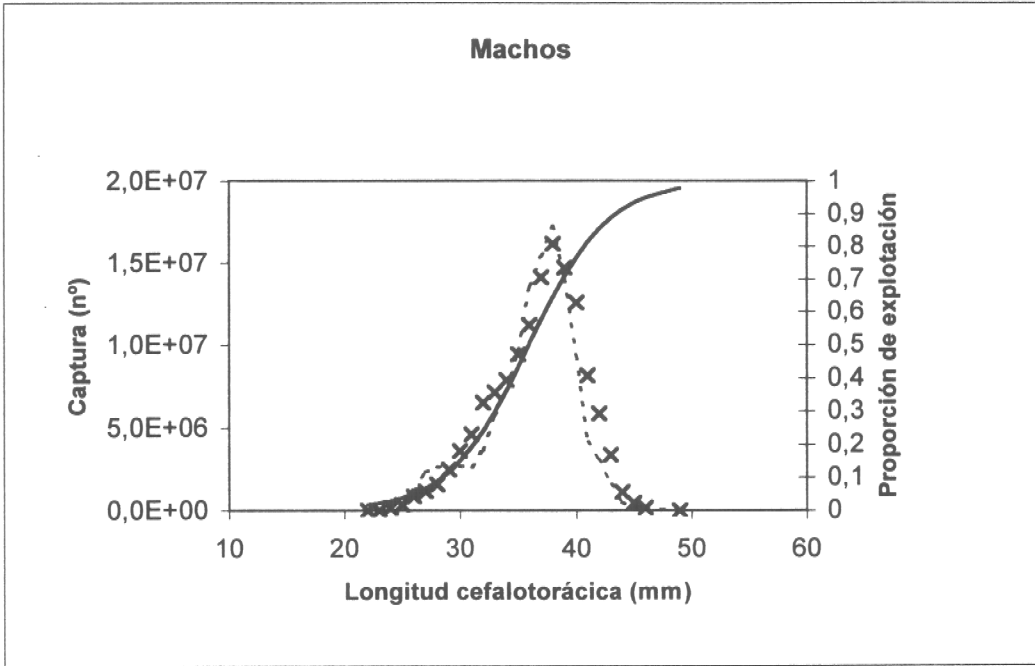


Figura 22. Estructura de tallas de las capturas (x) y predicha (-) por sexo y patrón de explotación de langostino colorado focos 1-3.

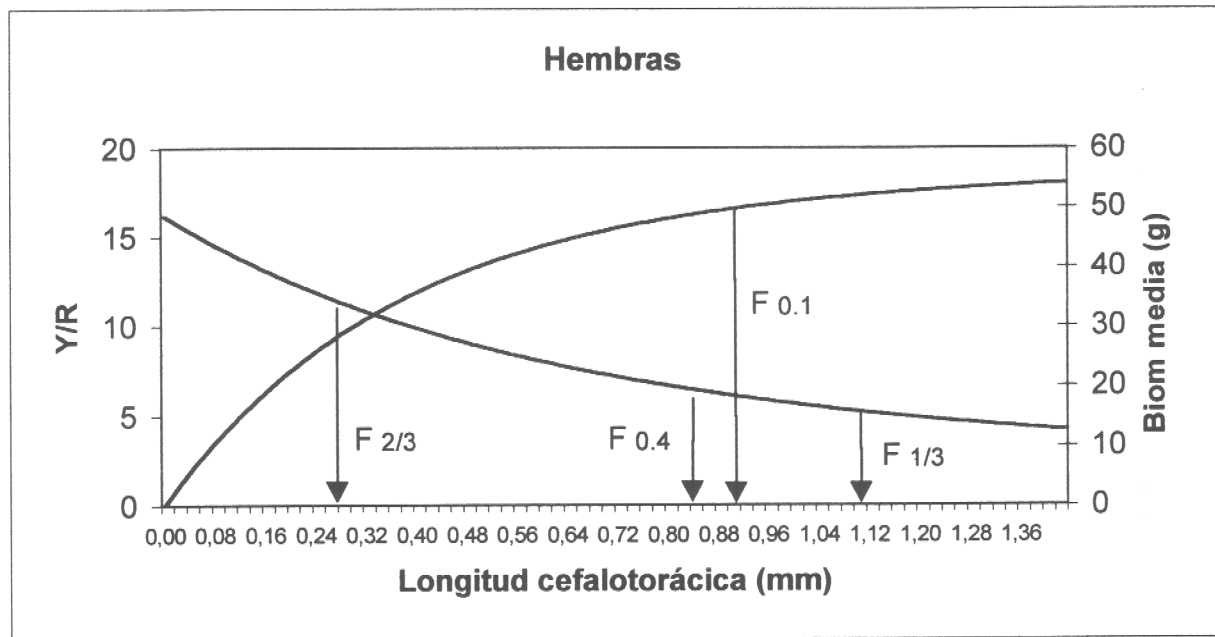
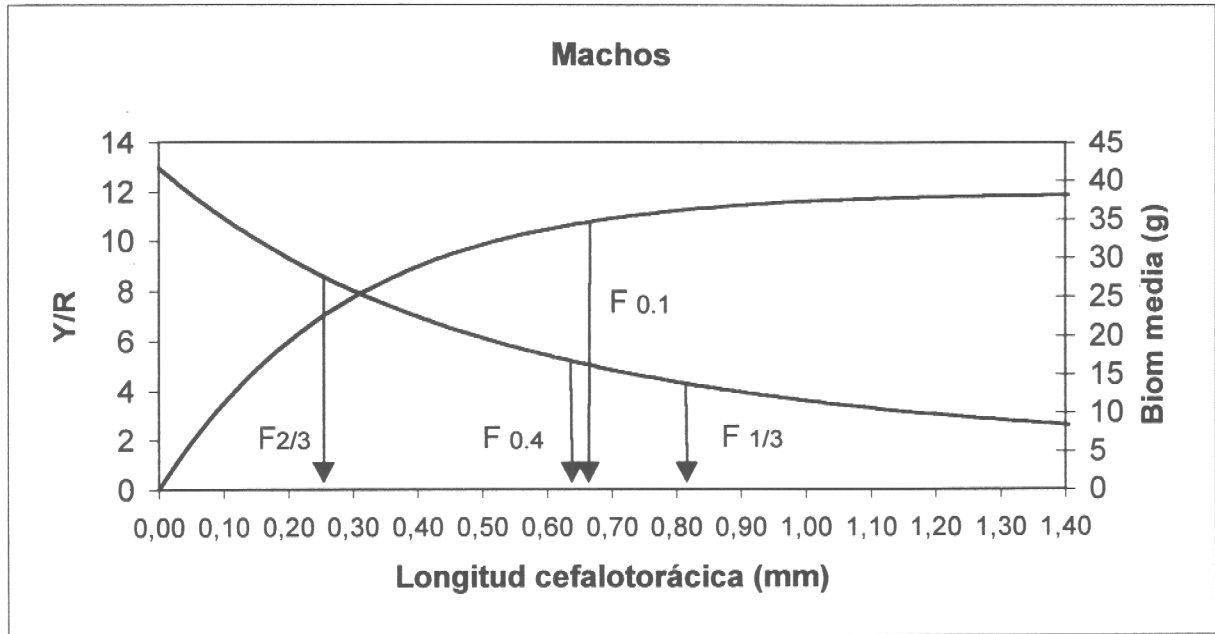


Figura 23. Puntos biológico de referencia de equilibrio para langostino colorado.

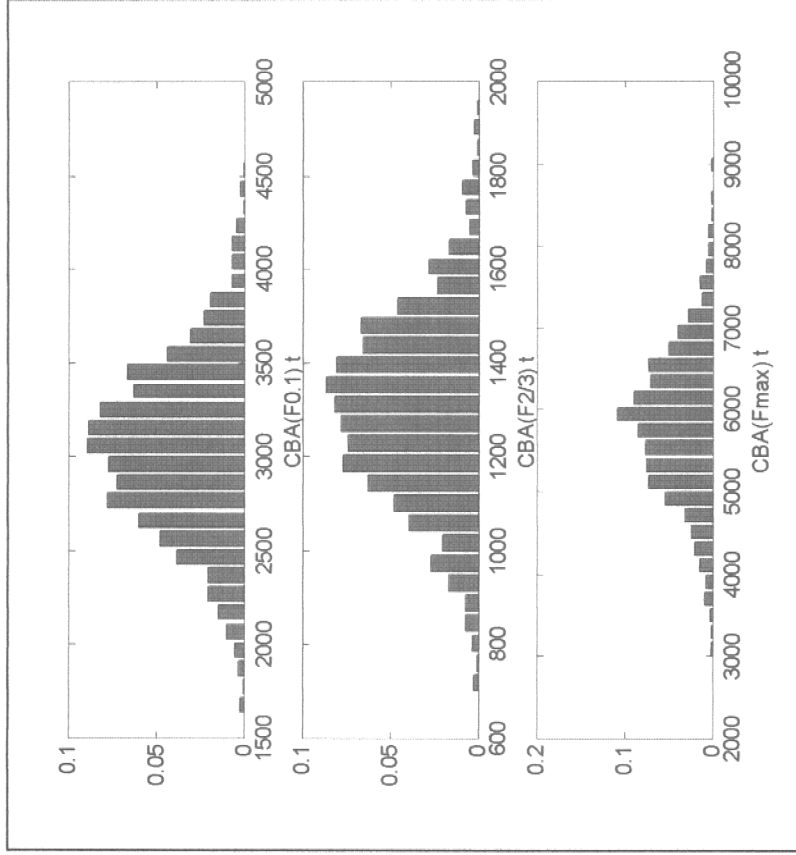


Figura 24. Distribución de probabilidades de Capturas Biológicamente Recomendadas (CBA) ante distintos puntos biológicos de referencia, Langostino colorado machos, V-VIII Región

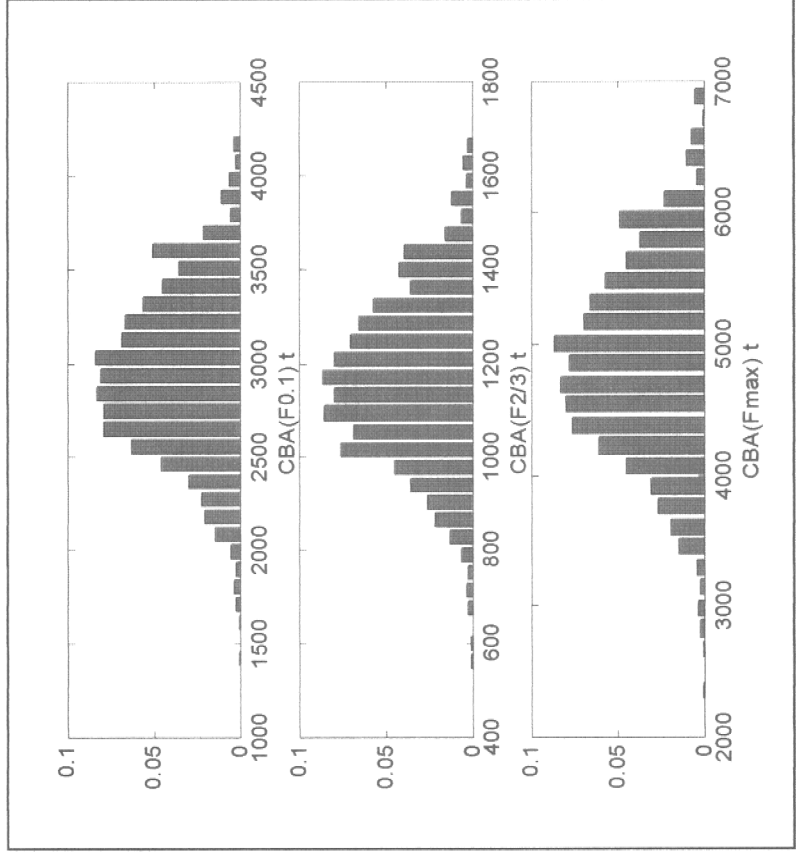


Figura 25. Distribución de probabilidades de Capturas Biológicamente Recomendadas (CBA) ante distintos puntos biológicos de referencia, Langostino colorado hembras, V-VIII Región

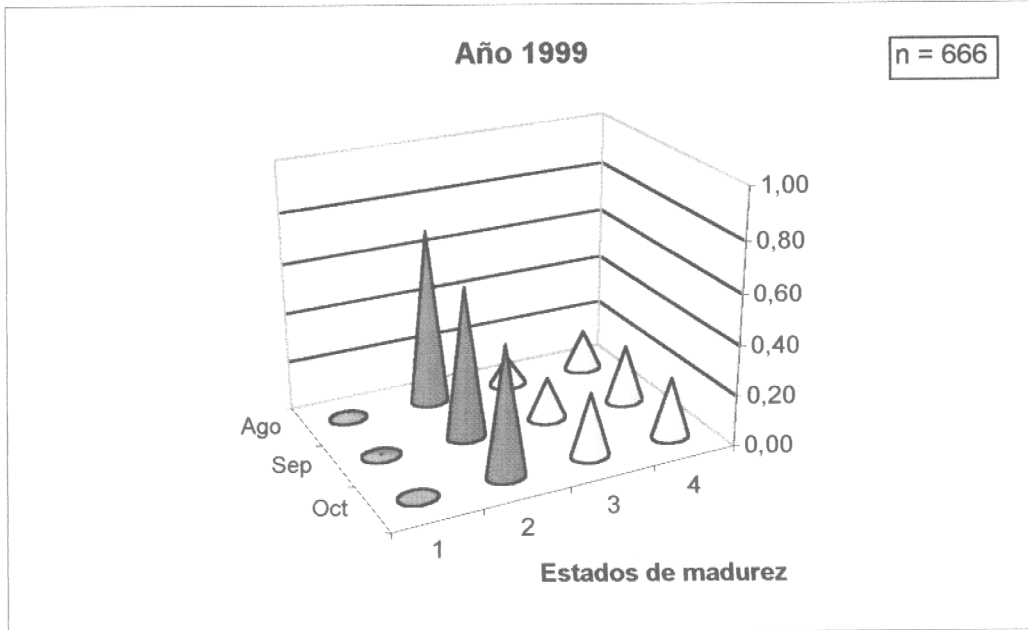
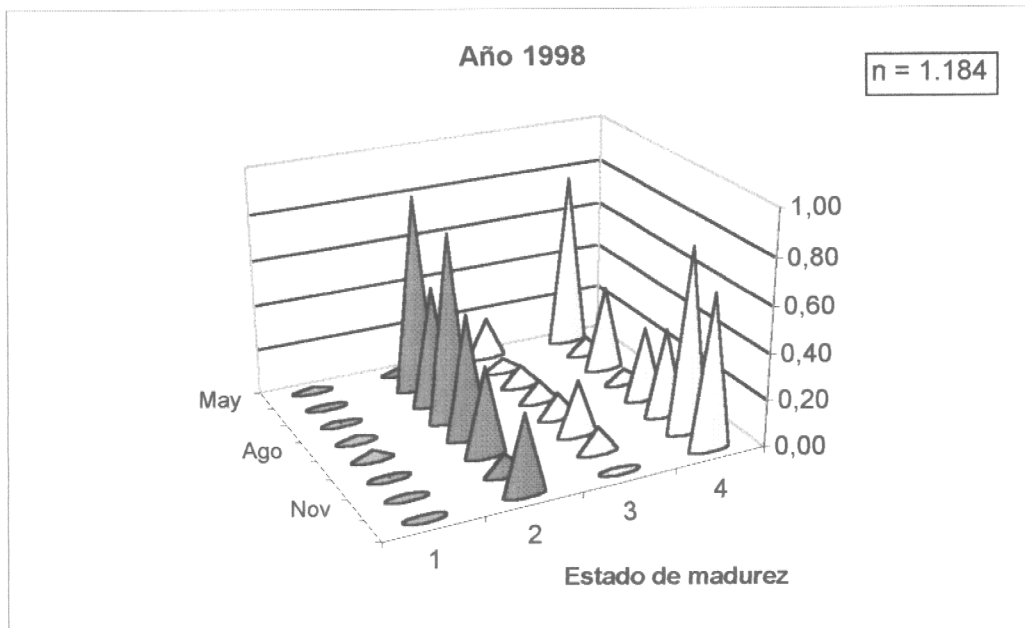
**a****b**

Figura 26. Proporción de individuos según estado de madurez y mes para langostino colorado. (a) Año 1998 y (b) Datos presente estudio.

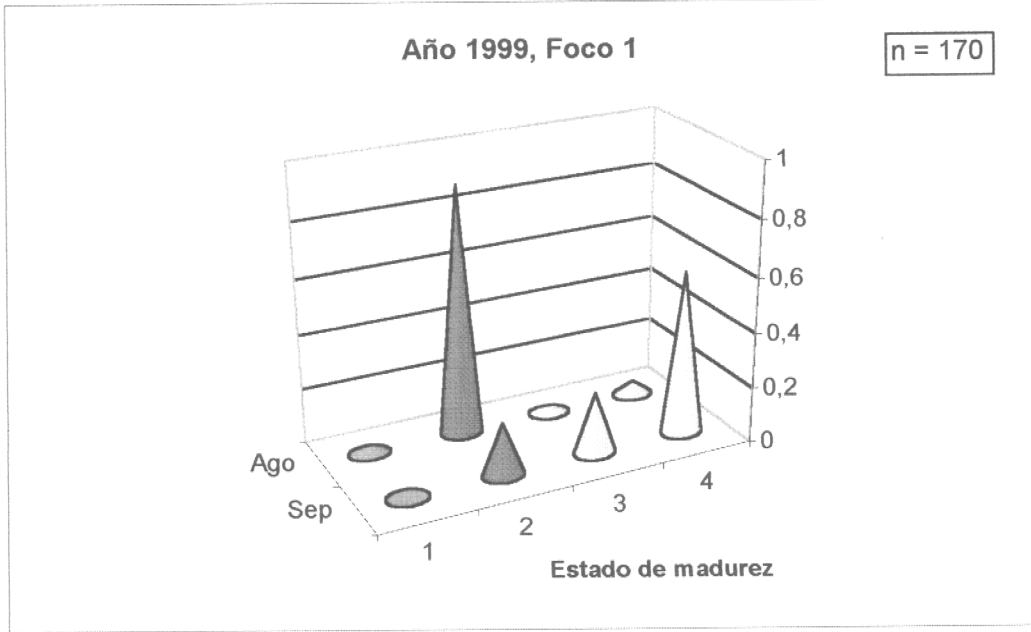
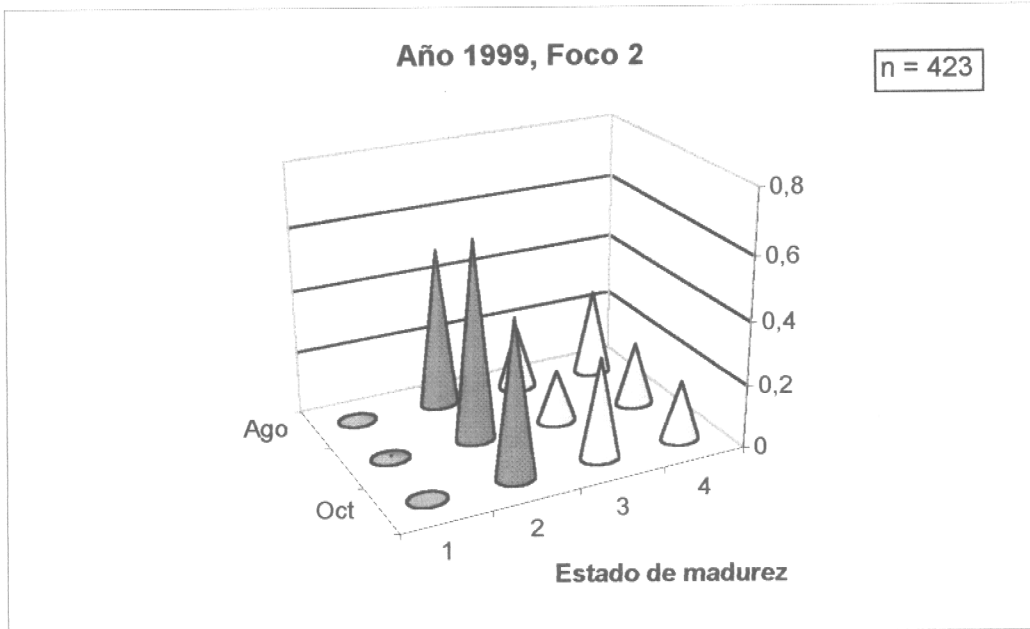
**a****b**

Figura 27. Proporción de individuos según estado de madurez y mes para langostino colorado. (a) Foco 1 y (b) Foco 2.

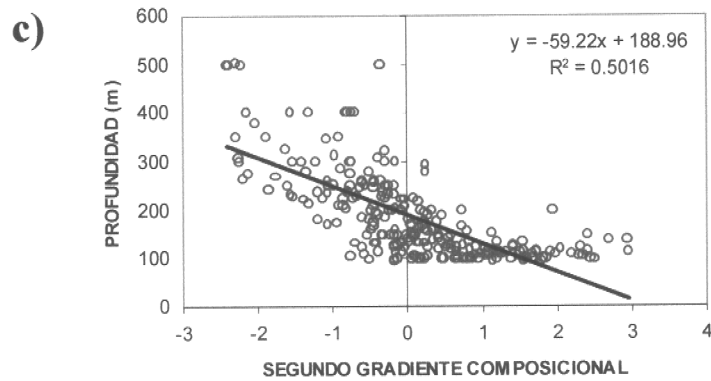
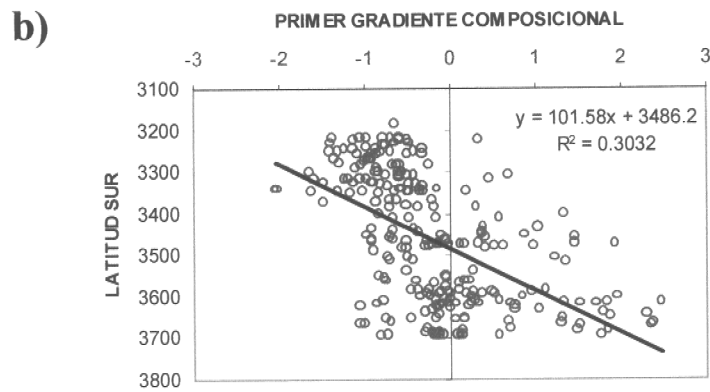
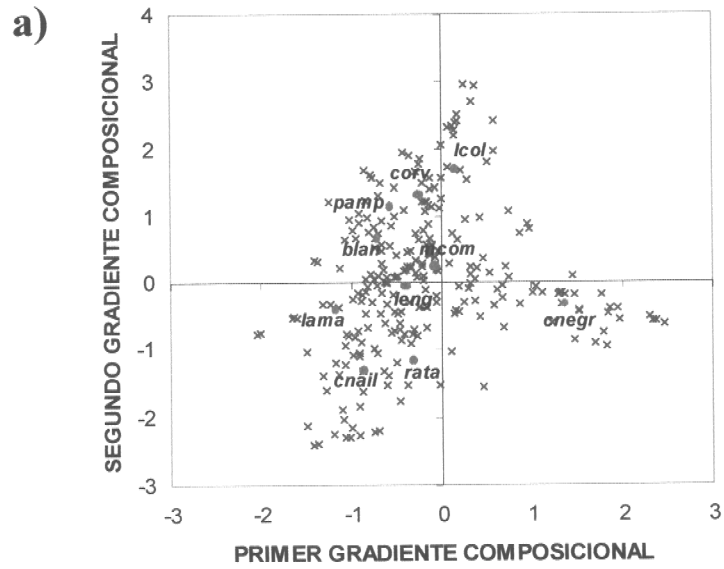
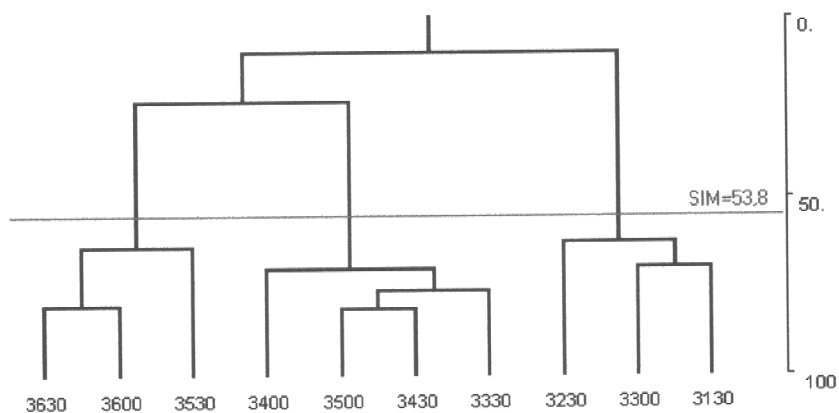


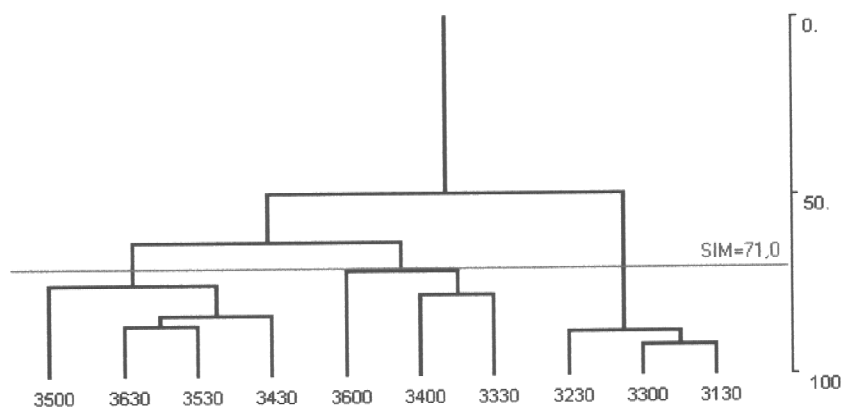
Figura 28. Resultado del ANFACO realizado sobre el total de lances (a) y relación entre el primer gradiente composicional con la latitud (b) y entre el segundo gradiente composicional con la profundidad de muestreo (c).



Porcentaje Peso



Frecuencia Aparición



CPUE

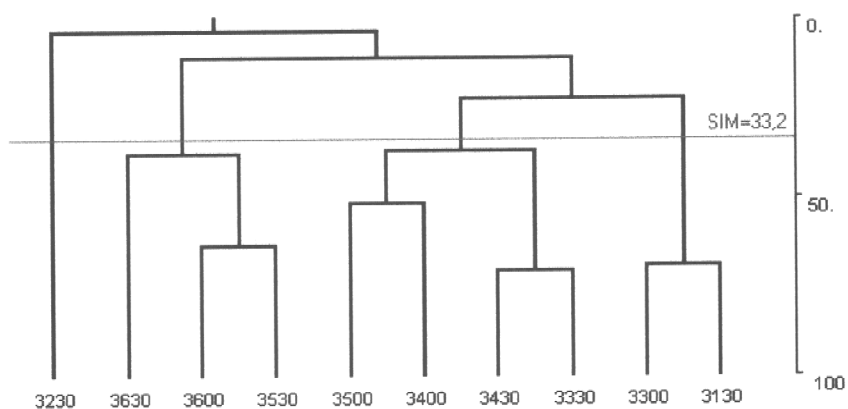
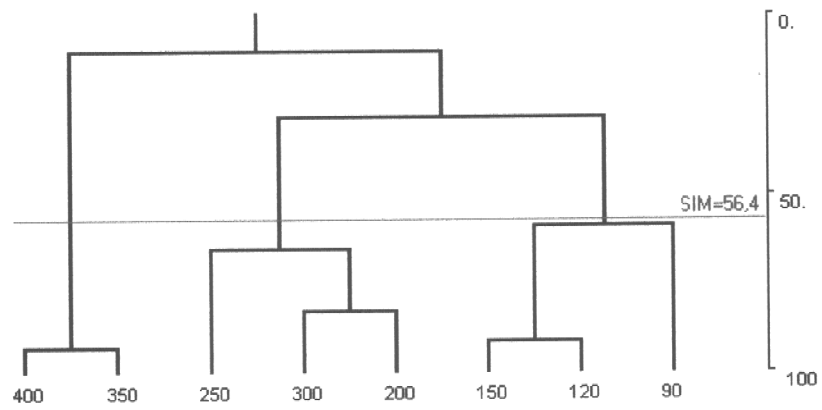
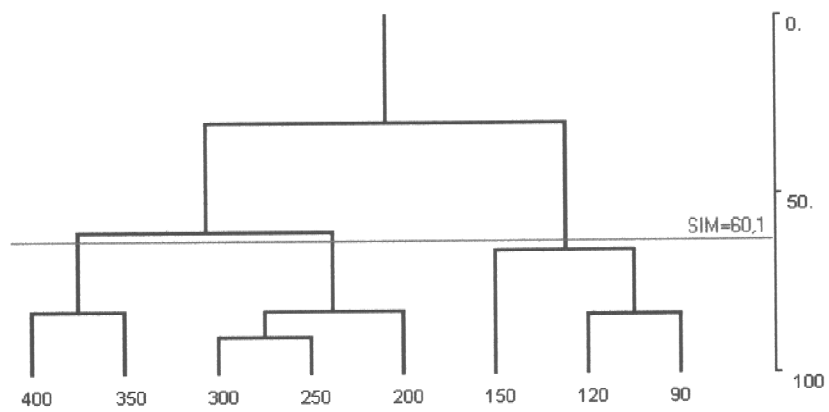


Figura 29. Análisis de similitud porcentual por grupos de latitud para 3 matrices de determinación de fauna acompañante.

Peso Promedio



Frecuencia Aparición



CPUE

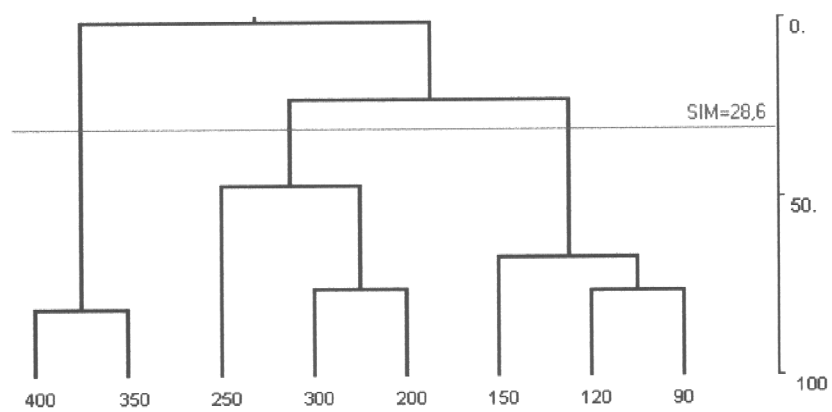
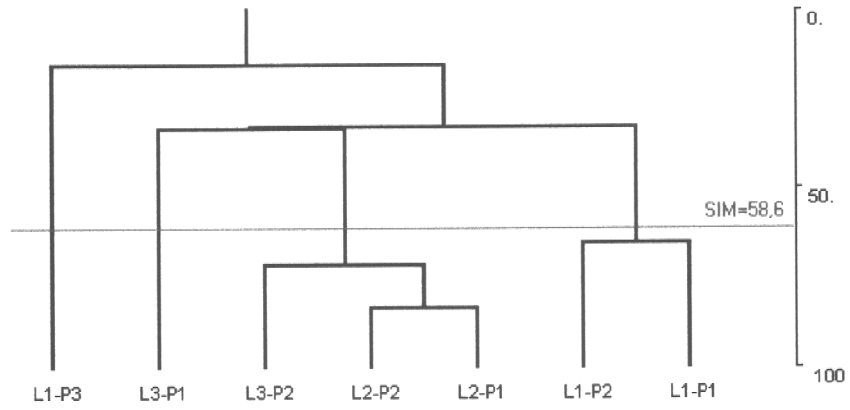
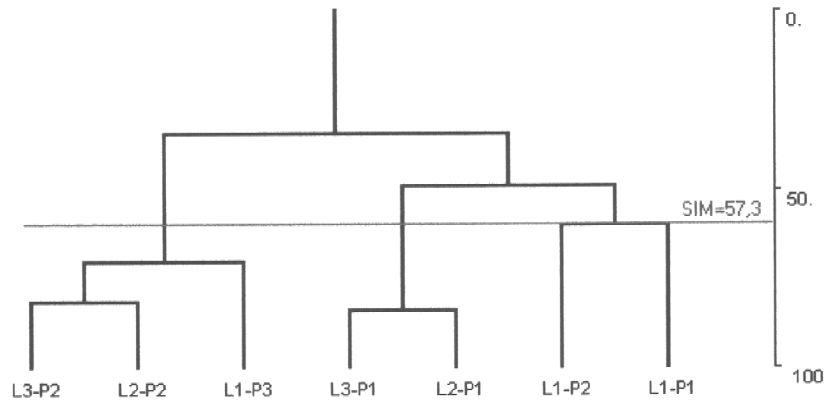


Figura 30. Análisis de similitud porcentual por grupos de profundidad para 3 matrices de determinación de fauna acompañante.

Peso Promedio



Frecuencia Aparición



CPUE

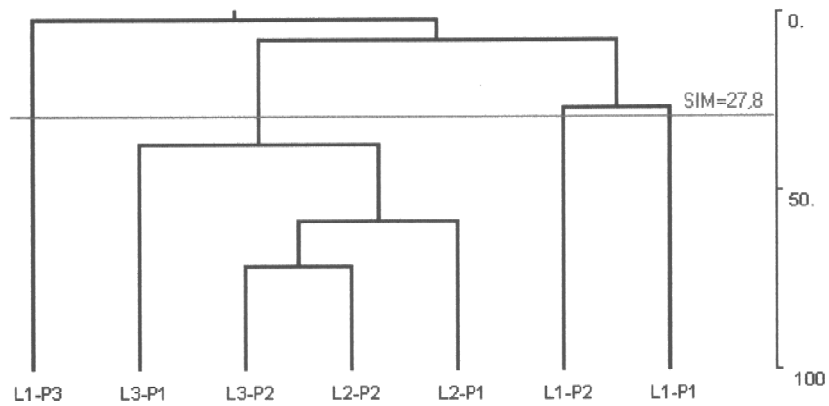


Figura 31. Análisis de similitud porcentual por celdas latitud/profundidad para 3 matrices de determinación de fauna acompañante.

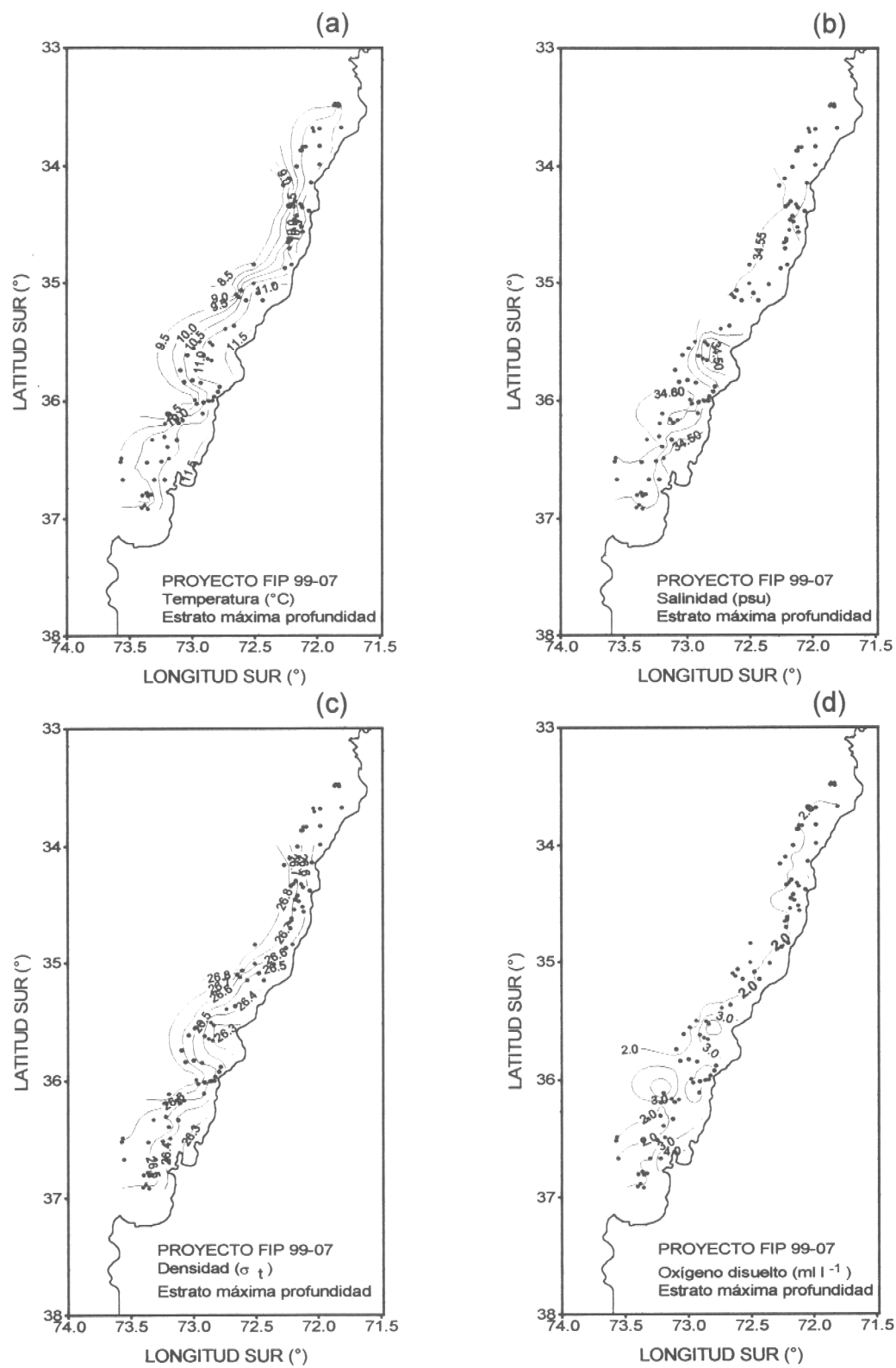


Figura 32. Distribución horizontal de las variables: (a) temperatura (°C), salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) a la máxima profundidad de muestreo.

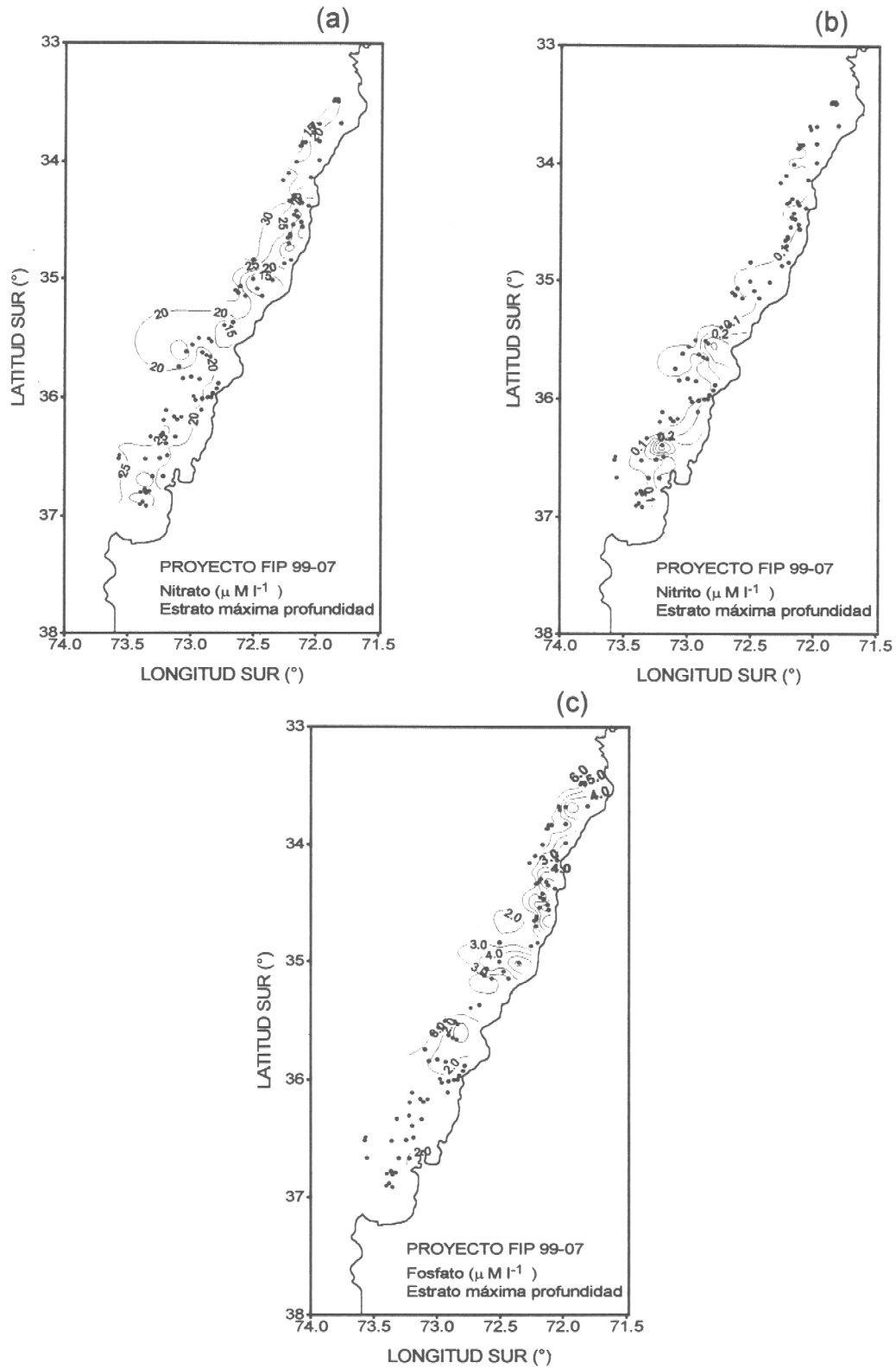


Figura 33. Distribución horizontal de los nutrientes: (a) nitrato ( $\mu\text{M l}^{-1}$ ), nitrito ( $\mu\text{M l}^{-1}$ ) y (c) fosfato ( $\mu\text{M l}^{-1}$ ) a la máxima profundidad de muestreo.

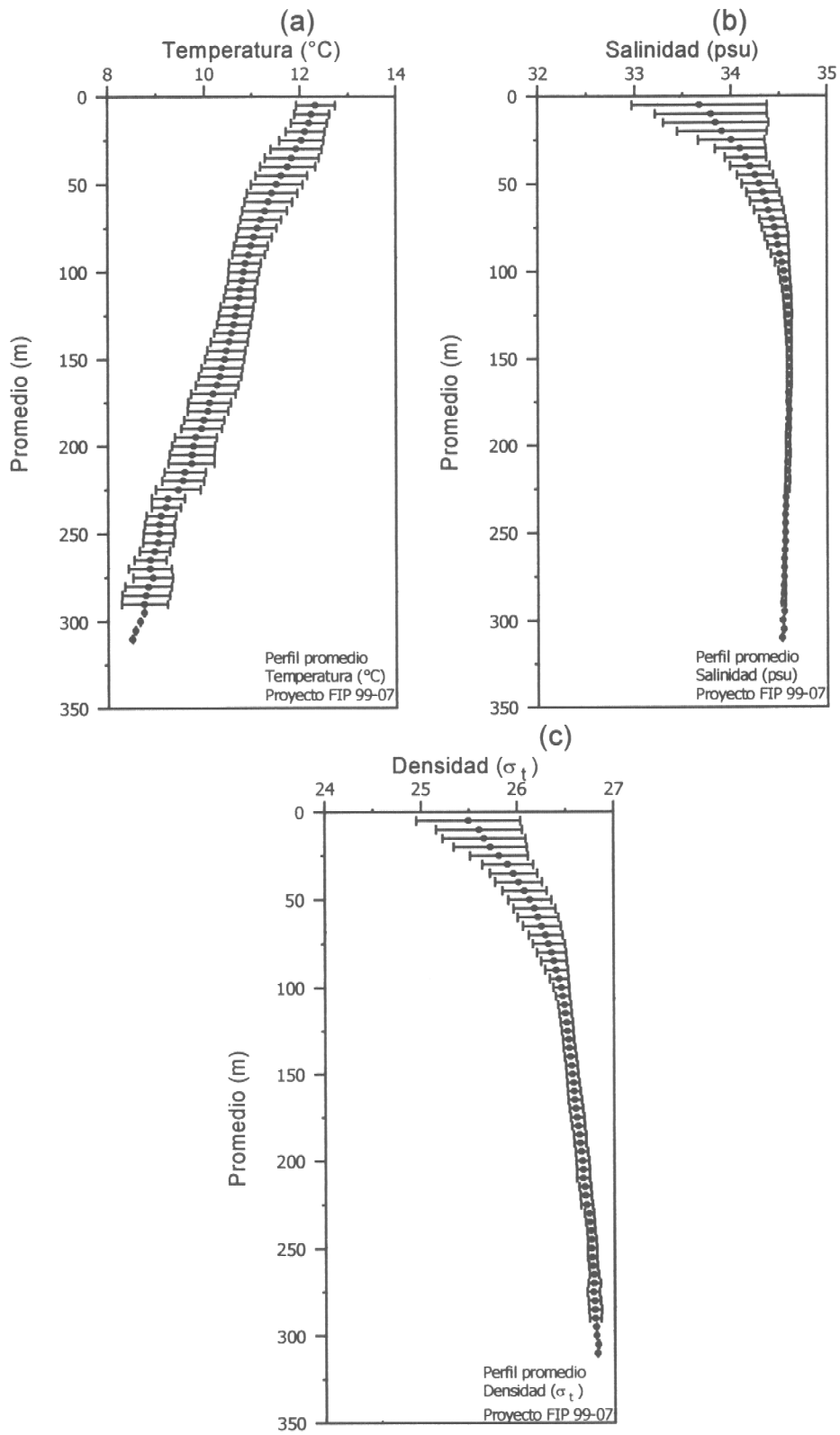


Figura 34. Perfiles verticales promedio de las variables (a) temperatura (°C), salinidad (psu) y densidad ( $\sigma_t$ )

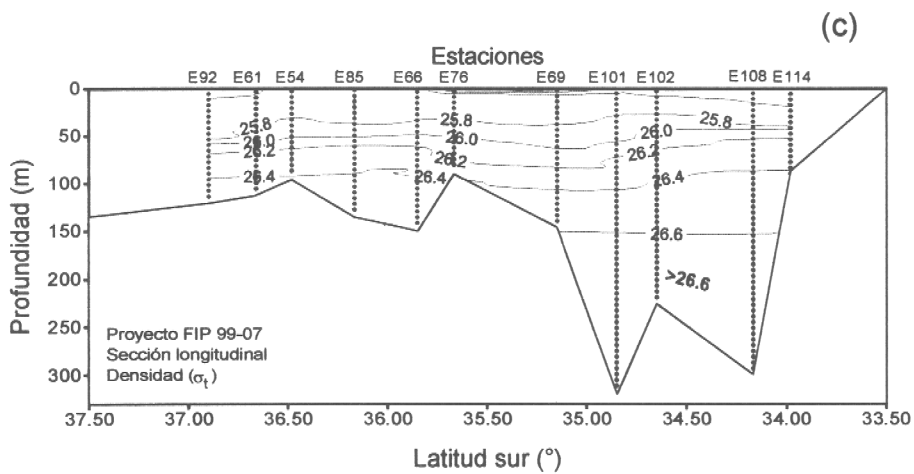
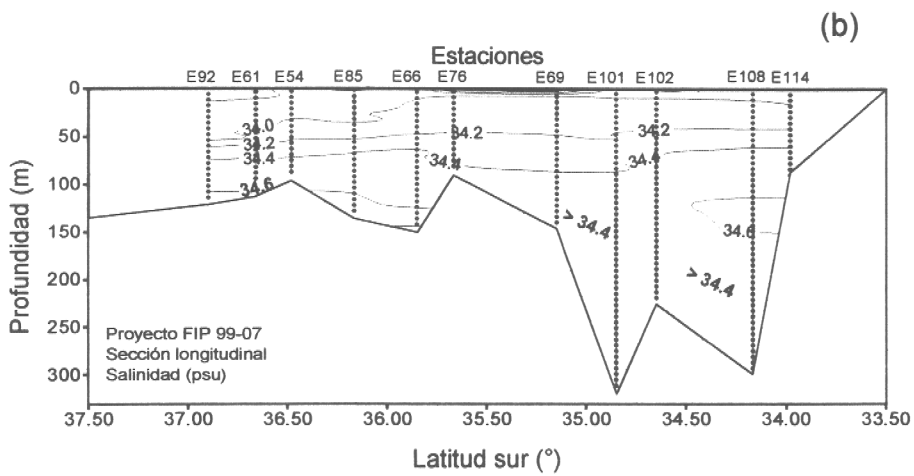
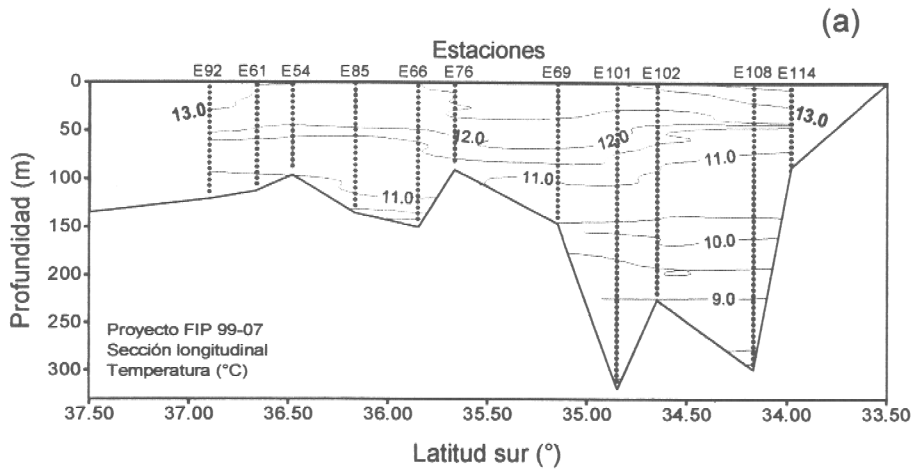


Figura 35. Distribución vertical de las variables (a) temperatura (°C), salinidad (psu) y densidad ( $\sigma_t$ ) a lo largo de la costa.

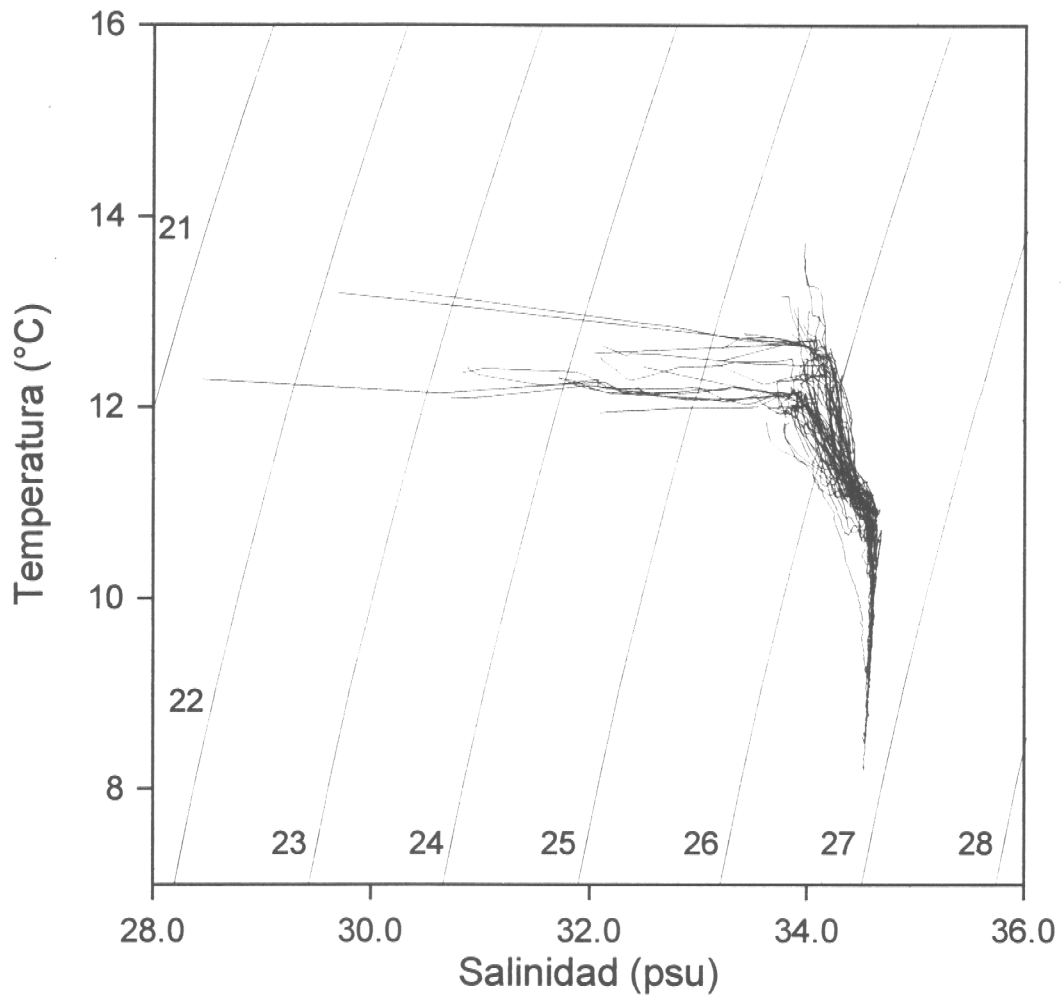


Figura 36. Diagrama T-S para todas las estaciones del área de estudio.



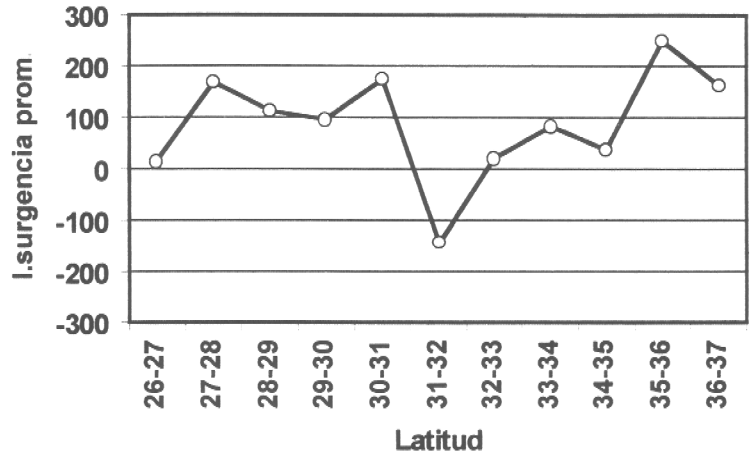


Figura 37. Distribución latitudinal del Índice de Surgencia Promedio.

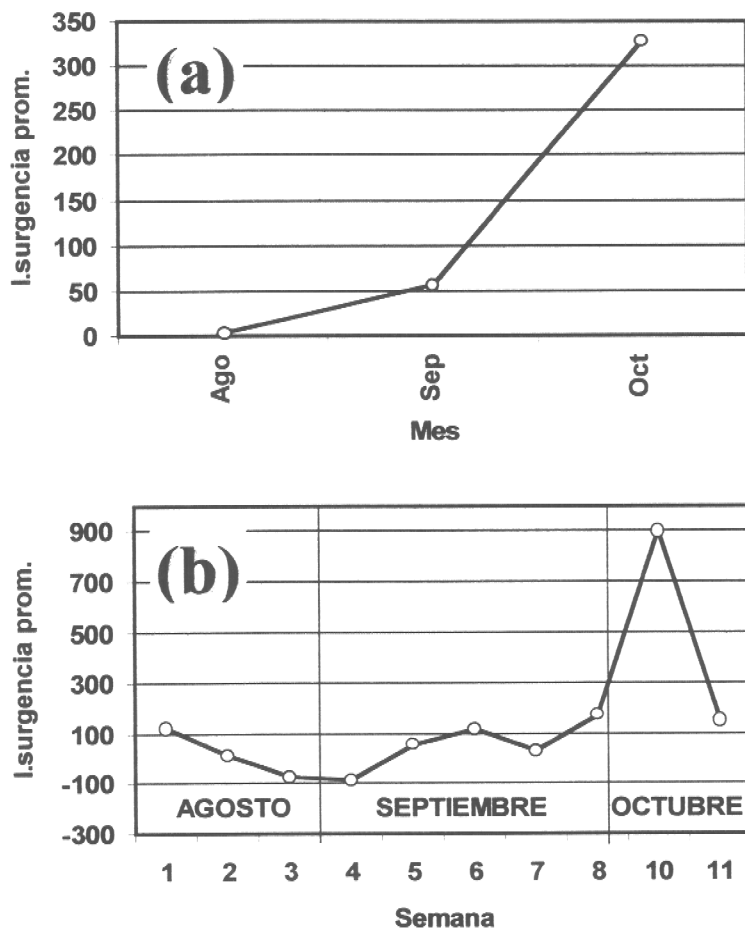


Figura 38. Distribución a) mensual y b) semanal del Índice de Surgencia Promedio.

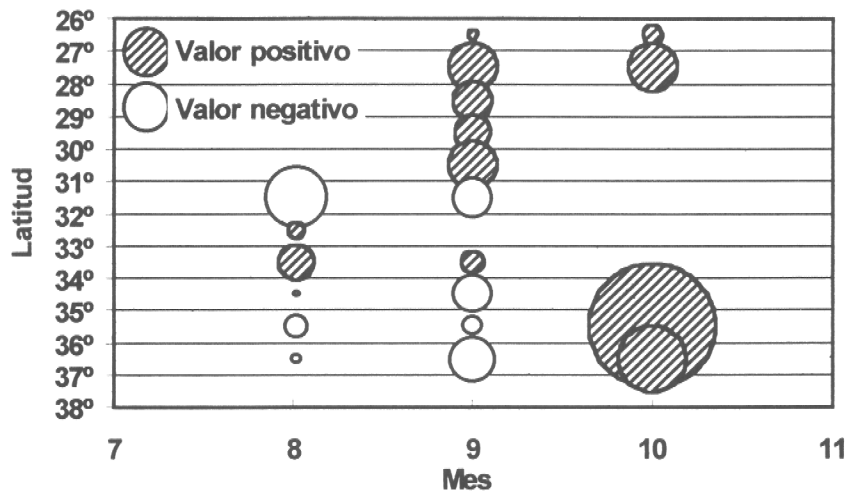


Figura 39. Magnitud zonal-temporal del índice de surgencia.

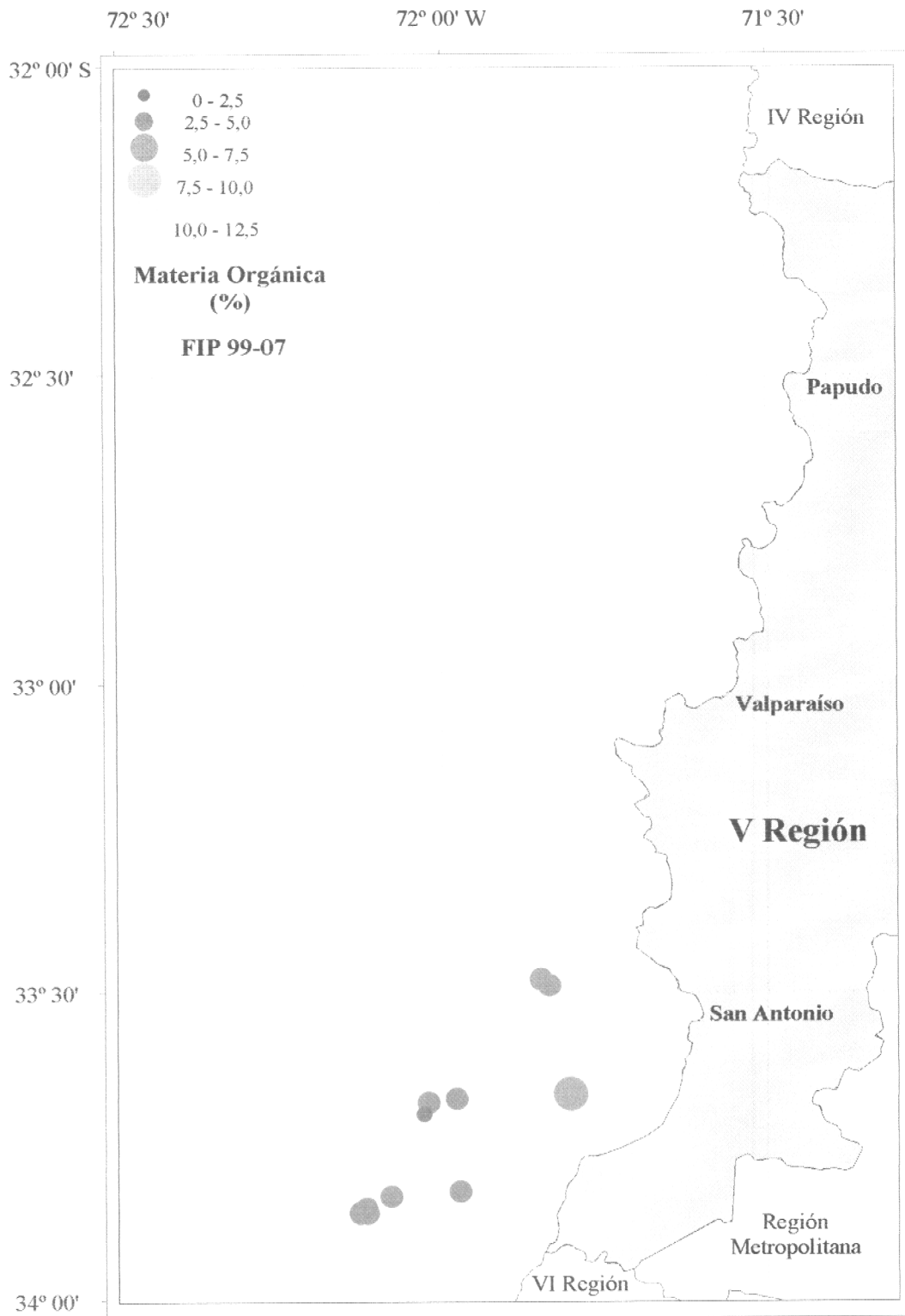


Figura 40. Concentración de materia orgánica (%) en sedimentos superficiales de la V región.

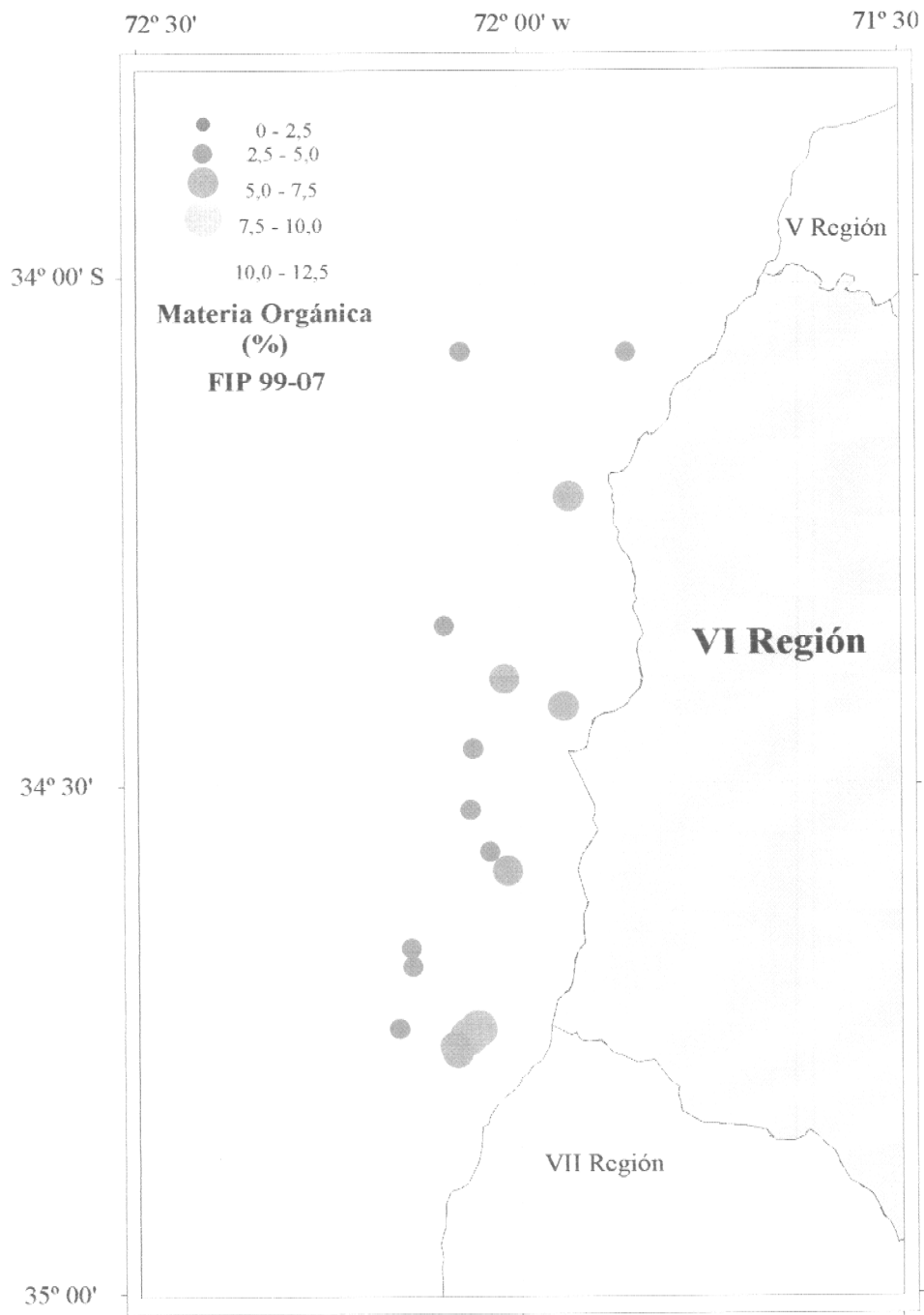


Figura 41. Concentración de materia orgánica (%) en sedimentos superficiales de la VI región.

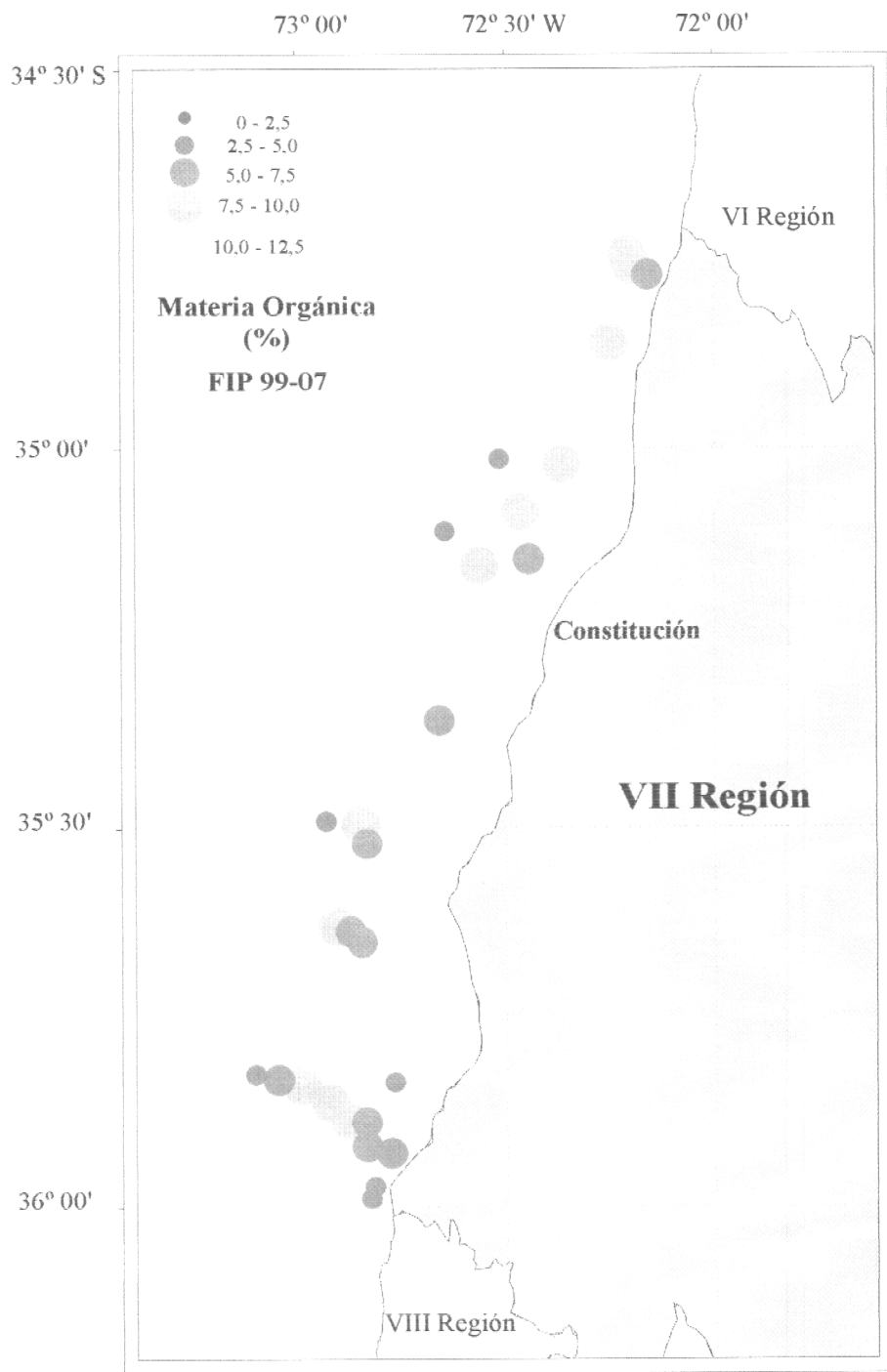


Figura 42. Concentración de materia orgánica (%) en sedimentos superficiales de la VII región.

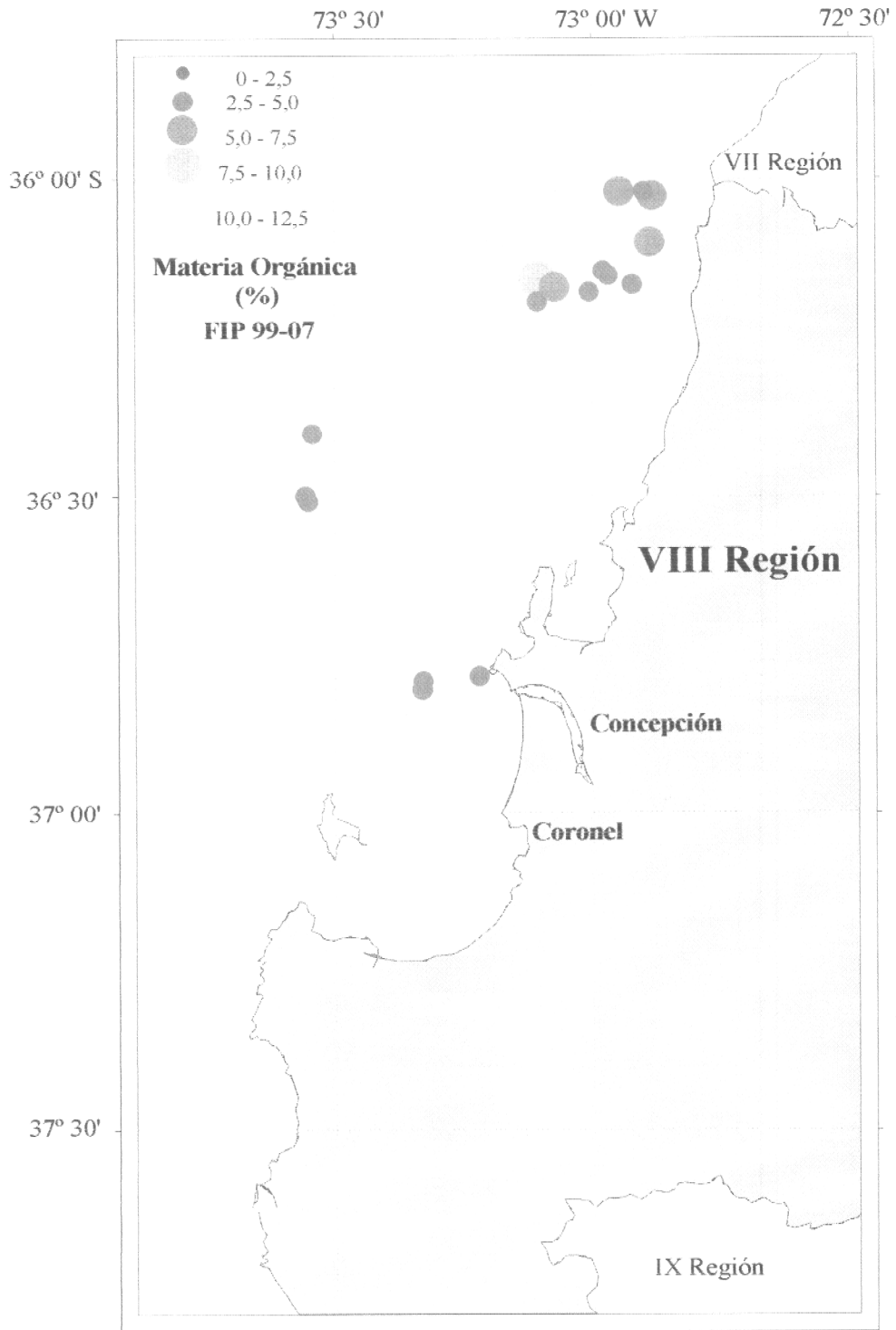


Figura 43. Concentración de materia orgánica (%) en sedimentos superficiales de la VIII región.

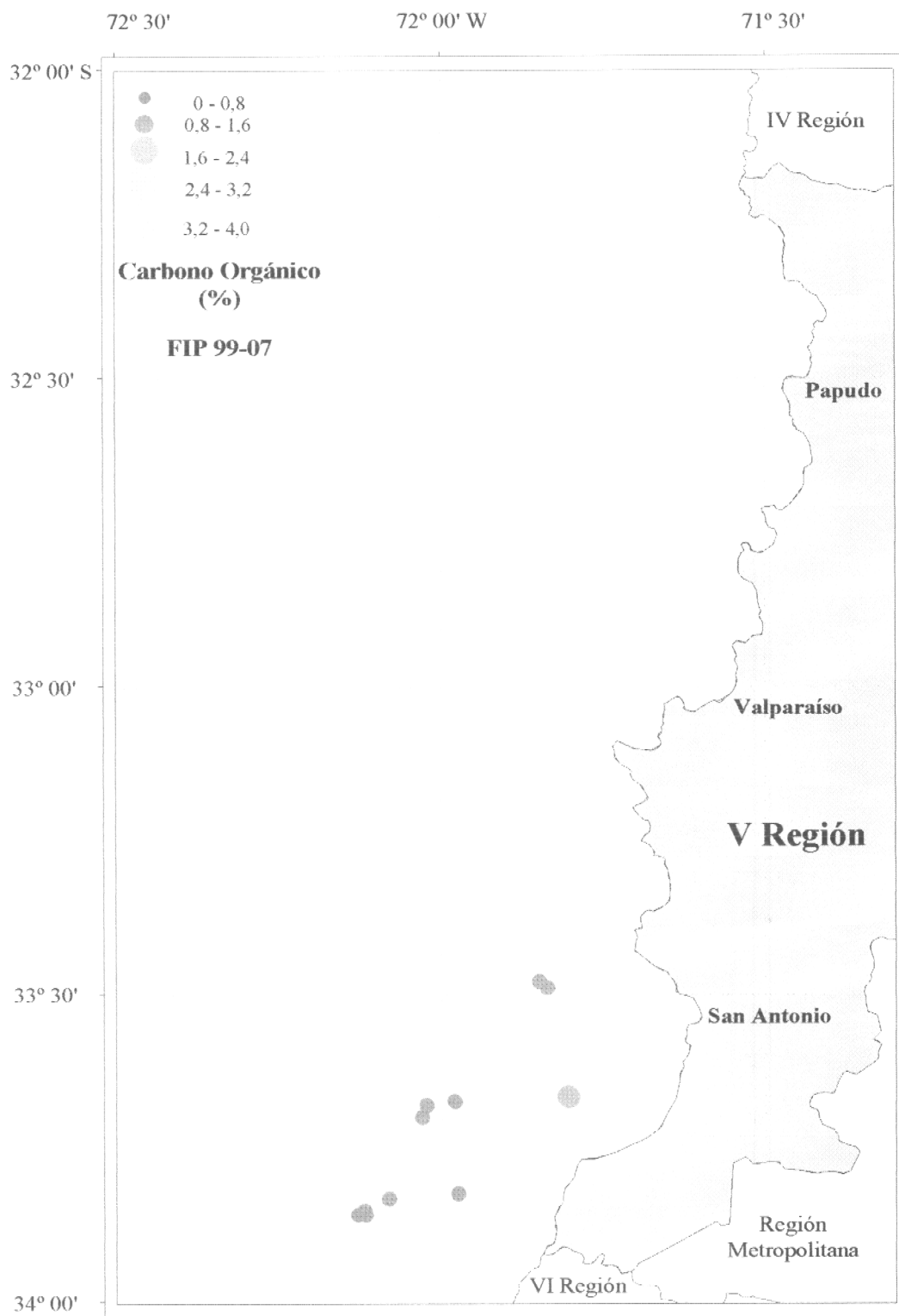


Figura 44. Concentración de carbono orgánica (%) en sedimentos superficiales de la V región.

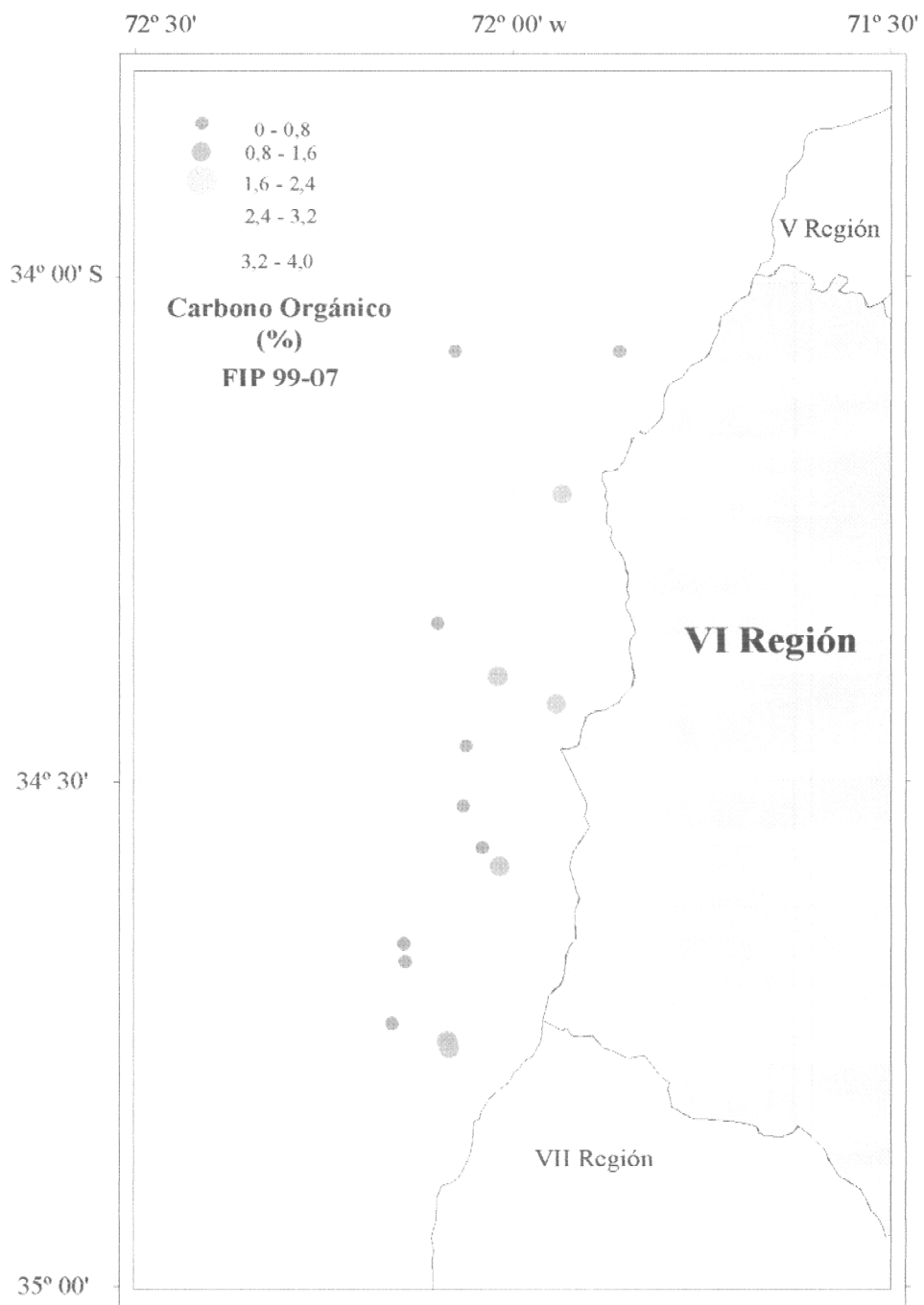


Figura 45. Concentración de carbono orgánica (%) en sedimentos superficiales de la VI región.



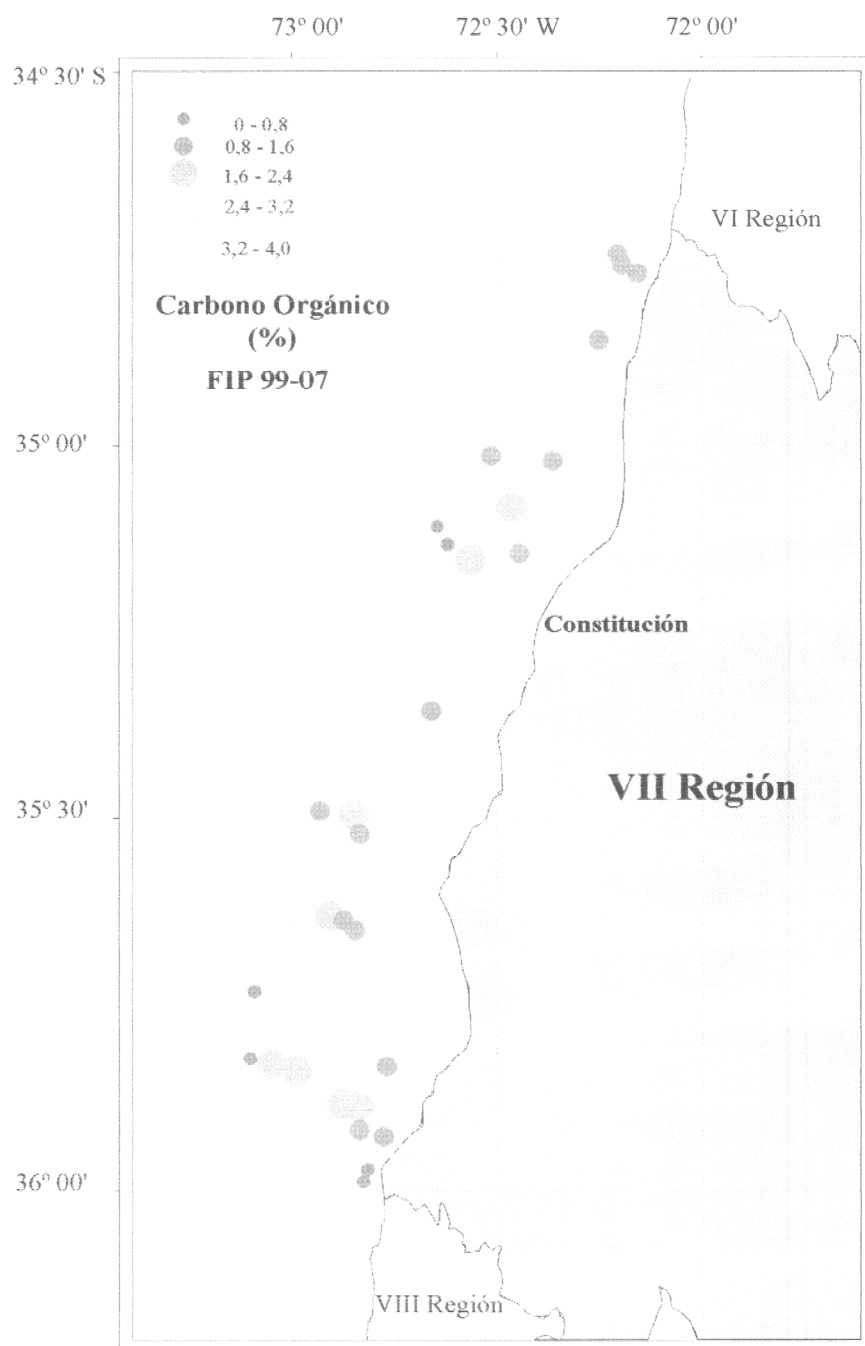


Figura 46. Concentración de carbono orgánica (%) en sedimentos superficiales de la VII región.

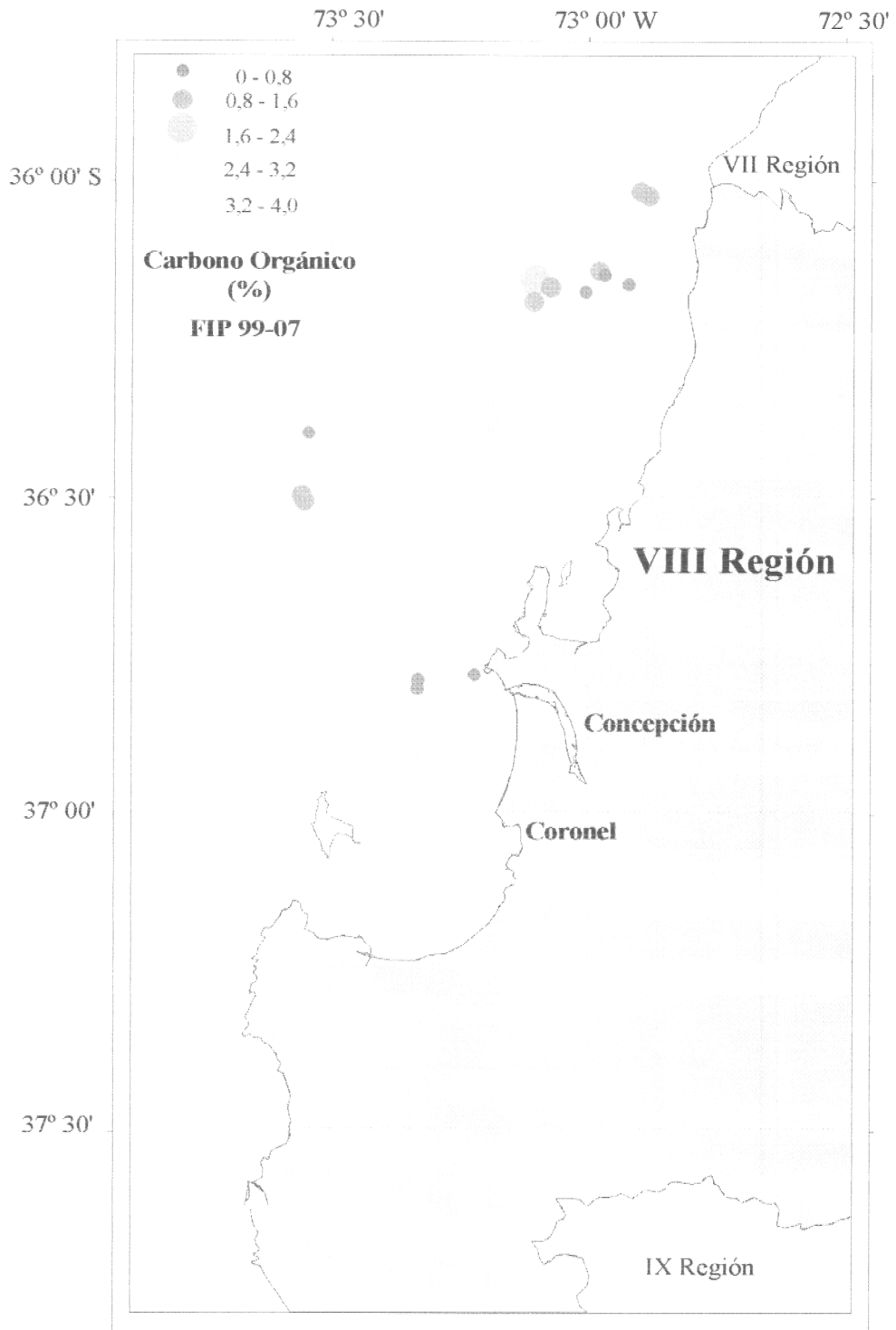


Figura 47. Concentración de carbono orgánica (%) en sedimentos superficiales de la VIII región.

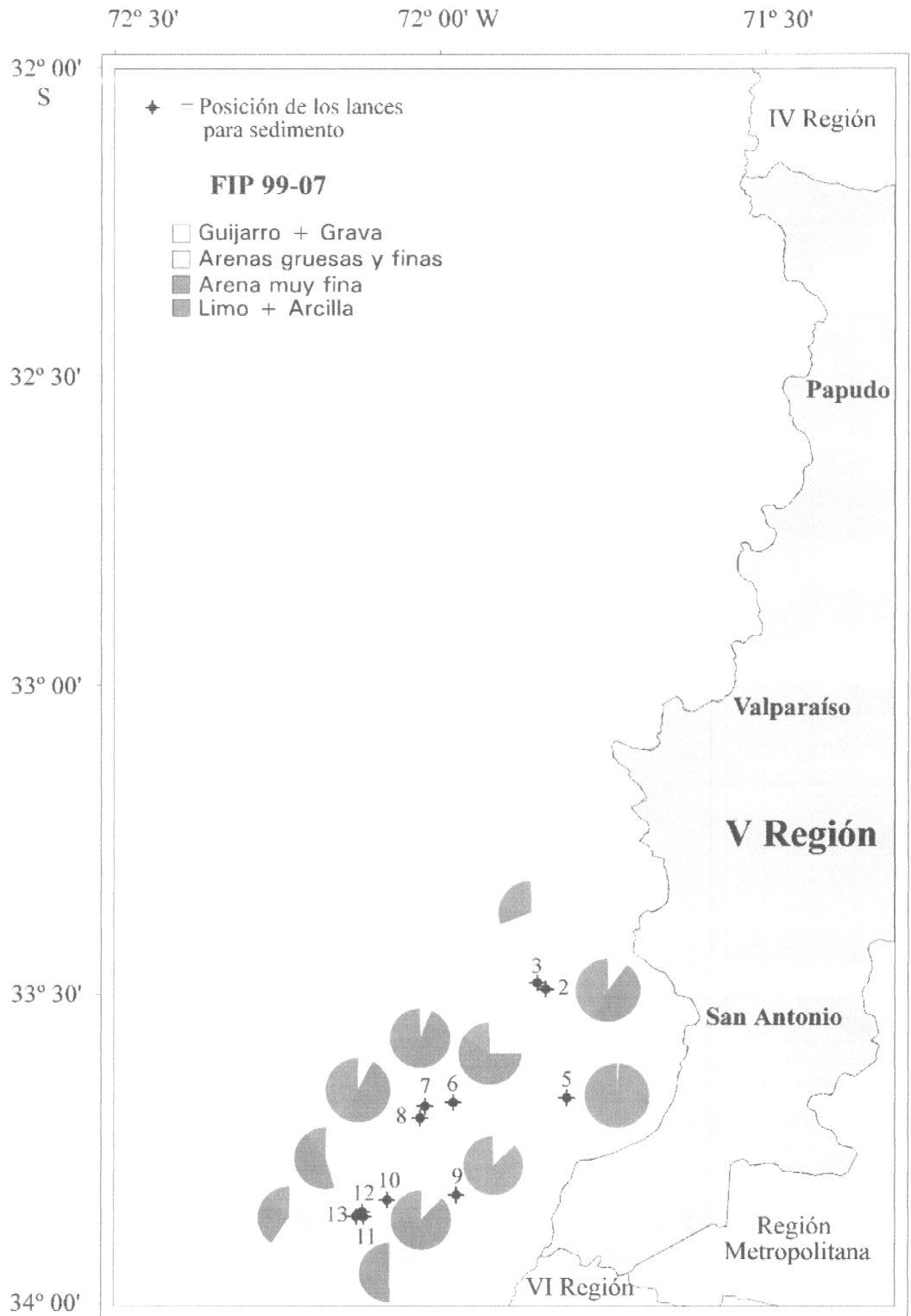


Figura 48. Distribución del porcentaje de las fracciones granulométricas en sedimentos superficiales en la V región.

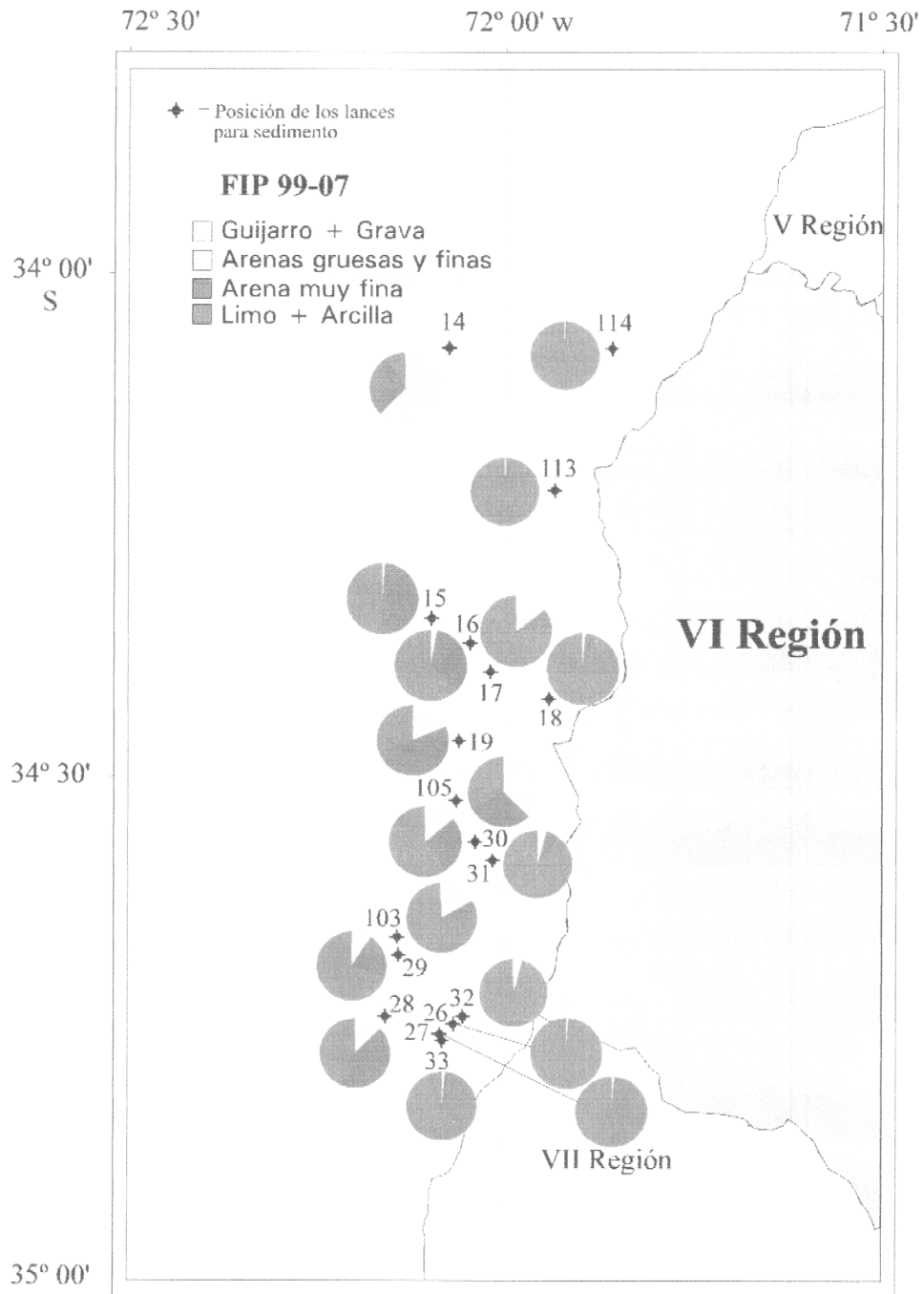


Figura 49. Distribución del porcentaje de las fracciones granulométricas en sedimentos superficiales de la VI región.

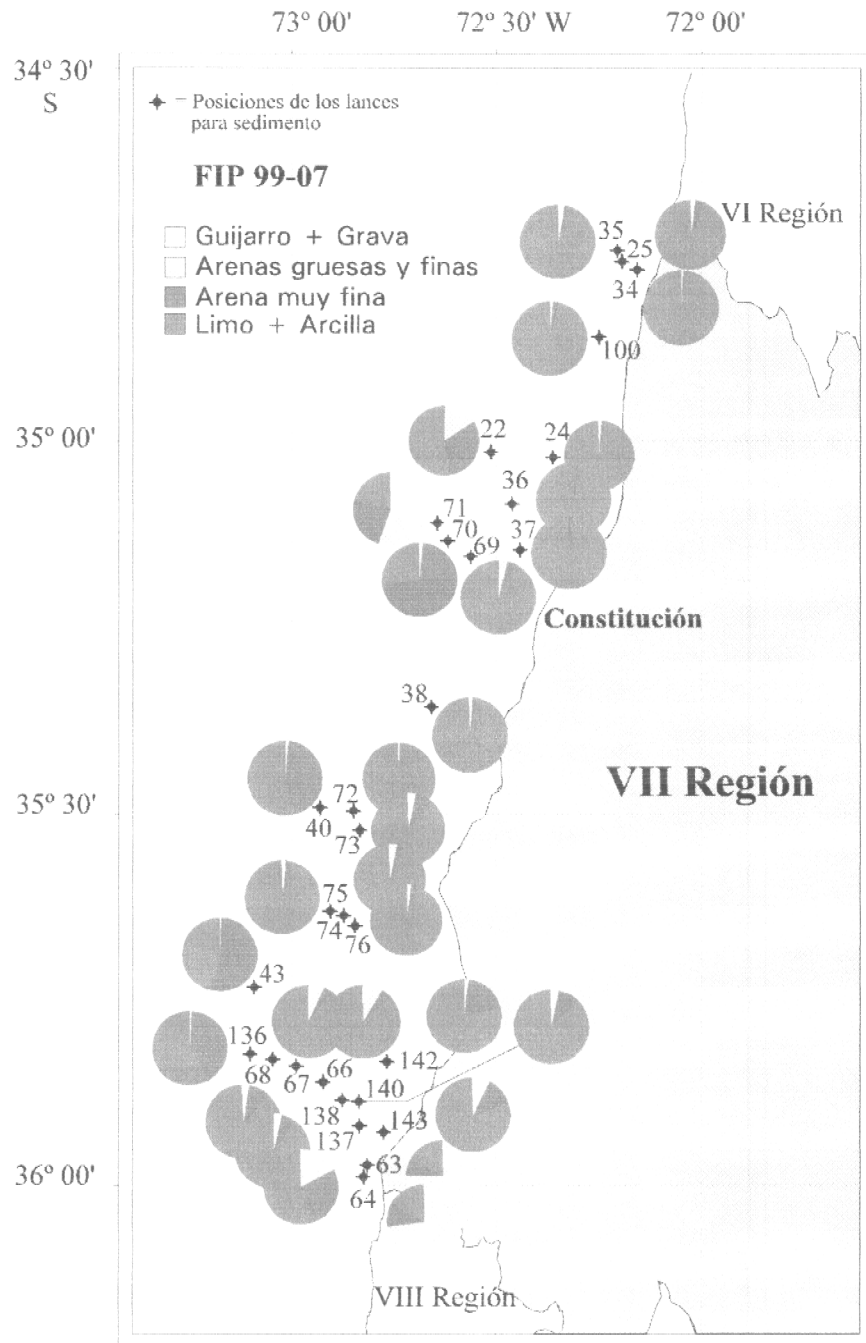


Figura 50. Distribución del porcentaje de las fracciones granulométricas en sedimentos superficiales de la VII región

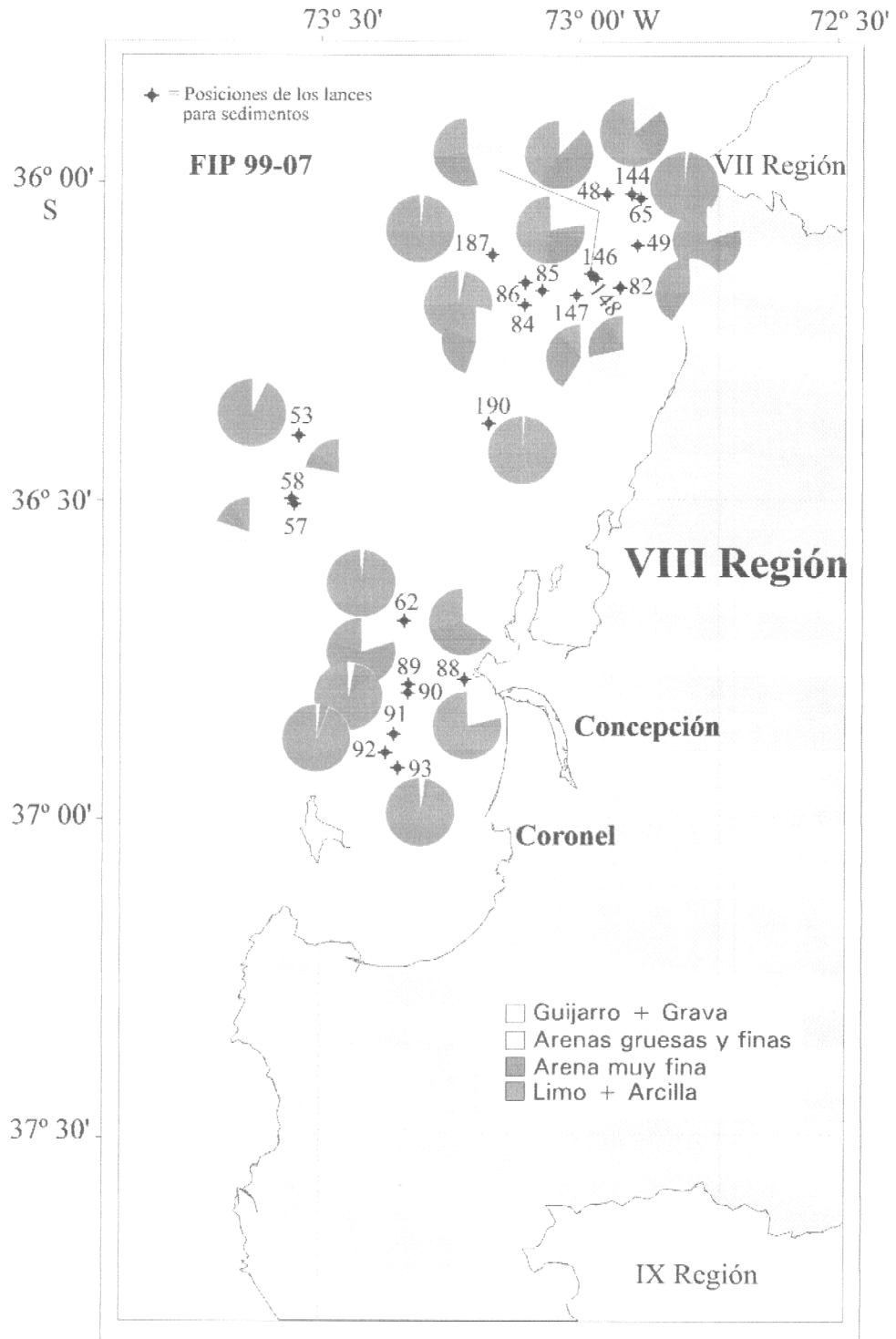


Figura 51. Distribución del porcentaje de las fracciones granulométricas en sedimentos superficiales de la VIII región.

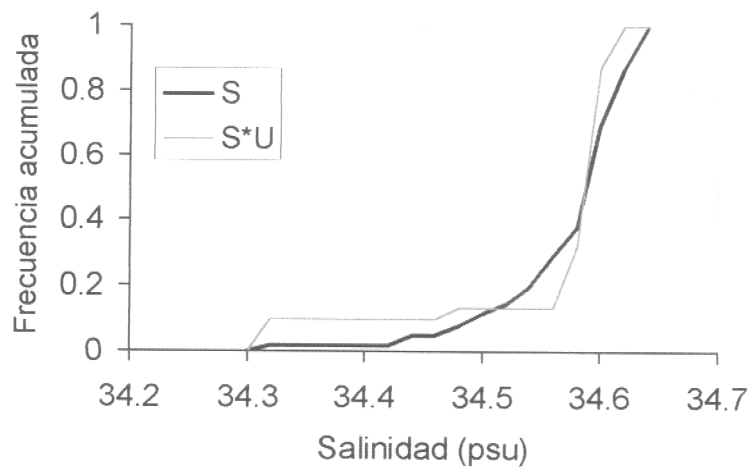
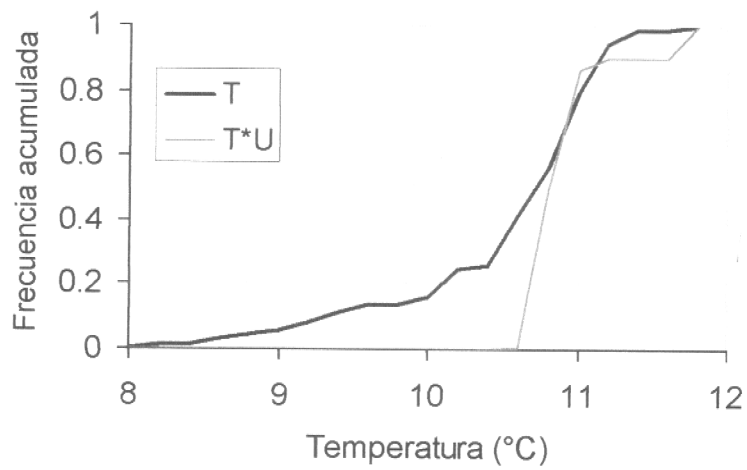


Figura 52. Frecuencia acumulada de temperatura y temperatura por CUA (arriba) y frecuencia acumulada de la salinidad (S) y salinidad por CUA (abajo).

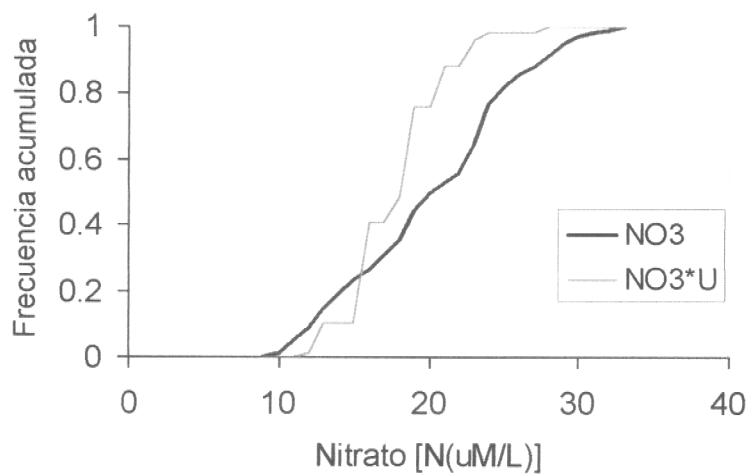
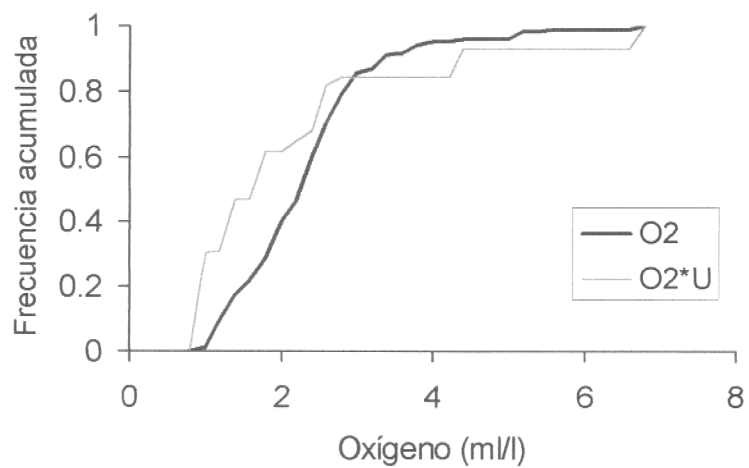


Figura 53. Frecuencia acumulada de oxígeno y oxígeno por CUA (arriba) y frecuencia acumulada de la concentración de nitratos (NO<sub>3</sub>) y nitratos por CUA (abajo).



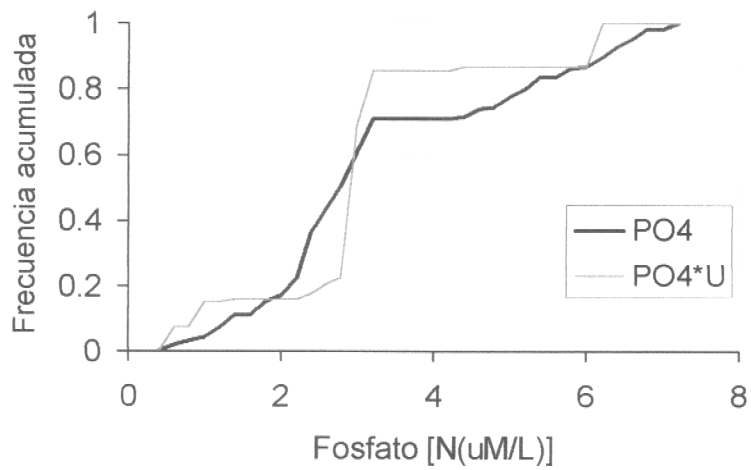
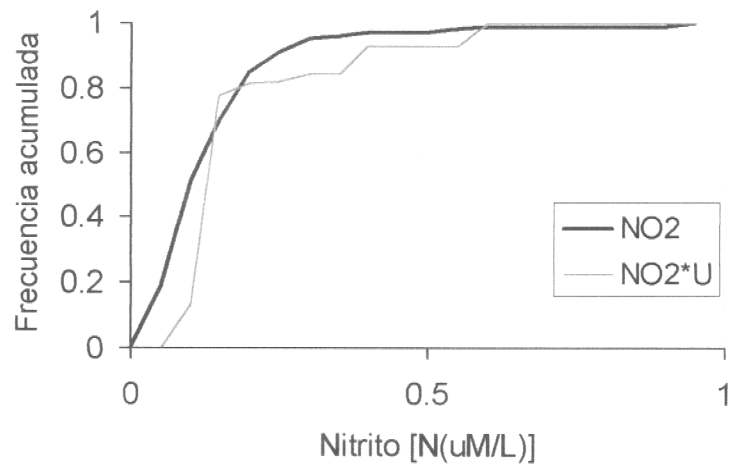


Figura 54. Frecuencia acumulada de nitrito (NO<sub>2</sub>) y nitrito por CUPA (NO<sub>2</sub>\*U, arriba) y frecuencia acumulada de la concentración de fosfato (PO<sub>4</sub>) y fosfatos por CUPA (PO<sub>4</sub>\*U, abajo).

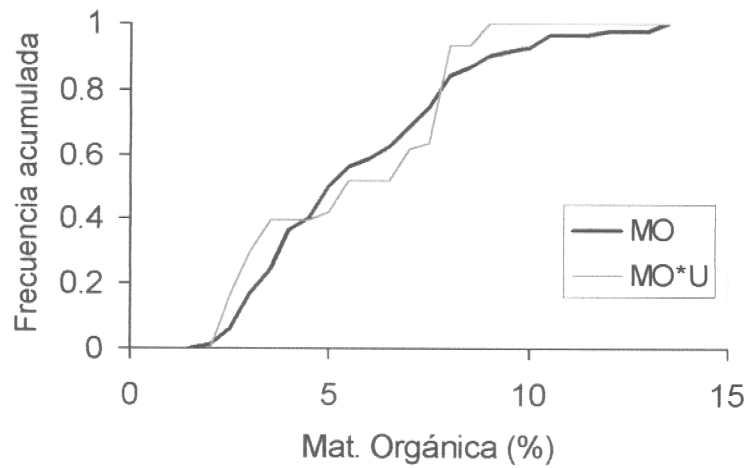
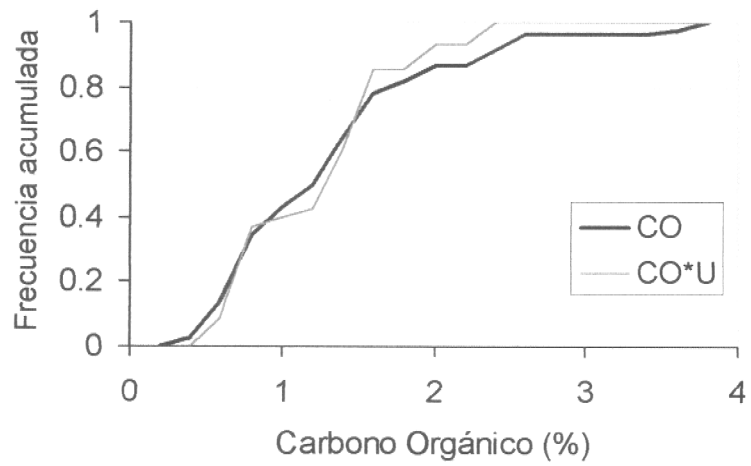


Figura 55. Frecuencia acumulada de porcentaje de carbono orgánico (CO) y CO por CUA (CO\*U, arriba) y frecuencia acumulada del porcentaje de materia orgánica (MO) y MO por CUA (MO\*U, abajo).



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

---

# ANEXO

**Características, equipamientos  
y artes de pesca de las  
embarcaciones de pesca**

- **PAM “Maiten”**

- **Características**

Tipo	:	Arrastrero por popa
Eslora	:	24,1 m
Manga	:	6,7 m
Puntal	:	2,95 m
Capacidad bodega	:	140 m <sup>3</sup>
TRG	:	150,48 t
TRN	:	70,98 t
Motor principal	:	Marca CUMMINS Modelo KT19M 425 Hp Año1991
Motor auxiliar	:	Marca Lister 48 Hp
Tipo	:	Arrastrero con rolete
Año construcción	:	1964
Astillero	:	ASMAR, Talcahuano

- **Equipamiento de navegación , detección y comunicación**

Compás magnético	:	Marca SESTREL diámetro rosa 7”
Radar	:	Marca ARITSU modelo RA725UA alcance 60 mn
GPS	:	Marca JRC modelo JLU – 121 (c/plotter)
Ecosonda papel	:	Marca JMC modelo F-830 Frec. 50 Khz
Videosonda	:	Marca SIMRAD modelo Skipper CS 116 Frec. 28 Khz
Radio HF	:	Marca JMC modelo TR-1500 Frec. 16-23 Khz
Radio VHF	:	Marca SKANTI

- **Equipos de pesca**

Red	:	Arrastre fondo langostinera
Huinche hidráulico	:	Marca KORGSWAY modelo SST 441-011

Long. cable cala : 700 m  
Pluma principal : 3 t (SWL)

- **Pam “Tiberiades”**

- **Características estructurales**

Tipo : arrastrero por popa  
Eslora : 18,78 m  
Manga : 5,40 m  
Puntal : 2,44 m  
TRG : 68,165 t  
TRN : 21,365 t  
Capacidad bodega : 64,2 m<sup>3</sup>  
Motor principal : Marca CUMMINS Mod. NVH-450M  
Motor auxiliar : Marca PERKINS; 3 cilindros; 1.500 rpm  
Año construcción : 1964  
Astillero : ASMAR, Talcahuano

- **Equipamiento de navegación, detección y comunicación**

GPS : Marca JRC modelo JLU – 121 (c/plotter)  
Ecosonda papel : Marca JMC modelo F-830 Frec. 50 Khz  
Compás magnético : Marca E.S. RITCHIE, INC, diámetro rosa 4,5”  
Radar : Marca ARITSU Tipo: ARSOBA  
Videosonda : Marca SIMRAD modelo Skipper CS 116 Frec. 28 Khz  
Radio HF: Marca RAYTHEON Mod. Type RAY 150 SSB Radiotelephone, 100  
watts  
Radio VHF : Marca BELCPOM Mod. MC-5000; VHF-FM. 25 watts

- **Equipos de pesca**

Red : Arrastre fondo langostinera  
Huinche hidráulico : Marca ROWE (Seattle); N°14  
Pluma principal : 3,3 t (SWL)