



FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

INFORMES TECNICOS F I P

FIP - IT / 96 - 04

INFORME : PROGRAMA DE MARCAJE DE ANCHOVETA.
FINAL : FASE I : MARCACION

UNIDAD : INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO,
EJECUTORA : DIRECCION ZONAL I Y II REGIONES

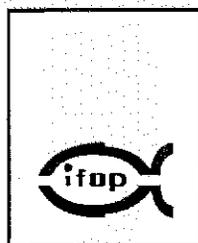
REQUIRENTE

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

EJECUTOR

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

UNIVERSIDAD ARTURO PRAT
Rector: CARLOS MERINO PINOCHET



JEFE DE PROYECTO

CARLOS MARTINEZ F.

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

AUTORES

CARLOS MARTINEZ F.
VICTOR BAROS P.
MIGUEL CORTES G.
M. GABRIELA BÖHM S.
PATRICIO BARRIA M.
JOSE L. BLANCO G.
JORGE OLIVA L.
ANTONIO ARANIS R.

COLABORADORES

OMAR ROJAS J.
GASTON ROSSON V.
LUIS ADASME M.

UNIVERSIDAD ARTURO PRAT

AUTORES

PEDRO PIZARRO F.
GUSTAVO HERRERA U.
MARIANELA MEDINA F.
ELIO SEGOVIA M.



RESUMEN Y CONCLUSIONES

El Consejo de Investigación Pesquera adjudicó la ejecución del proyecto de investigación denominado "PROGRAMA DE MARCAJE DE ANCHOVETA, FASE I: MARCACION" al Instituto de Fomento Pesquero (IFOP).

En la actualidad, los programas de marcaje son necesarios para estudios de vital importancia en la biología de poblaciones, como los "**patrones de migración**" ya que es un hecho aceptado desde hace casi un siglo que los peces pelágicos especialmente los clupeideos presentan un ciclo migratorio anual, lo que se manifiesta en la pesquería como cambios espaciales y temporales en las zonas de pesca, con las respectivas oscilaciones en la magnitud de sus capturas. Las técnicas de marcación también permiten evaluar la extensión de la distribución geográfica de una población, los patrones de migración, el número total de individuos de una población, sus parámetros de crecimiento y estimaciones de mortalidad.

En este contexto, es importante señalar que los Programas de Marcación de especies de vida corta, como la anchoveta, normalmente están constituidos por **tres Fases**, cuya duración total puede ser de cinco años. En la Fase I y II se realizan, entre otras actividades, uno o dos Cruceros de Marcación, por fase, con el propósito de recopilar en el tiempo la información de recaptura, proceso que dura hasta tres años después del último Crucero de Marcación. Las actividades de marcaje se realizan en las dos primeras fases, en las cuales al final del período de recaptura y con las investigaciones complementarias al proyecto se formula en la fase III un Modelo integrado de migración. De aquí surge la importancia de la permanencia en el tiempo



de este tipo de estudio, en términos de asegurar la recuperación de las marcas a través del tiempo.

Entre los principales resultados y conclusiones de este estudio se pueden destacar:

Engraulis ringens presentó una alta mortalidad al inicio de los experimentos, (entre los primeros 3-6 días) se consideró como un efecto directo, propio de la manipulación y del proceso de marcaje. Sin embargo, independiente de la posición, la marca tipo trapezoide minimiza este efecto, dado que la mortalidad inicial fue menor y menos brusca, todo lo cual permite suponer que el tipo de marca es importante al momento de seleccionar el diseño de éstas para este tipo de estudios.

A la luz de los resultados obtenidos y como conclusión final en la determinación experimental de la mortalidad de los peces por efecto del marcaje, sobre la base de las diferentes combinaciones de las variables tipo (T), tamaño (t) y posición de las marcas (P) se establece que el tratamiento en el cual se logró la mayor sobrevivencia fue al que se le aplicó la marca tipo trapezoide de tamaño grande en posición lateral tanto para reclutas como para adultos y secundariamente en posición ventral, por lo que se recomienda su aplicación en futuros estudios sobre comportamientos migratorios de la anchoveta.

Se realizó un censo de imanes en octubre de 1996 para analizar la factibilidad técnica de poder realizar el estudio y dos censos. Los resultados permiten establecer que de las 16 plantas de reducción existentes entre la I y IV Región, 14 presentan uno a más imanes instalados, ya sea del tipo permanente (estándar) o electroimán y 2 plantas no poseen imanes. En consecuencia, el 88 % de las plantas disponen de imanes en condiciones para ser ocupados en los estudios de recuperación de marcas.



Del total de marcas utilizadas en las pruebas de eficiencia se recuperó el 45%, porcentaje que corresponde a la probabilidad de recuperación de marcas por la industria de la Zona Norte.

En virtud de los resultados y pensando en incrementar el porcentaje de eficiencia en la recuperación, se solicitó a los Administradores y Jefes de Planta corregir el mal funcionamiento de algunos imanes y la reubicación y/o nueva instalación de éstos en las plantas que no lo poseen.

Durante las visitas permanentes a las industrias reductoras de la Zona Norte, se pudo establecer que al final de la I Fase las condiciones, por lo general, se mantienen respecto de la información obtenida en el precenso y primer censo. Se destaca a Pesquera Camanchaca (Iquique) y Coloso (Tocopilla) como las únicas que han experimentado cambios (instalación de imán).

La eficiencia total del circuito bodega-imán corresponde a un 74%. (Primera Etapa). De acuerdo a las pruebas realizadas en la Segunda Etapa, se recuperaron 16 marcas de un total de 50, la eficiencia total del circuito bodega-imán es de 32%. Sin embargo, y con los resultados obtenidos queda en evidencia que la eficiencia del circuito es dependiente de la planta en que se realiza el desembarque.

Dado que al cuarto mes de haberse iniciado este proyecto se empezaron a generar fuertes cambios oceanográficos en la Zona Norte de Chile los que evolucionaron en tal forma que actualmente estamos en pleno proceso de desarrollo de un fenómeno El Niño, de magnitud fuerte. Debido a esta inesperada situación, la cual es muy importante para este tipo de investigación respecto al actual comportamiento del patrón de migración de la anchoveta en la Zona Norte de Chile y Sur del Perú, se



incorporó un resumen de los principales resultados obtenidos durante 1997 en los diferentes cruceros oceanográficos realizados por el IFOP.

A escala global (Boletín Climático, agosto a diciembre 1997) continuaron presentándose durante diciembre de 1997 las condiciones anómalas características de un evento El Niño de gran magnitud, a pesar que algunas variables atmosféricas mostraron a finales de julio indicios de un debilitamiento en la intensidad del fenómeno. Los índices mensuales de TSM revelaron un incremento de la anomalía térmica a lo largo de todo el Pacífico ecuatorial.

Durante 1998, diversos modelos de pronóstico de la TSM en el Pacífico ecuatorial coinciden en señalar que el evento alcanzó sus máximos valores en febrero y que las condiciones anómalas persistirán hasta fines del presente año.

Mediante la información registrada en el Primer Crucero de Marcación (enero, 1997) y a través de la recaptura de las anchovetas marcadas entre la Zona de Arica (18° 21'S) y Mejillones (23°05'S), se realizó el análisis preliminar de la tendencia migratoria de esta especie, habiéndose cumplido **366** días después de su liberación. Del mismo modo se trabajó la información del Segundo Crucero y la recaptura de las anchovetas marcadas entre Arica y Tocopilla, habiéndose cumplido sólo **57** días después de su liberación.

En relación a la marcación en el mar, en el I Crucero se marcó un total de 10.285 anchovetas; 9.444 correspondieron a ejemplares adultos y 841 a reclutas, de las cuales, hasta el 31 de marzo de 1998, se recuperaron 143 marcas (138 adultas y 5 reclutas), lo que representa un 1,4%.



El desplazamiento de las anchovetas marcadas revela una tendencia migracional latitudinal en dirección norte, que de acuerdo al número total de marcas recuperadas equivale al 69%. Todas las marcas fueron recuperadas dentro de una franja costera de no más de 20 millas.

El desplazamiento hacia el norte alcanzó hasta las proximidades de Punta Madrid mientras que el movimiento hacia el sur fue mucho más extenso llegando hasta la altura de Punta Amarilla.

Por otra parte, el 29% de las anchovetas marcadas se desplazó en dirección sur, manteniéndose una pequeña fracción (2%) circulando en el mismo lugar donde fueron marcadas.

Durante el II Crucero se logró marcar un total de 9.561 ejemplares y las marcas utilizadas correspondieron a 4.911 de tamaño mediano (adultos) y 4.650 chicas (reclutas), correspondiendo a 51 y 49%, respectivamente. De éstas, al 31 de marzo de 1998 se han recuperado 17 (0,17%), 15 de tamaño mediano y 2 de pequeño tamaño.

El desplazamiento de las anchovetas marcadas durante el II Crucero, fue principalmente hacia el norte (65%), un 17% se mantuvo circulando en la zona donde fueron liberadas y un 18% se movió hacia el sur.

En base a los resultados de la distribución espacial de la actividad extractiva y el análisis de la captura por unidad de esfuerzo estructurados por longitud, se puede señalar el patrón de migración de la anchoveta para el período 1996-1997.



Durante los meses de enero, febrero y marzo, los peces adultos tienden a desplazarse hacia el oeste y su distancia de la costa está fuertemente influenciada por las condiciones oceanográficas. Durante los meses de reposo sexual, abril, mayo y junio existe un ingreso de anchovetas adultas desde el sur de Perú, la cual es de mayor abundancia en el área oceánica. Esta migración se considera de tipo reproductivo, debido a que los cardúmenes se desplazan al área de desove en la zona de pesca de Iquique y en los meses siguientes la anchoveta adulta se desplazan hacia el norte, es decir, hacia la zona sur de Perú.

Referente a los resultados, los peces de menor tamaño tienen menor movilidad, y presentan movimientos en sentido longitudinal preferentemente hacia la costa donde se encuentran las zonas de alimentación. Por este motivo no se advierten cambios latitudinales importantes, esto se corroboró por la distribución de tamaños por zona de pesca.

La aplicación de un modelo que describa el patrón de movimiento de las anchovetas en el norte de Chile requiere quintuplicar los esfuerzos de marcación en un período de tres años, en el cual se incorpore la zona sur del Perú. Además, en la II Fase se efectuará, de acuerdo a lo programado, el diseño de muestreo para la marcación de anchoveta como lo exige el modelo.

Finalmente, se puede afirmar que la marcación de recursos pelágicos, constituye un elemento válido para conocer y esquematizar los movimientos que éstos realizan en ciertos períodos. Sin embargo, existen algunos factores que de no cumplirse en el programa global de trabajo, pueden hacer fracasar cualquier experiencia de este tipo. Algunos de estos factores son: alta mortalidad en la marcación; marcas adecuadas; buen equipamiento de las plantas de reducción con elementos magnéticos utilizados



en la recuperación de marcas (imanes); difusión permanente del programa de marcación principalmente entre los operarios de las plantas reductoras y los patrones de pesca; buen incentivo por marca recuperada (recompensa), obtención de registros fidedignos de la fecha y la zona de recaptura y sobretodo desarrollar la etapa de recuperación de las marcas a lo largo del ciclo de vida de la especie en estudio.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



INDICE GENERAL

	Página
RESUMEN Y CONCLUSIONES	i
INDICE GENERAL	ix
INDICE DE FIGURAS, FOTOGRAFIAS, TABLAS Y ANEXOS	xi
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVO DEL PROYECTO.....	5
1. Objetivo general.....	5
2. Objetivos específicos	5
III. MATERIALES Y METODOS	6
1. Area de estudio	6
2. Estudios experimentales de mortalidad de anchoveta	6
2.1 Obtención, transporte y mantención de ejemplares vivos	6
2.2 Fase de aclimatación	7
2.3 Fase experimental	9
2.4 Grupos controles	10
2.5 Grupos experimentales	11
3. Experiencias de recuperación de marcas en las líneas de producción.....	12
4. Actividades de marcación en el mar	13
4.1 Obtención de ejemplares para marcar	13
5. Información oceanográfica de los cruceros de marcación	16
6. Información oceanográfica de otros cruceros.....	16
7. Operación de la flota industrial	19



IV. RESULTADOS Y ANALISIS	25
1. Estudios experimentales de mortalidad	25
1.1 Mortalidad por transporte	25
1.2 Mortalidad por aclimatación	25
1.3 Tiempo de exposición en anestesia	26
1.4 Pérdida de marcas	26
1.5 Mortalidad en grupos controles	27
1.6 Diagnóstico post mortem	27
1.7 Mortalidad en grupos experimentales	27
1.8 Discusión	30
2. Precenso y censo de imanes	34
3. Eficiencia de los imanes	36
4. Recuperación de marcas depositadas en la bodega de los barcos y en los pozos de las plantas	37
5. Marcación en el mar y tendencia migratoria de la anchoveta.....	41
5.1 Recuperación de las marcas	42
5.2 Tendencia migratoria	44
6. Condiciones ambientales	45
7. Distribución espacio temporal de la operación de la flota	59
8. Identificación de un modelo que interprete el patrón de migración de la anchoveta.....	69
8.1 Antecedentes generales	69
V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	76

FIGURAS

FOTOGRAFIAS

TABLAS

ANEXOS

Anexo 1	Emplazamiento del Sistema Experimental
Anexo 2	Informativo Regional "Bitácora de Pesca" año 1 (Nº 1)
Anexo 3	Informativo Regional "Bitácora de Pesca" año 1 (Nº 2)
Anexo 4	Instructivo para la recuperación de marcas
Anexo 5	Afiche
Anexo 6	Lista de Descriptores Base de Datos



INDICE DE FIGURAS, FOTOGRAFIAS, TABLAS Y ANEXOS

FIGURAS

- Figura 1 Area de estudio.
- Figura 2 Esquema de una planta tipo (ubicación de los imanes).
- Figura 3 Diseño del transportador utilizado para trasladar las anchovetas vivas hasta la plataforma de trabajo.
- Figura 4 Pistola para marcas metálicas internas.
- Figura 5 Diseño del vivero utilizado para mantener las anchovetas.
- Figura 6 Ubicación de las estaciones oceanográficas; a) I Crucero y b) II Crucero.
- Figura 7 Zona de estudio, con división de áreas costeras y oceánicas para efectos de analizar la distribución de la CPUE por longitudes.
- Figura 8 Distribución de frecuencia de tallas de las anchovetas muertas en el transporte.
- Figura 9 Distribución de tallas de las anchovetas muertas en el período de aclimatación.
- Figura 10 Frecuencia relativa de marcas perdidas en ejemplares vivos por tratamiento experimental (T1: tipo rectangular; T2: tipo trapezoide; t1: tamaño grande; t2: tamaño chico; P1: posición ventral; P2: posición lateral).
- Figura 11 Evolución temporal de pérdidas de marcas durante el experimento de marcaje.



- Figura 12 Pérdidas de marcas entre reclutas (menor o igual a 12 cm de LT) y adultos (mayor a 12,1 cm de LT) durante el experimento.
- Figura 13 Mortalidad de los grupos controles sin tratamiento y con anestesia, registrada durante el experimento.
- Figura 14 Diagnóstico **post mortem** en los diferentes tratamientos en anchovetas reclutas (T1: tipo rectangular; T2: tipo trapezoide; t1: tamaño grande; t2: tamaño chico; P1: posición ventral; P2: posición lateral).
- Figura 15 Diagnóstico **post mortem** en los diferentes tratamientos en anchovetas adultas (T1: tipo rectangular; T2: tipo trapezoide; t1: tamaño grande; t2: tamaño chico; P1: posición ventral; P2: posición lateral).
- Figura 16 Mortalidad diaria de anchoveta en grupo (sin anestesia), reclutas y adultos (sin considerar tipo, tamaño y posición de marcas).
- Figura 17 Efecto del tipo de marca (T1: rectangular; T2: trapezoide) sobre la mortalidad de reclutas (R) y adultos (A) de anchoveta, registrado durante el período experimental.
- Figura 18 Efecto del tamaño de marca (t1: grande; t2: chica) sobre la mortalidad de reclutas (R) y adultos (A) de anchoveta, registrado durante el período experimental.
- Figura 19 Efecto de la posición de la marca (P1: ventral, P2: lateral) sobre la mortalidad de reclutas (R) y adultos (A) de anchoveta, registrado durante el período experimental.
- Figura 20 Mortalidad diaria registrada en los diferentes tratamientos (T1: tipo rectangular; T2: tipo trapezoide; t1: tamaño grande; t2: tamaño chico; P1: posición ventral; P2: posición lateral).



- Figura 21 Mortalidad diaria registrada en los diferentes tratamientos en reclutas de anchoveta (T1: tipo rectangular; T2: tipo trapezoide; t1: tamaño grande; t2: tamaño chico; P1: posición ventral; P2: posición lateral).
- Figura 22 Mortalidad diaria registrada en los diferentes tratamientos en adultos de anchovetas (T1: tipo rectangular; T2: tipo trapezoide; t1: tamaño grande; t2: tamaño chico; P1: posición ventral; P2: posición lateral).
- Figura 23 Tendencia migratoria de las anchovetas marcadas y liberadas en el lance N° 1. Zona de pesca frente a Patache. I Crucero.
- Figura 24 Tendencia migratoria de las anchovetas marcadas y liberadas en el lance N° 2. Zona de pesca frente a Patache. I Crucero.
- Figura 25 Tendencia migratoria de las anchovetas marcadas y liberadas en el lance N° 3. Zona de pesca frente a Punta Lobos. I Crucero.
- Figura 26 Tendencia migratoria de las anchovetas marcadas y liberadas en el lance N° 4. Zona de pesca frente a Mejillones del Norte. I Crucero.
- Figura 27 Tendencia migratoria de las anchovetas marcadas y liberadas en el lance N° 5. Zona de pesca frente a Punta Madrid. I Crucero.
- Figura 28 Tendencia migratoria de las anchovetas marcadas y liberadas en el lance N° 6. Zona de pesca frente a Punta Gorda. I Crucero.
- Figura 29 Tendencia migratoria de las anchovetas marcadas y liberadas en el lance N° 7. Zona de pesca frente a Punta Paquica. I Crucero.
- Figura 30 Tendencia migratoria de las anchovetas marcadas y liberadas en el lance N° 8. Zona de pesca frente a Punta Paquica. I Crucero.
- Figura 31 Tendencia migratoria de las anchovetas marcadas y liberadas en el lance N° 7. Zona de pesca frente a Chipana. II Crucero.



- Figura 32 Tendencia migratoria de las anchovetas marcadas y liberadas en el lance N° 8. Zona de pesca frente a Guanillos del Norte. II Crucero.
- Figura 33 Resumen de la tendencia migratoria de las anchovetas marcadas y liberadas en el I Crucero de marcación.
- Figura 34 Distribución superficial de la temperatura (°C) y salinidad (psu) de los cruceros de marcación de la anchoveta, **(a y b):** I Crucero y **(c y d):** II Crucero.
- Figura 35a Distribución vertical de temperatura (°C) y salinidad (psu), transecta paralela a la costa. Crucero de Anchoveta, Enero 1997.
- Figura 35b **a)** Distribución de anomalía de temperatura superficial (°C) y **b)** Profundidad de la isoterma de 15°C. Crucero de marcación de anchoveta. II Crucero (Diciembre 1997).
- Figura 36 Distribución superficial de temperatura (°C), Cruceros de marzo, mayo, junio y agosto de 1997.
- Figura 37 Distribución superficial de anomalía de temperatura (°C), Cruceros de marzo, mayo, junio y agosto de 1997.
- Figura 38 Distribución superficial de salinidad (psu), Cruceros de marzo, mayo, junio y agosto de 1997.
- Figura 39 Distribución superficial de anomalía de salinidad (psu), Cruceros de marzo, mayo, junio y agosto de 1997.
- Figura 40 Batimetría de la isoterma de 15°C (m). Cruceros de marzo, mayo, junio y agosto de 1997.
- Figura 41 Distribución vertical de temperatura (°C) en las transectas cercanas a Iquique (20°20'S). Septiembre 1996 a septiembre 1997.



- Figura 42 Distribución vertical de anomalía de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en las transectas cercanas a Iquique ($20^{\circ}20'\text{S}$). Septiembre 1996 a septiembre 1997.
- Figura 43 Distribución vertical de salinidad (psu) en las transectas cercanas a Iquique ($20^{\circ}20'\text{S}$). Septiembre 1996 a septiembre 1997.
- Figura 44 Distribución vertical de anomalía de salinidad (psu) en las transectas cercanas a Iquique ($20^{\circ}20'\text{S}$). Septiembre 1996 a septiembre 1997.
- Figura 45 Distribución temporal de temperatura con profundidad a 5 millas frente a Iquique.
- Figura 46 Promedio mensual de temperatura superficial del mar, índice de surgencia y turbulencia en Arica, Iquique y Antofagasta. 1971 - 1997.
- Figura 47 Promedio mensual de la componente U (Este - Oeste) y V (Norte - Sur), índice de surgencia y turbulencia del viento en Arica. 1971 - 1997.
- Figura 48 Anomalía mensual de la componente U (Este - Oeste) y V (Norte - Sur), índice de surgencia y turbulencia del viento promedio mensual en Arica. 1971 - 1997.
- Figura 49 Promedio mensual de la componente U (Este - Oeste) y V (Norte - Sur), índice de surgencia y turbulencia del viento en Iquique. 1982 - 1997.
- Figura 50 Anomalía mensual de la componente U (Este - Oeste) y V (Norte - Sur), índice de surgencia y turbulencia del viento promedio mensual en Iquique. 1982 - 1997.
- Figura 51 Promedio mensual de la componente U (Este - Oeste) y V (Norte - Sur), índice de surgencia y turbulencia del viento en Antofagasta. 1971-1997.



- Figura 52 Anomalía mensual de la componente U (Este - Oeste) y V (Norte - Sur), índice de surgencia y turbulencia del viento promedio mensual en Antofagasta. 1971 - 1997.
- Figura 53 Ciclo estacional de turbulencia y surgencia. Periodos y/o áreas con baja turbulencia y transporte hacia fuera de la costa se pueden asumir como apropiados para la sobrevivencia de las larvas (Callao y Trujillo, con datos de Mendo et al., 1987).
- Figura 54 Imágenes semanales de temperatura superficial del mar. Enero, febrero y marzo de 1997.
- Figura 55 Imágenes semanales de temperatura superficial del mar. Abril, mayo y junio de 1997.
- Figura 56 Imágenes semanales de temperatura superficial del mar. Julio, agosto y septiembre de 1997.
- Figura 57 Imágenes semanales de temperatura superficial del mar. Octubre, noviembre y diciembre de 1997.
- Figura 58 Imágenes mensuales del gradiente de temperatura superficial del mar. Año 1997.
- Figura 59 Imágenes mensuales del gradiente de temperatura superficial del mar y la captura de anchoveta. Año 1996.
- Figura 60 Imágenes mensuales del gradiente de temperatura superficial del mar y esfuerzo estandarizado de anchoveta. Año 1996.
- Figura 61 Imágenes mensuales del gradiente de temperatura superficial del mar y CPUE de anchoveta. Año 1996.



- Figura 62 Imágenes mensuales del gradiente de temperatura superficial del mar y la captura de anchoveta. Año 1997.
- Figura 63 Imágenes mensuales del gradiente de temperatura superficial del mar y esfuerzo estandarizado de anchoveta. Año 1997.
- Figura 64 Imágenes mensuales del gradiente de temperatura superficial del mar y CPUE de anchoveta. Año 1997.
- Figura 65 Distribución espacial de la CPUE de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a enero de 1996.
- Figura 66 Distribución espacial de la CPUE de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a febrero de 1996.
- Figura 67 Distribución espacial de la CPUE de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a marzo de 1996.
- Figura 68 Distribución espacial de la CPUE de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a abril de 1996.
- Figura 69 Distribución espacial de la CPUE de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a mayo de 1996.
- Figura 70 Distribución espacial de la CPUE de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a junio de 1996.
- Figura 71 Distribución espacial de la CPUE de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a julio de 1996.
- Figura 72 Distribución espacial de la CPUE de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a agosto de 1996.



- Figura 73 Distribución espacial de la CPUE de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a septiembre de 1996.
- Figura 74 Distribución espacial de la CPUE de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a octubre de 1996.
- Figura 75 Distribución espacial de la CPUE de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a noviembre de 1996.
- Figura 76 Distribución espacial de la CPUE de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a diciembre de 1996.
- Figura 77 Distribución espacial de la CPUE de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a enero de 1997.
- Figura 78 Distribución espacial de la CPUE de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a febrero de 1997.
- Figura 79 Distribución espacial de la CPUE de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a marzo de 1997.
- Figura 80 Distribución espacial de la CPUE de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a abril de 1997.
- Figura 81 Distribución espacial de la CPUE de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a mayo de 1997.
- Figura 82 Distribución espacial de la CPUE de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a junio de 1997.
- Figura 83 Distribución espacial de la CPUE de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a julio de 1997.



- Figura 84 Distribución espacial de la CPUE de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a agosto de 1997.
- Figura 85 Distribución espacial de la CPUE de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a septiembre de 1997.
- Figura 86 Distribución espacial de la CPUE de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a octubre de 1997.
- Figura 87 Distribución espacial de la CPUE de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a noviembre de 1997.
- Figura 88 Distribución espacial de la CPUE de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a diciembre de 1997.



FOTOGRAFIAS

- Foto 1 Fotografía de los tipos de marcas utilizadas en los grupos experimentales (A: rectangular grande (T1t1); B: trapezoide grande (T2t1) y C: rectangular chica (T1t2)).
- Foto 2 Fotografía que indica la posición de inserción de la marca en la línea media ventral (P1).
- Foto 3 Fotografía que indica la posición de inserción de la marca entre la línea media lateral y la línea media ventral (P2).
- Foto 4 Imán permanente (estándar) en área de descarga del pescado (se observan clavos y pedazos de fierro adheridos al imán).
- Foto 5 Imán permanente (estándar) en área de salida de los cocedores.
- Foto 6 Imanes permanentes (estándar) en el área de entrada de cada molino.
- Foto 7 Electroimán ubicado en el área de entrada de los peletizadores.
- Foto 8 Area anterior a los molinos. En el segundo piso se observan las estructuras donde están los imanes permanentes (Perú: Ilo).
- Foto 9 Operador abriendo las estructuras de los imanes para observar la presencia de metales y marcas. Area anterior a los molinos (Perú: Ilo).
- Foto 10 PAM Audaz en proceso intermedio del virado de la red de cerco.
- Foto 11 Acercamiento con el Zodiac y vivero transportador a la red del PAM Audaz.



- Foto 12 Acercamiento del vivero transportador a la red que está en proceso de virado. Se observa una gran cantidad de lobos.
- Foto 13 Observación del copo para corroborar la presencia de anchoveta u otro recurso en la captura.
- Foto 14 Personal de marcación preparándose para subir a bordo a sacar con los chinguillos las anchovetas del copo de la red.
- Foto 15 Proceso final en que se trasvasijan las anchovetas vivas al vivero transportador.
- Foto 16 Anchovetas separadas para realizar el muestreo de longitud y observar el estado de condición de los ejemplares, previo al proceso de marcación.
- Foto 17 Recipiente que contiene las anchovetas seleccionadas para iniciar el proceso de marcación.
- Foto 18 Marcaje de anchoveta adulta con la mano (se usan marcas de mediano tamaño).
- Foto 19 Se muestra marca inserta en la parte media ventral de una anchoveta.
- Foto 20 Marcaje de anchoveta recluta por medio de una pinza (se usan marcas de pequeño tamaño).
- Foto 21 Liberación de anchovetas marcadas desde el vivero, se observa la formación de un pequeño cardumen.



TABLAS

- Tabla 1 Peso (gramos) de los tipos de marca utilizadas en los grupos experimentales (T1: rectangular; T2: trapezoide; t1: grande; t2: chica) y sus estadígrafos (PRO: promedio; DS: desviación estándar; MIN: valor mínimo; MAX: valor máximo; CV: coeficiente de variación).
- Tabla 2 Agrupación de las características externas e internas de las observaciones realizadas a los ejemplares muertos de los diferentes grupos experimentales.
- Tabla 3a Mortalidad (%) acumulada registrada en los diferentes tratamientos para el total (T1: tipo rectangular; T2: tipo trapezoide; t1: tamaño grande; t2: tamaño chico; P1: posición ventral; P2: posición lateral).
- Tabla 3b Mortalidad (%) diaria registrada en los diferentes tratamientos para el total (T1: tipo rectangular; T2: tipo trapezoide; t1: tamaño grande; t2: tamaño chico; P1: posición ventral; P2: posición lateral).
- Tabla 4a Mortalidad (%) acumulada registrada en los diferentes tratamientos para recluta (T1: tipo rectangular; T2: tipo trapezoide; t1: tamaño grande; t2: tamaño chico; P1: posición ventral; P2: posición lateral).
- Tabla 4b Mortalidad (%) diaria registrada en los diferentes tratamientos para recluta (T1: tipo rectangular; T2: tipo trapezoide; t1: tamaño grande; t2: tamaño chico; P1: posición ventral; P2: posición lateral).
- Tabla 5a Mortalidad (%) acumulada registrada en los diferentes tratamientos para adulto (T1: tipo rectangular; T2: tipo trapezoide; t1: tamaño grande; t2: tamaño chico; P1: posición ventral; P2: posición lateral).



- Tabla 5b Mortalidad (%) diaria registrada en los diferentes tratamientos para adulto (T1: tipo rectangular; T2: tipo trapezoide; t1: tamaño grande; t2: tamaño chico; P1: posición ventral; P2: posición lateral).
- Tabla 6a Mortalidad promedio diaria registrada en los diferentes tratamientos para el total (T1: tipo rectangular; T2: tipo trapezoide; t1: tamaño grande; t2: tamaño chico; P1: posición ventral; P2: posición lateral) (PRO: promedio; DS: desviación estándar; t_{n-1} : distribución t de Student (95%); Li: límite inferior de confianza; Ls: límite superior de confianza).
- Tabla 6b Mortalidad promedio diaria registrada en los diferentes tratamientos para recluta (T1: tipo rectangular; T2: tipo trapezoide; t1: tamaño grande; t2: tamaño chico; P1: posición ventral; P2: posición lateral) (PRO: promedio; DS: desviación estándar; t_{n-1} : distribución t de Student (95%); Li: límite inferior de confianza; Ls: límite superior de confianza).
- Tabla 6c Mortalidad promedio diaria registrada en los diferentes tratamientos para adulto (T1: tipo rectangular; T2: tipo trapezoide; t1: tamaño grande; t2: tamaño chico; P1: posición ventral; P2: posición lateral) (PRO: promedio; DS: desviación estándar; t_{n-1} : distribución t de Student (95%); Li: límite inferior de confianza; Ls: límite superior de confianza).
- Tabla 7 Resumen del Censo del número de imanes, ubicación y condición, entre la I y IV Región.
- Tabla 8 Resumen del número de marcas recuperadas según la ubicación del imán, del total de pruebas de eficiencia y de recuperación entre la I y IV Región.
- Tabla 9 Resumen del número y porcentaje de marcas grandes (M-G) y chicas (M-C) usadas en las pruebas de eficiencia, en el cocedor y molinos, recuperadas en los diferentes imanes instalados en las plantas del Puerto de Arica.



- Tabla 10 Resumen del número y porcentaje de marcas grandes (M-G) y chicas (M-C) usadas en las pruebas de eficiencia, en el cocedor y molinos, recuperadas en los diferentes imanes instalados en las plantas del Puerto de Iquique.
- Tabla 11 Resumen del número y porcentaje de marcas grandes (M-G) y chicas (M-C) usadas en las pruebas de eficiencia, en el cocedor y molinos, recuperadas en los diferentes imanes instalados en las plantas de los Puertos de Tocopilla y Mejillones.
- Tabla 12 Resumen del número y porcentaje de marcas grandes (M-G) usadas en las pruebas de eficiencia, en el cocedor y molinos, recuperadas en los diferentes imanes instalados en las plantas de los Puertos de Caldera y Coquimbo.
- Tabla 13 Resumen del número y porcentaje de marcas grandes (M-G) y chicas (M-C) depositadas en los pozos y recuperadas en los diferentes imanes instalados, por planta, en el Puerto de Arica.
- Tabla 14 Resumen del número y porcentaje de marcas grandes (M-G) y chicas (M-C) depositadas en los pozos y recuperadas en los diferentes imanes instalados, por planta, en el Puerto de Iquique.
- Tabla 15 Resumen del número y porcentaje de marcas grandes (M-G) y chicas (M-C) depositadas en los pozos y recuperadas en los diferentes imanes instalados, por planta, en los Puertos de Tocopilla y Mejillones.
- Tabla 16 Resumen del número y porcentaje de marcas grandes (M-G) depositadas en los pozos y recuperadas en los diferentes imanes instalados, por planta, en los Puertos de Caldera y Coquimbo.
- Tabla 17a Resumen del número y porcentaje total de marcas depositadas en la bodega de los cerqueros y recuperadas por los imanes de la línea de producción. I Crucero.



- Tabla 17b Resumen del número y porcentaje total de marcas depositadas en la bodega de los cerqueros y recuperadas por los imanes de la línea de producción. II Crucero.
- Tabla 18 Actividades de marcación realizadas en los Cruceros de Marcación a bordo del B/I Carlos Porter.
- Tabla 19 Número de anchovetas liberadas y marcas recuperadas de los Cruceros de Marcación hasta el 31 de marzo de 1998.
- Tabla 20 Recuperación total de marcas recopiladas de los Cruceros de Marcación, por Puertos, hasta el 31 de marzo de 1998.
- Tabla 21 Días en libertad de las anchovetas marcadas y recuperadas con información del lance de liberación, hasta el 31 de marzo de 1998. I y II Crucero de Marcación.
- Tabla 22 Resumen en número y porcentaje de la tendencia migratoria de las anchovetas liberadas y recuperadas por lance en los Cruceros de Marcación, hasta el 31 de marzo de 1998.

ANEXOS

- Anexo 1 Emplazamiento del sistema experimental.
- Anexo 2 Informativo Regional "Bitácora de Pesca" Año 1 (Número 1).
- Anexo 3 Informativo Regional "Bitácora de Pesca" Año 1 (Número 2).
- Anexo 4 Instructivo para la recuperación de marcas.
- Anexo 5 Afiche.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



I. INTRODUCCION

El Consejo de Investigación Pesquera adjudicó el 16 de agosto de 1996 la ejecución del proyecto de investigación denominado "PROGRAMA DE MARCAJE DE ANCHOVETA, FASE I: MARCACION" al Instituto de Fomento Pesquero (IFOP).

En este contexto, es importante señalar que los Programas de Marcación de especies de vida corta, como es la anchoveta, normalmente están constituidos por tres Fases, cuya duración total puede ser de cinco años. Normalmente en la Fase I y II se realizan, entre otras actividades, uno o dos Cruceros de Marcación, por Fase, con el propósito de recopilar en el tiempo la información de recaptura, proceso que para los peces de vida corta, como la anchoveta, dura hasta tres años después del último Crucero de Marcación. Las actividades de marcaje se realizan en las dos primeras fases, en las cuales al final del período de recaptura y con las investigaciones complementarias al proyecto se formula en la Fase III un Modelo integrado de migración. De aquí surge la importancia de la permanencia en el tiempo de este tipo de estudio, en términos de asegurar la recuperación de las marcas a través del tiempo.

De acuerdo con las Bases Administrativas del concurso público en cuestión, se presenta el Informe Final. Según el cronograma de actividades de la Propuesta Técnica y el Contrato de Investigación, este Informe presenta los resultados correspondientes al **Objetivo General y los Específicos**, que se detallan a continuación, enfatizándose que por haber sido discontinuado el Programa los principales resultados de recuperación de marcas tienen un carácter de preliminar.



En la actualidad, los programas de marcaje son necesarios para el estudio de aspectos que son de vital importancia en la biología de poblaciones, como los "patrones de migración" ya que es un hecho aceptado desde hace casi un siglo que los peces pelágicos especialmente los clupeideos presentan un ciclo migratorio anual, lo que se manifiesta en la pesquería como cambios espaciales y temporales en las zonas de pesca (Blaxter y Hunter, 1982), con las respectivas oscilaciones en la magnitud de sus capturas (Torres et al., 1984), comportamiento que también ha sido descrito para gádidos (Svendsen, 1995). El empleo de las técnicas de marcación también permiten evaluar la extensión y los patrones de migración, el número total de individuos de una población en un instante dado, parámetros de crecimiento y estimaciones de mortalidad (Sparre y Venema, 1995; Montgomery et al., 1995).

No obstante, un programa de marcaje requiere de una fase experimental, la que permite determinar los aspectos técnicos de la marcación, incluyendo el diseño de la marca y el lugar del cuerpo del pez en que se debe implantar la marca con el objeto de causar el mínimo daño somático a los peces, una escasa pérdida de marcas y el menor efecto sobre la mortalidad.

Al respecto, la utilización de marcas metálicas internas resulta altamente exitosa cuando las empresas procesadoras de harina de pescado poseen imanes instalados en sus líneas de producción, los que son utilizados en este caso en la etapa de recuperación de marcas.

Dado que las marcas metálicas son recuperadas en las plantas de reducción hubo que establecer el número de plantas que tienen imanes, su ubicación y funcionamiento. Al respecto, se efectuó un precenso (I y II Región) y dos censos en



todas las plantas de reducción, desde Arica hasta Coquimbo. Posterior a los resultados obtenidos en el primer censo se determinó la eficiencia de los imanes y el porcentaje de recuperación de marcas.

La ejecución de los dos cruceros de marcación correspondió al cumplimiento del tercer objetivo, con el que se pretende determinar los movimientos migratorios de las anchovetas adultas y reclutas en el norte de Chile.

La marcación de recursos pelágicos, constituye un elemento válido para conocer y esquematizar los movimientos que éstos realizan en ciertos períodos. Sin embargo, existen algunos factores que de no cumplirse, en el programa global de trabajo, pueden hacer fracasar cualquier experiencia de este tipo. Algunos de estos factores son: alta mortalidad en la marcación; marcas adecuadas; buen equipamiento de las plantas de reducción con elementos magnéticos utilizados en la recuperación de marcas (imanes); difusión permanente del programa de marcación principalmente entre los operarios de las plantas reductoras y los patronos de pesca; buen incentivo por marca recuperada (recompensa), obtención de registros fidedignos de la fecha y zona de recaptura y **la recuperación de las marcas a lo largo del ciclo de vida de la especie en estudio**, elemento contemplado originalmente en la Segunda y Tercera Fase.

En la medida que la técnica de marcación comience nuevamente a aplicarse en conjunto en Chile y Perú, se dispondrá de una herramienta de apoyo adicional en la toma de decisiones, entregando a la autoridad otro elemento de juicio para la administración de los recursos.



En relación al movimiento de migración mensual de la anchoveta, éste también puede inferirse del movimiento de la flota cerquera industrial, debido a que esta cambia su distribución de acuerdo al patrón de migración y abundancia relativa de la especie.

Antes de entregar los resultados es importante señalar que a los cinco meses de iniciado el Proyecto se evidenció la presencia del fenómeno El Niño en las costas del Norte de Chile. Al respecto, se puede señalar que a escala global continúan presentándose, en enero y febrero de 1998, las condiciones anómalas características de un evento **El Niño de gran magnitud**, a pesar que algunas variables oceanográficas y atmosféricas muestran indicios de un debilitamiento estacional en la intensidad del fenómeno.

Diversos modelos de pronóstico de la TSM en el Pacífico ecuatorial coinciden en anticipar que las condiciones anómalas que caracterizan el actual evento El Niño persistirán hasta fines de 1998.

En este sentido, los resultados del comportamiento migracional de la anchoveta están ligados, en esta Etapa del proyecto, a la influencia de los fuertes cambios oceanográficos que actualmente persisten en la Región del Pacífico Sur oriental.



II. OBJETIVO DEL PROYECTO

1. Objetivo General

Determinar el circuito migratorio de las anchovetas adultas y reclutas del norte de Chile.

2. Objetivos Especificos

- 2.1 Determinar experimentalmente la mortalidad de los peces por efecto el marcaje.
- 2.2 Cuantificar experimentalmente la recuperación de marcas de anchovetas en las plantas de reducción de harina de pescado.
- 2.3 Determinar los movimientos migratorios de las anchovetas adultas y reclutas en el norte de Chile.
- 2.4 Determinar los movimientos de migración mensual de la anchoveta, mediante indicadores de la flota cerquera industrial y su relación con las condiciones oceanográficas asociadas.
- 2.5 Identificar un modelo que permita cuantificar los patrones de movimiento de las anchovetas entre zonas de pesca.



III. MATERIALES Y METODOS

1. Area de estudio

La zona de estudio abarcó desde el límite Norte del área ($18^{\circ}21'S$) hasta el límite sur de Coquimbo ($32^{\circ}10'S$) y desde la costa hacia el oeste hasta donde opera la flota cerquera (Fig. 1). Sin embargo, tanto los cruceros de marcación como la información pesquera, biológica y oceanográfica analizada comprendió las regiones I y II.

2. Estudios experimentales de mortalidad de anchoveta

2.1 Obtención, transporte y mantención de ejemplares vivos

La colecta de ejemplares vivos de anchoveta se llevó a cabo en enero y febrero de 1997, a bordo del cerquero "Guayacán". Durante ese período, se realizaron 5 muestreos obteniéndose un total de 2.362 ejemplares. Para disminuir al máximo el tiempo de transporte, las capturas se efectuaron en zonas de pesca cercanas a la base experimental (un muestreo al oeste del Puerto de Iquique, tres frente a Punta Colorada y uno frente a Punta Blanca, todos entre la primera y las 4 mn).

Para evitar el deterioro físico de los ejemplares se realizaron lances no superiores a 5 toneladas. Una vez cerrado el cerco, la red se recogió lentamente para concentrar el cardumen, asegurando cierta libertad de movimiento de los peces e impidiendo que fueran comprimidos. Estando la captura retenida en el copo, los ejemplares fueron sacados por medio de un chingullo recubierto con tevinil perforado para minimizar la



pérdida de escamas por roce, cuya capacidad no fue superior a 15 ejemplares por vez (Serra y Gil, 1975). Luego fueron depositados en estanques de 0,1 - 0,2 m³ de capacidad lo que permitió una carga de entre 65 y 196 peces por estanque. Estos estanques estuvieron provistos con sistemas de recambio de agua permanente hasta el momento de ingresar a la bahía donde el flujo continuo era suspendido por la mala calidad del agua de mar en ese sector. Durante la permanencia de los peces a bordo, se sacaron los ejemplares muertos y aquellos que presentaban evidentes signos de maltratos o problemas de equilibrio (hematomas, heridas, pérdida de escamas o movimientos natatorios erráticos), sin descartarlos como componentes del muestreo para el cómputo de la mortalidad por transporte. Una vez recalado en puerto, los estanques fueron sacados del PAM mediante un camión y fueron trasladados al Campus Huayquique de la Universidad Arturo Prat, (base experimental), en donde se realizó el trasvasije de los individuos vivos saludables a los estanques de aclimatación.

2.2 Fase de aclimatación

La fase de aclimatación se realizó en estanques circulares cilíndricos de fibra de vidrio de 0,8 m de alto y 1,5 m de diámetro (volumen total 1,41 m³), con un nivel de rebalse central interior de PVC de 40 mm. Un número de 10 estanques fueron emplazados sobre una estructura de madera y cubiertos de un techo de malla raschell con el fin de proporcionar una buena ventilación y atenuar la elevación de la temperatura del agua por efecto de la irradiación solar. El abastecimiento de agua de mar se logró a través de una bomba centrífuga FLIPPER modelo NS 50 de 1 Hp de potencia, la cual fue conducida a los estanques a través de tuberías de PE de 2". Cada estanque fue alimentado con un flujo continuo a una tasa de entre 0,3-0,55 litros/segundo, lo cual permitió un tiempo de residencia de 59 a 32 minutos y una tasa de renovación de 24 a 22,5 veces al día.



El abastecimiento de agua de cada estanque fue a través de un difusor vertical en PVC de 32 mm que permitió un patrón de flujo circular en cada unidad de confinamiento, manteniendo un volumen efectivo/estanque de 1,06 m³. De esta forma se pudo cautelar las condiciones de temperatura y oxígeno disuelto del agua (Ver diseño del sistema en Anexo 1). El agua utilizada no fue filtrada por lo que el contenido natural de alimento (plancton) fue aprovechado para la alimentación de los peces en cautiverio. No obstante se adicionó diariamente un suplemento alimenticio consistente en microalgas (**Tetraselmis suecica** y **Chlorella** sp) cultivadas en laboratorio. La rutina de alimentación consistió en detener el flujo por una hora adicionando a cada estanque 10 litros de suspensión algal, proporcionando una dosis aproximada de 25.000 células algales/ml.

Los grupos de peces destinados a la fase aclimatación fueron distribuidos en densidades similares, sin discriminar reclutas de adultos, por un período de 5 días con el propósito de sustraer el efecto del estrés provocado por la colecta y el transporte desde su medio natural.

Un total de 863 ejemplares entraron a la "fase de aclimatación", la que se consideró como el tiempo que se requiere para lograr la adaptación de los peces a las condiciones de cautiverio (Alegria et al., 1995). En términos de tendencia, la duración del proceso estuvo definida por la estabilización de sobrevivencia de los individuos, que para el presente experimento se logró después del quinto día. En esta fase se realizaron observaciones durante las 24 horas para eliminar los ejemplares muertos, con signos de traumatismos o problemas de equilibrio.



2.3 Fase experimental

Una vez aclimatados los peces, el día 24 de enero de 1997, se procedió a realizar la fase experimental considerándolo como el día de inicio de los experimentos. Previo al procedimiento de anestesia se llevó a cabo un experimento que permitió establecer el tiempo óptimo del efecto de la anestesia, MS-222 (Metanosulfonato de tricaina), para realizar la operación de marcaje de los peces ya aclimatados, todo lo cual se llevó a cabo en una dosis de 0,075 gramos/litro considerando las variables sedación ligera, pérdida del equilibrio parcial, posición lateral (disminución de la movilidad) y recuperación. La operación de la anestesia, previo al marcaje, consistió en disolver 1,5 gramos de MS-222 en 20 litros de agua de mar. Los ejemplares fueron anestesiados uno a uno con el propósito de controlar el proceso de adormecimiento del pez y de facilitar la inserción de la marca (evitando además traumatismos y pérdida de escamas por manipulación).

Como la alta mortalidad se le atribuye a la fuerte infección bacterial cuando se procede a marcar los peces, los diferentes tipos de marcas como el instrumental utilizado fueron esterilizados en etanol puro (95%), para reducir la contaminación bacteriana (Vrooman *et al.*, 1966).

Relajado el pez, éste se cogió por el dorso con el índice y el pulgar, sujetando delicadamente el cuerpo con el resto de la mano para dejar expuesta la región ventral o lateral. Debido a la poca aplicabilidad operativa de la pistola Bergen-Nautik, utilizada por Serra y Gil (1975) y Torres *et al.* (1984) se estimó conveniente realizar la inserción de la marca en forma manual co-ayudado con una pinza quirúrgica punta fina, la que permitió una mejor manipulación y orientación de la marca. Una vez realizado el



marcaje los ejemplares se depositaron en los estanques experimentales para su inmediata recuperación.

De acuerdo a la propuesta metodológica de definieron como reclutas todos aquellos individuos iguales o menores a 12 cm de longitud total. En el presente experimento no se realizó dicha diferenciación **a priori**, para evitar que los ejemplares fueran sometidos a un estrés mayor.

2.4 Grupos controles

Dado el número insuficiente de ejemplares resultante de la fase de aclimatación (n=230) para cubrir todos los tratamientos experimentales más los grupos controles y, con el propósito de llevar a cabo los tratamientos en forma paralela en el tiempo, se decidió distribuir tales especímenes entre los diferentes grupos experimentales y desfazar temporalmente los grupos controles respecto a los experimentales. El tiempo de desfase entre éstos dependió de las siguientes situaciones: i) incumplimiento del armador para llevar a cabo pesca de investigación; ii) expiración del permiso de pesca de investigación y iii) apertura de una segunda veda de la anchoveta (29 de enero de 1997). Todo esto permitió realizar colectas para los controles el día 20 de febrero, después de el cierre de la veda (16 de febrero).

Para diferenciar la mortalidad por marca de otras causales (daño por estrés, efecto de cautiverio) se consideraron 2 grupos controles (40 ejemplares cada uno) por un período de observación de 60 días, los que se mantuvieron en las mismas condiciones de cautiverio que los grupos experimentales, éstos son:

El primer grupo control consistió en la mantención de peces sin ningún tratamiento ni manipulación. En el segundo grupo control los peces fueron sometidos solamente



al efecto del anestésico en las mismas dosis y volúmenes aplicados a los especímenes sujetos a marcación.

2.5 Grupos experimentales

Se diseñaron 6 grupos experimentales (4 de ellos con 40 y 2 con 35 peces cada uno) los que se controlaron por un período de 60 días y en donde se usaron marcas de procedencia Noruega (Empresa Nautic Systems. A. S.), de acero niquelado (Foto 1). Los tipos de marcas utilizados fueron: rectangular (T1) de tamaño t1 (14 x 3 x 0,33 mm); rectangular (T1) de tamaño t2 (6 x 3 x 0,33 mm) y trapezoide (T2) de tamaño t1 (14 x 3 x 0,33 mm) cuyos pesos promedios (precisión 0,0001 g) y sus estadígrafos se entregan en la Tabla 1. Las posiciones de inserción fueron: línea media ventral (P1 posición ventral; Foto 2) y entre la línea media lateral y la línea media ventral (P2 posición lateral; Foto 3), ambas posiciones entre el ano y las aletas pélvicas, inmediatamente anterior del ano. Previo al procedimiento de inserción de las marcas, en los diferentes tratamientos los peces fueron anestesiados. El diseño de los tratamientos utilizado se detalla a continuación:

Se realizaron registros diario de temperatura del agua, observaciones de las condiciones generales de los individuos (reacción; condición y natación), recuperación de marcas y diagnóstico de las condiciones externas e internas de los peces muertos por tratamiento y controles. Además, se registró la longitud total a cada ejemplar muerto con el objeto de separar los reclutas de los adultos.

Como criterio de análisis, los registros de las condiciones externas e internas de los individuos muertos se agruparon en 4 estados, los que se señalan en la Tabla 2.



3. Experiencias de recuperacion de marcas en las lineas de producción

Mediante un precenso se estableció en forma preliminar el número de imanes; las características de éstos; su ubicación en la línea de producción y el estado de funcionamiento en todas las plantas de reducción existentes entre la I y II Región (Fotos 4 a 9). Esta experiencia se realizó, en octubre de 1996, con el propósito de analizar la factibilidad técnica - económica de poder realizar este proyecto y elaborar la Propuesta Técnica.

Al inicio del proyecto, entre enero y marzo de 1997, se realizó el primer censo de imanes en el área de estudio, (I a IV Región). Del mismo modo, al final del proyecto, entre enero y febrero de 1998, se realizó el censo final, para verificar si existieron cambios en las instalaciones durante el transcurso del proyecto. La figura 2 muestra el esquema de una planta prototipo con la ubicación de los imanes.

La determinación de la eficiencia de los imanes (Objetivo 2.2), es decir, el estudio de la capacidad de retención de las marcas por parte del imán, se realizó depositando, en pleno proceso de elaboración de harina, "marcas" en los ductos que conducen la materia prima hacia los imanes, evitando las pérdidas producidas por otros factores (pérdidas de marcas en las bodegas de los barcos y en los pozos de almacenamiento).

En cada experiencia, se utilizó un número conocido de marcas metálicas que fueron depositadas en dos puntos distintos, de la línea de producción, los que fueron determinados de acuerdo al resultado del censo de imanes.

Las marcas utilizadas en las pruebas corresponden a las que fueron usadas en el marcaje. Una marca de mediano tamaño de: 14 x 3 x 0,4 mm y una pequeña de: 7 x



3 x 0,4 mm, para adultos y reclutas, respectivamente, siendo ambas placas de acero niquelado, con un peso promedio de 0,12 y 0,05 gramos, respectivamente.

Para dar cumplimiento al estudio del porcentaje de recuperación de marcas (Objetivo 2.2) se procedió a depositar "anchovetas marcadas" (en su cavidad visceral) tanto en las bodegas de las embarcaciones cerqueras, como en los pozos de almacenamiento de las Plantas. Este procedimiento permitió cuantificar las pérdidas que ocurren desde ambos orígenes (bodegas y pozos) hasta que son recuperadas en los imanes.

4. Actividades de marcación en el mar

Las actividades de marcación en el mar se realizaron utilizando, como plataforma de trabajo, el Buque de Investigación "Carlos Porter". El Crucero I se inició en el puerto de Iquique el 19 de enero de 1997 y terminó en el mismo puerto el 29 de enero. El Crucero II se realizó entre el 23 de noviembre y el 5 de diciembre de 1997, considerándose esta última fecha por la factibilidad de obtener ejemplares de reclutas. El zarpe y recalada fue por el puerto de Iquique. La dotación científica estuvo compuesta por cinco Investigadores. Además, participaron un Asistente de Pesquerías, un Electrónico y la tripulación del Buque.

4.1 Obtención de ejemplares para marcar

Para la obtención de muestras de anchoveta viva se trabajó en conjunto y estrecha colaboración con la flota cerquera industrial de la Zona Norte. Se navegó en forma paralela a ésta y al momento de iniciar las faenas de pesca, se eligió un pesquero que estuviera recién bolichado (iniciando la faena de pesca), con el que se estableció comunicación radial para solicitar autorización y proceder a tomar la muestra desde el



copo, antes de finalizar el proceso de secado de la red (Fotos 10 a 14). Posteriormente, se acercó al pesquero la embarcación auxiliar del "Carlos Porter" (ZODIAC), remolcando el transportador (Fig.3) y llevando como tripulación a un miembro de la dotación científica y a dos marineros. Efectuada la maniobra se procedió a tomar la muestra con chinguillos confeccionados con red anchovetera (sin nudos), evitando sobrecargar el transportador y ocasionar lesiones a los ejemplares muestreados, regresando a la plataforma de trabajo (Fotos 15 y 16). Se registró la posición del barco (coordenadas) utilizando los instrumentos de navegación que éste posee.

Antes de iniciar la marcación, se realizó un muestreo de frecuencia de longitud para calcular el porcentaje de reclutas, definir el tipo de marcas (recluta o adulta) a utilizar y analizar el estado de condición de los ejemplares.

Al iniciar el proceso de marcación se tomaron anchovetas, en número variable (15 a 30), desde el vivero transportador ubicado a babor del B/I "Carlos Porter", utilizando un chingullo y trasvasiéndolas a recipientes plásticos de una capacidad aproximada de 20 litros (Fotos 17 y 18). Se evaluó el comportamiento, vitalidad y condición de los peces antes de empezar la marcación, descartando aquéllos que presentaban reacciones tardías, falta parcial de escamas, hemorragias o poca movilidad. Los ejemplares seleccionados para ser marcados fueron tomados con la mano por el dorso e invertidos para dejar su región abdominal expuesta. La marca fue introducida utilizando, al principio, una pistola diseñada para dicho fin (Fig. 4). La marca se introdujo en dirección postero-anterior inmediatamente después de las aletas pélvicas. Cabe destacar, que en la medida que fue avanzando la campaña, la mayoría de los marcadores terminó marcando directamente con la mano (adultos) y apoyándose con pinzas (reclutas) (Fotos 19 y 20).



Las anchovetas marcadas se depositaron en otro recipiente que contenía agua de mar fresca, para analizar el comportamiento post-marcación y luego se trasvasijaron al vivero flotante (Fig.) instalado a un costado del barco. En esta acción se separaron los ejemplares que no soportaron bien la marca (nadan en forma atípica, empiezan a boquear, se quedan quietas, etc.).

Las liberaciones parciales se efectuaron cuando en el vivero se acumularon entre 300 y 500 ejemplares, o cuando las condiciones del medio lo permitieron (ausencia o menor abundancia de lobos marinos y aves) (Foto 21).

Para poder disponer de anchovetas de diferentes áreas de pesca, durante el Primer Crucero de Marcación (Fig. 6a) se cambió de zona en cuatro oportunidades. Con esta metodología se cubrió las zonas de Arica, Iquique y Tocopilla manteniendo una buena cobertura geográfica. Durante el Segundo Crucero de Marcación se cubrió las mismas zonas (Fig. 6b).

Los registros de los parámetros oceanográficos, asociados a las zonas de pesca, fueron tomados en cada una de las zonas de marcación y en puntos intermedios.

Durante el Primer Crucero se realizó un total de 8 lances positivos de marcación y se efectuaron 31 estaciones oceanográficas. En el Segundo Crucero se realizó un total de 8 lances positivos y 25 estaciones oceanográficas.



5. Información oceanográfica de los cruceros de marcación

En enero de 1997 se efectuó el primer Crucero de Marcaje de Anchoveta, en el cual se realizó un total de 30 estaciones de muestreo oceanográfico distribuidas dentro de las 10 primeras millas y en las áreas de pesca de anchoveta (Fig. 6a).

Entre el 25 de noviembre y el 3 de diciembre se realizó el segundo crucero de marcaje de anchoveta, se efectuaron 25 estaciones oceanográficas (Fig. 6b), distribuidas en 6 transectas perpendiculares a la costa, cubriendo las primeras 20 millas de la costa.

Se obtuvieron registros verticales de temperatura y salinidad, con un perfilador continuo CTD (SBE19), alcanzándose la profundidad máxima de 300 m. Los datos fueron procesados mediante metodología estándar para procesamiento de datos de CTD (UNESCO, 1983).

6. Información oceanográfica complementaria

Dado que al cuarto mes de haberse iniciado este proyecto se empezaron a generar y se detectaron fuertes cambios oceanográficos en la Zona Norte de Chile, los que evolucionaron en tal forma que actualmente estamos en pleno proceso de desarrollo de un fenómeno El Niño, de magnitud fuerte. Debido a esta inesperada situación, la cual es muy importante para este tipo de investigación respecto al patrón de migración de la anchoveta en la Zona Norte de Chile y sur del Perú, se consideró necesario incorporar un resumen de los principales resultados obtenidos durante 1997 en los cruceros oceanográficos: MONOR 9703; MONOR 9705; MONOR 9706 y MONOR 9708, realizados por el IFOP (Braun y Blanco, 1997) durante marzo,



mayo, junio y agosto, en el marco del proyecto FIP 96-07 "Monitoreo de las condiciones bioceanográficas en la I y II Región".

Con los registros de vientos, medidos por la Dirección Meteorológica de Chile en los aeropuertos de Arica, Iquique y Antofagasta, se construyeron series de tiempo en base diaria. Esta información permitió calcular el índice de turbulencia y el índice de surgencia (transporte Ekman), lo que permitió analizar en conjunto con las imágenes de satélite, la variación temporal y la influencia de los principales procesos oceanográficos y su relación con la distribución espacial del recurso anchoveta (Arcos y Navarro, 1986; Cury y Roy, 1989; Fréon y Yáñez, 1995; Fuenzalida, 1989, 1990 y 1994; Lluch-Belda *et. al.*, 1991).

El cálculo del índice de turbulencia corresponde al cubo de la velocidad del viento (W^3) y el índice de surgencia (Bakun y Parrish, 1982) se calcula de acuerdo con la siguiente expresión:

$$IS = Mx / rw d$$

donde:

$$Mx = ty / f$$

- Mx = Transporte Ekman.
- rw = Densidad del agua de mar (1025 kg/m³).
- d = Longitud de costa para la cual es representativa = 1000 m).
- ty = Coacción del viento sobre la superficie en la dirección Norte Sur.
- ty = ra Cd v |W|.
- ra = densidad del aire (1,25 Kg/m³).
- Cd = coeficiente de arrastre.



- v = componente Norte Sur de la velocidad del viento.
- |W| = Magnitud de la velocidad del viento.
- f = Parámetro de Coriolis = $2 w \text{ Sen } l$.
- w = Velocidad angular de la Tierra.
- l = Latitud del lugar.

Se procesaron imágenes satelitales (NOAA) de enero a diciembre de 1997, obteniéndose un promedio semanal de las temperaturas superficiales de las imágenes diarias, previamente georeferenciadas. A cada una se les extrajo las áreas con nubes y se interpolaron, generando una nueva imagen sin nubes. Los valores de temperatura están determinados por los algoritmos estándares para el cálculo de temperatura. El procesamiento de las imágenes se realizó mediante el programa IDRISI (Eastman, 1992).

De las imágenes semanales de temperatura se determinó el gradiente horizontal mediante el módulo SURFACE del IDRISI y se obtuvo el promedio mensual al que se le sobrepuso la información de captura, esfuerzo de pesca y captura por unidad de esfuerzo orientada a la anchoveta.

Con las imágenes de temperatura superficial del mar procesadas se caracterizaron las áreas de mayor abundancia de anchoveta y se relacionaron con los principales procesos oceanográficos (frentes, áreas de surgencia, etc.) (Bakun y Parrish , 1980; 1982; Barbieri **et al.**, 1995; Duncombe **et. al.**, 1992).



7. Operación de la flota industrial

La flota cerquera industrial se define como aquella integrada por embarcaciones mayores o iguales a 80 m³ de capacidad de bodega, que emplean equipos y redes de cerco. Estas se clasifican como naves mayores según la Ley de Navegación Chilena, ya que son de más de 50 TRG (Böhm et al., 1996).

La información operacional correspondió a los registros mensuales de captura de anchoveta (t) y esfuerzo de pesca (viajes con pesca de anchoveta (VP_a), realizados por las embarcaciones en las distintas cuadrículas de pesca (de 10*10; 30*30 y 30*60 mn), georeferenciadas según la latitud y longitud.

Se analizaron los archivos de la base de datos del IFOP del período 1996-97, los cuales contienen los registros diarios de la operación de cada embarcación industrial. De dichos registros se utilizaron los siguientes datos: año, mes, código de las cuadrículas, latitud y longitud de las cuadrículas, código y capacidad de bodega (CB) de las embarcaciones, captura de anchoveta (t) y VP_a.

Para el estudio de la composición por talla, se utilizó un diseño de muestreo bi-etápico, donde la unidad de muestreo primaria son los viajes y la unidad de muestreo secundaria corresponde a una submuestra de ejemplares proveniente del proceso de descarga en las plantas.

Se utilizaron un total de 9 muestreadores distribuidos de la siguiente forma:

- Arica (2)
- Iquique (5)
- Tocopilla (1)
- Mejillones (1)



La forma general de los estimadores de los muestreos a bordo y en puerto son básicamente los mismos, diferenciándose en los procesos de selección de la submuestra.

De acuerdo con la propuesta metodológica, en este estudio se utilizó el viaje con pesca, como unidad de esfuerzo, y la capacidad de bodega como variable representativa del poder de pesca de las embarcaciones (Böhm et al., 1997).

Dado que las embarcaciones de una flota heterogénea ejercen presiones de pesca diferentes, en un mismo intervalo de tiempo y lugar, para estimar los poderes de pesca y estandarizar el esfuerzo, se dividió la flota en categorías de embarcación de acuerdo a la característica más determinantes de tales diferencias (Laurec y Le Guen, 1981).

Se eligieron las embarcaciones entre 275 y 370 m³ de capacidad de bodega como categoría patrón de acuerdo a los resultados obtenidos en el proyecto FIP 96-05. Para la selección de esta categoría se consideró la: representatividad, permanencia en la pesquería, cobertura espacial, variaciones en los rendimientos y particularmente lo que dice relación con el desarrollo tecnológico.

Para considerar las variaciones espaciales del recurso en la estimación de poderes de pesca y por ende en la cuantificación del esfuerzo de pesca estandarizado, se dividió la zona de estudio en subzonas de pesca (Laurec y Le Guen, 1981). En este proyecto se consideraron las subzonas de pesca seleccionadas en Böhm et al. (1997).

Con las categorías de embarcación seleccionadas y las subzonas de pesca definidas, se aplicó el método de Robson (Sims, 1985) para la estimación de poderes de pesca. Dicho método, aplicado en otros estudios similares en



pesquerías pelágicas chilenas (Canales, 1993, Yáñez et al., 1993, Catasti, 1994, Böhm et al., 1995, Barbieri et al., 1996 y Böhm et al., 1997), plantea que el rendimiento de una embarcación en una subzona determinada es representado por la siguiente ecuación:

$$CPUE_{cjt} = CR \cdot P_{ct} \cdot Q_{jt} \cdot E_{cjt}$$

- $CPUE_{cjt}$ = rendimiento promedio de las embarcaciones de la categoría **c**, en la subzona **j**, en el período **t** (anual o estacional).
- CR = rendimiento promedio de la categoría estándar en la subzona patrón.
- P_{ct} = factor de poder de los barcos de la categoría **c**, en el período **t**.
- Q_{jt} = factor de densidad relativa de la subzona **j**, en el período **t**.
- E_{cjt} = residuo inexplicado.

El modelo es linealizado expresándose de la siguiente manera:

$$\ln(CPUE_{cjt}) = \ln(CR) + \ln(P_{ct}) + \ln(Q_{jt}) + \ln(E_{cjt})$$

Para aplicar este modelo es necesario definir el período **t**. En evaluación de recursos se ha considerado normalmente el año; no obstante, es recomendable considerar la variación estacional de la abundancia del recurso para definir en forma más clara dicho período. De acuerdo con los resultados de Böhm et al. (1995), la estacionalidad de la CPUE de los recursos en cuestión, para el período 1980-93, señala cuatro trimestres: enero-marzo, abril-junio, julio-septiembre y octubre-diciembre.

Luego, el modelo se ajusta para cada período (**t**), año tras año, tomando en cuenta como dato de entrada la CPUE promedio por categoría de embarcación (**c**) y



subzona de pesca (j). De igual manera, la subzona patrón se selecciona en función de sus niveles de captura y operación de la flota en el tiempo.

La estimación del esfuerzo de pesca anual estandarizado (f_{sa}) se realiza de la siguiente manera:

$$f_{sa} = \sum_{t=1}^{t=4} \sum_{j=1}^J \sum_{c=1}^C f_{n_{cjt}} \cdot PP_{cjt}$$

$f_{n_{cjt}}$ = esfuerzo de pesca de las embarcaciones de la categoría **c**, en la subzona **j** y en el período **t** del año **a**.

PP_{cjt} = poder de pesca de las embarcaciones de la categoría **c**, en la subzona **j** y en el período **t** del año **a**.

Con el objeto de caracterizar la dinámica de distribución espacio-temporal de la flota industrial, se confeccionaron con el SIG IDRISI imágenes mensuales de la captura, esfuerzo de pesca estándar (medido en viajes con pesca de anchoveta) y CPUE. Esta información se relacionó con las imágenes del gradiente horizontal de temperaturas.

La estimación de la captura total, por cuadrícula y mes (C_{mn}), se realizó adicionando las capturas de las embarcaciones que operaron en la cuadrícula **n** en el mes **m**. Igual procedimiento se utiliza para estimar el esfuerzo total por cuadrícula y mes (VP_{amn}). La CPUE promedio mensual por cuadrícula ($CPUE_{mn}$), se calculó promediando las CPUE de las embarcaciones que visitaron la cuadrícula en el mes **m**:

$$CPUE = \left(\sum_{b=1}^{NB} CPUE_{bmm} \right) / NB$$



$CPUE_{bnm}$ = Captura por unidad de esfuerzo del barco **b**, en el mes **m** y en la cuadrícula **n**.

NB = Número de embarcaciones que visitaron la cuadrícula en el mes **m**.

Finalmente, dado que la CPUE, por estrato (áreas), se considera proporcional a la abundancia del recurso en la zona de pesca, las CPUE se combinaron con la estructura de longitudes de manera de obtener índices de CPUE tanto para los reclutas como para los adultos. Con la información anterior, se pueden cuantificar cambios de abundancia relativa por estratos, lo cual permite conocer la existencia de variaciones intra-anales de las anchovetas en las zonas de pesca e inferir su circuito migratorio. El reclutamiento de la anchoveta es estacional (Barría, 1989, Brandhorst y Rojas 1967), y produce variaciones importantes en la biomasa del stock. Al respecto, se han descrito variaciones de migraciones costa-océano para los ejemplares reclutas mediante hidroacústica (Barría et al., 1985); al igual que en Africa (Cruickhank et al., 1990), no existiendo indicios de desplazamientos latitudinales, como los registrados para ejemplares adultos.

La zona de estudio que abarca desde los 18°20' hasta los 24°00' S, fue subdividida en 12 áreas de pesca, cuya ubicación geográfica es la siguiente (Fig. 7):

- Area 1. 18°20' – 19°00' S, costa hasta 10 mn.
- Area 2. 18°20' – 19°00' S, 10 mn hasta 73°00' W.
- Area 3. 19°00' – 19°30' S, costa hasta 10 mn.
- Area 4. 19°00' – 19°30' S, 10 mn hasta 73°00' W.
- Area 5. 19°30' – 20°30' S, costa hasta 10 mn.
- Area 6. 19°30' – 20°30' S, 10 mn hasta 73°00' W.
- Area 7. 20°30' – 21°30' S, costa hasta 10 mn.



Area 8.	20°30' – 21°30' S, 10 mn hasta 73°00' W.
Area 9.	21°30' – 22°30' S, costa hasta 10 mn.
Area 10.	21°30' – 22°30' S, 10 mn hasta 73°00' W.
Area 11.	22°30' – 24°30' S, costa hasta 10 mn.
Area 12.	22°30' – 24°30' S, 10 mn hasta 73°00' W.

Para cada área de pesca se obtuvo la información de captura, esfuerzo, CPUE, estructura de longitudes y relación longitud-peso. Con esta información se estimó la CPUE en número por estrato de longitud.

La CPUE en número se calculó para cada área, mes y estrato de longitudes, obteniéndose de la captura en número mediante el procedimiento habitual de los COLOCAP (composición de longitudes en la captura), que utiliza información de la estructura de longitudes de las capturas, la relación longitud-peso y las capturas en peso para cada área y mes. La estructura de longitudes de la captura en número se dividió por el esfuerzo pesquero estandarizado del área y mes correspondiente.

$$CPUE_{a,m,l} = CN_{a,m,l} / Est_{a,m}$$

donde:

$CN_{a,m,l}$ = captura en número en el área **a**, en el mes **m** y del estrato de longitud **l**.

$Est_{a,m}$ = esfuerzo estandarizado del área **a**, en el mes **m**.

a = subíndice que denota el área (desde la 1 a la 12).

m = subíndice que denota el mes correspondiente al período 1996-97.



IV. RESULTADOS Y ANALISIS

1. Estudios experimentales de mortalidad

1.1 Mortalidad por transporte

Del total de peces colectados (2.362) y transportados, se registró una mortalidad de 64% atribuibles a daños producto de la captura (hematomas, estres, pérdida de escamas, hemorragias, daño en la piel), lo que no le permitió a una fracción de anchovetas soportar el viaje hacia la base experimental. La estructura de talla de los ejemplares muertos por transporte estuvo entre 10,0 y 16,5 cm de longitud total (LT) con una moda principal en la marca de clase 12,25 cm de LT, lo que representó al 22% de los ejemplares (Fig. 8). El 40% correspondió a individuos reclutas y un 60% a ejemplares adultos.

1.2 Mortalidad por aclimatación

A la fase aclimatación ingresaron 863 anchovetas, período durante el cual murió el 63%, cuyas probables causas de muerte fueron daños externos (99%) tales como injuria en la piel, pérdida de ojos y escamas, ruptura del maxilar y aletas (pélvicas, caudales) provocado durante el proceso de adaptación al cautiverio y por causas desconocidas (1%). La estructura de tallas de estos ejemplares abarcó entre los 9,0 y 16,5 cm de LT, presentándose la moda principal en la marca de clase 11,75 , con una participación del 23% de los especímenes (Fig. 9). Al diferenciar entre reclutas y adultos se pudo constatar que un 58% de los peces muertos eran reclutas y los restante adultos.



1.3 Tiempo de exposición en anestesia

El tiempo óptimo establecido durante la exposición de los peces sometidos al MS-222 ($n = 20$), fue entre 49" a 205", los que durante este tiempo los peces pasaron por los estados de sedación ligera (entre 17" y 1'2"; $x = 41'$; d.s.= 14"), pérdida del equilibrio parcial (entre 10" y 2'12"; $x = 40''$; d.s.= 36") y movimientos en posición lateral (relajamiento) (entre 13" y 27"; $x = 19''$; d.s.= 5"). Depositado el pez relajado en el estanque, éste recuperaba paulatinamente los signos natatorios (entre 14" y 3'6"; $x = 1' 10''$; d.s. = 58"). El procedimiento completo duró como mínimo 1'5" y como máximo 5'50" con un tiempo promedio de 2'51" (d.s. = 1'19"). La señal que indicaba el momento de sacar al pez del anestésico para efectuar el marcaje era cuando alcanzaba la etapa de posición lateral.

1.4 Pérdida de marcas

De los 230 peces marcados en los diferentes tratamientos, hubo un total de 11 marcas perdidas lo que correspondió al 4,8%. Al analizar las pérdidas por tratamiento (Fig. 10), se pudo detectar que la marca rectangular pequeña insertada en la posición lateral (T1t2P2) fue la que presentó la mayor pérdida (20%). Cabe destacar que los tratamientos T1t2P1 (rectangular grande ventral), T2t1P1 y T2t1P2 (trapezoide, grande, ventral y lateral respectivamente) no presentaron pérdidas de marcas. La evolución temporal de pérdidas de marcas (Fig. 11) indicó que el 82% se produjo en los primeros cinco días. Al diferenciar las pérdidas entre reclutas y adultos, el mayor porcentaje se presentó en los reclutas (64%) cuya frecuencia fue más notoria en los primeros cinco días (67%) (Fig. 12).



1.5 Mortalidad en grupos controles

El análisis correspondiente a la mortalidad en los grupos controles, tanto anestesiados como no anestesiados mostraron que en ambos casos la mayor mortalidad ocurrió dentro de los primeros 5 días (70% y 65%, respectivamente), con tendencia a la estabilización en el tiempo. La sobrevida favorece ligeramente al grupo no expuesto a la anestesia (entre 2,5 a 5%) (Fig. 13). Tal situación es representativa sólo para adultos por cuanto el número de reclutas sometidos a cautiverio resultó ser en ambos grupos controles muy bajo, por lo que no fue posible comparar la mortalidad en el tiempo (sin anestesia = 4/40; con anestesia = 1/40 reclutas/adultos).

1.6 Diagnóstico post mortem

Los diagnósticos **post mortem** de los adultos y reclutas marcados, de acuerdo a los criterios descritos en la tabla 2, indicaron que la principal causa de mortalidad puede ser atribuida a daños externos (III), con excepción de los tratamientos T1t1P1 y T1t1P2 en reclutas (Fig. 14) y T1t1P2 en adultos (Fig. 15) cuyos individuos muertos presentaron como principal causa de muerte la combinación de daño externo e interno producto de la inserción de la marca y de la condición del cautiverio. Los reclutas muertos correspondientes al tratamiento T2t1P2 no presentaron daños internos (IV) que pudieran ser atribuidos a la marca.

1.7 Mortalidad en grupos experimentales

• Análisis global de la mortalidad

En términos generales, el análisis comparativo de la mortalidad total (n = 230) entre adultos (n = 98) y reclutas (n = 132) marcados (sin considerar la variable tipo,



tamaño y posición de la marca) con el control sin anestesia (Fig. 16) mostró la ocurrencia de una brusca mortalidad en los primeros 4 a 5 días (adulto = 53%; recluta = 61%; control = 65%), con una marcada tendencia a la estabilización de la mortalidad diaria en los días siguientes.

- **Efecto del tipo de marca sobre la mortalidad**

Frente a la inserción de la marca rectangular (T1 inicial = 160 ejemplares; reclutas = 103; adultos = 57) y trapezoide (T2 inicial = 70 ejemplares; reclutas = 29; adultos = 41), las anchovetas experimentaron un brusco incremento en la mortalidad diaria en los días iniciales del experimento (al día 5: T2 en recluta = 17%; T2 en adulto = 39%; T1 en recluta = 74%, T1 en adulto = 63%). Sin considerar el tamaño y posición de la marca, la comparación entre los tipos de marcas detectó que la inserción del tipo T2 provocó menor mortalidad en reclutas y adultos respecto al tipo T1. Las diferencias de mortalidad entre adultos registrada en los tratamientos que considera T1 y T2 fluctuaron entre 22 y 30% y en reclutas entre 39 y 55% (Fig. 17). El efecto temporal de la marca T2 sobre la mortalidad en reclutas y adultos, fue menor en los primeros (hasta el día 28 de 21%), duplicándose desde el día 32 hasta el final del experimento (45%) en cambio, los adultos mostraron una mortalidad gradual (de 42 a 54%). La influencia en el tiempo de la marca T1 sobre la mortalidad fue menor en adultos (de 63 a 83%) que en reclutas (de 74 a 86%).

- **Efecto del tamaño de marca sobre la mortalidad**

En los especímenes insertados con marcas grandes (t1 inicial = 150 ejemplares; reclutas = 84; adultos = 66) y pequeñas (t2 inicial = 80 ejemplares; reclutas = 48; adultos = 32) se registró una notoria mortalidad entre los días 3 y 6 del experimento



correspondiéndole a reclutas valores de 56% para t1 y 71% para t2 y en adultos 44% para t1 y 72% para t2 (Fig. 18). La mortalidad detectada con t2 fue mayor que la registrada con t1, presentando la primera un comportamiento similar entre reclutas y adultos con diferencias entre 1 a 2%. Contrariamente a lo observado con t2, el comportamiento con t1 fue distinto entre reclutas y adultos, presentando los primeros una mayor mortalidad cuyas diferencias fluctuaron entre 7 y 19%.

- **Efecto de la posición de la marca sobre la mortalidad**

Al inicio de los experimentos la mortalidad de los individuos marcados tanto en posición ventral media (P1 inicial = 115 ejemplares; reclutas = 71; adultos = 44) como lateral (P2 inicial = 115 ejemplares; reclutas = 61; adultos = 54) fue brusca, estabilizándose al día 3 los ejemplares marcados en P1 (adultos = 59%; reclutas = 54%) y a los días 5 - 6 los ejemplares en P2 (adultos = 50%; reclutas = 71%). Al final del experimento los reclutas con marca en P1 alcanzaron la mayor mortalidad con un 79% y los P2 en un 75%. Los adultos con marca P1 terminaron el experimento con un 77% a diferencia de los adultos P2 que finalizaron con la menor mortalidad de un 65% (Fig. 19). Es decir, durante el experimento la mayor mortalidad se registró en los reclutas marcados en posición lateral y la menor en adultos marcados en posición lateral. Entre adultos y reclutas marcados en posición ventral mostraron un comportamiento similar en las tendencias de la mortalidad.

- **Análisis de la mortalidad por tratamiento**

Al considerar los tratamientos sobre la base de la combinación entre el tipo (T); tamaño (t) y posición (P) de la marca sin distinguir adultos de reclutas, se pudo detectar que los tratamientos que consideran la marca trapezoide grande en posición



ventral y lateral (T2t1P1 y T2t1P2) muestran las mortalidades más bajas y graduales respecto a los tratamientos con marcas tipo rectangular de tamaño grande y chica, tanto en posición ventral como lateral (T1t1P1; T1t1P2; T1t2P1; T1t2P2), tanto en los 3 primeros días (T2t1P1 = 37%; T2t1P2 = 20%) como durante y al término del experimento (T2t1P1 = entre 38 - 60% y T2t1P2 = entre 26% - 40%) (Tablas 3a, 3b, 6a y Fig. 20). Situación similar se observa en reclutas (Tablas 4a, 4b, 6b y Fig. 21), sin embargo no se registran diferencias en las tendencias de la mortalidad en el tiempo. Contrariamente a los reclutas, en adultos la variable posición tuvo influencia sobre la mortalidad, tanto al inicio como durante y al término del experimento ya que se registraron marcadas diferencias en la mortalidad de los tratamientos T2t1P1 y T2t1P2, siendo menor con el tratamiento T2t1P2 (Tablas 5a, 5b, 6c y Fig. 22).

1.8 Discusión

La marcación es la principal herramienta para el estudio de las migraciones de peces y ha sido aplicada tanto en escómbridos como clupeidos con gran éxito (Ben-Tuvia, 1995). Blaxter y Hunter (1982) mencionan que es importante conocer los ciclos migratorios de estos peces ya que juegan un rol en los cambios de las zonas de pesca a lo largo de un ciclo anual. A este respecto, de los escasos estudios realizados por investigadores chilenos (Serra y Gil, 1975; Torres *et al.*, 1984; Torres *et al.*, 1985) y peruanos (Jordán y Málaga, 1972 *vide* Serra y Gil, 1975) sobre el comportamiento migratorio de peces a través de marcas metálicas internas, un elemento común es la baja recuperación de marcas.

Para el caso de *Engraulis ringens* presente en la zona norte de Chile, Serra y Gil (*op. cit.*) reportan una recuperación total de 4,5%. Situación similar la señalan Torres *et al.* (*op. cit.*) quienes al estudiar el comportamiento migratorio de *Sardinops sagax*,



entre las latitudes 18° 21'S y 30° 00'S obtienen una recuperación del 3,4%. Sin embargo, no se registra ni se sugiere en la literatura generada a nivel nacional trabajos experimentales que permitan cuantificar el efecto de la implantación de la marca como una causa probable de mortalidad, lo cual estaría incidiendo en la escasa recuperación de marcas a la fecha informadas.

En los intentos de dar respuesta a este tipo de problema, en las colectas de peces es necesario cautelar los especímenes en un número adecuado y condicionarlos para su traslado de manera tal que se evite en lo posible altas mortalidades por cuanto durante esta fase operativa de este estudio, se registró una alta mortalidad de anchovetas siendo los más afectados los individuos adultos.

El comportamiento de los peces **Engraulis ringens** mantenidos en cautiverio durante el tiempo que se controlaron los diferentes tratamientos se pudo constatar que la marca no tuvo influencia en la natación, alimentación o conducta de cardumen (agregación), aspectos que refuerzan la idea que la aclimatación (adaptación de los especímenes al estanque) se habría consolidado, situación que también ha sido comunicada por Leary y Murphy (1975) en otro engráulido.

La aplicación de anestesia en los especímenes **Engraulis ringens** no reflejó cambios en la mortalidad en los diferentes tratamientos, respecto a lo registrado en el grupo control con anestesia. La manipulación durante el proceso de marcaje fue menos traumática en los ejemplares anestesiados que si se hubiera llevado a cabo en ejemplares sin anestesia. En los experimentos de mortalidad por marcaje realizada por Vrooman et al. (1966) en **Engraulis mordax** utilizando anestesia antes de la marcación, se obtuvo una alta mortalidad por sobre exposición en la anestesia, concluyendo que en este proceso no sería indispensable su utilización.



Esta situación se debería a que no determinaron el tiempo de exposición óptimo a la anestesia como el que se realizó en el presente estudio, lo que indica que para privilegiar la precisión de los resultados es necesaria esta fase para evitar introducir el efecto de otras variables que inciden en la mortalidad.

Leary y Murphy (1975) realizaron sus experimentos de marcaje en el engráulido **Stolephorus purpureus** de las costas de Hawaii utilizando una solución de anestesia de 267 mg/l de 2 phenoxyetanol en una mezcla de agua de mar y agua dulce (proporción 1:1) para reducir la salinidad y minimizar el estrés osmótico causado por la pérdida de escamas, tanto en las condiciones del cautiverio o por la manipulación. Ellos determinaron que después de 2 a 3 minutos de permanencia en el anestésico era posible realizar el proceso de marcaje. Sin embargo, no mencionan si hubo mortalidad causada por ésta.

La brusca mortalidad de **Engraulis ringens** observada al inicio de los experimentos, entre los primeros 3-6 días se consideró como un efecto directo, propio de la manipulación y del proceso de marcaje, hipótesis que concuerda con lo señalado por Leary y Murphy (1975). Sin embargo independiente de la posición, la marca tipo trapecoide descarta este postulado en el sentido que durante ese período la mortalidad inicial fue menor y menos brusca, todo lo cual permite suponer que el tipo de marca podría ser un elemento de juicio importante al momento de seleccionar el diseño de éstas para este tipo de estudios ya que al momento de su inserción provocaría una injuria menor en la pared abdominal y consecuentemente una mejor acomodación entre los órganos.

Al comparar los resultados obtenidos, desde el punto de vista global como también lo registrado por tratamientos individuales, se detectan situaciones comunes en



todas las observaciones como lo es la tendencia temporal a la estabilización de las mortalidades, siendo la mortalidad provocada por la marca tipo trapezoide mas estable en adultos y menor en reclutas. Cabe destacar que la posición de inserción de la marca en referencia es indiferente en reclutas, no así en adultos (posición ventral registra mayor mortalidad que la lateral), lo que al parecer estaría ejerciendo cierta influencia sobre la mortalidad, situación que podría estar relacionada con el diseño de ella y el grado de desarrollo de los órganos internos.

Respecto a la pérdida de marcas internas en **Engraulis ringens**, se registró un 4,8% para el total de los tratamientos, porcentaje menor a los informados por otros autores como Leary y Murphy (1975) en **Stolephorus purpureus** (entre 13,1 y 15,7%); Vrooman *et al.* (1966) en **Engraulis mordax** (21,2%) y Baylijj y Klima (1962 *vide* Leary y Murphy, *op. cit.*) en **Centengraulis mysticetus** (35%). Leary y Murphy (*op. cit.*), sugieren que la pérdida de marcas puede reducirse en peces pequeños al mejorar tanto el diseño como el tamaño de la marca. Para el caso de **Engraulis ringens** los resultados indicaron que el tamaño de marca no se correlaciona con el porcentaje de pérdida, por cuanto indistintamente entre reclutas y adultos la pérdida de marcas pequeñas estuvo representada en un 72,7% respecto al total. Por otra parte, el diseño de la marca tipo trapezoide es la que mejor cautela el problema de pérdida, independiente de la posición (0%).

Leary y Murphy (1975) en **Stolephorus purpureus** utilizaron marcas tipo Jefferts que consistió en alambre de acero (1 x 0,25 mm) las que fueron colocadas internamente en un cartilago del área de la cabeza. Estos autores comunican una sobrevivencia media de un 80,5% durante 30 días de observación el cual consideran que es un porcentaje alto al comparar lo reportado en estudios de marcaje realizados en otros engráulidos como en **Centengraulis mysticetus** con un 51,4%



(Bayliff y Klima, 1962 **fide** Leary y Murphy, **op. cit.**). En la comparación que realizan con lo encontrado en **Engraulis mordax** (65,3%) por Vrooman **et al.** (1966), pareciera que confunden la mortalidad obtenida por estos últimos autores como sobrevida todo lo cual sería más concordante con los resultados de mortalidad total obtenidos en el presente estudio.

En relación al tratamiento estadístico de los resultados obtenidos, como se planteó en la propuesta técnica, desde el punto de vista operativo resultó imposible llevar a cabo tales análisis por cuanto se hubiera tenido que incurrir en numerosas réplicas de todos y cada una de las combinaciones entre las variables consideradas (tipo, tamaño y posición de la marca) para discernir cual de ellas podría tener el mayor efecto sobre la mortalidad. Sin embargo y por lo evidente de los resultados se pudo lograr una respuesta satisfactoria y concluyente al objetivo planteado.

A la luz de los resultados obtenidos y como conclusión final en la determinación experimental de la mortalidad de los peces por efecto del marcaje, sobre la base de las diferentes combinaciones de las variables tipo (T), tamaño (t) y posición de las marcas (P) se establece que el tratamiento en el cual se logró la mayor sobrevida fue al que se le aplicó la marca tipo trapecoide de tamaño grande en posición lateral tanto para reclutas como para adultos y secundariamente en posición ventral, por lo que se recomienda su aplicación en intentos futuros de estudios sobre comportamientos migratorios en clupéidos en general y en **Engraulis ringens** en particular.

2. Precenso y Censo de imanes

Se realizó un precenso de imanes en octubre de 1996 para analizar la factibilidad técnica de poder realizar el estudio y dos censos, el primero entre enero y marzo de 1997 y el segundo entre enero y febrero de 1998. Los resultados permiten



establecer que de las 16 plantas de reducción existentes entre la I y IV Región, 14 presentan uno a más imanes instalados, ya sea del tipo permanente (estándar) o electroimán y 2 plantas no poseen imanes (Tabla 7). En consecuencia, el 88 % de las plantas disponen de imanes en condiciones para ser ocupados en los estudios de recuperación de marcas.

En las 16 plantas se contabilizó un total de 51 imanes, de los cuales 44 operan en buenas condiciones, el resto debería ser corregido en sus fallas, ya sea de instalación o ubicación del mismo, y/o reparación o cambio por mal funcionamiento.

De los 51 imanes el 45% (23) se ubica directamente antes de los molinos, los demás puntos principales de ubicación de los sistemas magnéticos representan el 22% (antes de las peletizadoras) y 20% (salida de pozos) del total de aparatos magnéticos (Tabla 7).

Si bien, las condiciones de retención de marcas de algunas de las plantas son buenas, pudiendo ser consideradas satisfactorias, aún falta para que se alcance un nivel óptimo. En la medida que las escasas plantas, involucradas en la falta de estos sistemas, corrijan esta situación, se podrá incrementar la probabilidad de recuperar un mayor número de marcas.

El primer censo se realizó paralelo a las pruebas de eficiencia, lo que permitió corroborar y validar en terreno la información obtenida en el precenso. Con el censo final se verificó si las condiciones variaron a través del tiempo, observándose que los equipos censados inicialmente se mantuvieron en la mayoría de las plantas, con la excepción de pesquera Coloso (Tocopilla) la que incorporó dos nuevos imanes, uno a la salida del secador de aire caliente y otro a la salida de los pozos. Respecto



al primer imán (salida del secador de aire caliente) este es beneficioso para los objetivos del proyecto, debido a que su ubicación estratégica permite cubrir un punto importante de la línea de producción, donde la probabilidad de recuperación de marcas es alta. En el segundo imán, a la salida de los pozos, la marca aun se encuentra dentro del pez y las probabilidades de captarlas es muy baja o nula.

3. Eficiencia de los imanes

En la I y II Región, las pruebas se realizaron en marzo de 1997; en la III y IV Región se verificaron en abril. Las pruebas se efectuaron en todas las plantas, con excepción de las pesqueras Camanchaca (Iquique) y Playa Blanca (Caldera), que no tenían imanes instalados. Pesquera Camanchaca instaló, en noviembre de 1997, un imán entre los secadores de su línea de producción, lamentablemente la prueba de eficiencia señaló que el imán no retenía las marcas.

Se usó un total de 632 marcas, de las cuales 342 fueron de mediano tamaño y 290 de pequeño tamaño. En todas las plantas se depositaron cantidades similares de ambas marcas, en: (1) antes de los cocedores y (2) antes de los molinos (Fig. 2).

De los dos puntos en que se depositaron marcas, en la línea de producción, el que presentó el mayor porcentaje de eficiencia fue el imán instalado a la entrada del molino, con el 80% (Tabla 8).

Los resultados de eficiencia por planta, fueron dispares, lo que se refleja en la eficiencia analizada por puerto. Entre los puertos, el más eficiente fue Coquimbo con un 60% y en segundo lugar Iquique con un 55%, el más bajo índice correspondió a Tocopilla con un 16% (Tablas 9 a 12). Se destaca que en Coquimbo existe una sola



planta con imanes operativos, en comparación con las cinco (5) de Iquique, lo que hace que este promedio subestime la eficiencia de este último puerto.

Por otra parte, la planta con mayor eficiencia correspondió a la Pesquera Eperva-Sur (Iquique) con un 85% (Tabla 10), entre las menos eficientes destacan Pesquera Eperva (Mejillones) con 5% (censada con imán no instalado, pero usa separador de metales), Eperva (Tocopilla), Eperva Norte (Arica), Camanchaca y Coloso (Iquique), todas con 0% (Tablas 10 y 11).

En relación al imán instalado recientemente en la Empresa Camanchaca, se señala que para los efectos del proyecto, el imán presenta actualmente el inconveniente de falta de periodicidad en su limpieza, debido que se debe esperar que la planta deje de procesar y los secadores se enfrien para proceder a la revisión. No obstante, está pendiente la instalación de imanes en los molinos, los que son de mayor utilidad para los fines del proyecto, por la factibilidad de ser revisados a tiempo real.

4. Recuperación de marcas depositadas en la bodega de los barcos y en los pozos de las plantas.

Durante el I Crucero de Marcación se depositaron en la bodega del PAM "Gavilán", 50 anchovetas muertas marcadas en su cavidad visceral, llevándose un registro del tipo y número de serie de cada marca.

La descarga de este cerquero se realizó en la planta IG-MAR Mejillones, el mismo día en que fueron depositadas en la bodega, recuperándose un total de 25 marcas, cifra equivalente al 50%, lo que contrasta con el 42% de eficiencia total estimado para la Planta, considerando ambas pruebas (eficiencia y recuperación de marcas del pozo) (Tabla 17a).



La diferencia observada entre estas dos pruebas, evidencia la existencia de otras variables de pérdidas dentro de la planta, como por ejemplo, aquellas marcas que son retenidas en los remanentes de harina de los tambores giratorios de los enfriadores como también por la falta de una limpieza constante de los imanes durante el proceso de elaboración, formándose una capa aislante que afecta la eficiencia de retención de los imanes.

Respecto de esta prueba, se presumía una recuperación menor a la obtenida depositando marcas directamente sobre la línea de producción, dado que desde la bodega del barco existe un recorrido mayor de la marca lo que aumenta la probabilidad de pérdida.

Una segunda experiencia se realizó en la Zona de Arica en mayo de 1997, en el PAM "Trueno". Si bien los resultados de la prueba resultaron inusualmente altos, (recuperándose 50 marcas de un total de 51 depositadas en la bodega de dicho cerquero, vale decir un 98% de recuperación) eran ilógicos en el sentido que la recuperación del circuito bodega – imán no debería ser mayor que el circuito pozo – imán. Estos resultados no se podían eliminar mientras no se tuviera una respuesta técnica consistente que realmente fundamentara esa variabilidad.

Después de un detallado análisis (revisión de los datos y metodologías utilizadas en todas las fases de esta experiencia) del por qué de este ilógico resultado (98%, siendo el promedio de recuperación del circuito pozo-imán de 30%), se llegó finalmente a la conclusión que el muestreador a cargo de la experiencia a bordo del PAM Trueno no empleó correctamente el procedimiento de depositar las marcas, lo que influyó en los resultados específicos de recuperación de marcas del circuito bodega PAM Trueno a imanes de Coloso Arica.



Durante el segundo crucero de marcación se realizaron dos pruebas, depositando en la bodega de dos pesqueros 50 anchovetas muertas marcadas. Los pesqueros seleccionados correspondieron a Pachica (Pesquera Eperva) y Guanaqueros (Particular). Los resultados obtenidos fueron dispares. Por ejemplo, del total de marcas depositadas en el pesquero Pachica, 16 fueron recuperadas (32%) en Pesquera Eperva Iquique. Sin embargo, la totalidad de las marcas depositadas en el pesquero Guanaqueros no se recuperaron, dado que el desembarque se realizó en Pesquera Eperva de Tocopilla, la que de acuerdo a las pruebas de eficiencia realizadas anteriormente presenta 0% de efectividad en la recuperación de marcas (Tabla 17b).

Independientemente de lo expuesto, es importante señalar que la eficiencia total del circuito "bodega-imán" debería entregar normalmente valores menores que el circuito "pozo-imán" siempre que se pudieran repetir idénticas características para ambas pruebas, lo cual en general, no se pudo realizar en la primera etapa.

En síntesis, existe una alta variabilidad a través del tiempo en las características y en los volúmenes de los procesos, de allí que es necesario que las pruebas se realicen bajo similares condiciones de proceso y un estricto esquema de estandarización de las experiencias.

En relación a las pruebas realizadas en los pozos de almacenamiento de las plantas reductoras, éstas se hicieron en forma paralela a las experiencias de eficiencia de imanes (Tablas 13 a 16). El número de anchovetas marcadas fue de 40 por planta (conociendo de antemano el pozo por el cual se comenzaría el proceso de elaboración) (20 adultos y 20 reclutas), número de varió dependiendo de las probabilidades de recuperación que se tuviera de las marcas en el momento. Un criterio de variación en el número de marcas utilizadas en esta prueba, señala que



en la Eperva-Norte de Iquique no se realizó la prueba, dado que por ser una planta de "repasso" no recibe pesca en sus pozos. En la Pesquera Eperva de Mejillones se utilizaron 10 marcas porque no dispone de imán, sino un separador de metales, cuya trama no es eficiente para retener elementos tan pequeños como las marcas.

Respecto a la naturaleza de la información entregada por los operarios se puede señalar que, como encargados de la limpieza de la línea de producción en general y de los imanes en particular, son nuestro nexo con la obtención de marcas en las plantas reductoras. Es por ello que el trabajo personalizado que se está realizando con estas personas es permanente y constante, en relación a la capacitación e incentivo orientado a la búsqueda de marcas.

Por lo general, la recuperación de las marcas no es inmediata. Las anchovetas ingresan a la planta y se almacenan en los pozos (normalmente se pesa y se separa por pozo la captura de cada barco), permaneciendo en los pozos por un tiempo variable. Esta situación está relacionado directamente con los volúmenes de pesca procesada. Es así que, la información respecto de la procedencia de la anchoveta se ajusta a la información entregada por los operarios. Sin embargo, para minimizar los errores, se comparan los datos entregados por el operario con la información de la actividad de pesca que el IFOP colecta y concentra de los movimientos diarios de la flota pesquera de la Zona Norte.

Además, es preciso señalar que el ingreso al sector de la planta en la industria es restringido, por normas de seguridad, siendo los operarios los más calificados para realizar la tarea de búsqueda de marcas. Por otra parte, en las plantas donde existen electroimanes, la limpieza de éstos es fácil y no significa mayor pérdida de tiempo para los operarios.



Cabe destacar, que en algunas plantas como Eperva-Norte (Arica) y Eperva (Tocopilla) no se han obtenido resultados positivos de la prueba, lo que se debe principalmente a que la materia prima es almacenada en las canchas y luego de un tiempo es sometida a un proceso conocido como repaso, completando su recorrido por el circuito, donde recién pasa por los imanes de los molinos, al menos en Arica. En Tocopilla no existen imanes en los molinos, por lo tanto, al pasar las marcas por éstos son triturados. Los resultados de las pruebas realizadas, se detallan en las Tablas 13 a 16.

5. Marcación en el mar y tendencia migratoria de la anchoveta

Las principales características de las actividades de marcación se resumen en la Tabla 18 y 19, en la que se muestran los registros obtenidos en cada crucero.

Las jornadas de marcación (inicio de marcación hasta liberación) tuvieron una duración que osciló entre 4 y 5 horas. La liberación de los ejemplares estuvo sujeta a dos factores; 1) la tolerancia que presentaron a la marca interna y 2) la presencia o ausencia de predadores. Este segundo punto constituye un factor importante de considerar en la mortalidad natural, dado que las anchovetas marcadas presentaban una mayor vulnerabilidad después de insertarles la marca dentro de su cavidad abdominal, siendo presa más fácil de los lobos marinos y aves que abundaban en algunas zonas de pesca, especialmente entre el inicio y el término del lance del barco pesquero.

Cabe señalar, que originalmente el Crucero estaba programada para 21 días. Sin embargo, en el transcurso del crucero la Subsecretaría de Pesca implantó en forma imprevista y por primera vez un segundo período de veda, el que duró dos



semanas. Esta situación no disminuyó la cantidad total de anchovetas originalmente programadas a marcar (10.000 a 15.000), lográndose finalmente marcar sobre los 10.000 ejemplares. Un factor importante que se produjo, como consecuencia del período de veda, fue el tiempo que se dejó tranquilo al recurso anchoveta sin aplicar esfuerzo de pesca sobre éste, situación que fue favorable, dado que el recurso pudo moverse libremente justamente en el período que estaba más vulnerable (post marcación) sin ser capturado.

Finalmente, se reitera que gracias a la sistemática y exitosa campaña de promoción de este proyecto, previo al inicio de ambos cruceros de marcación, se obtuvo un importante apoyo de las embarcaciones pesqueras, lo que fue vital para el éxito y la obtención de las muestras, observándose un verdadero interés de los patrones de pesca y tripulantes por el trabajo que se estaba desarrollando. Debido a esto, el proceso de marcación alternativo que se tenía contemplado para ser realizado con una embarcación artesanal fue desechado debido a:

- El éxito alcanzado en el primer Crucero de Marcación y a la
- Programación de un segundo Crucero de Marcación.

5.1 Recuperación de las marcas

- **Primer Crucero de Marcación**

La falta de información de algunos datos requeridos para cada marca, se relaciona preferentemente con la dificultad operativa de limpiar los imanes, en algunas plantas, en forma diaria, lo que se traduce en encontrar marcas después de un



cierto período en el cual han ocurrido descargas de distintas zonas y fechas (no se puede limpiar mientras esté funcionando la planta).

Respecto de este punto se puede señalar que los operarios encargados de la limpieza de los imanes y de la línea de producción en general, son nuestro único nexo con la aparición de marcas en las plantas reductoras. Es por ello que el trabajo personalizado que se está realizando con estas personas es permanente y constante, en relación a la capacitación e incentivo hacia la búsqueda de marcas y cumplimiento con nuestro objetivo. Un ejemplo concreto lo constituye la distribución de la Bitácora Pesquera (Número 1 y 2) que se ha elaborado para dicho fin (ver Anexo 2 y 3).

La recuperación de las primeras marcas, correspondientes al Primer Crucero, se logró a los 11 días de haber sido liberadas las anchovetas, completando hasta el 31 de marzo de 1998 un tiempo aproximado de libertad de sólo 366 días (Tabla 21).

- **Segundo Crucero de Marcación**

Por otra parte, la recuperación de las primeras marcas correspondientes al Segundo Crucero, se logró a los 7 días de haber sido liberadas las anchovetas marcadas, completando hasta el 31 de marzo de 1998 un tiempo aproximado de libertad de sólo 57 días (Tabla 21).

Es preciso destacar que la recuperación de marcas ha disminuido significativamente en los últimos meses, lo que se asocia directamente a las bajísimas capturas del recurso objetivo. A su vez, desde julio de 1997 la virtual desaparición de la anchoveta en toda la Zona Norte se relaciona con el evento El Niño que se ha



manifestado durante el presente año y cuyas características, similares a las de El Niño 82 - 83, ameritan un alto grado de preocupación en el sector pesquero en general. Debido a esto, la flota pesquera ha derivado su esfuerzo hacia otros recursos (cambio de redes). De tal manera que las capturas desde julio a la fecha se componen principalmente de jurel, caballa y bacaladillo. Sin embargo, durante la última semana de octubre y primera semana de noviembre se han reportado algunos focos de abundancia de reclutas de anchoveta, lo que hace pensar en el acierto respecto de la modificación de la fecha del II Crucero de Marcación, asegurando de esta manera el éxito de la misión emprendida. Por otra parte, durante el primer trimestre de 1998 la flota ha capturado sólo 20 mil toneladas de anchoveta (cifra bastante más baja de la pesquería), las cuales han sido extraídas mayoritariamente en el área meridional de la Zona Norte.

5.2 Tendencia migratoria

• Primer Crucero de Marcación

El desplazamiento de las anchovetas marcadas se observa en forma general en las Figuras 23 a 30, donde se muestra el número de marcas recuperadas al norte y sur de su lugar de liberación, revelando una tendencia migracional latitudinal en dirección norte, que de acuerdo al número total de marcas recuperadas equivale al 69% (Tabla 22). Todas las marcas fueron recuperadas dentro de una franja costera de no más de 20 millas.

El desplazamiento hacia el norte alcanzó hasta las proximidades de Punta Madrid mientras que el movimiento hacia el sur fue mucho más extenso llegando hasta la altura de Punta Amarilla.



Por otra parte, el 29% de las anchovetas marcadas se desplazó en dirección sur, manteniéndose una pequeña fracción (2%) circulando en mismo lugar donde fueron marcadas.

En términos generales, sobre la base de la información disponible, la tendencia del desplazamiento de la anchoveta señala un movimiento con dirección norte (65%) y un extenso movimiento hacia el sur (27%) (Fig. 33).

- **Segundo Crucero de Marcación**

El desplazamiento de las anchovetas marcadas durante este crucero, fue principalmente hacia el norte (65%), un 17% se mantuvo circulando en la zona donde fueron liberadas y un 18% se movió hacia el sur (Figs. 31 y 32).

6. Condiciones ambientales

- **Primer Crucero de Marcación (enero 1997)**

Al iniciarse la etapa de marcación en el mar, enero de 1997, la temperatura superficial presentó valores normales, entre 15,6 y 20,2°C, con aguas frías en la zona costera, principalmente cerca de Punta Arenas y Caleta Camarones, registrándose la menor temperatura en estas áreas (Fig. 34a). La temperatura superficial se incrementó de la costa al área oceánica.

La estructura vertical de la temperatura mostró, en la transecta latitudinal, una termoclina muy marcada, con un gradiente de aproximadamente 5°C/10 m, entre la



superficie y los 20 m de profundidad (Fig. 35a). No se observó capa mezcla. Bajo la termoclina y hasta los 300 m la temperatura disminuyó lentamente.

La salinidad superficial presentó valores entre 34,37 y 34,88 psu, disminuyendo desde el Norte hacia el Sur, el mínimo se encontró en la estación ubicada frente a Punta Arenas y el máximo en la estación ubicada cerca de Caleta Camarones y pegado a la costa (Fig. 34b).

La estructura vertical de salinidad presentó, en la transecta latitudinal, el mínimo de salinidad entre 20 y 40 m de profundidad. (Fig. 35a). Bajo este mínimo, resalta un núcleo con valores mayores de 34,8 psu, centrado a 150 m, el cual tiene un espesor de cerca de 200 m. Bajo esta capa de máximos valores la salinidad disminuyó.

Los vientos predominantes registrados durante el Crucero presentaron intensidades débiles y moderadas, con dirección del segundo y tercer cuadrante, por lo que fueron propicios para la generación de eventos de surgencia (Smith, 1968). La surgencia se caracterizó por ascensos de aguas más frías y con mayor salinidad, correspondiendo estas características a aguas Ecuatoriales subsuperficiales. Los focos de surgencia más importantes se registraron frente a Caleta Camarones y Punta Arenas.

En la columna de agua se identificaron dos masas, éstas son: masa de agua Subantártica (ASAA) y Ecuatorial Subs superficial (AESS) (Blanco y Kelly, 1987; Brandhorst, 1971; Silva y Konow, 1975). En la superficie se encontró mezcla de ASAA y AESS, la que alcanzó la superficie producto del ascenso en algunos sectores costeros, esto se aprecia claramente en Caleta Camarones y Punta Arenas.



El ASAA se ubica por debajo del agua de superficie y su núcleo se encuentra a 25 m de profundidad, como promedio, alcanzando hasta la transecta de más al Norte. (Fig. 35a). Los valores de temperatura fluctuaron entre 13 y 17°C y la salinidad entre 34,4 y 34,7 psu.

Bajo el ASAA se encuentra el AESS con su núcleo centrado a 150 m y con un espesor medio de 170 m, se caracteriza por valores de temperatura entre 12 y 13°C y salinidad mayor de 38,8 psu.

- **Segundo Crucero de Marcación (diciembre 1997)**

En diciembre la temperatura superficial (Fig. 34b) presentó valores entre 19.1 y 22.9°C, con aguas levemente mas frías en la zona costera, registrándose la menor temperatura frente a Pisagua. El gradiente costero, que para esta de época del año es superior a los 4°C/10 mn, es cercano a 1°C/10 mn. Los valores se encuentran en promedio 2.5°C por sobre la temperatura media para la zona y época (Fig. 35b), la máxima anomalía se encuentra al sur de Punta Lobos, alcanzando hasta 4.6°C por sobre lo normal. Anomalías menores de 1°C se ubicaron pegado a la costa un poca al norte de Pisagua.

La profundidad de la isoterma de 15°C (Fig. 35b), que en condiciones normales representa la termoclina, es un buen indicador del grado de anormalidad del sistema, mostrando en esta oportunidad una profundización de hasta 165 m al norte de Pisagua, lo que corresponde a una anomalía de mas de 120 m. En el resto del área la anomalía es entre 40 y 60 m.



La salinidad superficial (Fig. 34d) presenta valores entre 34.99 y 35.39 psu. Su distribución se asemeja a la temperatura, donde los menores valores se ubican entre Punta Baquedano y el sur de Pisagua con una anomalía cercana a 0.1 psu y los máximos al sur de Iquique por fuera de las 10 mn, con una anomalía superior a 0.5 psu.

Los vientos registrados durante el período de estudio presentaron intensidades débiles con dirección del segundo y tercer cuadrante, por lo que si bien fueron propicios para la generación de eventos de surgencia (Smith, 1968), esta fue muy incipiente y sólo se observó entre Punta Baquedano y el sur de Pisagua.

- **Otros cruceros**

En términos generales, la temperatura superficial del mar presentó valores que aumentan de sur a norte y desde la costa hacia el sector oceánico (Fig. 36).

En marzo de 1997 se registraron los máximos valores, tanto en el sector costero (15,4°C) como en el oceánico (24,9°C). El gradiente costero fue de 4°C, como promedio, en las primeras 20 mn. En mayo se presentaron valores entre 17,0 y 22,3° C, con un promedio de 20,5 °C, con un gradiente menor de 2°C en las primeras 20 mn en la Zona entre Arica y Pisagua y mayor de 3°C al sur de Iquique. En junio, los valores oscilaron entre 19,4 y 20,3°C. Si bien el área de muestreo fue menor, el gradiente costero en el área entre Arica e Iquique es muy débil, no superando 1°C en las 20 mn. Durante agosto se presentaron valores entre 20,3 y 18,5°C, en la mayor parte del área se encontraron valores mayores de 19°C. Valores menores de 19°C se detectaron en el sector costero frente a Iquique y al sur de la península de Mejillones.



Los procesos de surgencia costera en la zona norte de Chile, generados por los vientos provenientes del S y SW (Smith, 1968), producen que las isotermas se distribuyan paralelas a la costa en las primeras 20 a 40 millas de la costa, mientras que en el sector oceánico la distribución superficial de las isotermas evidencia la entrada de aguas cálidas hacia el sur.

La anomalía de la temperatura superficial, con respecto a los promedios de largo plazo de Blanco (1996) presentó, para marzo de 1997, valores positivos mayores que cero en el sector oceánico (> 40 mn) y costero (< 5 mn) entre Arica y Pisagua y una lengua de hasta 2°C frente a la península de Mejillones (sector Sur del área de estudio) (Fig. 37). En el sector costero entre Iquique y Mejillones se registraron anomalías negativas de hasta -3°C . Estos valores son similares en toda el área a los reportados en 1979; 1988; 1990 y 1991, años caracterizados como fríos.

En mayo la anomalía muestra para la zona oceánica (fuera de las 20 millas) valores mayores de 1°C . En el área costera aumentan entre 2° y 3°C , producto del debilitamiento de la surgencia en toda la zona, en especial el sector sur del área de estudio. En junio la anomalía aumenta en el sector costero a valores superiores de 2°C , disminuyendo hacia el área oceánica. En agosto la anomalía es en promedio, de 3°C más alta que los promedios de largo plazo, con valores mayores superiores a $3,5^{\circ}\text{C}$ en el sector costero desde los 21°S al sur.

En general, es importante señalar que la anomalía térmica observada en el período, muestra claramente la tendencia desde anomalías negativas registradas durante el período 1995-96 hacia valores normales en marzo de 1997 y posteriormente la anomalía es positiva, aumentando en agosto a más de $3,5^{\circ}\text{C}$.



La salinidad superficial, al igual que la distribución de temperatura, aumenta su valor de sur a norte y desde la costa hacia el sector oceánico, con la excepción de algunos núcleos de baja o alta salinidad (Fig. 38).

En marzo de 1997 se registraron valores entre 34,47 y 35,27 psu, los mayores registros se observaron entre Arica y Pisagua por fuera de las 70 mn y en un núcleo entre 40 y 70 mn frente a Tocopilla. Valores menores a 35 psu se registraron desde las 40 mn hasta la costa, en toda la extensión del área de estudio. Respecto a los años anteriores los valores son superiores a los reportados en 1964; 1973; 1982 y 1990; similares que los observados en 1969; 1988; 1989 y 1991; menores en 1 a 2 décimas que 1967; 1979; 1980 y 1987 y menores en 3 a 4 décimas que los años cálidos 1983 y 1992.

En mayo, los valores fluctuaron entre 34,75 y 35,26 psu., los valores más altos se observaron entre las 60 y 80 mn desde Arica hasta Iquique. Valores menores a 35 se registraron en las primeras 20 millas a lo largo de toda la zona y los más bajos en el área de la península de Mejillones. Durante junio, los valores (entre 35,07 y 35,21 psu) presentan una diferencia muy pequeña, con un gradiente horizontal casi inexistente. En agosto se evidenciaron valores entre 34,8 psu en el extremo sur y mayores de 35,2 psu, por fuera de las 10 millas entre Arica y Tocopilla.

La anomalía de la salinidad superficial presentó en marzo, respecto de los promedios mensuales de largo plazo de Blanco (1996), un núcleo con 0,1 psu entre 40 y 70 mn frente a Tocopilla y valores negativos de hasta -0,2 psu en el resto del área (Fig. 39).



En mayo los valores del área oceánica no registraron diferencias significativas respecto de los promedios históricos, en el sector costero fueron levemente superiores (0,1 psu) y al sur de los 23°S fueron 0,2 a 0,3 psu más altos, situación que coincide con lo observado con la temperatura. En junio la anomalía del sector costero es superior a 0,1 psu, alcanzando valores de hasta 0,2 psu en un pequeño núcleo al norte de Pisagua. En agosto es superior a 0,2 psu en casi toda el área, alcanzando valores mayores de 0,35 psu desde la costa hasta las 90 millas frente a Tocopilla.

En marzo la isoterma de 15°C, que representa la base de la termoclina entre la latitud 18°S y 24°S, se encontró entre los 16 y 63 m, con un área con profundidades mayores de 50 m por fuera de las 40 mn (Fig. 40). Comparativamente, la profundidad de esta isoterma es similar a la de los años 1969; 1973; 1979; 1987; 1988 y 1991. Inferior en 10 m respecto al año 1982, e inferior en más de 20 m que los años 1980; 1983; 1992.

Es importante destacar que durante mayo la profundidad de la isoterma mostró una condición completamente anómala, donde los valores no aumentan desde la costa hacia el sector oceánico. La profundidad en el sector costero es superior a 50 m, alcanzando frente a punta Lobos una depresión de más de 100 m. La profundización de la termoclina estaría asociada tanto al paso de ondas planetarias como al debilitamiento de la surgencia. Comparativamente con años anteriores la profundidad de la isoterma de 15°C es 40 m mayor que la medida en los años normales. Un hundimiento similar se observó, durante igual período, en 1982 y 1992.

En junio de 1997 la isoterma alcanzó profundidades superiores a los 225 m en el sector costero, disminuyendo los valores hacia el área oceánica.



En agosto, la profundidad de la isoterma continuó anómala en el sector costero, con 60 m más de lo registrado en períodos normales. Hacia el área oceánica los valores son similares a los promedios.

La distribución de las temperaturas por profundidad muestra en una transecta frente a Iquique y durante el período septiembre 1996 a marzo 1997, isotermas con distribución en forma casi horizontal, ascendiendo hacia la superficie en el sector costero, con una capa de mezcla de pocos metros y con la termoclina ubicada entre los 40 y 50 m de profundidad (Fig.41).

En marzo, debido al aumento de la temperatura superficial en toda el área, se intensifica la termoclina, alcanzando un espesor de 30 a 40 m y un gradiente térmico entre 2,2° y 3,0°C/10 m. Las isotermas se presentan en forma casi horizontal, exceptuando la franja comprendida entre la costa y las 20 mn, donde las isotermas sobre los 100 m experimentan un ascenso hacia el sector costero y bajo ellos un hundimiento. El ascenso de las isotermas que forman la termoclina, es lo que origina los intensos gradientes costeros encontrados en superficie.

En mayo las isotermas presentan en las primeras 40 mn un hundimiento cercano a los 100 m en toda la columna de agua. En junio esta profundización se hace más pronunciada en el área costera, siendo superior a los 200 m para algunas isotermas.

En julio la profundización de las isotermas disminuye notoriamente respecto del mes anterior, permaneciendo las isotermas de 14° y 15°C, entre 40 y 60 m más profundas, situación que disminuyó levemente en agosto y septiembre.



Comparando la distribución de las isotermas en profundidad, respecto de los promedios de largo plazo, se observan anomalías negativas en casi toda la columna, para septiembre y diciembre de 1996 (Fig. 42). En marzo aún se detectan valores negativos en el sector costero entre la superficie y los 100 m, bajo los 100 m la anomalía es superior a 0°C, destacándose una delgada franja ubicada bajo la superficie hasta los 40 m en el sector oceánico que presenta valores superiores a 2°C. En mayo la anomalía es positiva en toda la columna de agua del sector costero y en los primeros 100 m en el oceánico, alcanzando valores superiores a 3°C a 50 m de profundidad. Valores negativos se encuentran bajo los 100 m en el área oceánica.

En junio la anomalía costera aumenta considerablemente entre la superficie y los 250 m, alcanzando valores mayores de 3°C. En el sector oceánico las anomalías son mayores de cero con excepción de un sector con valores negativos bajo la superficie y centrado en los 70 m. En julio la anomalía no se observa tan profunda como en junio. Sin embargo, los valores aumentan en los primeros 100 m hasta alcanzar 4°C a 40 m de profundidad. En agosto y septiembre disminuye el grosor de la capa anómala, pero se mantienen los altos valores bajo la superficie.

La distribución vertical de la salinidad presentó durante septiembre de 1996 el mínimo subantártico con valores menores de 34,7 psu centrados en 40 m, bajo el mínimo se ubicó el máximo ecuatorial subsuperficial con valores mayores de 34,8 psu, centrado a 250 m (Fig. 43). En diciembre aumentó notablemente el mínimo subantártico alcanzando valores menores de 34,4 psu, el máximo subsuperficial se mantiene similar que durante septiembre.

En marzo el máximo salino de superficie alcanzó un espesor de 20 a 30 m, bajo éste se ubicó el mínimo salino subsuperficial, en una capa de 20 a 40 m de espesor, con



valores de 34,5 psu en el sector costero y 34,8 psu en el oceánico. El máximo subsuperficial durante este período se presentó con valores de 34,8 a 34,9 psu, profundizándose en casi 100 m en comparación con los otros períodos.

En mayo el máximo superficial alcanzó valores superiores a 35,1 psu y desapareció el mínimo subantártico del área costera, observándose una pequeña franja, menor de 34,7 psu, en el sector oceánico. El máximo subsuperficial aumentó en espesor en el sector costero, alcanzando hasta casi los 400 m.

En junio, tanto los valores como su distribución son similares a los observados en mayo. En los meses de julio a septiembre los valores de superficie aumentan a más de 35,2 psu. En agosto reaparece un pequeño núcleo con un mínimo subsuperficial, pero a profundidades de más de 80 m. En agosto y septiembre el máximo subsuperficial vuelve a profundidades normales.

Comparativamente, respecto de los promedios de largo plazo, los valores de salinidad presentan anomalías negativas durante los cruceros de septiembre y diciembre de 1996 y marzo de 1997 (Fig. 44), observándose anomalías positivas de hasta 0,2 psu, entre los 20 y 60 m, durante mayo. En junio los valores están por debajo del promedio a excepción de una pequeña franja en el sector costero que alcanzó los 100 m de profundidad.

En julio y agosto se registran las máximas anomalías ($> 0,3$ psu) en la capa entre superficie y los 60 m. En septiembre esta anomalía disminuye levemente, bajo los 100 m aparecen anomalías negativas.

En la figura 45 se presenta la distribución temporal de la temperatura en una estación costera ubicada dentro de las 10 millas de la costa frente a Iquique, en ella se aprecia



el hundimiento de las isotermas a partir de mayo de 1997, alcanzando profundidades superiores a 220 m durante junio, para posteriormente ascender, manteniéndose aún una anomalía de casi 40 m. Esta profundización estaría indicando el paso de una onda Kelvin por la Zona Norte durante mayo a julio.

La señal anual del viento promedio, para el período 1971 a 1997, muestra claramente la disminución tanto del índice de surgencia como de la turbulencia entre junio y agosto, siendo máximos entre noviembre y febrero (Fig. 46). Se observa que en Antofagasta se registran los mayores valores de turbulencia y en Iquique los menores. Sin embargo, el índice de surgencia o transporte fuera de la costa es mayor en Iquique entre enero y mayo y en Antofagasta de mayo a diciembre, los menores valores se encuentran en Arica.

De acuerdo con los promedios mensuales históricos de las mediciones de viento, noviembre y diciembre corresponden a períodos en que el transporte y la turbulencia se incrementan, para alcanzar entre enero y febrero sus máximos valores, con la excepción de Antofagasta en que esto ocurre en diciembre (Fig.46), lo que se refleja en los valores de los índices en las estaciones oceanográficas, ya que con la excepción de la zona entre Mejillones y Antofagasta los valores son moderados.

El año 1997 presenta en Iquique (línea azul punteada en figura 46) valores por debajo del promedio de los índices de turbulencia y surgencia.

La serie de tiempo de viento con datos promedio mensual y su anomalía muestra una gran variabilidad estacional e interanual en la intensidad y dirección, lo que genera variaciones en el índice de surgencia y en la turbulencia (Fig. 47 a 53). Se observan algunas variaciones interanuales de gran magnitud entre los años 1977 y



1979 en Arica y entre 1973 y 1977 en Antofagasta, por otra parte en Antofagasta se aprecia una disminución en la intensidad en la componente norte sur (menor índice de surgencia y turbulencia) durante los períodos cálidos de 1971-72; 1982-83; 1986-87 y 97, situación similar se aprecia en Iquique y sólo durante 1971-72 en Arica.

En los tres lugares la componente norte - sur es casi siempre positiva (viento del sur), solo se observan algunos períodos negativos (viento del norte) y muy superior en intensidad que la componente este - oeste, lo que indica la predominancia de los vientos del segundo y tercer cuadrante. Aumentando en intensidad la componente norte - sur, desde Arica hasta Antofagasta, en unos 2 m/s como promedio. Entre tanto, la componente este - oeste disminuye en intensidad de norte a sur en aproximadamente 0,5 m/s como promedio.

El índice de surgencia promedio mensual es positivo ya que los eventos con períodos negativos, producto de vientos del norte, son de muy corta duración. Las máximas intensidades se observan en primavera y verano y las menores en invierno. La tendencia general de este índice es a mantenerse en el tiempo en toda la zona.

El índice de turbulencia tuvo una respuesta semejante en su ciclo anual a la componente norte - sur y al índice de surgencia, es decir con máximos en primavera y verano y mínimos en invierno. La tendencia general es a disminuir en Arica y a aumentar en Antofagasta, en Iquique esta variación es muy evidente dada la longitud de la serie de datos.

Lo encontrado respecto a una máxima intensidad en verano y una mínima intensidad tanto para el índice de surgencia como para el índice de turbulencia es concordante con trabajos realizados previamente de la zona (Fuenzalida, 1989,



Carvajal, 1994), y para las localidades de Callao y Chimbote en Perú (Mendo *et al.*, 1987) y para bajas latitudes a lo largo de la costa oeste de Norte América (Bakun, 1973; Husby y Nelson, 1982).

Respecto a las condiciones de transporte y de turbulencia, fuera de la costa, que normalmente existen en la zona en el periodo de desove, se aprecia que ambos tienen valores medios durante el periodo en que la intensidad del viento aumenta (verano), lo que coincide con lo descrito para otras áreas del Pacífico.

Los periodos y/o las áreas con bajos valores de turbulencia y transporte hacia fuera de la costa se pueden asumir como apropiados para la sobrevivencia de larvas (Mendo *et al.*, 1987). La relación entre la turbulencia y el índice de surgencia o transporte Ekman permite comparar diferentes localidades. Es así como Arica, Iquique y Antofagasta si bien difieren un poco en los valores de turbulencia, éstos son muy semejantes en cuanto al transporte Ekman. Respecto de otras áreas, la Zona Norte es completamente diferente, Valparaíso presenta valores de turbulencia de gran magnitud. Callao, en la costa del sur de Perú presenta valores bajos de turbulencia y un poco más elevados de transporte hacia fuera de la costa. Trujillo, en el sector norte de Perú, tiene una mínima turbulencia pero el transporte hacia fuera de la costa es de gran magnitud.

Los resultados del análisis de las imágenes satelitales semanales de temperatura superficial del mar de enero a septiembre de 1997 muestran que los máximos valores se presentaron la tercera semana de febrero, alcanzando hasta más de 24°C en el área oceánica, con un gradiente térmico muy débil en las cercanías de la costa. Los mínimos se registraron durante agosto, aumentando débilmente en septiembre, para alcanzar la última semana de diciembre valores de hasta 24°C (Figs. 54 a 57).



El sector costero presenta gran variabilidad tanto en la extensión que cubren las aguas más frías que surgen pegadas a la costa como en los valores de ellas. Esta franja de aguas frías responde a pulsos de viento, los que durante el período han sido relativamente débiles al norte de Antofagasta. El ascenso de aguas más frías se observa durante la primera semana de febrero, la última de marzo y abril. A partir de mayo el frente costero es casi inexistente.

En la Figura 58 se muestra el gradiente mensual de temperatura superficial, donde las áreas más claras representan los mayores gradientes. Se observa en casi todo el período el gradiente cercano a la costa, siendo inexistente durante julio, agosto, noviembre y diciembre, débil en junio y septiembre (2 a 3°C en las primeras 20 millas) y de mayor intensidad (7 a 8°C en las primeras 20 millas) entre enero y marzo. También se aprecian en estas imágenes filamentos que se desprenden desde la costa hacia la zona oceánica, siendo los principales frente a Mejillones y Punta Patache.

- **Comentario general**

A escala global (Boletín Climático, agosto a diciembre 1997) continuaron presentándose durante diciembre de 1997 las condiciones anómalas características de un evento El Niño de gran magnitud, a pesar que algunas variables atmosféricas mostraron a finales de julio indicios de un debilitamiento en la intensidad del fenómeno. Los índices mensuales de TSM revelaron un incremento de la anomalía térmica a lo largo de todo el Pacífico ecuatorial.

Durante julio los vientos alisios recuperaron parcialmente su intensidad normal, luego de las condiciones extremadamente anómalas registradas en junio, debilitándose nuevamente a partir de octubre.



La región costera sudamericana continúa mostrando la condición más extrema en cuanto a la magnitud de las anomalías de TSM. Específicamente, en Baltra (I. Galápagos) y en Callao.

Diversos modelos de pronóstico de la TSM en el Pacífico ecuatorial coinciden en señalar que el evento alcanzó sus máximos valores durante febrero 1998 y que las condiciones anómalas persistirán hasta mediados o fines de 1998.

7. Distribución espacio temporal de la operación de la flota

A través de la distribución espacio-temporal de la información operacional de la flota cerquera industrial se pueden detectar cambios, a nivel de mesoescala, que permiten inferir los movimientos de los cardúmenes de anchoveta en relación a su distribución. Con el propósito de visualizar este comportamiento se analizó mensualmente la distribución espacial a través de imágenes georeferenciadas.

En las figuras 59 a 64 se presentan, para el período 1996-97, las distribuciones espaciales y mensuales de las capturas, esfuerzo estándar y CPUE para el recurso anchoveta extraído por la flota cerquera industrial, las que se superpusieron con el gradiente horizontal de temperatura.

En el período enero - marzo de 1996 la flota presentó una operación a lo largo de toda la zona de estudio, extrayéndose los mayores volúmenes en las primeras millas de la costa. En marzo se observó una mayor actividad de pesca entre los 22° y 24°S y al oeste de los 71°W, relacionada con un mayor esfuerzo de pesca ejercido. En abril, si bien se mantiene la distribución espacial de la operación, el mayor foco de actividad se desplaza más al norte (alrededor de los 20°S). En mayo y junio se



aprecia un fuerte incremento de la actividad en la Zona de Arica hacia el oeste (superando las 70 mn de la costa) y un contrañimiento de la distribución espacial al sur de Iquique, especialmente en junio.

Este desplazamiento de la distribución espacial de la anchoveta hacia el oeste se debe a la incorporación de anchoveta adulta del sur de Perú, la cual migra por razones reproductivas hacia zonas de desove en Chile.

En los meses en que se alcanzan los máximos valores de los índices gonadosomáticos (julio y agosto), se observa que en julio la flota operó en un área más restringida que en los meses anteriores, pero su desplazamiento longitudinal fue más amplió, sobrepasando las 100 mn de la costa frente al puerto de Arica y ausencia de actividad de pesca al sur de los 21°S. En agosto de 1996 se aprecia un cambio importante en la distribución espacial, presentándose más disgregada y disminuyendo la presencia de captura de anchoveta frente a Arica e incrementando su distribución longitudinal hacia la península de Mejillones. Al mes siguiente se mantiene la distribución dispersa, desplazándose las capturas hacia el sur y con focos importantes alrededor de los 20°S, siendo nula la actividad extractiva frente al puerto de Arica. En octubre y noviembre, nuevamente se aprecia un desplazamiento hacia el norte, alcanzando a operar al límite y registrando una baja actividad al sur de los 23°S.

Los cardúmenes de anchoveta adulta que desovarón en la zona de Iquique y Antofagasta se desplazan hacia el sur de Perú, siendo esta migración de carácter trófico.

En diciembre de 1996 se aprecia un descenso en la actividad extractiva, centrándose principalmente entre los 19° y 21°S y en las 30-40 primeras millas de la



costa. Es importante señalar que durante este mes se inició el periodo de veda de reclutamiento para este recurso, por lo que la flota sólo operó en la primera quincena.

A diferencia de 1996, en el primer trimestre de 1997 la actividad operacional de la flota fue costera, no sobrepasando por lo general las 20 primeras millas de la costa (Figs. 62 a 64). Asimismo se observa que en enero la flota operó principalmente al norte de los 22°S, desplazándose en los meses siguientes hacia Mejillones. En abril se detecta un importante aumento en la distribución longitudinal de la flota, centrandose principalmente su accionar entre los 20°30' y 22°00'S, manteniéndose una menor actividad a lo largo de la zona de estudio.

En mayo de 1997, la distribución espacial abarca latitudinalmente todo el área, sin embargo se aprecian algunos focos importantes en términos de niveles de capturas localizados principalmente en el límite norte y secundariamente al sur de Mejillones. Destaca en este mes los altos índices de CPUE obtenidos por la flota, los que superan los de 1996, concentrándose en este mes las mayores capturas extraídas en la Zona Norte. En junio se mantuvieron bastante altas las capturas y los índices de CPUE, apreciándose un incremento en la distribución espacial de la anchoveta en la Zona de Arica (18°21' - 19°30'S), situación que también se presentó en 1996, pero restringido a un área más costera y señala el ingreso de cardúmenes de anchoveta del sur de Perú (Figs. 59 y 62).

En julio, se aprecia un desplazamiento latitudinal de la actividad extractiva respecto al mes anterior, como también una concentración en las 20 primeras millas de la costa, localizándose las capturas más altas en torno a la latitud 21°S. Esta situación difiere del comportamiento observado el año anterior donde las capturas se



presentaron oceánicas (sobrepasando las 150 millas) y focalizadas principalmente al norte de los 20°S. Respecto a los índices de CPUE de 1997, éstos disminuyeron fuertemente en relación a los dos meses anteriores, hecho que no ocurrió en 1996.

En agosto de 1997 la actividad operacional sobre la anchoveta se aprecia bastante disminuida y dispersa a lo largo de la costa respecto al período anterior, concentrándose la actividad sólo a la primera quincena de agosto, dado la veda reproductiva fijada desde el 15 de agosto al 13 de septiembre de 1997 en la I y II Región. Este comportamiento también se registró el año anterior. En septiembre de 1997 se mantiene esta baja actividad de la flota, detectándose dos pequeños focos de capturas, el primero en el límite norte de la zona de estudio y el segundo en torno a los 21°S (Fig. 62). Esta tendencia difiere de la observada en 1996, donde las capturas presentaron un repunte respecto a agosto de 1996 (Fig. 59).

La distribución de las capturas en octubre de 1997 muestra una mayor cobertura espacial de la flota hacia el sur de los 21°S, pero bastante disminuida respecto a lo observado en 1996, donde las embarcaciones prácticamente cubrieron todo el área de estudio. Tanto en septiembre como en octubre de 1997 se aprecia un pequeño repunte en los valores de CPUE en relación a julio y agosto (Fig. 64). En noviembre se produce un desplazamiento de la actividad extractiva al norte de los 21°S, situación que también se apreció pero en menor magnitud durante 1996. Asimismo, los índices de CPUE de 1997 presentaron un leve aumento. Finalmente, en diciembre nuevamente las embarcaciones operaron a lo largo de la costa en una franja costera, detectándose alrededor de los 21°S un foco importante de capturas. Esta tendencia difiere de la registrada el año anterior en que las capturas se concentraron al norte de los 21°S.



Finalmente, se puede señalar que el ciclo anual de la distribución espacio-temporal de 1996 difiere de la 1997, básicamente en la distribución más costera de la actividad en el último año. Asimismo, en mayo y junio de 1997 se extrajeron las mayores capturas y CPUE por cuadrícula, concentrando en esos meses el 53% de los volúmenes de enero a julio.

Se aprecia que la actividad de la flota pesquera se ve concentrada durante todo el año en donde se presentan los gradientes de temperatura costera más intensos (Fig. 59 a 64), produciéndose dos situaciones extremas, la primera corresponde a una actividad de captura más dispersa en la zona producto del debilitamiento del gradiente costa océano (de junio a agosto) y la segunda a una concentración en la zona costera de la captura debido a la intensificación de los gradientes costeros (noviembre a abril). Otro factor importante es la captura que se realizó a lo largo de filamentos que se desprende desde la costa hacia el área oceánica (mayo, junio y octubre).

La distribución espacial de la CPUE en número, estructurada por longitudes, permite efectuar comparaciones de abundancia relativa entre áreas; para lo cual se debe analizar su escala y entrega información referente a la estructura del stock en un área. En este Informe se analiza la información del período enero de 1996 a diciembre de 1997.

Durante enero de 1996 se observó que la abundancia de reclutas fue preferentemente costera entre 0 y 10 mn de la costa. El reclutamiento más notable se detectó en la Zona de Arica (Áreas 1 a 4) disminuyendo en importancia hacia el sur (Fig. 65). Al realizar la comparación de las estructuras de longitudes costeras con las oceánicas, no se advierten cambios importantes salvo en la magnitud de la CPUE, lo cual constata que los reclutas se distribuyen preferentemente en el sector costero. Sin embargo, el stock reproductor se encuentra bien representado (Fig. 65).



En febrero, se detectó la presencia de reclutas en las áreas 1 y 3, pero con una menor magnitud respecto a enero. En este mes predominó el stock reproductor con mayor abundancia en la parte oceánica en las áreas 2; 4; y 6 y de mayor presencia costera al sur de Caleta Lobos (21°00'S). La comparación entre ambos meses indica el mayor predominio de anchovetas adultas en el área (Fig. 66).

En marzo no se observó la presencia de reclutas. El stock reproductor se encontró en mayor abundancia fuera del área costera; salvo en el área 7 donde existió un leve incremento en la costa. Sin embargo, al efectuar la comparación con abril se constata que en ese mes los ejemplares de 13 y 14 cm no están presentes, debido a que se ha producido un crecimiento de los ejemplares (Figs. 67 y 68).

En abril se detectó un reclutamiento anormal en el área 2, 5 y 6 y las abundancias relativas son mayores en el área oceánica. Cabe mencionar, que este reclutamiento está constituido por ejemplares de 7,5 a 12,0 cm y posiblemente son del área sur del Perú; debido a que en este mes se detectó un incremento de la distribución espacial. El foco de reclutamiento costero observado en el área 5, estuvo compuesto por ejemplares de 9,5 a 12,0 cm, pero tienen una escasa abundancia (Fig. 68).

En mayo se apreció la presencia de reclutas en las áreas 5 y 6, sus abundancias son mayores en el sector oceánico, particularmente al oeste de Iquique (Fig. 69). En junio no se detectan ejemplares reclutas y las mayores abundancias se observan en la parte oceánica, lo cual coincide con el ingreso de ejemplares adultos del sur de Perú y el aumento de la distribución espacial (Fig. 70).

En julio no existen ejemplares reclutas y el mayor foco de abundancia se ubicó fuera de las 10 mn de la costa; preferentemente en el área 2 con el ingreso de ejemplares



desde el sur del Perú. Esta condición coincide con el mayor rango de la distribución espacial en la Zona de Arica (Fig. 71).

Durante agosto prácticamente no existen reclutas y los focos de abundancia se han desplazado a las áreas 7; 9 y 10, siendo importantes en la zona costera donde se concentran en las áreas de desove. En Arica la abundancia es mayor en la zona oceánica donde se constata el ingreso de ejemplares del sur de Perú (Fig. 72).

Durante septiembre en la Zona de Arica se detectan un mayor número de ejemplares adultos en la Zona 2, los que se desplazaron hacia el área 8. En toda la zona de estudio, la abundancia de la anchoveta es mayor en la parte oceánica. Este período reproductivo y los índices de turbulencia y surgencia son bajos, en los meses de agosto y septiembre comienzan a incrementarse (Fig. 73).

En octubre existe un predominio de desplazamientos locales, que se aprecian en las estructuras de longitudes y no se observan cambios importantes de la distribución espacial. Las mayores abundancias se presentan preferentemente en la parte oceánica (Fig. 74).

En noviembre se inicia el período de reclutamiento, no existen grandes variaciones en la distribución espacial y predominan los desplazamientos locales. Sin embargo, la estructura de tamaños se modifica y se aprecia la presencia de reclutas en las áreas 1; 4 y 7. Los reclutas presentan longitudes de 6,5 a 12,0 cm. Las mayores concentraciones se observan fuera de la 10 mn en el área 4. Sin embargo, se aprecia el patrón costero en el área 1 y 7 (Fig. 75).



En diciembre el proceso de reclutamiento se encuentra generalizado en las áreas 1; 2; 5; 6; 7 y 11, con el mayor foco de abundancia en las zonas costeras y particularmente en el área 5 (Fig. 76).

En enero de 1997 el reclutamiento se ha generalizado hacia la parte sur y está presente en todas las áreas, de la 1 a la 10 y los principales focos son costeros, en los cuales destacan las áreas 3; 5; 7 y 9. También coincide con un contrañimiento de la distribución espacial hacia la costa (Fig. 77).

Durante febrero, el reclutamiento es menor y aún se detecta levemente en las áreas 1; 2; 5; 6; 7 y 11. Los principales focos de abundancia siguen siendo costeros en las áreas 3; 7; 9 y 11, coincidiendo con el repliegue de la distribución hacia la costa. Sin embargo, se advierte un importante foco de abundancia en la parte oceánica en el área 2, particularmente de ejemplares adultos (Fig. 78).

En marzo el reclutamiento es débil y se detectan reclutas preferentemente en las áreas 5 y 7. Los focos de abundancia siguen siendo costeros y la mayor concentración se encuentra en el área 7 y la distribución espacial comienza a ampliarse hacia el oeste (Fig. 79).

En abril, no se detectan reclutas en la distribución de tallas de anchovetas. Sin embargo, la distribución espacial es modificada por el ingreso de ejemplares adultos en el área 2; siendo ésta un foco de alta abundancia. Las áreas 7 y 9 constituyen otros focos de abundancia costera de ejemplares adultos (Fig. 80).

Durante mayo, se mantiene en el norte la distribución espacial y el ingreso de ejemplares adultos en el área 1 y 2. En el resto de las áreas costeras 3; 5; 7; 9 y 11; la



abundancia se ha incrementado por el contrañimiento de la distribución hacia la costa (Fig. 81).

En junio, los focos de abundancia se han desplazado más al sur, tanto en la parte oceánica como en la costera. Las áreas que se destacan son: 4; 5; 6; 9; 10 y 11, siendo de menor importancia las áreas 7 y 8. En la Zona de Arica se incrementó la distribución espacial (Fig. 82).

Durante julio, se aprecia el movimiento de ejemplares adultos, proveniente del sur de Perú, principalmente en el área 1. Los mayores focos de abundancia son costeros entre los cuales destacan las áreas 1; 7; 9 y 11 (Fig. 83).

Durante agosto no existen ejemplares reclutas y las capturas están constituidas por el stock reproductor, los focos de abundancia se han desplazado a las áreas 4; 6 y 9 siendo importantes los focos en la zona costera donde se concentran a desovar. En Arica la abundancia es mayor en la zona oceánica del área 4 donde se constata el ingreso de ejemplares del sur de Perú (Fig. 84).

Durante septiembre en la Zona de Arica se detectan ejemplares adultos en las áreas 1; 2 y 4, lo cual constituye el ingreso de ejemplares del sur del Perú. En toda la zona de estudio, la abundancia de la anchoveta es mayor en el área costeras 7 y 9. En este período ocurre el proceso reproductivo y los índices oceanográficos como los índices de turbulencia y surgencia son bajos y comienzan a incrementarse (Fig. 85).

En octubre de 1997 se inicia el proceso de reclutamiento particularmente en el área 1 y 2, existiendo un predominio de desplazamientos locales y no visualizándose cambios importantes de la distribución espacial. Las mayores abundancias de anchovetas adultas se presentan preferentemente en la parte costera (Fig. 86).



En noviembre continua el proceso de reclutamiento, no existen grandes variaciones en la distribución espacial y predominan los desplazamientos locales. Sin embargo, la estructura de tamaños se modifica y se aprecia la presencia de reclutas en las áreas 5; 6 y 11. Los reclutas tienen longitudes de 9,0 a 12,0 cm. Las mayores concentraciones se observaron en la zona costera, del área 5 y 7 (Fig. 87).

En diciembre el proceso de reclutamiento se encuentra generalizado en las áreas 1; 3; 4; 5; 7 y 11 con el mayor foco de abundancia en las zonas costeras y particularmente en el área 1; 5; 7 y 11 (Fig. 88).

En base a estos resultados se puede postular que el ciclo de migración de la anchoveta, para los peces adultos, es el siguiente: en los meses de reclutamiento enero, febrero y marzo, los cardúmenes tienden a desplazarse hacia el oeste y su distancia de la costa esta fuertemente asociada a las condiciones oceanográficas y a la segregación espacial (Barría, 1995).

En los meses de reposo sexual, abril, mayo y junio, existe un masivo ingreso de anchoveta del sur del Perú; migración que es de carácter reproductivo. Este desplazamiento de los cardúmenes finaliza en el tercer trimestre en que las anchovetas desovan preferentemente en la Zona de Iquique. En los meses siguientes, se desplazan hacia el norte; lo cual indica que inician una migración trófica hacia el sur del Perú, que constituye áreas de alimentación. La anchoveta de este stock se concentra en el sur del Perú durante los meses de verano para iniciar en otoño su migración hacia el sur.

Referente a los reclutas, estos peces tienen menor movilidad y presentan movimientos en sentido longitudinal, los cuales se ubican preferentemente en la zona costera, que



son áreas de alimentación, por esta causa no se advierten cambios importantes en la distribución de tamaños por zona de pesca. Estos peces una vez que alcanzan la madurez sexual se incorporan a los cardúmenes de los adultos.

Existen pocos antecedentes para inferir migraciones de peces a través del análisis de estructuras de longitudes de las capturas comerciales. Un ejemplo lo establece Sousa (1988) para el análisis del *Decapterus russelli* en Mozambique (fide Sparre y Venema, 1995).

Al comparar el patrón de migración descrito con los resultados de Serra y Gil (1975) se observa una coincidencia respecto al segundo semestre. Para el primero no existe información en los meses de enero y febrero y los escasos datos de marzo a junio señalan una dirección de migración contraria a la encontrada en el presente proyecto.

8. Identificación de un modelo que interprete el patrón de migración de la anchoveta

8.1 Antecedentes generales

La determinación de patrones del movimiento de los peces, se realiza utilizando datos de marcaje y recaptura, la técnica consiste en dibujar flechas desde el lugar de liberación de los peces hasta la zona de recaptura. También se estiman las velocidades promedio de crucero, graficando la distancia recorrida por el pez con respecto al tiempo de liberación (Jordan y Málaga, 1972; Serra y Gil, 1975; Torres et al., 1985; Torres, 1986; Vela, 1985).



Uno de las limitantes de este método consiste en que no se puede tener información en las zonas donde no existe esfuerzo pesquero. Para estandarizar, se estima el número de marcas recuperadas por unidad de esfuerzo.

Las deficiencias que presentan los métodos descritos es que no toman en consideración la probabilidad de captura de los peces entre el tiempo de liberación y el lugar de recaptura. En ciertas áreas pueden recapturarse pocos peces, debido simplemente a que existe una mayor probabilidad de captura en otras áreas que constituyen zonas de pesca.

Recientemente, ha vuelto la atención para usar modelos tradicionales en los estudios de marcaje y recaptura, los cuales se encuentran resumidos por Burnham *et. al.* (1987). Estos modelos consideran los efectos de cambios en la distribución espacial y el esfuerzo pesquero para cada estrato del área de estudio.

Ishii (1979), generó un método para analizar el movimiento de los peces entre áreas geográficas en el Pacífico tropical oriental, el cual especifica un modelo de tipo markoviano. El modelo incluye mortalidad natural y desprendimiento de marcas como parámetros que pueden estimarse simultáneamente con el movimiento de los peces.

Gilbert (1984), modeló la mortalidad natural, mortalidad por pesca y movimiento de peces entre dos países, Papúa (Nueva Guinea) y las Islas Solomon y estimó estos parámetros por el método de mínimos cuadrados.

Actualmente existen nuevas aproximaciones para analizar datos sobre el movimiento de los peces, en tal sentido el trabajo de Hilborn (1990) es didáctico, consiste en un modelo general que considera la mortalidad natural, datos de cosecha y marcaje,



siendo los trabajos de Ishii (1979) y Gilbert (1984) casos especiales de esta aproximación. Por ejemplo, el método de mínimos cuadrados es reemplazado por uno más riguroso como el método máximo verosímil, basado en la distribución de Poisson. Además, el modelo de Hilborn (**op. cit.**) posee las siguientes características.

- 1) Es aplicable a cualquier estudio de marcaje.
- 2) No requiere de derivaciones estadísticas, pero necesita de una técnica de búsqueda no lineal para minimizar un simple verosímil.
- 3) Es fácilmente implementado en un micro computador.

El modelo de Hilborn (1990) posee los siguientes elementos, que se describen a continuación y cuya notación es:

T_{iat} = Número de marcas liberadas del grupo de marcas i , del área a , en el tiempo t .

T = Matriz de todos los valores de T_{iat} .

\hat{N}_{iat} = Número predicho de peces marcados del grupo i , del área a , en el tiempo t .

R_{iat} = Número de marcas recuperadas del grupo marcado i , del área a , en el tiempo t .

R = Matriz de valores de R_{iat} .

\hat{R}_{iat} = Número predicho de marcas recuperadas a partir del grupo marcado i , del área a , en el tiempo t .

\hat{R} = Matriz de valores \hat{R}_{iat} .

x = Vector de parámetros del modelo de dinámica de poblaciones y del movimiento

y = Vector de parámetros del modelo de observación

p_{ij} = Probabilidad de movimiento desde el área i a la j .

E_{at} = Esfuerzo de pesca en el área a , en el tiempo t .

q_a = Coeficiente de capturabilidad en el área a .

h_{at} = Tasa de mortalidad en el área a , en el tiempo t ($=E_{at} q_a$)



8.1.1 Un modelo de la dinámica de la población y del movimiento de los peces.

El método considera un modelo de simulación que especifica la sobrevivencia y movimiento de los peces marcados. Esto incluye tasas de mortalidad natural y por pesca, así como también sus movimientos y podría incluir tasas de mortalidad por efecto de la marcación y desprendimiento de marcas. Si la vulnerabilidad esta relacionado con el tamaño, debe especificarse el crecimiento como parte específica del modelo. Si nosotros consideramos la dinámica de "n" áreas , cada una conectada por un proceso de intercambio markoviano, el siguiente modelo puede ser usado:

$$\hat{N}_{iat+1} = \sum_{j=1}^n \left(N_{ijt} (1 - h_{jt}) P_{ja} \right) + T_{iat}$$

$$h_{at} = E_{at} q_a$$

8.1.2 Un modelo de observación

El modelo de observación consiste en relacionar la predicción de los peces marcados ara una área determinada mediante (8.1.1) y los peces marcados que son capturados y registrados durante el experimento. Su forma más simple es la predicción del número de peces marcados que son capturados, obtenidos del modelo de la dinámica poblacional, pero puede incluir información sobre marcas no reportadas, pérdidas de marcas y reportes falsos. Este modelo asume que la tasa de mortalidad es proporcional al esfuerzo de pesca y que todas las marcas son capturadas y retornadas. entonces la ecuación de abajo especifica el modelo de observación para el modelo de movimiento markoviano de "n" áreas.



$$\hat{R}_{ict} = \hat{N}_{ict} q_{ct} E_{ct}$$

8.1.3 Verosimilitud de las recapturas

Conociendo el número de peces marcados en la liberación, se incorpora como dato de entrada al modelo de la dinámica poblacional y se estima el número de peces marcados que se esperan en cada área de pesca, por período para cada uno de los grupos de peces (estructura etárea). Mediante (8.1.2) se conoce cuántas marcas se esperan obtener de cada grupo, en cada área, a cualquier tiempo. Por lo tanto, se obtiene una matriz de predicción de recuperación de marcas R para cada grupo liberado por unidad de área y tiempo, y también se conoce una matriz de recuperaciones observadas. Por lo tanto, se pueden estimar las probabilidades de recuperación de marcas, dado los parámetros de los modelos de observación y de la dinámica de la población, esto es:

$$L(R/p, q, E, T)$$

Lo cual usando 8.1.1 y 8.1.2 se obtiene

$$L(R/\hat{R})$$

Esto es el producto de todas las verosimilitudes individuales para grupo de marcas, estratificadas por espacio y tiempo

$$\prod_i \prod_a \prod_t L(R_{it}/\hat{R}_{it})$$



Un modelo de probabilidades debe desarrollarse para calcular la verosimilitud del número de marcas recuperadas actualmente, si son válidos los modelos de dinámica poblacional y de observación. Debido a que existe una baja probabilidad que un individuo marcado sea recuperado en el espacio y el tiempo, la distribución multinomial puede ser aproximada a una Poisson. La distribución de Poisson para un grupo de peces marcados en el espacio y tiempo puede ser descrita por:

$$L(R_{iat} / \hat{R}_{iat}) = \frac{e^{-\hat{R}_{iat}} \hat{R}_{iat}^{R_{iat}}}{R_{iat}!}$$

La versosimilitud total de todas las recuperaciones observadas dado los parámetros de los modelos de dinámica de poblaciones y de observación y el número de marcas liberadas, es el siguiente:

$$L(R / p, q, E, T) = \prod_i \prod_a \prod_t \frac{e^{-\hat{R}_{iat}} \hat{R}_{iat}^{R_{iat}}}{R_{iat}!}$$

8.1.4 Un procedimiento de minimización de una función no lineal

El procedimiento de minimización de la función no lineal se utiliza para encontrar el valor de la dinámica de la población y del modelo de observación que maximiza la probabilidad de las observaciones, dado los parámetros del modelo.

En términos generales, el trabajo de Hilborn (1990) es una aproximación interesante para analizar los datos de marcación de la anchoveta, sin perjuicio que existan otros métodos más avanzados como Schweigert y Schwarz, (1993), etc.



Actualmente, los experimentos de marcación tienen otras aplicaciones, se están utilizando en análisis de la composición del stock (Brodziak, 1993), determinación de tasas de mortalidad (Zrole et. al., 1993) y modelos de crecimiento (FAO, 1990; Xiao, 1994), etc.

Respecto de la aplicación del modelo de Hilborn (1990), a los datos obtenidos en la I Fase del Programa del presente proyecto, claramente son insuficientes y además el modelo requiere de un diseño de muestreo diferente. Este modelo fue aplicado a los datos del programa de evaluación y de cruceros de atún (*Euthynnus pelamis*) de la Comisión del Pacífico Sur del Pacífico oeste, correspondiente al período de cinco años (1977 a 1981). En este período se marcaron un total de 15000 atunes en estas jurisdicciones excepto en Indonesia y la mayor parte de las marcas fueron recuperadas en esta zona. Respecto a la aplicación del modelo en Chile, se requiere quintuplicar los esfuerzos de marcación por un período de tres años, en el cual se incorpore la zona sur del Perú. Además se debe efectuar un diseño de muestreo para la marcación de anchoveta como lo exige el modelo.

Este objetivo debe complementarse de acuerdo a lo programado, en la II Fase del Programa, en el cual se deben analizar los diseños de muestreos que deben adoptarse para tener la resolución necesaria para ser incorporado en un modelo de esta naturaleza.



V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arcos, D. y N. Navarro. 1986. Análisis de un índice de surgencia para la zona de Talcahuano, Chile (Lat. 37° S). Invest. Pesq. (Chile) 33: 91-8.
- Alegria, V., J. Oliva, H. Robotham, H. Miranda, M. G. Böhm, L. Caballero, D. Boré, U. Parker, V. Baros, S. Peña, G. Claramunt, G. Herrera, C. Padilla, P. Pizarro, M. Medina, H. Arancibia, M. Araya, L. Cubillos, R. Gili, D. Garland, H. Hidalgo y M. Oliva. 1995. Estudio biológico pesquero sobre el recurso jurel en la zona norte (Regiones I y II). Informe Final. Proyecto FIP N° 17/93: 221 p. + Anexos.
- Anales I Congreso Nacional de Biología Pesquera. Alvarado E. Tresierra Aguilar. Editor. Trujillo, Perú 1985.
- Bakun, A. 1973. Daily and weekly upwelling indices, west coast of North America, 1967 - 73, U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS-SSRS-693, 113 p.
- Bakun, A. and R. Parrish. 1980. Environmental inputs to fishery population models for eastern boundary current regions. IOC Workshop Rep. 28: 67-104.
- Bakun, A. and R. Parrish. 1982. Turbulence, transport, and pelagic fish in the California and Peru current systems. CalCOFI rep., 23: 99-112.
- Barbieri, M. A., M. Bravo, M. Farías, A. González, O. Pizarro y E. Yañez. 1995. Fenómenos asociados a la estructura térmica superficial del mar



observados a través de imágenes satelitales en la zona norte de Chile.
Invest. Mar., Valparaíso 23: 99-122.

Barbieri, M.A., J. Córdova, S. Lillo, J. Castillo, M.G. Böhm y J.L. Blanco, E. Yáñez y V. Catasti, 1996. Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la zona centro-sur (Fase Crucero Metodológico). Primer Informe de Avance Proyecto FIP N° 07/95.

Barría, P. 1989. Seguimiento de la veda de reclutamiento de anchoveta (1988-1989) y veda reproductiva de sardina 1989. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. 53 p.

Barría, P. 1996. Investigación evaluación del stock de anchoveta 1995, I y II Región. Informe Técnico. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile. 31 p.+ 22 Anexos.

Ben-Tuvia, A. 1995. Biological characteristics of meddle-size pelagic fisf. Sci. Mar., 59(3-4): 205-209.

Blanco, J. y M. Díaz. 1985. Características oceanográficas y desarrollo de El Niño 1982-83 en la zona norte de Chile. En: Taller Nacional Fenómeno El Niño 1982-83. Santiago. Instituto de Fomento Pesquero. Invest. Pesq. (Chile). Número Especial 32: 53-60.

Blanco, J. L. y R. Kelly. 1987. Análisis de las características oceanográficas en la zona norte de Chile en primavera de 1987. En: Cuantificación de la biomasa de recursos pelágicos y vigilancia bio-oceanográfica zona



norte Febrero 1987. Programa de Investigaciones pesqueras de recursos pelágicos - zona norte. IFOP.

Blaxter, J.H.S. y J.R. Hunter. 1982. The biology of the clupeoid fishes. Adv. Mar. Biol. 20: 1-233.

Böhm M.G., M.A., Barbieri, E. Yáñez, A. González, C. Canales y V. Catasti, 1995. Análisis de la captura y del esfuerzo de pesca de las unidades de pesquería de sardina española y anchoveta de la zona norte. Informe Final Proyecto FIP N° 24/94: 111 p. + Anexos.

Böhm M.G., V. Catasti, P. Barría, R. Serra, G. Rosson y L. Caballero. 1997. Análisis de la captura y del esfuerzo de pesca en las unidades de pesquerías de sardina española y anchoveta de la I a IV Regiones. Primer Informe de Avance Proyecto FIP N° 05/96. 71 p. + Anexos.

Brainard, R. E. and D. R. McLain. 1987. Seasonal and interannual subsurface temperature variability off Peru, 1952 to 1984. P. 14-45. In: D. Pauly and I. Tsukuyama (eds.). The peruvian anchoveta and upwelling ecosystem. Three decades of changes. ICLARM Studies and Reviews 15. 351 p. Instituto del Mar del Perú (IMARPE).

Brandhorst, W. y O. Rojas 1967. Distribución geográfica de la pesca de anchoveta en el norte de Chile y su composición del tamaño, de marzo de 1961 a julio de 1963. Instituto de Fomento Pesquero. Publicación N° 24, 69 p.



- Brandhorst, W. 1971. Condiciones oceanográficas estivales frente a la costa de Chile. Rev. Biol. Mar., Valparaíso. 14(3): 45-84.
- Brodziak, J. 1993. An extension of stock composition analysis to include marking data. Com. J. Fish. Aquat Sci. 50: 251-257.
- Burnham, K. P., D. R. Anderson, G. C. White, C. Brownie, K. H. Pollack. 1987. Design an analysis methods for fish survival experiments based on release-recapture. Am. Fish. Soc. Monog. N° 5 Bethesda, MD.
- Canales C., 1993. Estimación de los poderes de pesca de una flota cerquera de la zona norte de Chile (18°20'S-24°S) entre 1987 y 1990. Tesis, Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso: 90 p.
- Carlson, E. 1975. The measurement of relative fishing power using cross section production functions. Rapp. P-V. int. Explo. Mer, 168: 84-98.
- Carvajal, B. 1994. Transporte y turbulencia y su incidencia en el reclutamiento de la anchoveta (*Engraulis ringens*) en la zona norte de Chile (20°S). Tesis para optar al título de Biólogo Pesquero. Universidad Arturo Prat. Departamento de Ciencias del Mar. Iquique, Chile. 56 p.
- Catasti V., 1994. Distribución espacio-temporal de los principales recursos pelágicos explotados en la zona norte de Chile (18°20'S-24°S) entre 1990 y 1992. Tesis, Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso: 110 p.



- Cruickshank, R. A., 1990. Anchovy distribution off Namibia deduced from acoustic survey with an interpretation of migration by adults and recruits. S. Afr. J. Mar. Sci. 9 : 53-67.
- Cruickshank, R. A., I. Hampton and M. J. Armstrong. 1990. The origin and movements of juvenile anchovy in the orange river region as deduced from acoustic surveys. S. Afr. J. Mar. Sci. 9: 101-114.
- Cury, F. and C. Roy. 1989. Optimal environmental window and pelagic fish recruitment success in upwelling areas. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 46: 670-80.
- Duncombe Rae, C. M., A. J. Boyd and R. J. M. Crawford. 1992. "Predation" of anchovy by Agulhas ring: A possible contributory cause of the very poor year-class of 1989. The Benguela and Comparable Ecosystem Payne, A.I.L., Gulland, J. A. and K. H. Brink (Eds). S. Afr. J. Mar Sci. 12: 167-173.
- Eastman, J. R. 1992. IDRISI Versión 4.1. User's Guide and Technical References. Clark University Graduate School of Geography, USA.
- FAO. 1990. Materials and methods used in marking experiments in fisheries research. FAO. Fisheries Technical Paper. N° 190: 134 p.
- Fréon, P. y E. Yáñez. 1995. Influencia del medio ambiente en evaluación de stock: Una aproximación con modelos globales de producción. Invest. Mar., Valparaíso 23: 25-47.



- Fuenzalida, R. 1989. Variabilidad temporal de un índice de surgencia para la zona de Iquique (LAT. 20°S). Invest. Cient. y Tec., Serie: Ciencias del Mar 1: 37-47.
- Fuenzalida, R. 1990. Proceso de surgencia en la región norte de Chile, Latitudes 20°30'S - 21°45'S. Invest. Cient. y Tec., Serie: Ciencias del Mar 2: 79-104.
- Fuenzalida, R. 1989. Variabilidad temporal de un índice de surgencia para la Zona de Iquique (Lat. 20°S). Invest. Cient. y Tec., Serie: Ciencias del Mar 1:37-47.
- Fuenzalida, R. 1994. Variación Interanual de eventos de surgencia. Manuscrito.
- Gillis, D. M., R. M. Peterman, and A. V. Tyler. 1993. Movement dynamics in a fishery: application of the ideal free distribution to spatial allocation of effort. Com. J. Fish. Aquat. Sci. 50: 323-333.
- Hilborn, R. 1990. Determination of fish movement patterns from tag recoveries using maximum likelihood estimators. Com. J. Fish. Aquat. Sci. 47: 635-643.
- Husby, D. and C. Nelson. 1982. Turbulence and vertical stability in the California current. CalCOFI Rep. 23: 113-29.
- Ishii, T. 1979. Attempt to estimate migrations of fish populations with survival parameters from tagging experiment data by the simulation method. Inv. Pesq. 43: 301-317.



- Jones, R. 1976. The use of marking data in fish population analysis, FAO Fish, Tech. Paper. (153): 23 p.
- Jordán, R., A. Málaga y A. Pastor. 1971. Los estudios de factibilidad de marcaciones de anchoveta. Instituto del Mar de Perú, Serie de Informes Especiales, Inst. Mar Perú - Callao IM-92: 1-28.
- Jordan, R. y A. Málaga. 1972. Resultados de la primera marcación experimental de anchoveta (*Engraulis ringens*) en el mar. Instituto del Mar del Perú. Informe N° 39: 23 p.
- Laurec A. y J.C. Le Guen, 1981. Dynamique des populations marines exploitees. CNEXO, Rapp. Scient. et Tech., 45: 117 p.
- Leary, D.F. y G.I. Murphy. Dynamique des populations marines exploitees. CNEXO, Rapp. Scient. et Tech., 45: 117 p.
- Lluch-Belda, D., D. Lluch-Cota, S. Hernández, C. Salinas y R. Schwartzlose. 1991. Sardine and anchovy spawning as related to temperature and upwelling in the california current system. 1991. CalCOFI Rep. 32: 105-115.
- Málaga, A. 1974. Las marcaciones de anchoveta en el mar durante febrero y agosto, 1973. Inf. Esp. Inst. del Mar del Perú (IM-155): 29 p.
- Martínez, C., C. Salazar, G. Böhm y A. Aranís. 1983. Análisis de las pesquerías pelágicas-1982, Corporación de Fomento de la Producción (AP 83-48). Inst. Fom. Pesq. Chile. 133 p.



- Martínez, C., C. Salazar, G. Böhm, A. Aranís, J. Mendieta y A. Torres. 1984. Análisis de las pesquerías pelágicas 1978-1983. Corporación de Fomento de la Producción. (AP 84-26). Inst. Fom. Pesq. Chile. 138 p. (Anexos).
- Martínez, C., L. Caballero, G. Böhm, R. Gili, V. Bocic, J. Oliva, P. Barria y R. Serra. 1991. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales 1990. Estado de situación y perspectivas del recurso. Pesquerías pelágicas zona norte (I-IV Región). Convenio CORFO-IFOP. Corp. Fom. Prod. (SGI-IFOP 91/8). Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile. 94 p.
- Martínez, C., L. Caballero y G. Böhm. 1991. Diagnóstico de las Principales Pesquerías Nacionales. Zona Norte. Flota y Actividad Extractiva. SGI-IFOP 92/1. 51 p.
- Mendelson, R. 1989. Reanalysis of Recruitmest Estimates of the Peru Anchoveta in Relationship to other population Parameters and the Surrounding Environment. ICLARM Conf. Proc. 18:364-385.
- Mendo, J., L. Pizarro and S. Castillo. 1987. Monthly turbulence and Ekman transport indexes 1953 to 1985, based on local wind record from Trujillo and Callao, Perú. P. 75-88. In: D. Pauly and I. Tsukuyama (eds.) The peruvian anchoveta and upwelling ecosystem. Three decades of changes. ICLARM Studies and Reviews 15. 351 p. Instituto del mar del Perú (IMARPE).
- Montgomery, S.S., P.A. Brett, C. Blount, J. Stewart, G.N.G. Gordon y S.J. Kenelly. 1995. Loss of tags, double-tagging and release methods for eastern



- king prawns, **Peneus plebejus** (HESS): laboratory and field experiments, J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 188: 115-131.
- Peña, S., U. Parker, y C. Martínez. Monitoreo de la veda de reclutamiento de la anchoveta (1992-1993). Instituto de Fomento Pesquero. Iquique, Chile. 27 p.+ 30 Anexos.
- Peterman, R. and M. Bradford. 1987. Wind speed and mortality rate of a marine fish, The Northern Anchovy (**Engraulis mordax**). SCIENCE 235: 354-6.
- Roy, C., P. Cury and S. Kifani. 1992. Pelagic fish recruitment success and reproductive strategy in upwelling areas: environmental compromises. The Benguela and Comparable Ecosystem Payne, A.I.L., Gulland, J. A. and K.H. Brink (Eds). S. Afr. J. Mar. Sci. 12: 135-146.
- Schweigert, J. F. and C. J. Schwarz, 1993. Estimating migration rates for Pacific herring (**Clupea pallasii**) using tag-recovery data. Com. J. Fish. Aquat. Sci. 50: 1530-1540.
- Serra, R. y E. Gil. 1975. Marcación de anchoveta en la zona norte de Chile. Metodología y resultados preliminares. Rev. Comisión Permanente de Pacífico Sur. (3): 3-19.
- Serra, R. y E. Gil. 1977. Experimentos de recuperación de marcas de anchoveta (**Engraulis ringens**) en la industria reductora del norte de Chile. Instituto de Fomento Pesquero.



- Silva, N. y D. Konow H. 1975. Contribución al conocimiento de las masas de agua en el Pacífico Sudoriental. Expedición Krill. Crucero 3-4, julio - agosto 1974. Rev. Com. Per. Pacífico sur, (3):63-75.
- Sims E., 1985. Selected computer programs in FORTRAN for fish stock assessment. FAO Fish. Tech. Pap., (259): 183 p.
- Sokal R. y F.J. Rölhf, 1979. Biometría: principios y métodos estadísticos en investigación biológica. Rosario, Argentina: 702 p.
- Sparre, P y S. Venema, 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte I. Manual FAO. Documento Técnico de Pesca. 306: 1 420 p.
- Svendsen, Y.S. 1995. Tracking juvenile cod (*Gadus morhua*, L.) in northern Norway using acoustic tags. Fisheries Research 23: 311-318.
- Torres, A., C. Martínez, J. Oliva y M. Reyes. 1984. Marcación de los recursos sardina española y jurel. Corporación de Fomento de la Producción (AP 84-40). Inst. Fom. Pesq. Chile. 35 p. + Anexos.
- Torres, A.; C. Martínez y J. Oliva. 1985. Migraciones de la sardina española en el Pacífico Sur oriental, durante el fenómeno "El Niño" 1982-83 y en 1984. Invest. Pesq. (Chile) Número especial 32: 95-100.
- Torres, A. 1986. Migraciones de *Trachurus murphyi* en el Norte de Chile. Invest. Pesq. (Chile) 33: 99-103.



- Treble, R. J., R. W. Day and F. J. Quinn II. 1993. Detection and effects on mortality estimates of changes in tag loss. *Com. J. Fish Aquat. Sci.* 50: 1435-1441.
- Tsukayama, I. 1983. Recursos pelágicos y sus pesquerías en Perú. *Rev. Com. Perm. Pacífico Sur*, 13: 25-63.
- UNESCO, 1983. Algorithms for computation of fundamental properties of seawater, *Unesco Tech. Papers in Mar. Sci.* N°44.
- Vela, L., L. Flores y H. Fuentes. 1980. Campaña de marcación de anchoveta. Abril-mayo 1979. *Informe Inst. del Mar de Perú* (70):23 p.
- Vela, J. (en prensa). Marcación de sardina (**Sardinops sagax sagax**) en Perú. *Inst. del Mar del Perú*: 38 p.
- Vela, J. 1985. Movimientos migratorios de la sardina determinados por marcaciones. En *Anales y Congreso Nacional de Biología Pesquera* (Ed. Alvaro Tresierra). Trujillo-Perú: 71-74 p.
- Vrooman, A. M.; Paloma, P. A.; y R. Jordan. 1966. Experimental tagging of the northern anchovy, **Engraulis mordax**. *Calif. Fish. and Game*. 52(4): 228-239.
- Walters, C. J. 1981. Optimum escapements in the face of alternative recruitment hypothesis. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 38: 678- 689.



- Xiao, Y. 1994. Growth models with corrections for the retardative effects of tagging. *Com. J. Fish. Aquat. Sci.* 51: 263-267.
- Yáñez, E. 1989. Fluctuaciones de los principales recursos pelágicos explotados en la zona norte de Chile y variaciones ambientales asociadas. *Rev. Pacífico Sur (Número Especial)*: 509-520.
- Yáñez E., C. Canales, M.A. Barbieri, A. González y V. Catasti, 1993. Estandarización del esfuerzo de pesca y distribución espacial e interanual de la CPUE de anchoveta y sardina en la zona norte de Chile entre 1987 y 1992. *Invest. Mar., Valparaíso*, 21: 111-132.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

FIGURAS

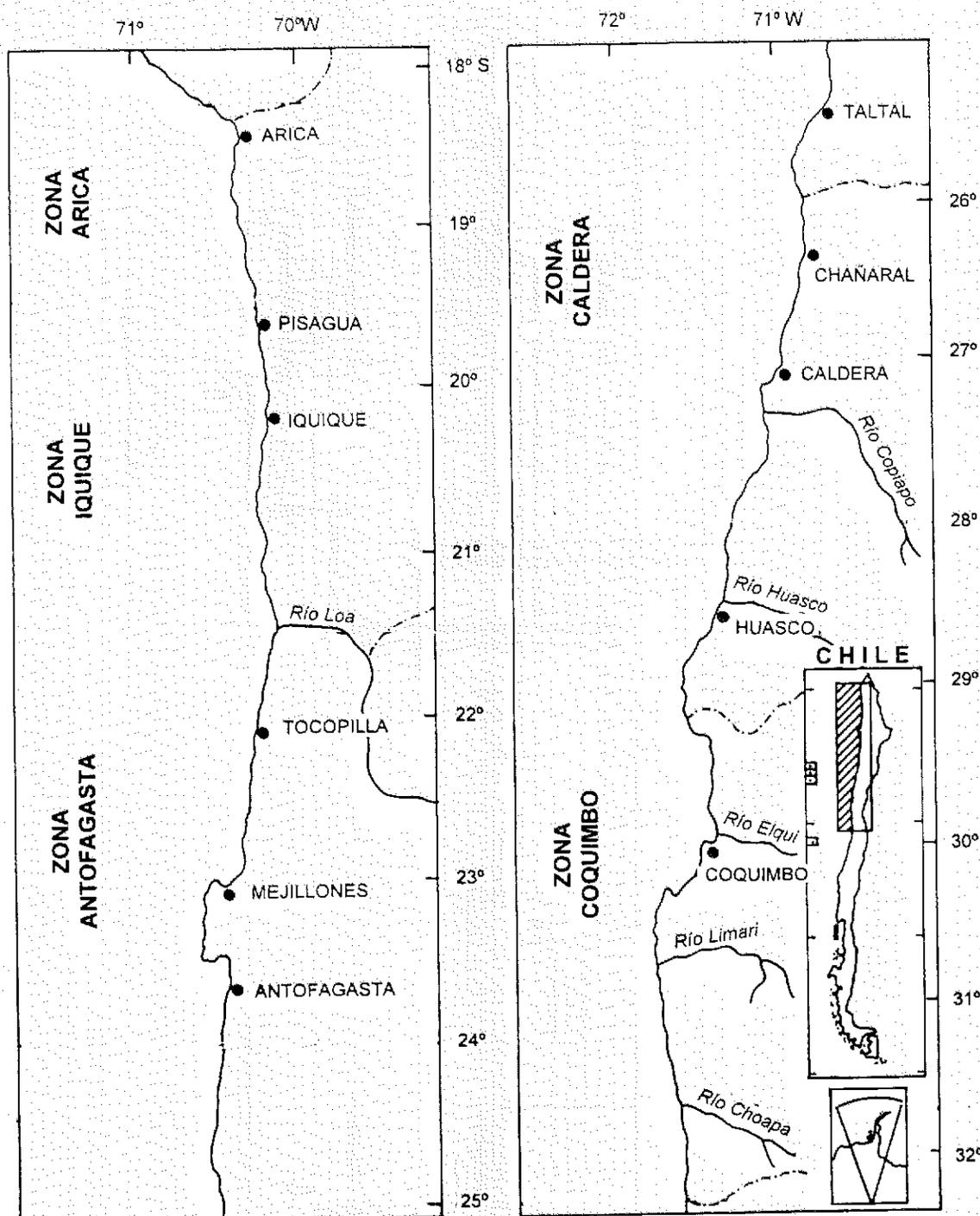
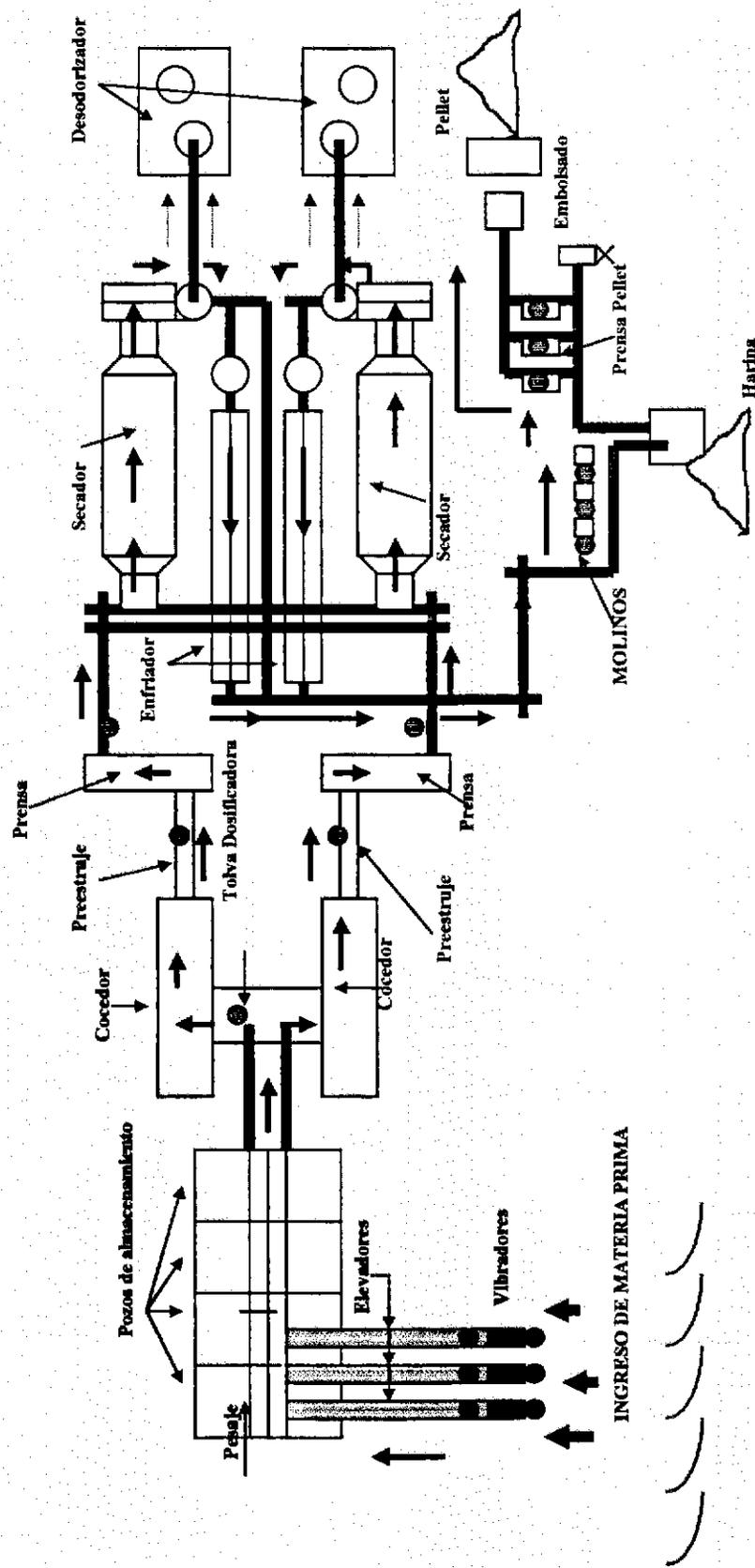


Figura 1 Area de estudio.

Figura 2 Esquema de una planta tipo (ubicación de los imanes).



● = Ubicación de Imán

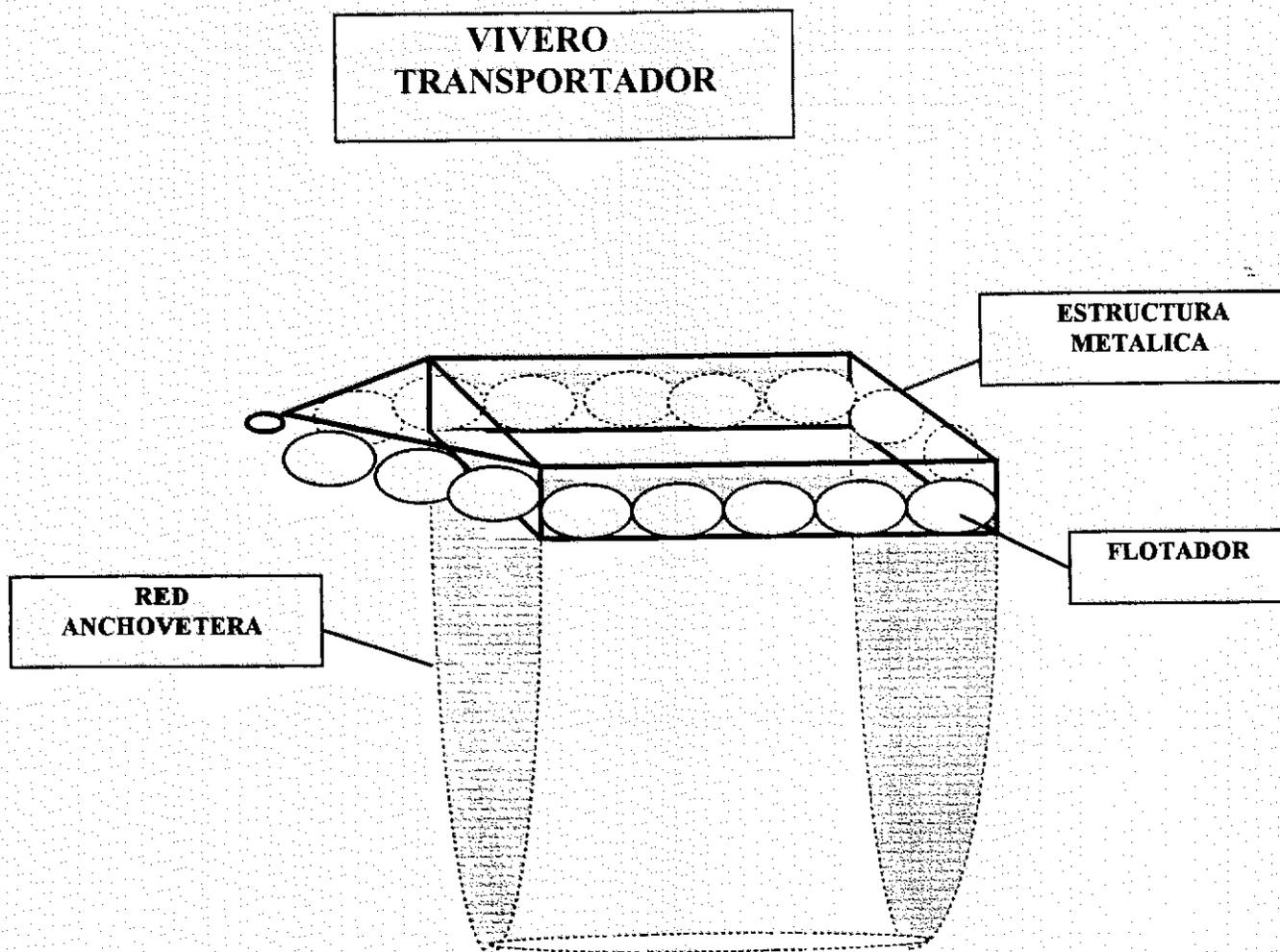


Figura 3 Diseño del transportador utilizado para trasladar las anchovetas vivas hasta la plataforma de trabajo.

PISTOLA DE MARCACION

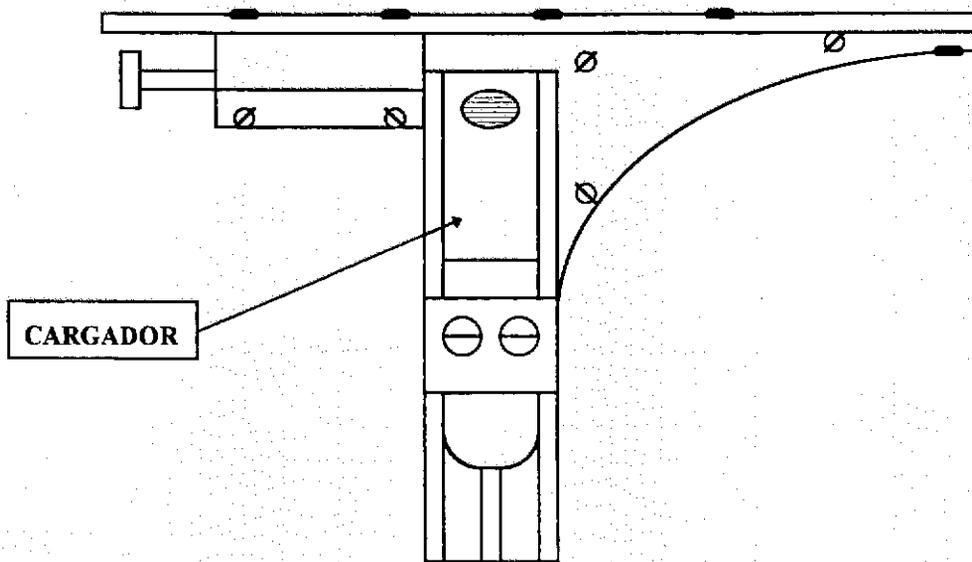


Figura 4 Pistola para marcas metálicas internas.

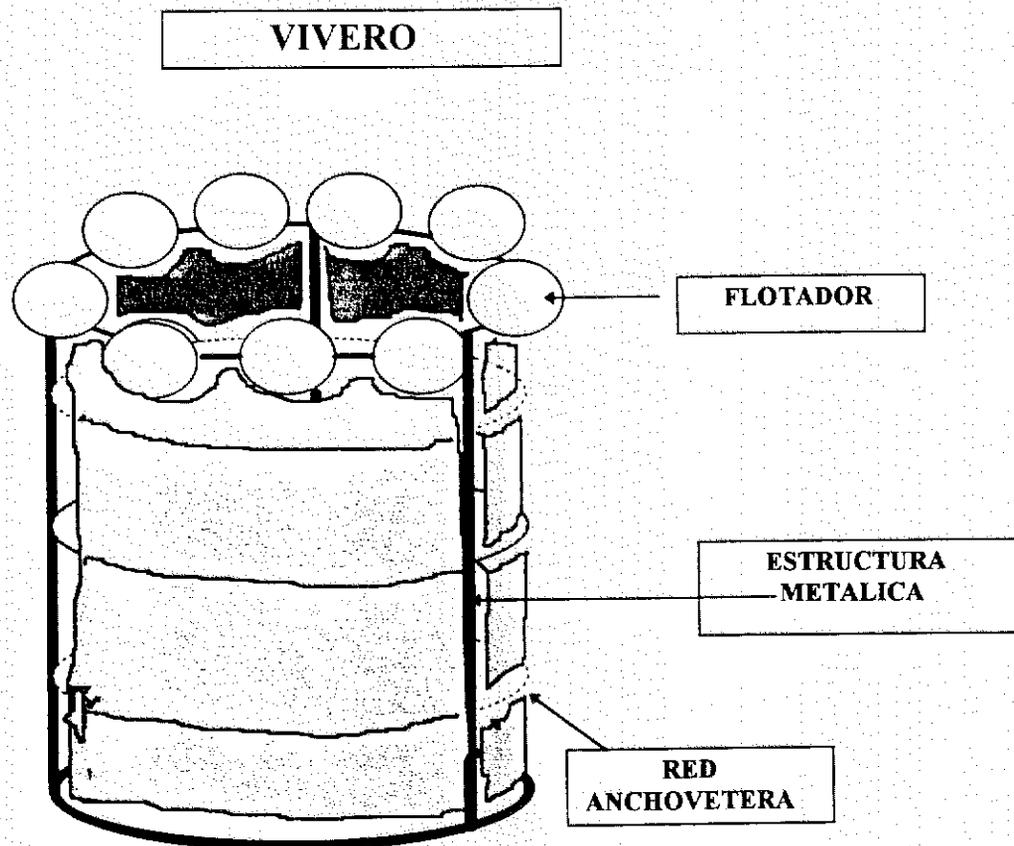


Figura 5 Diseño del vivero utilizado para mantener las anchovetas.

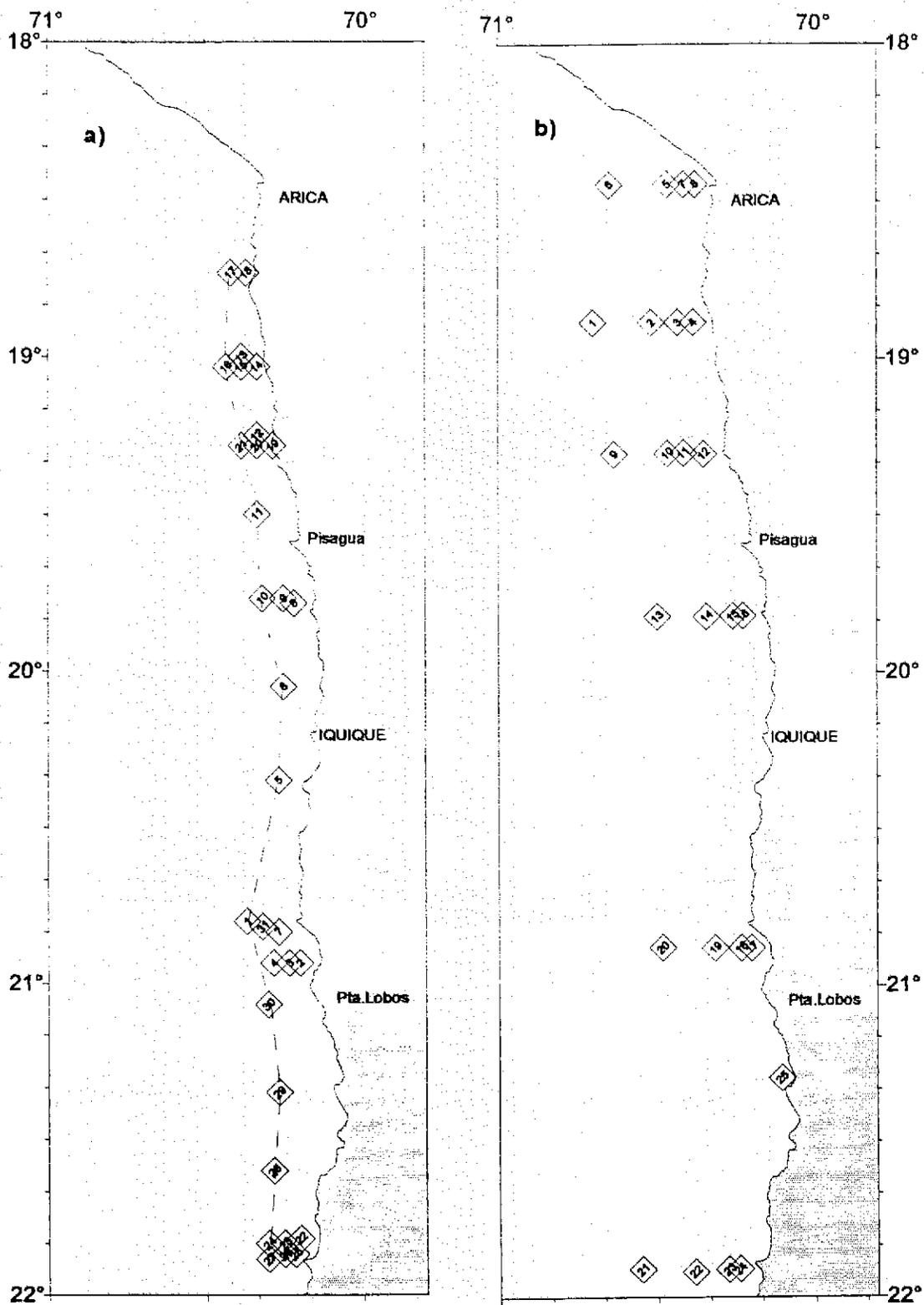


Figura 6.- Ubicación de las estaciones oceanográficas a) I Cruceiro (línea segmentada indica transecta paralela a la costa) y b) II Cruceiro

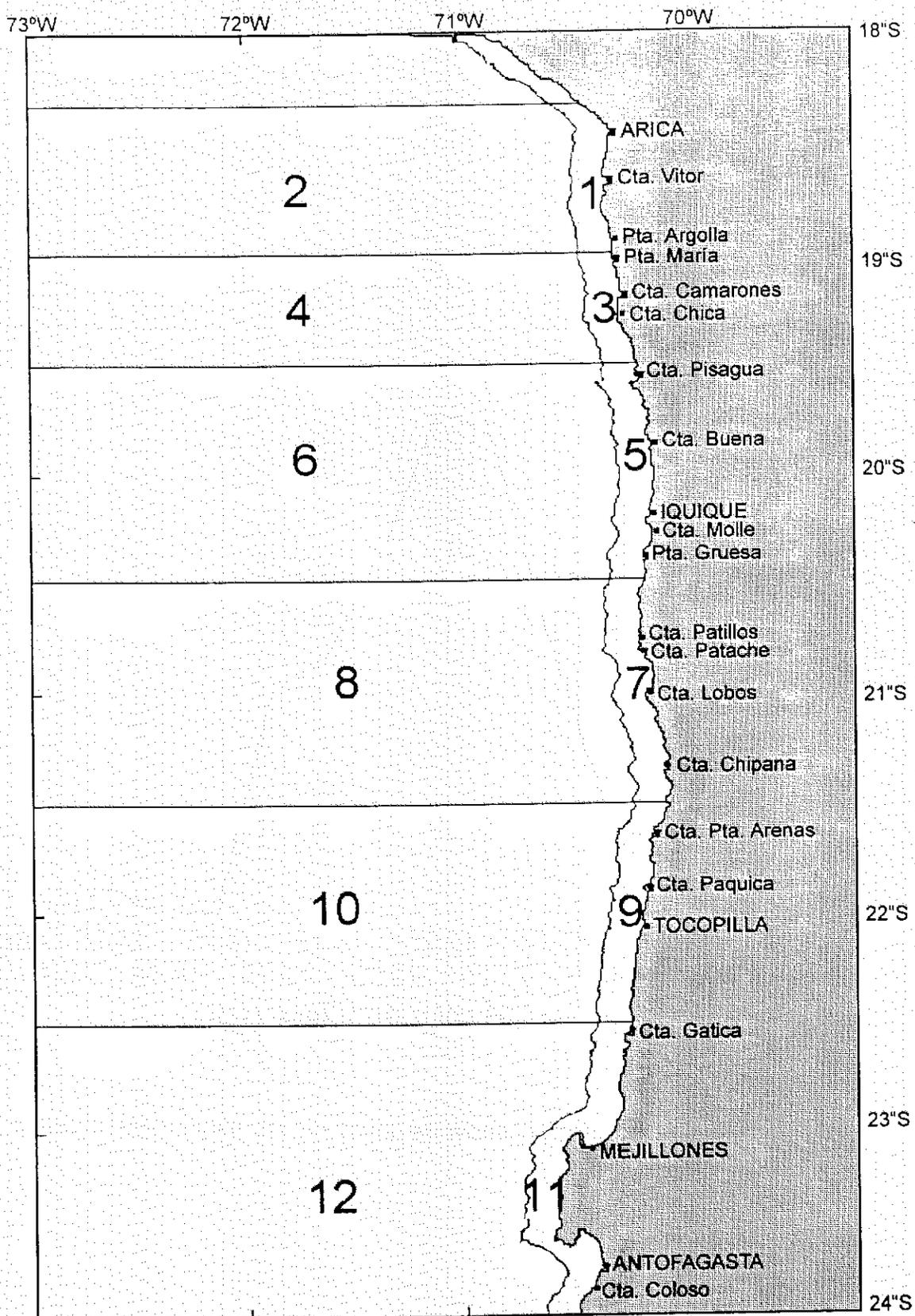


Figura 7 Zona de estudio, con división de áreas costeras y oceánicas para efectos de analizar la distribución de la CPUE por longitudes.

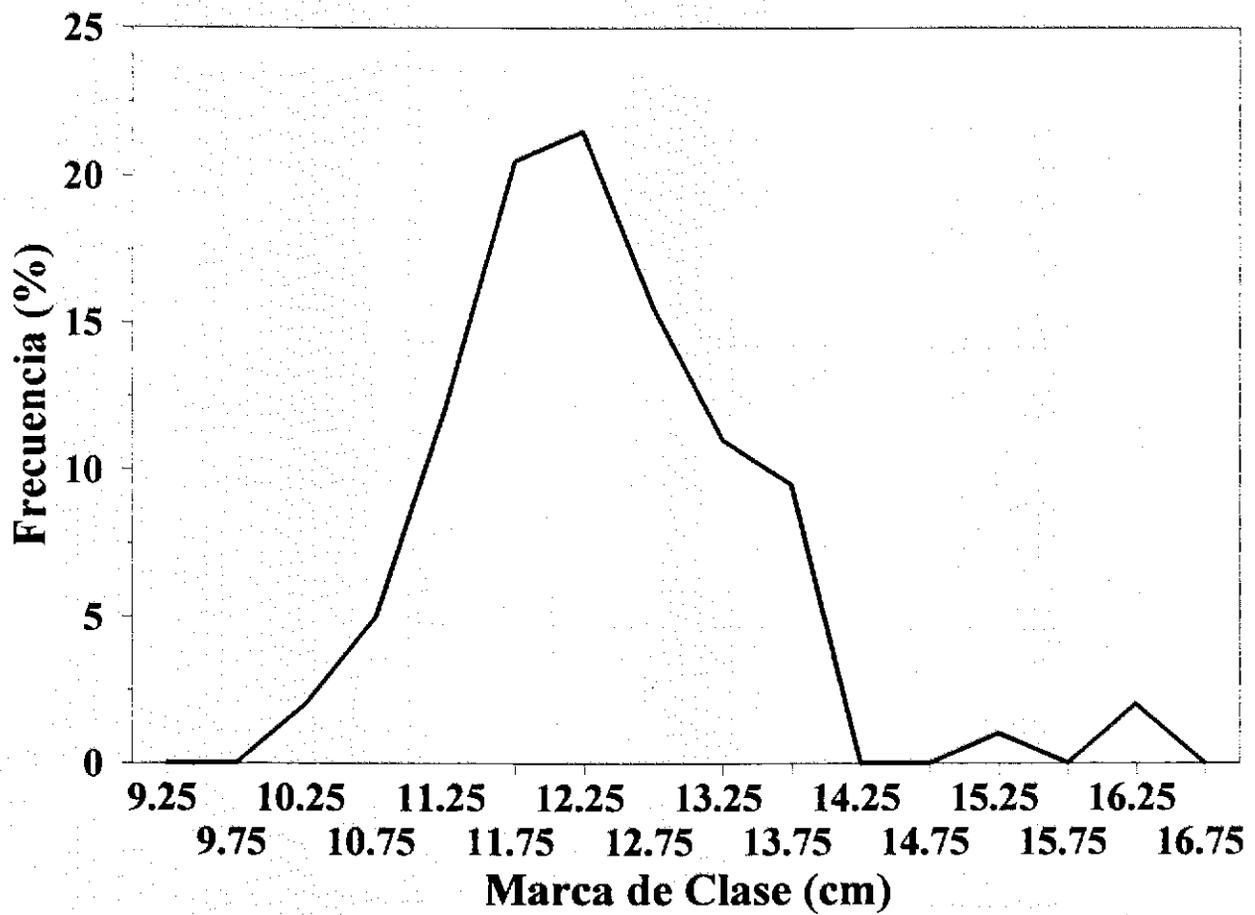


Figura 8 Distribución de frecuencia de tallas de las anchovetas muertas en el transporte.

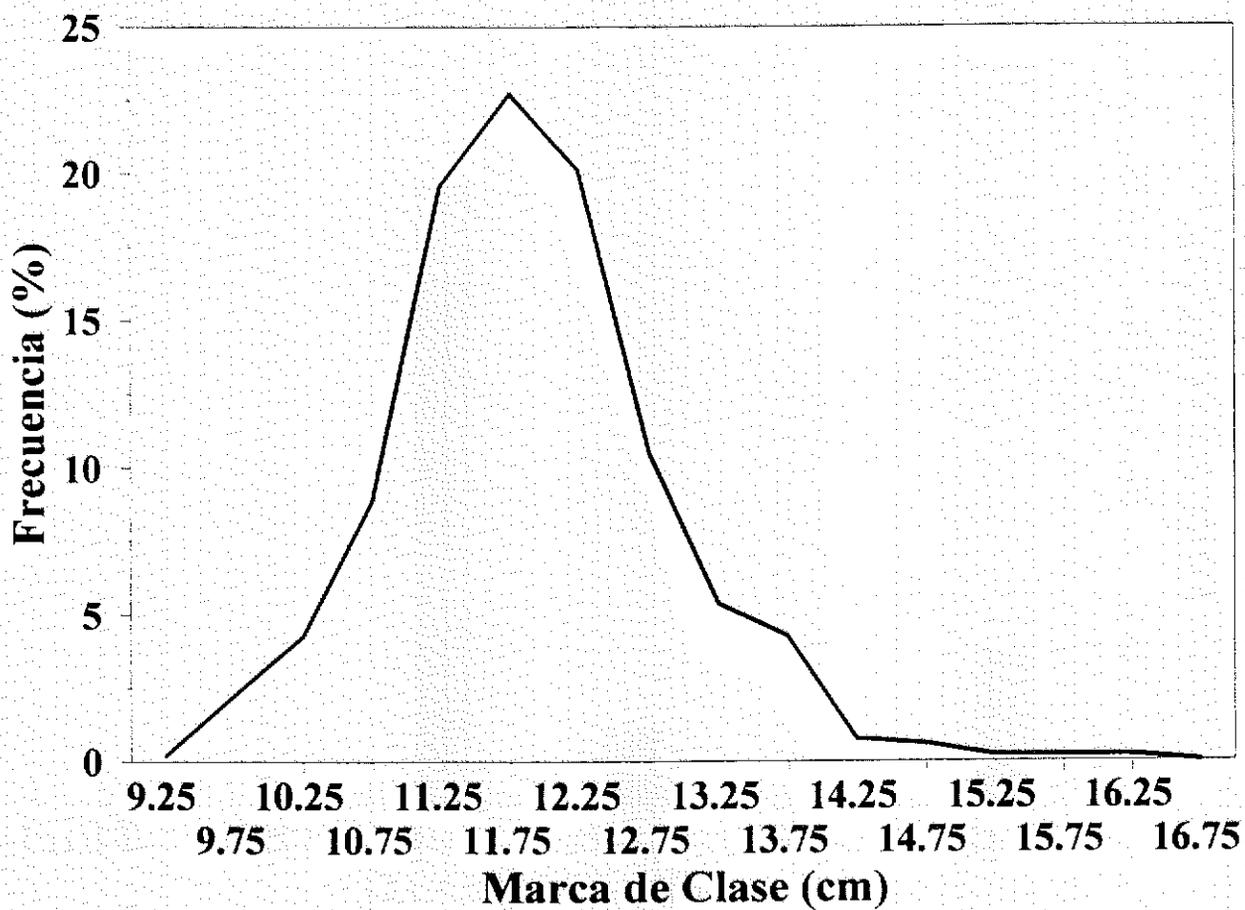


Figura 9 Distribución de tallas de las anchovetas muertas en el período de aclimatación.

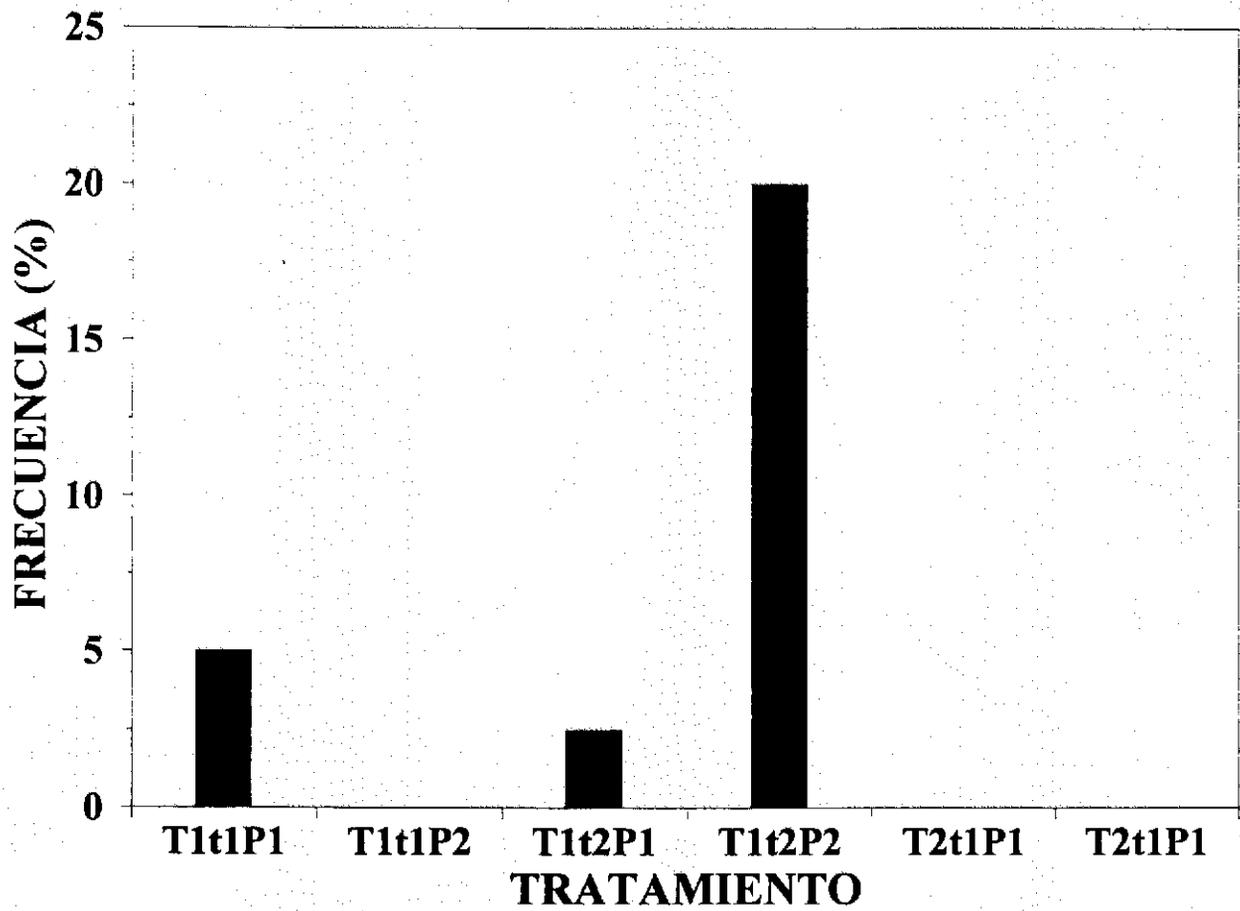


Figura 10 Frecuencia relativa de marcas perdidas en ejemplares vivos por tratamiento experimental (T1: tipo rectangular; T2: tipo trapezoide; t1: tamaño grande; t2: tamaño chico; P1: posición ventral; P2: posición lateral).

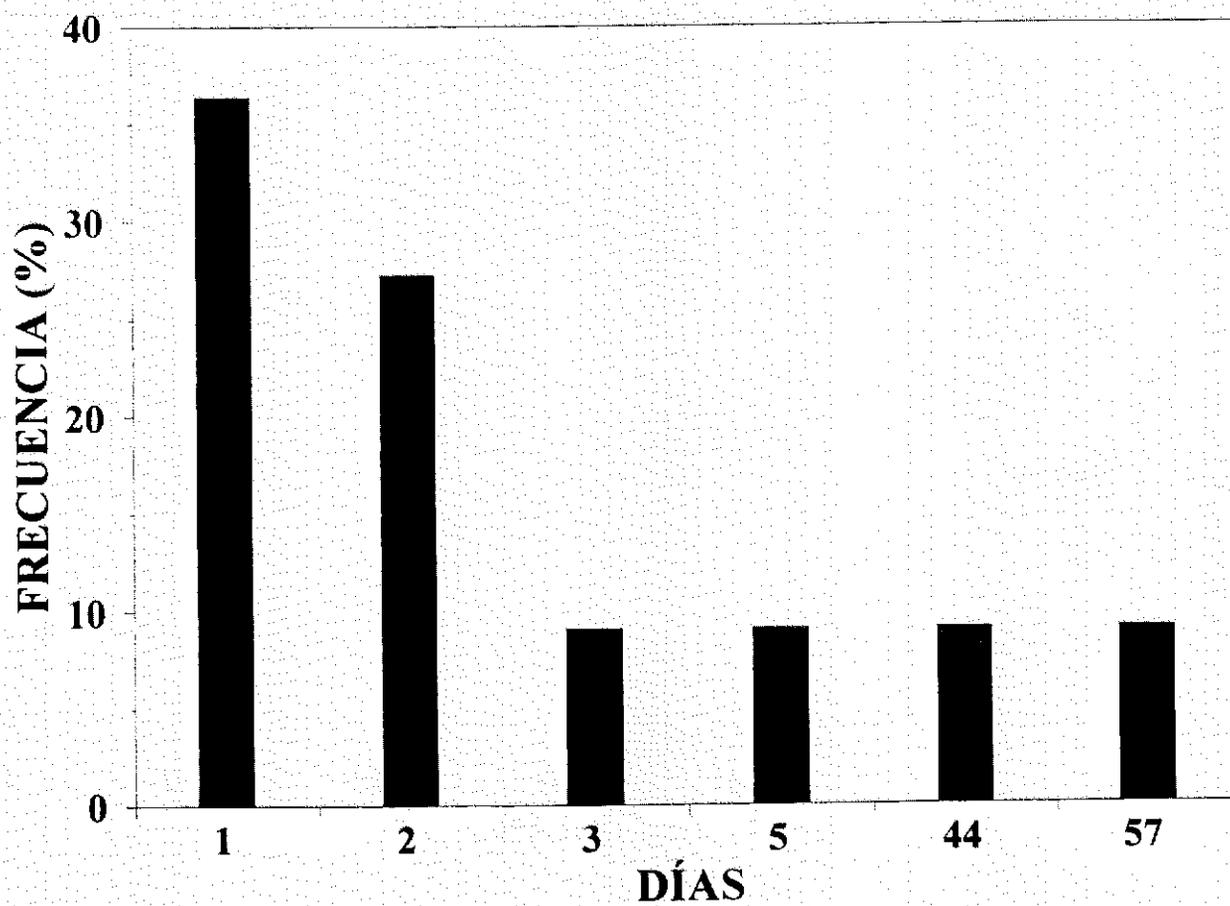


Figura 11 Evolución temporal de pérdidas de marcas durante el experimento de marcaje.

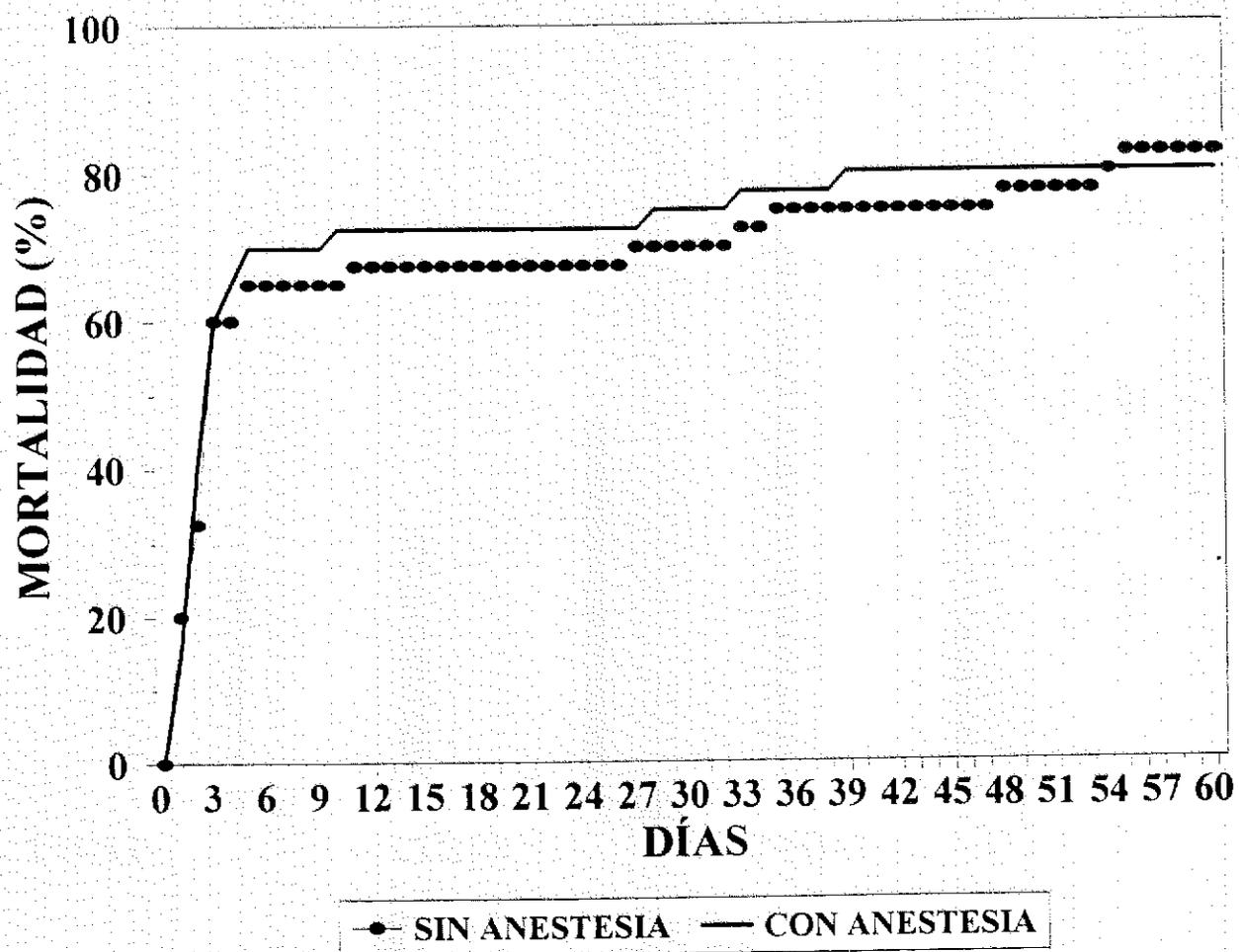


Figura 13 Mortalidad de los grupos controles sin tratamiento y con anestesia, registrada durante el experimento.

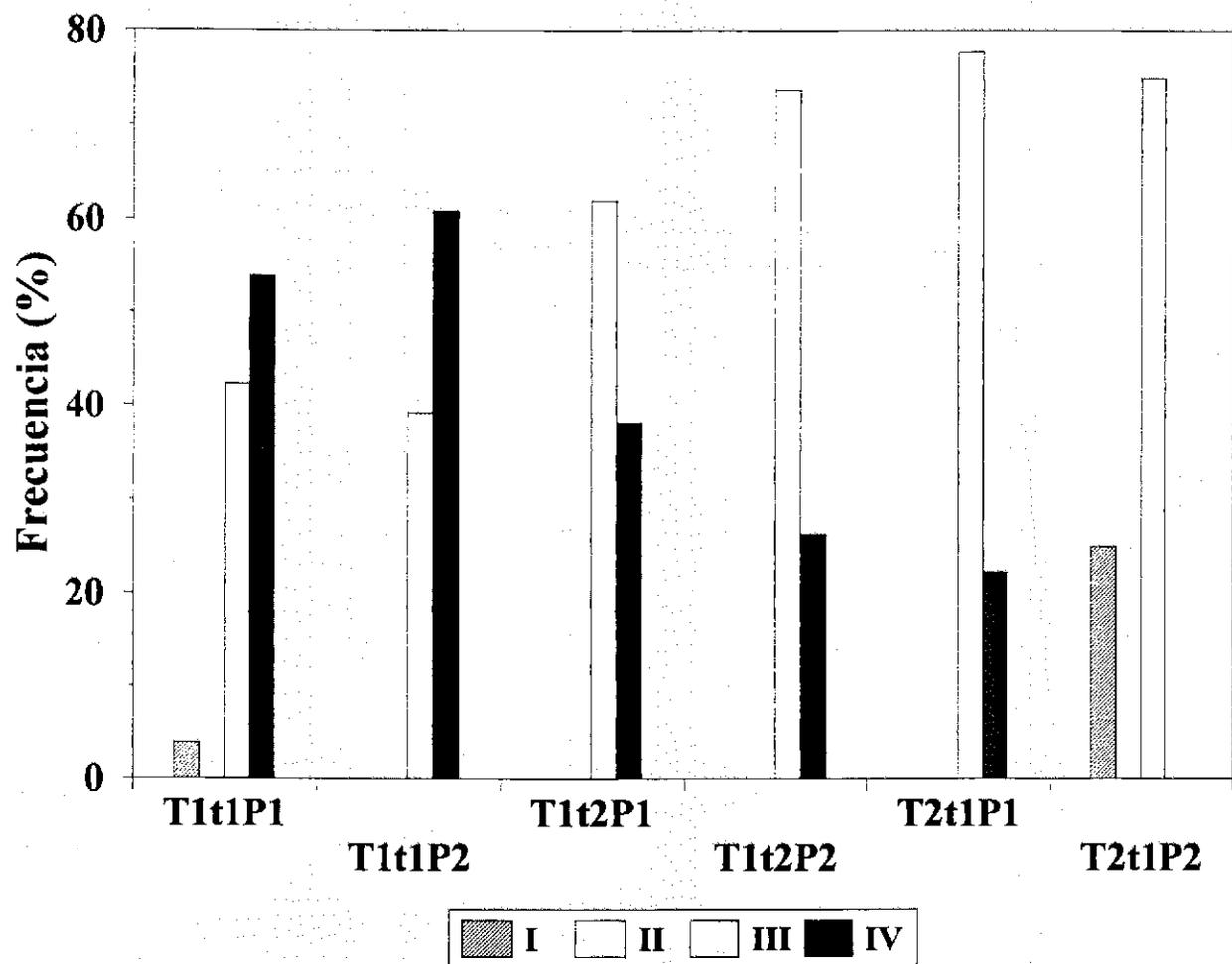


Figura 14 Diagnóstico **post mortem** en los diferentes tratamientos en anchovetas reclutas (T1: tipo rectangular; T2: tipo trapezoide; t1: tamaño grande; t2: tamaño chico; P1: posición ventral; P2: posición lateral).

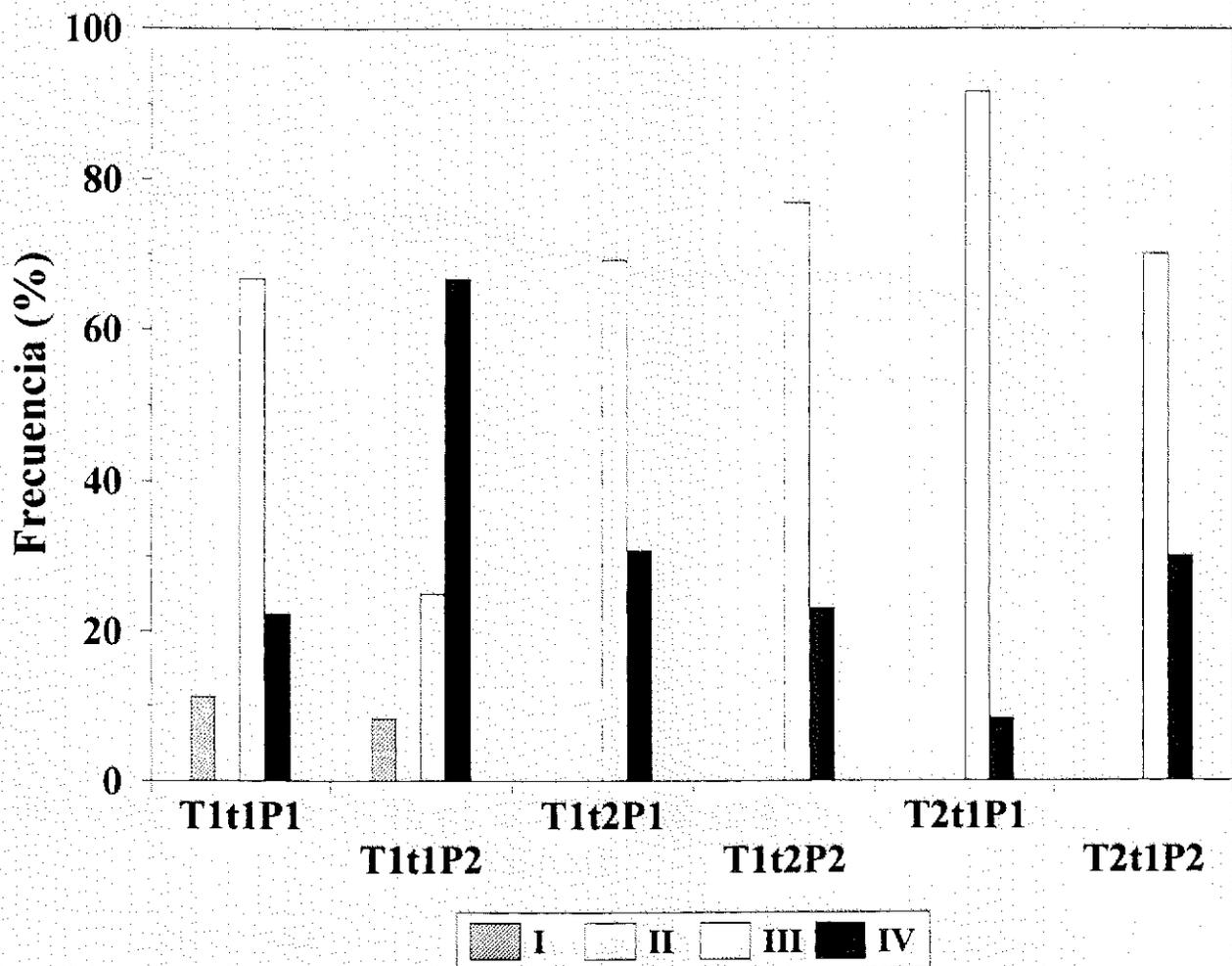


Figura 15 Diagnóstico **post mortem** en los diferentes tratamientos en anchovetas adultas (T1: tipo rectangular; T2: tipo trapezoide; t1: tamaño grande; t2: tamaño chico; P1: posición ventral; P2: posición lateral).

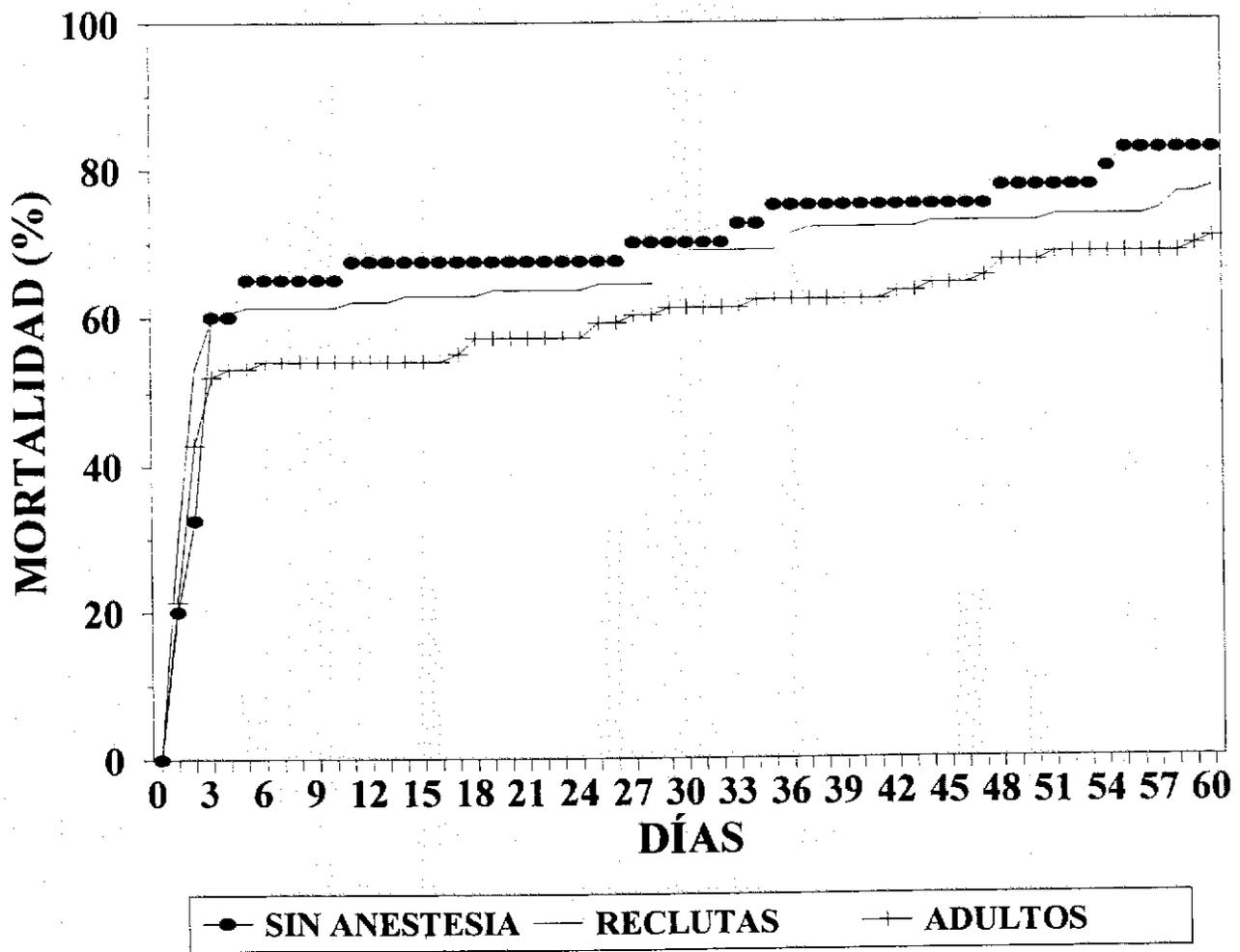


Figura 16 Mortalidad diaria de anchoveta en grupo (sin anestesia), reclutas y adultos (sin considerar tipo, tamaño y posición de marcas).

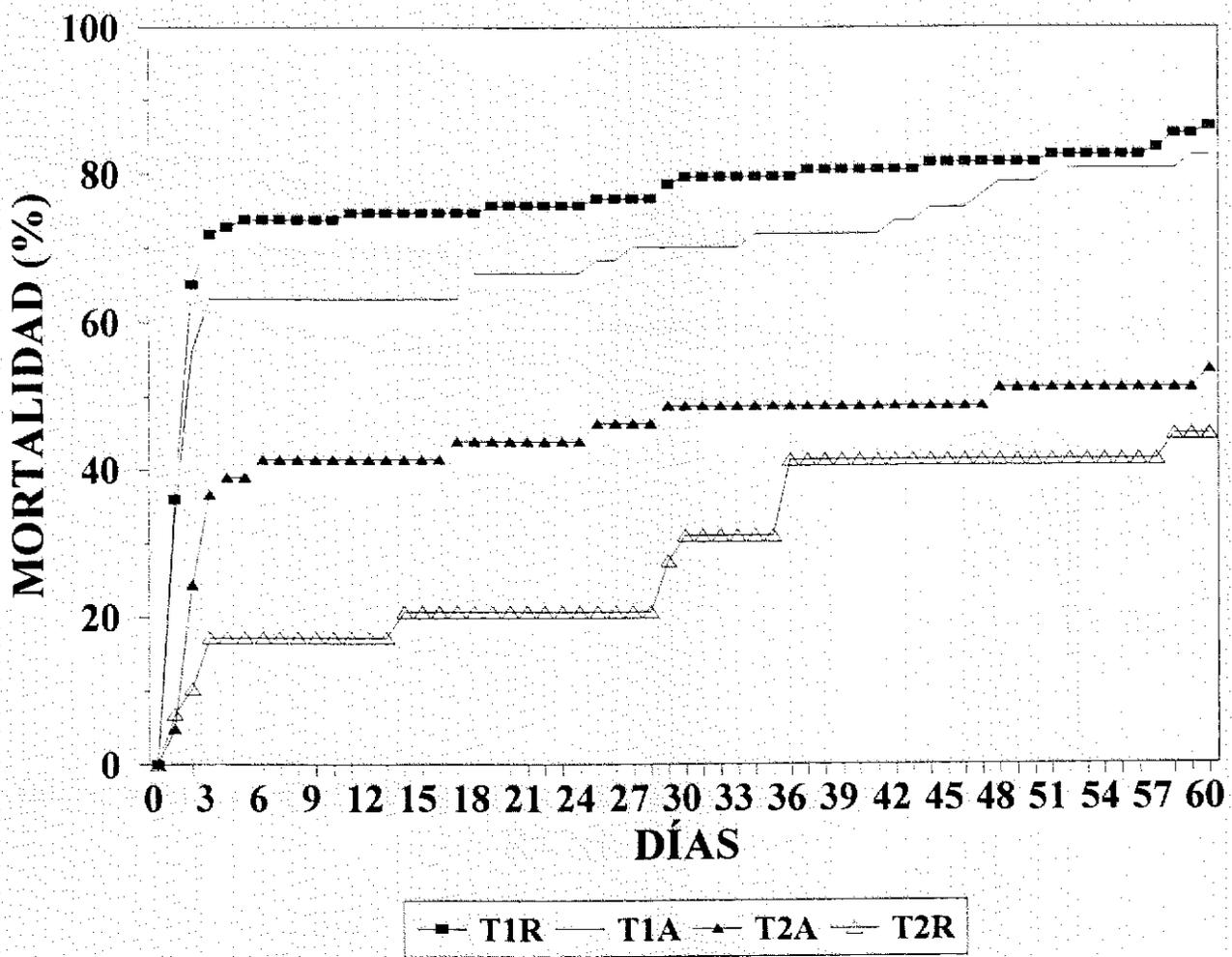


Figura 17 Efecto del tipo de marca (T1: rectangular; T2: trapezoide) sobre la mortalidad de reclutas (R) y adultos (A) de anchoveta, registrado durante el periodo experimental.

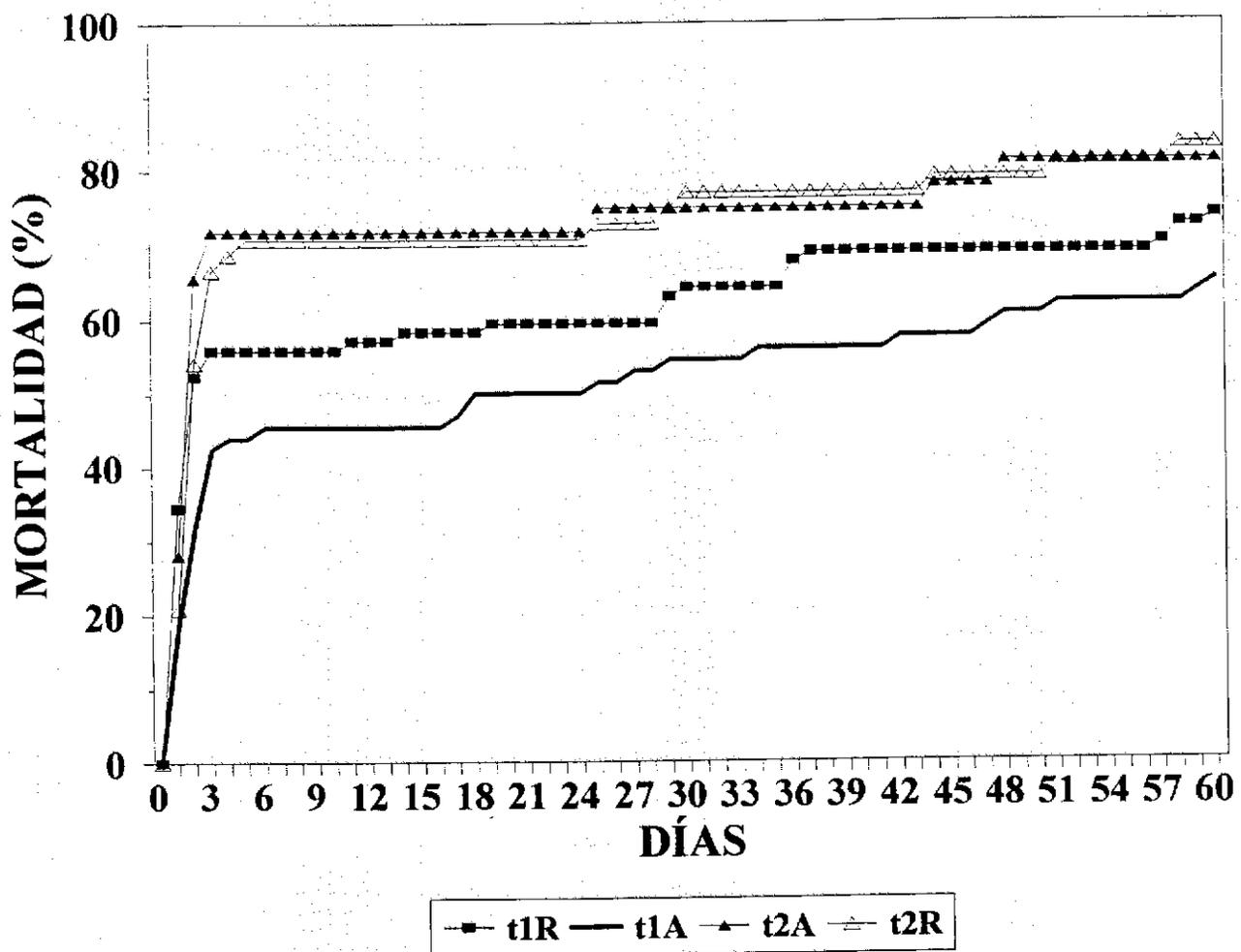


Figura 18 Efecto del tamaño de marca (t1: grande; t2: chica) sobre la mortalidad de reclutas (R) y adultos (A) de anchoveta, registrado durante el periodo experimental.

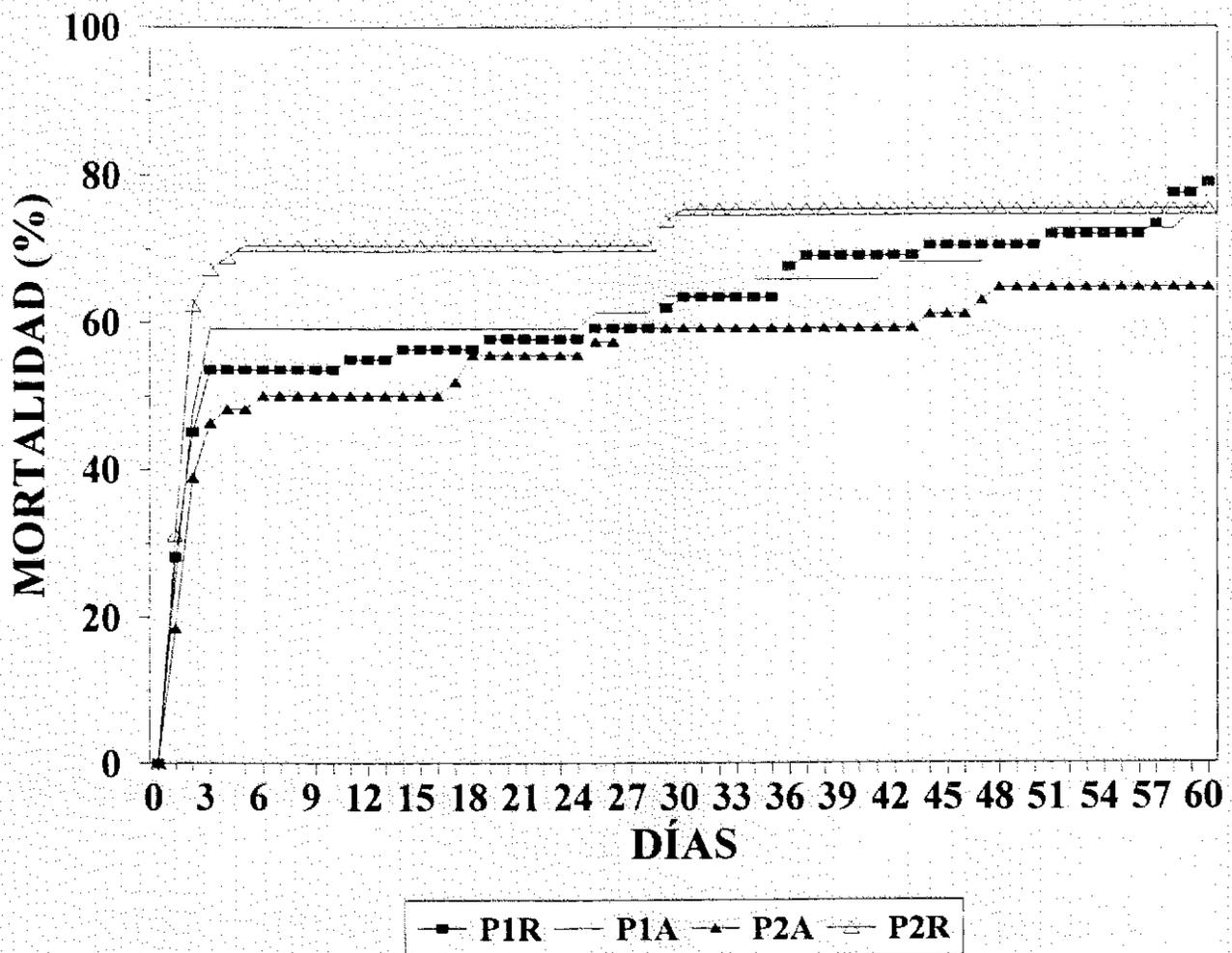


Figura 19 Efecto de la posición de la marca (P1: ventral, P2: lateral) sobre la mortalidad de reclutas (R) y adultos (A) de anchoveta, registrado durante el periodo experimental.

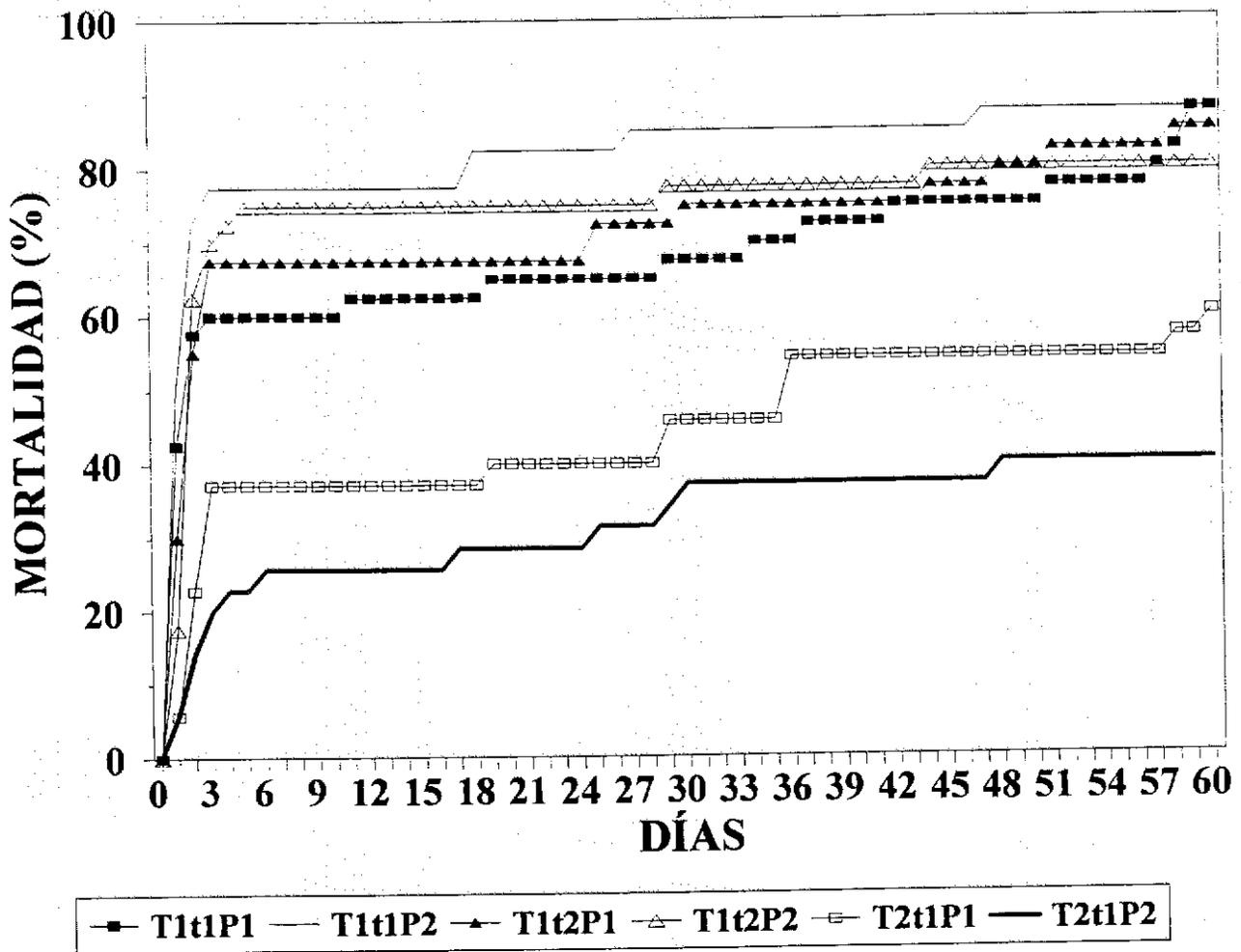


Figura 20 Mortalidad diaria registrada en los diferentes tratamientos (T1: tipo rectangular; T2: tipo trapezoide; t1: tamaño grande; t2: tamaño chico; P1: posición ventral; P2: posición lateral).

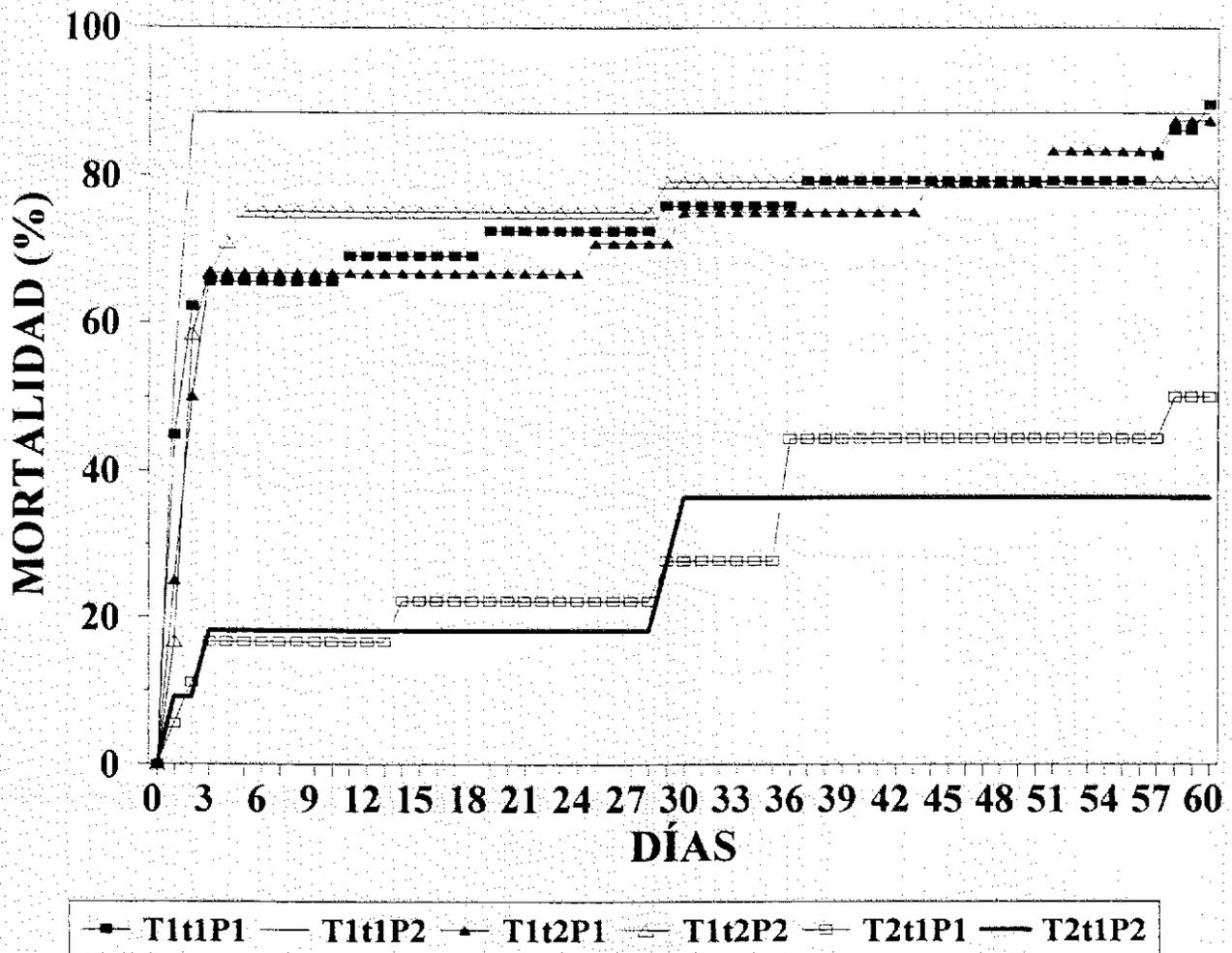


Figura 21 Mortalidad diaria registrada en los diferentes tratamientos en reclutas de anchoveta (T1: tipo rectangular; T2: tipo trapezoide; t1: tamaño grande; t2: tamaño chico; P1: posición ventral; P2: posición lateral).

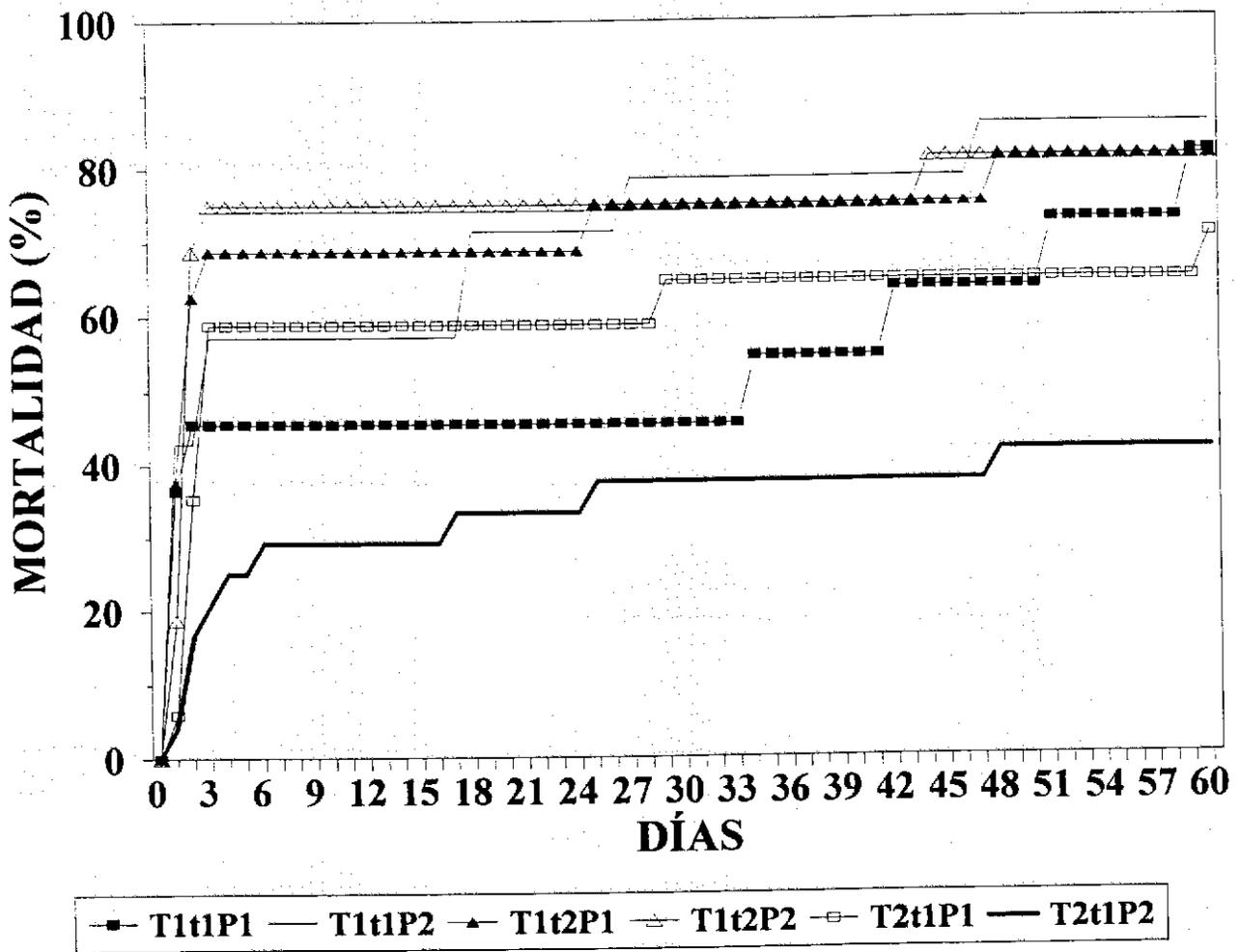


Figura 22 Mortalidad diaria registrada en los diferentes tratamientos en adultos de anchovetas (T1: tipo rectangular; T2: tipo trapezoide; t1: tamaño grande; t2: tamaño chico; P1: posición ventral; P2: posición lateral).

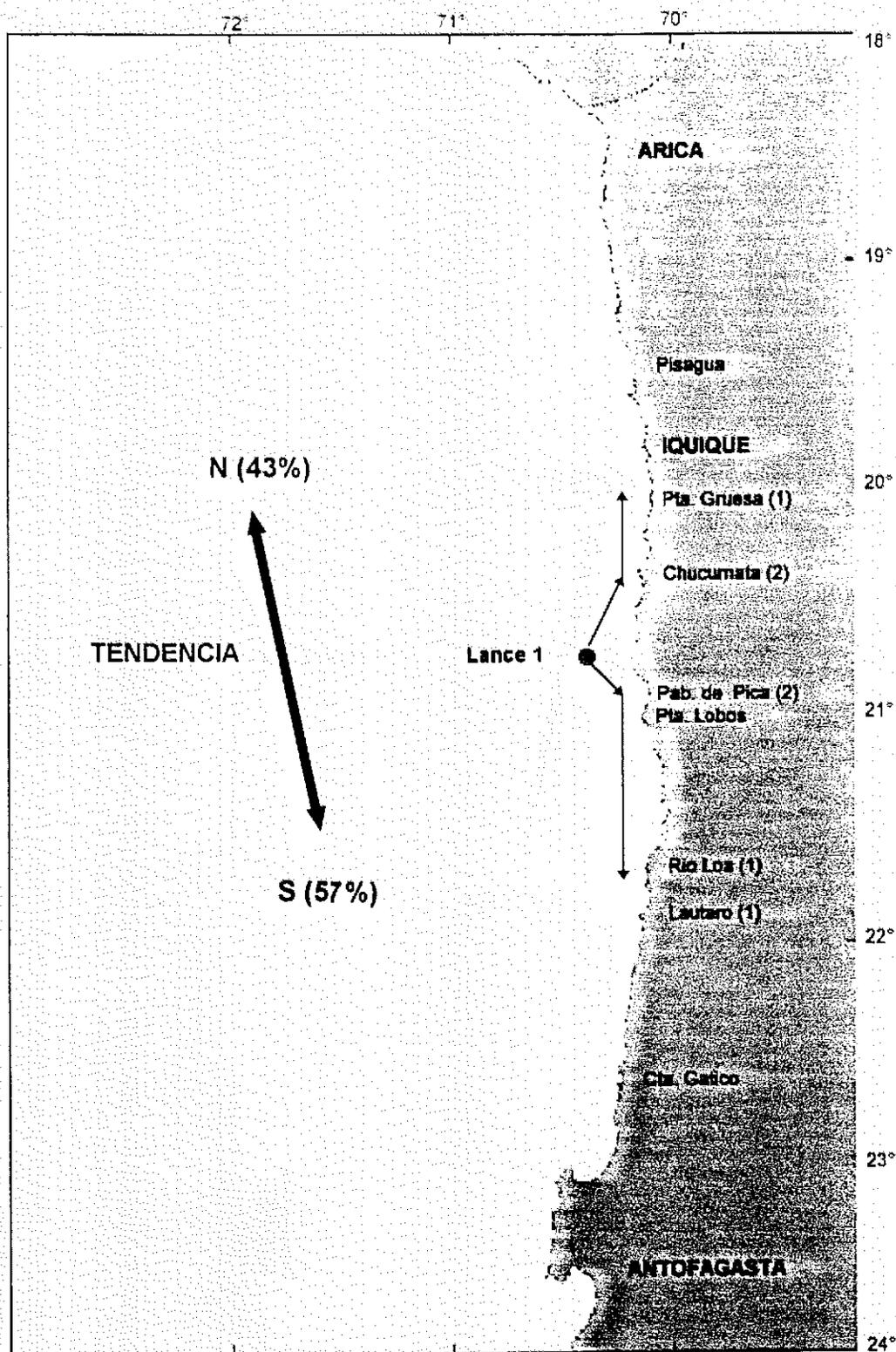


Figura 23 Tendencia migratoria de las anchovetas marcadas y liberadas en el lance N° 1. Zona de pesca frente a Patache. | Crucero.

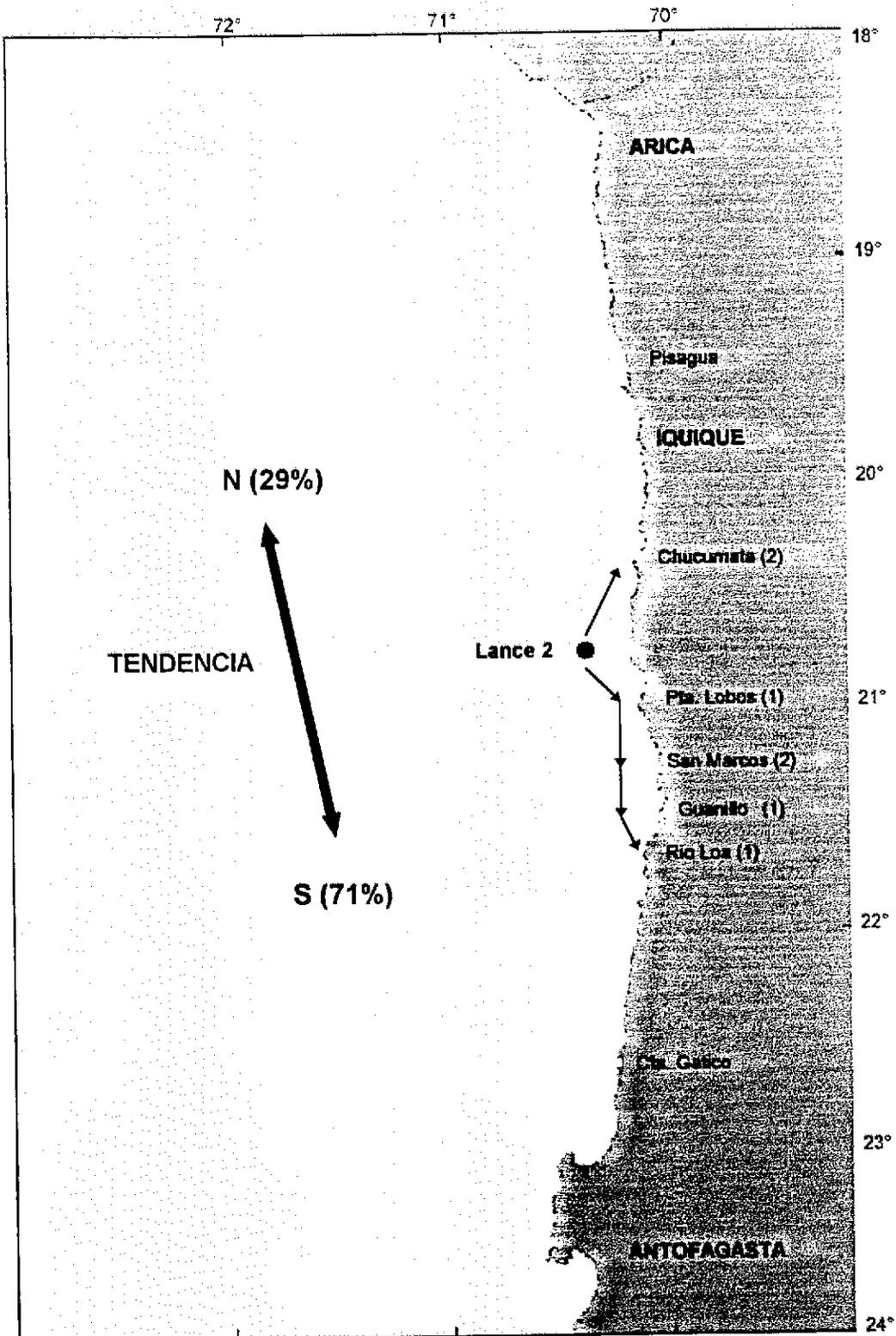


Figura 24 Tendencia migratoria de las anchovetas marcadas y liberadas en el lance N° 2. Zona de pesca frente a Patache. I Crucero.

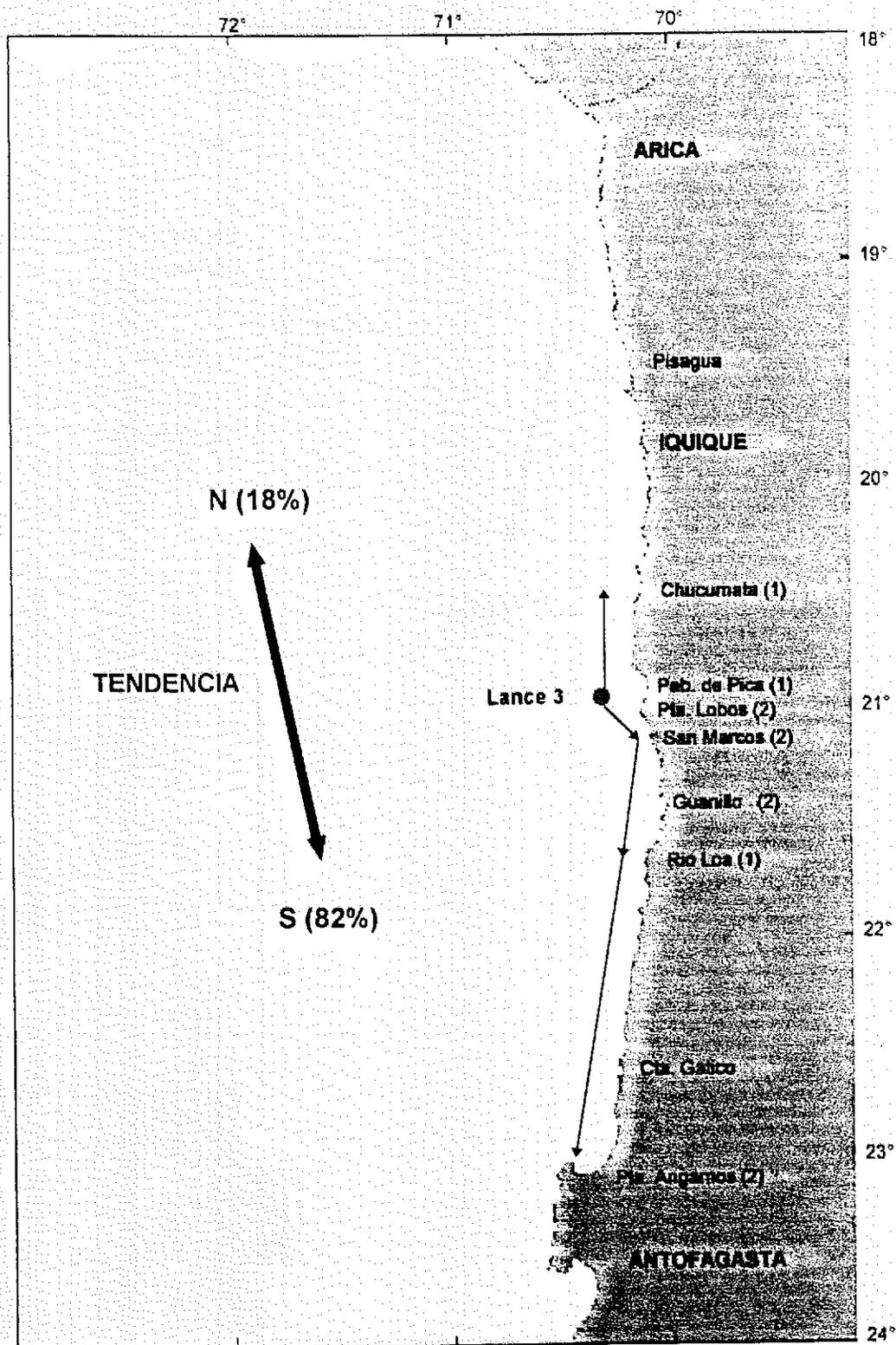


Figura 25 Tendencia migratoria de las anchovetas marcadas y liberadas en el lance N° 3. Zona de pesca frente a Punta Lobos. I Crucero.

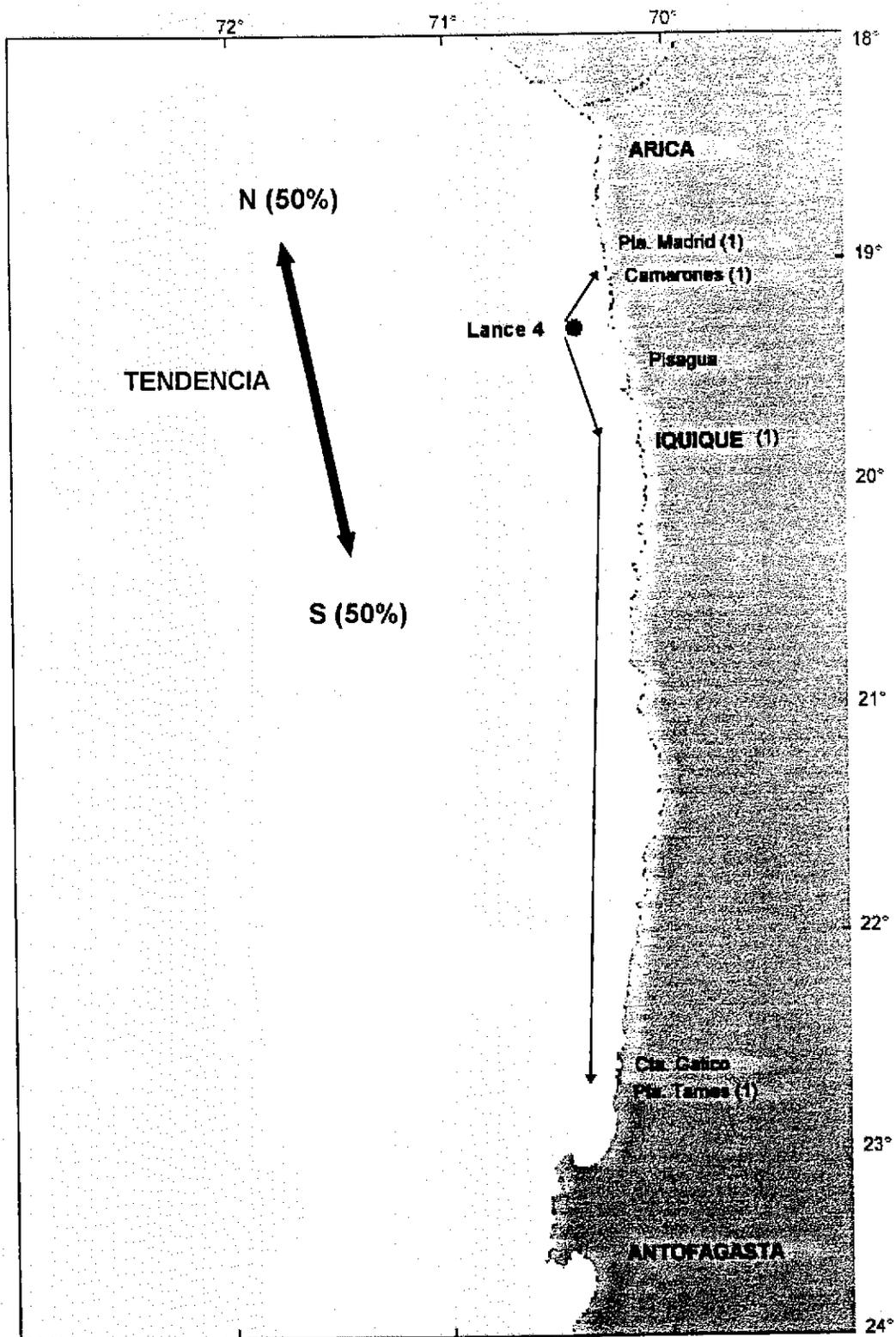


Figura 26 Tendencia migratoria de las anchovetas marcadas y liberadas en el lance N° 4. Zona de pesca frente a Mejillones del Norte. I Crucero.

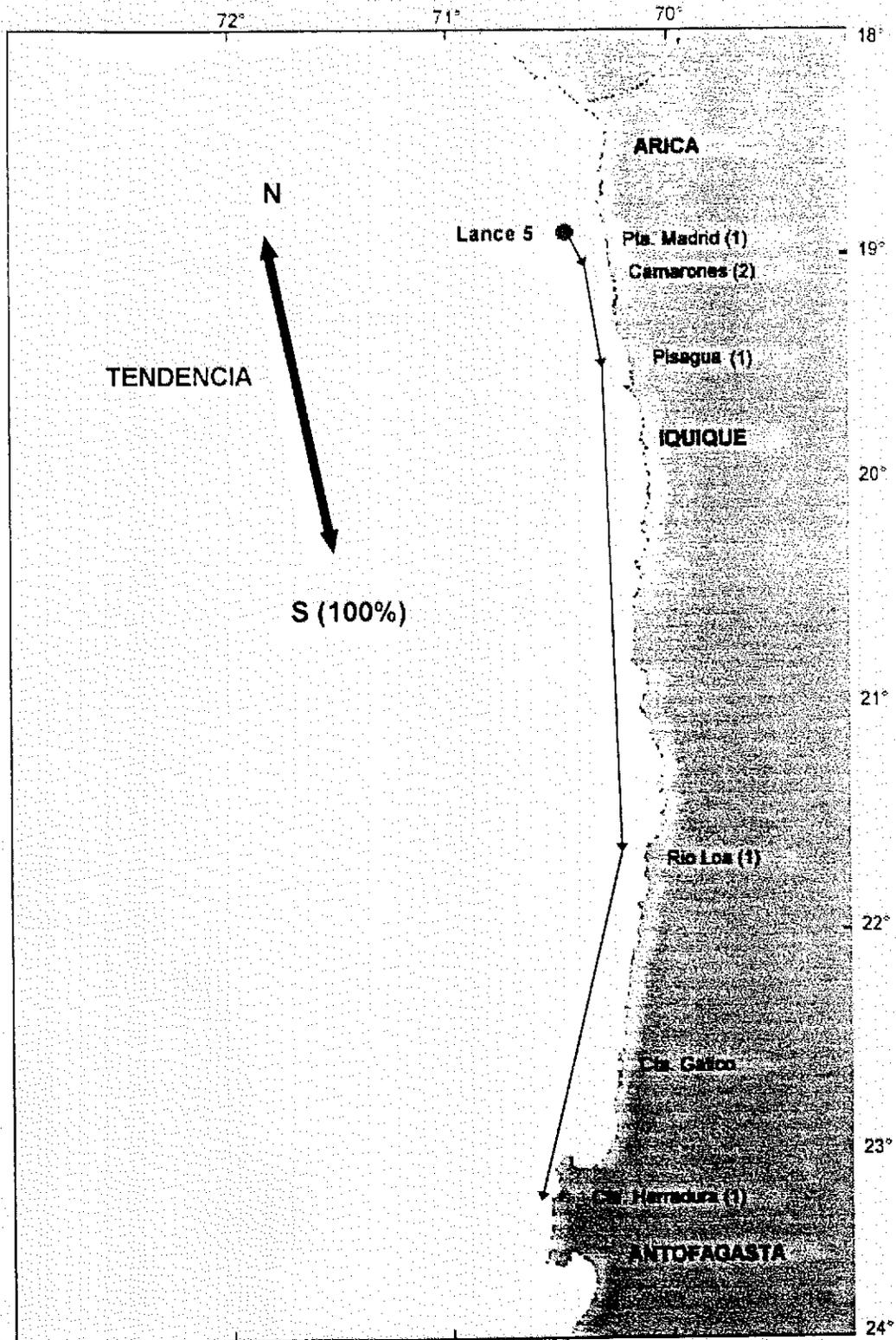


Figura 27 Tendencia migratoria de las anchovetas marcadas y liberadas en el lance N° 5. Zona de pesca frente a Punta Madrid. I Crucero.

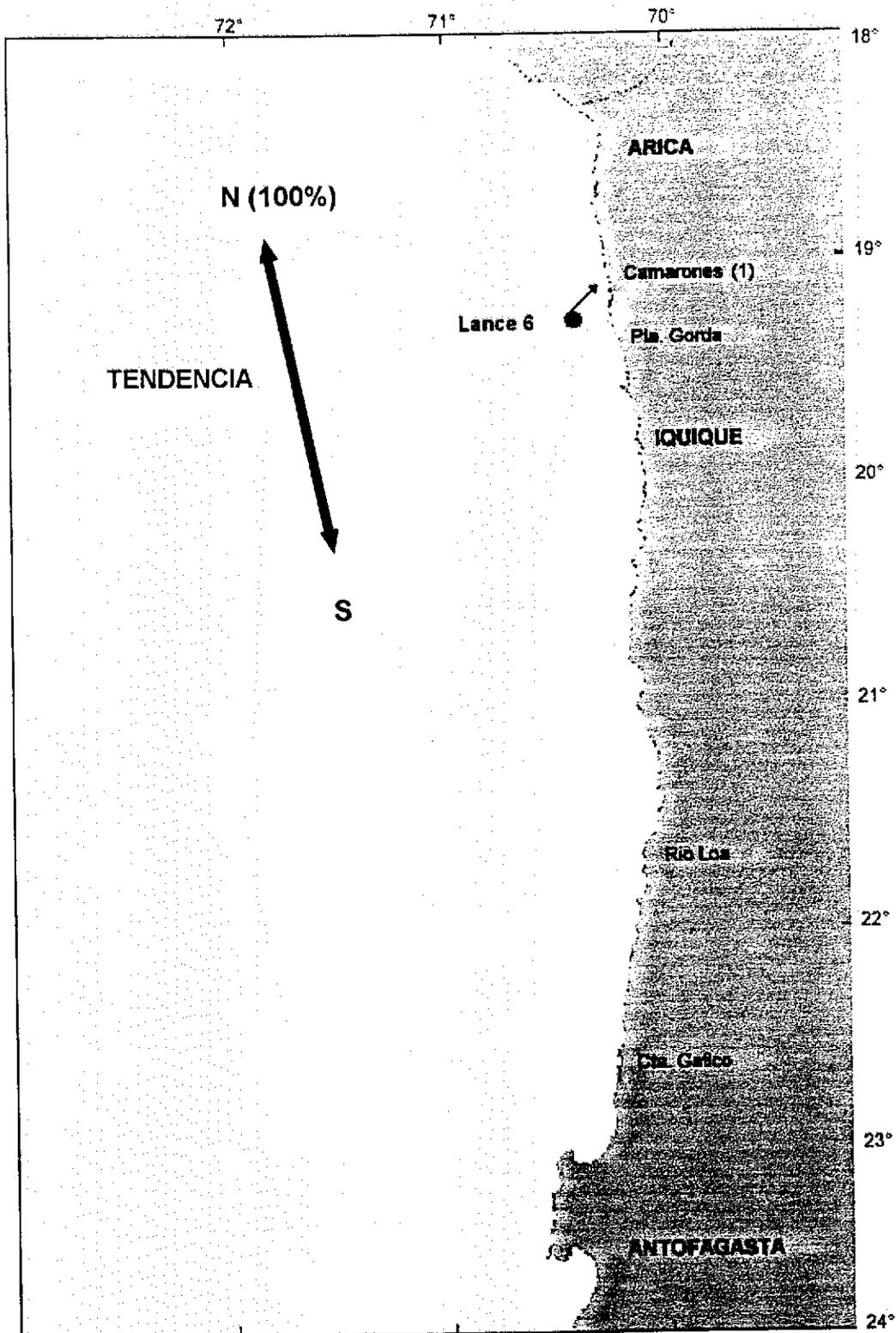


Figura 28 Tendencia migratoria de las anchovetas marcadas y liberadas en el lance N° 6. Zona de pesca frente a Punta Gorda. I Crucero.

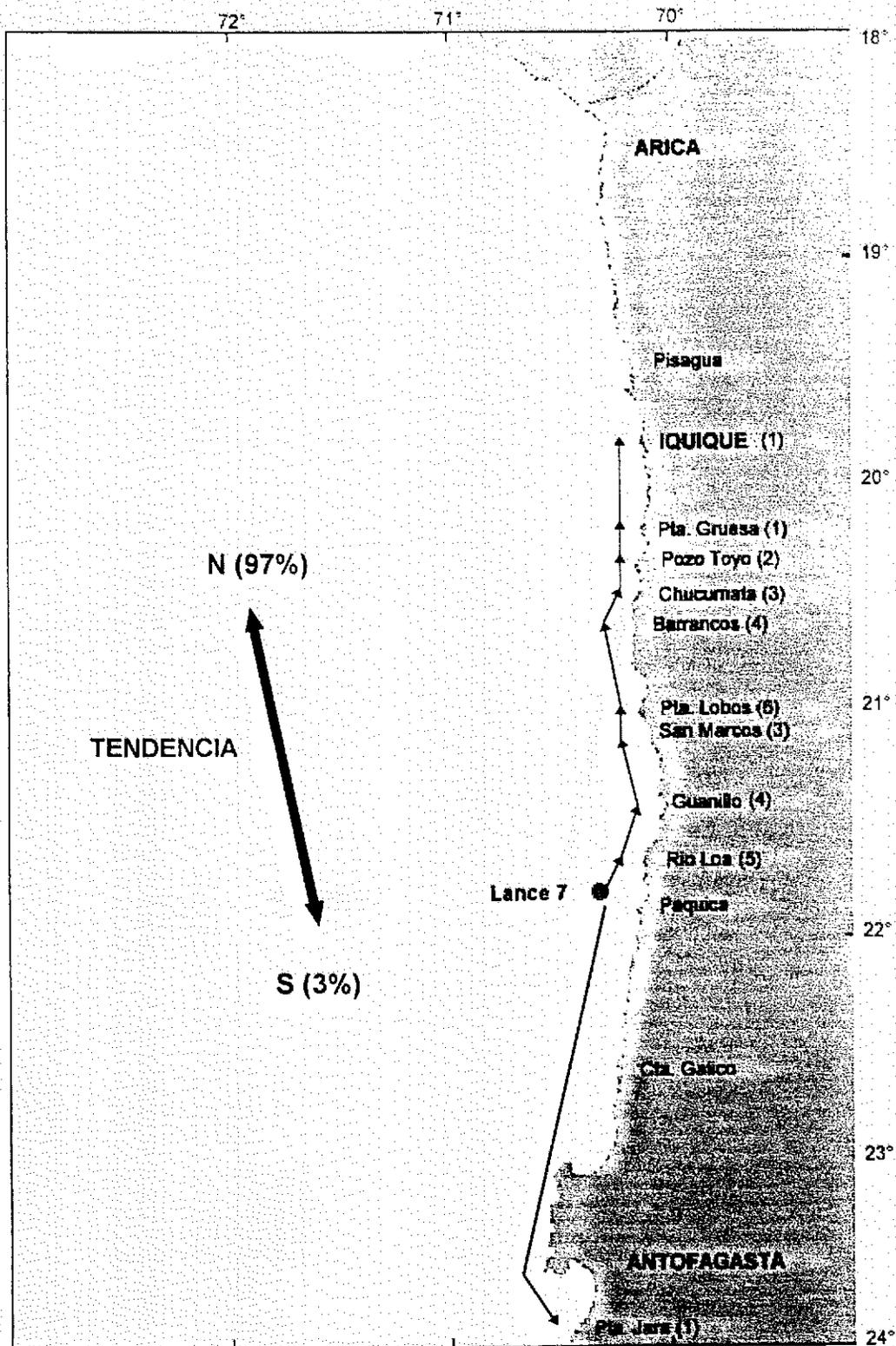


Figura 29 Tendencia migratoria de las anchovetas marcadas y liberadas en el lance N° 7. Zona de pesca frente a Punta Paquica. I Crucero.

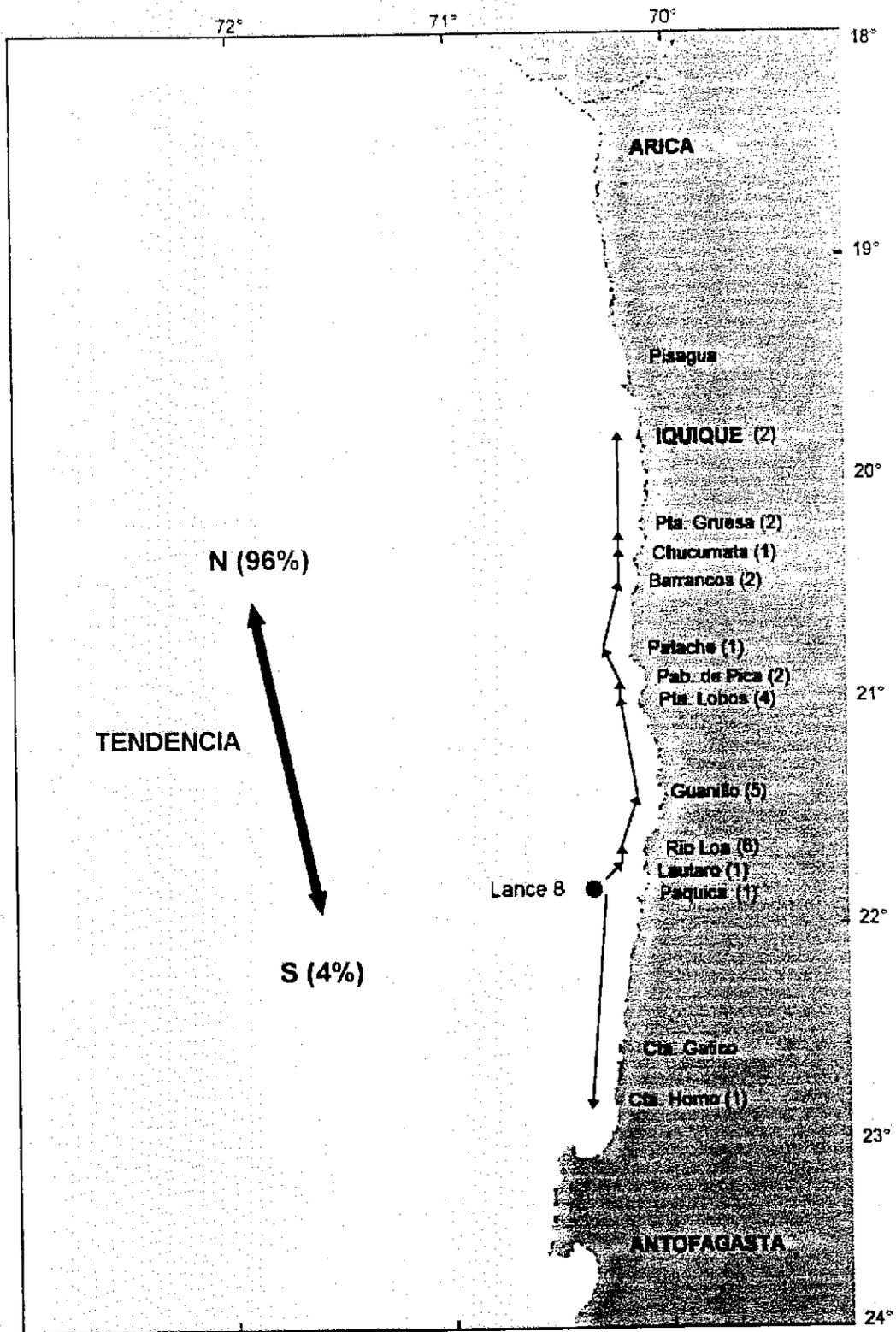


Figura 30 Tendencia migratoria de las anchovetas marcadas y liberadas en el lance N° 8. Zona de pesca frente a Punta Paquica. I Crucero.

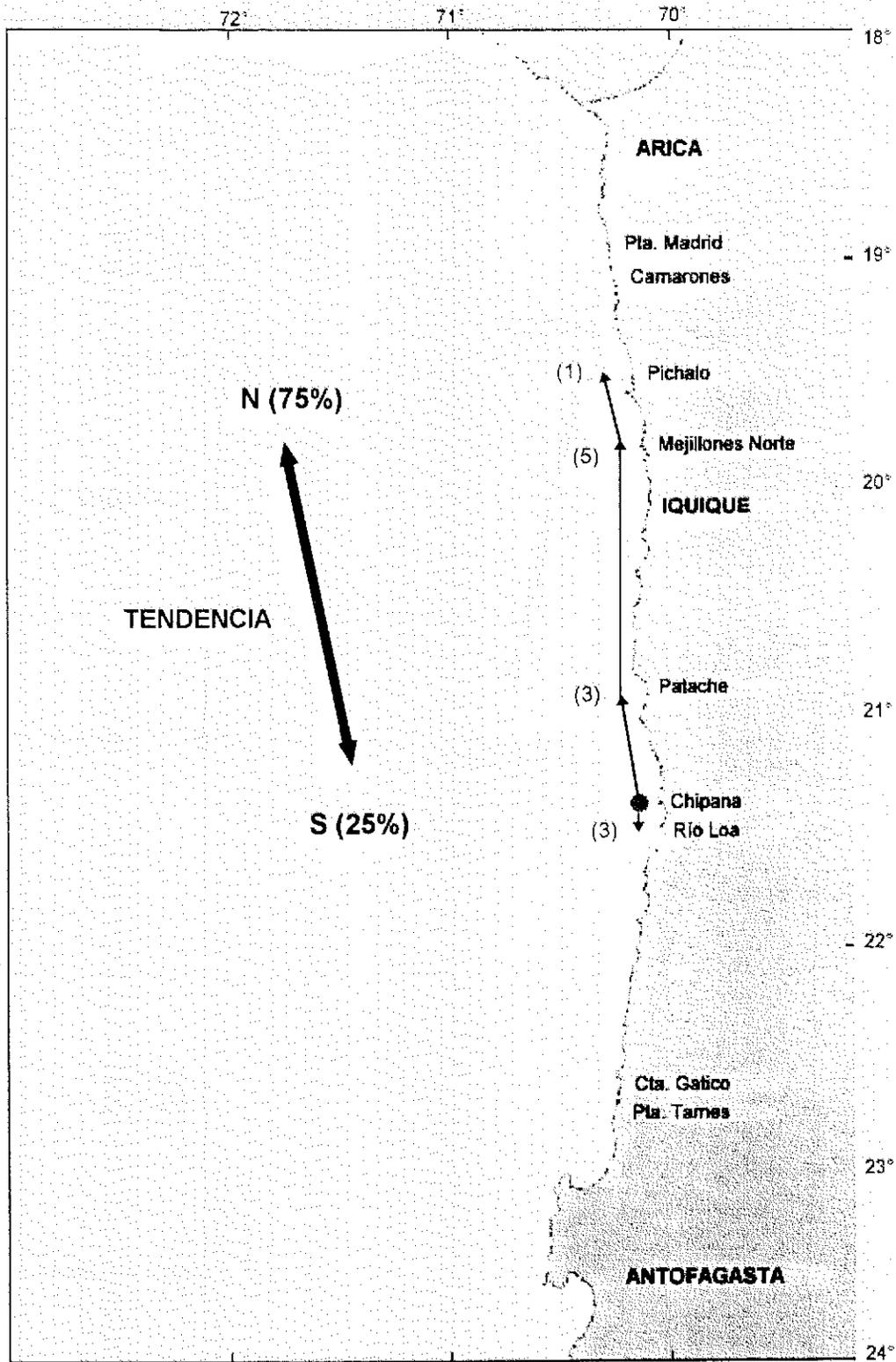


Figura 31 Tendencia migratoria de las anchovetas marcadas y liberadas en el lance N° 7. Zona de pesca frente a Chipana. II Crucero

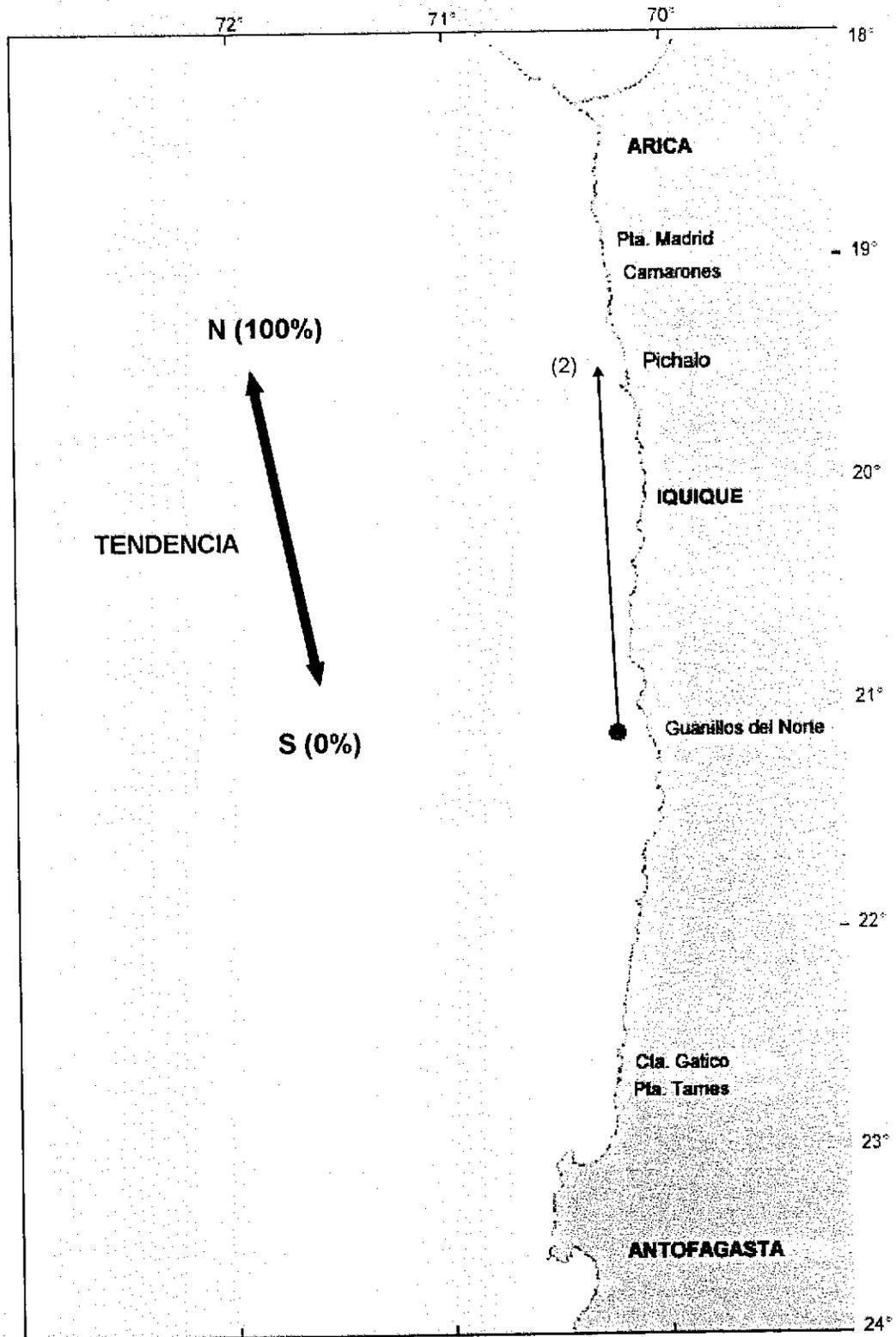


Figura 32 Tendencia migratoria de las anchovetas marcadas y liberadas en el lance N° 8. Zona de pesca frente a Guanillos del Norte. II Crucero

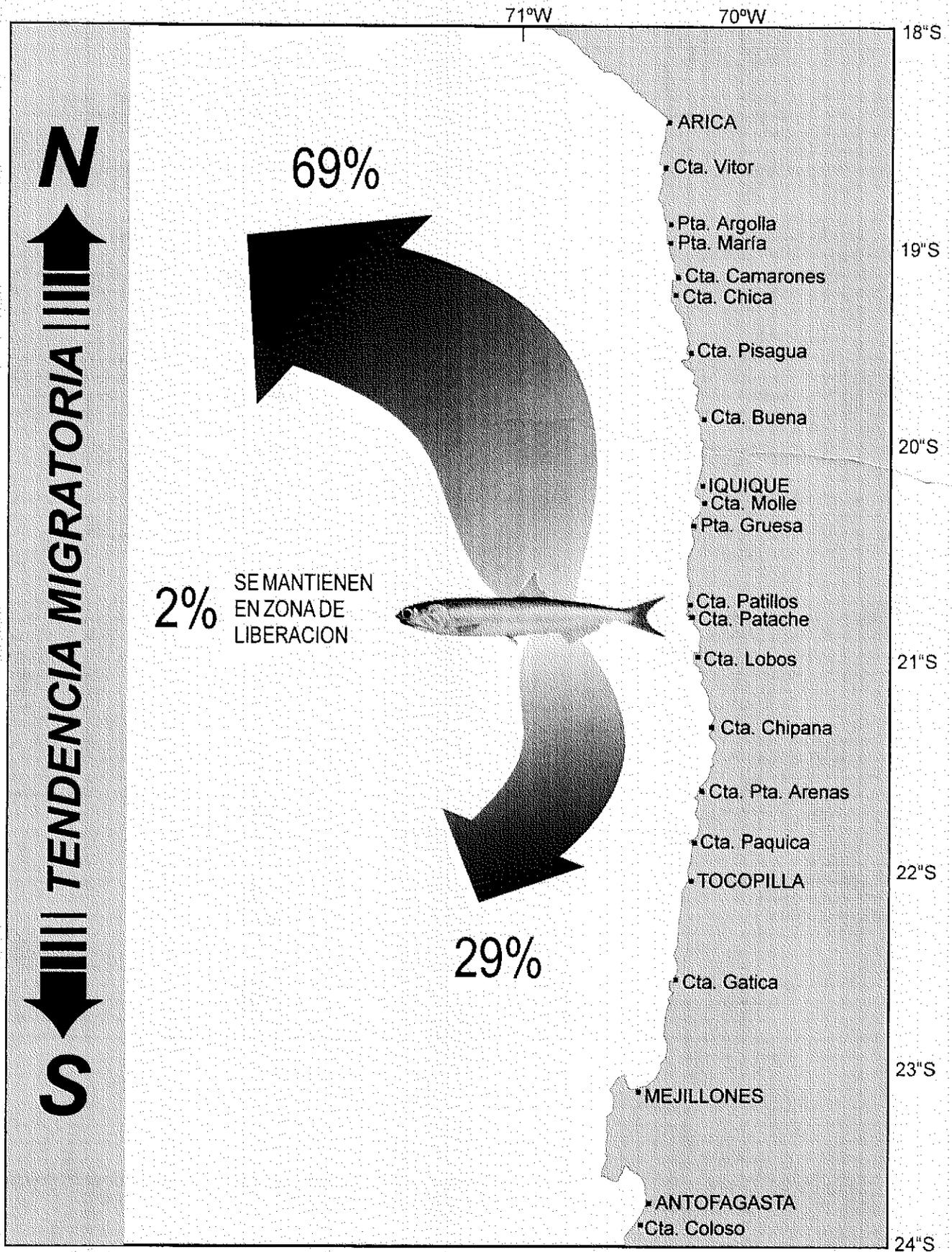


Figura 33. Resumen de la tendencia migratoria de las anchovetas marcadas y liberadas en el "I Crucero de Marcación".

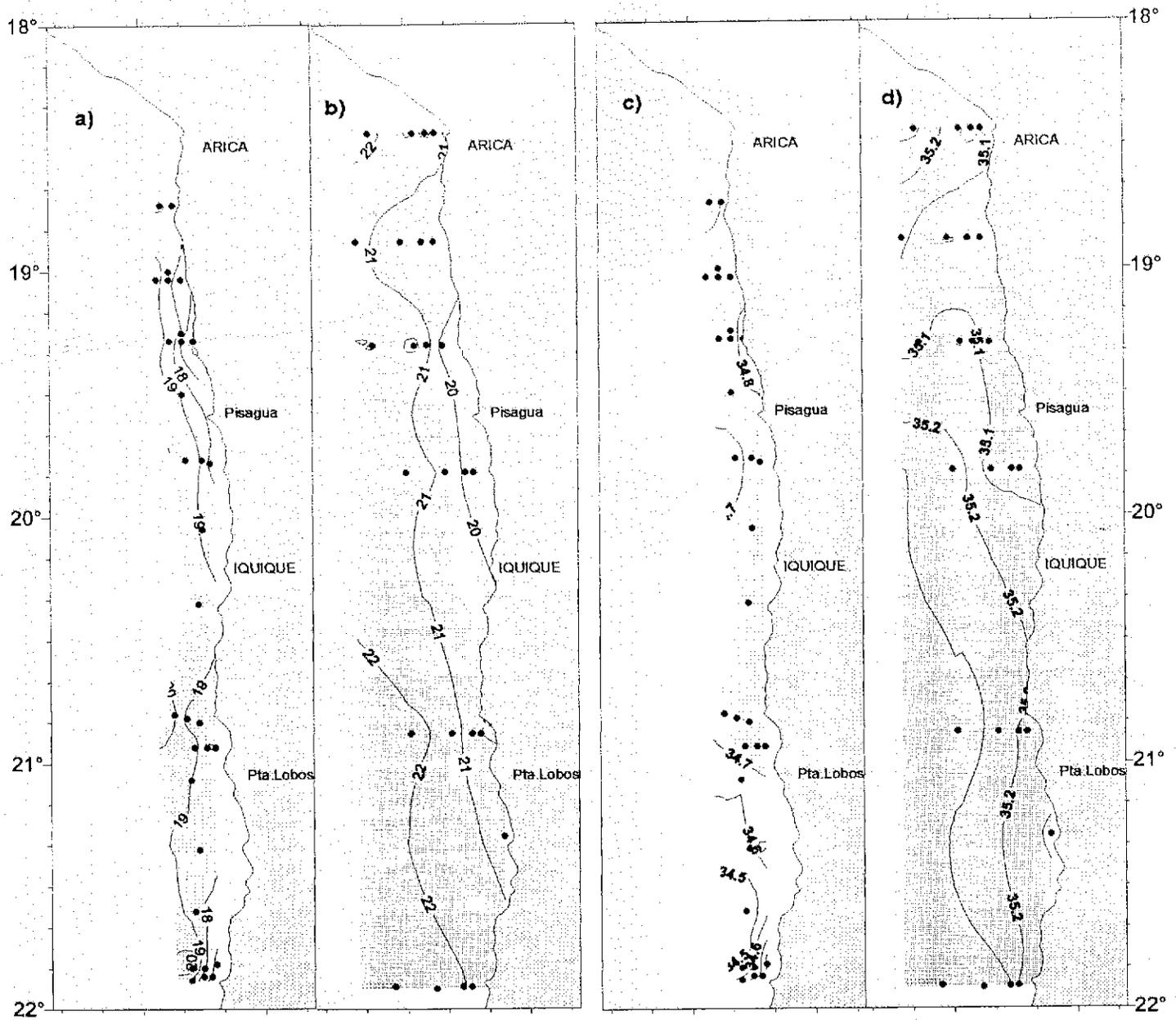


Figura 34. Distribución superficial de temperatura (°C) y salinidad (psu) de los cruceros de marcación de anchoveta, (a y b) : I Crucero y (c y d): II Crucero.

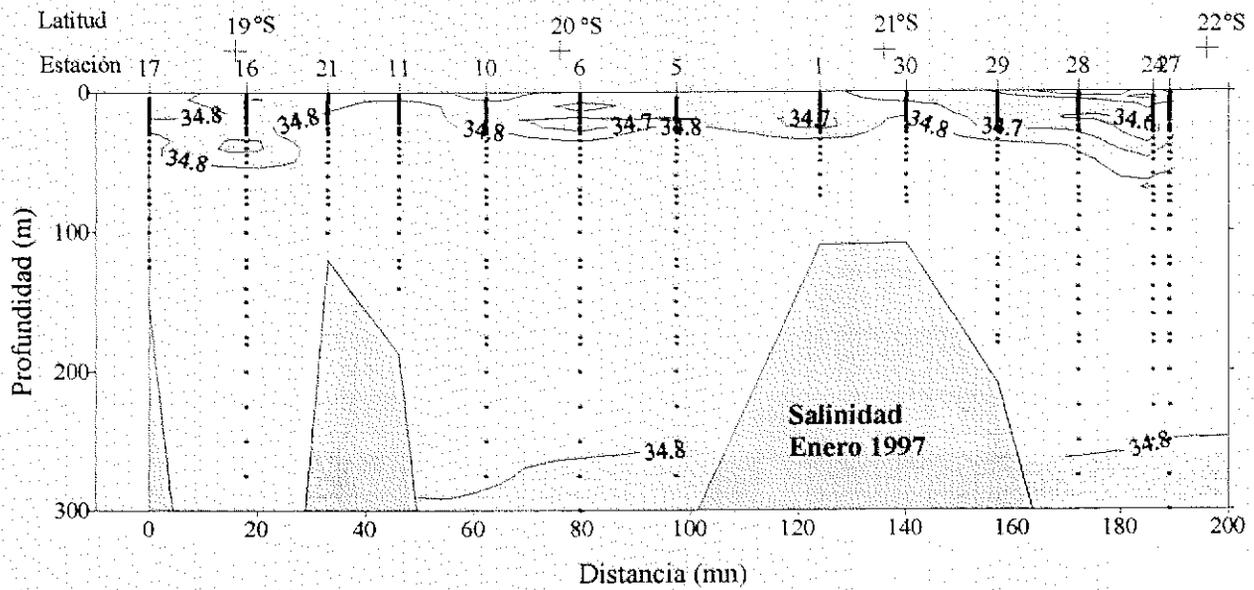
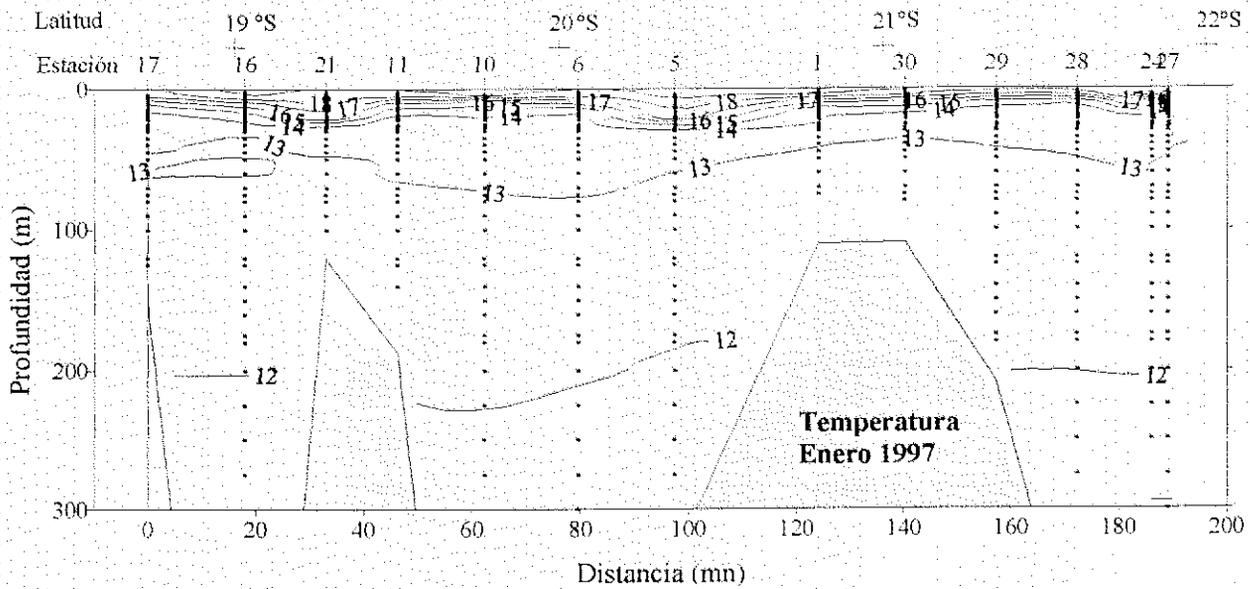


Figura 35a.- Distribución vertical de temperatura (°C) y salinidad (psu), transecta paralela a la costa. Crucero Marcaje de Anchofeta. Enero 1997.

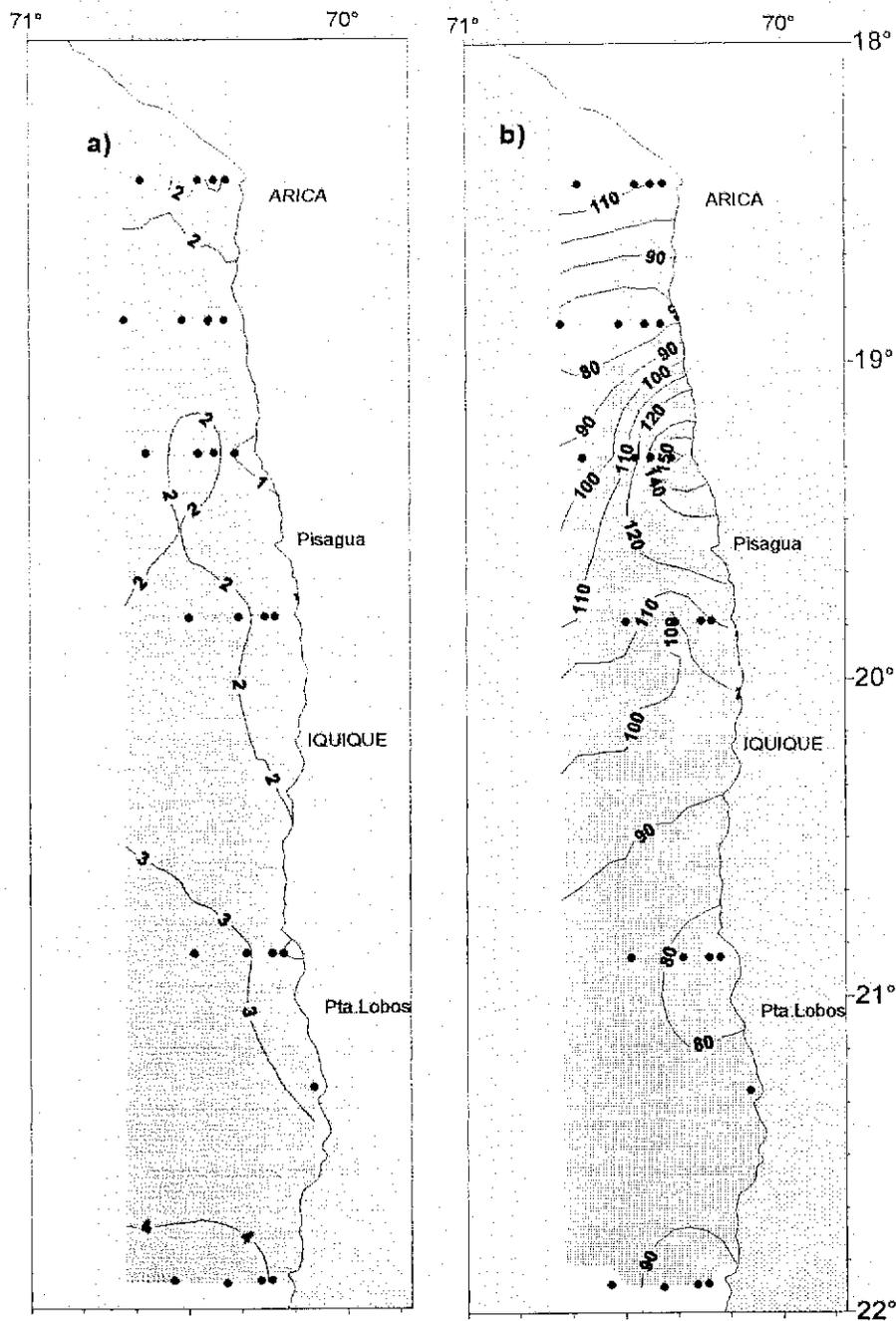


Figura 35 b. a) Distribución de anomalía de temperatura superficial ($^{\circ}\text{C}$) y b) Profundidad de la isoterma de 15°C . Crucero de marcación de anchoveta. II Crucero (Diciembre 1997).

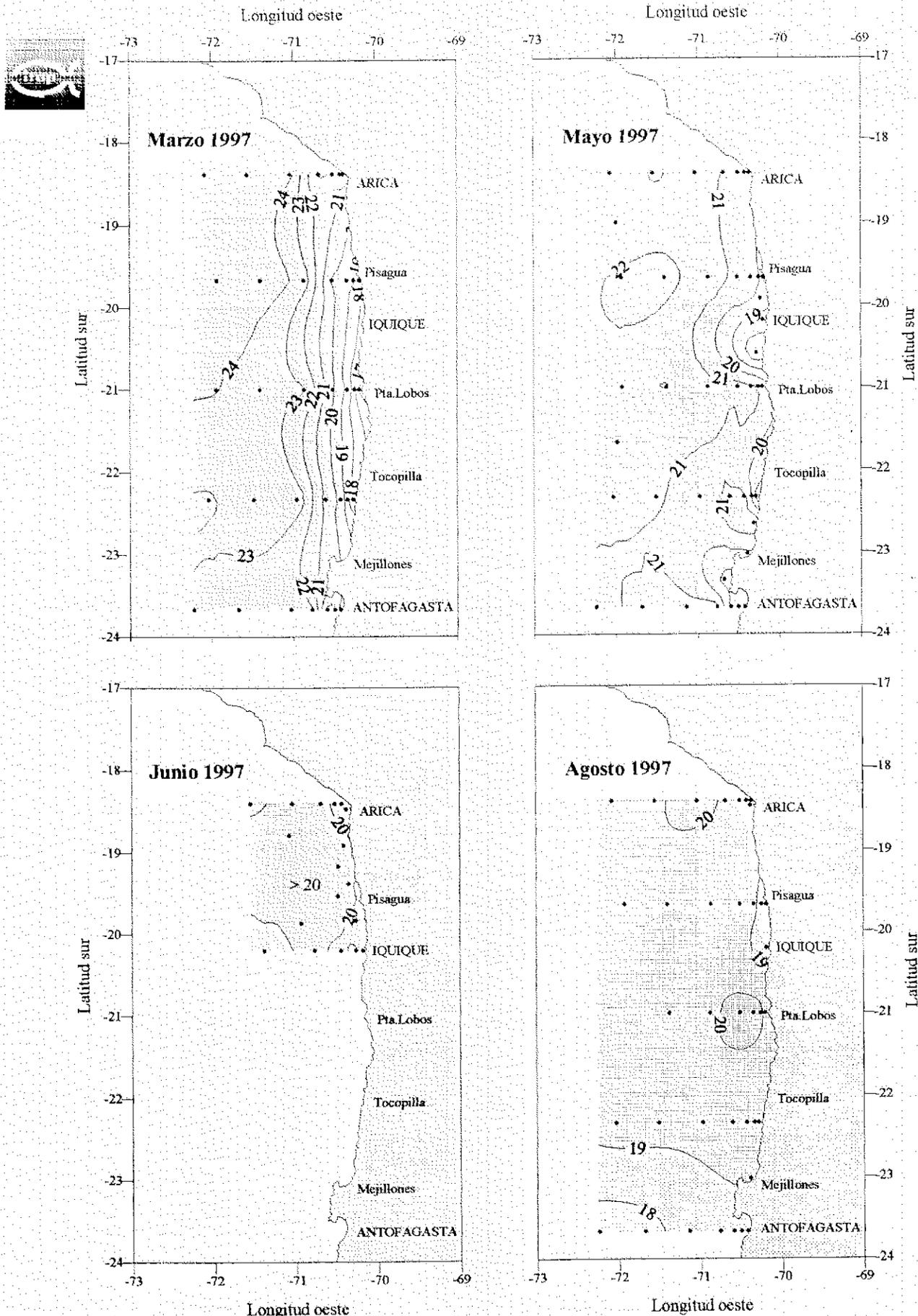


Figura 36. Distribución superficial de temperatura ($^{\circ}\text{C}$). Cruceros de marzo, Mayo, Junio y Agosto de 1997

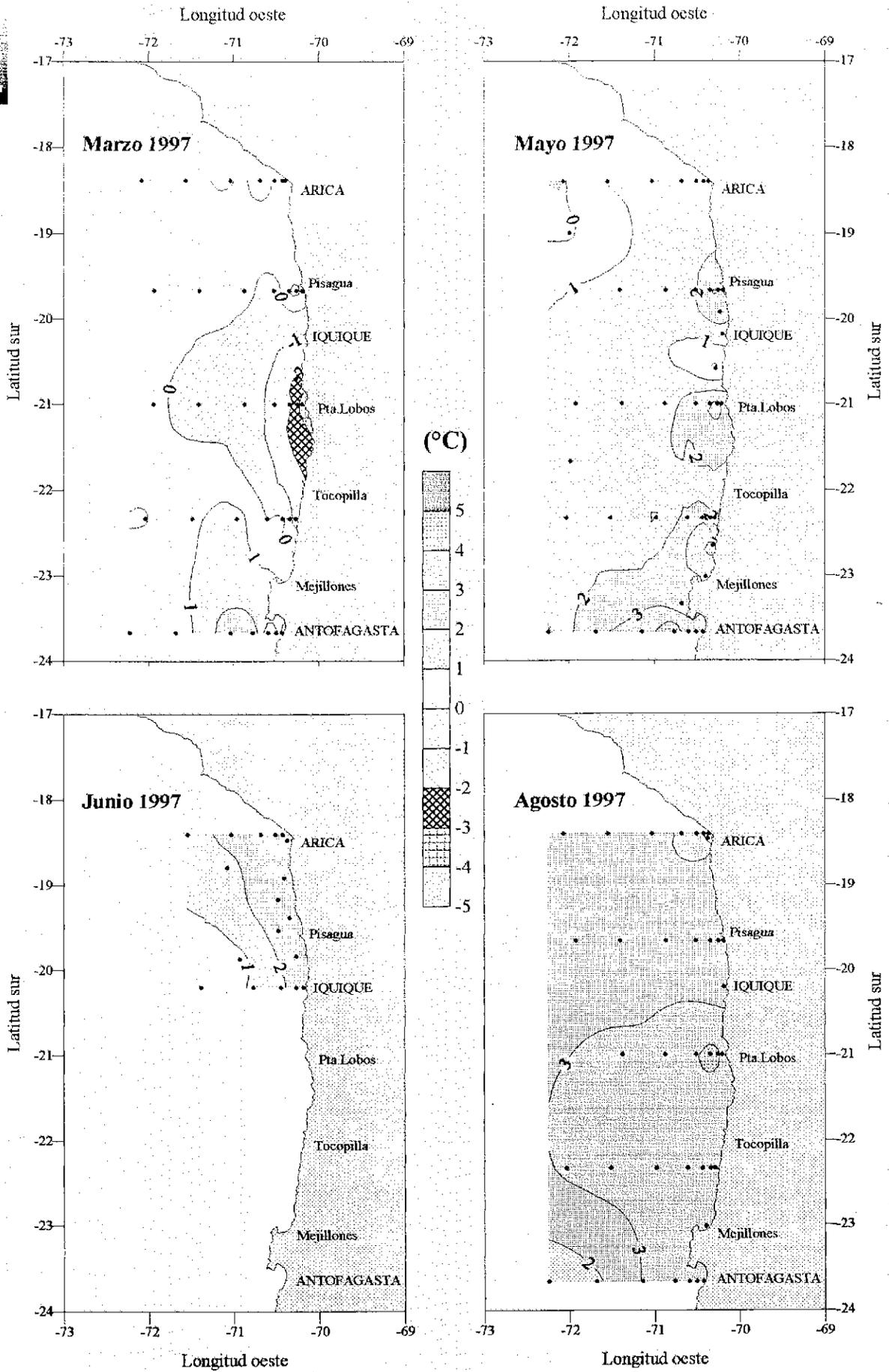


Figura 37. Distribución superficial de anomalía de temperatura (°C). Cruceros de marzo, Mayo, Junio y Agosto de 1997

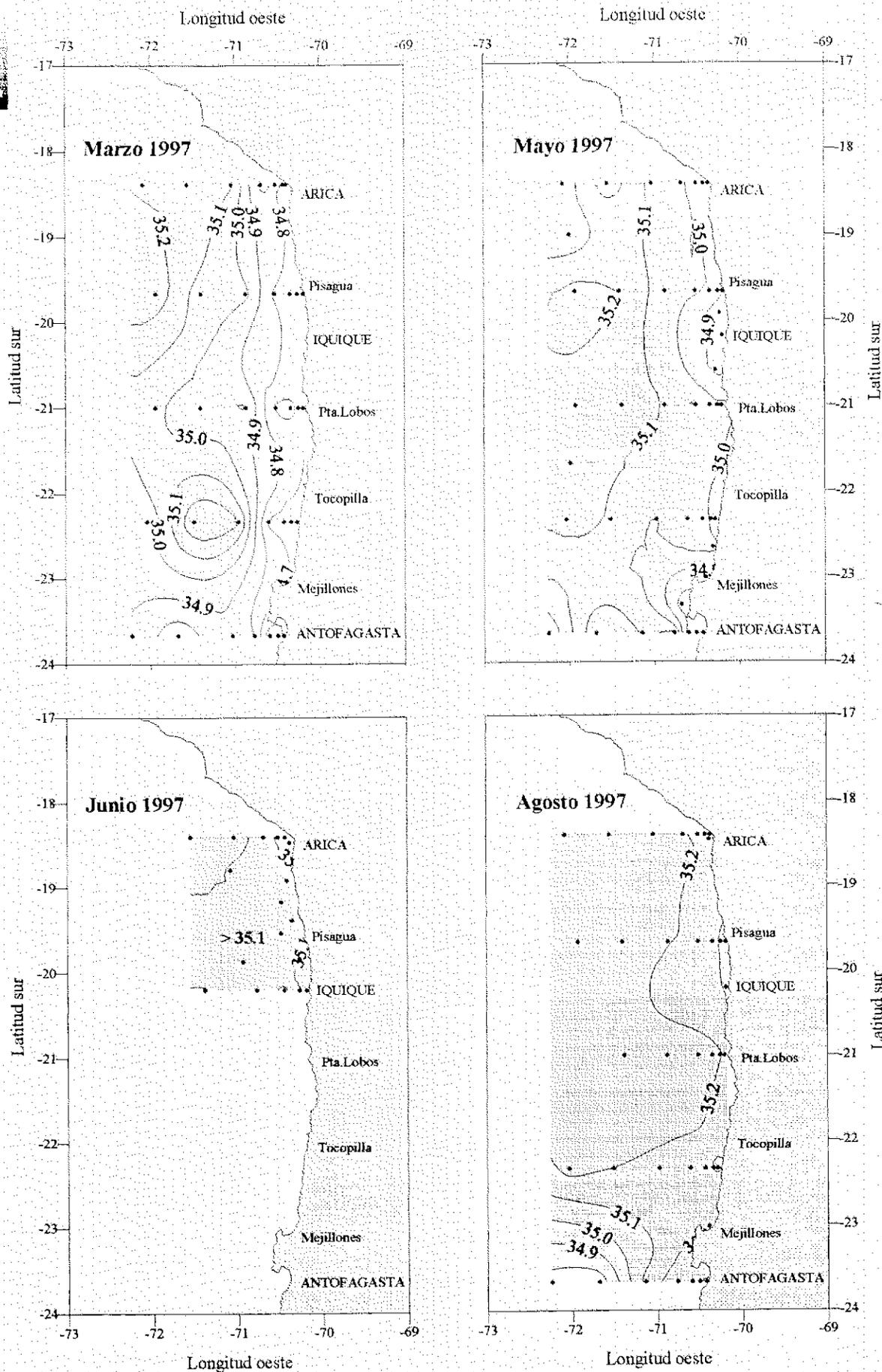


Figura 38. Distribución superficial de salinidad (psu) . Cruceros de marzo, Mayo, Junio y Agosto de 1997

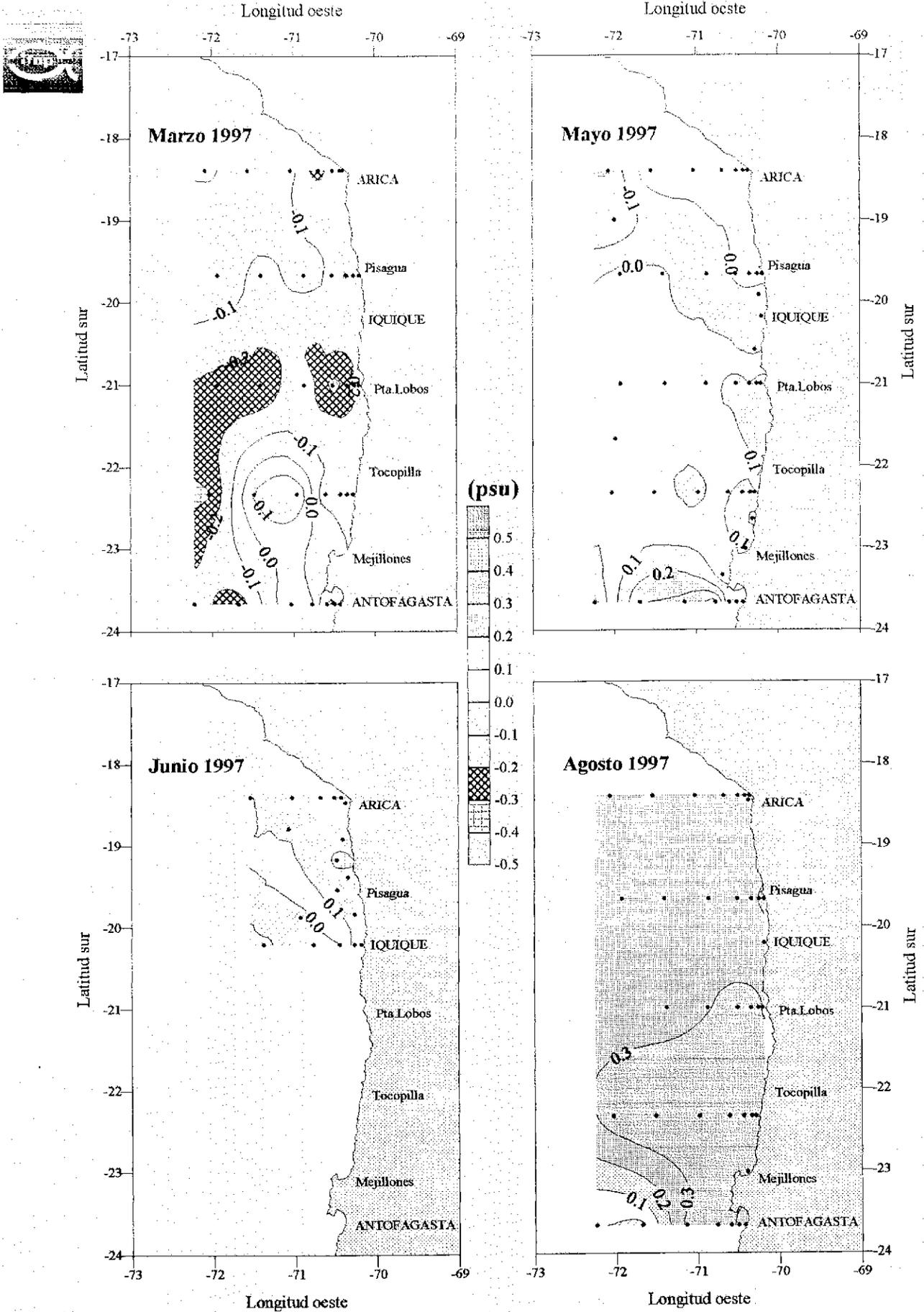


Figura 39. Distribución superficial de anomalía de salinidad (psu). Cruceros de marzo, Mayo, Junio y Agosto de 1997

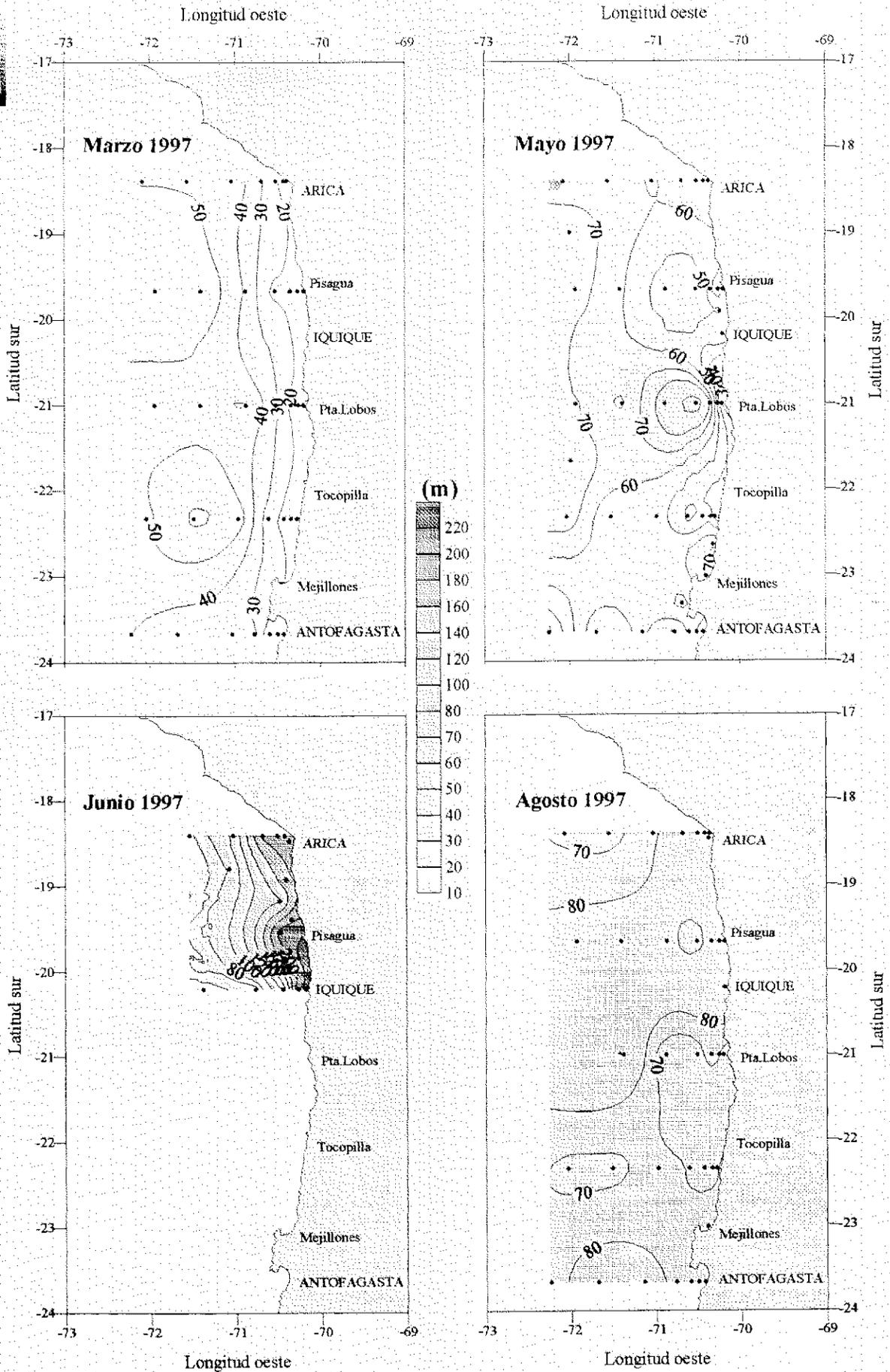


Figura 40. Batimetría de la isoterma de 15°C (m). Cruceros de marzo, Mayo, Junio y Agosto de 1997

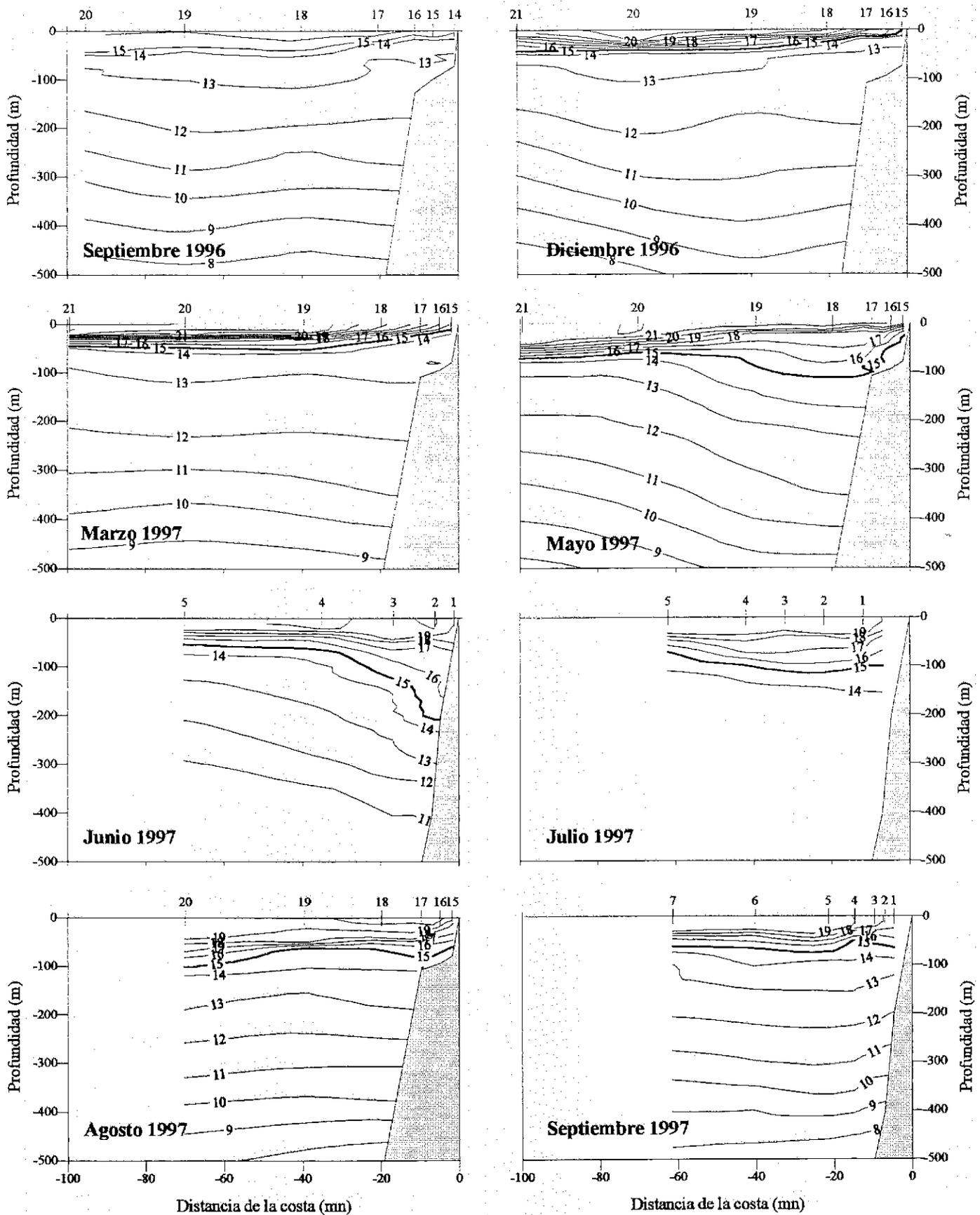


Figura 41. Distribución vertical de temperatura (°C) en transectas cercanas a Iquique (20°20' S). Septiembre 1996 a Septiembre 1997.

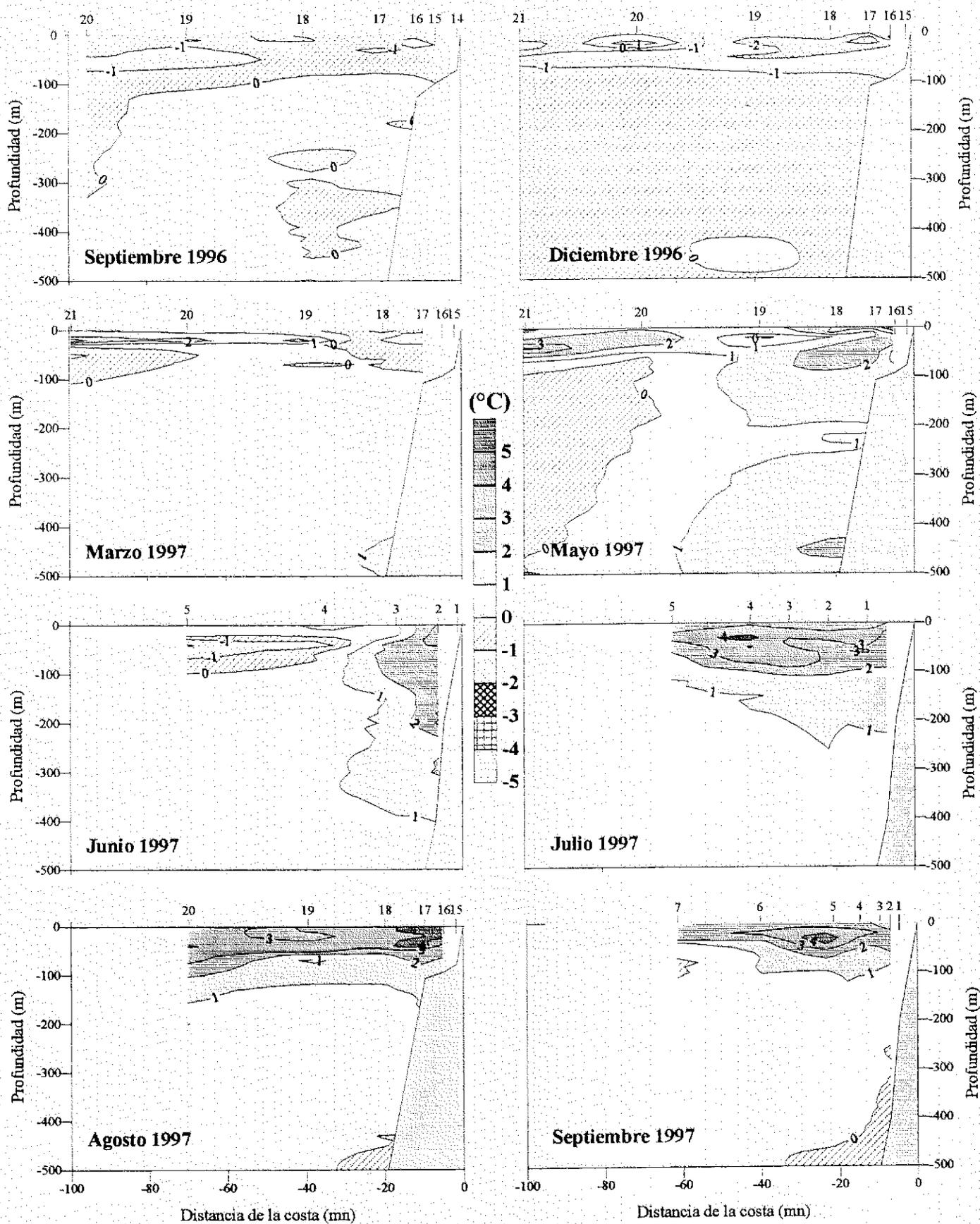


Figura 42. Distribución vertical de anomalía de temperatura (°C) en transectas cercanas a Iquique (20°20' S). Septiembre 1996 a Septiembre 1997.

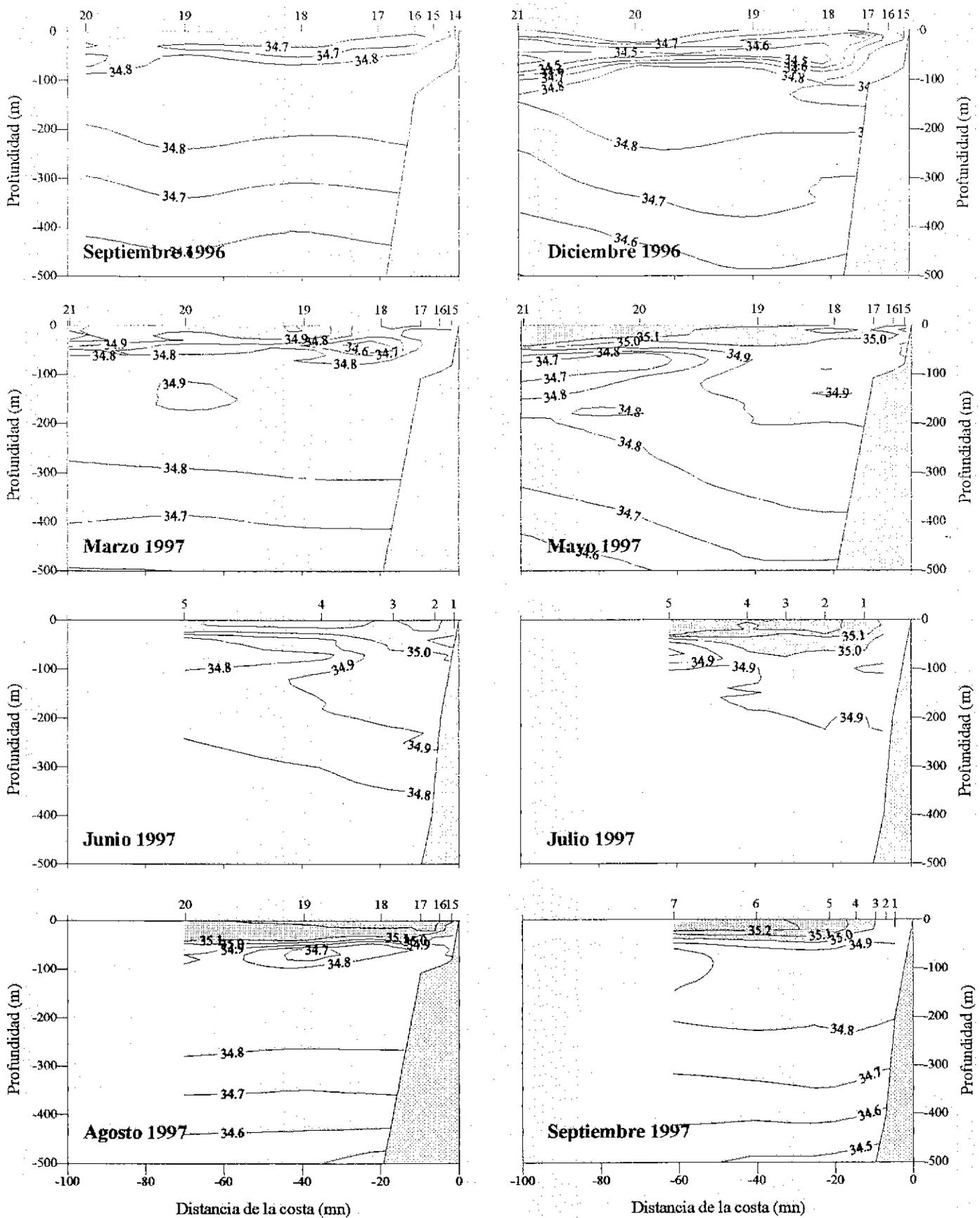


Figura 43. Distribución vertical de salinidad (psu) en transectas cercanas a Iquique (20°20' S). Septiembre 1996 a Septiembre 1997.

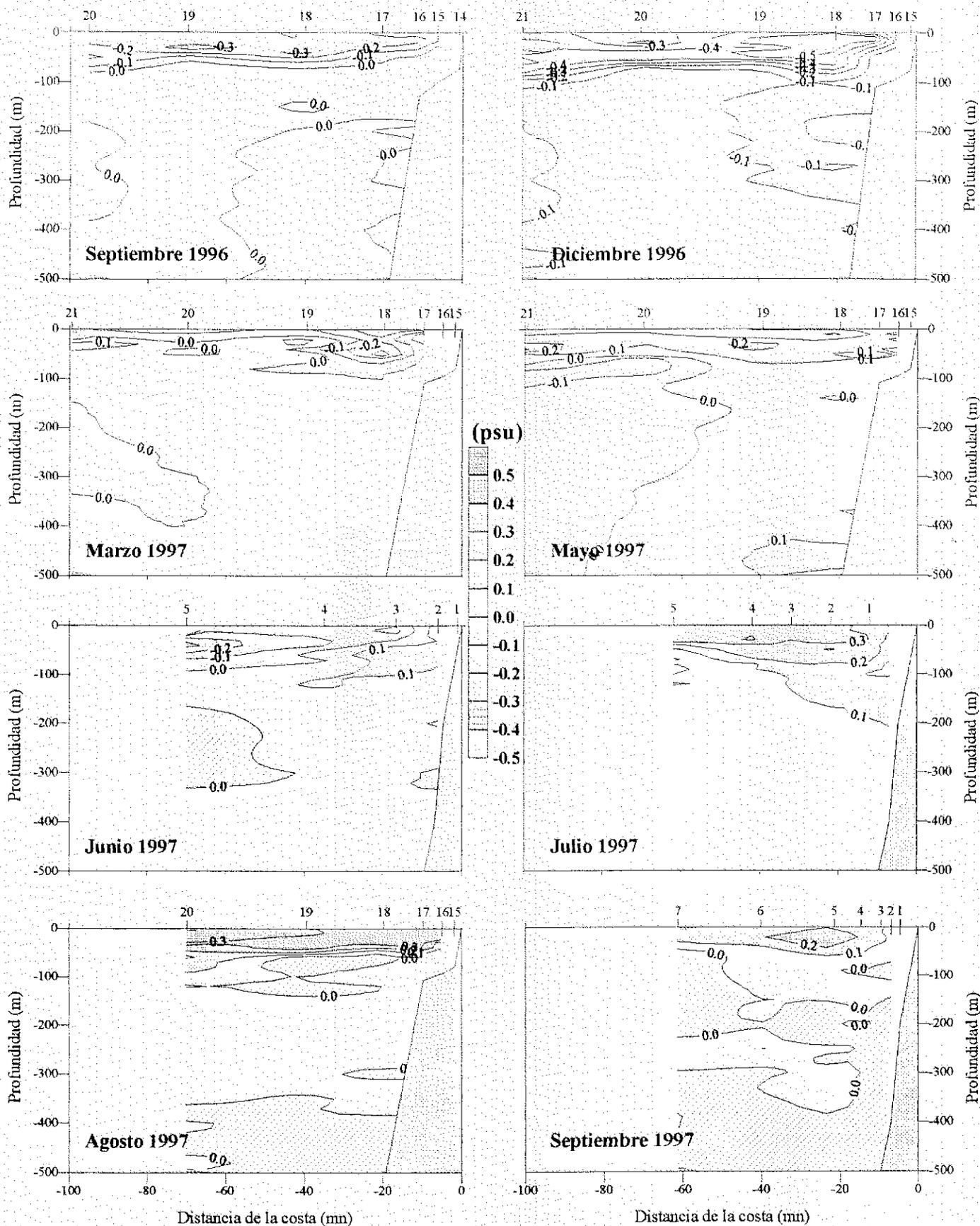


Figura 44. Distribución vertical de anomalía de salinidad (psu) en transectas cercanas a Iquique (20°20' S). Septiembre 1996 a Septiembre 1997.

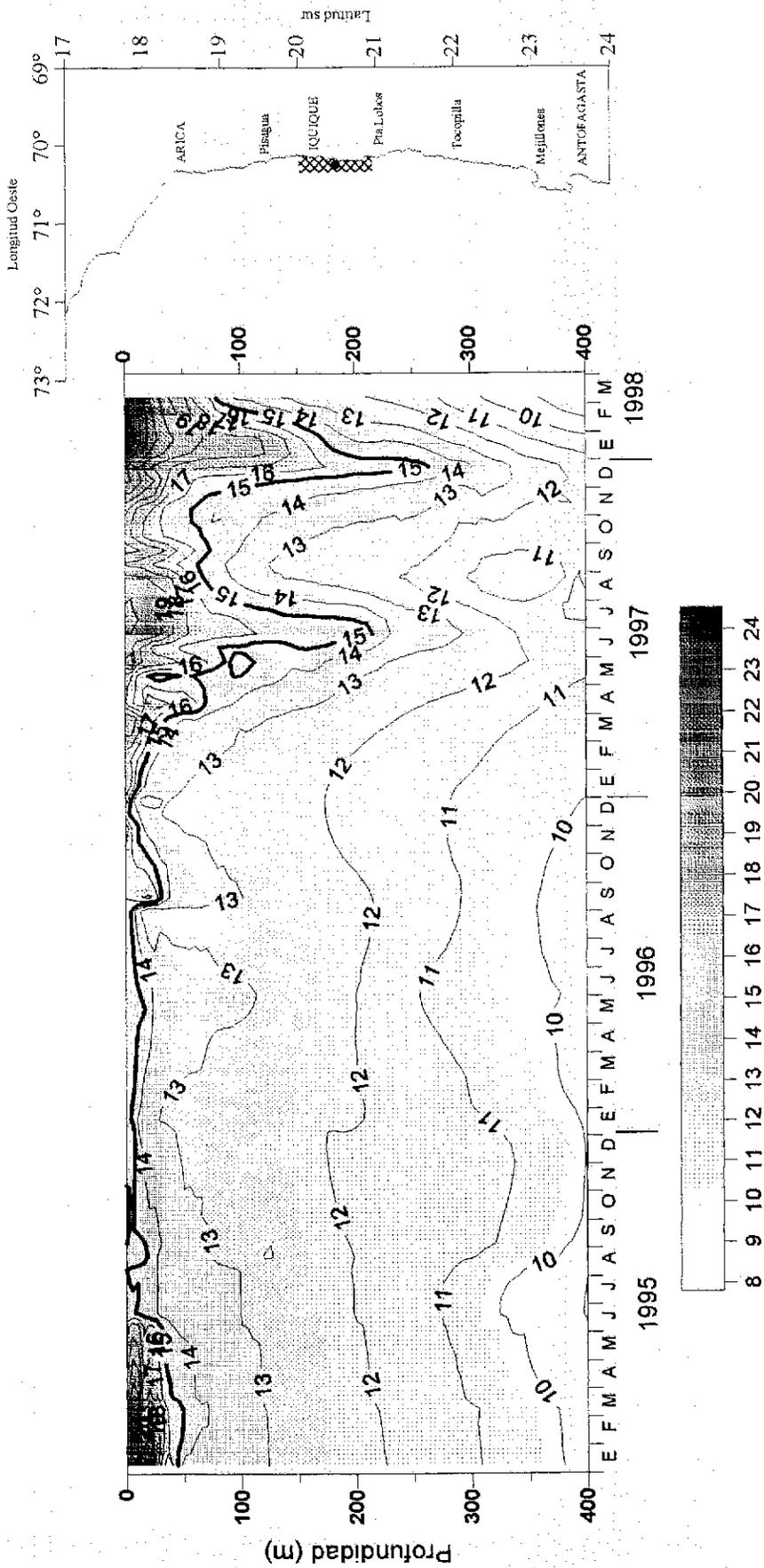


Figura 45. Distribución temporal de temperatura con profundidad a 5 millas frente a Iquique.

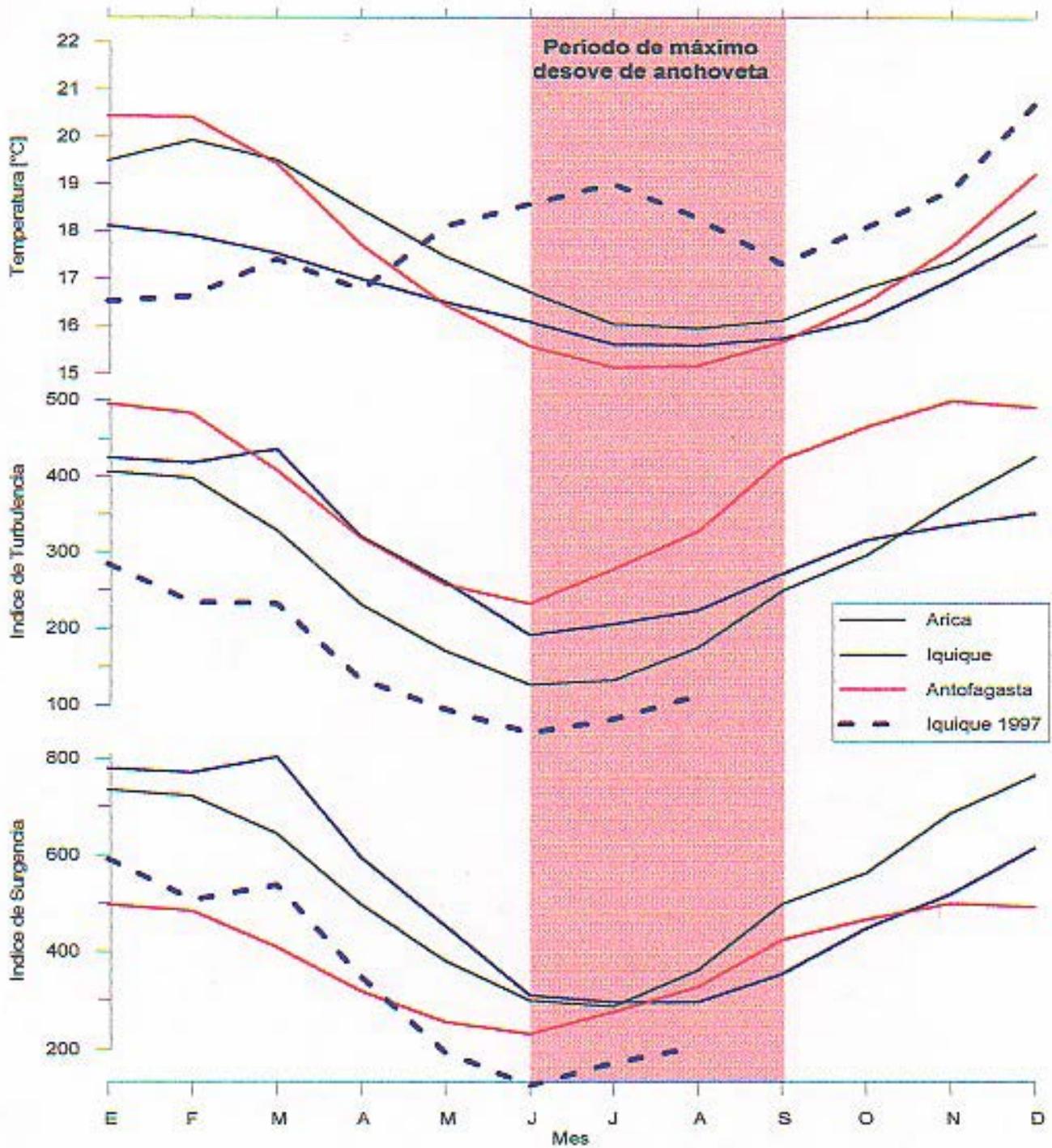


Figura 46.- Promedio mensual de temperatura superficial del mar, Indice de surgancia y Turbulencia, en Arica, Iquique y Antofagasta. Periodo 1971 - 1997.

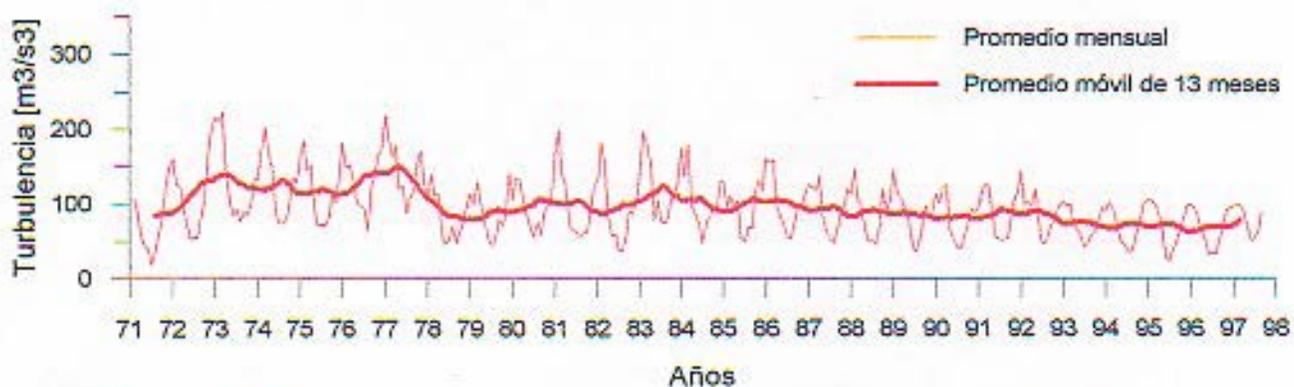
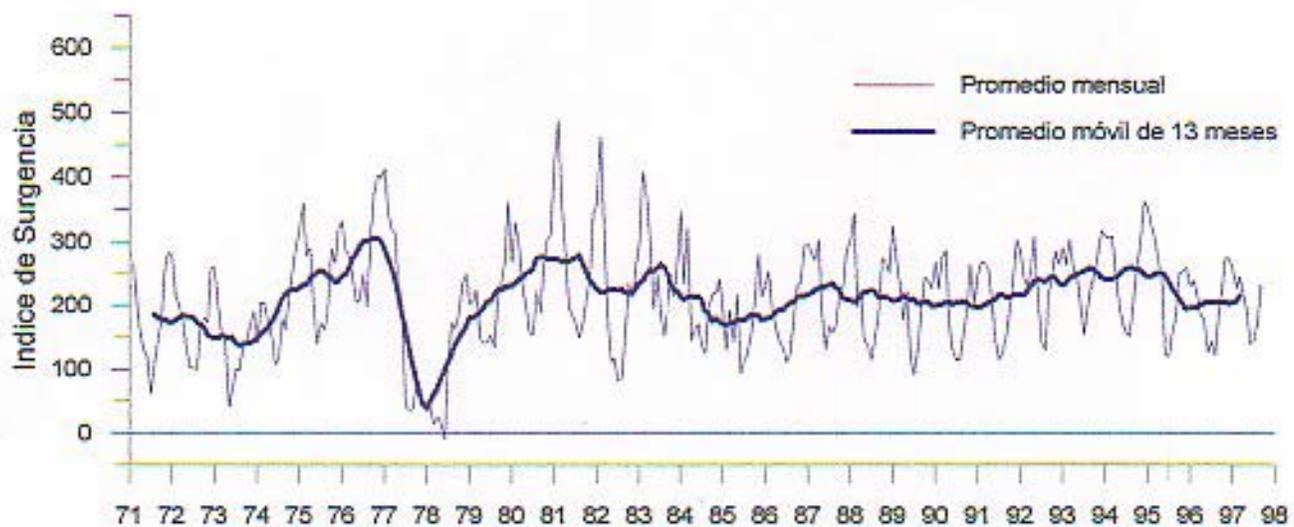
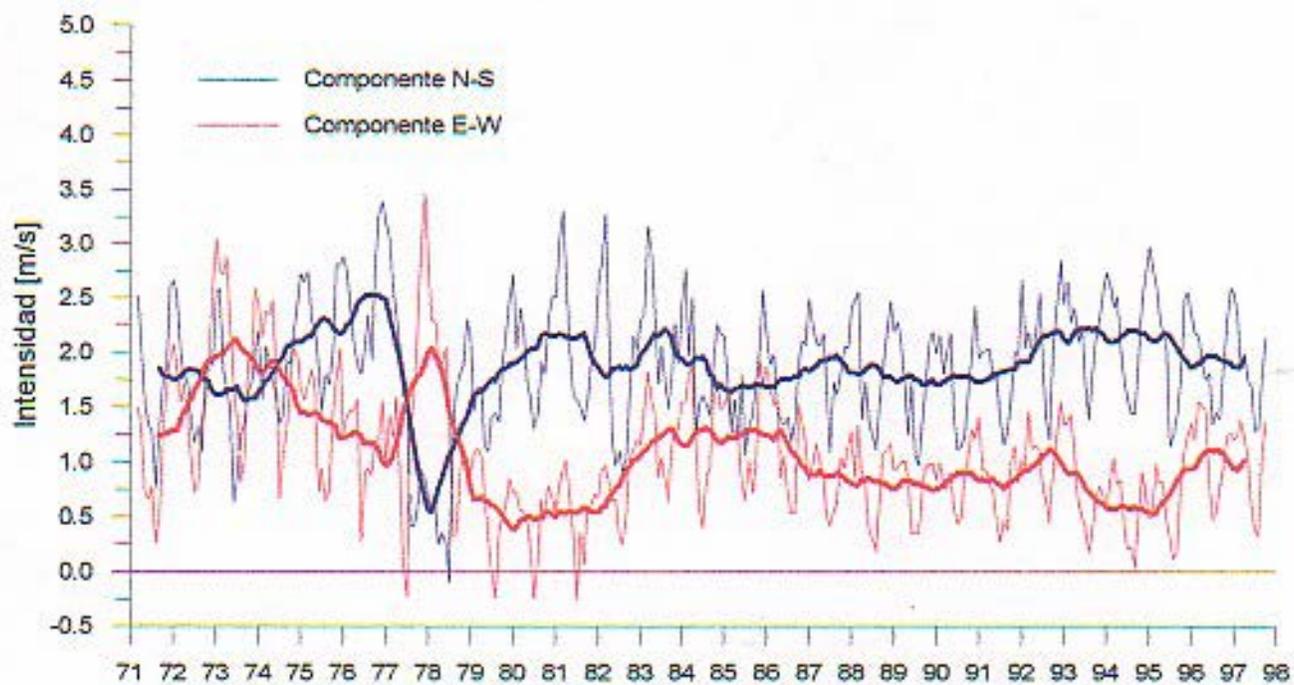


Figura 47. Promedio mensual de la componente U (Este-Oeste), V (Norte-Sur), Índice de Surgencia y Turbulencia del viento en Arica. 1971 - 1997

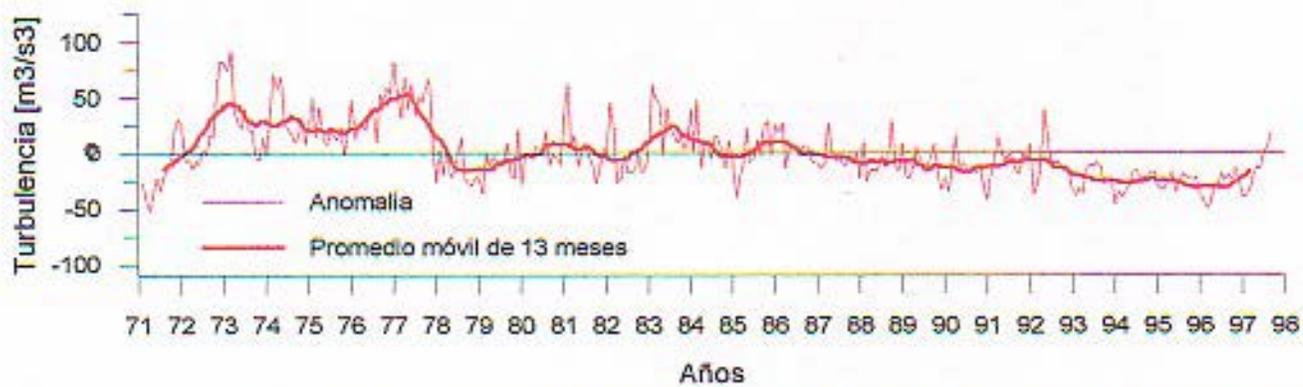
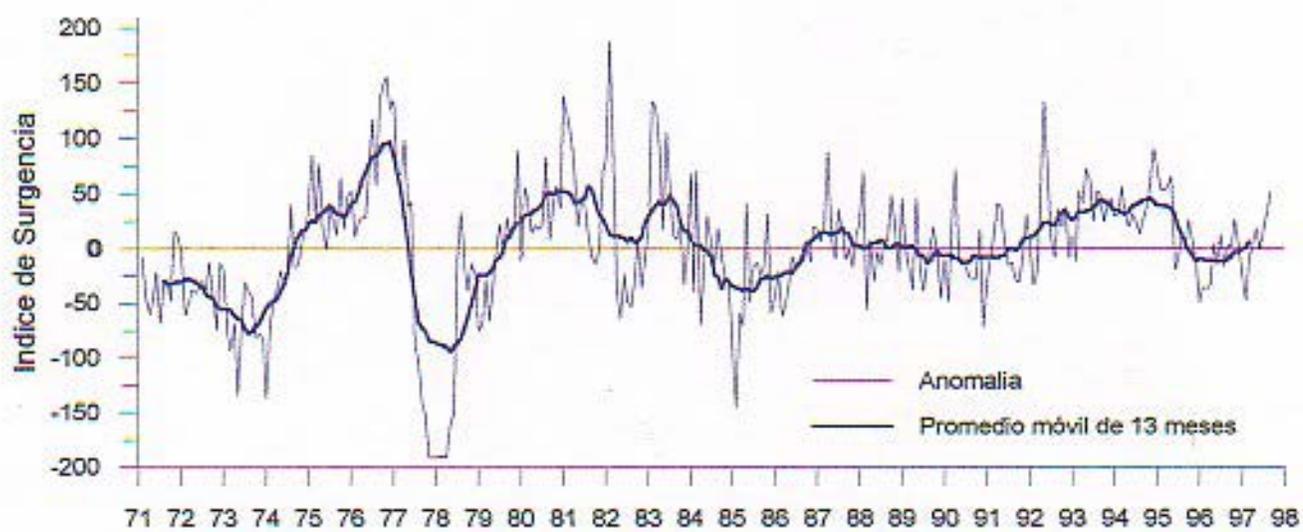
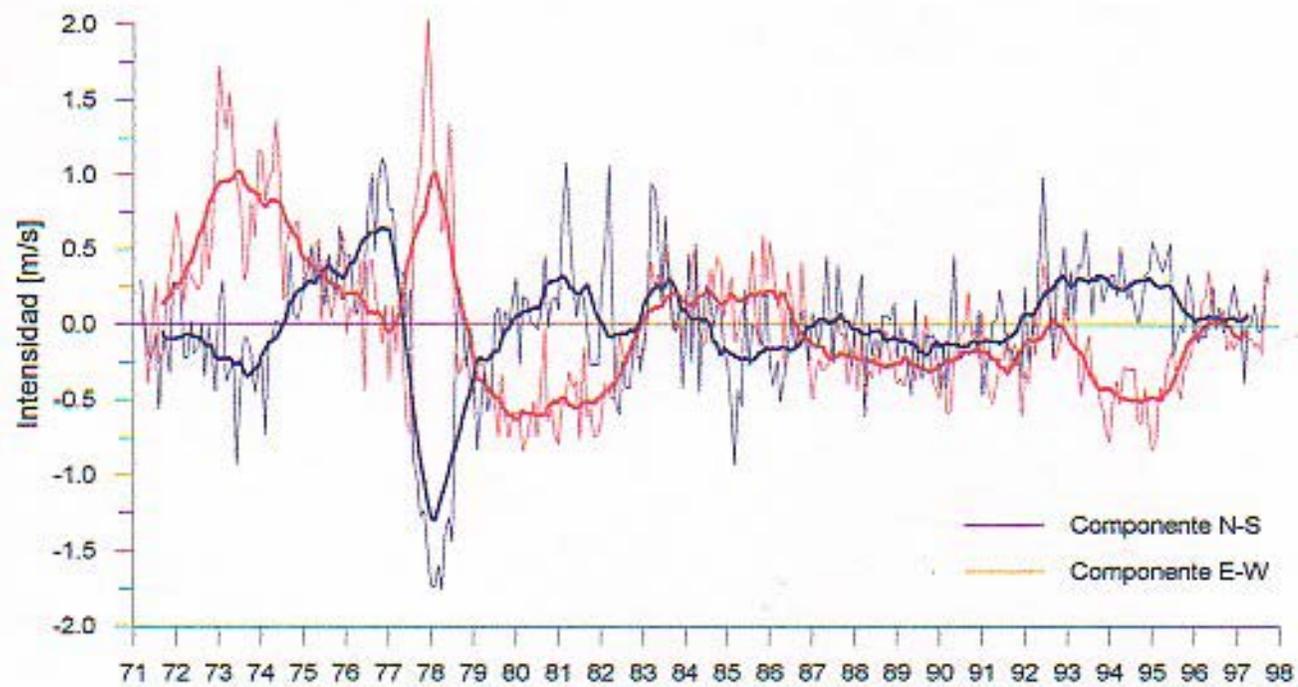


Figura 48. Anomalia mensual de la componente U (Este-Oeste), V (Norte-Sur), Índice de Surgencia y Turbulencia del viento promedio mensual en Arica. 1971 - 1997

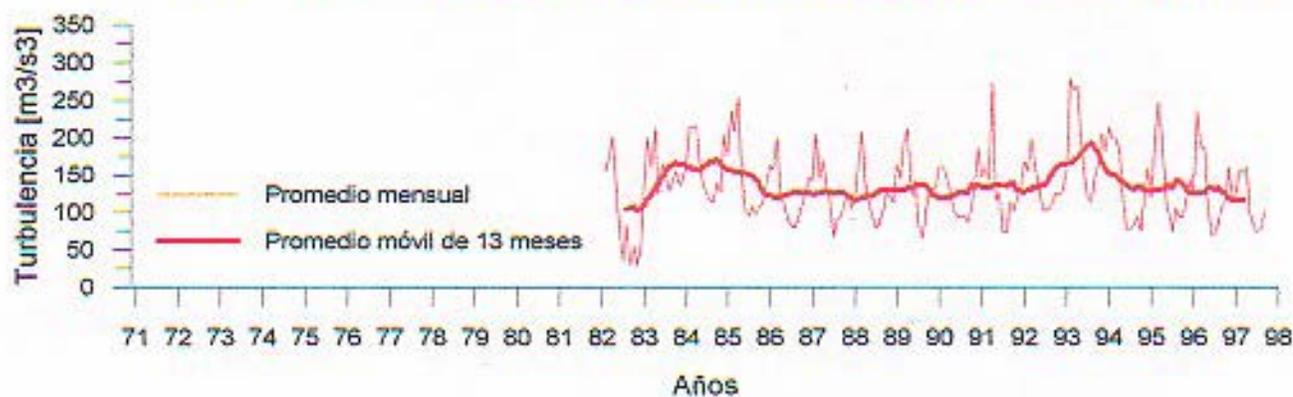
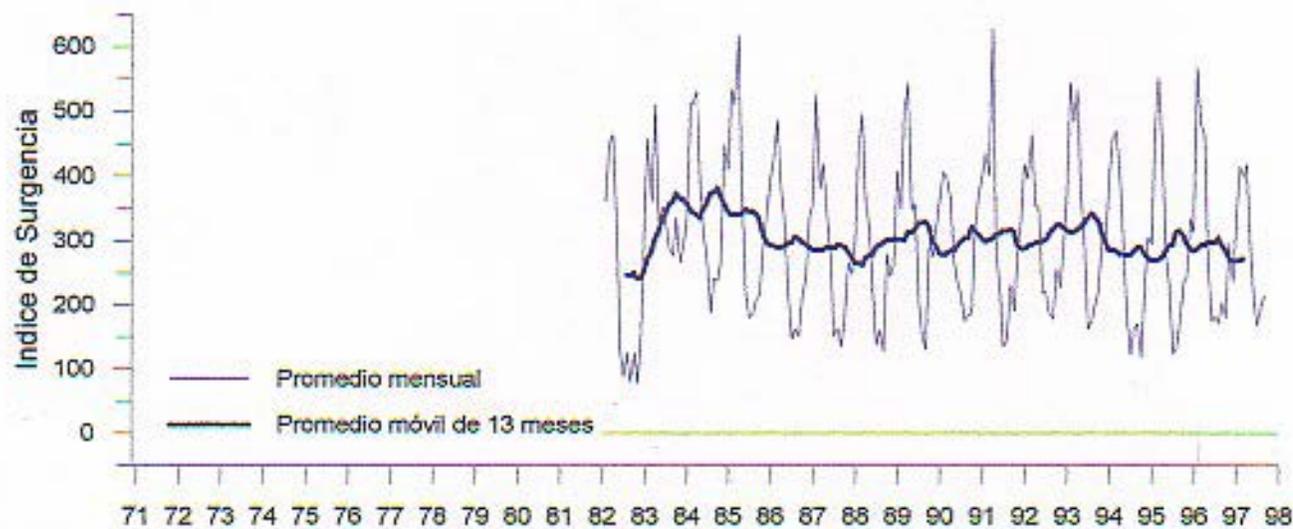
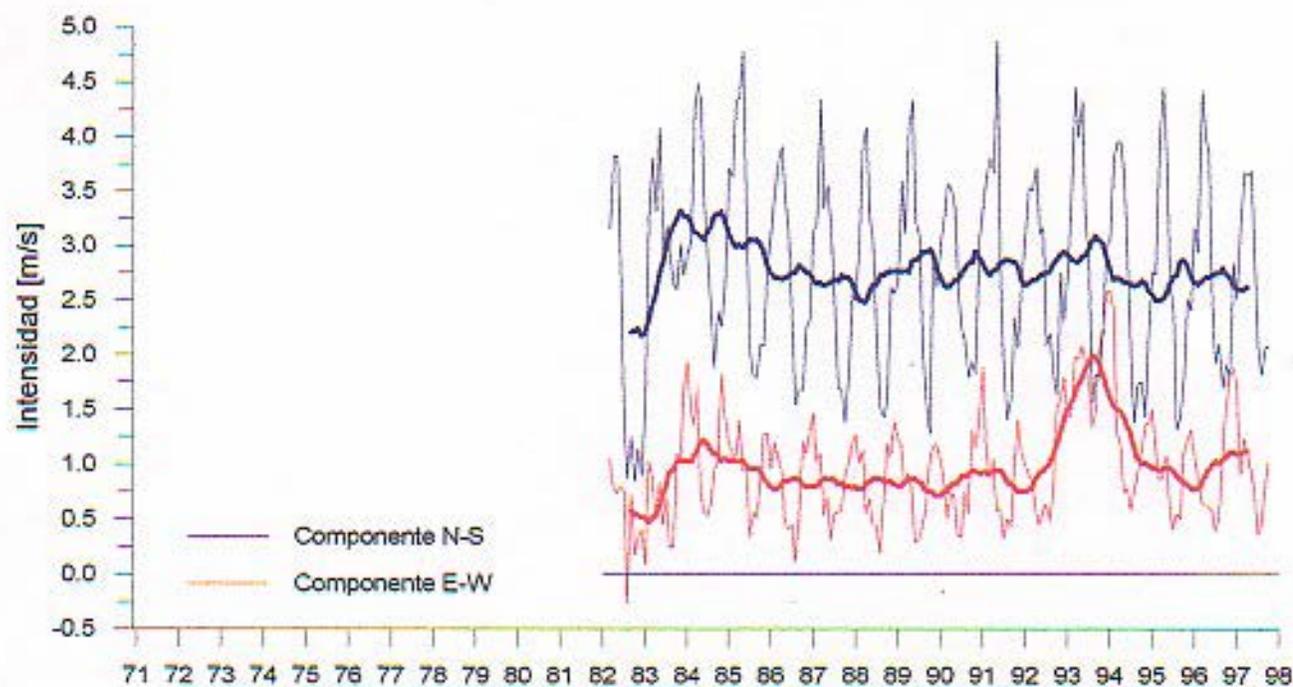


Figura 49. Promedio mensual de la componente U (Este-Oeste), V (Norte-Sur), Índice de Surgencia y Turbulencia del viento en Iquique. 1982 - 1997

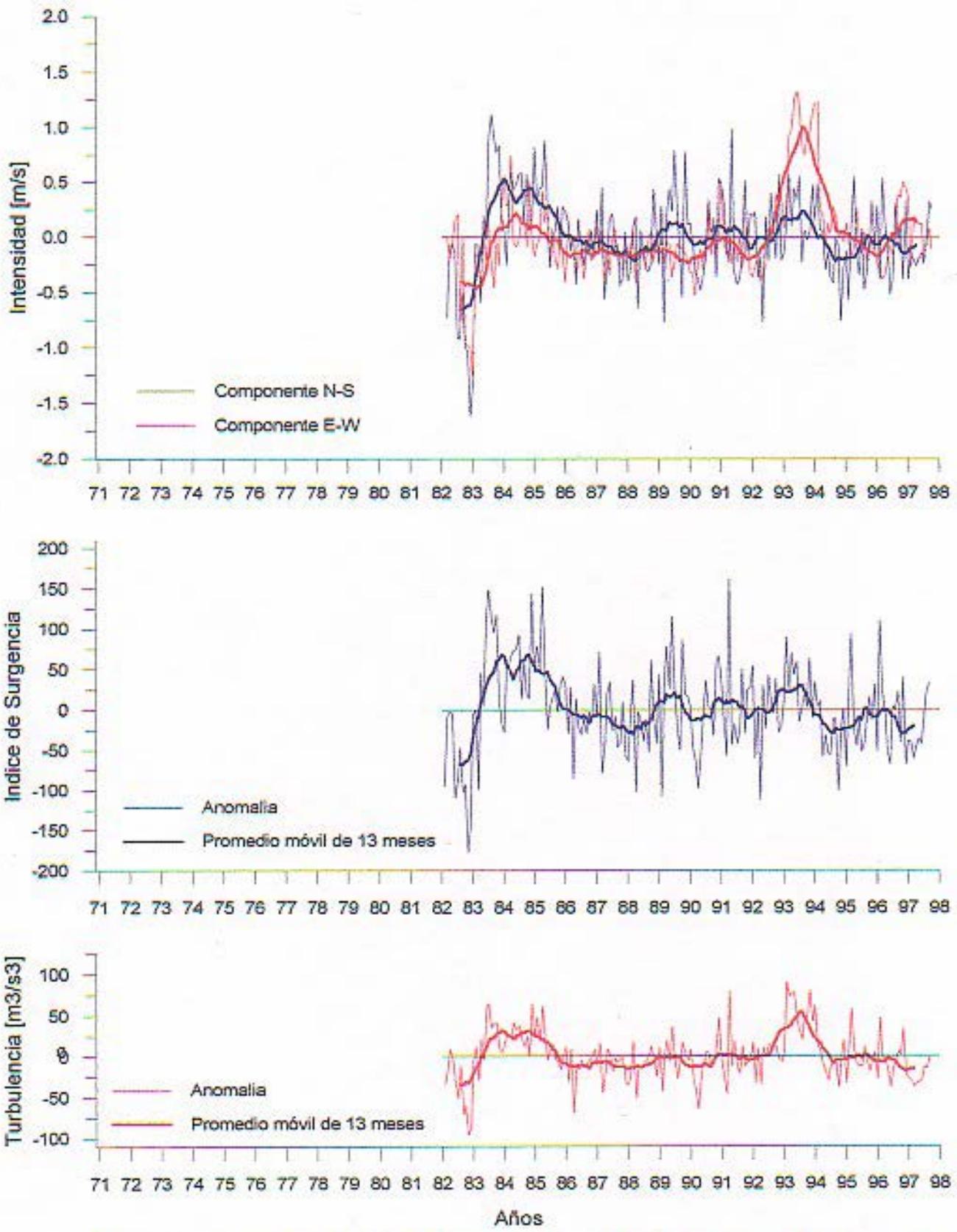


Figura 50. Anomalia mensual de la componente U (Este-Oeste), V (Norte-Sur), Índice de Surgencia y Turbulencia del viento promedio mensual en Iquique. 1982 - 1997

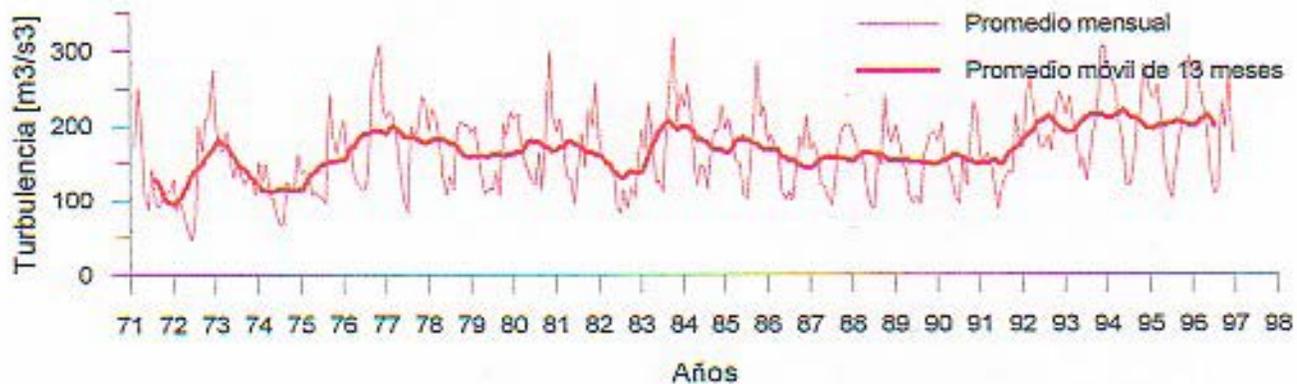
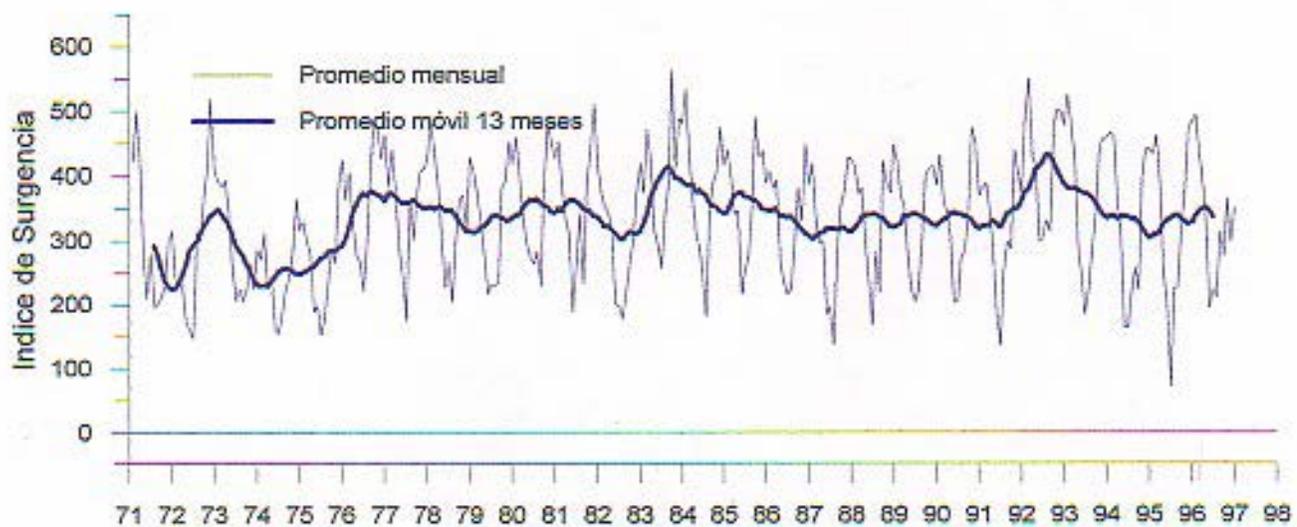
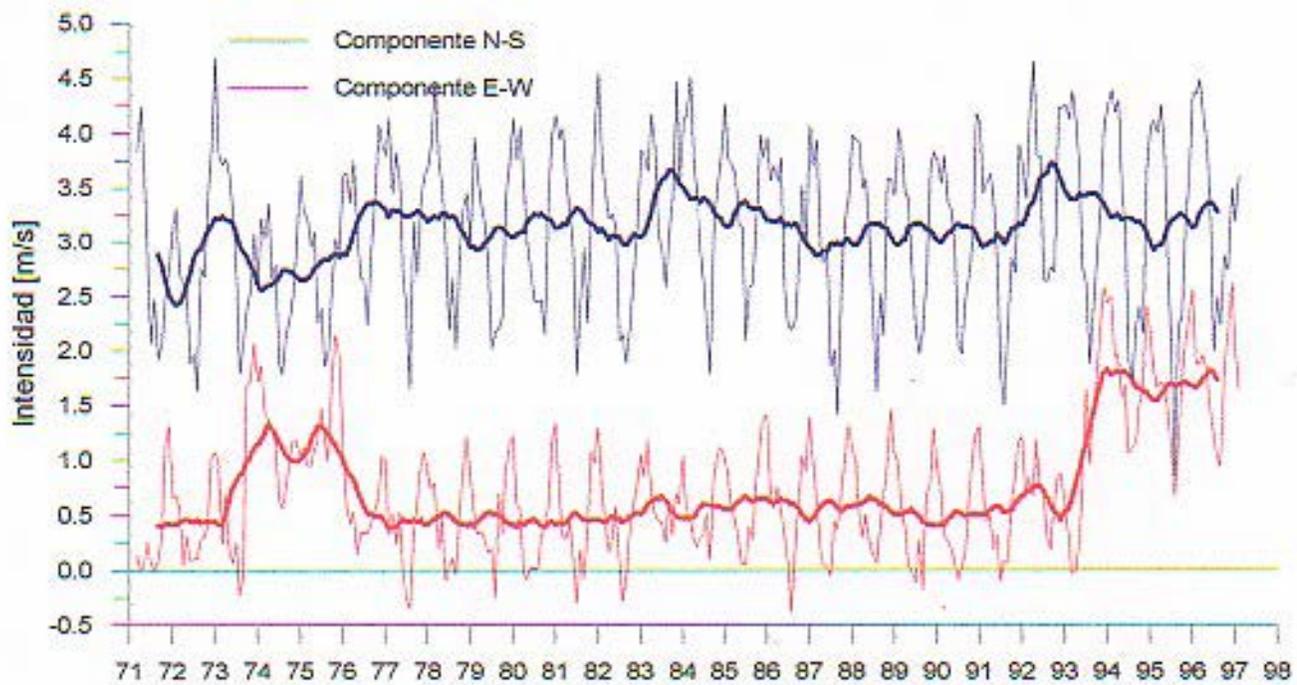


Figura 51. Promedio mensual de la componente U (Este-Oeste), V (Norte-Sur), Índice de Surgencia y Turbulencia del viento en Antofagasta, 1971 - 1997

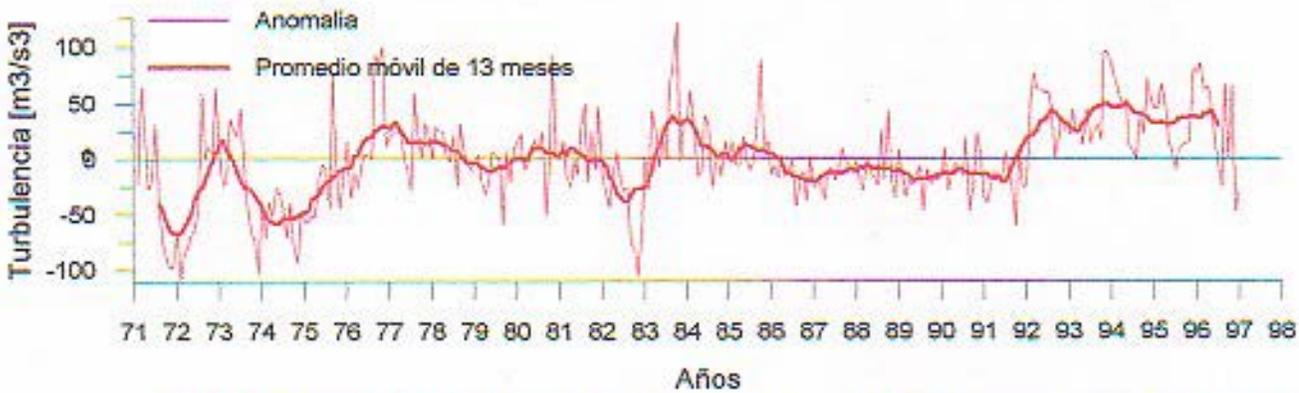
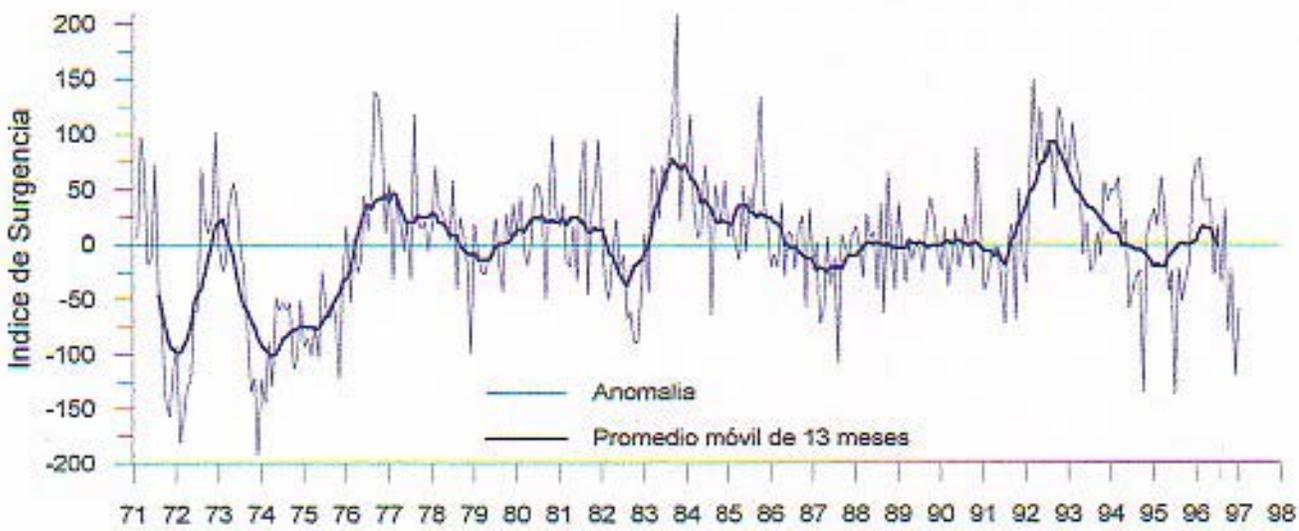
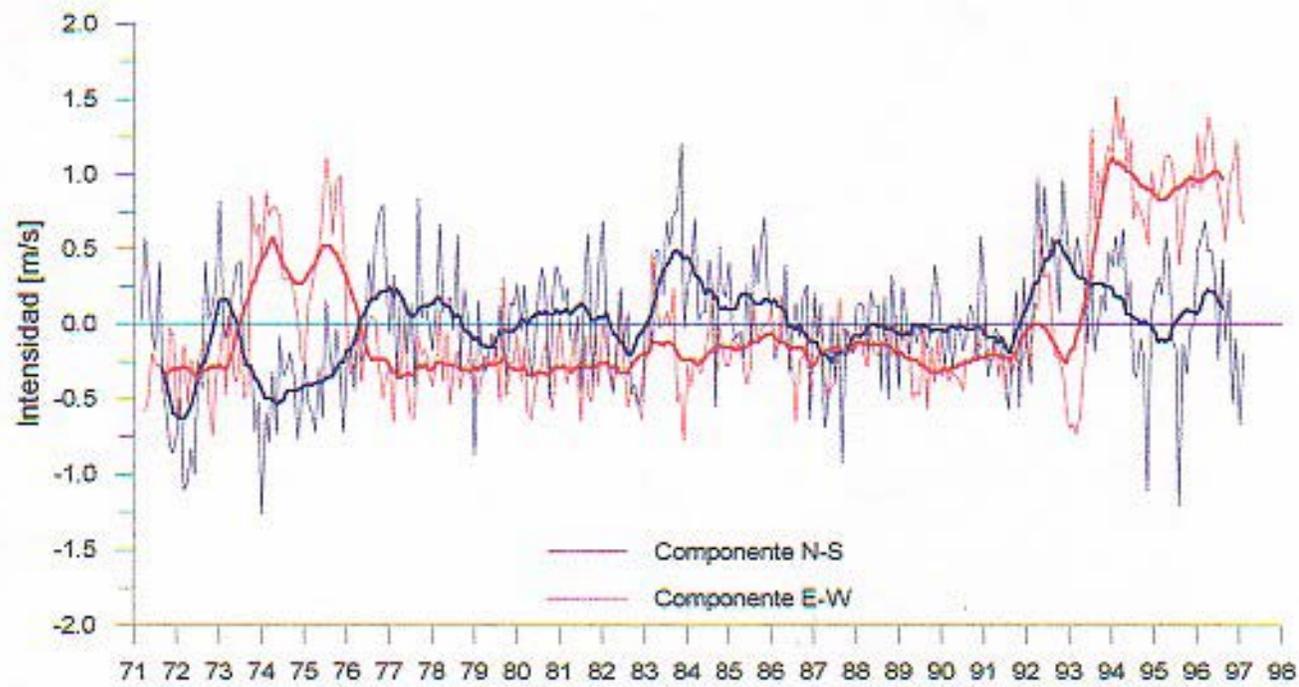


Figura 52. Anomalia mensual de la componente U (Este-Oeste), V (Norte-Sur), Índice de Surgencia y Turbulencia del viento promedio mensual en Antofagasta. 1971 - 1997

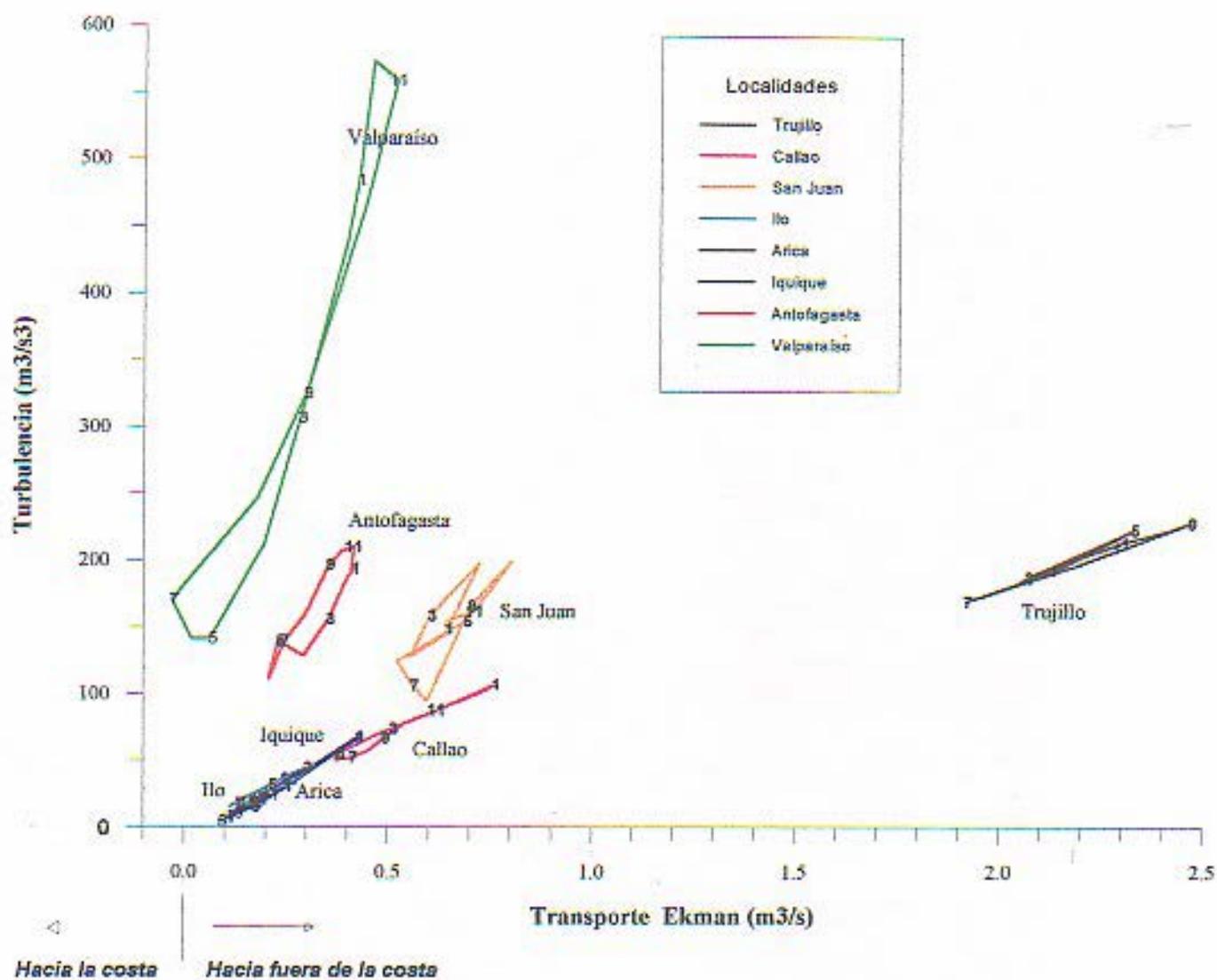


Figura 53. Ciclo estacional de turbulencia y surgencia. Periodos y/o áreas con baja turbulencia y transporte hacia fuera de la costa se pueden asumir como apropiados para la sobrevivencia de las larvas. (Callao y Trujillo, con datos de Mendo *et. al.* 1987).

1997

Enero

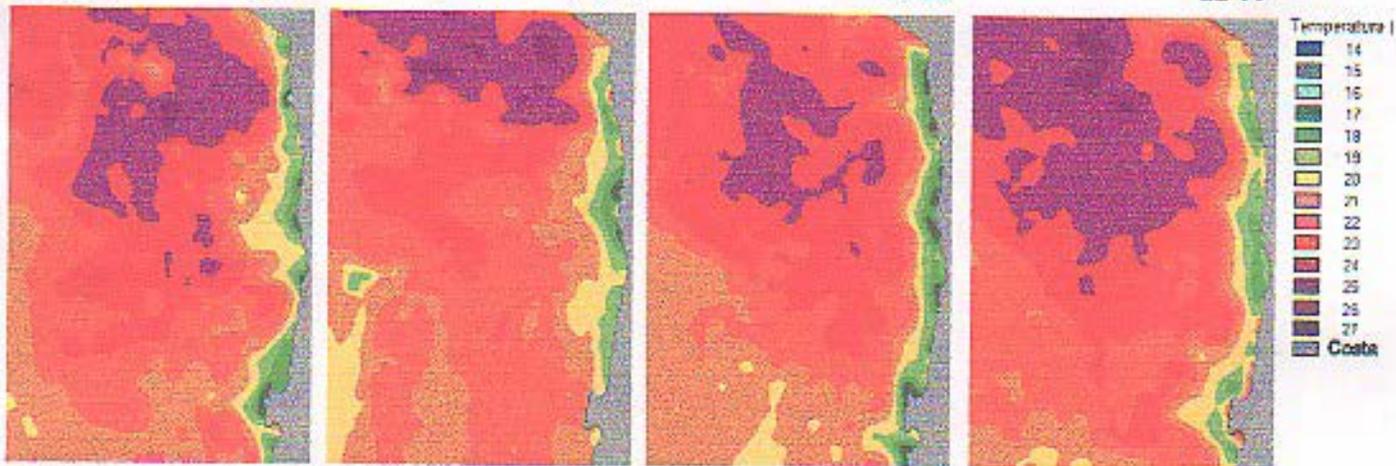
01-07

días

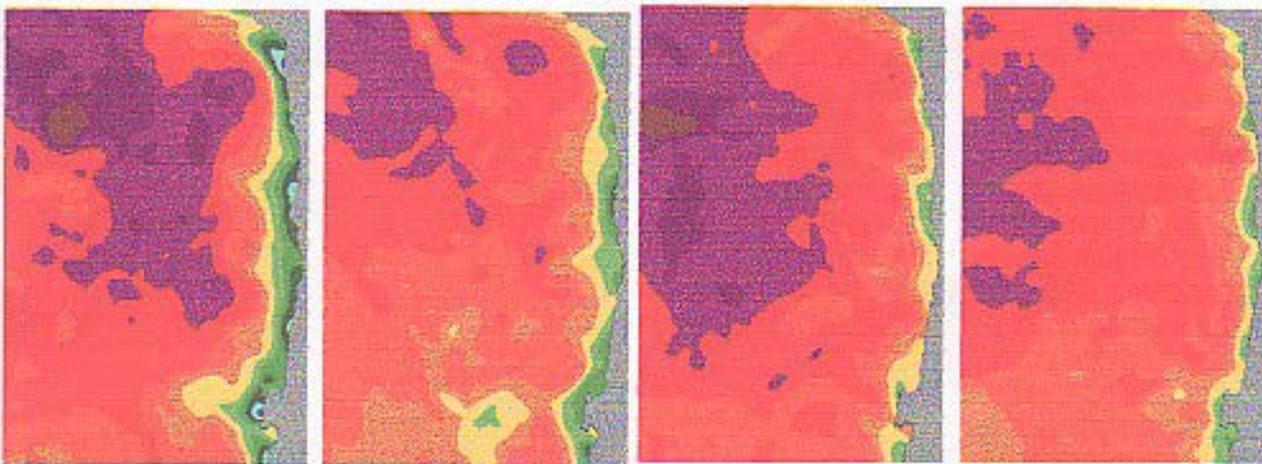
08-14

15-22

22-30



Febrero



Marzo

Cubierto

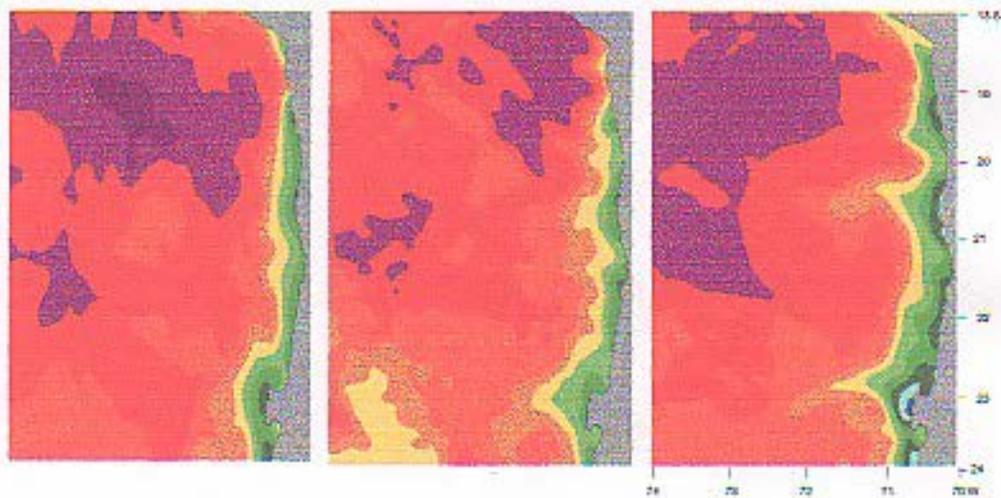


Figura 54.- Imágenes semanales de Temperatura Superficial del Mar. Enero, febrero y marzo de 1997.

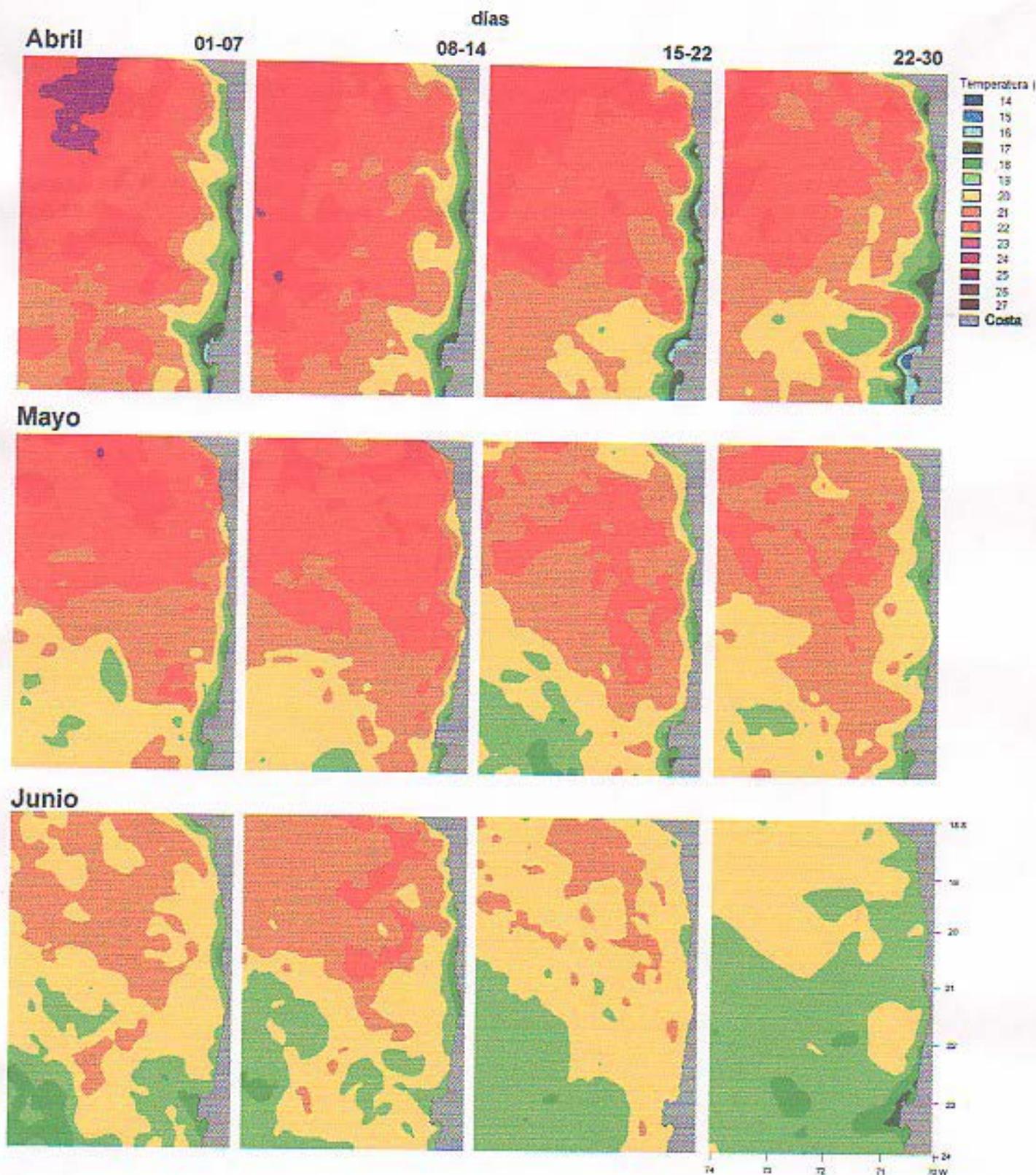


Figura 55.- Imágenes semanales de Temperatura Superficial del Mar. Abril, mayo y junio de 1997.

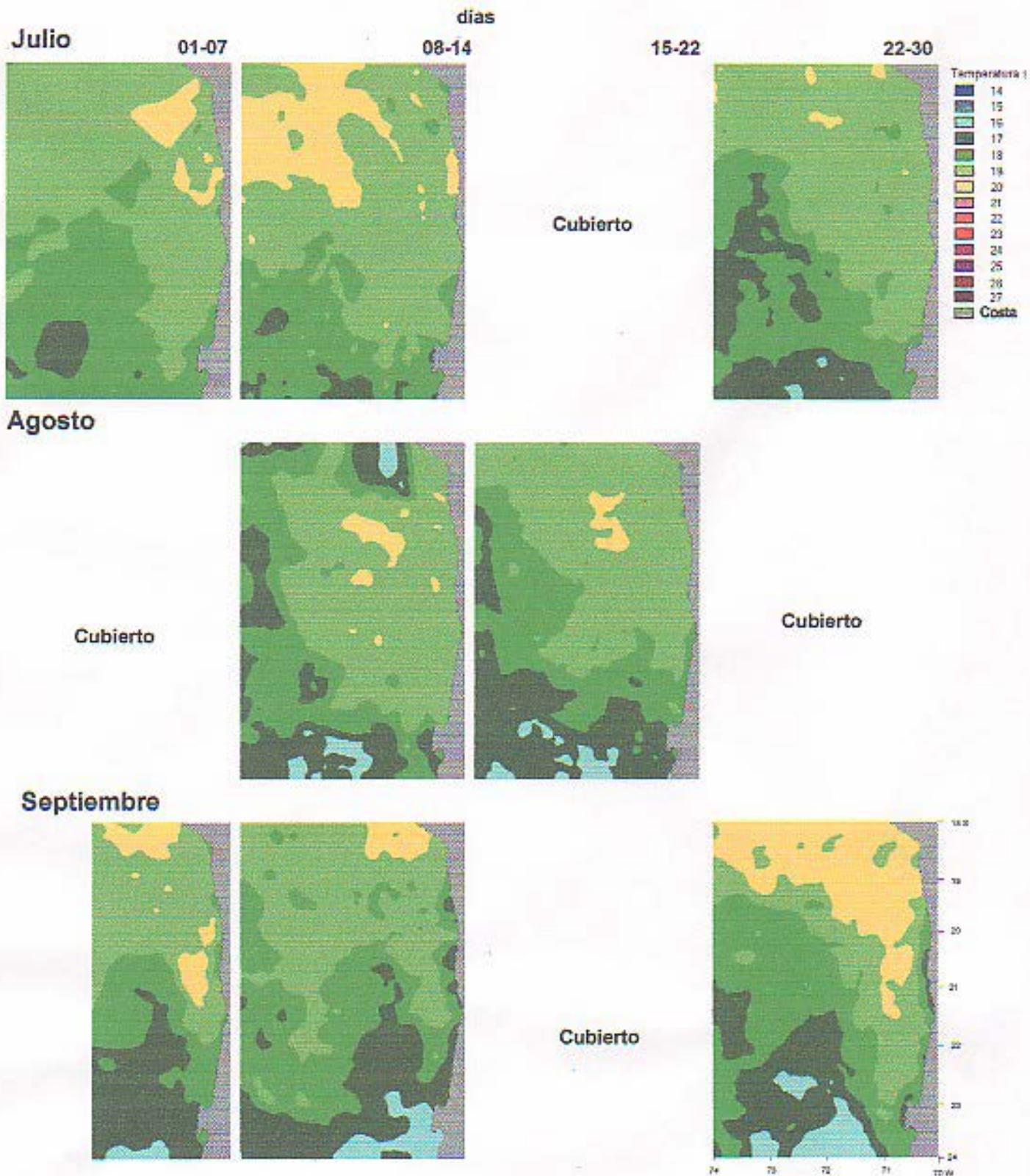


Figura 56.- Imágenes semanales de Temperatura Superficial del Mar. Julio, agosto y septiembre de 1997.

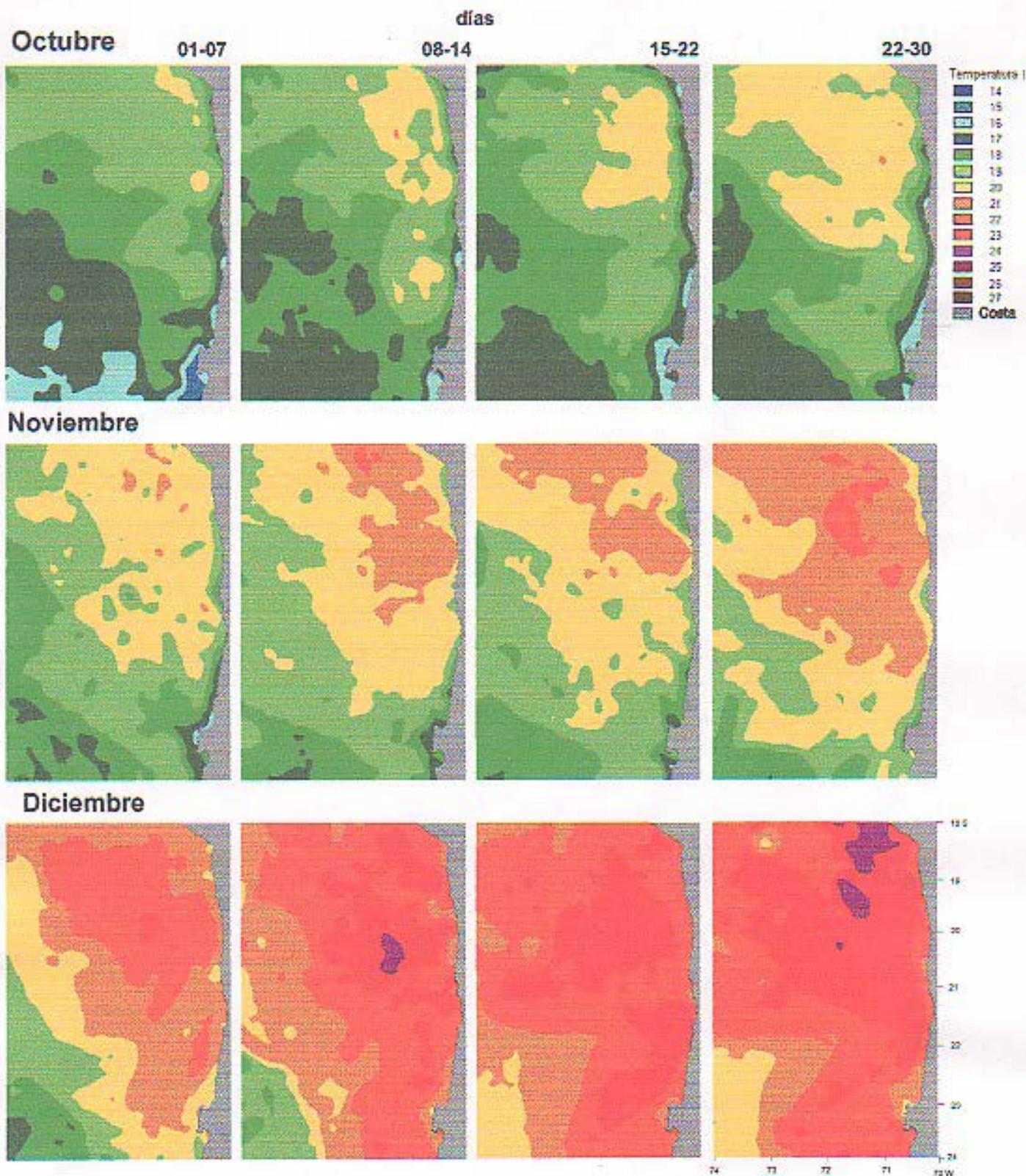


Figura 57.- Imágenes semanales de Temperatura Superficial del Mar. Octubre, Noviembre y Diciembre de 1997.

1997

Enero



Febrero



Marzo



Abril



Mayo



Junio



Julio



Agosto



Septiembre



Octubre



Noviembre



Diciembre



74°W 73 72 71 70

Figura 58.- Imágenes mensuales de gradiente de temperatura superficial del mar. Año 1997.

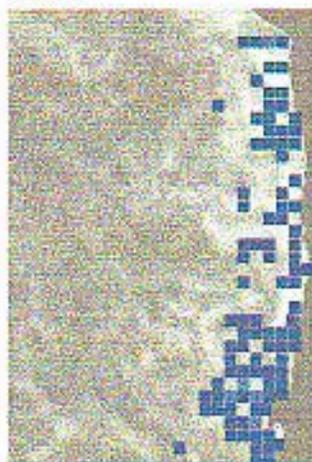
1996

Enero

Febrero

Marzo

Abril



Captura

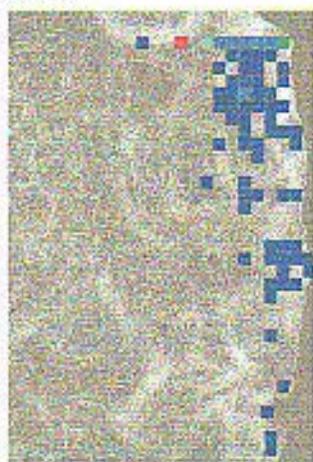
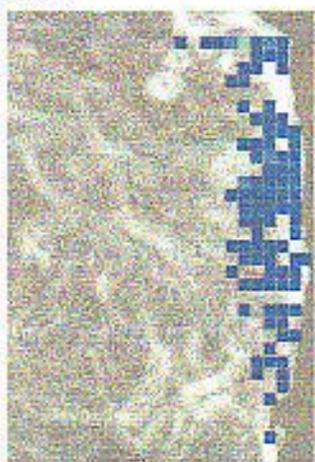
0.1-2500
2500-5000
5000-7500
7500-10000
10000-12500
12500-15000
>15000

Mayo

Junio

Julio

Agosto



Septiembre

Octubre

Noviembre

Diciembre



18°S
19
20
21
22
23
74 73 72 71 70W

Figura 59.- Imágenes mensuales de gradiente de temperatura superficial del mar y captura de anchoveta. Año 1996

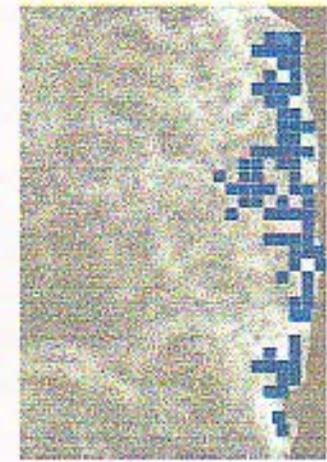
1996

Enero

Febrero

Marzo

Abril



Esfuerzo

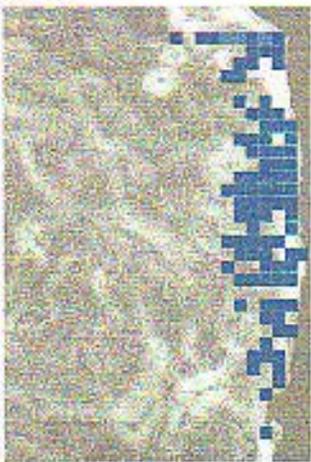
0.1-50
50-100
100-150
150-200
200-250
250-300
>300

Mayo

Junio

Julio

Agosto



Septiembre

Octubre

Noviembre

Diciembre

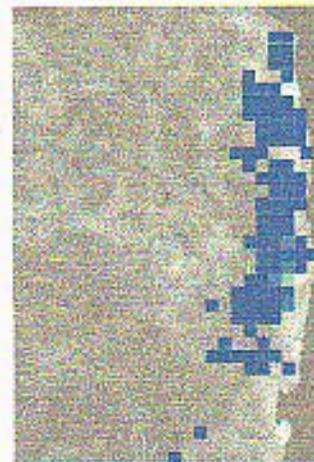
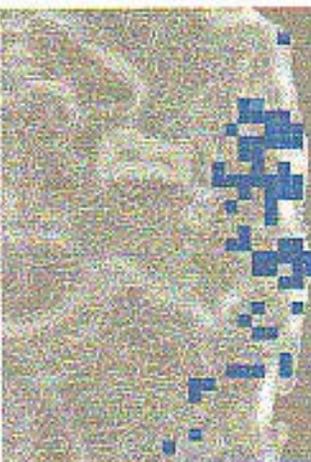


Figura 60.- Imágenes mensuales de gradiente de temperatura superficial del mar y esfuerzo estandarizado de anchoveta. Año 1996.

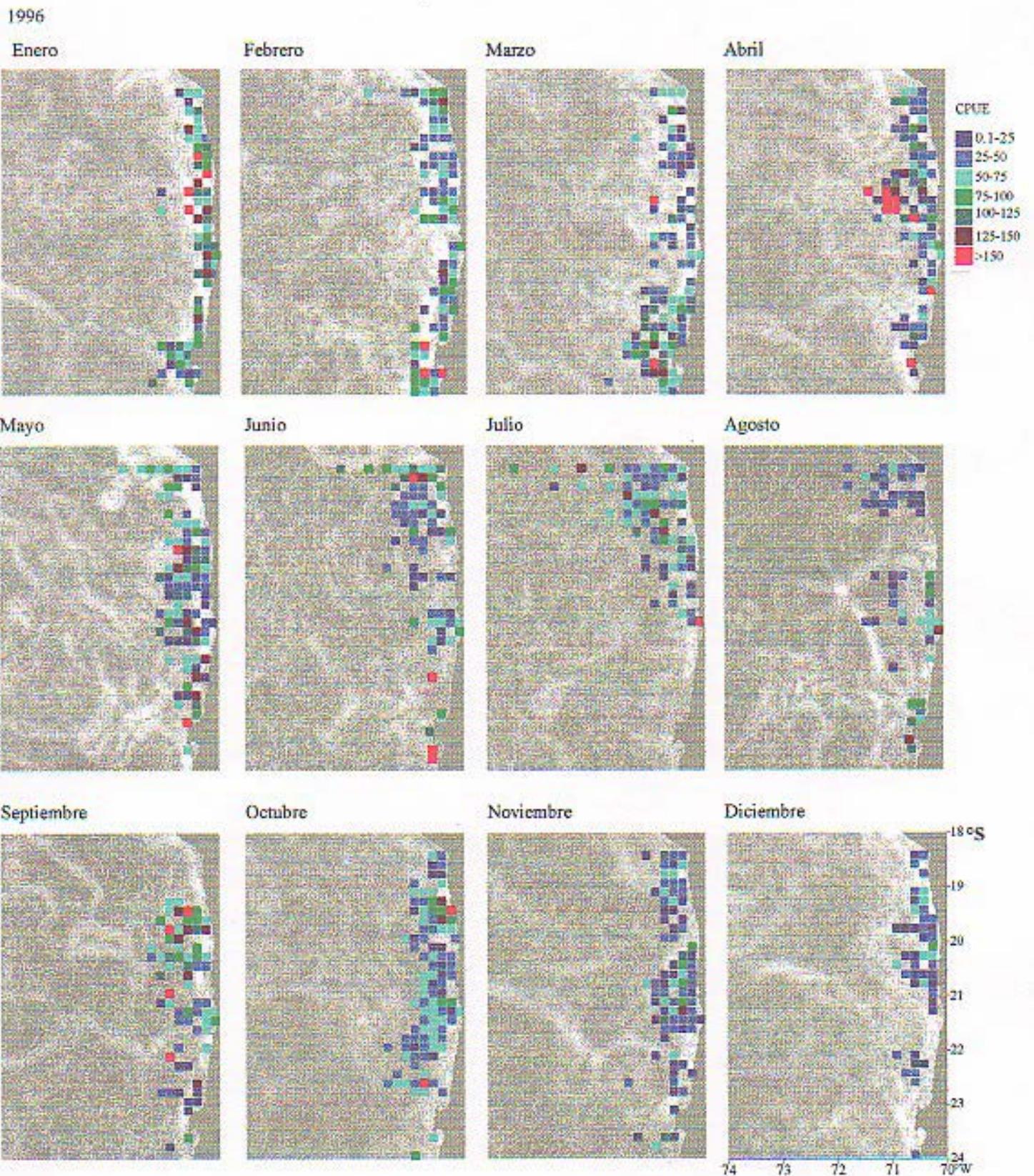


Figura 61.- Imágenes mensuales de gradiente de temperatura superficial del mar y CPUE de anchoveta. Año 1996.

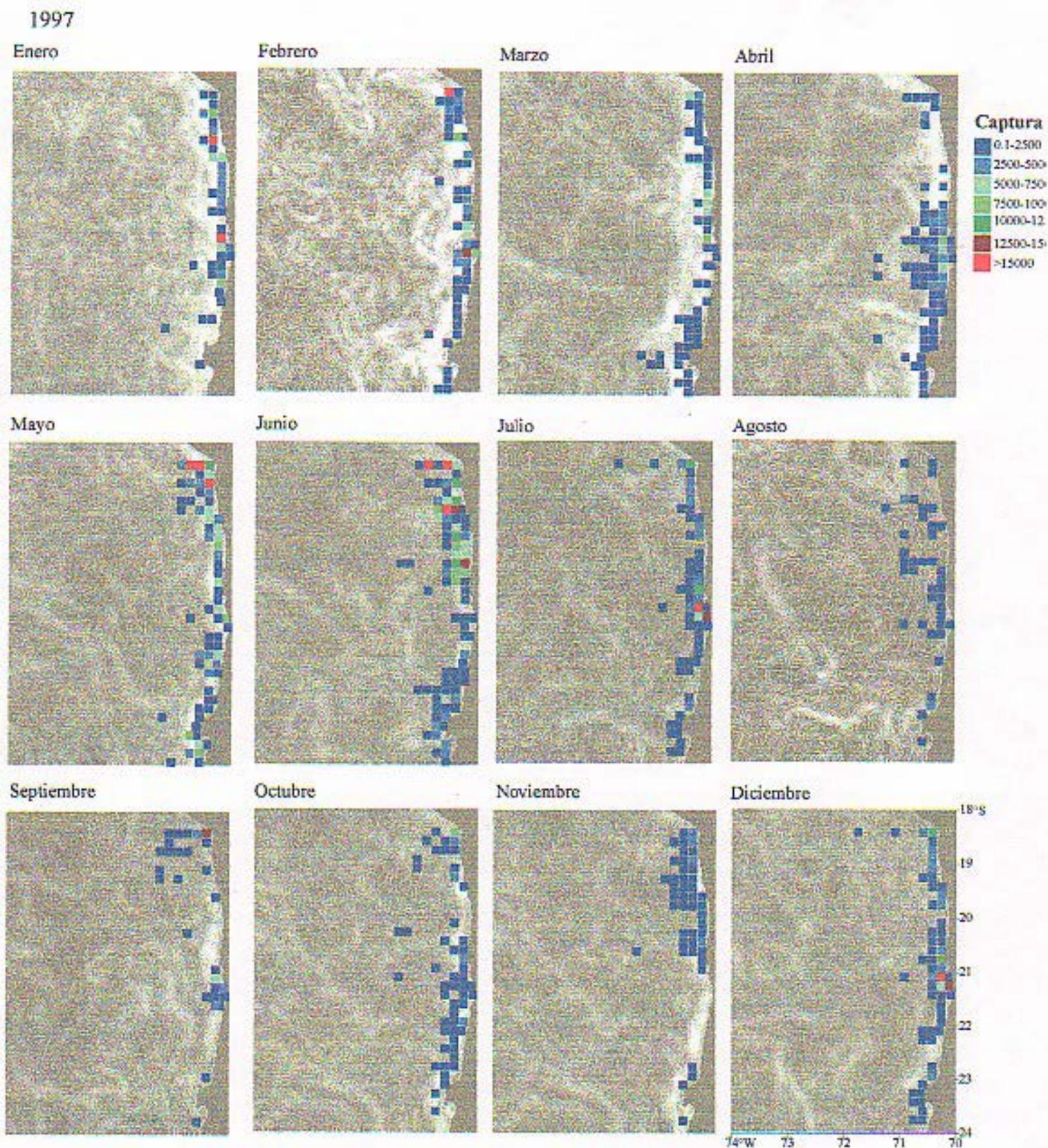


Figura 62.- Imágenes mensuales de gradiente de temperatura superficial del mar y captura de anchoveta. Año 1997.

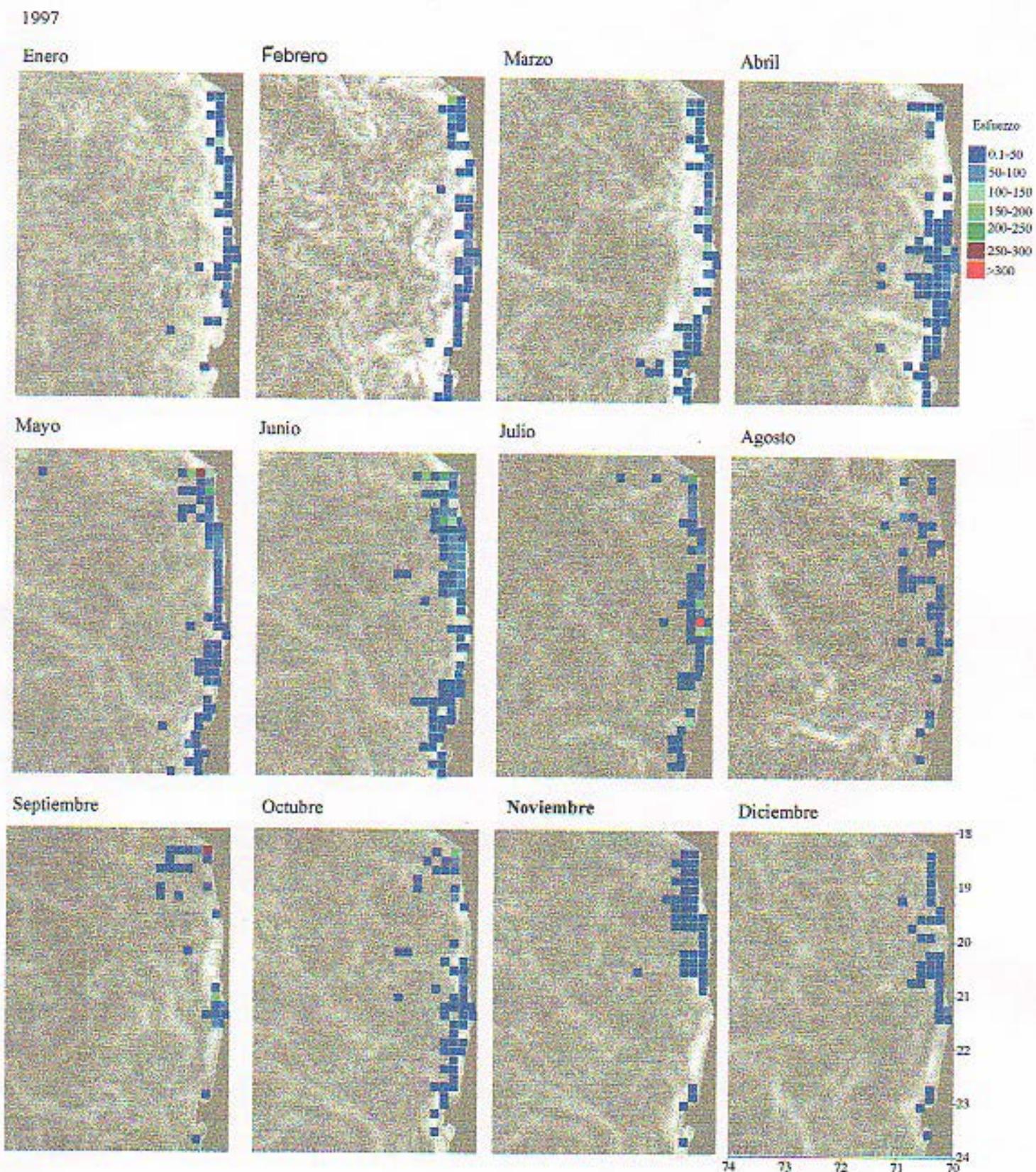


Figura 63.- Imágenes mensuales de gradiente de temperatura superficial del mar y esfuerzo estandarizado de anchoveta. Año 1997

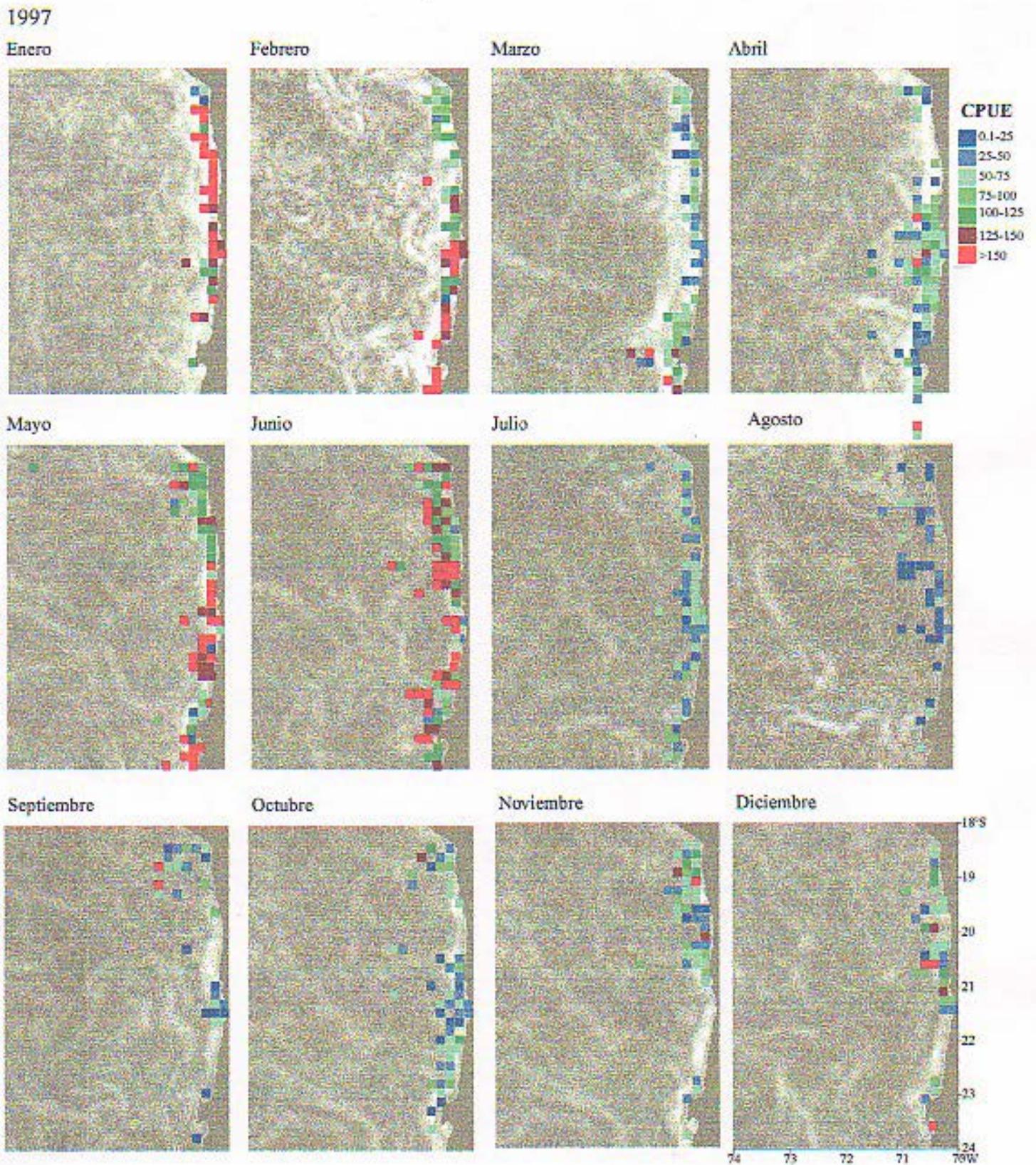


Figura 64.- Imágenes mensuales de gradiente de temperatura superficial del mar y CPUE de anchoveta. Enero - Diciembre 1997.

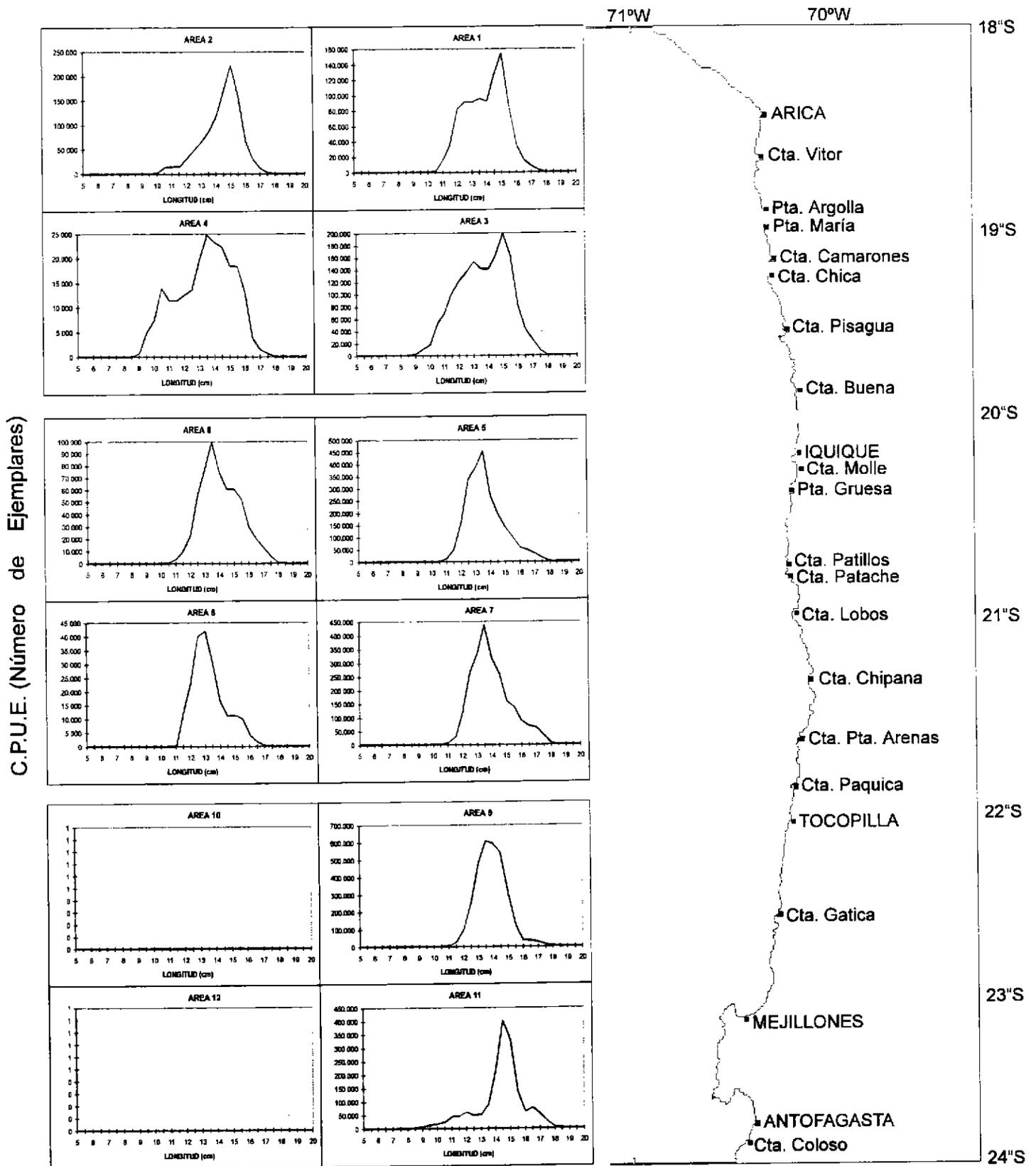


Figura 65. Distribución espacial de la c.p.u.e. de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a enero de 1996.

C.P.U.E. (Número de Ejemplares)

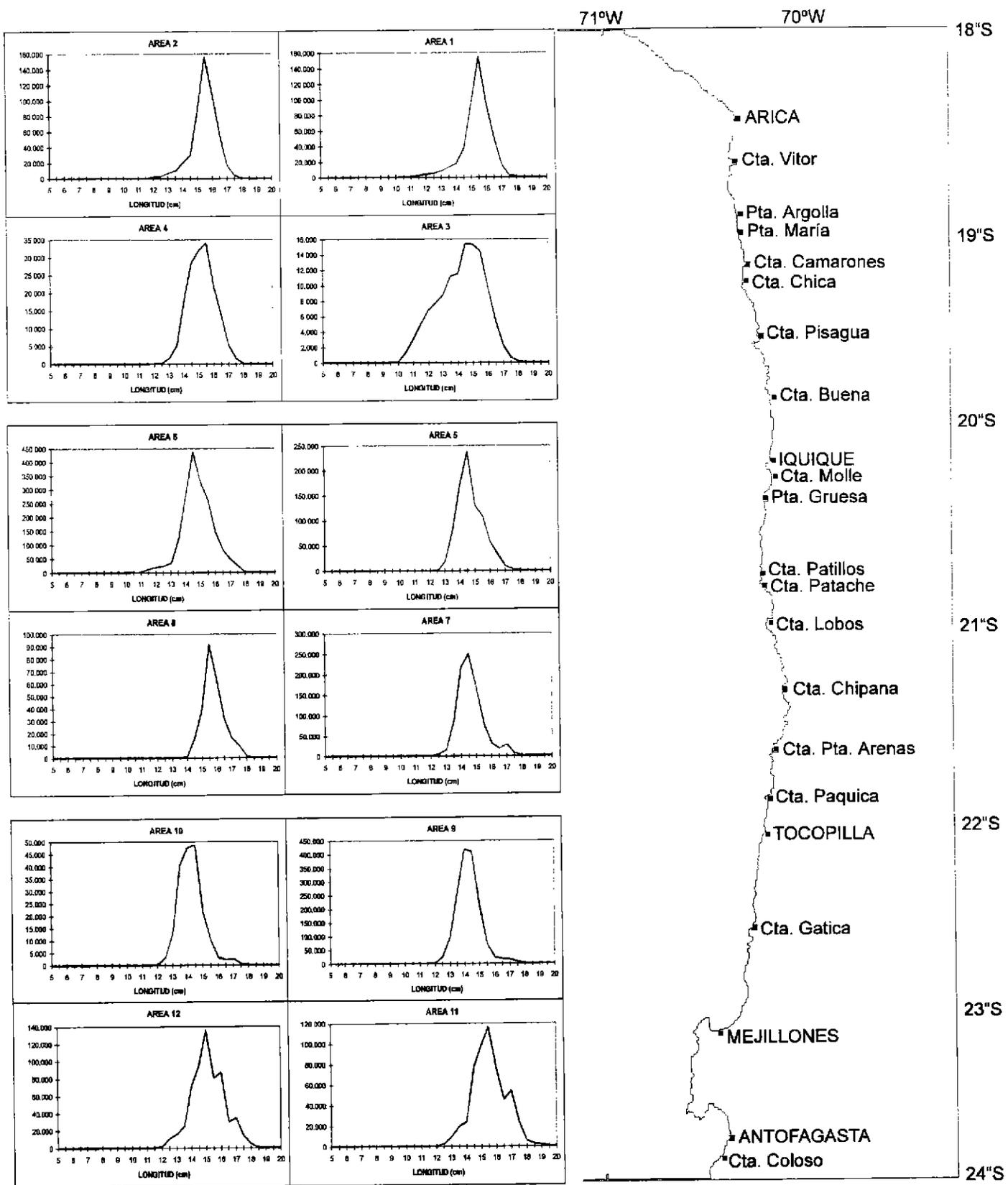


Figura 66. Distribución espacial de la c.p.u.e. de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a febrero de 1996.

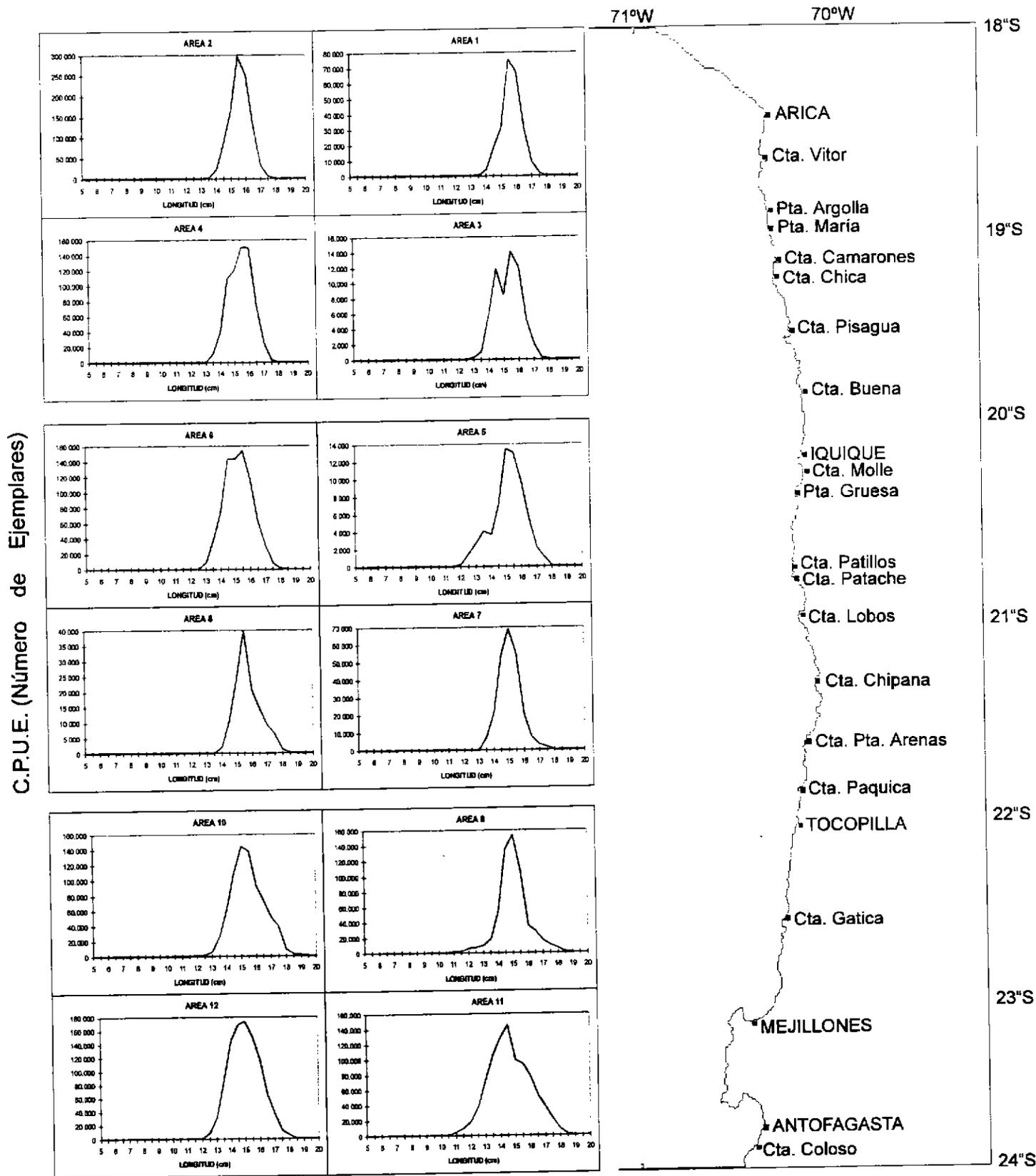


Figura 67. Distribución espacial de la c.p.u.e. de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a marzo de 1996.

C.P.U.E. (Número de Ejemplares)

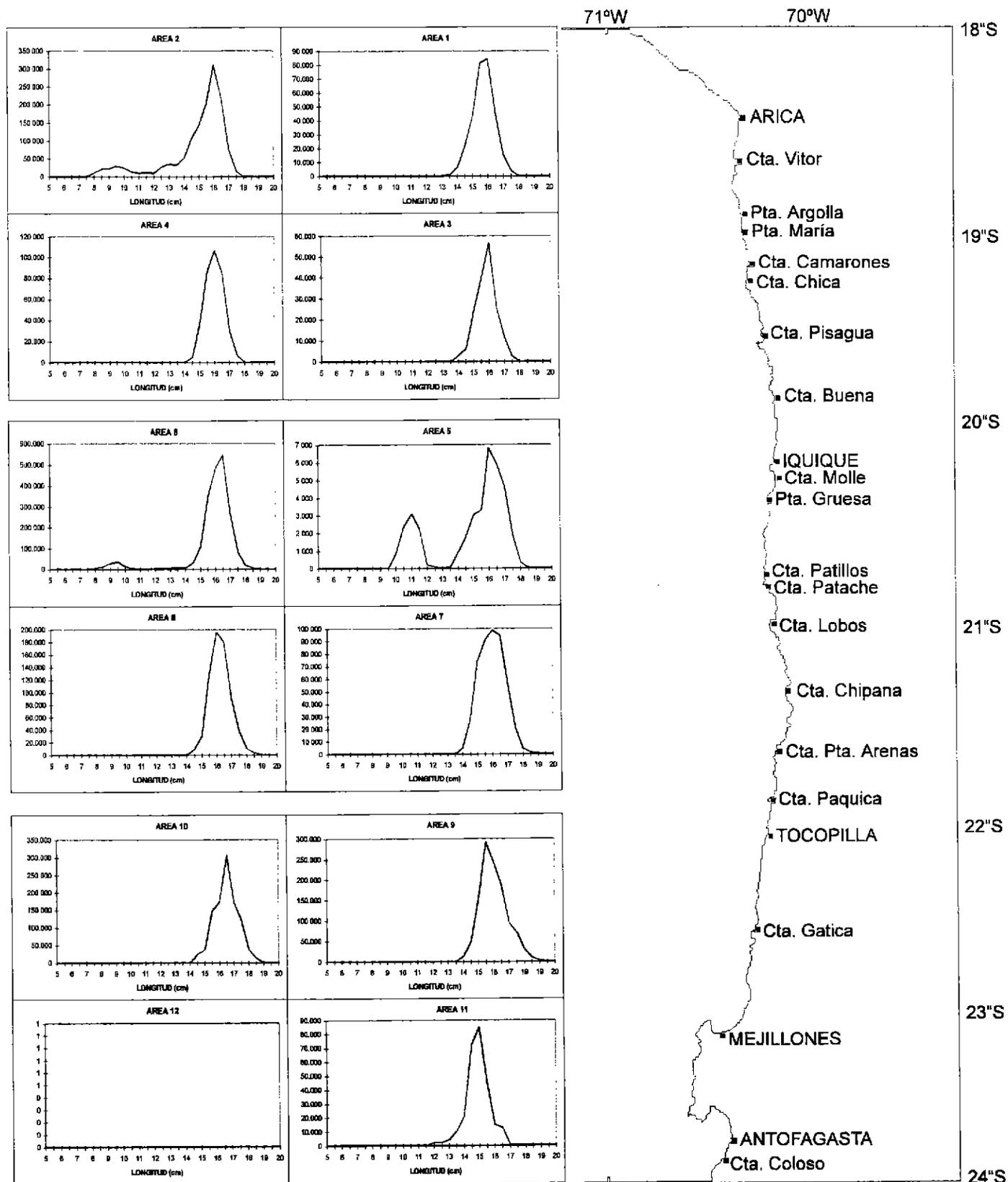


Figura 68. Distribución espacial de la c.p.u.e. de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a abril de 1996.

C.P.U.E. (Número de Ejemplares)

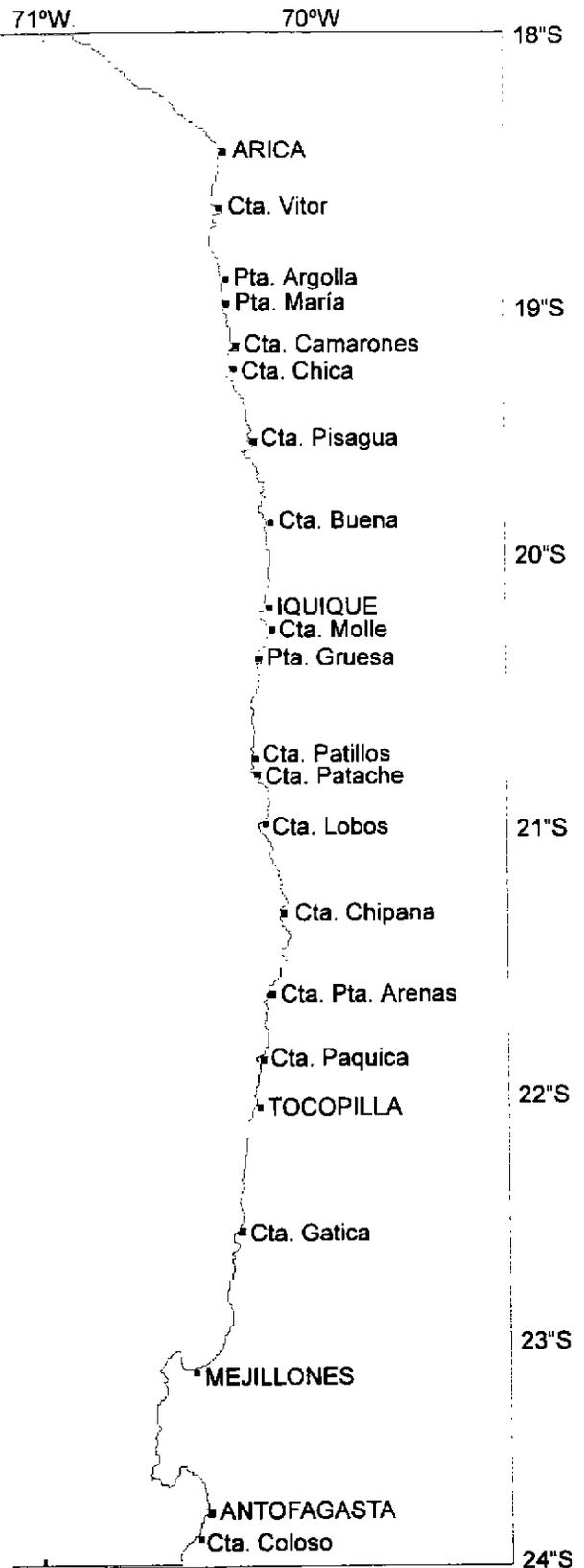
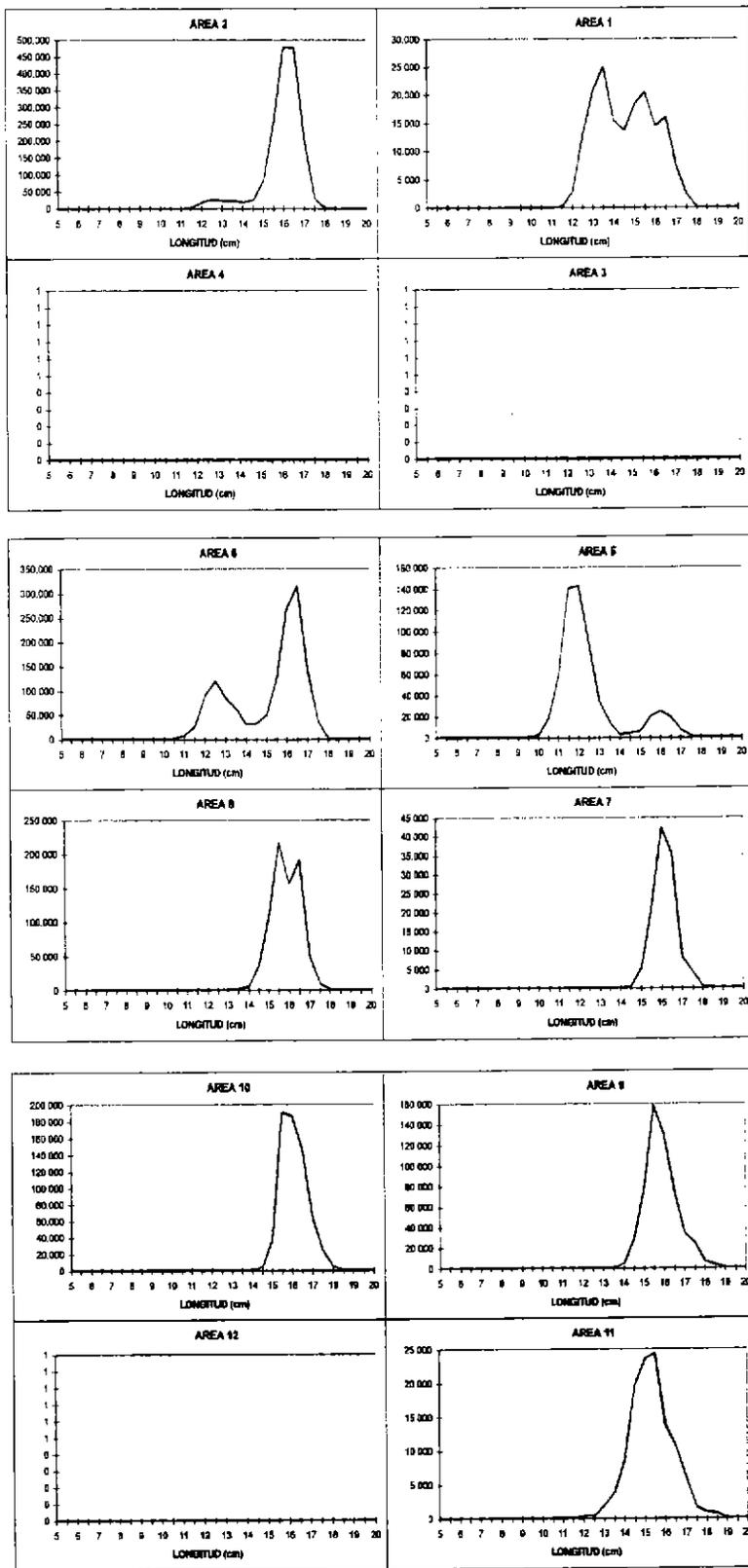


Figura 69. Distribución espacial de la c.p.u.e. de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a mayo de 1996.

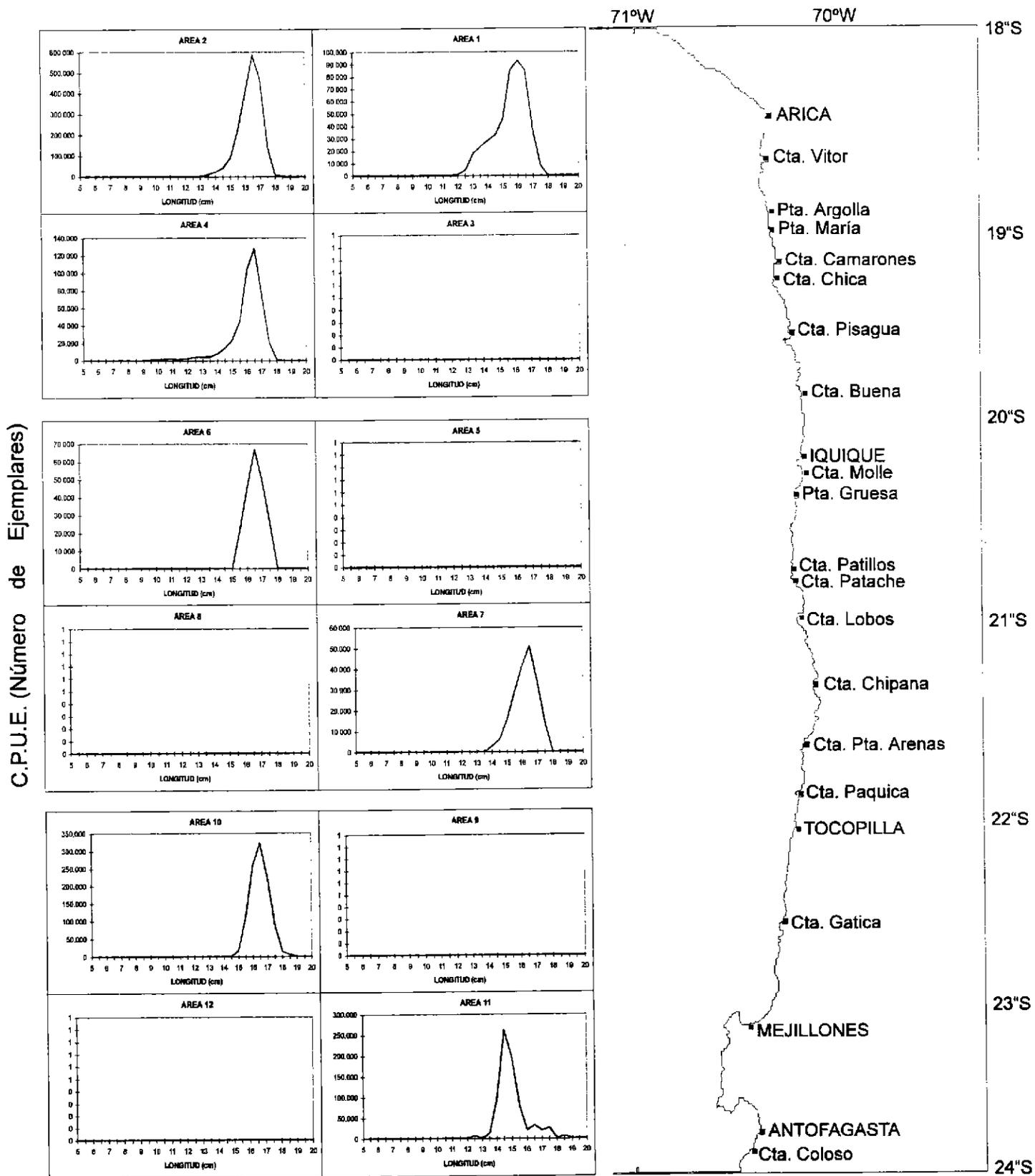


Figura 70. Distribución espacial de la c.p.u.e. de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a junio de 1996.

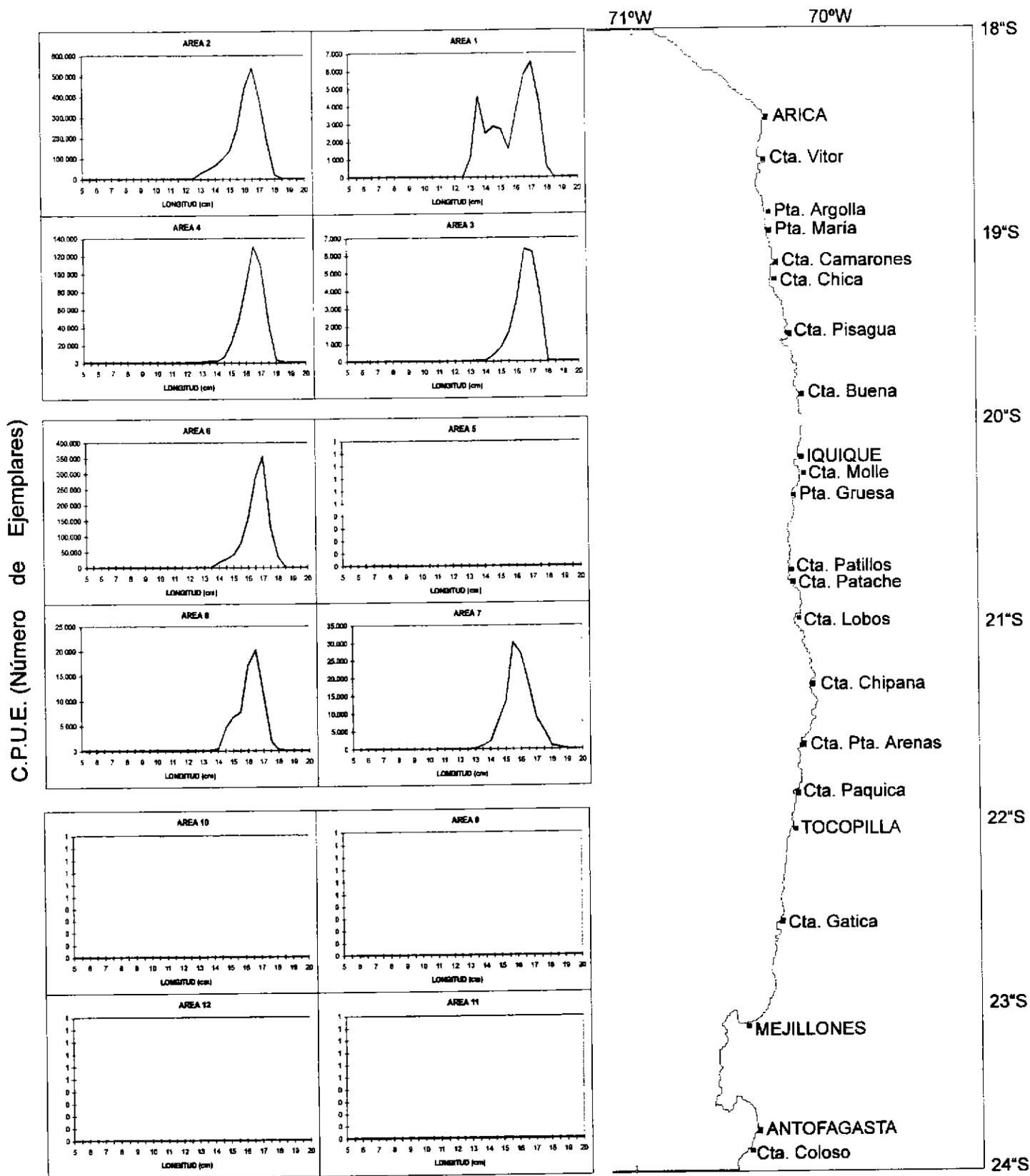


Figura 71. Distribución espacial de la c.p.u.e. de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a julio de 1996.

C.P.U.E. (Número de Ejemplares)

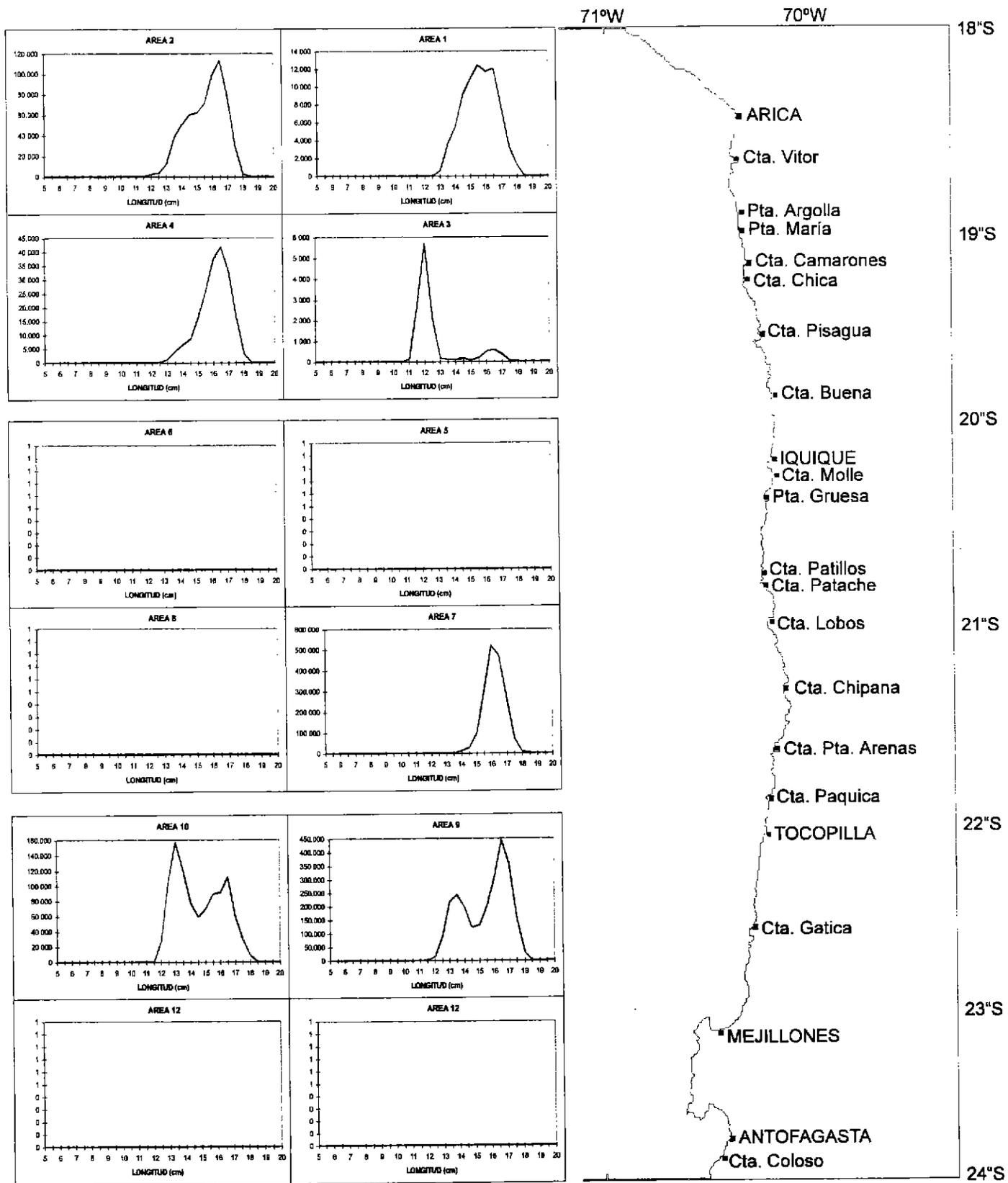


Figura 72. Distribución espacial de la c.p.u.e. de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a agosto de 1996.

C.P.U.E. (Número de Ejemplares)

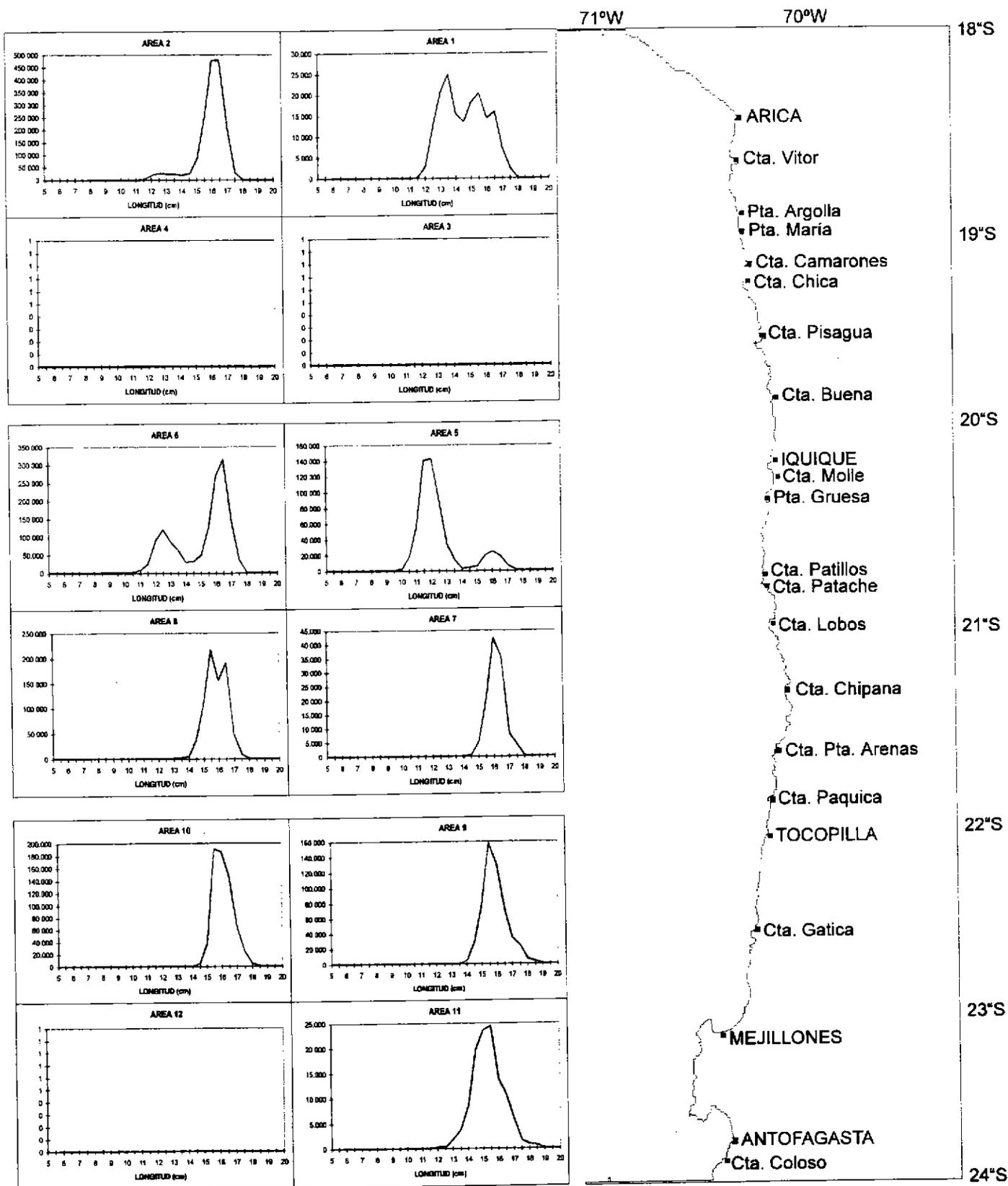


Figura 73. Distribución espacial de la c.p.u.e. de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a septiembre de 1996.

C.P.U.E. (Número de Ejemplares)

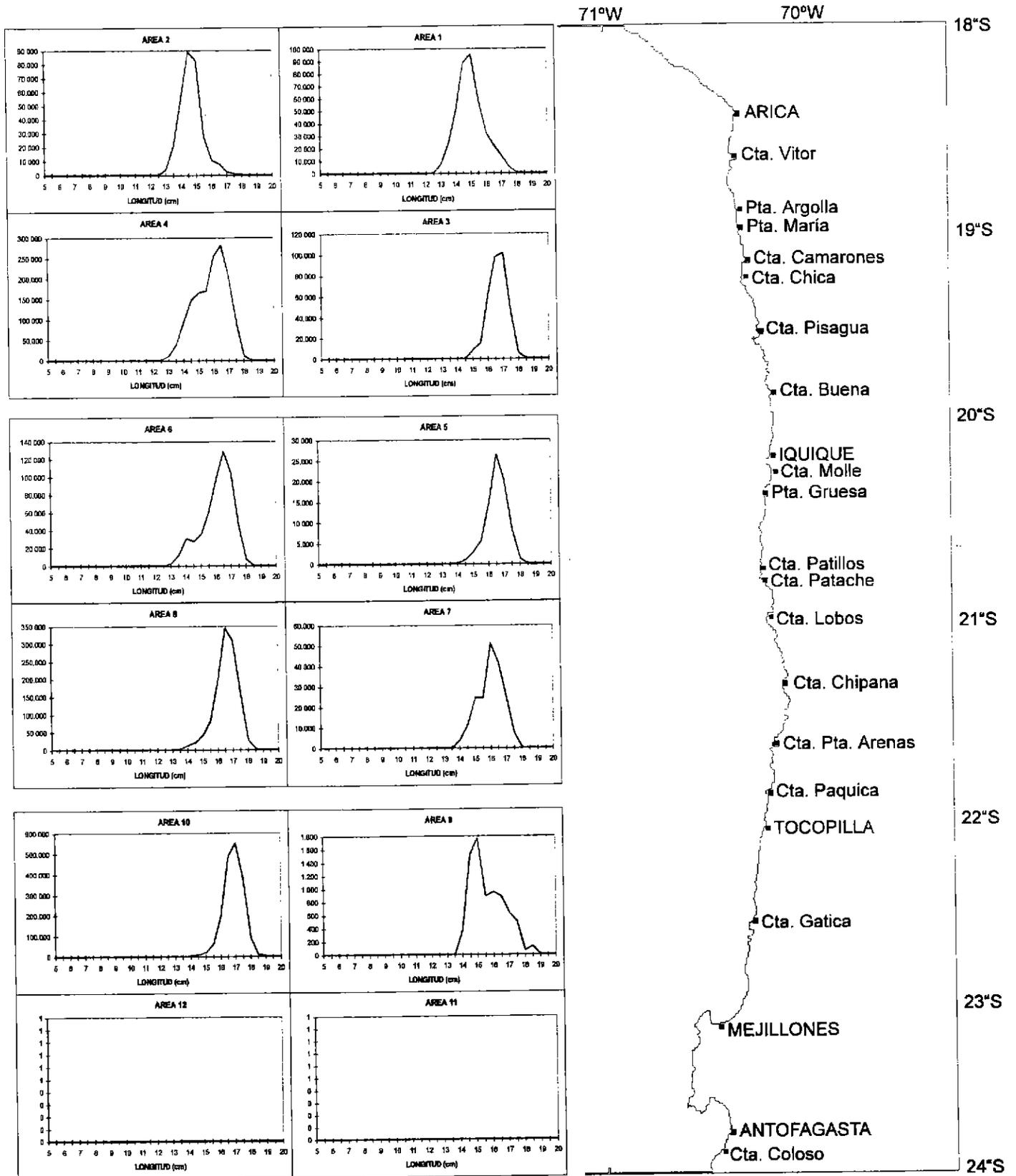


Figura 74. Distribución espacial de la c.p.u.e. de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a octubre de 1996.

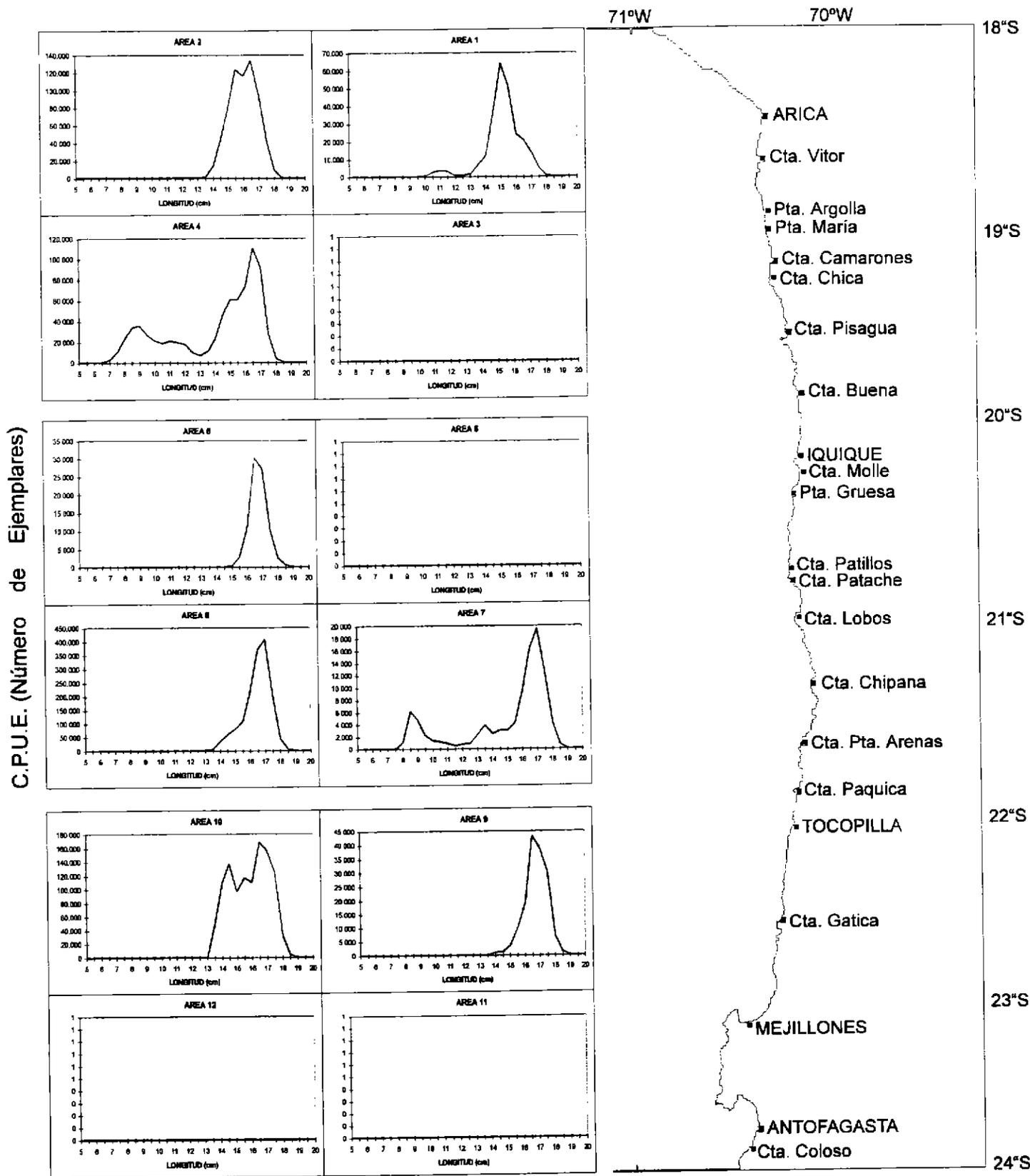


Figura 75. Distribución espacial de la c.p.u.e. de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a noviembre de 1996.

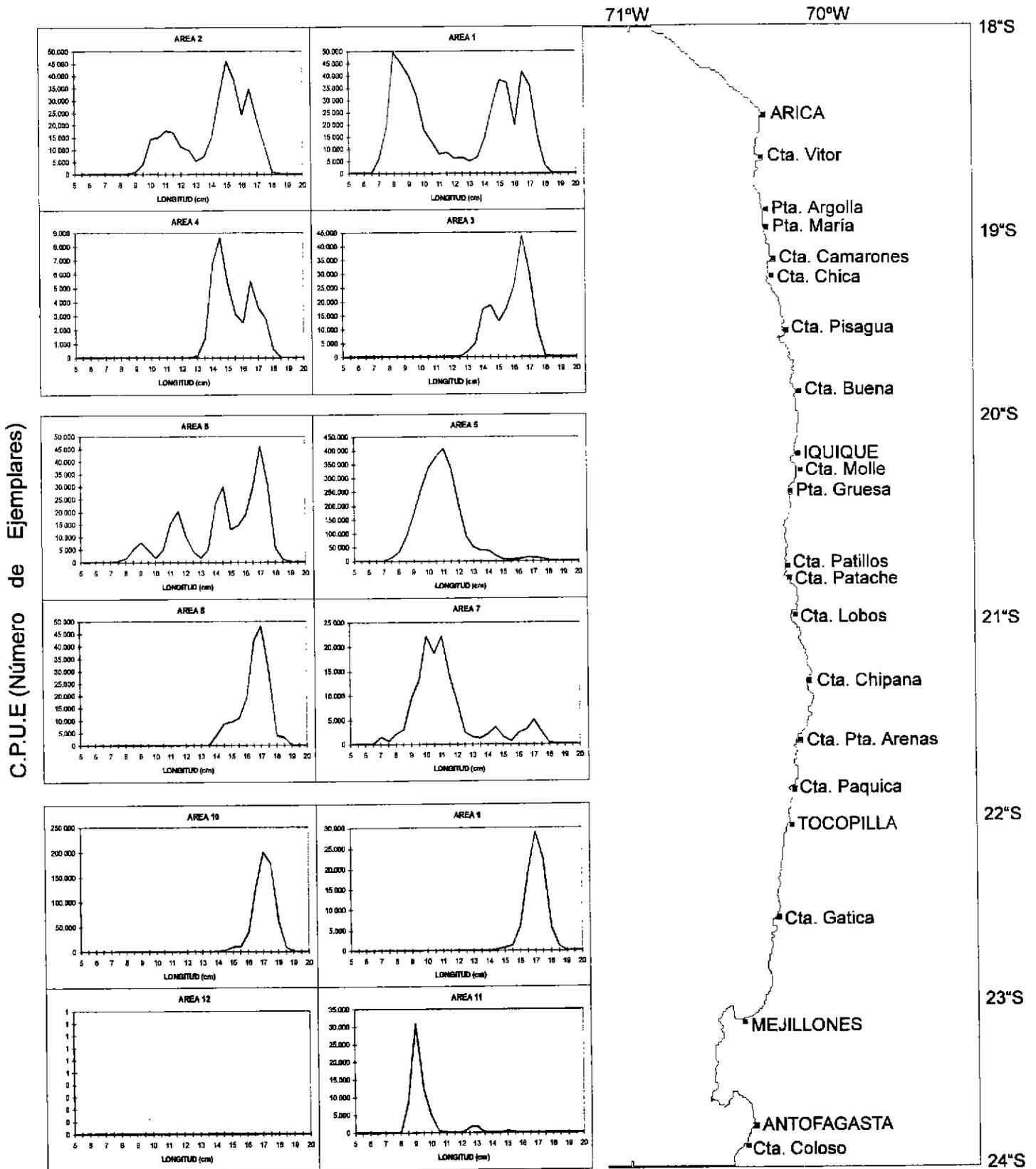


Figura 76. Distribución espacial de la c.p.u.e. de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a diciembre de 1996.

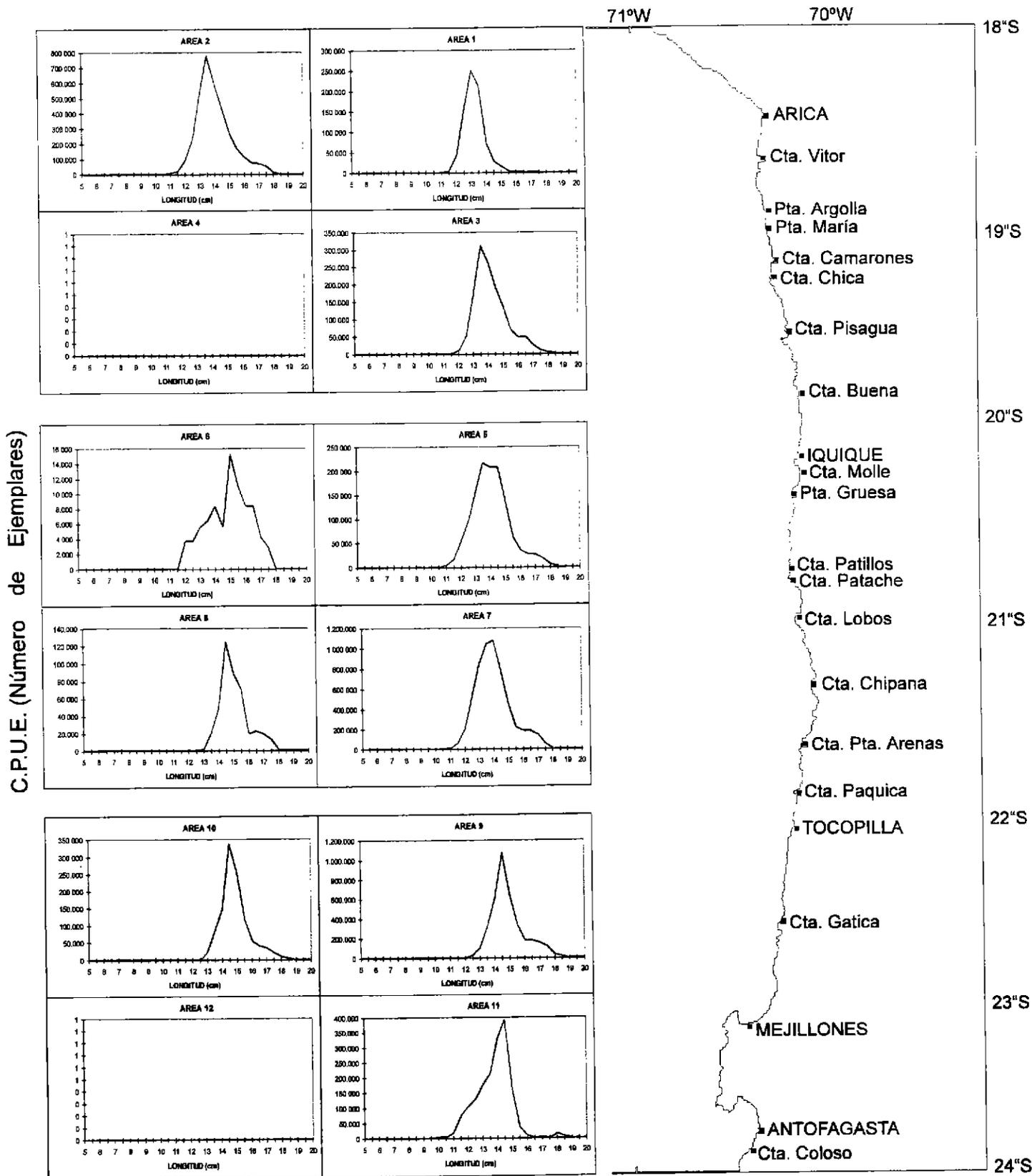


Figura 78. Distribución espacial de la c.p.u.e. de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a febrero de 1997.

C.P.U.E. (Número de Ejemplares)

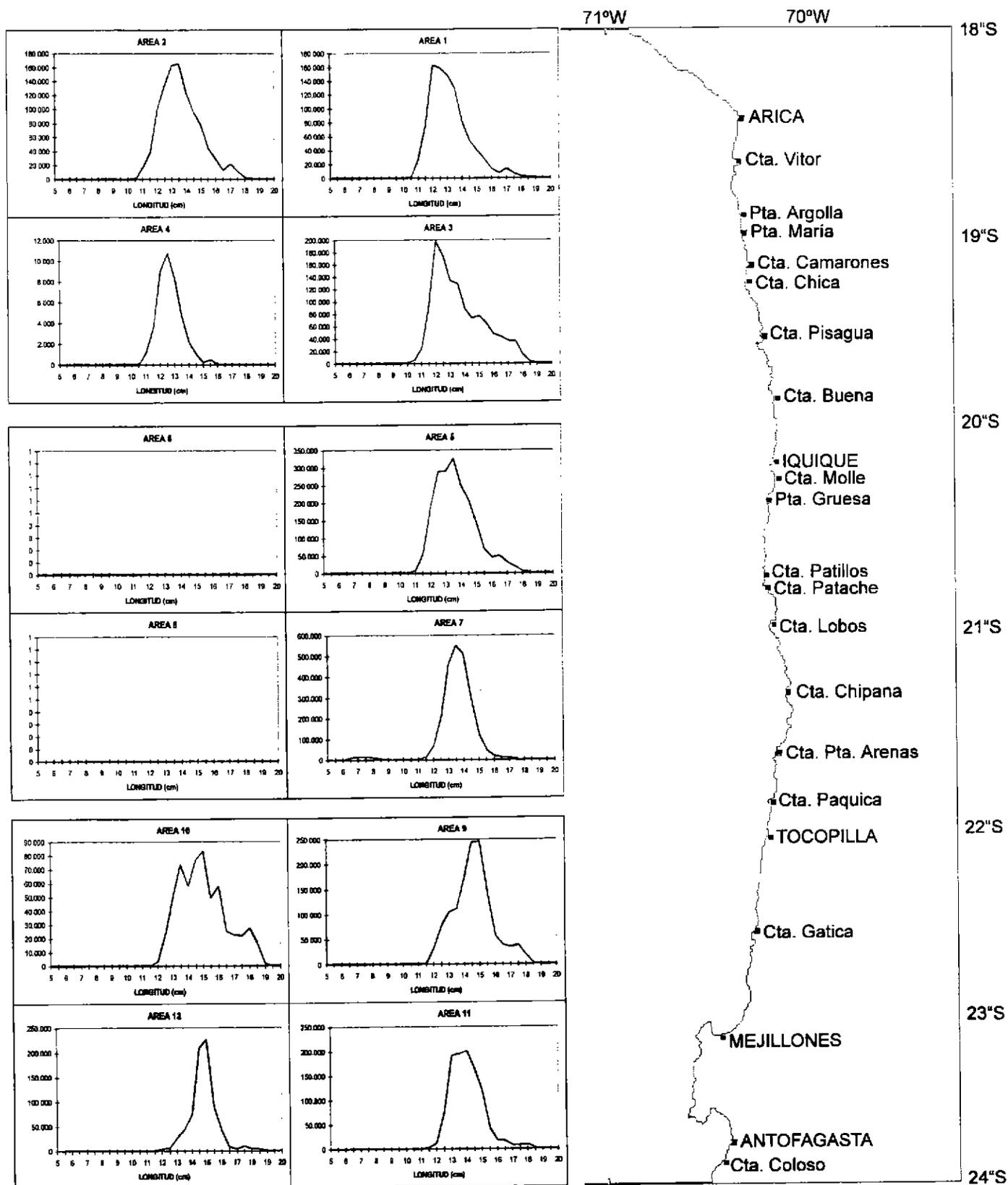


Figura 79. Distribución espacial de la c.p.u.e. de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a marzo de 1997.

C.P.U.E. (Número de Ejemplares)

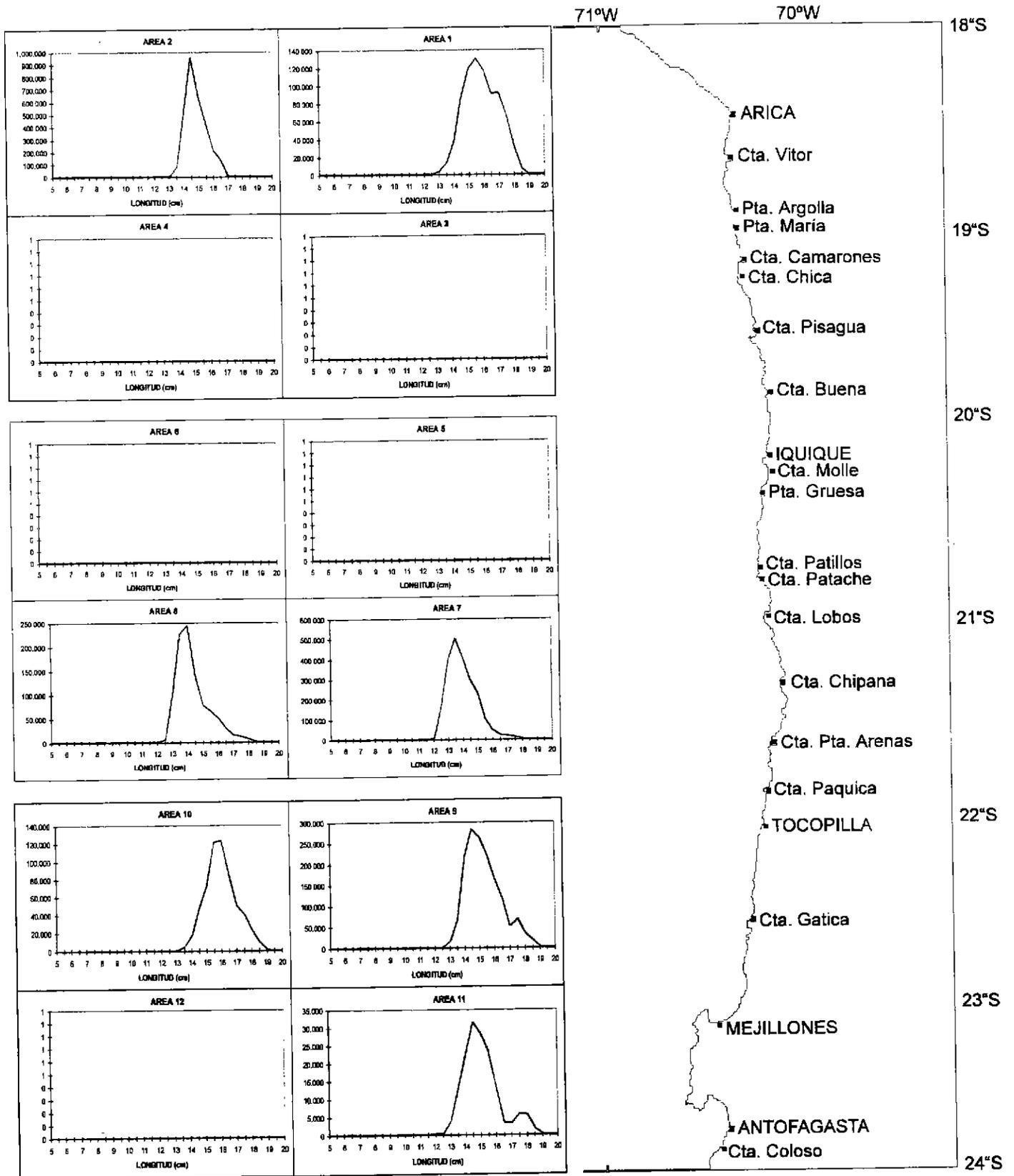


Figura 80. Distribución espacial de la c.p.u.e. de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a abril de 1997.

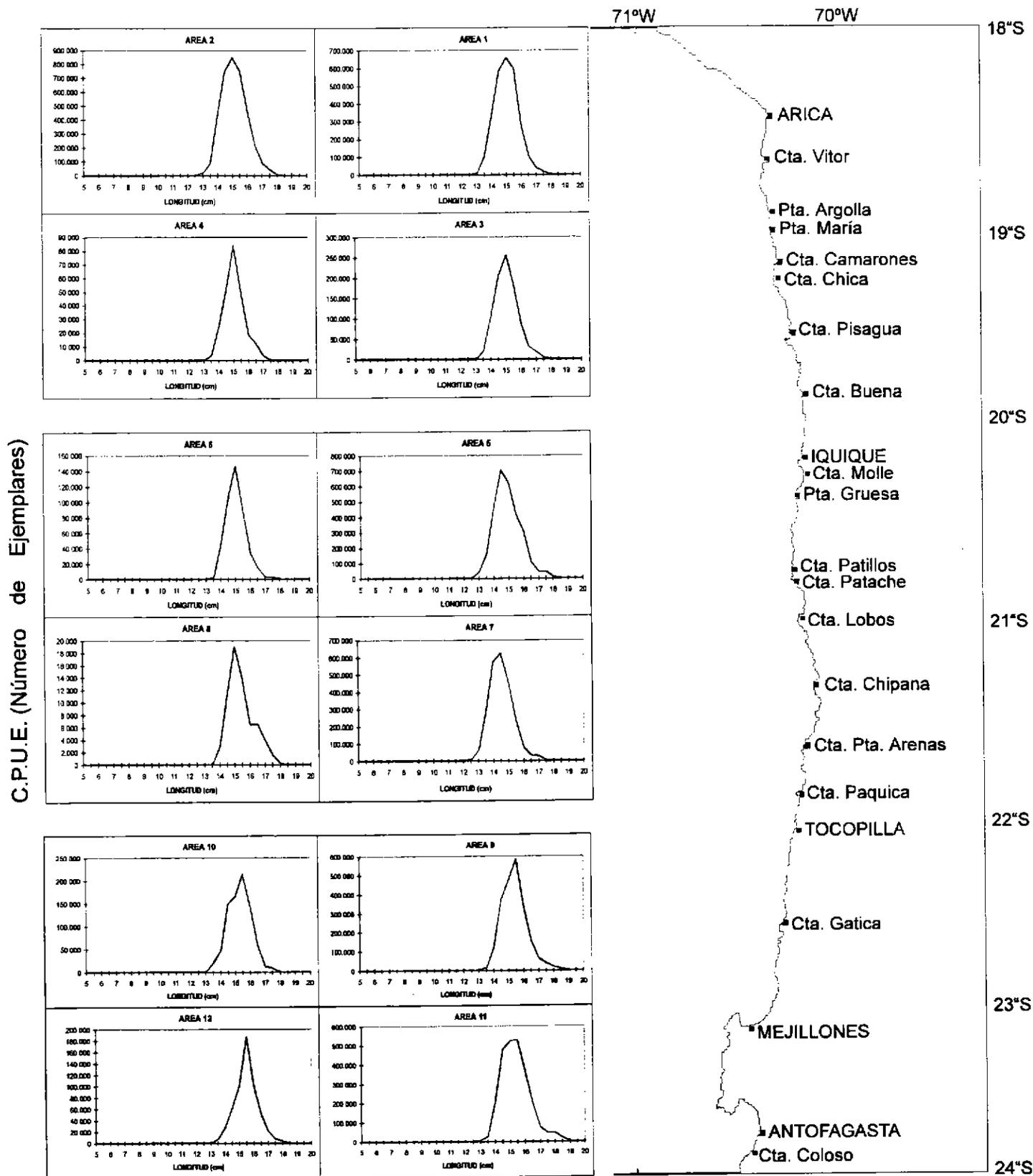


Figura 81. Distribución espacial de la c.p.u.e. de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a mayo de 1997.

C.P.U.E. (Número de Ejemplares)

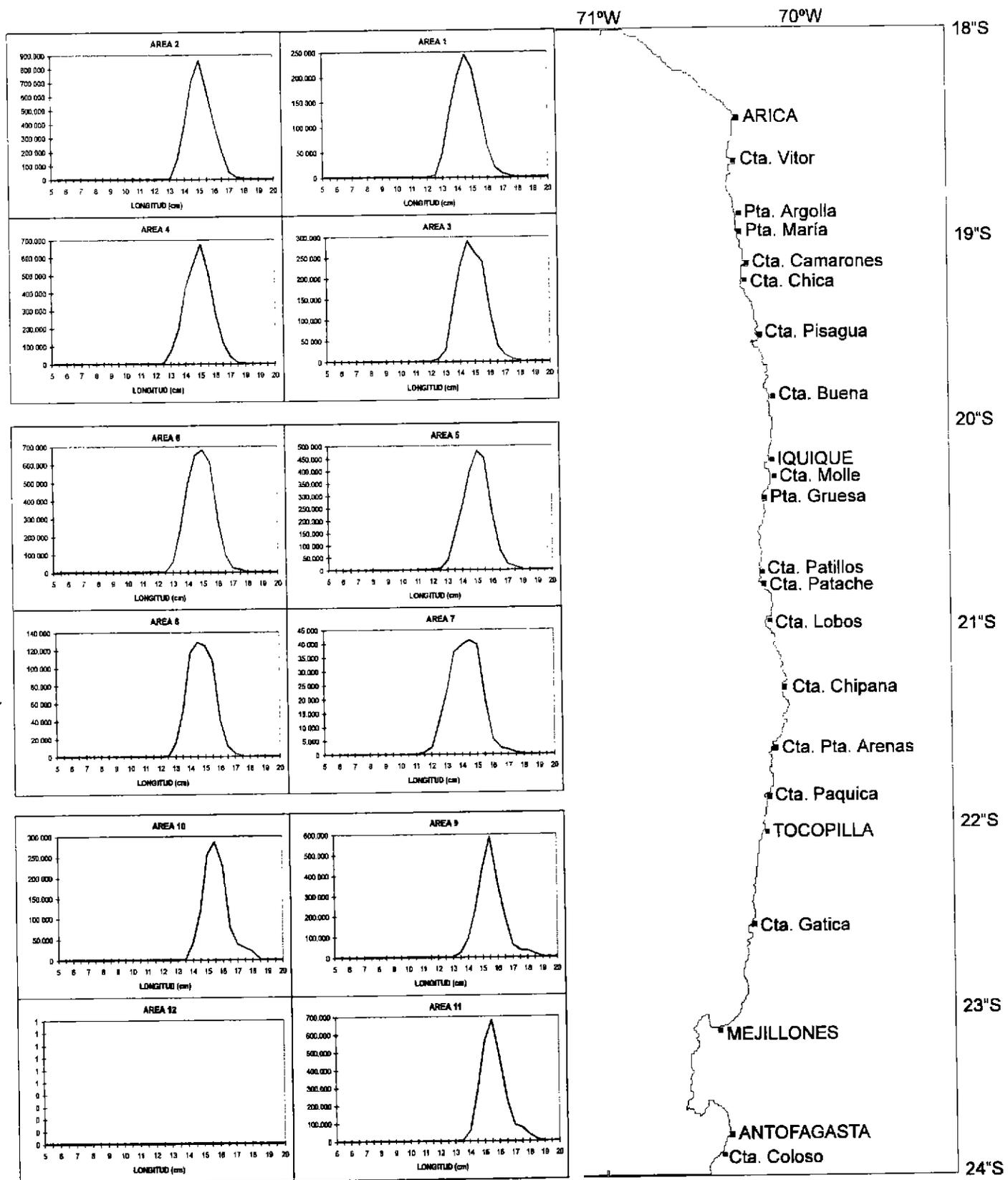


Figura 82. Distribución espacial de la c.p.u.e. de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a junio de 1997.

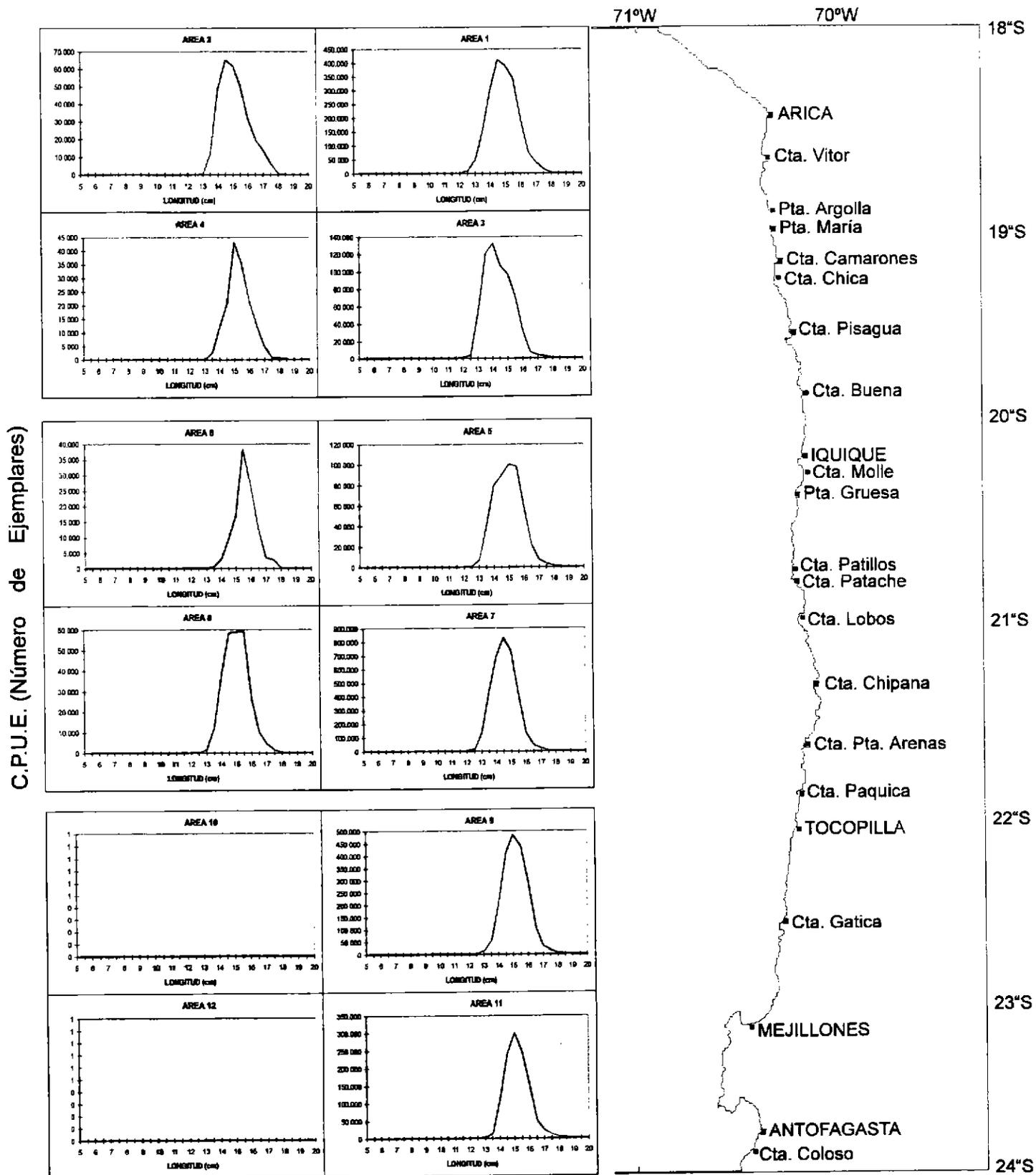


Figura 83. Distribución espacial de la c.p.u.e. de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a julio de 1997.

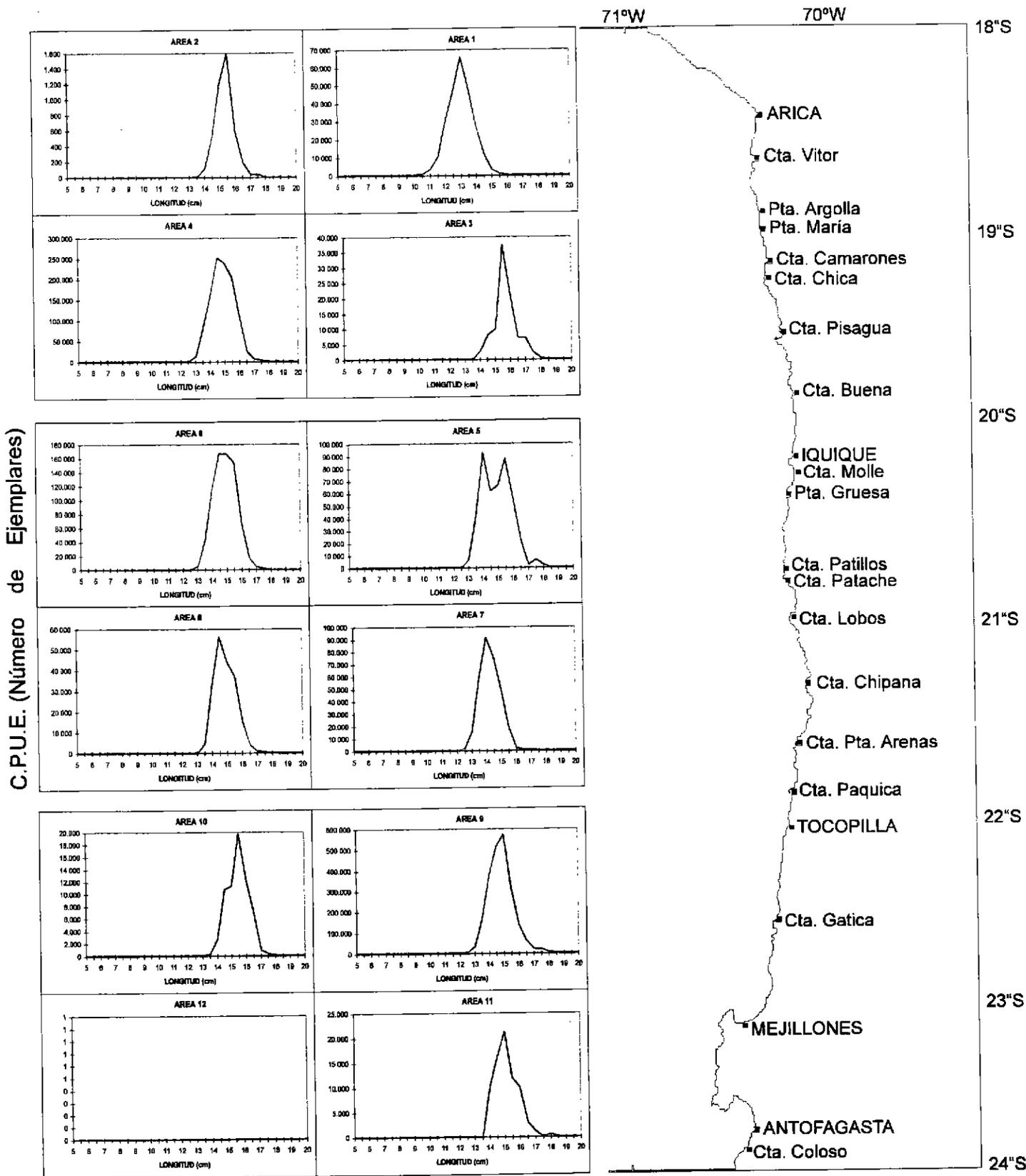


Figura 84. Distribución espacial de la c.p.u.e. de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a agosto de 1997.

C.P.U.E. (Número de Ejemplares)

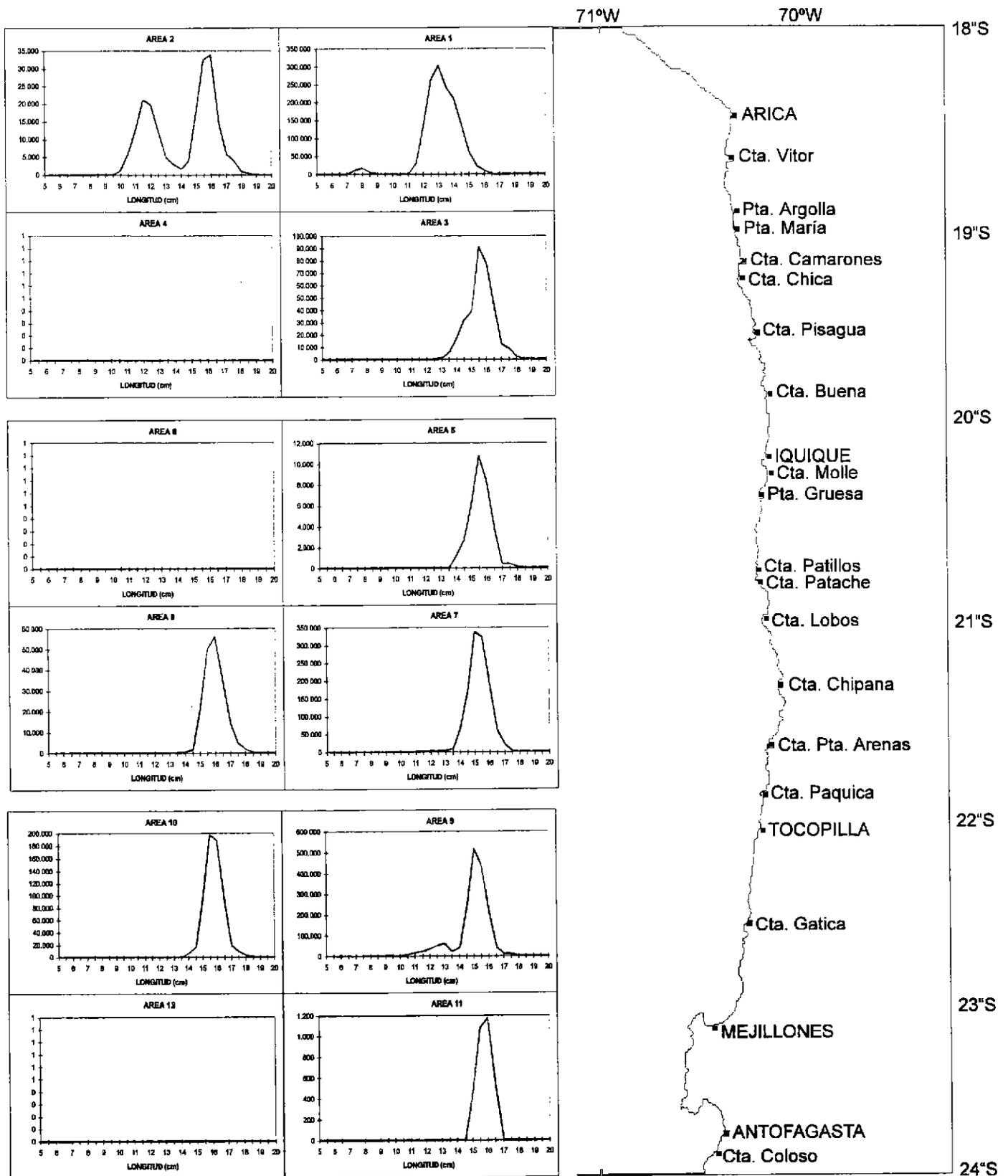


Figura 86. Distribución espacial de la c.p.u.e. de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a octubre de 1997.

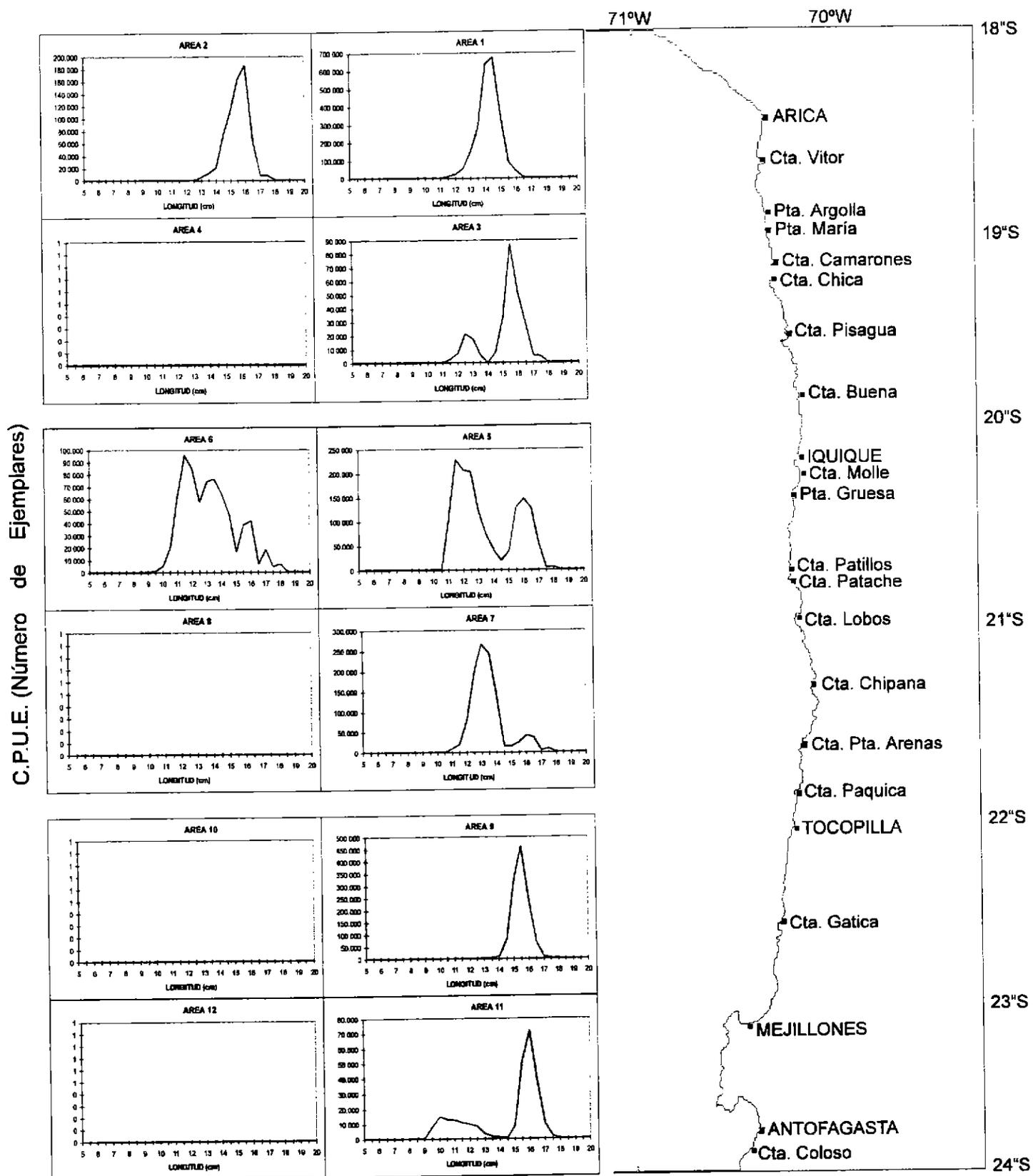


Figura 87. Distribución espacial de la c.p.u.e. de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a noviembre de 1997.

C.P.U.E. (Número de Ejemplares)

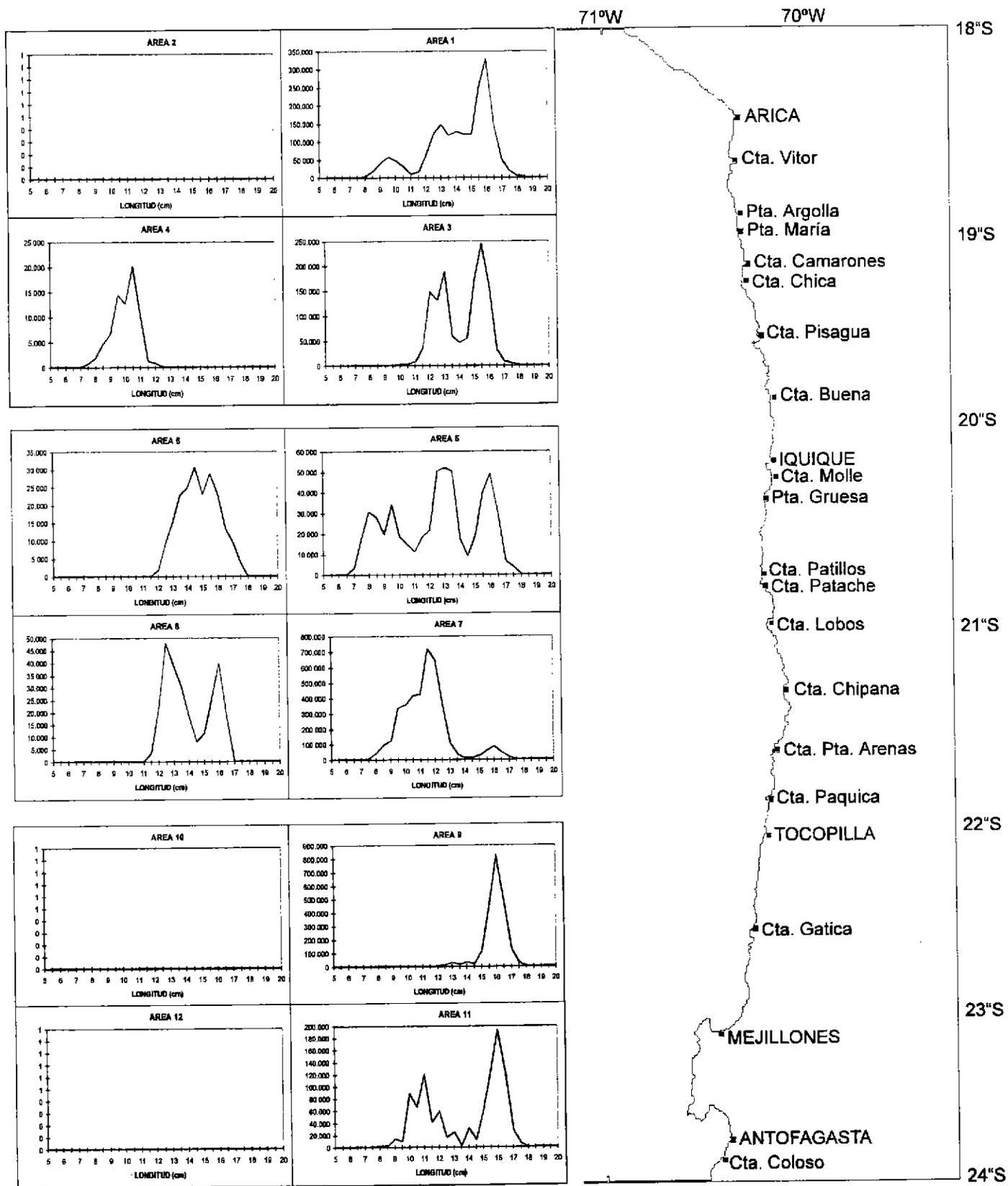


Figura 88. Distribución espacial de la c.p.u.e. de anchoveta, estructurada por longitudes, correspondiente a diciembre de 1997.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

FOTOGRAFIAS

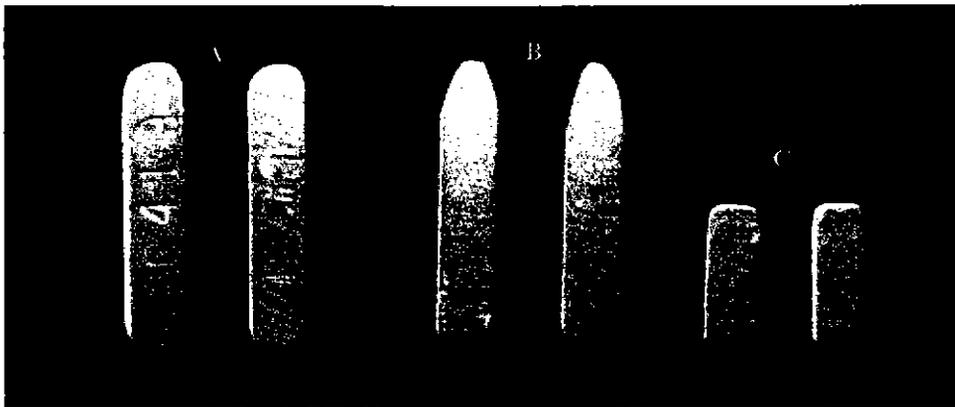


Foto 1 Fotografía de los tipos de marcas utilizadas en los grupos experimentales (A : rectangular grande (T1 t1); B : trapezoide grande (T2 t1) y C : rectangular chica (T1 t2)).



Foto 2 Fotografía que indica la posición de inserción de la marca en la línea media ventral (P1).



Foto 3 Fotografía que indica la posición de inserción de la marca entre la línea lateral y la línea media ventral (P2).



Foto 4 Imán permanente (estandar) en área de descarga de pescado (se observan clavos y pedazos de hierro adheridas al imán).



Foto 5 Imán permanente (estandar) en área de la salida de los cocedores.

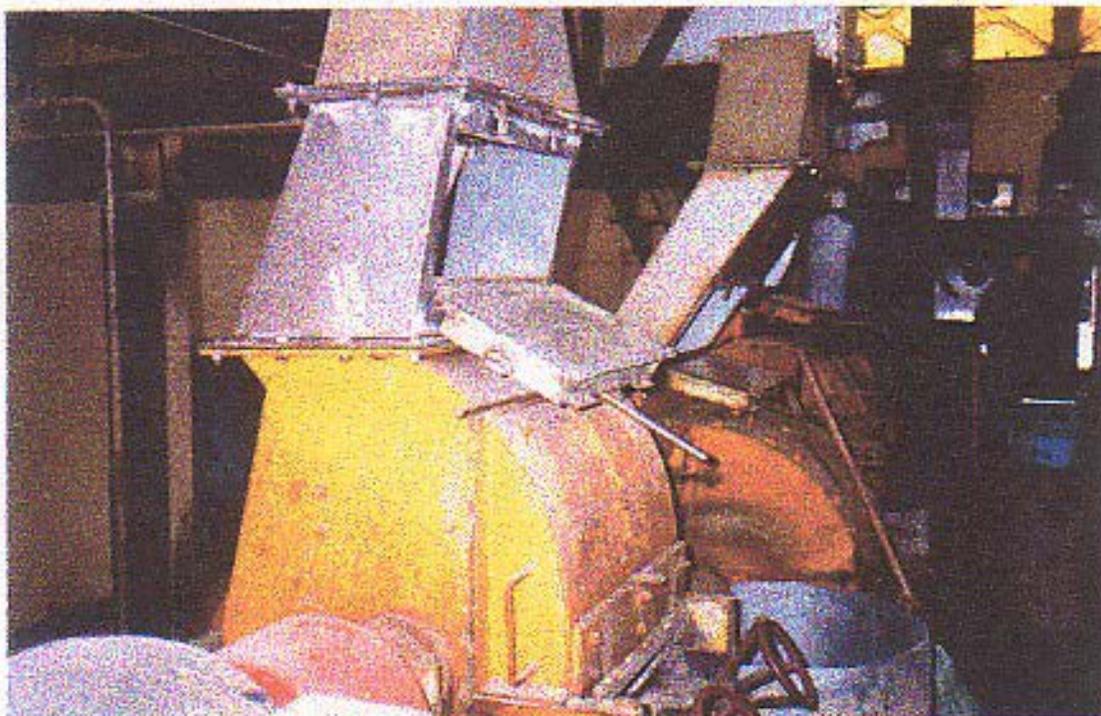


Foto 6 Imanes permanentes (estandar) en el área de entrada a cada molino.



Foto 7 Electroimán ubicado en el área de entrada a los peletizadores.

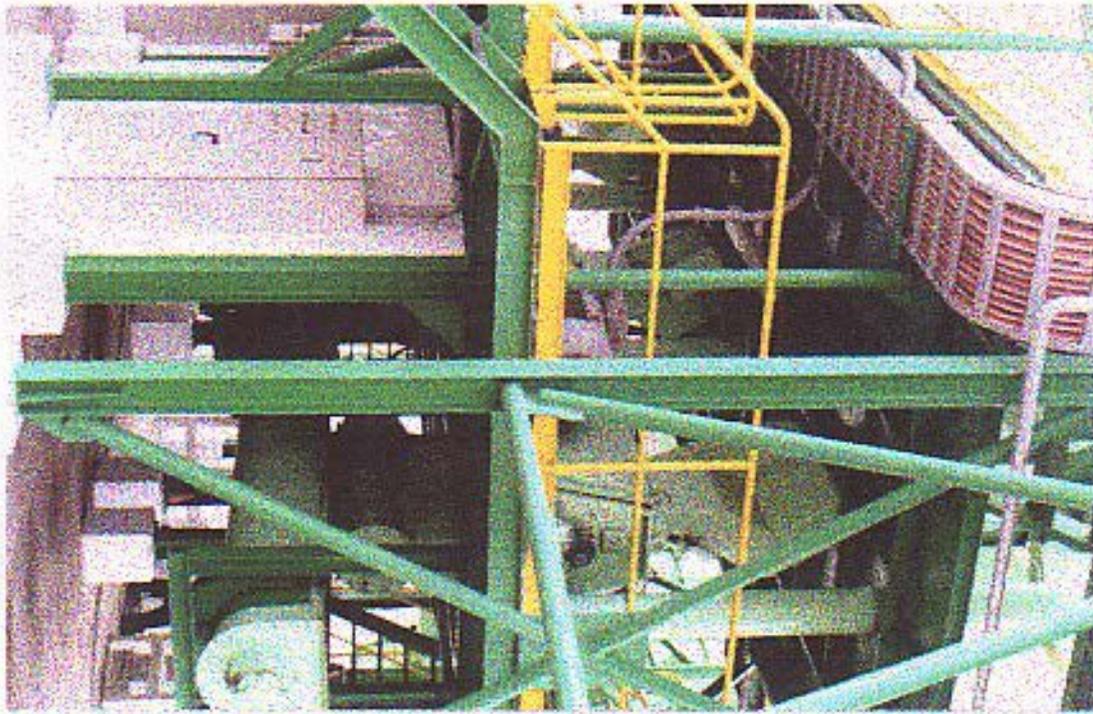


Foto 8 Area Anterior a los molinos. En el segundo piso se observan las estructuras donde están los imanes permanentes (Perú: Ilo).

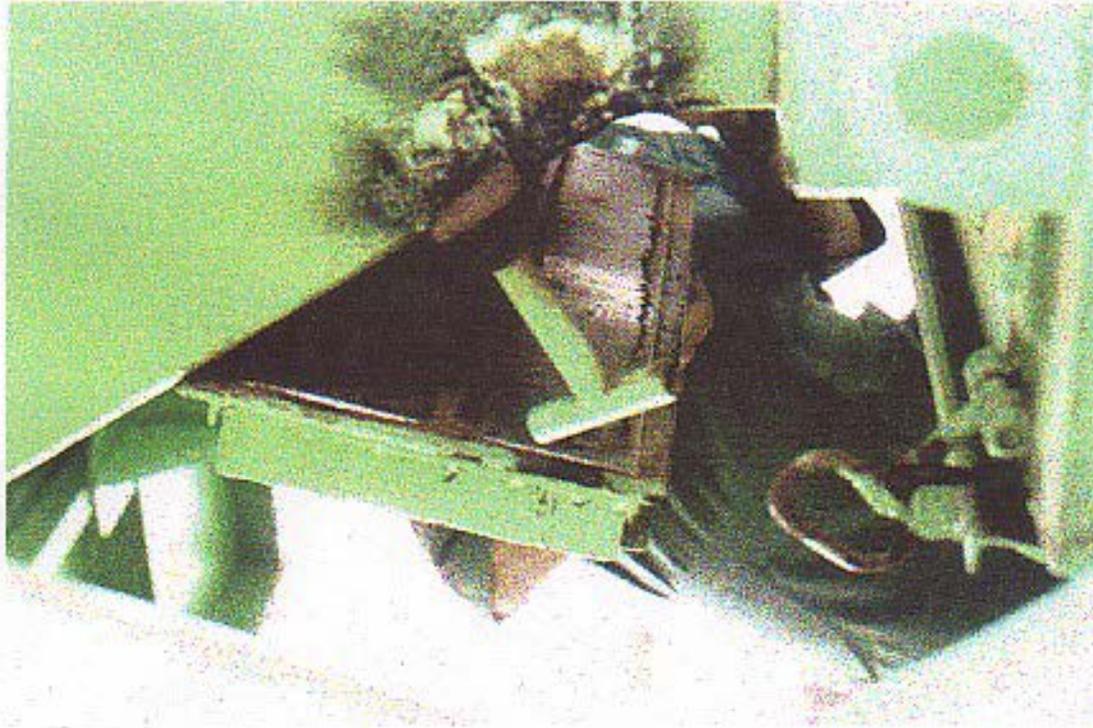


Foto 9 Operador abriendo la estructura de los imanes para observar la presencia de metales y marcas. Area anterior a los molinos (Perú: Ilo).



Foto 10 PAM Audaz en proceso intermedio del virado de la red de cerco.



Foto 11 Acercamiento con Zodiac y vivero transportador a la red del PAM Audaz.



Foto 12 Acercamiento del vivero transportador a la red que está en proceso de virado. Se observa una gran cantidad de lobos.



Foto 13 Observación del copo para corroborar la presencia de anchoveta u otro recurso en la captura.



Foto 14 Personal de marcación preparándose para subir a bordo y sacar con los chinguillos las anchovetas del copo de la red.



Foto 15 Proceso final en que transvasian las anchovetas vivas al vivero transportador.



Foto 16 Anchovetas separadas para realizar el muestreo de longitud y observar el estado de condición de los ejemplares, previo al proceso de marcación.



Foto 17 Recipiente que contiene las anchovetas seleccionadas para iniciar el proceso de marcación.

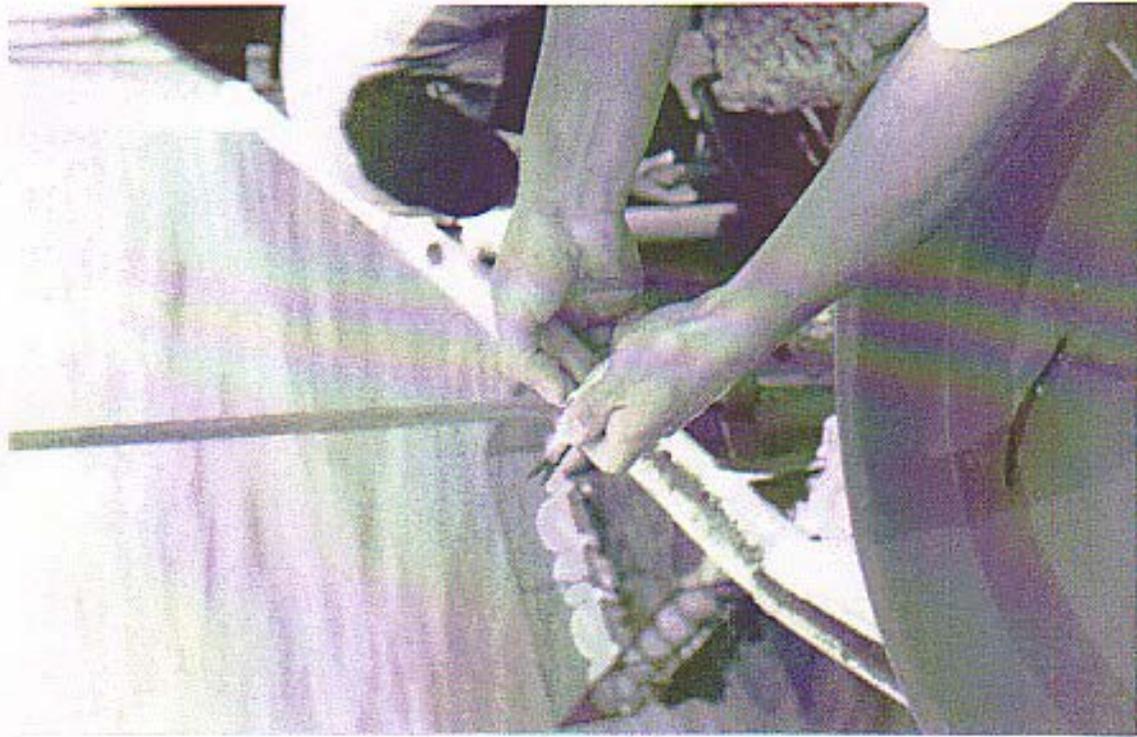


Foto 18 Marcaje de anchoveta adulta con la mano (se usan marcas de mediano tamaño).

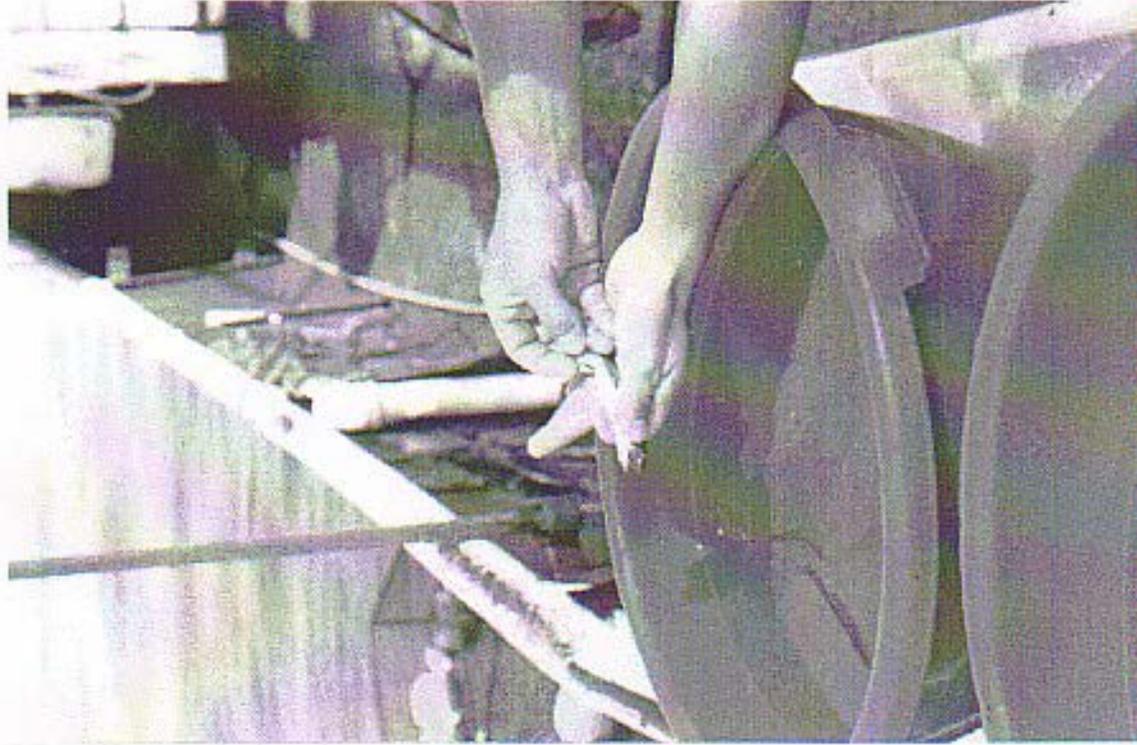


Foto 19 Se muestra marca inserta en la parte media ventral de una anchoveta.



Foto 20 Marcaje de anchoveta recluta por medio de una pinza (se usan marcas de pequeño tamaño).



Foto 21 Liberación de anchovetas marcadas desde el vivero, se observa la formación de un pequeño cardumen.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

TABLAS

TABLA 1: Peso (gramos) de los tipos de marca utilizadas en los grupos experimentales (T1: rectangular; T2: trapecoide; t1: grande; t2: chica) y sus estadígrafos (PRO: promedio; DS: desviación estándar; MIN: valor mínimo; MAX: valor máximo; CV: coeficiente de variación).

NÚMERO	TIPOS DE MARCAS		
	T1t1	T1t2	T2t1
1	0.1215	0.0539	0.1117
2	0.1168	0.0539	0.1219
3	0.1207	0.0549	0.1168
4	0.1234	0.0545	0.1156
5	0.1178	0.0542	0.1198
6	0.1150	0.0543	0.1157
7	0.1241	0.0541	0.1133
8	0.1200	0.0550	0.1134
9	0.1231	0.0541	0.1130
10	0.1207	0.0547	0.1140
11	0.1175	0.0547	0.1156
12	0.1201	0.0534	0.1209
13	0.1204	0.0542	0.1200
14	0.1227	0.0540	0.1200
15	0.1205	0.0532	0.1388
16	0.1169	0.0515	0.1193
17	0.1229	0.0546	0.1212
18	0.1235	0.0551	0.1153
19	0.1359	0.0537	0.1147
20	0.1228	0.0536	0.1084
21	0.1184	0.0517	0.1167
22	0.1239	0.0548	0.1162
23	0.1174	0.0546	0.1150
24	0.1351	0.0535	0.1127
25	0.1224	0.0545	0.1180
26	0.1230	0.0542	0.1194
27	0.1199	0.0541	0.1217
28	0.1169	0.0547	0.1117
29	0.1170	0.0544	0.1167
30	0.1200	0.0541	0.1194
31	0.1241	0.0548	0.1191
32	0.1243	0.0541	0.1197
33	0.1219	0.0541	0.1127
34	0.1211	0.0529	0.1154
35	0.1231	0.0537	0.1168
PRO	0.1216	0.0541	0.1172
DS	0.0043	0.0008	0.0050
MIN	0.1150	0.0515	0.1084
MAX	0.1359	0.0551	0.1388
CV	3.6	1.5	4.3

TABLA 2. Agrupación de las características externas e internas de las observaciones realizadas a los ejemplares muertos de los diferentes grupos experimentales.

ESTADO	CRITERIO	CARACTERÍSTICAS
ESTADO I	Sin daño externo e interno	El pez no muestra daños externos e internos de ningún tipo (aparentemente sano).
ESTADO II	Sin daño externo/con daño interno	El pez no muestra daños externos, pero internamente se observa daño en órganos a nivel de intestino, hígado, gónada y hemorragias (edema).
ESTADO III	Con daño externo /sin daño interno	El pez muestra evidentes daño en piel, cabeza (falta de ojos, maxilares rotos, sin escamas, aletas incompletas, corte en el cuerpo, hematomas), herida de inserción grande.
ESTADO IV	Con daño externo/con daño interno	El pez muestra las mismas características del ESTADO III, e internamente internamente se observa daño en órganos a nivel de intestino, hígado, gónada. y hemorragias (edema).

TABLA 3a: Mortalidad (%) acumulada registrada en los diferentes tratamientos, para el total (T1: tipo rectangular; T2: tipo trapezoide; t1: tamaño grande; t2: tamaño chico; P1: posición ventral; P2: posición lateral).

DÍAS	TRATAMIENTOS					
	T1t1P1	T1t1P2	T1t2P1	T1t2P2	T2t1P1	T2t1P2
	%	%	%	%	%	%
0	0	0	0	0	0	0
1	42.5	50.0	30.0	17.5	5.7	5.7
2	57.5	72.5	55.0	62.5	22.9	14.3
3	60.0	77.5	67.5	70.0	37.1	20.0
4	60.0	77.5	67.5	72.5	37.1	22.9
5	60.0	77.5	67.5	75.0	37.1	22.9
6	60.0	77.5	67.5	75.0	37.1	25.7
7	60.0	77.5	67.5	75.0	37.1	25.7
8	60.0	77.5	67.5	75.0	37.1	25.7
9	60.0	77.5	67.5	75.0	37.1	25.7
10	60.0	77.5	67.5	75.0	37.1	25.7
11	62.5	77.5	67.5	75.0	37.1	25.7
12	62.5	77.5	67.5	75.0	37.1	25.7
13	62.5	77.5	67.5	75.0	37.1	25.7
14	62.5	77.5	67.5	75.0	37.1	25.7
15	62.5	77.5	67.5	75.0	37.1	25.7
16	62.5	77.5	67.5	75.0	37.1	25.7
17	62.5	77.5	67.5	75.0	37.1	28.6
18	62.5	82.5	67.5	75.0	37.1	28.6
19	65.0	82.5	67.5	75.0	40.0	28.6
20	65.0	82.5	67.5	75.0	40.0	28.6
21	65.0	82.5	67.5	75.0	40.0	28.6
22	65.0	82.5	67.5	75.0	40.0	28.6
23	65.0	82.5	67.5	75.0	40.0	28.6
24	65.0	82.5	67.5	75.0	40.0	28.6
25	65.0	82.5	72.5	75.0	40.0	31.4
26	65.0	82.5	72.5	75.0	40.0	31.4
27	65.0	85.0	72.5	75.0	40.0	31.4
28	65.0	85.0	72.5	75.0	40.0	31.4
29	67.5	85.0	72.5	77.5	45.7	34.3
30	67.5	85.0	75.0	77.5	45.7	37.1
31	67.5	85.0	75.0	77.5	45.7	37.1
32	67.5	85.0	75.0	77.5	45.7	37.1
33	67.5	85.0	75.0	77.5	45.7	37.1
34	70.0	85.0	75.0	77.5	45.7	37.1
35	70.0	85.0	75.0	77.5	45.7	37.1
36	70.0	85.0	75.0	77.5	54.3	37.1
37	72.5	85.0	75.0	77.5	54.3	37.1
38	72.5	85.0	75.0	77.5	54.3	37.1
39	72.5	85.0	75.0	77.5	54.3	37.1
40	72.5	85.0	75.0	77.5	54.3	37.1
41	72.5	85.0	75.0	77.5	54.3	37.1
42	75.0	85.0	75.0	77.5	54.3	37.1
43	75.0	85.0	75.0	77.5	54.3	37.1
44	75.0	85.0	77.5	80.0	54.3	37.1
45	75.0	85.0	77.5	80.0	54.3	37.1
46	75.0	85.0	77.5	80.0	54.3	37.1
47	75.0	87.5	77.5	80.0	54.3	37.1
48	75.0	87.5	80.0	80.0	54.3	40.0
49	75.0	87.5	80.0	80.0	54.3	40.0
50	75.0	87.5	80.0	80.0	54.3	40.0
51	77.5	87.5	82.5	80.0	54.3	40.0
52	77.5	87.5	82.5	80.0	54.3	40.0
53	77.5	87.5	82.5	80.0	54.3	40.0
54	77.5	87.5	82.5	80.0	54.3	40.0
55	77.5	87.5	82.5	80.0	54.3	40.0
56	77.5	87.5	82.5	80.0	54.3	40.0
57	80.0	87.5	82.5	80.0	54.3	40.0
58	82.5	87.5	85.0	80.0	57.1	40.0
59	87.5	87.5	85.0	80.0	57.1	40.0
60	87.5	87.5	85.0	80.0	60.0	40.0

TABLA 3b: Mortalidad (%) diaria registrada en los diferentes tratamientos para el total (T1: tipo rectangular; T2: tipo trapezoidal; tamaño grande: t2: tamaño chico; P1: posición ventral; P2: posición lateral).

DÍAS	TRATAMIENTOS											
	T1t1P1		T1t1P2		T1t2P1		T1t2P2		T2t1P1		T2t1P2	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
1	17	42.5	20	50.0	12	30.0	7	17.5	2	5.7	2	5.7
2	6	15.0	9	22.5	10	25.0	18	45.0	6	17.1	3	8.6
3	1	2.5	2	5.0	5	12.5	3	7.5	5	14.3	2	5.7
4	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	2.5	0	0.0	1	2.9
5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	2.5	0	0.0	0	0.0
6	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	2.9
7	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
8	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
9	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
10	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
11	1	2.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
12	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
13	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
14	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
15	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
16	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
17	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	2.9
18	0	0.0	2	5.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
19	1	2.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	2.9	0	0.0
20	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
21	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
22	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
23	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
24	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
25	0	0.0	0	0.0	2	5.0	0	0.0	0	0.0	1	2.9
26	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
27	0	0.0	1	2.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
28	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
29	1	2.5	0	0.0	0	0.0	1	2.5	2	5.7	1	2.9
30	0	0.0	0	0.0	1	2.5	0	0.0	0	0.0	1	2.9
31	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
32	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
33	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
34	1	2.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
35	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
36	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	3	8.6	0	0.0
37	1	2.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
38	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
39	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
40	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
41	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
42	1	2.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
43	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
44	0	0.0	0	0.0	1	2.5	1	2.5	0	0.0	0	0.0
45	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
46	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
47	0	0.0	1	2.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
48	0	0.0	0	0.0	1	2.5	0	0.0	0	0.0	1	2.9
49	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
50	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
51	1	2.5	0	0.0	1	2.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0
52	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
53	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
54	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
55	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
56	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
57	1	2.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
58	1	2.5	0	0.0	1	2.5	0	0.0	1	2.9	0	0.0
59	2	5.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
60	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	2.9	0	0.0

TABLA 4a: Mortalidad (%) acumulada registrada en los diferentes tratamientos, para recluta (T1: tipo rectangular; T2: tipo trapezoide; t1: tamaño grande; t2: tamaño chico; P1: posición ventral; P2: posición lateral).

DÍAS	TRATAMIENTOS					
	T1(t1P1)	T1(t1P2)	T1(t2P1)	T1(t2P2)	T2(t1P1)	T2(t1P2)
	%	%	%	%	%	%
0	0	0	0	0	0	0
1	44.8	53.8	25.0	16.7	5.6	9.1
2	62.1	88.5	50.0	58.3	11.1	9.1
3	65.5	88.5	66.7	66.7	16.7	18.2
4	65.5	88.5	66.7	70.8	16.7	18.2
5	65.5	88.5	66.7	75.0	16.7	18.2
6	65.5	88.5	66.7	75.0	16.7	18.2
7	65.5	88.5	66.7	75.0	16.7	18.2
8	65.5	88.5	66.7	75.0	16.7	18.2
9	65.5	88.5	66.7	75.0	16.7	18.2
10	65.5	88.5	66.7	75.0	16.7	18.2
11	69.0	88.5	66.7	75.0	16.7	18.2
12	69.0	88.5	66.7	75.0	16.7	18.2
13	69.0	88.5	66.7	75.0	16.7	18.2
14	69.0	88.5	66.7	75.0	22.2	18.2
15	69.0	88.5	66.7	75.0	22.2	18.2
16	69.0	88.5	66.7	75.0	22.2	18.2
17	69.0	88.5	66.7	75.0	22.2	18.2
18	69.0	88.5	66.7	75.0	22.2	18.2
19	72.4	88.5	66.7	75.0	22.2	18.2
20	72.4	88.5	66.7	75.0	22.2	18.2
21	72.4	88.5	66.7	75.0	22.2	18.2
22	72.4	88.5	66.7	75.0	22.2	18.2
23	72.4	88.5	66.7	75.0	22.2	18.2
24	72.4	88.5	66.7	75.0	22.2	18.2
25	72.4	88.5	70.8	75.0	22.2	18.2
26	72.4	88.5	70.8	75.0	22.2	18.2
27	72.4	88.5	70.8	75.0	22.2	18.2
28	72.4	88.5	70.8	75.0	22.2	18.2
29	75.9	88.5	70.8	79.2	27.8	27.3
30	75.9	88.5	75.0	79.2	27.8	36.4
31	75.9	88.5	75.0	79.2	27.8	36.4
32	75.9	88.5	75.0	79.2	27.8	36.4
33	75.9	88.5	75.0	79.2	27.8	36.4
34	75.9	88.5	75.0	79.2	27.8	36.4
35	75.9	88.5	75.0	79.2	27.8	36.4
36	75.9	88.5	75.0	79.2	44.4	36.4
37	79.3	88.5	75.0	79.2	44.4	36.4
38	79.3	88.5	75.0	79.2	44.4	36.4
39	79.3	88.5	75.0	79.2	44.4	36.4
40	79.3	88.5	75.0	79.2	44.4	36.4
41	79.3	88.5	75.0	79.2	44.4	36.4
42	79.3	88.5	75.0	79.2	44.4	36.4
43	79.3	88.5	75.0	79.2	44.4	36.4
44	79.3	88.5	79.2	79.2	44.4	36.4
45	79.3	88.5	79.2	79.2	44.4	36.4
46	79.3	88.5	79.2	79.2	44.4	36.4
47	79.3	88.5	79.2	79.2	44.4	36.4
48	79.3	88.5	79.2	79.2	44.4	36.4
49	79.3	88.5	79.2	79.2	44.4	36.4
50	79.3	88.5	79.2	79.2	44.4	36.4
51	79.3	88.5	83.3	79.2	44.4	36.4
52	79.3	88.5	83.3	79.2	44.4	36.4
53	79.3	88.5	83.3	79.2	44.4	36.4
54	79.3	88.5	83.3	79.2	44.4	36.4
55	79.3	88.5	83.3	79.2	44.4	36.4
56	79.3	88.5	83.3	79.2	44.4	36.4
57	82.8	88.5	83.3	79.2	44.4	36.4
58	86.2	88.5	87.5	79.2	50.0	36.4
59	86.2	88.5	87.5	79.2	50.0	36.4
60	89.7	88.5	87.5	79.2	50.0	36.4

TABLA 4b: Mortalidad (%) diaria registrada en los diferentes tratamientos para recluta (T1: tipo rectangular; T2: tipo trapezoide; tamaño grande: t2: tamaño chico; P1: posición ventral; P2: posición lateral).

DÍAS	TRATAMIENTOS											
	T1t1P1		T1t1P2		T1t2P1		T1t2P2		T2t1P1		T2t1P2	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
1	13	44.8	14	53.8	6	25.0	4	16.7	1	5.6	1	9.1
2	5	17.2	9	34.6	6	25.0	10	41.7	1	5.6	0	0.0
3	1	3.4	0	0.0	4	16.7	2	8.3	1	5.6	1	9.1
4	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	4.2	0	0.0	0	0.0
5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	4.2	0	0.0	0	0.0
6	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
7	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
8	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
9	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
10	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
11	1	3.4	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
12	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
13	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
14	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	5.6	0	0.0
15	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
16	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
17	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
18	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
19	1	3.4	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
20	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
21	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
22	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
23	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
24	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
25	0	0.0	0	0.0	1	4.2	0	0.0	0	0.0	0	0.0
26	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
27	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
28	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
29	1	3.4	0	0.0	0	0.0	1	4.2	1	5.6	1	9.1
30	0	0.0	0	0.0	1	4.2	0	0.0	0	0.0	1	9.1
31	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
32	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
33	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
34	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
35	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
36	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	3	16.7	0	0.0
37	1	3.4	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
38	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
39	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
40	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
41	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
42	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
43	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
44	0	0.0	0	0.0	1	4.2	0	0.0	0	0.0	0	0.0
45	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
46	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
47	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
48	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
49	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
50	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
51	0	0.0	0	0.0	1	4.2	0	0.0	0	0.0	0	0.0
52	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
53	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
54	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
55	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
56	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
57	1	3.4	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
58	1	3.4	0	0.0	1	4.2	0	0.0	1	5.6	0	0.0
59	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
60	1	3.4	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0

TABLA 5a: Mortalidad (%) acumulada registrada en los diferentes
 tratamientos, para adulto (T1: tipo rectangular; T2: tipo
 trapecoide; t1 tamaño grande; t2: tamaño chico; P1: posición
 ventral; P2: posición lateral).

DÍAS	TRATAMIENTOS					
	T1t1P1	T1t1P2	T1t2P1	T1t2P2	T2t1P1	T2t1P2
	%	%	%	%	%	%
0	0	0	0	0	0	0
1	36.4	42.9	37.5	18.8	5.9	4.2
2	45.5	42.9	62.5	68.8	35.3	16.7
3	45.5	57.1	68.8	75.0	58.8	20.8
4	45.5	57.1	68.8	75.0	58.8	25.0
5	45.5	57.1	68.8	75.0	58.8	25.0
6	45.5	57.1	68.8	75.0	58.8	29.2
7	45.5	57.1	68.8	75.0	58.8	29.2
8	45.5	57.1	68.8	75.0	58.8	29.2
9	45.5	57.1	68.8	75.0	58.8	29.2
10	45.5	57.1	68.8	75.0	58.8	29.2
11	45.5	57.1	68.8	75.0	58.8	29.2
12	45.5	57.1	68.8	75.0	58.8	29.2
13	45.5	57.1	68.8	75.0	58.8	29.2
14	45.5	57.1	68.8	75.0	58.8	29.2
15	45.5	57.1	68.8	75.0	58.8	29.2
16	45.5	57.1	68.8	75.0	58.8	29.2
17	45.5	57.1	68.8	75.0	58.8	33.3
18	45.5	71.4	68.8	75.0	58.8	33.3
19	45.5	71.4	68.8	75.0	58.8	33.3
20	45.5	71.4	68.8	75.0	58.8	33.3
21	45.5	71.4	68.8	75.0	58.8	33.3
22	45.5	71.4	68.8	75.0	58.8	33.3
23	45.5	71.4	68.8	75.0	58.8	33.3
24	45.5	71.4	68.8	75.0	58.8	33.3
25	45.5	71.4	75.0	75.0	58.8	37.5
26	45.5	71.4	75.0	75.0	58.8	37.5
27	45.5	78.6	75.0	75.0	58.8	37.5
28	45.5	78.6	75.0	75.0	58.8	37.5
29	45.5	78.6	75.0	75.0	64.7	37.5
30	45.5	78.6	75.0	75.0	64.7	37.5
31	45.5	78.6	75.0	75.0	64.7	37.5
32	45.5	78.6	75.0	75.0	64.7	37.5
33	45.5	78.6	75.0	75.0	64.7	37.5
34	54.5	78.6	75.0	75.0	64.7	37.5
35	54.5	78.6	75.0	75.0	64.7	37.5
36	54.5	78.6	75.0	75.0	64.7	37.5
37	54.5	78.6	75.0	75.0	64.7	37.5
38	54.5	78.6	75.0	75.0	64.7	37.5
39	54.5	78.6	75.0	75.0	64.7	37.5
40	54.5	78.6	75.0	75.0	64.7	37.5
41	54.5	78.6	75.0	75.0	64.7	37.5
42	63.6	78.6	75.0	75.0	64.7	37.5
43	63.6	78.6	75.0	75.0	64.7	37.5
44	63.6	78.6	75.0	81.3	64.7	37.5
45	63.6	78.6	75.0	81.3	64.7	37.5
46	63.6	78.6	75.0	81.3	64.7	37.5
47	63.6	85.7	75.0	81.3	64.7	37.5
48	63.6	85.7	81.3	81.3	64.7	41.7
49	63.6	85.7	81.3	81.3	64.7	41.7
50	63.6	85.7	81.3	81.3	64.7	41.7
51	72.7	85.7	81.3	81.3	64.7	41.7
52	72.7	85.7	81.3	81.3	64.7	41.7
53	72.7	85.7	81.3	81.3	64.7	41.7
54	72.7	85.7	81.3	81.3	64.7	41.7
55	72.7	85.7	81.3	81.3	64.7	41.7
56	72.7	85.7	81.3	81.3	64.7	41.7
57	72.7	85.7	81.3	81.3	64.7	41.7
58	72.7	85.7	81.3	81.3	64.7	41.7
59	81.8	85.7	81.3	81.3	64.7	41.7
60	81.8	85.7	81.3	81.3	70.6	41.7

TABLA 5b: Mortalidad (%) diaria registrada en los diferentes tratamientos para adulto (T1: tipo rectangular; T2: tipo trapezoide; t1: tamaño grande; t2: tamaño chico; P1: posición ventral; P2: posición lateral).

DÍAS	TRATAMIENTOS											
	T1t1P1		T1t1P2		T1t2P1		T1t2P2		T2t1P1		T2t1P2	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
1	4	36.4	6	42.9	6	37.5	3	18.8	1	5.9	1	4.2
2	1	9.1	0	0.0	4	25.0	8	50.0	5	29.4	3	12.5
3	0	0.0	2	14.3	1	6.3	1	6.3	4	23.5	1	4.2
4	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	4.2
5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
6	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	4.2
7	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
8	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
9	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
10	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
11	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
12	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
13	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
14	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
15	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
16	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
17	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	4.2
18	0	0.0	2	14.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
19	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
20	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
21	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
22	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
23	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
24	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
25	0	0.0	0	0.0	1	6.3	0	0.0	0	0.0	1	4.2
26	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
27	0	0.0	1	7.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
28	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
29	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	5.9	0	0.0
30	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
31	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
32	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
33	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
34	1	9.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
35	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
36	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
37	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
38	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
39	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
40	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
41	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
42	1	9.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
43	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
44	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	6.3	0	0.0	0	0.0
45	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
46	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
47	0	0.0	1	7.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
48	0	0.0	0	0.0	1	6.3	0	0.0	0	0.0	1	4.2
49	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
50	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
51	1	9.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
52	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
53	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
54	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
55	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
56	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
57	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
58	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
59	1	9.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
60	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	5.9	0	0.0

TABLA 6a: Mortalidad promedio diaria registrada en los diferentes tratamientos para el total (T1:tipo rectangular; T2:tipo trapezoide; t1:tamaño grande; t2:tamaño chico; P1: posición ventral; P2: posición lateral) (PRO: promedio; DS: desviación estándar; tn-1: distribución t de Student (95%); Li: límite inferior de confianza; Ls: límite superior de confianza).

	TRATAMIENTOS					
	T1t1P1	T1t1P2	T1t2P1	T1t2P2	T2t1P1	T2t1P2
PRO	0.6	0.6	0.6	0.5	0.3	0.2
n	35	35	34	32	21	14
DS	2.3	2.8	2.1	2.5	1.1	0.6
t n-1	2.04	2.04	2.04	2.04	2.09	2.16
Li	-0.19	-0.37	-0.13	-0.40	-0.20	-0.15
Ls	1.39	1.57	1.33	1.40	0.80	0.55

TABLA 6b: Mortalidad promedio diaria registrada en los diferentes tratamientos para recluta (T1:tipo rectangular; T2:tipo trapezoide; t1:tamaño grande; t2:tamaño chico; P1: posición ventral; P2: posición lateral) (PRO: promedio; DS: desviación estándar; tn-1: distribución t de Student (95%); Li: límite inferior de confianza; Ls: límite superior de confianza).

	TRATAMIENTOS					
	T1t1P1	T1t1P2	T1t2P1	T1t2P2	T2t1P1	T2t1P2
PRO	0.4	0.4	0.3	0.3	0.1	0.1
n	26	23	21	19	9	4
DS	1.8	2.1	1.2	1.4	0.5	0.2
t n-1	2.06	2.09	2.09	2.1	2.31	3.18
Li	-0.33	-0.52	-0.25	-0.37	-0.29	-0.22
Ls	1.13	1.32	0.85	0.97	0.49	0.42

TABLA 6c: Mortalidad promedio diaria registrada en los diferentes tratamientos para adulto (T1: tipo rectangular; T2: tipo trapezoide; t1: tamaño grande; t2: tamaño chico; P1: posición ventral; P2: posición lateral) (PRO: promedio; DS: desviación estándar; tn-1: distribución t de Student (95%); Li: límite inferior de confianza; Ls: límite superior de confianza).

	TRATAMIENTOS					
	T1t1P1	T1t1P2	T1t2P1	T1t2P2	T2t1P1	T2t1P2
PRO	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
n	9	12	13	13	12	10
DS	0.6	0.9	0.9	1.1	0.8	0.5
t n-1	2.31	2.2	2.18	2.18	2.2	2.26
Li	-0.26	-0.37	-0.34	-0.47	-0.31	-0.16
Ls	0.66	0.77	0.74	0.87	0.71	0.56

TABLA 7 Resumen del Censo del número de imanes, ubicación y condición, entre la I y IV Región.

PUERTO	EMPRESA	TIPO IMAN	UBICACION						CONDICION DEL IMAN	
			SALIDA DE POZO	ANTES COCEDOR	SALIDA COCEDOR	ANTES MOLINO	ANTES PELETIZ	TOTAL IMANES		
ARICA	Iquique-Guanaye	Imán Estándar	2					3	5	INSTALADO
	Eperva-Sur	Electroimán				1			1	INSTALADO
	Eperva-Norte	Electroimán				1		1	2	INSTALADO
	Coloso	Imán Estándar			1	2			3	INSTALADO
IQUIQUE	Iquique-Guanaye	Imán Estándar	2			1		5	8	INSTALADO
	Eperva-Sur	Imán Estándar				1			1	INSTALADO
	Eperva-Norte	Imán Estándar				1			1	INSTALADO
	Coloso	Imán Estándar		1		2			3	INSTALADO
	Camanchaca *	Imán Estándar				1			1	INSTALADO
TOCOPILLA	Coloso	Imán Estándar	1		1	3			5	INSTALADO
	Eperva	Imán Estándar	1			1			2	INSTALADO
MEJILLONES	Iquique-Guanaye	Imán Estándar	4			3		2	9	INSTALADO
	Eperva	Sin imán							0	SIN IMAN
CALDERA	Playa Blanca	Sin imán							0	SIN IMAN
	Atacama	Imán Estándar		2	1	4			7	INSTALADO
COQUIMBO	San Jose	Imán Estándar			1	2			3	INSTALADO
	TOTAL		10	3	4	23		11	51	
RELACION PORCENTUAL (%)			20	6	8	45		22	100	

(*): Se instalaron nuevos imanes.

TABLA 9 Resumen del número y porcentaje de marcas grandes (M-G) y chicas (M-C) usadas en las pruebas de eficiencia, en el cocedor y molinos, recuperadas en los diferentes imanes instalados en las plantas del Puerto de Arica.

	NUMERO				PORCENTAJE				
	COCEDOR		MOLINO		COCEDOR		MOLINO		
	M-G	M-C	M-G	M-C	M-G	M-C	M-G	M-C	
TOTAL RECUPERADAS	1	4	10	8	23	10,0	40,0	100,0	80,0
TOTAL USADAS	10	10	10	10	40				57,5

	NUMERO				PORCENTAJE				
	COCEDOR		MOLINO		COCEDOR		MOLINO		
	M-G	M-C	M-G	M-C	M-G	M-C	M-G	M-C	
TOTAL RECUPERADAS	0	1	4	5	10	0,0	10,0	40,0	50,0
TOTAL USADAS	10	10	10	10	40				25,0

	NUMERO				PORCENTAJE				
	COCEDOR		MOLINO		COCEDOR		MOLINO		
	M-G	M-C	M-G	M-C	M-G	M-C	M-G	M-C	
TOTAL RECUPERADAS	10	9	1	9	29	100,0	90,0	10,0	90,0
TOTAL USADAS	10	10	10	10	40				72,5

	NUMERO				PORCENTAJE				
	COCEDOR		MOLINO		COCEDOR		MOLINO		
	M-G	M-C	M-G	M-C	M-G	M-C	M-G	M-C	
TOTAL RECUPERADAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL USADAS	10	10	10	10	40				0

TABLA 10 Resumen del número y porcentaje de marcas grandes (M-G) y chicas (M-C) usadas en las pruebas de eficiencia, en en el cocedor y molinos, recuperadas en los diferentes imanes instalados en las plantas del Puerto de Iquique.

EPERVA -SUR	NUMERO						PORCENTAJE					
	COCEDOR			MOLINO			COCEDOR			MOLINO		
	M-G	M-C	TOTAL	M-G	M-C	TOTAL	M-G	M-C	TOTAL	M-G	M-C	TOTAL
TOTAL RECUPERADAS	47	48	95	5	2	7	94,0	96,0	95,0	50,0	20,0	85,0
TOTAL USADAS	50	50	100	10	10	20						

EPERVA-NORTE	NUMERO						PORCENTAJE					
	COCEDOR			MOLINO			COCEDOR			MOLINO		
	M-G	M-C	TOTAL	M-G	M-C	TOTAL	M-G	M-C	TOTAL	M-G	M-C	TOTAL
TOTAL RECUPERADAS	4	1	5	7	1	8	40,0	10,0	25,0	70,0	10,0	32,5
TOTAL USADAS	10	10	20	10	10	20						

IG-MAR	NUMERO												PORCENTAJE							
	COCEDOR				MOLINO				TOLVA				COCEDOR				MOLINO		TOLVA	
	M-G	M-C	TOTAL	M-G	M-C	TOTAL	M-G	M-C	TOTAL	M-G	M-C	TOTAL	M-G	M-C	TOTAL	M-G	M-C	TOTAL		
TOTAL RECUPERADAS	6	8	14	7	7	14	10	9	19	10	10	20	47	80,0	70,0	70,0	100,0	90,0		
TOTAL USADAS	10	10	20	10	10	20	10	10	20	10	10	20	60	80,0	70,0	70,0	100,0	90,0		

COLOSO	NUMERO						PORCENTAJE					
	COCEDOR			MOLINO			COCEDOR			MOLINO		
	M-G	M-C	TOTAL	M-G	M-C	TOTAL	M-G	M-C	TOTAL	M-G	M-C	TOTAL
TOTAL RECUPERADAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL USADAS	10	10	20	10	10	20						

TABLA 11 Resumen del número y porcentaje de marcas grandes (M-G) y chicas (M-C) usadas en las pruebas de eficiencia, en el cocedor y molinos, recuperadas en los diferentes imanes instalados en las plantas de Tocopilla y Mejillones.

TOCOPILLA

COLOSO	NUMERO				PORCENTAJE				
	COCEDOR		MOLINO		COCEDOR		MOLINO		
	M-G	M-C	M-G	M-C	M-G	M-C	M-G	M-C	
TOTAL RECUPERADAS	5	1	2	1	9	50,0	10,0	20,0	10,0
TOTAL USADAS	10	10	10	10	40				
TOTAL									22,5

EPERVA	NUMERO				PORCENTAJE				
	COCEDOR		MOLINO		COCEDOR		MOLINO		
	M-G	M-C	M-G	M-C	M-G	M-C	M-G	M-C	
TOTAL RECUPERADAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL USADAS	10	10	10	10	40				
TOTAL									0

MEJILLONES

IG-MAR	NUMERO				PORCENTAJE				
	COCEDOR		MOLINO		COCEDOR		MOLINO		
	M-G	M-C	M-G	M-C	M-G	M-C	M-G	M-C	
TOTAL RECUPERADAS	4	3	7	5	19	40,0	30,0	70,0	50,0
TOTAL USADAS	10	10	10	10	40				
TOTAL									47,5

EPERVA	NUMERO				PORCENTAJE				
	COCEDOR		MOLINO		COCEDOR		MOLINO		
	M-G	M-C	M-G	M-C	M-G	M-C	M-G	M-C	
TOTAL RECUPERADAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL USADAS	10	10	10	10	40				
TOTAL									0

TABLA 12 Resumen del número y porcentaje de marcas grandes (M-G) usadas en las pruebas de eficiencia, en el cocedor y molinos, recuperadas en los diferentes imanes instalados en las plantas de los Puertos de Caldera y Coquimbo.

CALDERA

ATACAMA	NUMERO				PORCENTAJE						
	COCEDOR		MOLINO		COCEDOR		MOLINO				
	M-G	M-C	M-G	M-C	M-G	M-C	M-G	M-C			
TOTAL RECUPERADAS	9		7		16		56,3		43,8	TOTAL	50,0
TOTAL USADAS	16		16		32						

COQUIMBO

SAN JOSE	NUMERO				PORCENTAJE						
	COCEDOR		MOLINO		COCEDOR		MOLINO				
	M-G	M-C	M-G	M-C	M-G	M-C	M-G	M-C			
TOTAL RECUPERADAS	6		6		12		60,0		60,0	TOTAL	60,0
TOTAL USADAS	10		10		20						

TABLA 13 Resumen del número y porcentaje de marcas grandes (M-G) y chicas (M-C) depositadas en los pozos y recuperadas en los diferentes imanes instalados, por plantas, en el Puerto de Arica.

	NUMERO			PORCENTAJE		
	POZO		TOTAL	POZO		TOTAL
	M-G	M-C		M-G	M-C	
TOTAL RECUPERADAS	10	7	17	50	35	42,5
TOTAL USADAS	20	20	40			

	NUMERO			PORCENTAJE		
	POZO		TOTAL	POZO		TOTAL
	M-G	M-C		M-G	M-C	
TOTAL RECUPERADAS	4	2	6	20	10	15,0
TOTAL USADAS	20	20	40			

	NUMERO			PORCENTAJE		
	POZO		TOTAL	POZO		TOTAL
	M-G	M-C		M-G	M-C	
TOTAL RECUPERADAS	9	2	11	45	10	27,5
TOTAL USADAS	20	20	40			

	NUMERO			PORCENTAJE		
	POZO		TOTAL	POZO		TOTAL
	M-G	M-C		M-G	M-C	
TOTAL RECUPERADAS	0	0	0	0	0	0,0
TOTAL USADAS	20	20	40			

TABLA 14 Resumen del número y porcentaje de marcas grandes (M-G) y chicas (M-C) depositadas en los pozos y recuperadas en los diferentes imanes instalados, por planta, en el Puerto de Iquique.

EPERVA-SUR	NUMERO			PORCENTAJE		
	POZO		TOTAL	POZO		TOTAL
	M-G	M-C		M-G	M-C	
TOTAL RECUPERADAS	19	14	33	95	70	82,5
TOTAL USADAS	20	20	40			

EPERVA-NORTE	NUMERO			PORCENTAJE		
	POZO		TOTAL	POZO		TOTAL
	M-G	M-C		M-G	M-C	
TOTAL RECUPERADAS	4	4	8	40	40	40,0
TOTAL USADAS	10	10	20			

IG-MAR	NUMERO			PORCENTAJE		
	POZO		TOTAL	POZO		TOTAL
	M-G	M-C		M-G	M-C	
TOTAL RECUPERADAS	10	3	13	50	0	32,5
TOTAL USADAS	20	20	40			

COLOSO	NUMERO			PORCENTAJE		
	POZO		TOTAL	POZO		TOTAL
	M-G	M-C		M-G	M-C	
TOTAL RECUPERADAS	0	0	0	0	0	0,0
TOTAL USADAS	20	20	40			

CAMANCHACA	NUMERO			PORCENTAJE		
	POZO		TOTAL	POZO		TOTAL
	M-G	M-C		M-G	M-C	
TOTAL RECUPERADAS	0	0	0	0	0	0,0
TOTAL USADAS	10	10	20			

TABLA 15 Resumen del número y porcentaje de marcas grandes (M-G) y chicas (M-C) depositadas en los pozos y recuperadas en los diferentes imanes instalados, por planta, en los Puertos de Tocopilla y Mejillones.

TOCOPILLA

COLOSO	NUMERO			PORCENTAJE		
	POZO		TOTAL	POZO		TOTAL
	M-G	M-C		M-G	M-C	
TOTAL RECUPERADAS	12	5	17	60	25	42,5
TOTAL USADAS	20	20	40			

EPERVA	NUMERO			PORCENTAJE		
	POZO		TOTAL	POZO		TOTAL
	M-G	M-C		M-G	M-C	
TOTAL RECUPERADAS	0	0	0	0	0	0,0
TOTAL USADAS	20	20	40			

MEJILLONES

IG-MAR	NUMERO			PORCENTAJE		
	POZO		TOTAL	POZO		TOTAL
	M-G	M-C		M-G	M-C	
TOTAL RECUPERADAS	8	7	15	40	35	37,5
TOTAL USADAS	20	20	40			

EPERVA	NUMERO			PORCENTAJE		
	POZO		TOTAL	POZO		TOTAL
	M-G	M-C		M-G	M-C	
TOTAL RECUPERADAS	0	0	0	0	0	0,0
TOTAL USADAS	10	10	20			

TABLA 16 Resumen del número y porcentaje de marcas grandes (M-G) depositadas en los pozos y recuperadas en los diferentes imanes instalados, por planta en los Puertos de Caldera y Coquimbo.

CALDERA

ATACAMA	NUMERO			PORCENTAJE		
	POZO		TOTAL	POZO		TOTAL
	M-G	M-C		M-G	M-C	
TOTAL RECUPERADAS	11		11	40,7		40,7
TOTAL USADAS	27		27			

COQUIMBO

SAN JOSE	NUMERO			PORCENTAJE		
	POZO		TOTAL	POZO		TOTAL
	M-G	M-C		M-G	M-C	
TOTAL RECUPERADAS	12		12	60		60,0
TOTAL USADAS	20		20			

TABLA 17a Resumen del número y porcentaje total de marcas depositadas en la bodega del cerquero y recuperadas por los imanes de la línea de producción. I Crucero.

MEJILLONES

BARCO: GAVILAN

FECHA DE RECUPERACION	NUMERO	PORCENTAJE
28/01/97	12	24,00
12/02/97	2	4,00
14/02/97	6	12,00
21/02/97	2	4,00
06/03/97	2	4,00
07/03/97	1	2,00
TOTAL RECUPERADAS	25	50,0
TOTAL USADAS	50	

TABLA 17b Resumen del número y porcentaje total de marcas depositadas en la bodega del cerquero y recuperadas por los imanes de la línea de producción. II Crucero.

IQUIQUE

BARCO: PACHICA

FECHA DE RECUPERACION	NUMERO	PORCENTAJE
4/12/97	3	6,00
10/12/97	4	8,00
13/12/97	1	2,00
13/01/98	8	16,00
TOTAL RECUPERADAS	16	32,00
TOTAL USADAS	50	

TABLA 18 Actividades de marcación realizadas en los Cruceros de Marcación efectuados en enero y diciembre de 1997 a bordo del B/I Carlos Porter.

I CRUCERO

Nº de Liberación	Fecha	Barco	Latitud	Longitud	Número Marcas	Adultos	Reclutas
1	20/01/97	Audaz	20° 49' S	70°21' W	432	432	0
2	20/01/97	Eperva 48	20° 49' S	70°21' W	1457	1457	0
3	21/01/97	San Jorge	21° 00' S	70°11' W	2101	2101	0
4	22/01/97	Mar del Plata	19°48' S	70°14' W	741	201	540
5	23/01/97	Valencia	19°02' S	70°20' W	951	650	301
6	24/01/97	Coray	19°17' S	70°17' W	848	848	0
7	27/01/97	San Jorge	21°50' S	70°12' W	1602	1602	0
8	28/01/97	Gavián	21°53' S	70°13' W	2153	2200	0
TOTAL					10285	9444	841

II CRUCERO

Nº de Liberación	Fecha	Barco	Latitud	Longitud	Número Marcas	Adultos	Reclutas
1	27/11/97	Valencia	18°23' S	70°29' W	2258	1910	348
2	28/11/97	Valencia	18°25' S	70°25' W	742	564	178
3	01/12/97	Pachica	20°46' S	70°14' W	993	750	243
4	01/12/97	Eperva 46	20°46' S	70°13' W	50	50	0
5	01/12/97	Angamos 1	20°47' S	70°13' W	750	0	750
6	02/12/97	Icalma	20°52' S	70°13' W	638	638	0
7	03/12/97	Pachica	21°12' S	70°08' W	1927	899	1028
8	04/12/97	Granada	21°18' S	70°06' W	2203	100	2103
TOTAL					9561	4911	4650

TABLA 19 Número de anchovetas liberadas y marcas recuperadas en los Cruceros de Marcación, hasta el 31 de marzo de 1998.

I CRUCERO

Nº de Liberación	Fecha	Latitud	Longitud	Número Marcado	Número Recuperado	Porcentaje Recuperación
1	20/01/97	20° 49' S	70°21' W	432	10	2,31
2	20/01/97	20° 49' S	70°21' W	1.457	9	0,62
3	21/01/97	21° 00' S	70°11' W	2.101	15	0,71
4	22/01/97	19°48' S	70°14' W	741	5	0,67
5	23/01/97	19°02' S	70°20' W	951	13	1,37
6	24/01/97	19°17' S	70°17' W	848	2	0,24
7	27/01/97	21°50' S	70°12' W	1.602	47	2,93
8	28/01/97	21°53' S	70°13' W	2.153	42	1,95
TOTAL				10.285	143	1,39

II CRUCERO

Nº de Liberación	Fecha	Latitud	Longitud	Número Marcado	Número Recuperado	Porcentaje Recuperación
1	11/27/97	18°23' S	70°29' W	2.258		0,00
2	11/28/97	18°25' S	70°25' W	742		0,00
3	12/1/97	20°46' S	70°14' W	993	2	0,20
4	12/1/97	20°46' S	70°13' W	50	1	2,00
5	12/1/97	20°47' S	70°13' W	750		0,00
6	12/2/97	20°52' S	70°13' W	638		0,00
7	12/3/97	21°12' S	70°08' W	1.927	12	0,62
8	12/4/97	21°18' S	70°06' W	2.203	2	0,09
TOTAL				9.561	17	0,18

TABLA 20 Recuperación total de marcas en los Cruceros de Marcación, hasta el 31 de marzo de 1998.

I CRUCERO

Puerto	Número	Porcentaje
Arica	9	6,3
Iquique	107	74,8
Tocopilla	2	1,4
Mejillones	25	17,5
Caldera	0	0,0
Coquimbo	0	0,0
TOTAL	143	100,0

II CRUCERO

Puerto	Número	Porcentaje
Arica	0	0,0
Iquique	17	100
Tocopilla	0	0,0
Mejillones	0	0,0
Caldera	0	0,0
Coquimbo	0	0,0
TOTAL	17	100,0

TABLA 21 Días en libertad de las anchovetas marcadas y recuperadas con información del lance de liberación, hasta el 31 de marzo de 1998. I y II Crucero de Marción.

I CRUCERO

Días en Libertad	Liberación (Lance)								TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1 - 7									0
8 - 14		1							1
15 - 21									0
22 - 28							1	1	2
29 - 35				1			4	6	11
36 - 42	2	1	1			1	2	5	12
43 - 49	2	1	2	1	3		5	1	15
50 - 56	3	2	1		1			1	8
57 - 63							1	3	4
64 - 70			1				8	4	13
71 - 77			2				3		5
78 - 84		1	1						2
85 - 91				2	1		1	3	7
92 - 98		1					3		4
99 - 105								1	1
106 - 112									0
113 - 119			1					2	3
120 - 126							1		1
127 - 133					1				1
134 - 140								1	1
141 - 147			2				1		3
148 - más									0
*	3	2	4	1	7	1	17	14	49
TOTAL	7	7	11	4	6	1	30	28	94

II CRUCERO

Días en Libertad	Liberación (Lance)								TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1 - 7			2	1			5		8
8 - 14							7	2	9
15 - 21									0
22 - 28									0
29 - 35									0
36 - 42									0
43 - 49									0
TOTAL	0	0	2	1	0	0	12	2	17

(*): Número de marcas recuperadas sin fecha conocida y zona de captura dudosa.

TABLA 22 Resumen en número y porcentaje de la tendencia migratoria de las anchovetas liberadas y recuperadas por lance.

I CRUCERO

Liberación (Lance)	1	2	3	4	5	6	7	8	TOTAL
Número Marcados	432	1.457	2.101	741	951	848	1.602	2.153	10.285
Recuperación (N°)									
Norte	3	2	2	2	0	1	29	26	65
Sin Migración (*)					1			1	2
Sur	4	5	9	2	5	0	1	1	27
Porcentaje (%)									
Norte	43,0	29,0	18,0	50,0	0,0	100,0	97,0	96,0	69,0
Sin Migración (*)									2,0
Sur	57,0	71,0	82,0	50,0	100,0	0,0	3,0	4,0	29,0

II CRUCERO

Liberación (Lance)	1	2	3	4	5	6	7	8	TOTAL
Número Marcados	2.258	742	993	50	750	638	1.927	2.203	9.561
Recuperación (N°)									
Norte							9	2	11
Sin Migración (*)			2	1					3
Sur							3		3
Porcentaje (%)									
Norte							75,0	100,0	65,0
Sin Migración (*)									17,0
Sur							25,0		18,0

(*) Permanece en el mismo lugar.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

ANEXOS

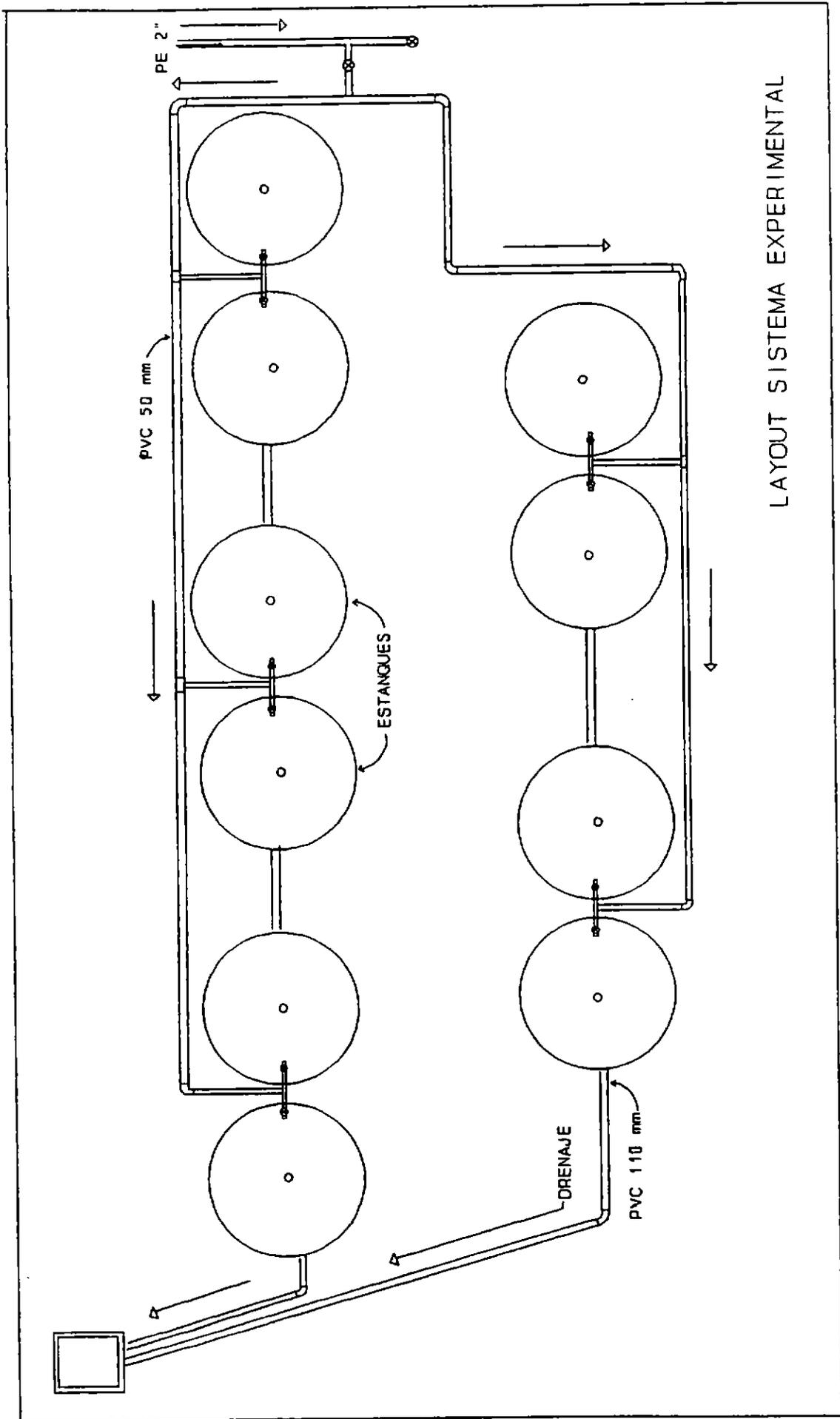


INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

ANEXO 1

EMPLAZAMIENTO DEL SISTEMA EXPERIMENTAL

ANEXO N° 1
Emplazamiento del sistema experimental.





INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

ANEXO 2

INFORMATIVO REGIONAL "BITACORA DE PESCA" AÑO 1 (Nº 1)

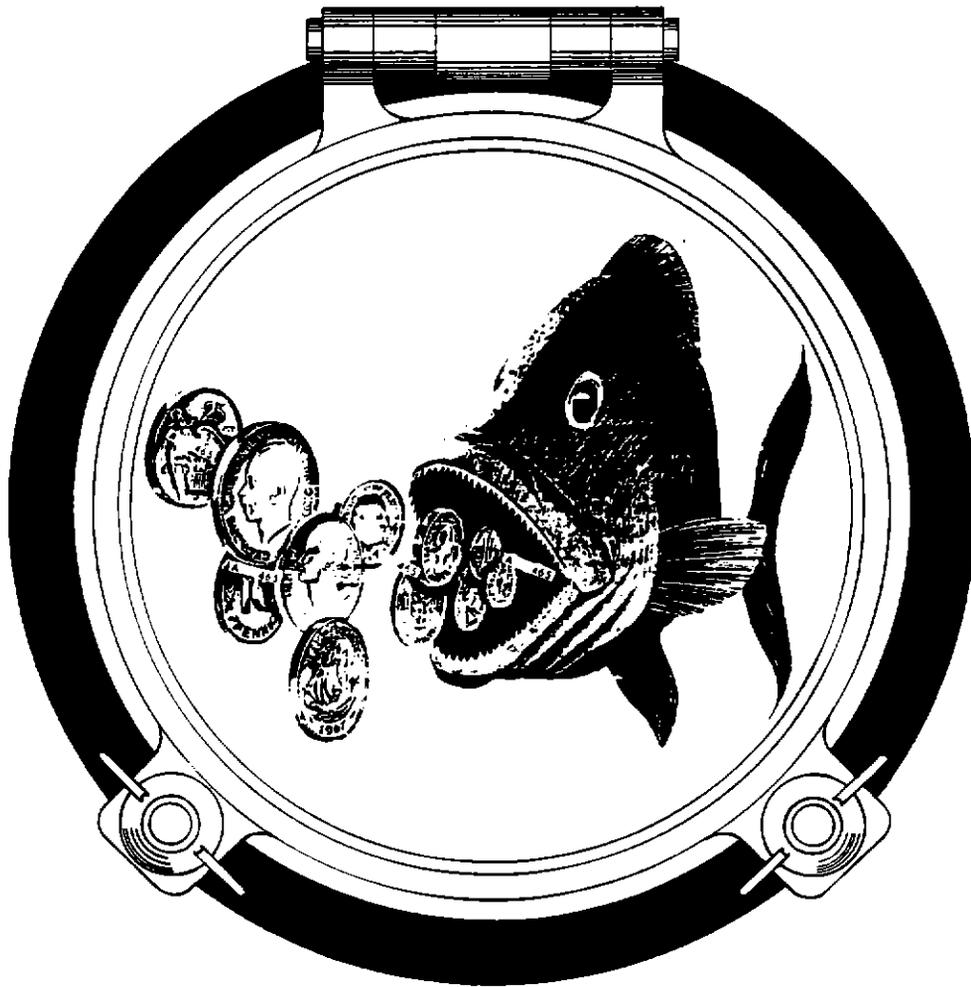
BITACORA PESQUERA

(INFORMATIVO REGIONAL)

TEMA PRINCIPAL

PROYECTO FIP N° 96-04

“ PROGRAMA DE MARCAJE DE ANCHOVETA. FASE I: MARCACION “



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

IFOP

AÑO 1 (NUMERO 1)

ENERO, 1997

AMIGOS DEL SECTOR PESQUERO INDUSTRIAL

A TRAVES DE ESTA **BITACORA PESQUERA** HEMOS PROGRAMADO FORTALECER NUESTRAS VIAS DE DIALOGO CON USTEDES. CONVERSANDO RESPECTO A UN NUEVO PROGRAMA DE INVESTIGACION QUE **EL INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO** INICIARA, EN LOS PRIMEROS DIAS DE 1997. EN LA ZONA NORTE DEL PAIS.

SOMOS UNOS CONVENCIDOS QUE: " EL CONOCIMIENTO QUE OBTENGAMOS DE ESTE TIPO DE ESTUDIO Y LA IMPORTANCIA DE LOS RESULTADOS QUE RECOPILEMOS A TRAVES DEL TIEMPO. NOS PERMITIRAN ENTENDER MEJOR LA NATURALEZA DEL COMPORTAMIENTO MIGRATORIO DE LA ANCHOVETA. PRINCIPAL RECURSO PESQUERO DE NUESTRA REGION.

EL TEMA QUE NOS INTERESA TRATAR EN ESTA OPORTUNIDAD ES " **LA INVESTIGACION DEL CICLO Y DEL PATRON DE COMPORTAMIENTO MIGRATORIO DE LA ANCHOVETA** ", MOVIMIENTO QUE NO SE CIRCUNSCRIBE SOLO A CHILE, SINO QUE SE EXTIENDE " ENTRE EL LIMITE SUR DE LA ZONA DE ANTOFAGASTA Y LA ZONA SUR DEL PERU" . ESTA ULTIMA PRESENTA UNA VERDADERA "BARRERA OCEANOGRAFICA " QUE LIMITA EL MOVIMIENTO MIGRATORIO DE LOS RECURSOS PELAGICOS COSTEROS. POR LA PRESENCIA DEL CENTRO DE SURGENCIA DE SAN JUAN (PERU).

CON EL PROPOSITO DE ASEGURAR EL EXITO DE ESTE ESTUDIO, PREFERENTEMENTE DE TERRENO. EN ESTA OCASION LES SOLICITAREMOS EL MISMO APOYO QUE NOS BRINDARON EN LOS AÑOS 1982 Y 1983 (LA PORTADA DE ESTE INFORMATIVO Y UNA PAGINA DE ESTE LES RECUERDA QUE EN ESOS AÑOS CONTAMOS CON SU ENTUSIASTA APOYO). CON SATISFACCION LES RECUERDO QUE SU **COLABORACION FUE DECISIVA PARA ASEGURAR EL EXITO DE ESE PROGRAMA.**

LA COOPERACION LA RECIBIMOS TANTO A NIVEL DE LOS ADMINISTRADORES Y JEFES DE FLOTA COMO DE **LOS OPERARIOS** QUE REVISABAN PERIODICAMENTE LOS IMANES EN LA BUSQUEDA DE LAS MARCAS DE ANCHOVETA Y DE **LOS PATRONES DE PESCA** QUE NOS DIERON TODAS LAS FACILIDADES, ESPERANDONOS CUANDO HABIAN REALIZADO UN LANCE DE PESCA. ASEGURANDONOS LA OBTENCION DE EJEMPLARES EN BUENAS CONDICIONES FISIOLÓGICAS PARA QUE NOSOTROS, A BORDO DEL BARCO DE INVESTIGACION CARLOS PORTER. PROCEDIERAMOS A MARCAR LAS ANCHOVETAS.

MI COMPROMISO, EN CALIDAD DE JEFE DEL PROGRAMA DE MARCACION DE ANCHOVETA, ES TENERLOS OPORTUNA Y PERIODICAMENTE INFORMADOS DE LOS RESULTADOS DE ESTA INVESTIGACION Y DE OTRO TIPO DE INFORMACION BIOLÓGICA PESQUERA QUE PUEDA SER DE INTERES DE USTEDES. MI TRAYECTORIA SEÑALA QUE **CUMPLO MIS COMPROMISOS Y QUE ME AGRADA TRABAJAR CON USTEDES.**

ATENTAMENTE ✓


CARLOS MARTINEZ FARIAS
JEFE PROYECTO MARCACION

AHORA PROCEDO A CONTARLES EN FORMA SENCILLA Y AMENA

**¿ DE QUE SE TRATA ESTE TIPO DE INVESTIGACION ?
Y EN QUE ETAPAS NOS PODRIAN AYUDAR**

¿ CUAL ES EL OBJETIVO PRINCIPAL DEL PROGRAMA DE MARCACION DE ANCHOVETA ?

- A TRAVES DE VARIOS CRUCEROS DE MARCACION. EN QUE SE TRABAJARA A BORDO DEL BARCO DE INVESTIGACION CARLOS PORTER, SE MARCARAN ANCHOVETAS JUVENILES Y ADULTAS. SE LIBERARAN AL MAR Y CUANDO LA FLOTA CAPTURE LAS ANCHOVETAS MARCADAS Y LAS MARCAS METALICAS SE VAYAN RECUPERANDO A TRAVES DEL TIEMPO (CON LOS IMANES QUE DISPONEN LAS INDUSTRIAS DE REDUCCION) PODREMOS COMPLEMENTAR NUESTRO ACTUAL CONOCIMIENTO DEL MOVIMIENTO O MIGRACION DE LA ANCHOVETA FRENTE A CONDICIONES OCEANOGRAFICAS NORMALES.

POR EJEMPLO, PODREMOS CONOCER ¿ CUANDO Y QUE FRACCION DE LA ANCHOVETA MIGRA HACIA EL PERU? ¿ CUAL ES EL COMPORTAMIENTO MIGRATORIO DE LA ANCHOVETA JUVENIL Y LA DEL ADULTO ? ¿ EN QUE PERIODOS SE ACENTUAN LOS MOVIMIENTOS MIGRATORIOS ? ETC. ETC.

¿ QUIENES PARTICIPAN EN ESTE TIPO DE INVESTIGACION ?

SIN QUERER PONERNOS "COMPLICADOS" PODEMOS INFORMARLES QUE ESTA INVESTIGACION SE SUSTENTA EN LA EXPERIENCIA PRACTICA Y TEORICA DE UN GRUPO MULTIDISCIPLINARIO DE INVESTIGADORES, TECNICOS Y MUESTREADORES ESPECIALIZADOS DEL INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO (IFOP) Y DE LA UNIVERSIDAD ARTURO PRAT (UNAP).

COMO SOY UN CONVENCIDO QUE ESTE TIPO DE INVESTIGACION PUEDE SER FORTALECIDA CON EL APOYO DE LOS PATRONES DE PESCA Y DE LOS OPERARIOS DE LAS PLANTAS LOS INVITAMOS A QUE NOS AYUDEN, PARA CONOCER CON MAYOR PROFUNDIDAD EL CICLO MIGRATORIO DEL PRINCIPAL RECURSO PESQUERO DE LA ZONA NORTE: LA ANCHOVETA

¿ COMO NOS ASEGURAMOS OBTENER ANCHOVETA EN BUENAS CONDICIONES ?

EL PROGRAMA CONTEMPLA TRABAJAR CON EL BARCO CARLOS PORTER Y EL ARRIENDO DE UN PESQUERO DE ALTA MAR.

LOS QUE CONOCEMOS DE OPERACION DE PESCA ESTAMOS CLAROS EN RECONOCER QUE UN SOLO BARCO NO NOS ASEGURA OBTENER ANCHOVETAS VIVAS Y EN BUENAS CONDICIONES PARA MARCARLAS Y LIBERARLAS. POR ESO QUEREMOS CONTAR CON SU APOYO. PARA QUE NOS TRASPASEN ANCHOVETA VIVA ANTES DE SECAR TOTALMENTE EL COPO Y POR OTRA PARTE QUE REVISEN PERIODICAMENTE LOS IMANES.

¿ COMO SE LLEVA A CABO EL PROCESO DE MARCACION Y LIBERACION DE LA ANCHOVETA ?

UNA VEZ QUE EL BARCO CERQUERO REALIZA UN LANCE DE PESCA EXITOSO, DEL CARLOS PORTER BAJAMOS UN BOTE CON EL CUAL ARRASTRAMOS UN VIVERO FLOTANTE. UNA VEZ QUE EL BOTE SE ACERCA A LOS CORCHOS, NUESTRO PERSONAL EXTRAE (CON CHINGUILLOS) LA ANCHOVETA QUE NECESITAMOS PARA EL PROCESO DE MARCACION (UN NUMERO NO MAYOR DE 2.000 EJEMPLARES) LA QUE FINALMENTE TRANVASIAMOS EN VIVEROS FLOTANTES QUE TENEMOS INSTALADOS AL COSTADO DEL PORTER.

LAS ANCHOVETAS, QUE EN ESE MOMENTO ESTAN ASUSTADAS, SE DEJAN TRANQUILAS PARA QUE PASEN EL STRESS (SHOCK) DE SU CAPTURA Y POSTERIORMENTE SE SUBEN CON CUIDADO A BORDO DEL BARCO DE INVESTIGACION, DEPOSITANDOLAS EN GRUPOS DE 10 A 15 EJEMPLARES EN RECIPIENTES PLASTICOS ESPECIALES, PROCEDIMIENTO QUE FACILITA SU OBSERVACION RESPECTO A SU ESTADO DE SALUD (PRESENCIA DE SANGRE, DESCAMACION, ETC)

A BORDO HAY UN EQUIPO DE SEIS MARCADORES, LA MAYORIA CON EXPERIENCIA EN MARCACION DE PECES (HEMOS MARCADO ATUNES, ANCHOVETA, SARDINA ESPAÑOLA, JUREL Y MERLUZA DEL SUR), CON BUENOS PORCENTAJES DE RECUPERACION DE MARCAS.

CADA MARCADOR DISPONE DE UNA " PISTOLA DE MARCACION " Y " CARGADORES " QUE CONTIENEN 50 MARCAS METALICAS CADA UNO. UNA VEZ SELECCIONADAS LAS ANCHOVETAS A MARCAR SE PROCEDE A INSERTARLES LA MARCA EN LA CAVIDAD VISCERAL.

UNA VEZ MARCADA LA ANCHOVETA SE LE DEPOSITA EN UN VIVERO ESPECIAL, PARA ESTUDIAR SU COMPORTAMIENTO Y PASADAS UNAS HORAS SE LIBERA UN PEQUEÑO CARDUMEN DE EJEMPLARES MARCADOS.

EL PROCESO DE MARCACION TIENE UN DURACION PROMEDIO DE CINCO HORAS DE ARDUO TRABAJO, EL CUAL RECIEN TERMINA CUANDO SE LIBERAN LAS ULTIMAS ANCHOVETAS MARCADAS E INMEDIATAMENTE SE CONTINUA EN EL MOMENTO QUE SE CONSIGUE OTRA CAPTURA.

¿ COMO ASEGURAMOS RECUPERAR LAS MARCAS METALICAS EN LAS INDUSTRIAS ?

POR CADA MARCA RECUPERADA POR EL OPERARIO, QUE REvisa LOS IMANES EN LA INDUSTRIA DE REDUCCION, **ESTE RECIBE EN FORMA INMEDIATA, UNA RECOMPENSA DE \$ 500, POR PARTE DEL PERSONAL DEL IFOP.**

SE ESTIMA, QUE AL IGUAL QUE EN LAS OTRAS MARCACIONES ;;; SE RECUPERARAN CIENTOS DE MARCAS !!! POR LO TANTO, A REVISAR BIEN LOS IMANES, ;;; UNA BUENA RECOMPENSA LOS ESPERA !!!

¿ QUE CARACTERISTICAS TIENEN LAS MARCAS ?

LAS MARCAS SON DE ACERO ESPECIAL (NIQUELADO), QUE NO SE OXIDA. CADA MARCA LLEVA UNA NUMERACION PARA IDENTIFICARLA, SON DE PEQUEÑO TAMAÑO Y RELATIVAMENTE LIVIANAS.

EL MATERIAL DE MARCACION FUE CONFECCIONADO POR UNA EMPRESA NORUEGA (NAUTIC SYSTEMS) ESPECIALIZADA EN PROCESOS Y MATERIALES DE MARCACION DE PECES PELAGICOS.

¿ COMO PODEMOS AYUDAR LOS PATRONES DE PESCA ?

DANDO UN AVISO POR RADIO AL CAPITAN DEL PORTER, EL QUE VA A ESTAR ESPERANDO EN EL AREA DE PESCA. USTEDES LES INFORMARAN " QUE ESTAN REALIZANDO UN LANCE DE PESCA DE ANCHOVETA " PARA QUE EMPIECE A ACERCARSE AL AREA DEL LANCE. CON ESTA INFORMACION LA MANIOBRA DE SEPARAR ANCHOVETA VIVA SE REALIZARA RAPIDAMENTE Y USTEDES PODRAN SEGUIR PESCANDO.

CON PRACTICA MUTUA ESTA MANIOBRA LA REALIZAREMOS EN MENOS DE MEDIA HORA.

¿ COMO PODEMOS AYUDAR LOS OPERARIOS QUE REVISAMOS LOS IMANES ?

REVISEN PERIODICAMENTE Y EN FORMA DETALLADA LOS IMANES EN BUSQUEDA DE MARCAS Y ANOTEN EN EL FORMULARIO TODA LA INFORMACION SOLICITADA. NO SE GUARDEN LAS MARCAS Y AVISEN INMEDIATAMENTE AL PERSONAL DEL IFOP DE LA RECUPERACION DE LAS MARCAS. EL FUNCIONARIO CANCELARA EN FORMA INMEDIATA EL VALOR DEL TOTAL DE LAS MARCAS RECUPERADAS.

SI POR CURIOSIDAD SE GUARDAN ALGUNAS MARCAS, SE PERDERA UNA VALIOSA INFORMACION PARA LA INDUSTRIA PESQUERA.

ESTAMOS EN PLENO PERIODO DE LAS COMUNICACIONES RADIALES Y SATELITALES (INTERNET) ¿ POR QUE NO SE USAN EN ESTE PROYECTO CHIPS O EMISORES SONICOS ?

EL VERTIGINOSO AVANCE QUE PRESENTA EN LOS ULTIMOS AÑOS LA CIBERNETICA COMPUTACIONAL Y DE COMUNICACIONES RADIALES ESTA FACILITANDO BASTANTE EL CONOCIMIENTO DEL COMPORTAMIENTO Y DEL PATRON MIGRACIONAL DE AVES, TORTUGAS, BALENAS, DELFINES, PECES ESPADAS, SALMONES Y HASTA ABEJAS.

SIN EMBARGO, EN PECES CHICOS Y DELICADOS COMO LA ANCHOVETA (MARCAREMOS JUVENILES O RECLUTAS) LA RELACION COSTO DEL CHIP, TAMAÑO DEL MISMO RESPECTO AL DE UNA ANCHOVETA, MIGRACIONES DE MUCHOS CIENTOS DE MILLAS (NUESTROS ESTUDIOS NO SE LIMITAN A UNA BAHIA) Y LA FORMA DE CONSTITUIR GRANDES CARDUMENES QUE FINALMENTE SE DESEMBARCAN A TRAVES DE CIENTOS DE TONELADAS QUE FLUYEN RAPIDAMENTE Y EN GRANDES VOLUMENES A LAS BODEGAS Y POSTERIORMENTE A LOS POZOS DE ALMACENAMIENTO, TODAVIA LIMITAN EL USO DE LA TECNOLOGIA COMPUTACIONAL Y RADIAL A ESTA ETAPA DE LA MARCACION DE ANCHOVETA.

EN SINTESIS, LAS CARACTERISTICAS DEL COMPORTAMIENTO DEL RECURSO Y DE LA PESQUERIA SON DIFERENTES, HECHO QUE NOS OBLIGA A MARCAR MILES DE ANCHOVETAS.

SIN EMBARGO, A TRAVES DE LOS AÑOS HEMOS TENIDO EXITO EN LA RECUPERACION DE LAS ANCHOVETAS MARCADAS. LO QUE ES UNA CLARA SEÑAL QUE LO QUE ESTAMOS HACIENDO, " LO ESTAMOS HACIENDO BIEN " Y QUE CON EL APOYO QUE RECIBIREMOS POR PARTE DEL SECTOR PESQUERO DE LA ZONA NORTE ASEGURAREMOS EL EXITO DE ESTA IMPORTANTE INVESTIGACION REGIONAL.

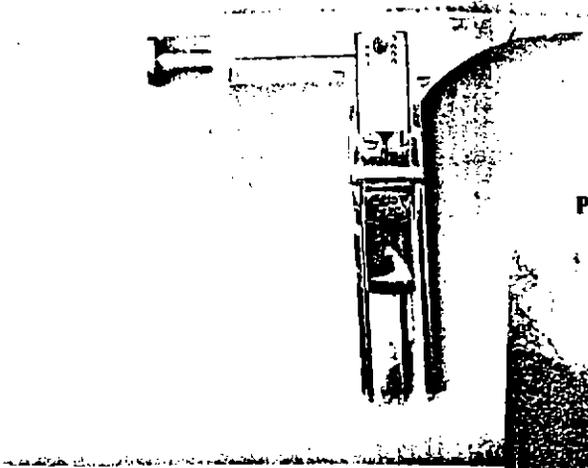
ES DE INTERES DESTACAR QUE LA IDEA DE DESARROLLAR ESTE PROYECTO FUE PROPUESTA EN LAS REUNIONES DEL CONSEJO ZONAL DE PESCA DE LA I Y II REGION.

EL 31 DE MAYO DE 1996 FUE PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL EL LLAMADO A CONCURSO PUBLICO, A TRAVES DEL FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA (FIP), POR EL CONSEJO DE INVESTIGACION PESQUERA.

**EL 16 DE AGOSTO DE 1996 EL PROYECTO FIP N° 96-04:
" PROGRAMA DE MARCAJE DE ANCHOVETA. FASE I: MARCACION "
FUE ADJUDICADO AL INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO.**

**FINALMENTE, SE TOMO RAZON EL 6 DE DICIEMBRE DE 1996
FECHA OFICIAL DE INICIO DEL PROYECTO.**

PISTOLA PARA MARCAR ANCHOVETA



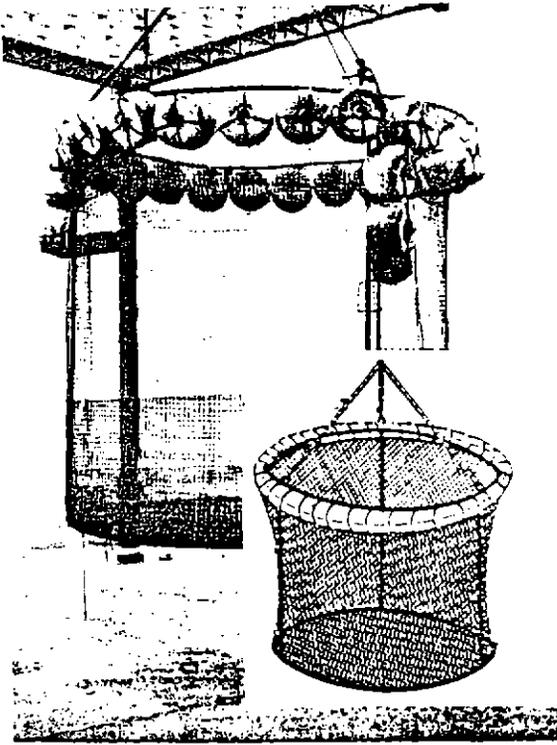
PROCESO DE MARCACION DE ANCHOVETA



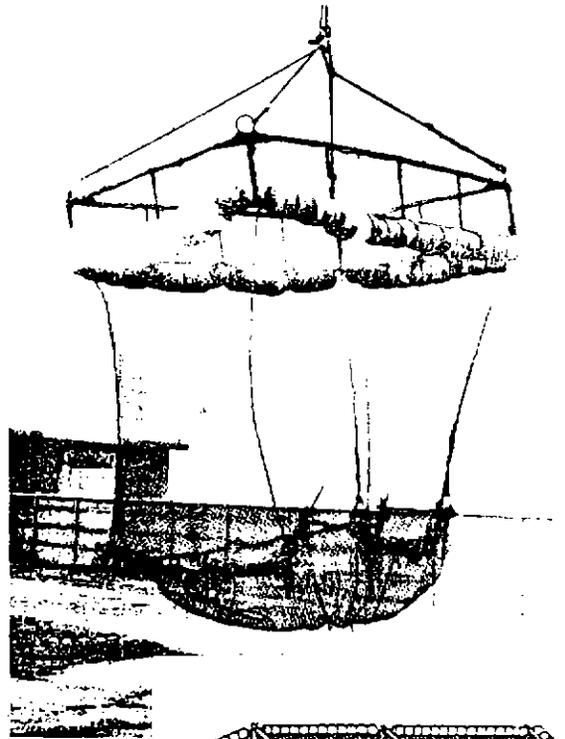
IMAN INSTALADO EN LAS LINEAS DE PRODUCCION DE HARINA DE PESCADO DE LA INDUSTRIA DE REDUCCION



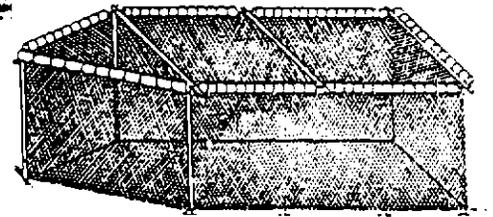
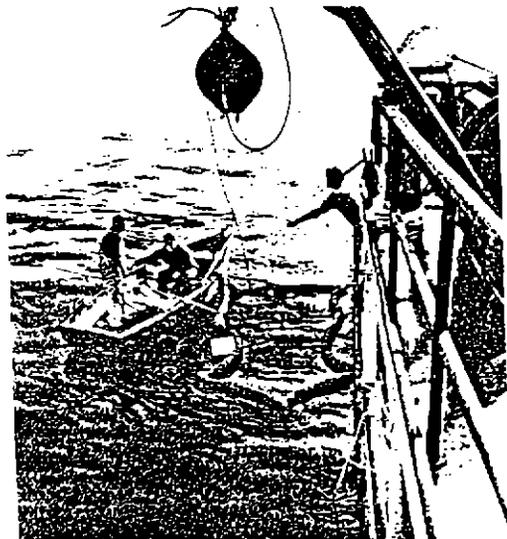
**RESERVORIO FLOTANTE PARA MANTENER
Y REVISAR LAS ANCHOVETAS MARCADAS**



VIVERO TRANSPORTADOR DE ANCHOVETA



**MANIOBRANDO EL TRANSPORTADOR AL
COSTADO DEL BARCO/ CARLOS PORTER**



PUBLICACIONES EDITADAS EN 1982 Y 1983 PARA DIFUNDIR LOS RESULTADOS DEL PROGRAMA DE MARCACION DE PECES PELAGICOS DE LA ZONA NORTE DE CHILE

PROYECTO
DESARROLLO DE UN SISTEMA DINAMICO DE INFORMACION
BIOLOGICO - PESQUERA

COOPERACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION
CORFO



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
IFOP

Numero 6 MARZO 1982



La marcación de peces, una herramienta útil para el conocimiento del ciclo biológico de nuestras especies.

En los últimos veinte años, las técnicas de marcación se han utilizado con éxito en las investigaciones de ecología pesquera y de dinámica poblacional. Los resultados de su aplicación han sido tan espectaculares como el descubrimiento de migraciones insuspechadas de algunas peces marinos, hasta aquellas, como el cálculo de la magnitud de las poblaciones y sus tasas de crecimiento y de mortalidad que son de gran utilidad.

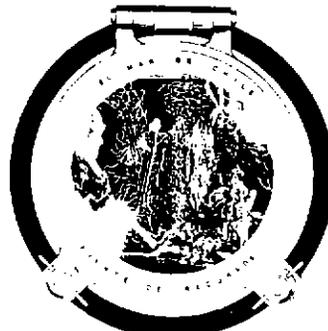
Las marcas que se utilizan son de materiales y formas muy variadas, dependiendo de la especie que se va a marcar. La primera que se utilizó fue un simple disco de hueso con un número; hoy día, con el éxito de la industria del plástico las marcas de este material son más numerosas (flechas, dardos, anillos, discos, placas, etc.), pero las hay tan sofisticadas como los anillos de algunos materiales sintéticos.

El éxito, al emplear uno u otro tipo de marca, depende en gran medida del número que se recuperen una vez que se han recuperado los ejemplares marcados.

Cuando los peces se comen directamente o se destruyen en otro número, las marcas son de colores vistosos y se insertan en la parte exterior del pez. Sin embargo, cuando estos peces comen destrozados la industria de reducción,

PROYECTO
SISTEMA DINAMICO DE INFORMACION
BIOLOGICO - PESQUERA

COOPERACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION
CORFO



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
IFOP

Numero 6 MAYO 1983



Marcación de Sardina Española

Por encargo de la Cooperación de Fomento de la Producción (CORFO) el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), está desarrollando el proyecto "Estudio de Marcación de Sardina Española y Jurel" (Folleto 4 y 5). Una vez finalizado el primer tramo de este proyecto (noviembre de 1982) se leyeron las primeras recuperaciones de marcas, en los mares de las industrias de la Zona Norte.



En base a las marcas recuperadas hasta la fecha, se tienen resultados preliminares, que indican que los ejemplares de sardina española liberados a la cuadra del Río Luyán, se desplazaron hacia el SW en noviembre de 1982; en enero de 1983, se presentó una clara tendencia de desplazamiento con dirección noreste, por una franja costera de 20 millas, encontrándose en marzo a la cuadra de Arica.

Con el objeto de incentivar la recuperación de las marcas, se cancela una recuperación en dinero por marca recuperada y entregada al IFOP, la que a contar de mayo se ajustará a \$ 200 (doscientos pesos) por marca.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

ANEXO 3

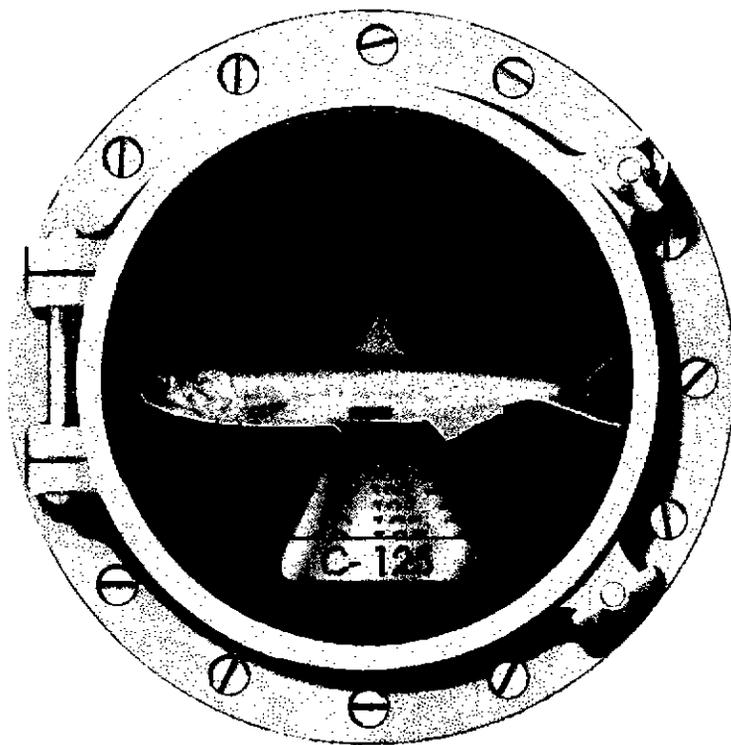
INFORMATIVO REGIONAL "BITACORA DE PESCA" AÑO 1 (N° 2)

BITACORA PESQUERA

Informativo Regional

Tema Principal
Proyecto FIP N° 96-04

*"Programa de marcaje de anchoveta.
Fase I : Marcación"*



Se buscan marcas
recompensa **\$ 1.000**

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
IFOP

AÑO 1 (NUMERO 2)

OCTUBRE 1997

¡ Amigos Pesqueros !

Nuevamente estamos junto a ustedes para informarles acerca de nuestro quehacer en el ámbito pesquero.

Como se los hicimos saber en nuestro primer número de la Bitácora Pesquera, nuestra institución realizó un primer Crucero de Marcación de anchoveta en enero del presente año. En la oportunidad se consiguió marcar un total de 10.285 ejemplares, 9.444 de los cuales correspondieron a peces adultos y 841 a reclutas.

La verdad es que el éxito alcanzado no hubiese sido posible sin la valiosa colaboración de ustedes, cada uno en su área, tripulantes, patronos, jefes de flota, etc., los que facilitaron la muestra de peces vivos e iniciar satisfactoriamente el desarrollo del proyecto. Para todos ustedes vaya nuestro más sincero agradecimiento. En este ámbito queremos destacar a algunos de los buques pesqueros, quienes conscientes del trabajo que llevábamos a cabo, gentilmente accedieron a nuestro requerimiento :

Audaz (Pesquera Coloso)

Eperva 48 (Pesquera Eperva)

San Jorge (Pesquera Igmar)

Mar del Plata (Pesquera Eperva)

Valencia (Pesquera Pacífico)

Coray 1 (Pesquera Pacífico)

Gavilán (Pesquera Igmar)

Sin embargo, el trabajo no estaría completo si no tuviéramos recuperación de las marcas en las líneas de producción de las Industrias de Reducción. En este ámbito hemos tenido un apoyo total de los Jefes de Planta, Jefes de Producción y Operarios que laboran en la limpieza de los imanes. De tal manera que no podemos dejar pasar la oportunidad y hacer mención a :

Luis Figueroa y operarios

Pesquera Coloso - Arica

Antonio Grimaldi y operarios

Pesquera IGMAR - Arica

Marcial Rojas y operarios

Pesquera Eperva Sur - Arica

Hernán Castillo

Pesquera Eperva Norte - Arica

Alvaro Rojo, personal de laboratorio y operarios

Pesquera Eperva - Iquique

Mario Nuñez, Sra. Ema Morales y operarios

Pesquera IGMAR - Iquique

Carlos Palominos

Pesquera Coloso - Iquique

Faviola Recabarren

Pesquera Camanchaca - Iquique

Nelson Donaire y operarios

Pesquera Coloso - Tocopilla

Glen Nuñez y José Valencia

Pesquera Eperva - Tocopilla

Jaime Lagno, Patricia Olivos y operarios

Pesquera IGMAR - Mejillones

Julio García y operarios

Pesquera Eperva - Mejillones

Claudio Barahona

Pesquera Península - Mejillones

Junto con entregarles nuestros agradecimientos, queremos informarles que el proyecto continúa, que la recompensa está vigente y quedan muchas marcas que aún permanecen en los peces, por lo tanto ¡ no bajemos la guardia ! , sigamos en la búsqueda de éstas, ya que el beneficio será mutuo; ustedes recibirán un incentivo económico junto con los resultados de un proyecto que les permitirá conocer un poco más del principal recurso que sustenta su fuente laboral y para nosotros la posibilidad de investigar y obtener información acerca de los movimientos migratorios que presenta el recurso, con la finalidad de incorporar nuevos parámetros a los modelos que ayudan a conocer adecuadamente la pesquería.

" El Niño "

Hoy día, más que nunca solicitamos su colaboración. Por todos es sabido que durante el presente año se manifestó nuevamente el evento "El Niño" , con características similares a las del Niño ocurrido en 1982-83. Esta situación nos hace poner un Grito de Alerta, ya que junto con la llegada del evento, el comportamiento del recurso anchoveta ha variado notablemente y por lo tanto la recuperación de marcas ha ido disminuyendo hasta llegar a cero.

En este período se ha producido una fuerte incertidumbre, por cuanto es un misterio el movimiento que experimentó el recurso durante los últimos meses. Es por ésto que la recuperación de marcas se torna tan importante en este período,

Por lo que reiteramos que la información y las acciones que nos sirven están contenidas básicamente en los siguientes cuatro puntos :

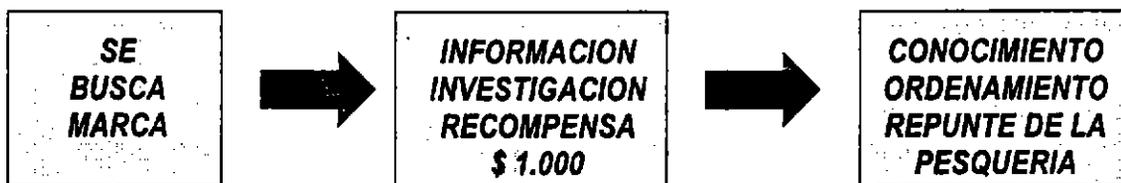
- Recuperación de la marca.
- Anotar fecha en que se encontró.
- Averiguar a que barco corresponde la pesca procesada.
- Zona de Pesca del Barco.

Otro punto importante que tratar, es informarles acerca de nuestro próximo Crucero de Marcación, el que se está programando para fines de noviembre y primera semana de diciembre

Bueno, la idea es conseguir una mayor cantidad de reclutas y en este período se intensificaría el proceso de reclutamiento de la especie, vale decir la incorporación masiva de ejemplares juveniles al stock explotable. Por lo tanto, las marcas deberían comenzar a recuperarse a partir de la segunda quincena de diciembre, fecha propicia para iniciar un proceso de ahorro y pasar una ¡ Feliz Navidad ! , no les parece ? . Así que a ponerse las pilas y continuar con la búsqueda.

Mucha suerte en la tarea y hasta el próximo informativo

BASICAMENTE EL ASUNTO ES EL SIGUIENTE...



Dirección Zonal I y II Región

Cualquier Información Adicional Contactarse con :

Carlos Martínez Farías
(Jefe del Proyecto)

Víctor Baros Pinto
(Encargado del Proyecto Zona Norte)

Jorge Oliva López
Miguel Cortés Gómez

Desiderio García Sitio 2 - Fono : (57) 422216 - 413579 Fax: (57) 411944
e-mail : ifopiqq@chilesat.net



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

ANEXO 4

INSTRUCTIVO PARA LA RECUPERACION DE MARCAS

INSTRUCCIONES PARA LA RECUPERACION DE MARCAS

Las marcas utilizadas en este Programa de Marcación de Anchoveta son unas plaquitas de acero niquelado de dos tamaños diferentes: unas son de 14 x 3 milímetros y otras de 7 x 3 milímetros. Estas marcas se introducen con un instrumento especial (pistola de marcación) en la cavidad visceral de la anchoveta. Las marcas llevan inscritas una LETRA y varios NUMEROS que permiten identificarlas.

Las marcas se pueden recuperar mayoritariamente en los imanes instalados en las líneas de reducción y también durante la limpieza de los secadores, prensas, cocedores y en otros sitios de la línea de producción. Las probabilidades de encontrar marcas son mayores en los imanes, siempre que el operador los limpie y revise periódicamente cada 3 a 6 horas.

Las marcas encontradas en los imanes o en la líneas de producción deben guardarse dentro de un SOBRE que Ud. tendrá en su poder y en el cual deberá anotar los siguientes datos en la forma más fidedigna posible.

- ◆ FECHA EN QUE SE RECUPERARON LAS MARCAS: día en que encontró la(s) marca(s)
- ◆ GOLETA A LA QUE PERTENECERIA LA CAPTURA DE ESTAS MARCAS: consultar de cuál goleta provendría la captura que se está procesando en ese momento o en horas recientes.
- ◆ RECOLECTOR: nombre de la persona que encontró la marca
- ◆ TURNO: hora en que revisó los imanes y encontró la(s) marca(s)

IMPORTANTE: Si no se acuerda la fecha en que encontró las marcas o sino sabe a qué goleta pertenecería la marca, no entregue esta información; debido a esto es importante anotar inmediatamente los datos de cada marca.

Si las marcas pertenecen a diferentes días, diferentes barcos o diferentes lugares de recuperación, guárdelas en SOBRES diferentes.

Una vez anotados los datos y guardadas las marcas en los SOBRES correspondientes, se entregarán a una persona de la Planta, cuyo nombre será comunicado oportunamente.

EL PREMIO

\$1.000

**POR CADA MARCA RECUPERADA Y ENTREGADA
JUNTO A LA INFORMACIÓN SOLICITADA.**



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
Programa Marcaje Anchoveta



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

ANEXO 5

AFICHE



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

ANEXO 6

LISTA DE DESCRIPTORES BASE DE DATOS

Proyecto FIP 96-04: "Programa de marcaje de anchoveta. Fase I: Marcación".

CONTENIDO DISKETTE

1. Archivos base

Subdirectorío BASEMARC

Archivo BASEMARC.XLS

Considera los archivos base que se utilizan para la posterior creación de las relaciones entre las liberaciones y recapturas de las anchovetas marcadas. El archivo contiene los siguientes Campos:

NLANCE	Número del lance de liberación..
FECHA	Fecha de liberación de la anchoveta.
SERIE	Número de serie que va en la marca
NMARCA	Número de anchovetas marcadas con la misma serie.
CUADRICULA	Número de la cuadrícula donde se liberó la anchoveta.
LATITUD	Latitud de la cuadrícula (punto medio)
LONGITUD	Longitud de la cuadrícula (punto medio)

NOTA: ESTOS CAMPOS SE REPITEN PARA LOS DATOS DE AMBOS CRUCEROS.

Proyecto FIP 96-04: "Programa de marcaje de anchoveta. Fase I: Marcación".

CONTENIDO DISKETTE

1. Archivos base

Subdirectorío DATAMARC

Archivo DATAMARC.XLS

Considera los archivos base que se utilizan para la posterior creación de las tendencias de migración de la anchoveta. El archivo contiene los siguientes Campos:

NLANCE	Número del lance de liberación..
NMARCA	Número de serie de la marca liberada y recuperada.
FECHA	Fecha de liberación de la anchoveta.
CUADRICULA	Número de la cuadrícula donde se liberó la anchoveta.
LATITUD	Latitud de la cuadrícula (punto medio)
LONGITUD	Longitud de la cuadrícula (punto medio)

NOTA: ESTOS CAMPOS SE REPITEN PARA LOS DATOS DE RECUPERACION.

Proyecto FIP 96-04: "Programa de marcaje de anchoveta. Fase I: Marcación".

CONTENIDO DISKETTE

1. Archivos base

Subdirectorío BASE

**Archivos CPUEAN96.XLS
CPUEAN97.XLS**

Considera los archivos base que se utilizan para la posterior creación de las cartografías en IDRISI, correspondiente a los años 1996 y 1997. Los archivos contienen los siguientes campos:

MES	Mes.
CUAD	Cuadrícula.
CANC	Captura mensual de anchoveta en la respectiva cuadrícula.
VPA	Esfuerzo estándar mensual de anchoveta en la cuadrícula.
CPUE	Captura por unidad de esfuerzo promedio mensual de anchoveta en la cuadrícula.

2. Archivos de las cuadrículas de la zona de estudio.

Subdirectorío CUAD

Archivos CUAD.XLS

Contiene el archivo con las ubicaciones (latitud/longitud) de las cuadrículas de la zona de estudio. El archivo contiene los siguientes campos:

CUAD	Número de la cuadrícula.
LATITUD	Latitud de la cuadrícula (punto medio).
LONGITUD	Longitud de la cuadrícula (punto medio).

Proyecto FIP 96-04: "Programa de marcaje de anchoveta. Fase I: Marcación".

CONTENIDO DISKETTE

1. Archivos base

Subdirectorío BASE

Archivos FICHAOCE.XLS

Considera los archivos base que se utilizan para la posterior creación de las distribuciones de parámetros oceanográficos. Los archivos contienen los siguientes campos:

TRACK	Número del corte oceanográfico.
EST	Número de la estación oceanográfica.
FECHA	Fecha de la estación.
DIST COSTA	Distancia a la costa.
LATITUD	
LONGITUD	
ZONA	Punto notable frente a la estación
HORA INICIO	
TEMP SECO	Temperatura del bulbo seco
TEMP HUMEDO	Temperatura del bulbo húmedo
PROFUNDIDAD TOTAL	Profundidad del fondo
PROFUNDIDAD MUESTRA	Profundidad del lance oceanográfico.

Proyecto FIP 96-04: "Programa de marcaje de anchoveta. Fase I: Marcación".

CONTENIDO DISKETTE

1. Archivos base

Subdirectorio EXPERIME

Archivos

TRATAM1

TRATAM2

TRATAM3

TRATAM4

TRATAM5

TRATAM6

CONTROL

ANESTISI

Considera los archivos base que se utilizan para la posterior creación de las experiencias de mortalidad de las anchovetas por efecto de marcación.