



Universidad Austral de Chile
Centro de Estudios Pesqueros

INFORME FINAL
PESCA DE INVESTIGACIÓN

**“Distribución y abundancia de las
agregaciones reproductivas de merluza
de cola”**

Valparaíso, Marzo de 2006



Universidad Austral de Chile
Centro de Estudios Pesqueros (CEPES)

INFORME FINAL

Pesca de Investigación

**“Distribución y abundancia de las agregaciones
reproductivas de
merluza de cola”.**

Preparado por:

**Pedro Rubilar
Edwin Niklitschek
Alejandro Zuleta
Raúl Gili
Sergio Rosales
Jorge Cornejo
Rodrigo Merino
Eduardo Hernández
Pamela Toledo**

Resumen ejecutivo

Entre el 5 de agosto y el 30 de septiembre de 2005 se llevó a cabo una Pesca de Investigación para el estudio de las agregaciones reproductivas de merluza de cola. El Objetivo General planteado fue el de obtener estimaciones directas de la abundancia del stock de este recurso, como biomasa acústica y área barrida y analizar la validez de estas estimaciones y de la CPUE de la flota comercial como indicadores de la abundancia del stock desovante.

La zona de estudio correspondió a la zona comprendida entre los paralelos 43°44,17' S y 47° S, área en que se encuentran los principales cañones submarinos, lugares en que este recurso se reúne todos los años a desovar.

En esta Pesca de Investigación participaron tres empresas pesqueras: EMDEPES, FRIOSUR Y PESCACHILE, las que aportaron 10 barcos pesqueros, cuatro de ellos del tipo factoría y seis hieleros. Todos ellos con puerto base en Puerto Chacabuco.

En cada barco operó un observador científico encargado de la recopilación de la información de la operación pesquera (bitácoras de pesca) y de la información biológica del recurso objetivo principalmente. Además de este personal, en ciertas embarcaciones seleccionadas participó un segundo Observador encargado de los estudios de hidroacústica.

La información recogida durante los dos meses de operación fue digitada, ingresada a una base de datos relacional, procesada y analizada. En general los resultados del estudio demuestran que ha sido posible recabar gran cantidad, y más aún valiosa información sobre el comportamiento reproductivo de la merluza de cola, confirmándose como un acierto de SUBPESCA, autorizar por segundo año consecutivo una pesca de investigación en esta época del año y en la zona señalada.

Entre los resultados que destacan, se puede señalar que la captura en dicha zona y período no sobrepasa las 10 mil toneladas, al igual que en la PI del 2004, significando que la capacidad extractiva de la flota es limitada, aún cuando ha contado con el recurso disponible como para incrementarla. El comportamiento reproductivo indica la existencia de un patrón de ingreso del recurso al área reproductiva, el cual sugiere un desplazamiento agrupado en contingentes discretos. Asimismo, este desplazamiento es de norte a sur, ya que los primeros desovantes se observan a principios de agosto en el cañón submarino de Guafo-Ipún, luego comienzan a aparecer en el cañón de Guamblín los que se van manteniendo hasta fines de mes y principios de septiembre, finalmente el recurso se encuentra prácticamente en septiembre sólo en el cañón denominado Norte de Taitao.

Este desplazamiento es corroborado por las observaciones de la madurez gonádica de las hembras, las que comienzan a aparecer en el EMS III (en maduración) para luego ir madurando y pasando al estado IV (en desove) tanto en el cañón de Guafo-Ipún como en el de Guamblín, posteriormente se observa una nueva alza en los individuos en desove, esta vez en el sur, en el cañón Norte de Taitao en septiembre. A fines de agosto en el cañón de Guamblín se incrementan las hembras desovadas las que a principios de septiembre se van retirando de la zona hacia el talud continental.

La estimación de la biomasa desovante por el método hidroacústico en el cañón de Guamblín fue exitosa por cuanto permitió tener una mejor visión de la dinámica de la biomasa desovante en ese lugar y en el periodo de la prospección al contar con una secuencia temporal de 48 horas y una grilla fina. Cabe señalar que es la primera vez que se realiza un barrido acústico tan intenso con la participación de parte importante de la flota y en un período continuo y prolongado y además que la cobertura espacial estuvo basada una grilla fina que permitió una mejor interpolación de la densidad entre puntos.

La estimación acústica realizada en esta PI recogió las dos hipótesis que se han planteado para explicar la modalidad de ingreso de los desovantes al área de desove: ¿lo hacen todos simultáneamente?, ¿o lo hacen en forma de contingentes discretos? La hipótesis derivada de contingentes discretos de desovantes fue mayor en un 30%. En efecto para el cañón de Guamblín en agosto del 2005 la biomasa estimada alcanzó las 102 mil toneladas. Esta hipótesis se sustenta en las evidencias recogidas en los dos años de Pesca de Investigación observándose variaciones en la CPUE en el área de la prospección, con al menos dos pick de rendimientos importantes entre el 9 y el 31 de agosto y por la variabilidad diaria observada en el peso promedio en tanto que la talla promedio permaneció constante. Todo ellos además corroborado por las observaciones macro y microscópicas de las gónadas de hembras en un estudio de la Universidad de Valparaíso, que indicó a presencia de pulsos de desove durante agosto en el área del cañón de Guamblín.

En este estudio se corroboró la impresión previa que tenían los autores, acerca de que la cobertura espacial y temporal que se le ha otorgado a esta zona en las prospecciones acústicas realizadas bajo proyectos FIP ha sido absolutamente insuficiente ya que no recogen o no se hacen cargo de la variabilidad en la llegada y en el período de concentración máxima reproductiva entre los distintos cañones submarina del área, de manera que sólo por azar podrían haberle acertado al momento de máxima concentración ya que las coberturas temporales no superan los tres días buque.

Índice

Resumen ejecutivo	3
Índice	5
1. Introducción	7
2. Objetivos de la investigación	8
2.1 Objetivo general	8
2.2 Objetivos específicos	8
3. Metodología	9
3.1 Aspectos generales	9
3.1.1 Área y periodo de estudio	9
3.1.2 Flota participante	10
3.1.3 Planificación y coordinación de los equipos de trabajo	10
3.2 Monitoreo de las operaciones de pesca, recopilación y toma de información	12
3.2.1 Obtención de datos biológico pesqueros	12
3.2.1.1 Registro de la operación de pesca	12
3.2.1.2 Recolección de datos de la estructura talla y biológicos de la captura	12
3.2.2 Obtención de datos hidroacústicos	13
3.2.3 Organización de la información (Bases de datos)	14
3.2.3.1 Base de datos biológico-pesquero.	14
3.3 Análisis de los datos	15
3.3.1 Aspectos generales	15
3.3.1.1 Dinámica de la flota	15
3.3.2 Biológico pesqueros	15
3.3.2.1 Captura y esfuerzo	15
3.3.2.2 Composición de tallas, peso y talla promedio de la captura de merluza de cola	15
3.3.2.3 Proporción sexual	16
3.3.2.4 Composición por especies de la captura	16
3.3.3 Metodología específica para los objetivos	17
3.3.3.1 Objetivo 1 : Estimar la abundancia del stock desovante por el método hidroacústico en la zona de agregación reproductiva durante la temporada 2005, con énfasis especial en el seguimiento de la abundancia en el cañón submarino localizado al sur de Isla Guamblín	17
3.3.3.2 Objetivo 2 : Determinar la relación entre la abundancia y la cpue en las operaciones de pesca comercial de merluza de cola durante el período de agregación reproductiva de la temporada 2005.	27
3.3.3.3 Objetivo 3 : Determinar la variabilidad del patrón de distribución espacio-temporal del proceso reproductivo y su relación con la cobertura espacial y temporal de las prospecciones acústicas durante el período 2002-2005	29
4. Resultados	31
4.1 Aspectos generales	31
4.1.1 Dinámica operativa de la flota	31
4.1.2 Análisis y evaluación de la toma de información	31
4.2 Análisis biológico-pesquero	32
4.2.1 Captura y esfuerzo	32
4.2.1.1 Capturas	32
4.2.1.2 Esfuerzo	34
4.2.2 Composición de tallas de la captura	36

4.2.2.1	Estructura de tallas de las capturas	36
4.2.2.2	Proporción sexual	39
4.2.3	Composición de especies de la captura	39
4.2.3.1	Proporción de especies en la captura	39
4.2.3.2	Índices de diversidad de las capturas	40
4.2.4	Resultados para los objetivos	41
4.2.4.1	Objetivo 1 : Estimar la abundancia del stock desovante por el método hidroacústico en la zona de agregación reproductiva durante la temporada 2005, con énfasis especial en el seguimiento de la abundancia en el cañón submarino localizado al sur de Isla Guamblín.	41
4.2.4.2	Objetivo 2 : Determinar la relación entre la abundancia y la cpue en las operaciones de pesca comercial de merluza de cola durante el período de agregación reproductiva de la temporada 2005.	47
4.2.4.3	Objetivo 3 : Determinar la variabilidad del patrón de distribución espacio-temporal del proceso reproductivo y su relación con la cobertura espacial y temporal de las prospecciones acústicas durante el período 2002-2005	48
5.	<i>Discusión</i>	55
6.	<i>Conclusiones y recomendaciones</i>	57
7.	<i>Referencias</i>	59
	ANEXOS	61
	<i>ANEXO A</i>	62
	<i>ANEXO B</i>	70
	<i>ANEXO C</i>	71
	<i>ANEXO D</i>	76

1. Introducción

La merluza de cola es un recurso económico de relevancia para el sector pesquero en general. Esta especie ha sido capturada en la pesquería demersal sur austral desde los inicios de esta actividad, pero sólo en los últimos años ha venido a constituir un recurso objetivo para la industria pesquera, a causa del incremento en valor en los mercados internacionales de este producto, que antiguamente era de segundo orden.

Este recurso forma agregaciones reproductivas en el talud a lo largo de todo el rango de su distribución, pero especialmente dentro de los cañones submarinos frente a la zona comprendida entre Bahía Cucao y la Península de Taitao. Esta mayor vulnerabilidad y disponibilidad local durante el pico reproductivo serían las causas que movilizan a los barcos de la flota arrastrera: factorías y hieleros, a pescar esta especie en una estrecha ventana espacio- temporal (Zuleta y Rubilar, 2005).

La pesca de investigación de merluza de cola del año anterior, realizada entre el 15 de agosto y el 30 de septiembre de 2004, permitió la recopilación de valiosa información acerca de su comportamiento reproductivo, tanto en el plano espacial como temporal. Un aspecto importante fue la constatación de que esta especie busca cañones submarinos (al sur de Isla Guamblín) para desovar en períodos que no superan los 20 días de duración, para iniciar su retorno a las áreas de alimentación en el talud, a mayor profundidad, donde se dispersa.

Entre julio y agosto de cada año, la merluza de cola se concentra a desovar, en ese período se realizan pescas comerciales que aprovechan la mayor vulnerabilidad del recurso. En los últimos 3 años estas operaciones se han intensificado con el estímulo al desarrollo de una pesquería demersal para consumo humano directo, siguiendo con cierto rezago un proceso de crecimiento similar al observado en la zona centro sur, pero de mayor intensidad.

Los modelos de evaluación de stock utilizados para determinar el status y CTP sustentable en merluza de cola se basan en la CPUE como indicador de la abundancia, que es muy sensible a las agregaciones espaciales del recurso. El fenómeno de la hiperestabilidad de la CPUE en recursos que forman agregaciones, como es el caso de especies pelágicas pequeñas, es ampliamente conocido y se cita como la principal razón que no permite detectar a tiempo las declinaciones de la abundancia. El comportamiento hiperestable, se caracteriza porque la mayor capturabilidad compensa las disminuciones de la abundancia, sin que ésta se refleje en una disminución de los rendimientos, sino hasta que ya se ha producido el colapso. Puede ocurrir también en otros recursos, que aunque no sean pelágicos, comparten el comportamiento de formar cardúmenes densos durante el proceso reproductivo y en áreas muy restringidas, como es el caso de merluza de cola. En estos recursos es, por lo tanto, importante determinar la respuesta de la CPUE a los cambios de la abundancia de una manera directa o experimental.

El diseño de una prospección científica para este fin implicaría costos muy altos para el Estado, lo que no se justifica, considerando que la concentración de la pesca comercial en el cañón submarino al sur de Isla Guamblín ofrece un experimento natural que puede ser aprovechado para investigar la relación entre la CPUE y la abundancia en varios grados de agregación del recurso, a un costo muy inferior. Por tal razón, en este estudio se propuso monitorear la pesca comercial para estudiar la relación entre la CPUE y la abundancia, supliendo el diseño experimental por un diseño observacional basado en una gran cantidad de información, a escala espacial y temporal muy fina, imposible de obtener con un barco de investigación.

La variabilidad espacial y temporal del desove y el grado de coincidencia con las coberturas espaciales y temporales de las transectas de los cruceros acústicos, es necesario determinarla mediante el análisis de la mejor información disponible de años

anteriores sobre el proceso reproductivo e incluyendo la data de esta pesca de investigación.

Piezas fundamentales para calibrar los modelos de evaluación son las evaluaciones acústicas. Sin embargo, las evaluaciones hidroacústicas de merluza de cola han presentado grandes niveles de variabilidad interanual, lo que ha reducido su confiabilidad y ha limitado su uso en la evaluación de stock. La variabilidad en las estimaciones de abundancia de merluza de cola, desarrolladas más bien como una actividad complementaria a la evaluación anual de merluza austral, podría estar asociada a uno o más de los siguientes factores:

- i) variabilidad en el ajuste temporal de la prospección al periodo de máxima concentración reproductiva;
- ii) diseño muestral (transectas paralelas cada 5 millas) inadecuado para un recurso altamente agregado en torno a los cañones submarinos del área de estudio;
- iii) variabilidad, no modelada ni corregida, en la estabilidad y capacidad de validación de blancos de las embarcaciones usadas para las eco-prospecciones.

En el presente Informe final de la Pesca de Investigación de merluza de cola, se presentan los resultados obtenidos en este estudio, tendientes a satisfacer los objetivos propuestos en los Términos Técnicos de Referencia. Hacemos presente que el objetivo 2, será completado posteriormente y sus resultados se darán a conocer mediante un informe suplementario. Adicionalmente, se agregan resultados de un estudio realizado por un estudiante de la Universidad de Valparaíso, como tesis de titulación, dirigidos por el profesor Fernando Balbontín, que viene a complementar aspectos de la maduración y del proceso reproductivo de merluza de cola, que sin estar relacionado directamente con el o los objetivos de la presente investigación, constituye un aporte al conocimiento y biología de esta especie.

2. Objetivos de la investigación

El Centro de Estudios Pesqueros (CEPES) de la Universidad Austral de Chile y la Federación de Industriales Pesqueros (FIPEs), propusieron realizar una pesca de investigación (instrumento de contemplado en la LGPA¹) en la UPNE, con los siguientes objetivos:

2.1 Objetivo general

Obtener estimaciones directas de la abundancia del stock de merluza de cola (biomasa acústica y por área barrida) en el área de agregación reproductiva (Isla Guafo-Península de Taitao) durante la temporada de desove del 2005 y analizar la validez de estas estimaciones y la CPUE de la flota comercial como indicadores de la abundancia del stock desovante.

2.2 Objetivos específicos

1. Estimar la abundancia del stock desovante por el método hidroacústico en la zona de agregación reproductiva durante la temporada 2005 y el seguimiento de la abundancia en el cañón submarino localizado al sur de Isla Guambelín.
2. Determinar la relación entre la abundancia y la cpue en las operaciones de pesca comercial de merluza de cola durante el período de agregación reproductiva de la temporada 2005.
3. Determinar la variabilidad del patrón de distribución espacio-temporal del proceso reproductivo y su relación con la cobertura espacial y temporal de las prospecciones acústicas durante el período 2002-2005.

¹ LGPA: Ley General de Pesca y Acuicultura

3. Metodología

3.1 Aspectos generales

3.1.1 Área y periodo de estudio

De acuerdo con la Resolución Exenta N° 2523 de 05/08/05 de la Subsecretaría de Pesca ([Anexo A](#)), el área de estudio correspondió a la zona comprendida entre los paralelos 43°44,17' S y 47° S, desde las líneas de base rectas y hasta el límite oeste correspondiente a la línea paralela imaginaria trazada a una distancia de 60 millas náuticas. El mismo numeral 3°, letra a expresa que los barcos fábrica, sólo podrán operar en el área marítima comprendida entre los paralelos 44°30' S y 47°00' S desde las líneas de base rectas y hasta el límite oeste correspondiente a la línea paralela imaginaria trazada a una distancia de 60 millas náuticas.

Posteriormente, la Resolución Exenta N° 2598 del 11/08/05 de la misma Subsecretaría de Pesca ([Anexo A](#)) modifica la letra b del numeral 3° señalando, en definitiva, que se podrá pescar además en:

“En el área del cañón submarino ubicado al sur de la Isla Guamblín, circunscrito por el polígono de vértices que se indican a continuación:

Vértice A:	44°47,1' S	75°34,1' W
Vértice B:	45°02,0' S	74°50,0' W
Vértice C:	45°24,0' S	74°53,0' W
Vértice D:	45°08,4' S	75°44,6' W

Señala también esta letra b, “en esta área sólo podrán operar simultáneamente un total de 5 naves autorizadas para participar en la presente pesca de investigación, de las cuales 3 podrán ser embarcaciones fábrica. Para estos efectos, la Austral de Chile, deberá comunicar a la Dirección Regional de Pesca de la XI Región, del Servicio Nacional de Pesca, el ingreso y la salida de las embarcaciones a la señalada área”.

Para los efectos del presente estudio, se denominará Área o **Zona de Estudio** a aquella comprendida entre los paralelos 43°44'17" S y 47°00' S desde las líneas de base rectas y hasta el límite oeste correspondiente a la línea paralela imaginaria trazada a una distancia de 60 millas náuticas integrando a la denominada como Zona de los Cuchillos ([Figura 1](#)), que es el área marítima comprendida al sur del paralelo 43°44'17" S, entre las líneas de base rectas y una línea imaginaria que une los puntos situados en Cabo Quilán (43°16,6' S y 74°26,8' W), en la Isla Grande de Chiloé y el Islote Occidental de la Isla Menchuan (45°37,7' S y 74°56,8' W).

El área fue dividida en tres subáreas como se indica en la [Figura 1](#), la subárea Guafo-Ipun va desde los 43°44,125'S a los 44°38,92'S; la subárea Guamblín entre los 44°38,92'S y 45°48,06'S; finalmente la subárea Sur de Guamblín – Taitao entre los 45°48,06'S y los 47°S.

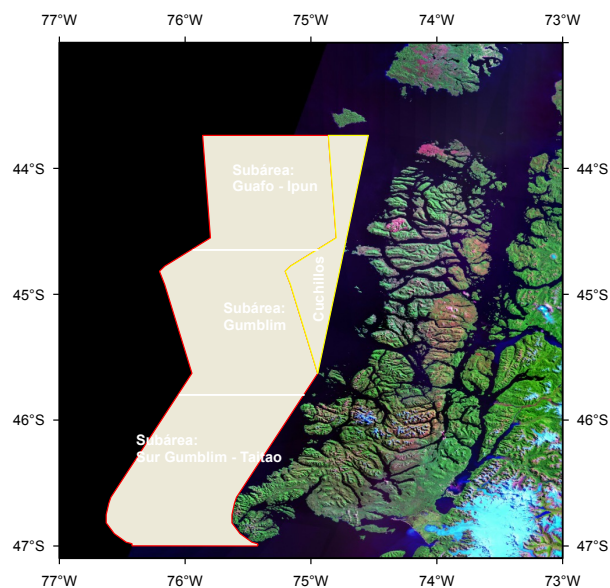


Figura 1. Área cubierta por la Pesca de Investigación (polígono rojo), área de exclusión o zona cuchillos (polígono amarillo) y subáreas latitudinales utilizadas en los análisis (líneas de división azules).

El estudio se extendió entre el 5 de agosto de 2005 y el 30 de septiembre de 2005, ambas fechas inclusive (Res. Ex N° 2523).

3.1.2 Flota participante

La pesca de investigación contempló la participación de 12 barcos arrastreros (7 hieleros y 5 fábricas). Hieleros: Friosur VII, Friosur VIII, Friosur IX, Friosur X, Boston Beverley, Boston Blenheim y Côte Saint Jacques, Fábricas: Unzen maru, Unionsur, Cabo de Hornos, Saint Pierre y Ocean Dawn.

Si bien la flota autorizada para participar en la Pesca de Investigación comprendió 12 barcos arrastreros, dos de ellos no participaron este año: el Unionsur y el Friosur VII. El tamaño de los barcos factoría osciló entre los 50 y 100 m de eslora, mientras que los Hieleros fluctuaron entre 40 y 60 m de eslora.

La flota y el período en que participaron fue el siguiente:

Tipo	Empresa	Nombre Barco	Fecha	
			Ingreso	Salida
Factorías	PESCA CHILE	Cabo de Hornos	5 de ago.	30 de sep.
		Saint Pierre	5 de ago.	30 de sep.
	FRIO SUR	Ocean Dawn	5 de ago.	30 de sep.
	EMDEPES	Unzen	26 de ago.	30 de sep.
		Unionsur	No participó	
Hieleros	PESCA CHILE	Boston Beverley	5 de ago.	21 de sep.
		Boston Blenheim	5 de ago.	26 de sep.
		Côte St. Jacques	5 de ago.	16 de sep.
		Friosur VII	No participó	
	FRIO SUR	Friosur VIII	20 de ago.	28 de ago.
		Friosur IX	30 de ago.	7 de sep.
		Friosur X	20 de ago.	24 de sep.

Ambos tipos de barcos utilizaron redes de arrastre tanto de media agua como de fondo. Pero su régimen de operación difiere notablemente, mientras los barcos fábrica tuvieron mareas que duraron sobre 20 días, los hieleros, generalmente, operaron con mareas de 2 a 4 días siendo raras las operaciones de mayor número de días.

Difieren también en el número de tripulantes, mientras en los barcos fábrica fluctúan entre 53 y 105 personas, en los hieleros el número está entre 20 y 25 personas como máximo.

Las diferencias en la duración de las mareas y en el número de tripulantes, incide en que el régimen operacional puede llegar a ser muy distinto. Mientras que en los barcos fábrica la actividad se realiza comúnmente mediante turnos, en los

hieleros a veces no los hay, por lo que el descanso de los tripulantes se produce a la recalada y en parte del viaje de regreso a la zona de pesca.

3.1.3 Planificación y coordinación de los equipos de trabajo

A principios de julio de 2005 el Jefe de Proyecto, llamó a varias reuniones de trabajo en la que se realizó la programación de actividades, se asignaron las responsabilidades y los tiempos a desarrollar cada actividad.

En esta etapa del proyecto se identificaron los siguientes pasos:

1. Planificación de las actividades.
2. Selección de Ayudante de Campo y Observadores Científicos.
3. Adquisición de los equipos y materiales a utilizar en el estudio.
4. Instrucción a los Observadores Científicos acerca de los Objetivos del proyecto.
5. Constitución de los equipos de trabajo en terreno.
6. Desarrollo del programa de recopilación de datos a bordo.

En estas reuniones, se tomaron decisiones respecto a las actividades a realizar. Así el equipo de trabajo del monitoreo biológico se organizó en Valparaíso y el de acústica en Coyhaique.

El estudio fue ejecutado por el Centro de Estudios Pesqueros de la Universidad Austral de Chile a cargo del investigador Sr. Alejandro Zuleta V., y en su dirección estuvo conformado por el siguiente equipo:

Alejandro Zuleta	Jefe de proyecto. Coordinación general
Edwin Niklitschek	Coordinación XI Región. Análisis hidroacústico
Pedro Rubilar	Análisis de datos
Raúl Gili	Jefe de Campo. Coordinación trabajo en terreno
Rodrigo Merino	Coordinación eco-prospecciones y post-proceso datos hidroacústicos
Jorge Cornejo	Administrador de datos, hidroacústica

Tomando en consideración la experiencia recogida de la Pesca de Investigación 2004, se establecieron las actividades para la ejecución del trabajo en terreno. Entre éstas se cuentan las siguientes:

1. Constituir el equipo de trabajo de muestreo biológico en Puerto Chacabuco.
2. Constituir el equipo de trabajo acústico en Coyhaique.
3. Establecer los formularios a utilizar para cada tipo de actividad.
4. Identificar los equipos y materiales a emplear a bordo.
5. Reuniones con el Dr. Fernando Balbontín de la Universidad de Valparaíso, para la toma de información y muestras biológicas para el estudio de madurez gonádica y de crecimiento de merluza de cola.
6. Planificación de la Base de Datos y el poblamiento de ésta.

De acuerdo con la resolución emitida por SUBPESCA, cada buque participante debe contar con un observador a bordo, con la finalidad de recopilar información atinente a las actividades de pesca y realizar los muestreos biológicos necesarios que aseguren, por un lado, el buen fin de la captura misma y por otro, la obtención de la información para realizar los análisis comprometidos en la consecución del objetivo general y específicos.

Para estructurar los equipos de Observadores a bordo, es necesario contar con personas que cumplan con los siguientes requisitos:

1. Experiencia en muestreos biológicos
2. Experiencia en trabajos a bordo
3. Idoneidad a toda prueba
4. Contar con el Permiso de Embarco que otorga la Autoridad Marítima .
5. Nivel de sociabilidad aceptable para períodos prolongados de embarque.

Si bien estos requisitos son los mínimos que se le exigen a las personas para realizar las actividades de Observador a bordo, es deseable que cuenten con un nivel educacional cada vez más alto. La importancia creciente de la presencia de

Observadores a bordo, hace necesario que esta labor sea profesionalizada.

A su vez el CEPES otorgó al personal seleccionado un nivel de remuneración acorde con el mercado y un punto más, considerando la función a cumplir a bordo. Se les entregó el Kit del Observador, compuesto por vestimenta de trabajo, ictiómetro, balanzas, una caja multiuso con formularios, protocolos, cuchillos, pinzas, sobres para otolitos, etc. Finalmente se debe considerar que cada Observador fue cubierto contra accidentes personales en la Aseguradora MAPFRE.

Las funciones del Jefe de Campo y del Ayudante de Campo, se pueden resumir en las siguientes:

1. Coordinación general de la operación de toma de información.
2. Asistencia logística al equipo de Observadores.
3. Revisar y evaluar la calidad de la información entregada por el Observador luego de cada una de las mareas.
4. Evaluar el comportamiento de cada Observador y tomar las medidas de corrección pertinentes.

En cada embarque inicial, los coordinadores realizaron entrevistas de presentación del Observador con el Capitán y el Patrón de Pesca de cada barco, para explicarle la labor a cumplir por éste y comprometer la colaboración. Entre estos aspectos destaca el acceso a la información generada en el Puente, el ingreso al Parque de pesca y entregarle acomodaciones adecuadas, considerando la labor a realizar y el período estimado a permanecer a bordo.

Durante agosto, el equipo de trabajo fue dirigido por el Jefe de Campo (Raúl Gili) y por el Ayudante de Campo (Gonzalo Muñoz). En Septiembre, este último quedó a cargo de la coordinación en terreno.

Para realizar la tarea de recopilación de datos biológico-pesqueros a bordo, se formó un equipo de Observadores a cargo de un Jefe de Campo y de un Ayudante de Campo, grupo que tuvo a Puerto

Chacabuco como base de operaciones. Por su parte, el personal dedicado a la obtención de la información acústica, operó desde Coyhaique.

Una vez posicionado en el área, el grupo dedicado a los datos biológico-pesqueros, fue adiestrado por los Jefes de Campo en las actividades a realizar a bordo, realizándose una clase biológico-práctica para nivelar los conocimientos de los Observadores, reconocer las medidas a tomar de los ejemplares, identificar los estadios de madurez sexual, extracción de otolitos y gónadas y otros aspectos.

El equipo de Observadores Científicos para la recopilación de datos biológico-pesqueros, estuvo constituido por las siguientes personas:

UACH	IFOP
Cristhian Bozzo	Alex Carrión
Alan Castillo	José Pérez
Danilo De La Rosa	
Freddy Duarte	
Julián Gallardo	
Francisco Garrido	
Luis Gonzalez	
Eduardo Irribarra	
Patricio Labra	

El equipo de monitoreo y prospección hidroacústica estuvo compuesto por las siguientes personas:

UACH
Jorge Cornejo
Eduardo Hernández
Hugo Lagos
Rodrigo Merino
Adolfo Meza

Por acuerdos inter-institucionales, se incorporaron dos Observadores de IFOP al grupo observadores científicos de la UACH. Este grupo completó un total de 414 días de embarque considerando barcos fábrica y hieleros.

3.2 Monitoreo de las operaciones de pesca, recopilación y toma de información

Para responder las inquietudes planteadas en los objetivos, la recopilación de la información se organizó de la siguiente manera:

3.2.1 Obtención de datos biológico pesqueros

3.2.1.1 Registro de la operación de pesca

Esta actividad se realiza en el Puente, registrando la información generada en cada uno de los lances de pesca en un formulario denominado Bitácora de Pesca, en el que se consigna básicamente la posición geográfica, la hora, la profundidad, la temperatura y las condiciones al inicio y al final de cada lance de pesca y el tipo de arte de pesca empleado, incluyendo las medidas precisas del alto y del ancho de la boca de la red, junto a todos los datos que permitan establecer el área barrida por la red. Así también se debe realizar la estimación visual del volumen capturado en cada lance y obtener toda otra información de relevancia para caracterizar la operación realizada.

3.2.1.2 Recolección de datos de la estructura talla y biológicos de la captura

La obtención de los datos indicados se realiza en el parque de pesca, luego que la captura ha sido vaciada al pozo lo que también da comienzo al procesamiento de ésta por parte de la tripulación. El punto de muestreo biológico, normalmente, está muy próximo a la salida del pozo, con la finalidad de obtener las muestras, ya sea del pozo mismo o del tramo inicial de la correa transportadora, buscando evadir la actividad selectiva de los tripulantes. El tamaño de cada muestra fue de alrededor de los 100 ejemplares entre machos y hembras.

En los muestreos de las capturas se distinguen dos tipos: el primero es el “muestreo de longitudes” realizado aleatoriamente, está destinado a conocer la estructura de tallas por sexo y el estado de

madurez gonádico, se procura que este muestreo sea realizado en cada uno de los lances de pesca. El otro tipo de muestreo es el “biológico”, que está destinado a conocer las características de la población de peces de cada sexo en cuanto a tamaño de los ejemplares en longitud y peso (peso total y peso eviscerado), estado de madurez sexual, peso de la gónada, extracción de otolitos. A diferencia del anterior, este muestreo es selectivo y por su mayor exigencia de trabajo y duración, se realiza en algunos lances del día.

Composiciones de tallas: El muestreo de talla y proporción sexual estuvo basado en un muestreo aleatorio de la captura por lance. Se procuró realizar esta actividad en la totalidad de los lances de pesca. Las mediciones de la longitud total fueron tomadas en un ictiómetro graduado en milímetros, en tanto que para determinar la madurez sexual se aplicó una escala de madurez de 4 estados: Estado 2: inmaduro; Estado 3: en maduración; Estado 4: en desove y Estado 5: desovado.

Fauna acompañante: El muestreo de fauna acompañante, estuvo dirigido a recabar información sobre la composición específica en número y peso de la captura incidental, entre estas especies se considera el congrio dorado, merluza de tres aletas, cojinovas, cabrillas, reineta y otras.

Datos biológicos: La información y muestras biológicas a recolectar fueron las siguientes: longitud total (cm), peso total (g), peso eviscerado (g), sexo, estado de madurez gonádica, peso de gónadas y extracción de los otolitos sagitta. Este muestreo se realizó en una proporción menor de lances, debido a la mayor extensión en tiempo que involucra este proceso.

Para la realización de estos muestreos, se diseñaron formularios *ad-hoc* y protocolos explicativos para los muestreadores. Para cada marea o viaje de pesca, se diseñó un “Informe de Viaje”, donde cada Observador debió registrar un resumen de la operación del barco y consignar los eventos importantes ocurridos durante el viaje.

3.2.2 Obtención de datos hidroacústicos

El muestreo hidroacústico fue de carácter semi-aleatorio estratificado (Jolly y Hampton 1990), basado en transectas aproximadamente paralelas o perpendiculares a las isolíneas de profundidad del cañón submarino de Guamblín, cubriendo las profundidades de concentración de merluza de cola (200-700 m).

El área principal de estudio, cañón de Guamblín, fue dividida en 6 estratos de acuerdo a la topografía del cañón y a la concentración histórica de capturas de merluza de cola en el mes de agosto en esa zona (Figura 2 y Tabla 1). Según este criterio, dichos estratos fueron clasificados como de baja densidad (Estratos I, II-N, II-S y V) o de alta densidad (Estratos III y IV), lo que se tradujo en grillas de muestreo con distancias medias entre transectas de 3 y 1 milla, respectivamente.

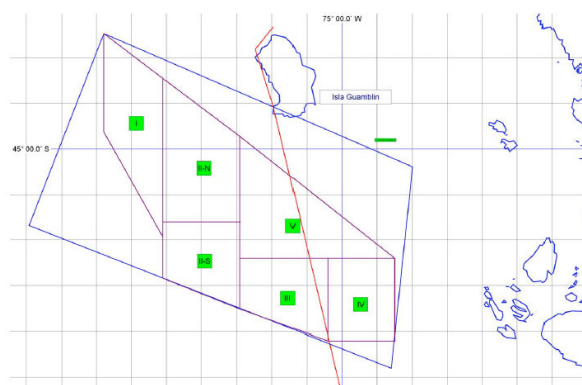


Figura 2. Área de estudio (recuadro azul) y estratos utilizados para el diseño del muestreo hidroacústico de las agregaciones reproductivas de merluza de cola en el cañón de Guamblín. Línea roja corresponde a Línea de Base Recta.

Tabla 1. Área y vértices correspondientes a los estratos utilizados para la asignación del esfuerzo de muestreo hidroacústico y el análisis espacio-temporal de la dinámica del stock desovante de merluza de cola en el cañón de Guamblín.

Estrato	Área (Km ²)	Vértice							
		1		2		3		4	
		Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
I	291	44°47,3'	75°34,0'	44°58,1'	75°34,0'	45°09,6'	75°25,5'	44°52,2'	75°25,6'
II - Norte	338	44°52,2'	75°25,6'	45°08,0'	75°25,5'	45°45,1'	75°14,4'	44°58,6'	75°14,5'
II-Sur	211	45°08,0'	75°25,5'	45°14,1'	75°25,5'	45°14,6'	75°14,5'	45°45,1'	75°14,4'
III	221	45°12,0'	75°15,5'	45°17,6'	75°14,5'	45°45,2'	75°02,0'	45°45,1'	75°02,0'
IV	207	45°45,1'	75°02,0'	45°45,2'	75°02,0'	45°45,2'	75°52,5'	45°12,0'	75°52,5'
V	358	44°58,6'	75°14,5'	45°45,1'	75°14,5'	45°12,0'	75°52,5'		

Cada uno de los 3 barcos-fábrica participantes (Cabo de Hornos, Saint Pierre y Ocean Dawn) recibió una asignación diaria de transectas aleatorias, correspondiente a 2 estratos por barco. En los estratos de mayor concentración coincidieron normalmente 2 o 3 barcos, lo que llevó a una resolución media acumulada de 0,25 a 0,16 millas para cada intervalo de 48 horas (unidad arbitraria utilizada para discretizar el continuo temporal). En los estratos de baja concentración, la cobertura fue sustancialmente menor, lo que coincidió con una muy baja o nula presencia del recurso (Figura 3). Los estratos I y II-N, por su parte, fueron cubiertos por el PAM Côte St. Jacques en intervalos de aproximadamente 48-72 horas.

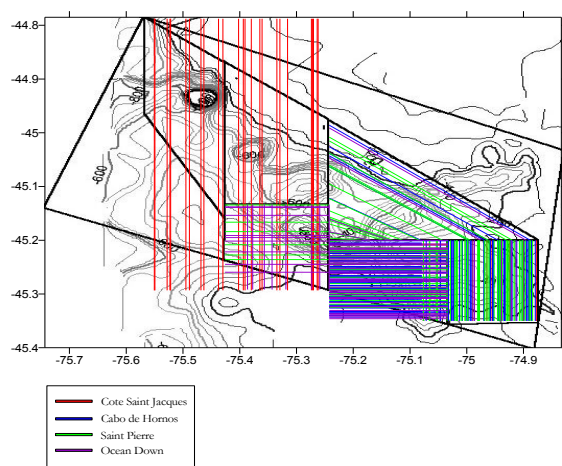


Figura 3. Diagrama de cobertura del área de estudio según barco participante. Sólo se incluyen prospecciones formales (transectas).

De manera adicional a las prospecciones formales (transectas), la información de los ecosondas fue registrada de manera continua para su posterior post-proceso y análisis, lo que resultó en una cobertura notable del área de estudio

Todas las embarcaciones reunieron las características técnicas y operativas definidas para el estudio: ecosondas SIMRAD ES60, transductores de 38 Khz; sensores magnéticos de inclinación vertical y horizontal; esloras >45 m y artes de pesca adecuados para la captura de la merluza de cola.

Los sistemas ES60 fueron conectados al GPS principal de la embarcación y a una red de área local, para conectar los computadores y discos duros requeridos para almacenar y post-procesar los datos acústicos.

3.2.3 Organización de la información (Bases de datos)

3.2.3.1 Base de datos biológico-pesquero.

Para el manejo de la información recopilada durante la pesca de investigación se creó una base de datos relacional en MS Access, la cual está formada por las siguientes tablas:

a) Información de las Bitácoras de Pesca

Tabla	Descripción
Viaje_arrastre	Contiene la información de cada una de las mareas realizadas.
Lance_arrastre	Contiene la información relevante de cada lance (posiciones, horas, etc) y datos anexos del lance.
Cap_arrastre	Contiene la información de la captura de cada especie en cada uno de los lances.

b) Información del Muestreo Biológico

Bio_arrastre	Contiene la información del muestreo biológico. Esta tabla se encuentra vinculada al lance.
--------------	---

c) Información del Muestreo de Longitud y Madurez

Talla_arrastre	Contiene la información del muestreo de madurez y de longitud (frecuencias por sexo, talla, y madurez).
----------------	---

En el Anexo B se muestra la estructura relacional de la Base de Datos. Para el ingreso y validación primaria de la información, se utilizó la aplicación BdPesca, generada expresamente para estos fines. Esta aplicación cuenta con maestros de barcos, especies y otros códigos de validación independientes de la base de datos. Entre las variables que se validan están las fechas y horas asociadas a cada lance, así como las posiciones, tanto en forma gráfica como calculando la distancia recorrida entre el calado y el virado de las redes.

La revisión de los formularios con los datos es una tarea ardua, pero necesaria de realizar, por cuanto tiene la ventaja de detectar los distintos errores que se pueden dar en el trabajo de recopilación de datos en una embarcación pesquera. En las Bitácoras,

entre los errores más frecuentes, está el de anotación de la posición geográfica del lance, sin embargo, éste es factible de subsanarlo en terreno, debido a que se realizan anotaciones cruzadas, las que se pueden comparar y corregir, ya que al momento de la digitación el programa de ingreso de datos grafica los puntos, de manera que el error es detectado y corregido al momento o resaltado en el formulario para una verificación posterior.

Otro error que se ha visto repetido con cierta frecuencia, es el de omisión de algún dato importante en los formularios, en esos casos se ha recurrido a los respectivos Departamentos de Flota de las Empresas participantes a fin de que proporcionen las Bitácoras propias. Cabe destacar aquí la colaboración prestada por el personal de estas unidades de trabajo para con los Observadores Científicos y al Jefe de Campo.

3.3 Análisis de los datos

Para satisfacer los objetivos planteados en esta investigación, el análisis de la información colectada se ha organizado de la siguiente manera:

3.3.1 Aspectos generales

3.3.1.1 Dinámica de la flota

Se hizo una descripción de los principales aspectos operativos y modalidades de operación de la flota arrastrera hielera y fábrica que operó en esta PI, de manera de entregar una visión de conjunto de las actividades que realizó la flota durante este período.

3.3.2 Biológico pesqueros

3.3.2.1 Captura y esfuerzo

Capturas

La evolución, tanto de la captura como el esfuerzo de pesca y la CPUE, fueron seguidas a nivel lance y día. Para su análisis se consideraron los siguientes estratos espaciales: el área total, las subáreas Guafo - Ipún, Guamblín y Sur Guamblín - Taitao y los cañones submarinos de Isla Guamblín, Isla Guafo - Ipún y Norte de Taitao (ver punto 4.2)

Adicionalmente, para los análisis conjuntos de la CPUE y la abundancia acústica, relacionado al objetivo específico 2, se usó el estrato temporal de 48 horas y subestratos espaciales al interior del cañón de Guamblín, cuyos detalles más finos se entregan en el punto 3.2.2

3.3.2.2 Composición de tallas, peso y talla promedio de la captura de merluza de cola

Sea:

- i : subíndice del intervalo de talla
- j : subíndice del lance muestreado
- c_{ij} : captura de la talla i en el lance muestreado j
- c_{id} : captura de la talla i en el día d
- c_j : captura en número del lance muestreado j
- c_d : captura en número del día d
- p_{ij} : estimador de la proporción de la talla i en el lance j
- p_{id} : estimador de la proporción de la talla i en el día d
- n_{ij} : número de individuos de la talla i en el lance j
- Y_j : es la captura en peso del lance j
- Y_d : es la captura en peso del día d
- $\bar{w}_j$: es peso promedio de merluza de cola en la captura.
- l : talla
- f_{ij} : frecuencia de individuos de talla i en la muestra biológica del lance j .

Entonces, la composición de tallas de la captura del lance (c_{ij}), es:

$$p_{ij} = \frac{n_{ij}}{\sum_{i=1} n_{ij}}$$

$$c_{ij} = p_{ij} c_j$$

$$c_j = \frac{Y_j}{\bar{w}_j}$$

Estimación de la talla promedio del lance ($\bar{l}_j$)

$$\bar{l}_j = \sum_i p_{ij} c_j$$

Estimación del peso promedio del lance ($\bar{w}_j$)

$$\bar{w}_j = \frac{\sum_i n_{ij} \hat{w}_{ij}}{\sum_i n_{ij}} = \sum_i p_{ij} \hat{w}_{ij}$$

$$\hat{w}_{ij} = \hat{a} \cdot l_{ij}^{\hat{b}}$$

Donde $\hat{a}$ y $\hat{b}$ son los estimados de la relación talla-peso.

Estimación de la composición de tallas por día (p_{ij})

$$p_{id} = \frac{\sum_j c_{ijd}}{\sum_j c_{jd}} = \frac{\sum_j p_{ijd} c_{jd}}{\sum_j c_{jd}} = \frac{\sum_j p_{ijd} \frac{Y_{jd}}{\bar{w}_{jd}}}{\sum_j \frac{Y_{jd}}{\bar{w}_{jd}}}$$

$$c_{id} = p_{id} \cdot c_d$$

$$c_d = \frac{Y_d}{\bar{w}_d}$$

La talla promedio por día es:

$$\bar{l}_d = \sum_j \bar{l}_{jd} \cdot p_{jd}$$

El peso promedio por día es:

$$\bar{w}_d = \sum_j \bar{w}_{jd} \cdot p_{jd}$$

donde :

$$p_{jd} = \frac{c_{jd}}{\sum_j c_{jd}} = \frac{c_{jd}}{c_d}$$

3.3.2.3 Proporción sexual

La proporción sexual en las capturas de merluza de cola se estimó empleando como base la proporción

del peso de machos y de hembras en la estructura de tallas de las capturas de cada lance de pesca. Para ello, se expandieron a la captura los muestreos de longitud del lance de pesca, obteniendo el número de individuos totales capturados por sexo y el peso de machos y hembras mediante la relación longitud-peso estimada para cada sexo. La proporción entre ambos se expandió a la captura tomando en consideración los siguientes criterios:

1. Agrupación temporal: diaria. La proporción sexual diaria se obtuvo mediante la adición de las capturas de los lances del mismo día de todos los barcos.
2. Agrupación espacial: por Área de pesca. Los lances de pesca diarios se clasificaron según la posición geográfica y se reunieron de acuerdo a las tres subáreas de pesca identificadas en el estudio (ver punto 4.2).

Se graficó esta información por área de pesca y fecha de captura, posibilitando el análisis de la evolución de la proporción de sexos en la captura durante los dos meses de operación de la pesca de investigación de merluza de cola.

3.3.2.4 Composición por especies de la captura

Proporción de especies en la captura

La composición de especies en la captura se analiza como la proporción en peso de cada especie sobre la captura total capturada del lance, ponderada por el esfuerzo del lance sobre el esfuerzo total, tal como se indica en las expresiones siguientes:

$$pe_{il} = \frac{C_{il}}{\sum_{l=1}^n C_l}$$

$$pe_i = \sum_{l=1}^n pe_{il}$$

donde :

- C_{il} : captura en peso de la especie i en el lance l
- C_l : captura total del lance l
- pe_{il} : proporción de la especie i en el lance l y
- pe_i : proporción total de la especie i

Índices de diversidad de la captura

Para el cálculo de los índices de diversidad (Shannon-Weaver), uniformidad de Pielou y dominancia, así como para el cálculo de la Sobreposición de Horn ([Horn 1966 fide Saiz 1980](#)), se utilizó el programa de análisis comunitario ANACOM ([Rosales y Sepúlveda, 1992, Palma y Rosales, 1995](#)). El método utilizado para realizar las agrupaciones de Sobreposición de Horn fue el Promedio Aritmético No Ponderado (UPGMA en su sigla en inglés), los detalles de esta metodología están explicados en [Sneath y Sokal \(1973\)](#).

La matriz de datos utilizados corresponde a la captura de las especies (especie objetivo y fauna acompañante) por subárea y mes.

3.3.3 Metodología específica para los objetivos

3.3.3.1 Objetivo 1 : Estimar la abundancia del stock desovante por el método hidroacústico en la zona de agregación reproductiva durante la temporada 2005, con énfasis especial en el seguimiento de la abundancia en el cañón submarino localizado al sur de Isla Guamblín

El trayecto acústico estuvo determinado por la operación de los barcos y la metodología de recopilación y almacenamiento fue la misma que se ha usado en las prospecciones acústicas para la evaluación del orange roughy, alfonsino y en evaluación preliminar de la jibia frente a Chiloé ([Niklitschek et al., 2005b](#)).

La información acústica fue registrada y post-procesada utilizando los programas Echolog© (Versión 3.00.23.0) y Echoview© (Versión 3.45), respectivamente. Ambos programas manufacturados por Sonardata Pty Inc. (Australia), basado en el siguiente protocolo:

- Estrato batimétrico de análisis: 150-600 m
- Delineación de ecotrazos: semi-automática con ayuda del módulo SHAPES de Sonardata Inc.
- Longitud mínima total: 25 m

- Altura mínima total: 10 m
- Longitud mínima del ecotrazo candidato: 10 m
- Altura mínima del ecotrazo candidato: 10 m
- Máxima distancia de enlace vertical: 0.5 m
- Máxima distancia de enlace horizontal: 30 m
- Filtro Sv para delineación de ecotrazos: -69 dB
- Filtro Sv para ecointegración: -65 dB
- Intervalo básico de muestreo: 500 m

La asignación de identidad a los ecotrazos se efectuó mayoritariamente en terreno, considerando la experiencia de los patrones de pesca y asistentes acústicos a bordo, así como también los resultados de lances de identificación y de la actividad extractiva en el área de estudio ([Tabla 2](#)). De este modo se definieron 4 categorías, de las cuales sólo las dos primeras fueron incluidas en el análisis cuantitativo, a menos que un ecotrazo de la tercera categoría fuera validado mediante un lance:

- 4.0 : merluza de cola confirmada (por lances de identificación y/o comerciales)
- 4.1 : probable merluza de cola (forma, intensidad y profundidad claramente similares a ecotrazos confirmados en la misma área y período)
- 4.2 : merluza de cola incierta (al menos un elemento diagnóstico difiere de ecotrazos confirmados en la misma área y período)
- 9999 : otras especies

Para la validación de los ecotrazos definidos como 4.1 y 4.2 se aceptó como confirmados todos aquellos ecotrazos identificados directamente por lances dirigidos y todos aquellos encontrados en la proximidad de lances positivos realizados en un periodo <6 horas (previas o posteriores) de la observación del ecotrazo, a una distancia <1.852 m (1 mn) y con una diferencia de profundidad <100 metros respecto de la profundidad media del ecotrazo. De este modo, de los 607 ecotrazos observados, 502 fueron finalmente clasificados como merluza de cola. De esta cifra, un sub-grupo de 204 fue validado por lances dirigidos o comerciales y utilizados en los cálculos de biomasa.

Tabla 2. Número de ecotrazos observados en el área de estudio clasificados preliminarmente como merluza de cola (categorías 4.1. y 4.2) y resumen de método de identificación de especies empleados para su clasificación definitiva.

Categoría de Ecotrazos	Método	N
Clasificado preliminarmente como posible merluza de cola (4.1)	Juicio experto	509
Clasificado preliminarmente como incierta merluza de cola (4.2)	Juicio experto	96
Total ecotrazos observados		607
Identificados directamente	Lances dirigidos	10
Identificados por proximidad	Lances comerciales	194
Identificados de manera indirecta	Juicio experto	298
Sub-Total ecotrazos identificados como merluza de cola		502

Una vez generada la base de datos hidroacústicos, se realizó una manipulación adicional de los mismos orientada a discretizar la continuidad espacio-temporal del muestreo. En lo espacial, se definió pixeles de 500×500 m, mientras que en lo temporal se optó por intervalos de 48 horas. De este modo, se empleó un modelo lineal general para obtener una media corregida por píxel e intervalo, la cual combinó las múltiples mediciones del coeficiente de dispersión por área náutica (SA) obtenidas por los distintos barcos para un mismo intervalo y píxel

Ecointegración

Los ecotrazos fueron identificados mediante la inspección visual de los ecogramas e integrados en intervalos arbitrarios de 500 m.

i) Coeficiente volumétrico de retro-dispersión (S_V) por pulso transmitido

$$S_v = P_r + 20 \cdot \log r + 2\alpha \cdot r - 10 \cdot \log \left(\frac{P_t \cdot G_0^2 \cdot r_0^2 \cdot \lambda^2 \cdot c \cdot \tau \cdot \Psi}{32 \cdot \pi^2} \right) - 2CF$$

donde,

- S_V : expresado en dB re 1 m⁻¹
- P_r : potencia recibida (dB re 1 W)
- r : rango (m)
- α : coeficiente de absorción (dB m⁻¹)
- P_t : Potencia transmitida (W)
- G_0 : constante del ecosonda (sin dimensión)
- λ : longitud de onda (m)
- c : velocidad del sonido (m s⁻¹)
- τ : duración del pulso (s)
- Ψ : ángulo equivalente dos vías (esteradianes)
- CF : factor de calibración (dB re 1 m⁻¹)

ii) Coeficiente de dispersión por unidad de área náutica (S_{A_k}) en la región k ,

$$S_{A_k} = \sum_{p=1}^m \delta \sum_{d=1}^{\frac{h}{\delta}} 10^{\frac{S_{V_{dp}}}{10}} \cdot \pi \cdot 1.852^2 \cdot fce_{bt} \cdot fcm_l \cdot fci_k \cdot fcs_k \cdot fdz_k \cdot fcp_k$$

donde,

- m : número de pulsos (p) en el intervalo k
- d : altura de los quanta digitalizados
- h : altura de la ecorregión.
- $S_{V_{dp}}$: intensidad del eco por unidad de volumen del quanta d en el pulso p .
- fce_{bt} : factor de corrección asociado a la calibración del equipo montado en el barco b , durante el período t .
- fcm_l : factor de corrección por la atenuación del eco causada por el movimiento oscilatorio del transductor en la transecta l .
- fce_{bt} : factor de corrección para el eco incidental asociado a la región k .
- fce_{bt} : factor de corrección asociado a la diferencia entre la absorción nominal y calculada del sonido para la región k .
- fce_{bt} : factor de corrección correspondiente a la fracción del ecotrazo oculta en la zona ciega de la región k .
- fce_{bt} : factor de corrección correspondiente a la proporción de pulsos emitidos y no recepcionados o considerados defectuosos en la región k .

Control y corrección de fuentes conocidas de sesgo

Se utilizó un procedimiento equivalente al empleado por Boyer et al. (2003) y Niklitschek et al. (2005a) para las evaluaciones hidroacústicas realizadas en el orange roughy, incluyendo los siguientes factores de corrección:

1. Calibración de los equipos

Cada sistema fue configurado y calibrado para cada una de las combinaciones de potencia transmitida y duración (longitud) del pulso empleadas por cada embarcación durante el período de estudio. Para ello se utilizó el método descrito por Foote (1982), basado en la determinación de los ajustes a la ganancia y a la señal de eointegración (S_A) necesarios para igualar las intensidades observadas y esperadas del eco producido por un blanco estándar (esfera de cobre de 60 mm) de fuerza de blanco conocida ($TS \approx -33,6$ dB). Este blanco fue posicionado entre 15 y 20 m bajo el transductor de la embarcación por medio de 3 líneas de monofilamento, controladas por un sistema de carretes electrónicos montados sobre una base extensible en la borda del barco y comandados desde el puente de la embarcación. Para evitar interferencia en la recepción del eco, todos los sistemas eléctricos no esenciales de la embarcación fueron apagados durante la calibración.

La metodología de los factores de corrección expost empleados para compensar el sesgo de los datos obtenidos de los equipos ES60 se ajustó al método descrito por SONAR DATA (2005), basado, a su vez en el trabajo de Honkalehto y Ryan (2003). Este método se resume en los siguientes pasos:

- i) Selección de un sub-set de los ecos individuales generados por la bola de calibración, utilizando los siguientes criterios:

- Desviación angular respecto al eje principal del haz acústico $\leq 0.5^\circ$
- Compensación angular ≤ 0.1 dB.
- $TS > -38$ dB

- ii) Cálculo del factor de corrección de la fuerza del blanco

$$TS_{cf} = TS_o - TS_t$$

donde,

TS_o : TS promedio observado en el subset de datos de calibración

TS_t : TS teórico del blanco estándar (-33.6 dB).

- iii) Cálculo de la ganancia ajustada del equipo (G_{adj}), a partir de su ganancia inicial (G_0)

$$G_{adj} = G_0 + \left(\frac{TS_{cf}}{2} \right)$$

- iv) Cálculo del factor de corrección del coeficiente de dispersión S_A (SA_{cf})

$$SA_{cf} = \frac{(SV_{adj} - SV_t)}{2}$$

donde,

SV_{adj} : coeficiente de retro-dispersión promedio en el sub-set de datos de calibración, recalculado a partir de la ganancia ajustada.

$$SV_t = TS_t - 20 \cdot \log(R) - 10 \cdot \log(H) - \Psi$$

R : distancia entre el transductor y la esfera de calibración

H : altura media de la sección vertical que contiene el sub-set de datos de calibración

$\square$: ángulo idealizado bi-direccional.

- v) Cálculo del factor de corrección de la abundancia N_{cf}

$$N_{cf} = 10^{\frac{2 \cdot SA_{cf} + TS_{cf}}{10}}$$

Tabla 3. Resumen de resultados calibración flota participante prospecciones acústicas en el Cañón de Guablín en Agosto 2004.

Barco	Potencia (W)	Duración pulso (ms)	Fecha	TS_t (dB)	TS_o (dB)	R (m)	Ganancia ajustada (G_{adj})	SV_{adj} (m)	H (m)	SV_t (m)	SA_{cf} (db)	N_{cf}
St. Pierre	1200	1.024	14-09-2005	-33.24	0.36	13	26.68	-40.69	2.1	-38.49	-1.1	1.53
St. Pierre	400	1.024	14-09-2005	-33.29	0.31	13	26.66	-40.68	2.1	-38.49	-1.1	1.54
C. Hornos	2000	1.024	14-09-2005	-35.0	-1.42	11	25.79	-38.55	1.91	-36.61	-1.0	2.17
Cote	2000	2.048	02-09-2003	-33.48	0.12	22	26.56	-46.93	3.82	-45.65	-0.64	1.31
O. Down	2000	1.024	17-09-2004	-32.2	1.40	7	27.20	-36.66	1.91	-32.67	-2.0	1.81

2. Atenuación de la señal como consecuencia del movimiento del transductor

Para estimar la pérdida de energía de la señal acústica como resultado del cambio en la orientación del transductor entre las fases de emisión y recepción (McLennan y Simmonds 1992), se montó en el puente de cada embarcación un compás digital Honeywell HMR3000, cuya señal fue registrada de manera semi-continua a una tasa de 180 muestras por minuto (software PC Demo Interface, versión 2.03).

La atenuación de la señal fue calculada como la integral de directividad normalizada (ψ_D), utilizando la ecuación de Stanton (1982), codificada en Matlab© por Sawada y Williamson (2003):

$$\psi_D = \iint \left(\frac{2J(ka \cdot \sin Y_t)}{ka \cdot \sin Y_t} \right)^2 \cdot \left(\frac{2J(ka \cdot \sin Y_r)}{ka \cdot \sin Y_r} \right)^2 \cdot d\Omega$$

donde,

- J : Función de Bessel
- k : número de onda acústica
- α : radio del transductor
- Ω : dirección de integración
- Y_t : $\cos^{-1}(\sin\theta_0 \cdot \sin\theta \cdot \cos\phi + \cos\theta_0 \cdot \cos\theta)$
- Y_r : $\cos^{-1}(-\sin\theta_0 \cdot \sin\theta \cdot \cos\phi + \cos\theta_0 \cdot \cos\theta)$
- θ_0 : separación angular entre transmisión y recepción
- θ : ángulo polar del haz acústico
- ϕ : ángulo azimutal del haz acústico

La separación angular media (θ_0) fue calculada para cada ecorregión, a partir de los movimientos transversales (“roleo”) y longitudinales (“cabeceo”) del barco, siguiendo la ecuación:

$$\bar{\theta}_0 = tg^{-1} \sqrt{tg^2(\bar{\theta}_x) + tg^2(\bar{\theta}_y)}$$

donde $\bar{\theta}_x$ y $\bar{\theta}_y$ corresponden al promedio aritmético de las separaciones angulares en los ejes longitudinal y transversal, respectivamente. Estas separaciones fueron calculadas al descomponer una serie de Fourier para cada eje, y resolver la misma

en intervalos de tiempo (Δt) de 0,0033 s. De esta manera :

$$\bar{\theta}_x = \frac{\sum_{t=1}^{tl} \theta_{X(t,t-\Delta t)}}{t/\Delta t}$$

$$\bar{\theta}_y = \frac{\sum_{t=1}^{tl} \theta_{Y(t,t-\Delta t)}}{t/\Delta t}$$

- $\theta_{X(t,t-\Delta t)}$: separación angular en el plano x (cabeceo) para cada intervalo de tiempo t.
- $\theta_{Y(t,t-\Delta t)}$: separación angular en el plano y (roleo) para cada intervalo de tiempo t.
- tl : tiempo de recepción del último pulso en la serie
- Δt : $\frac{2 \cdot \bar{r}}{c}$
- $\bar{r}$: rango promedio
- c : velocidad del sonido

3. Pulsos perdidos y defectuosos

Los pulsos perdidos y las espigas de alta intensidad (ruido) derivados de burbujeo y/o interferencia² fueron eliminados manualmente del ecograma. Asumiendo que el eco dispersado en estos pulsos sería igual al promedio de los restantes pulsos de la región integrada, se estimó el factor de corrección, utilizando la relación:

$$fcp_k = \frac{n_k}{n_k - bp_k}$$

donde,

- n_k : total de pulsos emitidos sobre la región k
- bp_k : número de pulsos no recepcionados o defectuosos

4. Eco incidental

El eco dispersado por los organismos nectónicos presentes en la columna de agua (“eco incidental”),

² En general asociados a malas condiciones climáticas

fue estimado para cada ecotrazo de merluza de cola, integrando el eco retro-dispersado por una celda inmediatamente anterior, de igual altura y a la misma profundidad promedio al ecotrazo de merluza de cola y de un largo de 1 mn, cuando esto no fue posible (p.e. por efecto de proximidad a otro ecotrazo), se asumió un promedio para el estrato y periodo de 48 h. Asumiendo igual concentración de organismos nectónicos dentro y fuera de cada agregación, el factor de corrección por eco incidental fue calculado como,

$$fci_k = \frac{S_{A_k} - S_{A_{i,k}}}{S_{A_k}}$$

donde,

S_{A_k} : intensidad promedio no corregida del eco retrodispersado por la región k

$S_{A_{i,k}}$: intensidad promedio del eco retrodispersado por la celda de referencia, adyacente a la región k.

5. Absorción del sonido

Esta corrección fue aplicada para reducir el sesgo originado por la diferencia entre el coeficiente de absorción nominal del eointegrador ($9,0 \times 10^{-3}$ dB/m⁻¹) y el valor calculado a partir de datos históricos de temperatura medidos in situ y la profundidad de la marca³, siguiendo la expresión de Doonan *et al.* (2003),

$$\alpha = \frac{A_2 \cdot P_2 \cdot f_2 \cdot f^2}{c(f_2^2 + f^2)} + A_3 \cdot P_3 \cdot f^2$$

donde,

f : frecuencia (Hz)

$$A_2 = 22,19 \cdot S(1 + 0,017 \cdot T)$$

S : salinidad (psu)

T : temperatura (°C)

$$f_2 = 1,8 \cdot 10^7 \cdot e^{\frac{-1518}{(T + 273,1)}}$$

$$P_2 = e^{-1,76 \cdot 10^{-4} \cdot D}$$

³ Se asumió una salinidad de 34,5 (psu) para todos los casos

D : profundidad (m)

$$A = 4,937 \cdot 10^{-4} - 7,59 \cdot 10^{-5} \cdot T + 9,11 \cdot 10^{-7} \cdot T^2 - 1,5 \cdot 10^{-8} \cdot T^3$$

$$P_3 = 1 - 3,83 \cdot 10^{-5} \cdot D + 4,9 \cdot 10^{-10} \cdot D^2$$

6. Zona ciega

La altura de la zona ciega (h_{eq}), bajo cada agregación, fue calculada a partir de la expresión de Barr (1999).

$$h_{eq} \rightarrow (1,2 + 0,16\alpha^2)dx10^{-3} + c \cdot \tau / 4$$

donde,

$\square$: ángulo de choque entre haz acústico y fondo (grados)

d : profundidad (m)

c : velocidad del sonido (m s⁻¹)

τ : duración del pulso (s)

La densidad de merluza de cola en la zona ciega fue asumida igual a la densidad de la agregación en los 10 m inmediatamente superiores al fondo, calculándose el respectivo factor de corrección.

Estimación de Abundancia

i) Densidad por unidad muestral

Las transectas hidroacústicas fueron divididas en intervalos o unidades elementales de muestreo (UEM) de 500 m de largo, identificadas por su ubicación geográfica media x,y. Dentro de cada prospección, la densidad media de la especie objetivo en cada UEM, fue calculada como,

$$Z_{(x,y)} = \bar{S}_{A_{(x,y)}} \cdot \frac{F_{obj}}{\sum_{sp=1}^p (\sigma_{sp} \cdot F_{sp})}$$

donde,

$$\frac{TS_{sp}}{10}$$

σ_{sp} : $4 \cdot \pi \cdot 10^{\frac{TS_{sp}}{10}}$

F_{obj} : proporción de la especie objetivo en las captura (Tabla)

p : número de especies (sp)

F_{sp} : proporción de la especie sp en la captura total
 TS_{sp} : fuerza de blanco promedio de la especie sp (dB)

Densidad media del área m ($\hat{z}_{as}$)

La densidad media de cada recurso en cada área estudiada m fue estimada mediante la aproximación geoestadística (Cressie 1991), basada en máxima verosimilitud, propuesta por Niklitschek *et al.* (2005a). De este modo, siguiendo un modelo lineal general mixto, se modeló tanto la correlación espacial de la variable respuesta (transformada) $\hat{z}$ a lo largo de los ejes x y y , como los efectos sobre ella y su varianza de las fuentes conocidas de covarianza: barco, prospección, estrato, transecta y ecotrazo.

Tabla 4. Promedio de la proporción de merluza de cola capturada en cada estrato y periodo de 48 horas, utilizada para asignar la proporción de energía dispersada a la especie-objetivo. Datos obtenidos a partir de la información de bitácora recopilada para la zona y periodo de estudio (2005). Cuando no hubo datos, se utilizó el promedio por periodo de 48 hrs, en el área de estudio, o en su defecto el promedio general del peso para el área y periodo de estudio.

Periodo (48 hr)	1	2,1	2,2	3	4	5	Otro
10-09-2005	0,99	0,99	0,99	0,98	0,99	0,99	1,00
12-09-2005	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00
14-09-2005	0,99	0,99	0,99	1,00	0,99	0,99	0,99
16-09-2005	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
18-09-2005	0,97	0,97	0,97	0,99	0,97	0,97	0,97
20-09-2005	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
22-09-2005	0,96	0,96	0,96	0,99	0,96	0,96	0,95
24-09-2005	0,90	0,90	0,90	0,97	0,90	0,90	0,83
26-09-2005	0,94	0,94	0,94	0,98	0,94	0,94	0,80
28-09-2005	0,96	0,96	0,96	0,99	0,96	0,96	0,86
30-09-2005	0,86	0,86	0,86	0,95	0,86	0,86	0,38
01-09-2005	0,86	0,27	0,04	0,93	0,86	0,86	0,61
03-09-2005	0,64	0,64	0,16	0,77	0,64	0,64	0,49
05-09-2005	0,06	0,57	0,09	0,87	0,57	0,57	0,50
07-09-2005	0,48	0,64	0,55	0,87	0,64	0,64	0,54
09-09-2005	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57

En lo espacial, se asumió estacionalidad de segundo orden. Es decir, un valor esperado de $\hat{z}$ igual para todas las locaciones x , y , así como valores idénticos de covarianza para todos los pares equidistantes ($z_{t_{(i+h)}}^{\circ}, z_{t_i}^{\circ}$). La variabilidad media observada (semi-variograma empírico) entre pares de mediciones experimentales fue calculada a partir de la relación,

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N_h} \sum_{i=1}^{N_h} (z_{t_{(i+h)}}^{\circ} - z_{t_i}^{\circ})^2$$

donde,

$\hat{z}_i$: densidad media transformada mediante el método general de Box-Cox.Ribeir
 H : distancia (Km)
 N_h : número de pares de datos separados a la distancia h .

El variograma empírico fue ajustado (máxima verosimilitud) por un modelo de correlación espacial de tipo gaussiano, que no sólo mostró el mejor ajuste de modelos alternativos evaluados en 2004 (Niklitschek *et al.* 2005a), sino que posee sustento teórico tanto desde la estadística como de la ecología de poblaciones (Whittle 1954).

Mientras que la variable observada y transformada $\hat{z}(x, y)$ es la realización de una variable asumida como aleatoria, continua y normal $\hat{Z}(x, y)$ con n observaciones, la distribución conjunta de los datos, debido a la correlación espacial y a las fuentes aleatorias de covarianza, es aproximada por una variable de distribución normal multivariada,

$$\hat{Z} \sim MVN(\beta \mathbf{1}, \sigma^2 \mathbf{R} + \tau^2 \mathbf{I} + \mathbf{F}' \mathbf{G} \mathbf{F})$$

donde,

$\mathbf{1}$: vector de 1s de tamaño n
 $\mathbf{R}$: matriz cuyo (j, j') elemento es $p(h_j, j' | \kappa, \phi)$
 $\mathbf{I}$: matriz identidad de tamaño n por n .
 $\mathbf{F}$: matriz de diseño de efectos aleatorios
 $\mathbf{G}$: matriz de covarianza de efectos aleatorios

En consecuencia, la función de log-verosimilitud para el vector de parámetros $\square' = [\square \quad \square \quad \square \quad \square]$ fue definida como

$$l(\theta | z_i) \propto (\lambda - 1) \sum_{i=1}^n \ln(z_i) - 0,5 \ln |\sigma^2 \mathbf{R} + \tau^2 \mathbf{I} + \mathbf{F}' \mathbf{G} \mathbf{F}| - 0,5 (f_{\lambda}(z_i) - \beta \mathbf{1})' (\sigma^2 \mathbf{R} + \tau^2 \mathbf{I} + \mathbf{F}' \mathbf{G} \mathbf{F})^{-1} (f_{\lambda}(z_i) - \beta \mathbf{1})$$

donde,

β : densidad media de la variable transformada,
 α^2 : máxima variabilidad entre unidades de muestreo consideradas independientes (“sill”)

τ^2 : varianza debida a observación incompleta del proceso espacial, cuando h se aproxima a cero (“nugget”)

φ : distancia a la cual las unidades de muestreo pueden ser consideradas independientes (“rango”).

Una vez ajustado el modelo, la densidad media del área de estudio y su varianza fueron llevados de vuelta a unidades originales ($g \cdot m^{-2}$) a partir del muestreo aleatorio (n=5000) de la función de distribución de probabilidad normal con media y desviación estándar iguales a las estimadas por el modelo geoestadístico para las variables transformadas $\hat{\bar{z}}$ y $\hat{S}(\bar{z})$

Abundancia total en el área m ($\bar{N}_m$)

La abundancia total por área estudiada fue obtenida multiplicando la densidad media estimada ($\hat{\bar{z}}_m$) por el área efectiva de distribución del recurso, es decir,

$$\hat{N}_s = \hat{\bar{z}}_s \cdot \hat{\alpha}_s$$

donde,

$\hat{\alpha}_s$: área estimada de distribución efectiva del recurso-objetivo en el área m.

Varianza muestral de la abundancia total en el área m, $V(\bar{N}_m)$

Calculada por series de Taylor, considerando que las estimaciones de $\hat{\bar{z}}$ y $\hat{\alpha}$ son independientes por construcción. De esta manera,

$$V(\hat{B}) = \alpha^2 \cdot V(\hat{\bar{z}}) + \hat{\bar{z}}^2 \cdot V(\hat{\alpha})$$

Área ocupada por el recurso-objetivo ($\hat{\alpha}$) en el área m

Estimada como el producto entre el área muestreada (A) y la probabilidad de observar la especie objetivo en un punto cualquiera (x,y), dentro de A. De esta manera el área de interés fue $\hat{\alpha}$ definida como,

$$\hat{\alpha} = pA$$

cuya varianza de estimación, fue estimada a partir de la varianza de $\hat{p}$, siguiendo la ecuación:

$$V(\hat{\alpha}) = A^2 \cdot V(\hat{p})$$

El área A fue calculada a partir del área del polígono descrito por los bordes de las transectas (análisis efectuado en R, librería *splancs*⁴), mientras que el parámetro p fue estimado mediante un modelo lineal general mixto (Searle 1987), de tipo espacial, definiendo la variable observada I=1 cuando Sa>0, e I=0 cuando Sa=0.

El valor de la variable dependiente Y, ligada a la variable I (presencia/ausencia del recurso objetivo en cada segmento de 100 m) a través de una función de enlace de tipo logístico, fue modelado como,

$$Y = S\beta + T\gamma + \varepsilon$$

donde,

S :matriz de efectos fijos, que en el presente análisis es un escalar igual a 1,

β :vector de parámetros de los efectos fijos que, en este caso, es una constante que llamamos β_0 ,

T :dupla (x,y) que representa las coordenadas de cada localidad

γ :vector de parámetros que representan el modelo espacial a ser ajustado en conjunto con β_0 , de media 0 y varianza **G**.

ε :vector de errores aleatorios, de media 0 y varianza **H**.

La matriz **G** fue modelada asumiendo una estructura espacial de tipo gaussiana, mientras que la matriz **H** una distribución binomial. El valor esperado de Y, $E(Y)$ fue definido como

$$E(Y) = \beta_0 = \ln\left(\frac{p}{1-p}\right)$$

⁴ paquete de análisis de procesos espaciales puntuales contribuido al sistema R

Mientras que el estimado de máxima verosimilitud de $p(\hat{p})$, fue obtenido mediante la ecuación,

$$\hat{p} = \frac{e^{\hat{\beta}_0}}{1 + e^{\hat{\beta}_0}}$$

La varianza de $\hat{p}$ fue aproximada por series de Taylor a partir de la varianza del estimado de $\beta_0 (V(\hat{\beta}_0))$, de acuerdo a la relación,

$$V(\hat{p}) = \left(\frac{e^{\hat{\beta}_0}}{(1 + e^{\hat{\beta}_0})^2} \right) V(\hat{\beta}_0)$$

La representación gráfica de la distribución y densidad de la biomasa detectada fue obtenida a través de kriging lineal ordinario (Cressie 1991, Doonan *et al.* 2003), basado en los parámetros de rango, nugget y sill obtenidos mediante los procedimientos de máxima verosimilitud ya descritos.

Estimación de Biomasa

Biomasa estimada de la especie objetivo en cada zona m $\hat{B}_m$:

$$\hat{N}_m \cdot \hat{w}_m \text{ (toneladas)}$$

donde $\bar{w}_m$ es el promedio ponderado del peso de la especie objetivo en la zona m .

Varianza muestral de la biomasa estimada de la especie objetivo en cada zona m :

$$\hat{V}(\hat{B}) = \hat{V}(\hat{w}_m \cdot \hat{N}_m^2 + \hat{w}_m^2 \cdot \hat{V}(\hat{N}_m) - \hat{V}(\hat{w}_m) \cdot \hat{V}(\hat{N}_m))$$

Fuerza de blanco (TS)

La fuerza de blanco fue estimada a partir de las relaciones propuestas por Do y Surti (1990) para hoki (*Macruronus novaezelandiae*) y por Lillo *et al.* (1996), para merluza austral (*Merluccius australis*):

$$\text{Hoki : TS} = 20 \log(\text{LS}) - 72,7 \text{ (dB)}$$

$$\text{Merluza austral : TS} = 20 \log(\text{LS}) - 68,1 \text{ (dB)}$$

Para las estimaciones del TS se utilizó el promedio del logaritmo base 10 de la longitud estándar, $\log(\text{LS})$, calculado para cada estrato y periodo de 48 horas (Tabla 5). Cuando no hubo datos suficientes a nivel de estrato, se utilizó el promedio general del área para el correspondiente periodo de 48 hrs. En caso de ausencia de datos específicos para el periodo, se utilizó el gran promedio de $\log(\text{LS})$ correspondiente a toda el área y periodo de estudio.

Tabla 5. Promedio de longitud estándar (log10-transformada) utilizado para la estimación del coeficiente de retro-dispersión individual, en cada estrato y periodo de 48 horas. Datos obtenidos a partir de los muestreos biológicos realizados a la captura de merluza de cola en la zona y periodo de estudio (2005). Cuando no hubo datos, se utilizó el promedio por periodo de 48 hrs, en el área de estudio, o en su defecto el promedio general del peso para el área y periodo de estudio.

Periodo (48 hrs)	Estratos						
	1	2,1	2,2	3	4	5	Otro
10-09-2005	1,80	1,80	1,80	1,79	1,82	1,80	1,83
12-09-2005	1,79	1,79	1,79	1,78	1,79	1,79	1,79
14-09-2005	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84
16-09-2005	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82
18-09-2005	1,83	1,83	1,83	1,79	1,83	1,83	1,83
20-09-2005	1,81	1,81	1,81	1,82	1,81	1,81	1,81
22-09-2005	1,81	1,81	1,81	1,80	1,81	1,81	1,82
24-09-2005	1,80	1,80	1,80	1,79	1,80	1,80	1,81
26-09-2005	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,80
28-09-2005	1,80	1,80	1,80	1,79	1,80	1,80	1,83
30-09-2005	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
01-09-2005	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,81
03-09-2005	1,81	1,81	1,81	1,80	1,81	1,81	1,81
05-09-2005	1,79	1,79	1,79	1,82	1,79	1,79	1,78
07-09-2005	1,80	1,80	1,80	1,82	1,80	1,80	1,79
09-09-2005	1,81	1,81	1,81	1,78	1,81	1,81	1,81

Detalle de la aproximación estadística utilizada para la estimación de medias y de relaciones funcionales entre variables.

i) Descripción del modelo lineal general mixto

La totalidad de los análisis realizados fueron llevados a cabo utilizando modelos lineales generales mixtos (Searle 1987), implementados en SAS 9.0 (Littel *et al.* 1996). Este modelo lineal general mixto, se entiende un procedimiento, basado en máxima verosimilitud, mediante el cual se descompone la matriz de errores en dos componentes aditivos: uno atribuible a la matriz de efectos aleatorios (Zu) y otro correspondiente al vector de errores aleatorios (e) asociado a las variables explicativas. De esta manera, el valor observado de la variable dependiente (y), es explicado mediante la ecuación,

$$y = X\beta + Z\gamma + e$$

donde,

- X = Matriz de efectos fijos
- β = vector de parámetros de los efectos fijos
- Z = matriz de efectos aleatorios
- γ = vector de parámetros de los efectos aleatorios, $MVN(0, G)$
- e = vector de errores, $MVN(0, H)$

Se considera efectos aleatorios aquellos atribuibles a variables que, no siendo parte del ámbito de inferencia (i.e. del grupo de variables explicativas de interés), pueden aportar en forma significativa a la varianza observada. Esta descomposición de errores permite modelar la correlación entre unidades experimentales resultante de asociaciones puntuales o lineales, tales como tiempo o espacio (Cressie 1991), lo que se refleja en la estructura de las matrices de covarianza G y/o H . La modelación de G y H puede ir desde una estructura simétrica simple de 2 parámetros (varianza y covarianza comunes a todos los elementos) hasta una estructura de $0,5 \cdot t(t+1)$ parámetros donde cada elemento único de la matriz posee su propio estimado de varianza/covarianza.

Tanto los modelos clásicos de errores aleatorios simples, como los modelos lineales generales son casos especiales del modelo mixto antes descrito. De este modo, existe una extensión natural hacia modelos lineales generales de tipo mixto, la cual ha sido descrita y codificada en SAS(c) por Littell *et al.* (1996) y que permite definir cual es la función de distribución de probabilidad del vector e asociado a la matriz de efectos fijos X , dada la estructura de covarianza de las matrices G y R .

En la presente evaluación se consideró barco y lance como variables aleatorias, para los cálculos de los promedios de talla y peso. Para los cálculos de densidad media y área de distribución efectiva del stock las variables aleatorias consideradas fueron el barco y la prospección. De este modo, tanto el valor medio como el error estándar de los parámetros del vector β resultaron corregidos a través de: (i) el efecto medio del barco y del lance o

prospección (según correspondiera; de manera análoga a una ancova tradicional); y (ii) la covarianza observada entre muestras colectadas en un mismo barco y lance/prospección.

ii) Comparación de las estructuras de tallas

Para la comparación de la estructura de tallas entre intervalos y estratos, se utilizó un modelo lineal general de tipo logístico acumulativo (McGullagh, 1980), definido como un conjunto de $J-1$ ecuaciones que definen la probabilidad de un individuo de pertenecer a cada una de las $J-1$ categorías dicotómicas posibles de definir dado J intervalos de talla. El modelo general es definido como,

$$\log\left(\frac{F_{ij}}{1 - F_{ij}}\right) = \alpha_i + X\beta$$

donde F_{ij} es la probabilidad de un individuo de pertenecer a la categoría $j=J-1$ o inferior

iii) Relaciones entre biomasa, captura por unidad de esfuerzo, índice gonadosomático y capturabilidad

Estos análisis se desarrollaron dentro del marco del modelo lineal general mixto ya descrito, previa transformación de las variables respuestas para cumplir los supuestos de homocedasticidad y normalidad de la distribución de errores. Las variables continuas, CPUE y capturabilidad fueron $\log_{10}$ -transformadas, mientras que el índice gonadosomático fue transformado tomando el arcoseno de su valor nominal. Para todos estos análisis se excluyó aquellos lances cuya captura de merluza de cola fue inferior a 0,5 ton.

Factor de ponderación

Para las tallas y pesos se estimó un factor de ponderación (FP) proporcional al número de individuos representado por cada lance, siguiendo la relación,

$$FP = \frac{\hat{n}_l}{\sum_{l=1}^t \hat{n}_l}$$

$$\hat{n}_l = \frac{C_l}{w_l}$$

donde,

t : número de lances por zona y año

$\hat{n}_l$: número estimado de individuos en el lance l

C_l : captura de la especie-objetivo en el lance l

w_l : peso promedio de los individuos muestreados en el lance l

Composición de tallas

i) Proporción del número de ejemplares de la talla k (p_k)

La proporción de ejemplares de la talla k fue ajustada aplicando un factor de ponderación basado en el tamaño relativo de las capturas de cada lance de identificación:

$$P_k = \frac{n_{lk}}{n_l} \cdot FP$$

donde,

n_{lk} : número de ejemplares de talla k en el lance l

n_l : número de ejemplares muestreados en el lance l

ii) Relación longitud peso y peso medio estimado

La relación longitud-peso fue modelada asumiendo una relación alométrica de crecimiento, definida por:

$$W = a \cdot L^b$$

cuyos parámetros a y b y sus correspondientes errores estándar fueron estimados mediante regresión lineal mixta (Littel *et al.*, 1996) sobre las variables transformadas a escala logarítmica ($\log_{10}$). El peso medio estimado fue calculado a través de un modelo lineal mixto, basado en el peso

individual derivado de la talla de los individuos muestreados (Tabla 6).

Tabla 6. Peso promedio estimado utilizado para la estimación de biomasa, en cada estrato y periodo de 48 horas. Datos obtenidos a partir de los muestreos biológicos realizados a la captura de merluza de cola en la zona y periodo de estudio (2005). Cuando no hubo datos, se utilizó el promedio por periodo de 48 h, en el área de estudio, o en su defecto el promedio general del peso para el área y periodo de estudio

Periodo (48 hrs)	Estratos					
	1	2,1	2,2	3	4	5
10-08-2005	819	819	819	829	996	819
12-08-2005	810	810	810	841	810	810
14-08-2005	865	865	865	865	897	865
16-08-2005	1034	1034	1034	1034	1067	1034
18-08-2005	1146	1146	1146	1236	1179	1146
20-08-2005	877	877	877	917	921	877
22-08-2005	978	978	978	1119	893	978
24-08-2005	1042	1042	1042	1211	1042	1042
26-08-2005	909	909	909	909	909	909
28-08-2005	1128	1128	1128	1208	1128	1128
30-08-2005	1192	1192	1192	1230	1192	1192
01-09-2005	1153	1153	1153	1205	1153	1153
03-09-2005	1200	1200	1200	1246	1200	1200
05-09-2005	1030	1030	1030	1294	1030	1030
07-09-2005	1161	1161	1161	1335	1161	1161
09-09-2005	1296	1296	1296	1007	1296	1296

3.3.3.1.1 Batimetría y topografía del cañón submarino de Guamblín

Durante esta pesca de investigación, entre las observaciones realizadas se registró en forma continua la profundidad del fondo marino en cada uno de los tracks de navegación de las embarcaciones participantes por medio de los ecosondas. También se anotó en la bitácora de pesca en cada uno de los lances la profundidad de la red y la temperatura del agua de mar a esa profundidad.

Uno de los objetivos que se tienen es analizar las posibles relaciones entre las capturas con el relieve submarino, y con la temperatura a la profundidad de pesca. Para lo cual, es necesario contar con una batimetría del fondo marino lo más real posible, y al inicio de la pesca de investigación la mejor batimetría con que se contaba era la obtenida desde SRTM30 Plus (Shuttle Radar Topography Mission, <http://topex.ucsd.edu>) que corresponde a datos batimétricos y de elevación en una grilla de 30 segundos de grado (Figura 4), desgraciadamente esta información no describe bien los cañones en el área de la Pesca de Investigación. Para mejorar la resolución de los cañones se utilizó la información

de los registros de acústica obtenidos en los tracks de navegación de las embarcaciones participantes.

Con la información batimétrica de los registros de acústica se construyó un raster (imagen) de batimetría de una resolución de 250 m x 250 m. Esta imagen fue generada por medio de un Kriging simple con un radio de búsqueda de 2000 m y promediando los datos duplicados o muy próximos espacialmente, el software ocupado para esto fue el Surfer 8 de Golden Software Inc, mientras que la presentación de los resultados se realizó en ArcMap 9.0 de ESRI Inc.

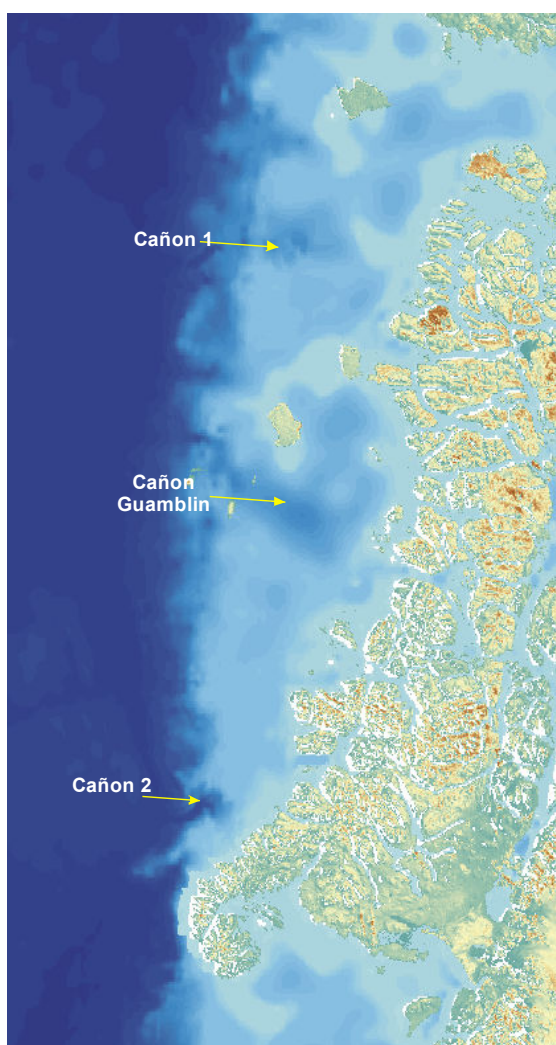


Figura 4 . Batimetría cada 30' de grado obtenida de SRMT 30 Plus, se indican los cañones en el área de la Pesca de Investigación. Al Cañón1 lo hemos denominado en el texto como Cañón Submarino Guafo - Ipún y al Cañón 2 como Cañón Submarino Norte Taitao

Posteriormente, para afinar la batimetría en la zona de mayor cobertura espacial de los tracks de navegación, correspondiente al sector del cañón de Guamblin, se generó un nuevo raster con una resolución espacial de 100 m x 100 m, utilizando la misma metodología y usando una anisotropía en la cual se le dió más importancia a las variaciones longitudinales que a las latitudinales, de forma de captar mejor los cambios de pendiente en el cañón. Para una mejor descripción de los cambios de pendiente se realizaron cortes latitudinales cada 0,05 décimas de grado y un corte siguiendo el eje del cañón.

3.3.3.1.2 Temperatura a la profundidad de Pesca

En la bitácora de pesca en la mayoría de los lances realizados se registró la temperatura a la profundidad de pesca, por medio de diferentes sensores acoplados a las redes de pesca. Aún considerando las diferencias entre los sensores usados en cada una de las embarcaciones, y que no se conoce la última calibración de estos y que tampoco existe una intercalibración entre ellos, se consideró importante analizar la temperatura a la profundidad de pesca y por lo tanto a la profundidad donde ocurre el desove

3.3.3.2 Objetivo 2 : Determinar la relación entre la abundancia y la cpue en las operaciones de pesca comercial de merluza de cola durante el período de agregación reproductiva de la temporada 2005.

La CPUE constituye un buen indicador de la abundancia cuando existe proporcionalidad entre ella y la abundancia. En el caso de la merluza de cola, cuando forma grandes concentraciones reproductivas o bien grandes concentraciones de juveniles con fines tróficos, su utilización ofrece razonables dudas, por cuanto es muy probable que la CPUE presente un comportamiento hiperestable respecto de los cambios que se producen en la biomasa. Esto se explica por el hecho que la flota tiene incentivos económicos para maximizar las tasas de captura. Así los patrones de pesca se trasladan de una concentración a otra manteniendo altos rendimientos, lo que se facilita durante el

periodo reproductivo. Bajo este esquema de comportamiento, los cambios de la abundancia pasan desapercibidos, de manera que los indicadores (CPUE) predicen un comportamiento de inmovilidad del recurso o hiperestabilidad.

Nosotros propusimos estudiar este fenómeno de hiperestabilidad entre la CPUE y la biomasa desovante estimada, comparando el comportamiento de la CPUE con los índices de Acústica y área barrida.

La obtención del índice de acústica se deriva del objetivo anterior, donde se detalla la metodología usada para obtener las estimaciones de abundancia. En este caso nos interesa obtener la variación de la abundancia en el tiempo, más que un estimado final. Igual situación se aplica al índice de biomasa por área barrida.

La escala temporal más fina que se pudo lograr desde la evaluación acústica fue de 48 horas. Por lo tanto esta fue la escala temporal de análisis. La escala espacial en la cual se estudió el fenómeno de hiperestabilidad, estuvo determinada por la cobertura acústica, es decir el cañón submarino de Guamblín.

Para la obtención del índice de abundancia por área barrida, la siguiente metodología se aplica al estrato espacial y temporal anteriormente definido.

El método de área barrida permite determinar niveles de biomasa. Para efectuar este cálculo se requiere la estimación de la distancia barrida por la red durante el lance y la abertura del arte durante el mismo lapso. De este modo, es posible calcular el área barrida por la red de arrastre, para lo cual se utiliza la siguiente expresión:

$$\text{Área barrida (Km}^2\text{)} = \text{Distancia rastreada (Km)} * \text{Abertura boca de la red (Km)}$$

En este estudio se utilizaron redes de arrastre de media agua, por lo que la densidad se expresa en Kg/Km³. En efecto la densidad se define como CPUV (Captura por Unidad de Volumen), en donde:

$$\text{Volumen Filtrado (Km}^3\text{)} = \text{Distancia rastreada (Km)} * \text{Área de la boca de la red (Km}^2\text{)}$$

La distancia rastreada se determina considerando la posición inicial y final del lance de acuerdo a la expresión descrita por Sparre y Venema (1997), correspondiente a la estimación de la distancia mediante el método pitagórico, corregido por la latitud.

El cálculo de la abertura de punta de alas se realiza usando, ya sea, los planos de los artes de pesca (métodos estáticos), mediciones manuales a bordo de naves pesqueras, o utilizando equipos electrónicos maxim, trawlmaster, netmind, entre otros.

Estimador de CPUV

Este estimador se expresa en términos de la captura en peso (ton) por kilómetro cúbico rastreado (Km³):

$$CPUV \left[\frac{\text{ton}}{\text{Km}^3} \right] = \frac{\text{Captura (ton)}}{\text{Volumen barrido (Km}^3\text{)}}$$

A partir del conjunto de valores generado mediante los lances de pesca efectuados durante el crucero, es posible obtener diversos estimadores de un índice de abundancia representativo para un sector geográfico determinado. En este estudio se utilizaron los siguientes estimadores:

Estimador de razón:

$$\overline{CPUV} = \frac{\sum_{j=1}^n C_j}{\sum_{j=1}^n V_j}$$

donde, $\overline{CPUV}$ es la razón entre la sumatoria de las capturas (C) obtenidas en cada lance al interior de una unidad espacial cualquiera y la sumatoria de los esfuerzos de pesca respectivos (A) medidos en unidades de área barrida por la red, siendo “j” un subíndice asociado al lance.

Estimador del promedio:

$$\overline{CPUV} = \frac{\sum_{j=1}^n CPUV_j}{n}$$

Varianza e intervalos de confianza

La varianza asociada a los estimadores expuestos en los párrafos precedentes (estimador de razón y del promedio, son calculados mediante bootstrap, de acuerdo al siguiente procedimiento:

Sea $\hat{\theta} = f(CPUV)$ un estimador de un parámetro cualquiera θ de “n” medidas de la CPUV, entonces, mediante selección aleatoria, se puede obtener, en un remuestreo aleatorio con reemplazo, una muestra bootstrap

$$CPUV^* = (cpuV^*_1, cpuV^*_2, \dots, cpuV^*_n)$$

Al realizar este proceso durante un número de iteraciones (1000 veces), es posible calcular para cada una de ellas el estimador de interés $\hat{\theta}^* = f(CPUV^*)$; así, para un número “B” de muestras bootstrap

$$CPUV^{*1}, CPUV^{*2}, \dots, CPUV^{*B}$$

el estimador bootstrap de error estándar se define:

$$e.e._B = \sqrt{\sum_{b=1}^B \frac{[\hat{\theta}^{*b} - \hat{\theta}^*(.)]^2}{B-1}}$$

donde:

$$\hat{\theta}^*(.) = \sum_{b=1}^B \frac{\hat{\theta}^{*b}}{B}$$

Los intervalos de confianza para cada estimador, se construyen mediante el método del percentil corregido por sesgo o método BC (Efron y Tibshirani, 1993; Manly, 1997). Acorde a lo anterior, el intervalo de confianza para el estimado corresponde a:

$$(G^{-1}(\phi(2Z_0 - Z_\alpha)); \hat{G}^{-1}(\phi(2Z_0 + Z_\alpha)))$$

En donde, (z) corresponde a la proporción de la distribución normal estándar que es menor a Z,

donde G-1 es la distribución acumulada inversa de G(s), es decir, el valor en la distribución bootstrap correspondiente al acumulado con probabilidad “s”.

Estimador de la biomasa

La biomasa presente en una región o foco de abundancia cualquiera, queda determinada por el estimador de captura por unidad de área CPUV en dicha unidad expandido al área total de la región, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$B_f = \overline{CPUV}_f * A_f$$

Para estimar la precisión de la biomasa se emplea la fórmula descrita por Cochran (1977), y Sparre y Venema (1997), entre otros autores:

$$s^2_{B_f} = s^2_{\overline{CPUV}_f} * V_f^2$$

donde:

- B_f : Biomasa (ton) en la región o foco f
- $\overline{CPUV}_f$: Captura por unidad de volumen media (ton/Km³) de la región o foco f
- V_f : Volumen total (Km³) de la región o foco f
- $s^2_{B_f}$: Varianza de la biomasa en la región o foco f
- $s^2_{\overline{CPUV}_f}$: Varianza de la $\overline{CPUV}$ en la región o foco f

El error estándar está dado por:

$$e.e. = \sqrt{\frac{s^2(B_f)}{n}}$$

3.3.3.3 Objetivo 3 : Determinar la variabilidad del patrón de distribución espacio-temporal del proceso reproductivo y su relación con la cobertura espacial y temporal de las prospecciones acústicas durante el período 2002-2005

Aún cuando el proceso reproductivo ocurre a lo largo del talud en la costa Chilena, existen varias

áreas donde estas concentraciones son más intensas, especialmente en el área comprendida entre Chiloé y Golfo de Penas (Rubilar y Zuleta, 2005). En esta área, existen varias concentraciones de desove, siendo la de mayor magnitud la que ocurre en el cañón submarino al sur de Isla Guamblín, la cual es aprovechada por la flota arrastrera (factorías y hieleros) en una corta ventana temporal, durante el mes de agosto.

Los valiosos antecedentes aportados por la PI 2004 sobre merluza de cola, indica que el pick reproductivo ocurrió en un periodo estrecho de tiempo, específicamente durante la segunda quincena de agosto. Sin embargo, se pudo cubrir parcialmente el pick más importante, ya que su evolución indicó que éste comenzó a gestarse antes del 18 de agosto. Esto está señalando que, aún cuando el proceso reproductivo de merluza de cola, como un todo, puede extenderse desde julio a septiembre, tal como se ha descrito en varios informes pesqueros, la conformación de agregaciones reproductivas particulares, pueden diferir en el espacio y en el tiempo, siendo éstas de duración bastante estrechas o acotadas.

No obstante, falta por precisar mejor la ocurrencia y su variabilidad temporal entre periodos reproductivos. Este último aspecto resulta de vital importancia para mejorar las evaluaciones acústicas de merluza de cola, en lo que se refiere a la cobertura y periodo en el cual realizar la evaluación. La cobertura temporal ha sido uno de los aspectos más criticados por Ernst *et al.*, (2005), respecto de la robustez y confiabilidad de la evaluación acústica como indicador de abundancia, para la evaluación de stock e indicador del status.

Variación espacial de los estadios de madurez avanzada (estados maduros y en desove)

Se consideró que los estadios de madurez “maduros y en desove” son indicadores apropiados para establecer el momento y lugar donde se realiza el desove. Así, para cada día de pesca, se calculó la proporción de peces maduros y en desove. Esta proporción fue ponderada por la CPUE, de manera que el dato final representa la frecuencia ponderada

de cada estado de madurez en la captura de merluza de cola obtenida en el día correspondiente, es decir:

$$f_{EM45l} = \frac{n_{45l}}{\sum_{i=1}^5 n_i} \cdot C_l$$

donde: f_{EM45l} : frecuencia ponderada de los estadios de madurez 4 (maduros) y 5 (en desove) en el lance l ; n_{45l} : número total de ejemplares en estado 4 y 5 en el lance l ; C_l : captura del lance l ; i : estados de madurez.

Análisis de la evolución diaria de estadios de madurez

Para este análisis, la información a nivel del lance fue agrupada por día considerando las siguientes escalas de análisis, la primera contempla toda el área de la PI, la segunda en base a las subáreas definidas en el punto 4.2, y tercero en base a los cañones submarinos presentes encada subárea. Para ellas se calculó la proporción diaria de peces en los distintos estados de madurez (PE), dentro y fuera del estrato, respectivamente. El estimador de la proporción de cada estado de madurez es ponderado por la CPUE, tal como se indica en las ecuaciones siguientes

$$PE_{md} = \frac{\sum_{d=1}^n E_{mld}}{\sum_{l=1}^n \sum_{m=1}^5 E_{mld}}$$

$$\bar{PE}_{md} = \frac{PE_{md} CPUE_d}{\sum_{d=1}^n \sum_{z=1}^2 CPUE_{zd}}$$

Donde: PE_{md} : proporción de los estadios de madurez m en el día d ; E_{mld} : número total de ejemplares en estado de madurez m en los l lances efectuados el día d . $CPUE_d$ Captura por unidad de esfuerzo en el día d y $CPUE_{zd}$ captura por unidad de esfuerzo en el día dentro o fuera del estrato de análisis.

4. Resultados

4.1 Aspectos generales

4.1.1 Dinámica operativa de la flota

Modalidad de operación de los Barcos hieleros.

Un detalle diario de la actividad por buque se entrega en el [Anexo C](#). Los seis (6) barcos hieleros tuvieron como puerto base a Puerto Chacabuco, donde desembarcaban la captura en cajas plásticas para movilizarlas a las plantas en tierra mediante colosos. En ocasiones, algunos de los barcos recalaron en Puerto Montt y Quellón para estos mismos efectos, trasladando la captura en camiones hasta la planta de procesamiento ubicada en la VIII Región.

Para mantener la actividad de las plantas en tierra, esta flota está en constante movimiento entre la zona de pesca y el puerto de desembarque. En general, a comienzos de la pesca de investigación, las mareas son cortas, comúnmente de dos días y no sobrepasando los tres días, en tanto que a mediados y finales de septiembre, las mareas fueron más prolongadas.

En los barcos hieleros, no se realiza una selección de la pesca y dado que en las capturas de merluza de cola, la fauna acompañante es muy escasa, sobretodo durante el pleno período de agregación reproductiva, todo el pescado es dirigido sin eviscerar, mediante correas transportadoras, a la bodega refrigerada a 0°C grados, el que es mantenido así hasta recalcar en puerto y ser trasladado a la planta de la Empresa para su procesamiento.

En general, las tripulaciones bordean las 20 personas que trabajan sin turnos. El personal de maniobra de cubierta, una vez desocupado, se integra a trabajar en el parque de pesca y en bodega.

Modalidad de operación de los Barcos fábrica.

Estos barcos disponen de un parque de pesca provisto de modernas maquinarias de

procesamiento de pescado y de empaque final para su exportación, para ello están programados para operar en mareas que pueden durar de 30 a 45 días y más. Dependiendo de la embarcación, la dotación de estos barcos puede ser de 60 hasta alrededor de 100 personas. En general, son dos turnos que operan 6 horas de trabajo por 6 de descanso, manteniendo un ritmo constante de actividad en la planta. Durante un día de operación se realizan entre 3 y 4 lances de pesca, sin embargo, pudiéndose efectuar más lances diarios, éstos no se hacen debido a la limitante en la tasa de procesamiento de la factoría. Más aún, el pescado en espera en cubierta y en los pozos, experimenta una rápida autólisis lo que disminuye su rendimiento al momento del procesamiento, luego de permanecer 3 a 4 horas en cubierta. A fin de disminuir este efecto indeseado, la captura es mantenida con hielo líquido.

Una vez que la cubierta está despejada y contando con marcas aceptables para la pesca, el patrón inicia un nuevo procedimiento de pesca, con la largada, calada y virada de la red. En este punto puede optar por concluir el procedimiento subiendo la red a cubierta o por mantenerla a la rastra hasta que el personal de la factoría haya casi desocupado el pozo, momento apropiado para subir el pescado y mantener así el ritmo de la planta.

El producto que entregan puede ser filete con piel o sin piel, minced (o pasta de pescado), HGT y harina de pescado (si disponen de la planta harinera).

4.1.2 Análisis y evaluación de la toma de información

La evaluación realizada de la actividad de toma de información durante esta pesca de investigación, resulta positiva, ya que se conformó un grupo de observadores homogéneo, en cuanto a preparación y entrenamiento, se equiparon adecuadamente y tuvieron una atención logística permanente. Junto a ello, tuvieron una evaluación constante de su desempeño y de la información entregada a sus supervisores.

Todo esto es importante, porque refleja que a la actividad de toma de información, se le dió la relevancia que merece, es decir el estrecho seguimiento dado, buscaba resguardar y evaluar la calidad del dato que ingresa a los respectivos análisis.

4.2 Análisis biológico-pesquero

Los análisis presentados en esta sección se realizaron considerando estratos que hemos identificados de interés para analizar la variabilidad espacial y temporal de los indicadores biológico-pesqueros. Estos estratos espaciales se muestran en la [Figura 1](#) y cuya combinación con los estratos temporales se indican en el cuadro siguiente:

ESTRATO ESPACIAL	ESTRATO TEMPORAL	
	Agosto	Septiembre
Area total PI	X	X
Area Guafo -Ipún	X	X
Area Guamblin	X	X
Area Sur Guamblin -Taitao	X	X
Cañon Guafo-Ipún	X	X
Cañon Guamblín	X	X
Cañon Norte Taitao	X	X

En la [Figura 5](#) se muestra la posición de los lances efectuados en esta pesca de investigación, indicándose la subárea y cañón correspondiente.

4.2.1 Captura y esfuerzo

4.2.1.1 Capturas

4.2.1.1.1 Capturas globales

La captura total en el área de la pesca de investigación, alcanzó a una cifra parcial de 10.738 toneladas de las cuales el 84% correspondió a merluza de cola (9.020), el segundo recurso en importancia fue la merluza del sur con el 13 % de la captura total, lo que equivale a 1.390 toneladas, otras especies estuvieron representadas sólo en el 3% ([Tabla 7](#)).

Respecto de merluza del sur, durante agosto se capturaron 59,8 toneladas y en septiembre 1.330,3 toneladas, equivalente a un 4,3% y 95,7%, del total capturado de este recurso.

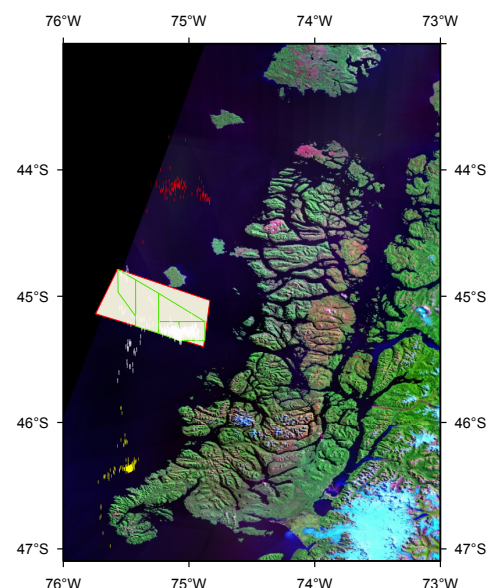


Figura 5. Posición de los lances durante la pesca de investigación 2005. Se indica el área de prospección acústica, los puntos rojos corresponden a los lances de la área denominada: Área Guafo - Ipún; los blancos al Área Guamblín; y los amarillos al Área Sur Guamblín – Taitao.

Tabla 7. Capturas (tons) por especie y mes durante la Pesca de investigación 2005.

ESPECIES	AGOSTO		SEPTIEMBRE		TOTAL	
	tons	%	tons	%	tons	%
Merluza de cola	6.766,51	63,02	2.253,87	20,99	9.020,38	84,01
Merluza del sur	59,85	0,56	1.330,23	12,39	1.390,08	12,95
Cojinoba gris	73,30	0,68	29,06	0,27	102,36	0,95
Otras especies	25,71	0,24	32,56	0,30	58,27	0,54
Congrio dorado	34,09	0,32	23,65	0,22	57,74	0,54
Merluza de 3 aletas	29,41	0,27	5,14	0,05	34,55	0,32
Reineta	27,84	0,26	1,59	0,01	29,43	0,27
Brótula	1,08	0,01	20,57	0,19	21,64	0,20
Cojinoba moteada	1,49	0,01	14,09	0,13	15,58	0,15
Raya	1,95	0,02	1,05	0,01	3,00	0,03
Pejejallo	1,12	0,01	0,18	0,00	1,30	0,01
Tollo común	0,91	0,01	0,28	0,00	1,19	0,01
Cojinoba porosa	0,89	0,01	0,00	0,00	0,89	0,01
Tollo de cachos	0,00	0,00	0,39	0,00	0,39	0,00
Chancharro	0,14	0,00	0,22	0,00	0,36	0,00
Alfonsino	0,07	0,00	0,10	0,00	0,17	0,00
Pejerata	0,00	0,00	0,15	0,00	0,15	0,00
Besugo	0,00	0,00	0,07	0,00	0,07	0,00
Jibia	0,04	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00
Raya volatin	0,04	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00
Pez globo	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
Cabrilla común	0,00	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00
Calamar	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
Merluza común	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00
TOTAL	7.024,48	65,42	3.713,23	34,58	10.737,71	100,00

4.2.1.1.2 Evolución de las capturas diarias por zona de pesca y cañones submarinos

Durante agosto se capturaron 6.766,5 toneladas de merluza de cola, cuya evolución diaria indica que en este mes se produjeron dos periodos de máxima captura ([Figura 6](#)). El primero entre el 5 y el 15, donde capturaron 2.806 t equivalentes al 33% del

total y el segundo periodo se registró durante la segunda quincena entre el 20 y el 25 con 3.958 t, equivalentes al 47% del total, respectivamente. En septiembre se observa el decrecimiento de las capturas de merluza de cola (Figura 6), con sólo el 21% del total capturado en esta PI, equivalentes a 2.254 toneladas (Tabla 7), de las cuales 2.154 toneladas fueron capturadas en la primera quincena y 100 t en la segunda.

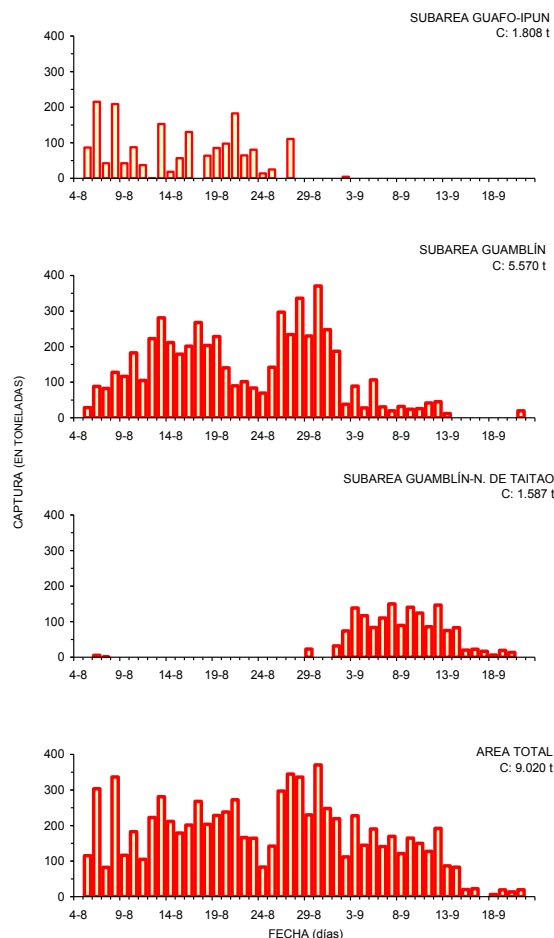


Figura 6. Evolución diaria de las capturas por Subárea y Área total.

Como ya se sabe, los mayores aportes a las capturas mensuales provienen de los cañones submarinos presentes en el área de estudio. Se ha dividido el área de la PI, en tres subáreas atendiendo a la concentración del esfuerzo de pesca (criterio espacial) de manera que en cada una de ellas quedó incluido un cañón submarino. El análisis de las capturas efectuadas en los cañones submarinos

revela un aporte diferencial de ellos en el tiempo. Así, durante agosto la mayoría de las capturas de merluza de cola provinieron del cañón de Isla Guamblín (4.786 toneladas), seguido del cañón Guafo – Ipún (1.826 toneladas) y una participación casi nula del cañón Norte de Taitao con solo 9,6 toneladas (Tabla 8). En septiembre, las capturas totales se reducen a un tercio de las obtenidas en el mes anterior y, la mayor parte de las capturas se realizaron en el cañón Norte de Taitao con 1.498 toneladas, seguido del cañón de Guamblín con 629 toneladas y del cañón Guafo - Ipún con solo 4,6 toneladas (Tabla 8). Así, para el periodo de estudio, existe una temporalidad clara en la concentración de las capturas y del esfuerzo de pesca, lo cual queda reflejado claramente en la evolución diaria de la captura y del esfuerzo a través del tiempo y del espacio.

Tabla 8. Distribución espacio-temporal de las capturas por subárea y dentro y fuera de los cañones submarinos.

SUBÁREAS	CAPTURA	ZONA DE CAÑÓN				TOTAL
		DENTRO		FUERA		
		Agosto	Septiembre	Agosto	Septiembre	
GUAFO-IPUN	tons	(1) 1.825,5	4,6	41,6	0,1	1.871,8
	%	20,2	0,1	0,5	0,0	20,8
GUAMBLIN	tons	(2) 4.785,9	628,6	84,8	62,2	5.561,4
	%	53,1	7,0	0,9	0,7	61,7
GUAMBLIN TAITAO	tons	(3) 9,6	1.497,6	19,2	60,7	1.587,2
	%	0,1	16,6	0,2	0,7	17,6
TOTAL	tons	6.620,9	2.130,8	145,6	123,0	9.020,4
	%	73,4	23,6	1,6	1,4	100,0

(1) Cañón submarino Guafo-Ipún

(2) Cañón submarino Guamblín

(3) Cañón submarino Norte de Taitao

Como se ha señalado, las capturas de merluza de cola efectuadas en el área de estudio durante el período de la Pesca de Investigación alcanzó a 9.020 toneladas, lo que representa el 21% de la capturas registrada durante el año 2005 en la Unidad de Pesquería XI-XII regiones (42.968 t)⁵. Así, en agosto se capturaron 6.667,5 toneladas y en septiembre 2.242,7 toneladas, equivalentes al 15,7% y 5,2% de lo desembarcado durante el 2005, respectivamente.

⁵ De acuerdo con SUBPESCA, se trata de una cifra preliminar obtenida al 20 noviembre de 2005, sujeta a revisión.

4.2.1.2 Esfuerzo

4.2.1.2.1 Esfuerzo global

El número total de lances efectuados por la flota participante en la zona comprendida entre los paralelos 43°44,17' LS y 47° LS y entre el 5 de agosto y el 30 de septiembre de 2005, fue de 813 lances (Tabla 9). En agosto se efectuaron 513 lances, de los cuales 485 fueron realizados en los cañones submarinos y 28 fuera de ellos. En septiembre se realizaron 300 lances de los cuales 263 se efectuaron al interior de los cañones y 37 fuera de ellos (Tabla 9). La evolución diaria del número de lances muestra dos periodos de intensificación, el primero entre el 5 y el 20 de agosto con 15 lances/día en promedio y el segundo entre el 25 de agosto y 1 de septiembre, donde se sobrepasó en algunos casos, los 30 lances/día. Posteriormente, se observa un período de declinación del número de lances diarios, para desaparecer definitivamente hacia el 26 de septiembre (Figura 7).

Tabla 9. Distribución espacio-temporal de los lances realizados durante la pesca de investigación de merluza de cola por subárea de pesca y por cañón submarino.

SUBÁREAS	LANCES	ZONA DE CAÑÓN				TOTAL
		DENTRO		FUERA		
		Agosto	Septiembre	Agosto	Septiembre	
GUAFO-IPUN	Nº	(1) 117	2	3	1	123
	%	14,4	0,2	0,4	0,1	15,1
GUAMBLIN	Nº	(2) 363	89	20	13	485
	%	44,6	10,9	2,5	1,6	59,7
GUAMBLIN TAITAO	Nº	(3) 5	172	5	23	205
	%	0,6	21,2	0,6	2,8	25,2
TOTAL		Nº 485	263	28	37	813
		% 59,7	32,3	3,4	4,6	100,0

- (1) Cañón submarino Guafo-Ipún
(2) Cañón submarino Guamblín
(3) Cañón submarino Norte de Taitao

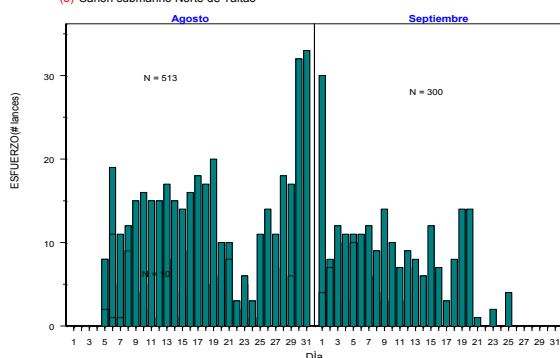


Figura 7. Evolución diaria del número de lances efectuados durante agosto y septiembre en el área de estudio.

El esfuerzo de pesca total diario, medido en horas de arrastre, presenta periodos altos y bajos a través de los días al igual que el esfuerzo medido en número de lances (Figura 8). La relación entre ambas medidas del esfuerzo es lineal, con un $R^2=0,72$ y $p<0,05$ (Figura 9), en cambio la duración del lance no presentó una tendencia definida a través de los días ($R^2=2.642e-006$ y $p >0,05$), alcanzando un valor promedio de 1,2 horas con un error estándar de 0,1460. Es decir, los pick del esfuerzo observados en la Figura 8, medidos en horas de arrastre, tienen una mayor correlación con el número de lances efectuados que con la duración de éstos.

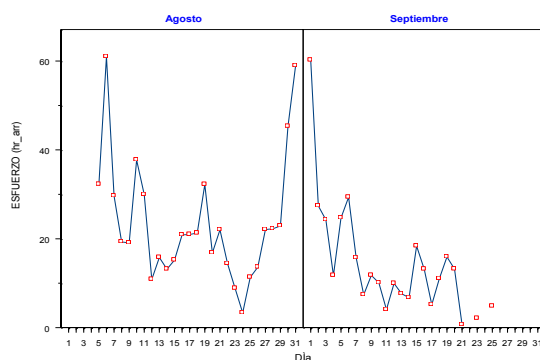


Figura 8. Variación diaria del esfuerzo de pesca en el área de estudio.

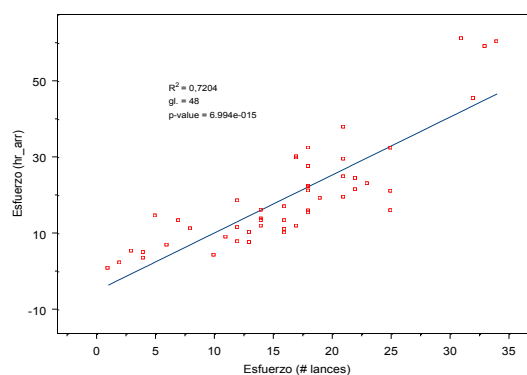


Figura 9. Relación entre el número de lances y su duración.

4.2.1.2.2 Evolución del esfuerzo diario por zona de pesca y cañones submarinos

En la subárea Guafo – Ipún, se realizaron 123 lances (15%), de los cuales prácticamente todos ocurrieron en agosto. En la subárea Guamblín se

efectuaron 485 lances (60%), donde el 47% de ellos se realizó en agosto y el 13% en septiembre. Finalmente en la subárea Sur Guamblín-Taitao se efectuaron 205 lances (25%), de los cuales 195 de ellos fueron realizados en septiembre y sólo 10 en agosto (Tabla 9).

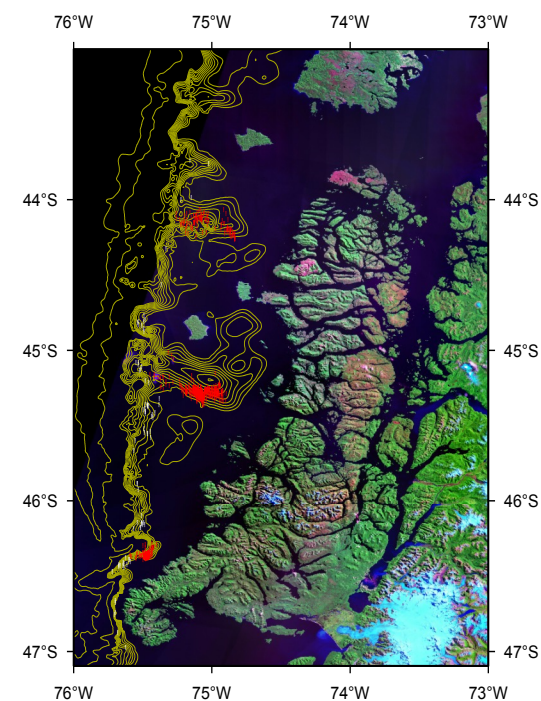


Figura 10. Posición de los lances durante la pesca de investigación 2005. Se indica en rojo los lances realizados en los cañones submarinos y en blanco en el talud.

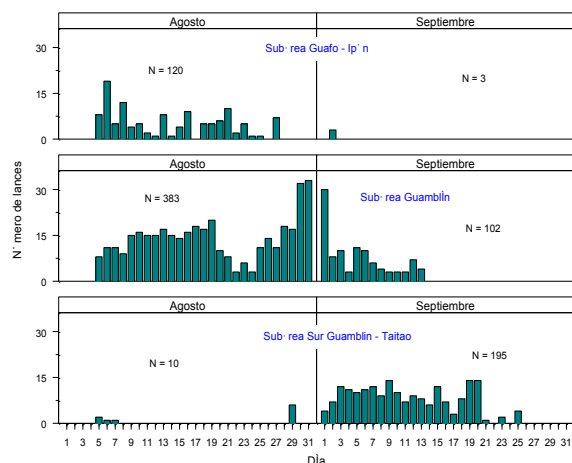


Figura 11. Evolución diaria del número de lances de pesca por subárea.

Tal como se aprecia en la Figura 10, la mayoría de los lances efectuados en cada subárea de pesca

ocurrieron en los cañones submarinos y principalmente en el cañón submarino de Guamblín. Para esta área se observan dos períodos de intensificación del esfuerzo de pesca (Nr. de lances), el primero 9-19 de agosto y el segundo, entre 24 de agosto y el 1 de septiembre, con un número mayor a 15 lances diarios (Figura 11).

4.2.1.2.3 Rendimiento nominal (CPUE)

La captura por unidad de esfuerzo global durante la Pesca de investigación fluctuó entre 0 y 25 tons/hr_arr (Figura 12). A través de los días se observó una alta variabilidad en este indicador con una serie de picos importantes para el periodo de estudio (3 en agosto y 2 en septiembre). En agosto, el primer pick de CPUE se observó entre los días 7 y 10, el segundo entre el 12 y 19 de agosto y el tercero entre el 21 y 30 de agosto. Creemos que estos picos están asociados al ingreso y desove de varios contingentes. Es decir, pensamos que no todos los peces desovan al mismo tiempo sino que lo hacen agrupados secuencialmente. Esto tiene su respaldo en la sincronía observada entre la CPUE y la abundancia de individuos en estado maduros avanzados, derivados del seguimiento diario de dichos estados de madurez.

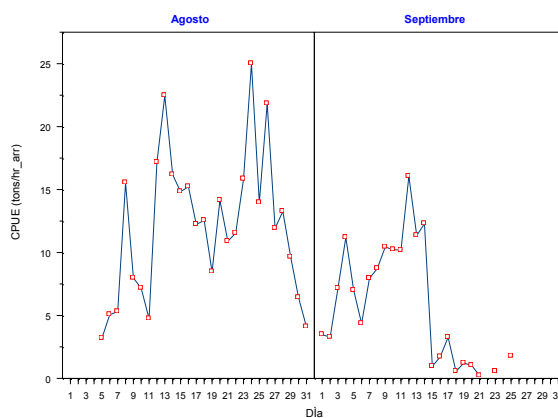


Figura 12. Variación diaria de la CPUE en el área de estudio.

El comportamiento a nivel global de la CPUE, es decir para toda el área a una escala diaria, está marcadamente influenciada por los rendimientos obtenidos en el cañón submarino de Guamblín, durante agosto y para septiembre por los

rendimientos del cañón submarino Norte de Taitao (Figura 13).

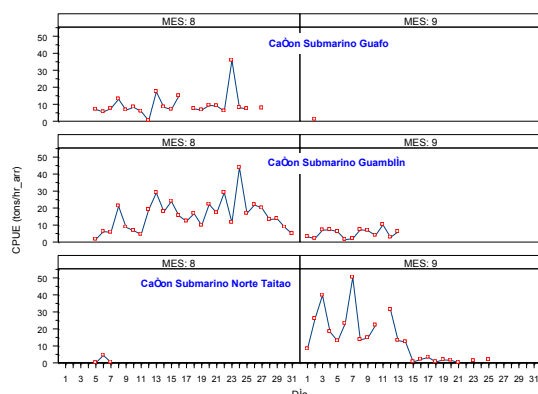


Figura 13. Variación diaria de la CPUE en los cañones submarinos del área de estudio.

A nivel de los cañones submarinos se observan algunas CPUE mayores, que las obtenidas a nivel global, debido a que esta última representa al nivel promedio de rendimientos del área total. También es importante destacar, la alta variabilidad de los rendimientos de pesca entre días y al interior del día (entre lances de un mismo día) con CPUE muy pequeñas y otras extremadamente grandes, principalmente durante el periodo de máxima actividad reproductiva (10 a 30 de agosto) en el cañón de Guambín y entre el 1 y 14 de septiembre en el cañón Norte Taitao (Figura 14).

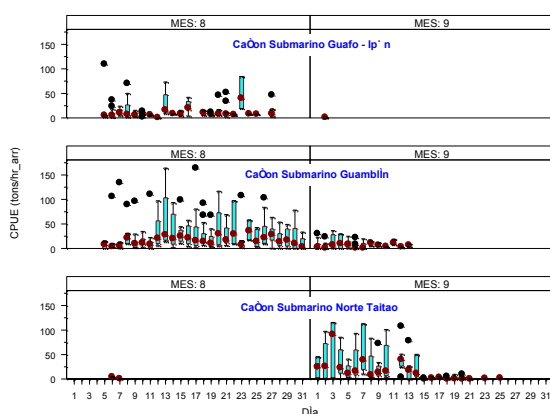


Figura 14. Variación diaria de la CPUE en los cañones submarinos del área de estudio.

4.2.2 Composición de tallas de la captura

4.2.2.1 Estructura de tallas de las capturas

La estructura de tallas global de la captura de merluza de cola indica una representación robusta de los peces adultos (mayores o iguales a 55 cm) como era de esperar (Figura 15). Esta representación es levemente menor durante el mes de agosto respecto de septiembre, donde el porcentaje de peces sobre la talla de primera madurez alcanzó el 88,3% y 91,5%, respectivamente. Este hecho se muestra claramente en la Figura 16, correspondiente a la captura acumulada. No obstante durante, septiembre se observa una mayor proporción relativa de peces entre los 25 y 50 cm.

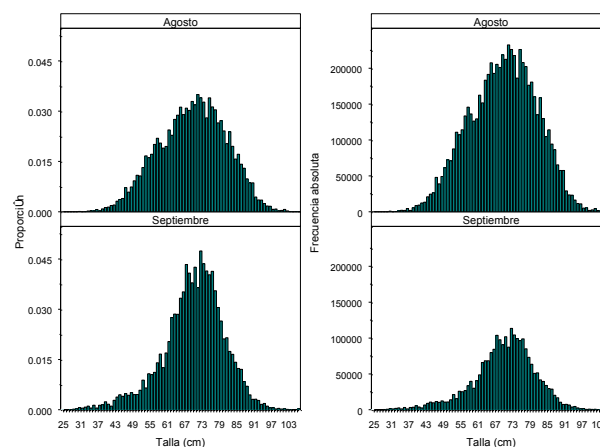


Figura 15. Distribución de frecuencia de talla de la captura de merluza de cola durante la PI, en toda el área de estudio.

Aún cuando existen estas diferencias, la talla promedio de la captura se mantiene con una variabilidad diaria en torno a los 70 cm durante todo el periodo que duró la PI (Figura 17). Una mayor variabilidad diaria se observa en el peso promedio de los peces capturados, mostrando además una leve tendencia a disminuir hacia fines del periodo de máxima concentración reproductiva. Esta disminución comienza a detectarse a partir del 15 de agosto, aproximadamente (Figura 17), y probablemente este asociada al proceso de desove, ya que la talla promedio se mantiene constante.

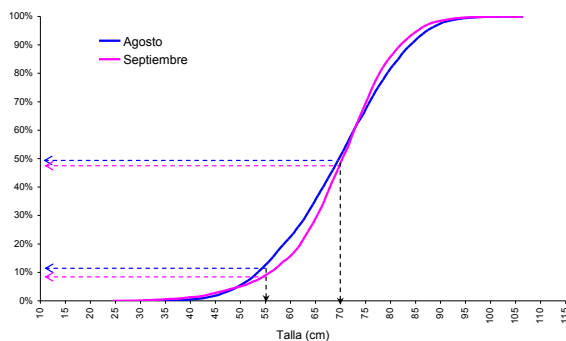


Figura 16. Distribución de frecuencia de tallas acumulada de merluza de cola en toda el área de estudio, por mes.

Otro aspecto, no bien reportado y derivado de observaciones directas del contenido estomacal de peces en estado de madurez avanzada y en proceso de evacuación gamética, indican una abstinencia alimentaria. Así, los peces para suplir las demandas de energía, principalmente durante la etapa final del proceso reproductivo, harían uso de sus reservas de grasas, perdiendo peso de manera independiente del desove mismo

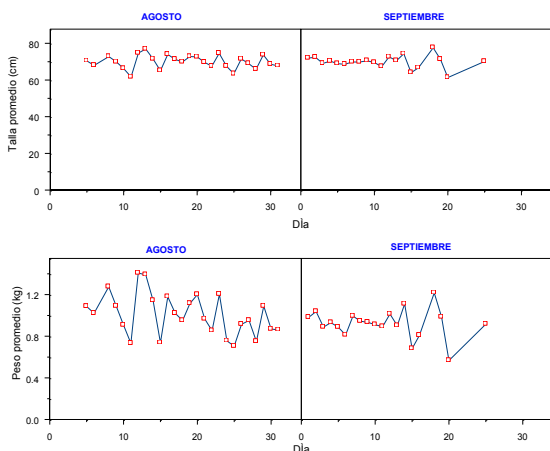


Figura 17. Variación diaria de la talla y peso promedio de la merluza de cola en el área total por mes

El análisis de la estructura de talla de la captura por subáreas indica lo siguiente:

En el área Isla Guafo – Ipún la estructura de tamaños se presenta robusta con una baja presencia de ejemplares menores a 55 cm y en especial bajo los 50 cm de longitud total (Figura 18). El análisis diario de la talla promedio indica que esta al igual

que en le área total se mantuvo alrededor de los 70 cm (Figura 19). En cambio el peso promedio presentó una mayor variabilidad con una leve insinuación a la baja hacia fines de agosto (Figura 20).

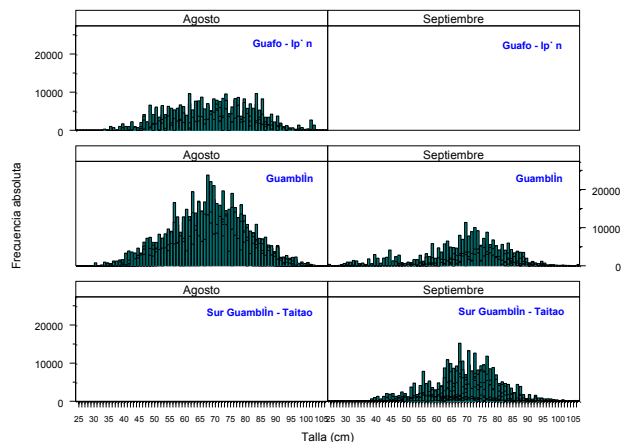


Figura 18. Distribución de talla de la captura de merluza de cola durante la PI 2005, por área.

- En el Área Guamblín, se observa una mayor variabilidad entre agosto y septiembre en el rango y presencia de peces menores a 70 cm. En septiembre se observa un aumento del rango de la distribución de talla, incorporándose principalmente peces bajo los 35 cm. Durante este mes también se registró una disminución mayor de los ejemplares entre 50 y 70 cm respecto de los ejemplares de tamaños mayores (Figura 18). Estas situaciones, sin embargo tiene poco efecto sobre la talla promedio de la captura (Figura 19), no así en el peso donde se observa una disminución, aunque leve, hacia el fines de agosto y septiembre (Figura 20).
- En el área Sur Guamblín-Taitao, sólo tenemos estructura de tamaños para septiembre y ésta presenta un rango similar a las demás áreas, principalmente a la ocurrida en el área Isla Guafo -Ipún, durante agosto (Figura 18). Al igual que en los otros sectores, la talla promedio presenta el mismo comportamiento estable en torno a los 70 cm (Figura 19), pero con mayor variabilidad hacia fines de septiembre cuando las operaciones de pesca y las capturas de merluza de cola sufrieron una merma

importante. El peso promedio presenta una clara tendencia a disminuir hacia fines de septiembre, presentando también una alta variabilidad entre días (Figura 20).

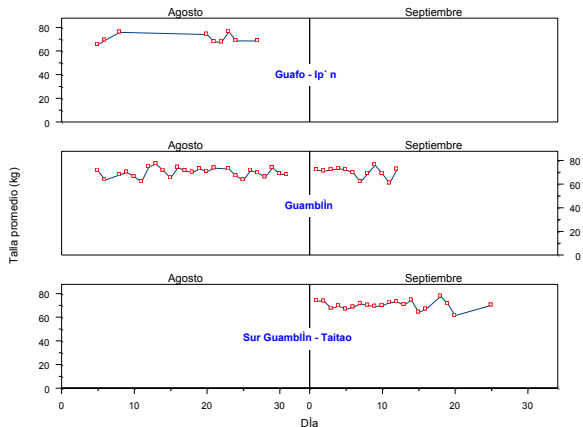


Figura 19. Variación diaria de la talla promedio de la merluza de cola en el subárea total por mes.

El análisis más fino, a nivel de los cañones submarinos presentes en el área de estudio, indica que las estructuras tallas de ellos predominan en la estructura del área al cual pertenecen. Es decir, como la captura de merluza de cola se realizó principalmente en estos accidentes geográficos submarinos, su estructura predomina, de manera que no se aprecian diferencias significativas entre la estructura derivada del cañón y la de su área (Figura 21). Esta situación también repercute en la talla y peso promedio. De manera que la tendencia de la talla y peso promedio es la misma que la descrita para el área respectiva (Figura 22 y Figura 23).

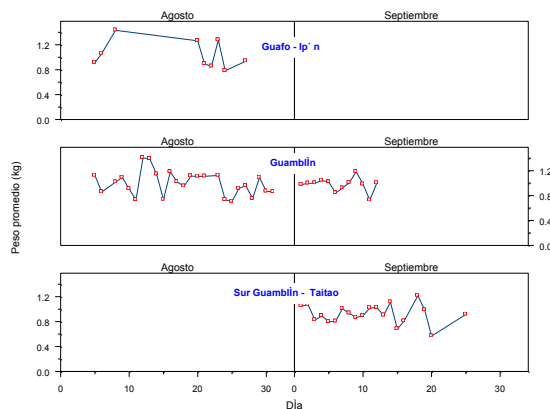


Figura 20. Variación diaria del peso promedio de la merluza de cola en el subárea total por mes.

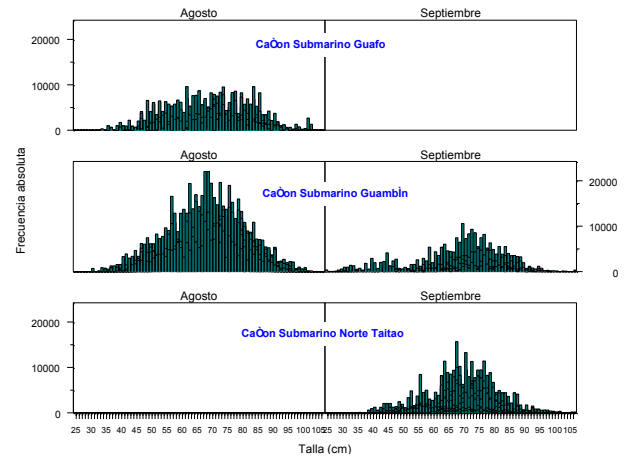


Figura 21. Distribución de talla de la captura de merluza de cola durante la PI 2005, por cañón submarino.

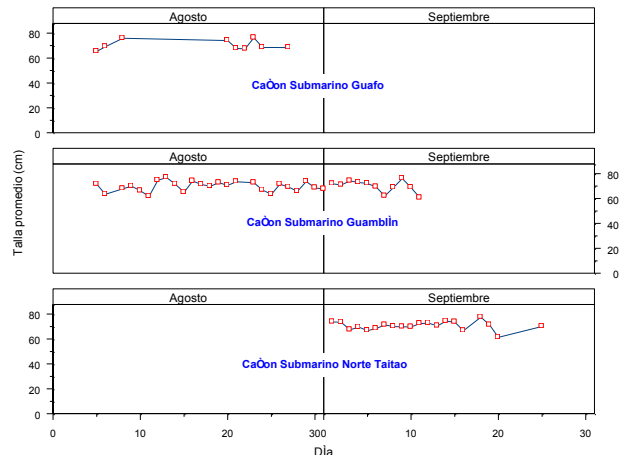


Figura 22. Variación diaria de la talla promedio de la merluza de cola en los cañones submarinos por mes.

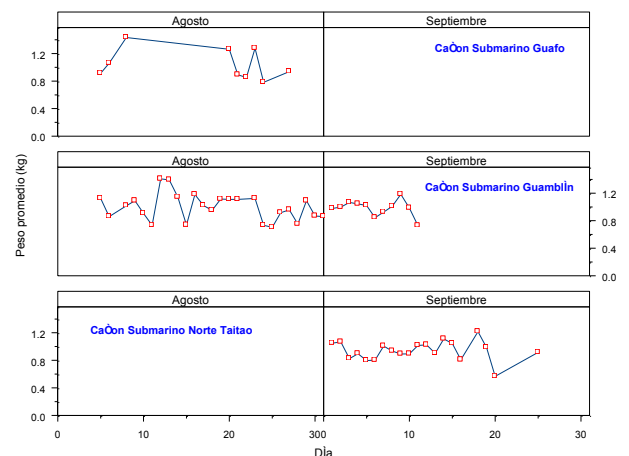


Figura 23. Variación diaria del peso promedio de la merluza de cola por cañón submarino y mes.

4.2.2.2 Proporción sexual

La proporción sexual de las capturas de merluza de cola en el área de la PI, presenta dos periodos. El primero desde el 5 al 21 de agosto cuando la proporción de hembras es mayor y el otro entre 22 de agosto al 19 de septiembre donde la proporción de machos fue marcadamente superior (Figura 24). Esta situación también ocurre a nivel de subáreas y cañones. En la subárea Guafo - Ipún, del 5 al 24 de agosto, hubo un predominio de hembras. En la subárea Guablín, es posible distinguir tres periodos, el primero desde el 5 al 20 agosto con el predominio de hembras, el segundo desde 20 al 6 de septiembre con predominio de los machos y finalmente entre el 7 al 13 de septiembre donde vuelve a detectarse un mayor proporción de hembras. En la subárea Sur Guablín - Taitao, la información disponible entre el 31 de agosto y 19 de septiembre muestra una clara y fuerte predominancia de los machos, en alrededor del 90% (Figura 24). Esta mayor proporción de machos durante la etapa de post-desove en las capturas puede explicarse porque los machos se mantienen agrupados en el lugar de desove. En cambio las hembras, con una condición física muy disminuida luego del desove, respecto de los machos, se dispersan hacia aguas más profundas a alimentarse.

4.2.3 Composición de especies de la captura

4.2.3.1 Proporción de especies en la captura

La captura total (10.738 toneladas) de esta pesca de investigación, estuvo constituida por 24 especies. Sin embargo, y como es de esperar, merluza de cola, la especie objetivo, fue la que registró el mayor aporte a la captura total en peso con un 84 %, equivalente a 9.020 toneladas (Tabla 10). La segunda especie en importancia fue merluza del sur

con 1.390 toneladas y 13% de aporte total. El resto de las especies capturadas (22) significan sólo el 3% de la captura total. Las mayores capturas de merluza de cola se registraron en la zona de Guablín (45,4%) durante agosto de 2005, mientras que la merluza del sur se capturó principalmente en la zona Guablín - Taitao durante septiembre con 1.152 toneladas y 10,7% (Figura 25). Cabe señalar que en agosto la merluza del sur se encuentra en período de veda reproductiva, por lo que los patrones de pesca evitan su captura durante este mes.

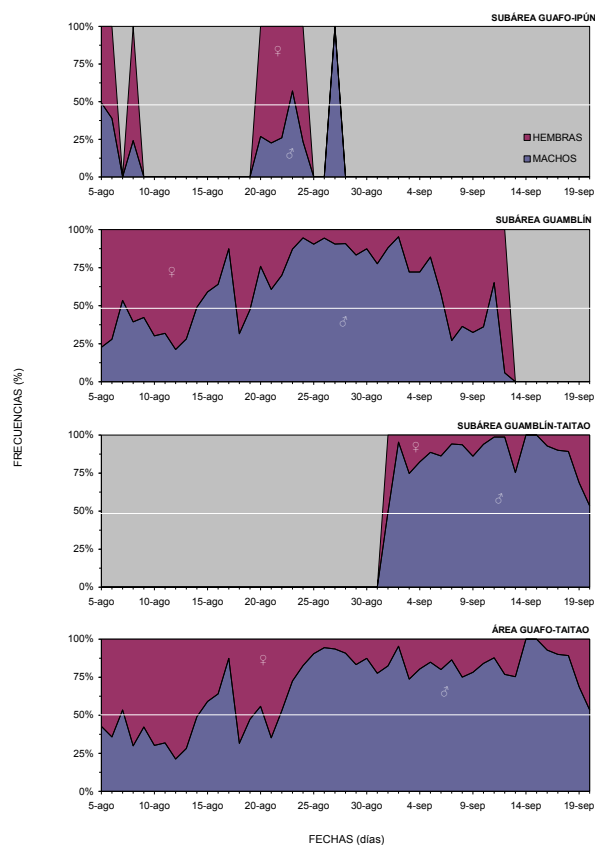


Figura 24. Evolución de la proporción de sexos, en las capturas de merluza de cola durante la pesca de investigación.

Tabla 10. Composición específica de la captura obtenida durante la pesca de investigación de merluza de cola 2005. Por Área de pesca y mes. Valores ordenados según su aporte a las capturas (en toneladas).

ESPECIES	GUAFO-IPÚN				GUAMBLÍN				NORTE DE TAITAO				TOTAL			
	AGO	%	SEP	%	AGO	%	SEP	%	AGO	%	SEP	%	AGO	%	SEP	%
Merluza de cola	1867,1	17,388	4,6	0,043	4870,6	45,360	690,9	6,434	28,8	0,268	1558,4	14,513	6766,5	63,016	2253,9	20,990
Merluza del sur	3,7	0,034	11,5	0,107	50,2	0,467	166,8	1,553	6,0	0,056	1151,9	10,728	59,8	0,557	1330,2	12,388
Cojinoba gris	0,0	0,000	2,1	0,019	72,9	0,679	24,0	0,224	0,3	0,003	3,0	0,028	73,3	0,683	29,1	0,271
Otras especies			0,1	0,001	14,4	0,134	4,5	0,042	11,3	0,105	28,0	0,261	25,7	0,239	32,6	0,303
Congrio dorado	0,4	0,004	1,1	0,010	31,6	0,294	17,3	0,161	2,1	0,020	5,2	0,049	34,1	0,318	23,7	0,220
Merluza de 3 aletas					23,1	0,215	5,0	0,047	6,4	0,059	0,1	0,001	29,4	0,274	5,1	0,048
Reineta	26,2	0,244	0,1	0,001	1,5	0,014	1,5	0,014	0,1	0,001	0,1	0,001	27,8	0,259	1,6	0,015
Brótula			0,1	0,000	0,8	0,008	0,3	0,002	0,3	0,002	20,3	0,189	1,1	0,010	20,6	0,192
Cojinoba moteada	0,1	0,001	0,1	0,001	0,6	0,006	11,2	0,104	0,8	0,008	2,8	0,026	1,5	0,014	14,1	0,131
Raya			0,2	0,002	1,9	0,018	0,5	0,004	0,1	0,001	0,4	0,003	2,0	0,018	1,1	0,010
Pejejallo			0,0	0,000	0,4	0,004	0,2	0,001	0,7	0,007			1,1	0,010	0,2	0,002
Tollo común					0,2	0,002	0,3	0,003	0,7	0,007			0,9	0,008	0,3	0,003
Cojinoba porosa					0,9	0,008							0,9	0,008		
Tollo de cachos											0,4	0,004			0,4	0,004
Chancharro			0,0	0,000	0,1	0,001	0,1	0,001	0,0	0,000	0,1	0,001	0,1	0,001	0,2	0,002
Alfonsino			0,0	0,000	0,1	0,001	0,1	0,001					0,1	0,001	0,1	0,001
Pejerata											0,2	0,001			0,2	0,001
Besugo			0,1	0,001											0,1	0,001
Jibia					0,0	0,000							0,0	0,000		
Raya volantín	0,0	0,000											0,0	0,000		
Pez globo					0,0	0,000							0,0	0,000		
Cabrilla común											0,0	0,000			0,0	0,000
Calamar					0,0	0,000							0,0	0,000		
Merluza común											0,0	0,000			0,0	0,000
TOTAL	1898	17,7	20	0,19	5069	47,2	923	8,6	58	0,5	2771	25,8	7024	65,4	3713	34,6
															10738	100,0

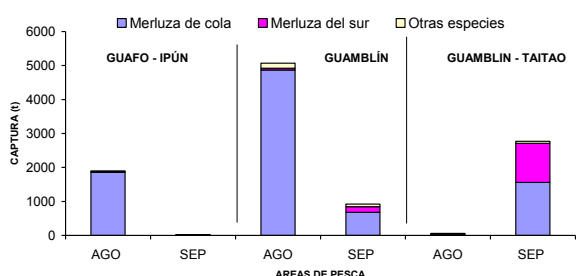


Figura 25. Distribución espacial y temporal de la captura (en toneladas) durante la pesca de investigación. Se destaca merluza de cola y merluza del sur y el resto de especies en conjunto.

4.2.3.2 Índices de diversidad de las capturas

Los resultados del análisis de diversidad muestran que en la subárea Guamblín en agosto se presentó la mayor riqueza de especies (18), mientras que la menor riqueza se manifestó en el subárea de Guafo-Ipún en agosto. Por otro lado, la subárea Sur Guamblín-Taitao es la que presenta la mayor uniformidad o menor dominancia numérica., mientras que las mayores dominancias corresponden a agosto en las subáreas Guafo-Ipún y Guamblín, en tanto que en la subárea del Sur Guamblín-Taitao la mayor dominancia se produjo en septiembre (Tabla 11 y Tabla 12). En términos generales la alta dominancia numérica en agosto es producto de la alta abundancia de la especie

objetivo (merluza de cola) en la captura, producto de la selectividad del arte de pesca, la disponibilidad y la intencionalidad al momento de realizar los lances de pesca.

Tabla 11. Diversidad de Shannon-Weaver obtenidos de las capturas por subárea y mes.

Muestra	Nº sp.	Captura (toneladas)	H'	H'Max	Uniformidad	Dominancia
Guafo-Ipún Agosto	7	1897,51	0,129	2,807	0,046	0,954
Guafo-Ipún Septiembre	13	19,95	1,775	3,7	0,48	0,52
Guamblín Agosto	18	5069,42	0,331	4,17	0,079	0,921
Guamblín Septiembre	14	922,54	1,191	3,807	0,313	0,687
Sur Guamblín-Taitao Agosto	13	57,56	2,177	3,7	0,588	0,412
Sur Guamblín-Taitao Septiembre	15	2770,73	1,156	3,907	0,296	0,704

Tabla 12. Comparación de la dominancia numérica por subárea y mes

Subarea	Mes	
	Agosto	Septiembre
Guafo - Ipun	0.954	0.52
Guamblin	0.921	0.687
Sur Guamblin - Taitao	0.412	0.704

El análisis de Sobreposición de Horn, creó un grupo al 80% en el cual se considera la subárea Sur Guamblín-Taitao en septiembre, la subárea Guamblín en agosto y septiembre y la subárea Guafo-Ipún en agosto (Tabla 13 y Figura 26). Esto significa que la estructura de la comunidad de peces muestreada por la flota pesquera es semejante en un 82,3% en la forma en que las especies

principales aportan a la diversidad o a la estructura jerárquica de la comunidad de peces presentes. Específicamente en este caso, por su aporte relativo a la diversidad de la comunidad de peces muestreada por el arte de pesca, la merluza de cola es la predominante con un aporte de un 79,6%, seguido por la merluza del sur (5,8%) (Tabla 14).

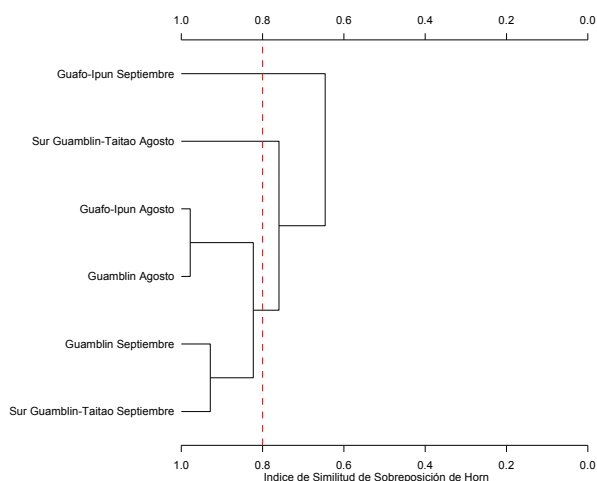


Figura 26. Agrupaciones obtenidas de la matriz de sobreposición de Horn.

Tabla 13. Agrupaciones obtenidas por el método de Agrupación Promedio Aritmético No Ponderado (UPGMA), de la matriz de Sobreposición de Horn, entre subárea y mes de operación de la flota.

Nombre Unión	Unión entre		Nivel
U7	Guafo-Ipun Agosto	- Guamblln Agosto	0.978
U8	Guamblln Septiembre	- Sur Guamblln-Taitao Septiembre	0.929
U9	U7	- U8	0.823
U10	Sur Guamblln-Taitao Agosto	- U9	0.76
U11	Guafo-Ipun Septiembre	- U10	0.646

Tabla 14. Aportes de las principales especies que constituyen el grupo con semejante estructura comunitaria al nivel de 80% de sobreposición de Horn.

Especie	Valor	Acumulado
Merluza de cola	0,7956	0,7956
Merluza del sur	0,0577	0,8533

En los párrafos precedentes, se corrobora la alta eficiencia de la flota arrastrera de media agua para capturar merluza de cola, en las áreas de pesca estudiadas, sin vulnerar significativamente otras especies de peces. En especial, aquellas protegidas con veda reproductiva como la merluza del sur.

4.2.4 Resultados para los objetivos

4.2.4.1 Objetivo 1 : Estimar la abundancia del stock desovante por el método hidroacústico en la zona de agregación reproductiva durante la temporada 2005, con énfasis especial en el seguimiento de la abundancia en el cañón submarino localizado al sur de Isla Guamblln.

4.2.4.1.1 Estimación hidroacústica de la abundancia y biomasa desovante

i) Estimados promedio

Las estimaciones de biomasa y abundancia de merluza de cola por intervalo de 48 hr en el cañón de Guamblln mostraron una curva de tendencia decreciente, con un máximo estimado de 95.800 ton $\pm$ 27% (CV), el 18 de agosto, y un mínimo estimado de sólo 5.050 ton $\pm$ 48%(CV), el día 1° de septiembre (Figura 27). Cierta estabilidad fue observada entre el 12 y el 22 de agosto (Tabla 15). Para dicho período, y bajo el supuesto que existe un pulso único de desove, sin recambio, se obtuvo un promedio de abundancia de 59,3 millones $\pm$ 13% (CV) de individuos, equivalentes a 69.200 ton $\pm$ 13% (CV) de biomasa.

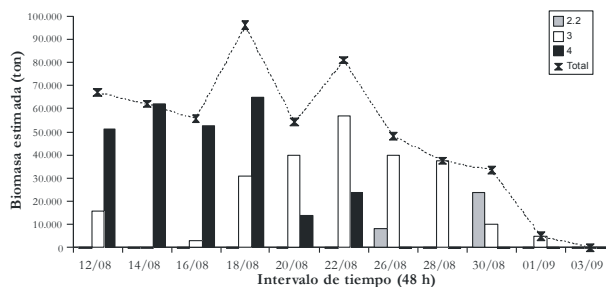


Figura 27. Biomasa estimada de merluza de cola en el cañón de Guamblln entre el 12 de agosto y el 3 de septiembre de 2005. Análisis efectuado en intervalos discretos de 48 h. En los estratos 1, 2.1 y 5 no se observó ecotrazos confirmados de la especie objetivo.

ii) Variabilidad espacial y temporal

De acuerdo a los resultados obtenidos, un 94% de la abundancia y biomasa de merluza cola en el área

se habría concentrado en los estratos 4 y 3, que corresponden al saco del cañón de Guamblín (Tabla 16, Figura 28.). El análisis secuencial de la biomasa estimada por estrato e intervalo de tiempo (Tabla 16) mostró un desplazamiento progresivo

del centroide de distribución desde el estrato 4 hacia el oeste, ocupando posteriormente el estrato 3, para luego dispersarse, especialmente, a partir del 24 de agosto (Figura 28.).

Tabla 15. Evolución temporal de los estimados de biomasa y abundancia del stock desovante de merluza de cola en el área de estudio, por intervalo de análisis (24 h). Donde P(MC)=Probabilidad de presencia de merluza de cola en una celda de análisis; A= área prospectada; =área efectiva de distribución del stock.

Intervalo (48 hrs)	Área de Inferencia (Km ²)	p(MC)	$\hat{\alpha}$ (Km ²)	CV($\hat{\alpha}$)	S _A (m · m ²)	CV(S _A)	Abundancia (10 ⁶ ind)	V(N)	Biomasa (ton)	V(B)
12-08-2005	412	0,292	120	0,07	6300	0,41	68,8	0,41	66,8	0,41
14-08-2005	1504	0,047	70	0,10	7200	0,37	52,7	0,37	62,0	0,37
16-08-2005	1287	0,070	90	0,08	3800	0,33	46,1	0,33	55,7	0,33
18-08-2005	1287	0,085	110	0,08	4200	0,28	73,0	0,28	95,8	0,28
20-08-2005	1287	0,101	130	0,05	3000	0,32	47,6	0,32	54,1	0,32
22-08-2005	972	0,371	360	0,02	3100	0,32	67,4	0,32	80,8	0,33
24-08-2005	1504	0,027	40	0,08	5900	0,68	9,5	0,68	12,6	0,69
26-08-2005	1287	0,054	70	0,10	4500	0,37	45,0	0,37	48,2	0,37
28-08-2005	1504	0,027	40	0,14	3100	0,38	29,4	0,38	37,6	0,38
30-08-2005	1287	0,023	30	0,09	1400	0,43	7,6	0,43	9,8	0,43
01-09-2005	1504	0,060	90	0,02	1000	0,56	4,0	0,56	5,1	0,55

Tabla 16. Biomasa desovante de merluza de cola (ton) estimada para el cañón de Guamblín según estrato e intervalo temporal de análisis, entre el 12 de agosto y el 1 de septiembre de 2005. Valor promedio corresponde al conjunto de intervalos destacados en gris

Intervalo (48 h)	ESTRATOS						Total
	1	2,1	2,2	3	4	5	
12-08-05				15.800	51.00		66.800
14-08-05	0	0	0	0	62.00	0	62.00
16-08-05		0	0	3.000	52.600	0	55.600
18-08-05		0	0	31.000	64.900	0	95.900
20-08-05		0	0	40.000	14.000	0	54.000
22-08-05			0	56.900	23.900	0	80.800
24-08-05	0	0	0	12.600	0	0	12.600
26-08-05		0	8.300	39.900	0	0	48.200
28-08-05	0	0	0	37.600	0	0	37.600
30-08-05		0	0	9.800	0	0	9.800
01-09-05	0	0	0	5.100	0	0	5.100
Promedio0		0	8.300	36.100	57.600	0	102.000

A lo largo del período de estudio, existió una diferencia de casi 20 veces entre el máximo y el mínimo valor de biomasa calculada por intervalo de 48 h (Figura 27). Aún restringiendo este análisis al período con mayores índices gonadosomáticos (8-22 de agosto), se mantiene una diferencia del 40% entre el mayor y menor estimado del período. Esta variabilidad sugiere un importante efecto del nivel de ajuste temporal entre el cruce de evaluación y la dinámica reproductiva del recurso.

Es posible prever también un efecto relevante de los supuestos empleados acerca de la tasa de recambio del pool de reproductores. Si en vez de un pulso único, sin recambio, se aceptara la hipótesis de pulsos independientes en los estratos 3 y 4, la biomasa media aumentaría de 69.200 a 102.000 ton, es decir, en cerca de un 30% (Tabla 16)

Aunque no se cuenta con evidencia suficiente para aceptar o rechazar la hipótesis de pulso único, existen dos piezas de evidencia que sugieren una secuencia espacial de la actividad reproductiva y resaltan la pertinencia de evaluar si eventos independiente de desove pudieran estar ocurriendo en ambos estratos. Esta evidencia proviene del análisis del índice gonadosomático y de la estructura de tallas.

En el caso del IGS, las tendencias de los estratos 3 y 4 fueron similares, mostrando cierta convergencia hacia un máximo IGS (hembras) alrededor del 8-10 de agosto, sin señales evidentes de picos secundarios (Figura 29). Sin perjuicio de esta tendencia general, diferencias significativas e inversas del IGS promedio entre estos estratos, encontradas en los días 10 y 18 de agosto (Figura 29, sugieren un desfase temporal, que es

consistente con las tendencias de la biomasa estimada acústicamente y la CPUE. Desafortunadamente, la discontinuidad existente en la serie de datos biológicos del estrato 3, no permite estimar y comparar la IGS media de este estrato, en el intervalo de mayor interés, los días 12, 14 y 16 de agosto.

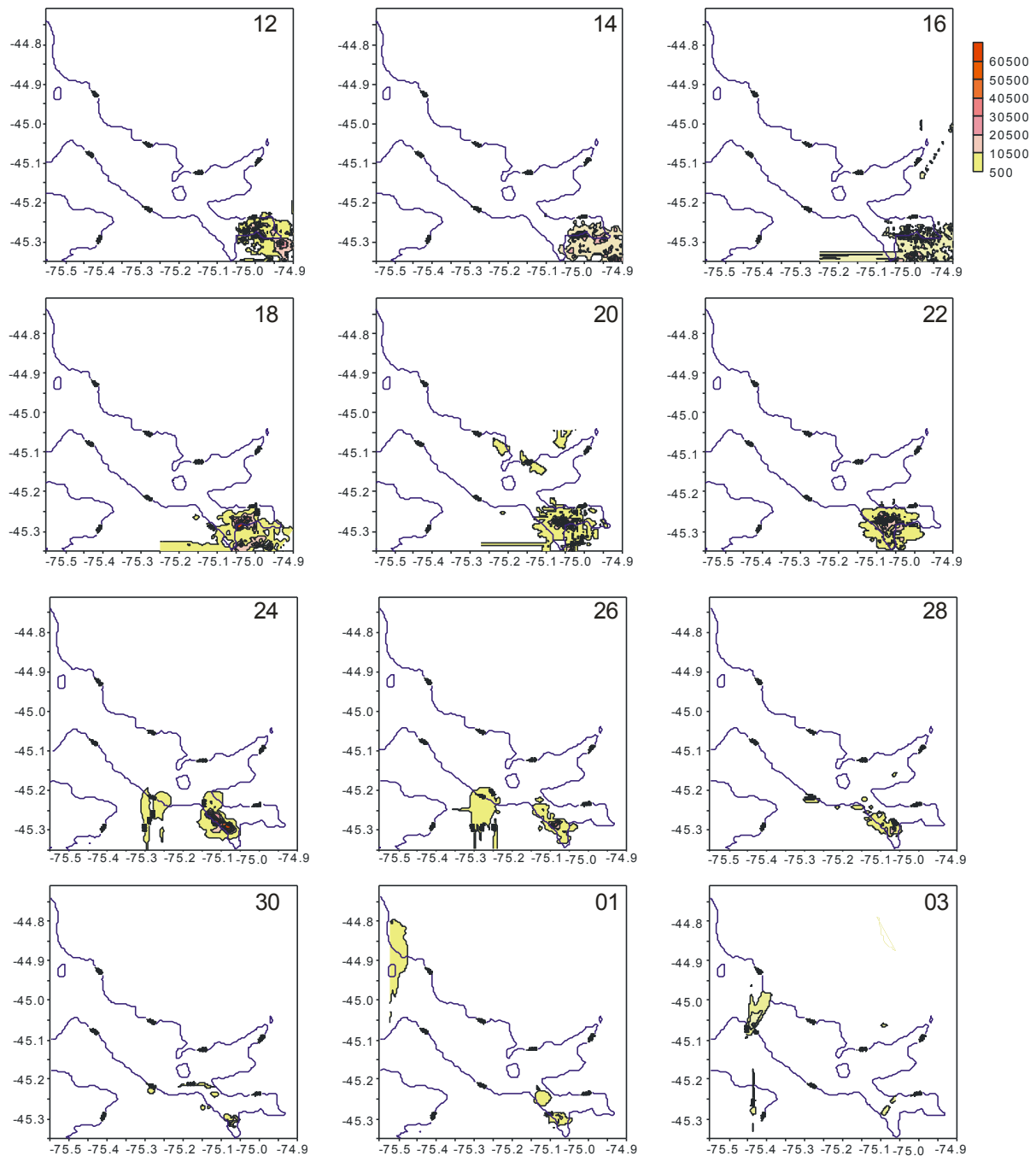


Figura 28. Distribución espacial de la densidad acústica (SA en $m\ m^{-2}$) estimada para merluza de cola en el cañón de Guambbln. Integraciones cada 48 horas identificadas por la fecha de inicio del intervalo, correspondientes a agosto (12-30) y septiembre (1, 3)

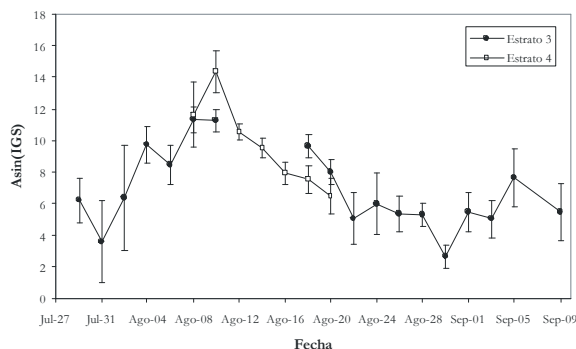


Figura 29. Evolución temporal del arco seno del índice gonadosomático de hembras de merluza de cola en los estratos 3 y 4 del cañón de Guamblín. Barras de error corresponden a error estándar

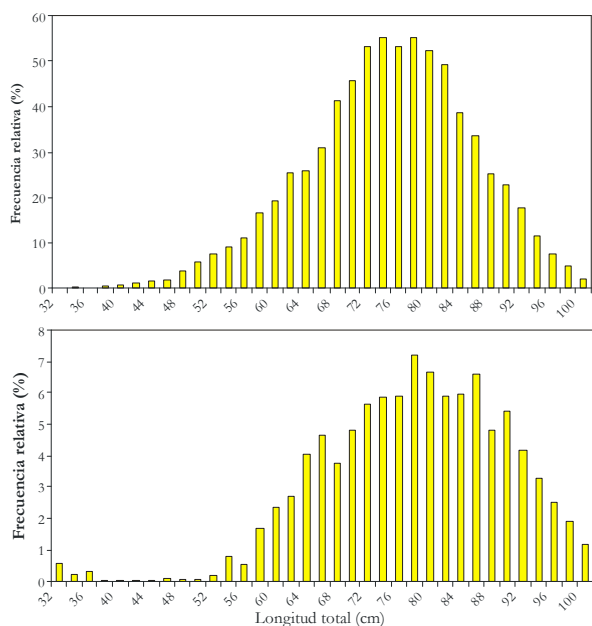


Figura 30. Distribución de frecuencias de talla en los estratos III (panel inferior) y IV (panel superior) durante los períodos en que se encontró mayor biomasa en cada estrato. Estas fechas corresponden a los períodos comprendidos entre el 12 y el 18 de agosto (Estrato IV) y entre el 18 y el 26 de agosto (Estrato III).

Si el cambio en el patrón de concentración del recurso se debiera sólo a un desplazamiento entre los estratos IV y III, se esperaría que la estructura de tallas se mantuviera más o menos inalterable en el espacio y el tiempo. Esto no parece ser el caso, ya que se observó una diferencia significativa ($p < 0.001$, modelo logístico acumulativo) entre las distribuciones de frecuencias de talla (longitud total) correspondientes a los períodos de mayor biomasa

total estimada de los estrato III y IV (Figura 30). Estos períodos correspondieron a los días 12-18 de agosto, en el Estrato IV y 18-26 de agosto en el Estrato III.

4.2.4.1.2 Batimetría y topografía del cañón submarino de Guamblín

Como se puede apreciar, con la información de los ecosondas (Figura 31), se pudo definir bastante bien la forma y ramificaciones del Cañón de Guamblín, también se mejoró bastante la resolución de los otros dos cañones, pero producto de la cantidad de registros y distancia entre los tracks de navegación su resolución es menor a la del cañón de Guamblín. Otro punto importante de notar, es lo angosto y alargado del Cañón de Guamblín, en comparación con los otros dos cañones. Al igual que los cañones, la plataforma y el talud continental también son bien resueltos en los sectores de mayor tránsito de las embarcaciones. Mostrando que entre el cañón de Guamblín y el cañón del sur la plataforma es más amplia y con una menor pendiente en relación con la zona norte

El análisis a resolución más fina, de 100 x 100 m, muestra en mayor detalle la forma del cañón de Guamblín, señalando que tiene una orientación de SE a NW, y con ramificaciones hacia la cabeza del cañón, presentando al menos tres ramas principales (Figura 32a). El perfil realizado siguiendo el eje principal del cañón muestra que en su cabeza tiene una profundidad de unos 200 m y en su boca alcanza cerca de los 1200 m de profundidad y que además en el primer tercio se produce el mayor cambio en la pendiente, mientras que en los dos siguientes tercios es menor el cambio de pendiente, pero presenta una mayor variabilidad batimétrica (Figura 32b).

Al revisar los perfiles latitudinales del cañón cada 0,05° de longitud se aprecia que el lado sur del cañón se caracteriza por una mayor pendiente en sus paredes, menor profundidad en relación con el lado norte del cañón (Figura 33), incluso en la mayoría de los perfiles latitudinales se aprecia la plataforma continental, la cual solamente es

observada en el perfil latitudinal a los 74,90°W en el lado norte del cañón.

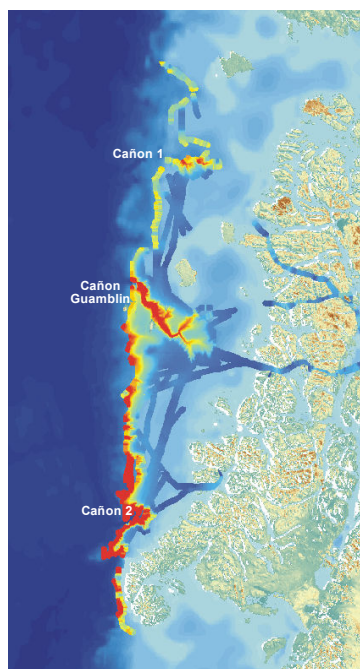


Figura 31. Batimetría obtenida a partir de los registros continuos de los ecosondas durante la PI de Merluza de cola 2005. Al Cañon1 lo hemos denominado en el texto como Cañon Submarino Guafo-Ipún y al Cañon 2 como Cañon Submarino Norte Taitao.

En la comparación de la batimetría del área con la información de las capturas en los lances de pesca, se aprecia que las capturas fueron mayores en el cañón, sugiriendo que la forma (largo, ancho y ramificaciones), así como su orientación (NW-SE) son directa o indirectamente elementos por lo cual la merluza de cola elige este cañón en el momento del desove para agregarse y reproducirse. Para comprender mejor esta asociación es necesario mejorar la batimetría del área completa y poder hacer análisis geoespaciales comparativos entre los cañones y la abundancia de la merluza de cola (estimada a través de la captura).

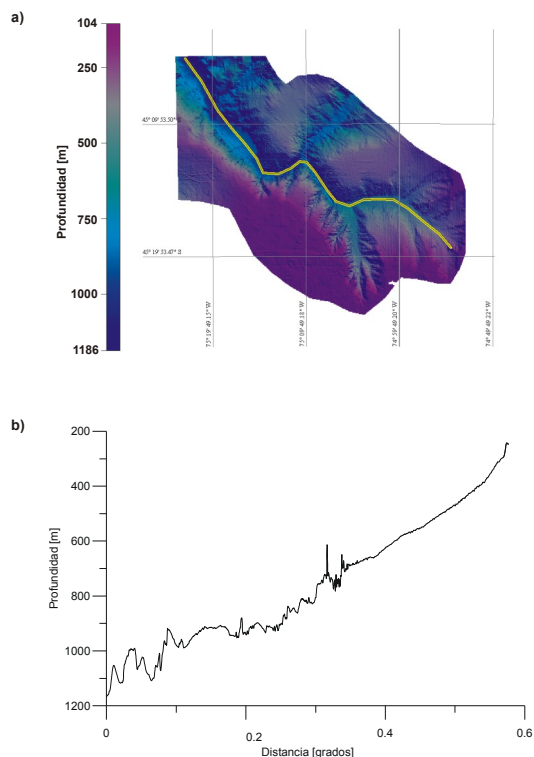


Figura 32. a) Batimetría del cañón de Guablín obtenida por medio de los registros de ecosondas de las embarcaciones participantes en la pesca de investigación. La línea indica el eje principal del cañón; b) Perfil batimétrico del cañón de Guablín en su eje, el cero de escala en distancia corresponde la boca del cañón.

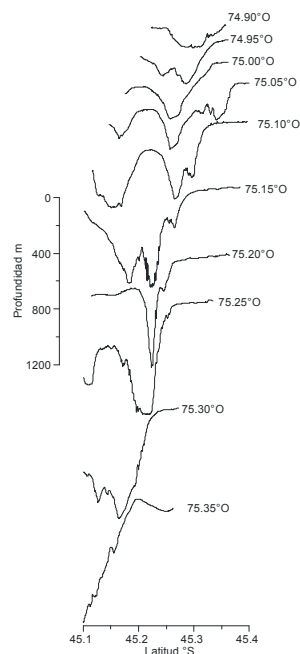


Figura 33. Perfiles latitudinales del cañón de Guablín desde su boca (75,35°W) hasta su cabeza (74,90°W).

4.2.4.1.3 Temperatura a nivel de la profundidad de pesca

Es importante mencionar que al realizar la preparación de los archivos de procesamiento de la información se encontraron incoherencias entre la temperatura informada y la profundidad. Esto es, temperaturas por sobre o bajo la que se espera para el área de estudio de acuerdo con el conocimiento oceanográfico del área, lo que puede tener dos causas probables: que las mediciones de temperatura no fueron realizadas por el mismo tipo de instrumento (marca y modelo) por lo que hay diferencias que se pueden deber a la exactitud de cada uno de los sensores usados o que la profundidad a la que se asignó el valor de temperatura no correspondía a la profundidad del sensor y también está la combinación de ambos factores.

Aún, teniendo en cuenta estas diferencias y que no se conoce la última calibración de estos, y que tampoco existe una intercalibración entre ellos, se consideró importante analizar la temperatura a la profundidad de pesca y por lo tanto a la profundidad donde ocurre el desove.

En la [Figura 34](#) se muestra la imagen de temperatura obtenida mediante kriging simple con una resolución de 500 m² y un radio de búsqueda de 2000 m. Esta imagen muestra una clara diferencia entre la temperatura del cañón de Guablín y los otros dos cañones, siendo más alta la temperatura en Guablín, en promedio este cañón tuvo una temperatura entre 8,5 y 9,5°C, con las más altas temperaturas en la cabeza del cañón. El cañón del norte por su parte presenta un rango más amplio de temperatura, entre 6 y 9,4°C y por supuesto las más altas temperaturas en la cabeza del cañón, en tanto que el cañón del sur, fluctúa entre 6 y 10°C, presentando hacia el norte y a la cabeza del cañón las más altas temperaturas.

Este análisis está influenciado por la profundidad en la cual se registró la información de temperatura, y como es sabida la temperatura presenta un perfil típico de decaimiento en función de la profundidad, y que según los datos de los cruceros CIMAR-

FIORDO en el área del cañón de Guablín fluctúa entre 8 y 10°C entre la superficie y los 1000 m de profundidad. También es importante notar que el análisis de la información confirma la existencia de diferencias entre los registros realizados por las distintas embarcaciones participantes en la pesca de investigación.

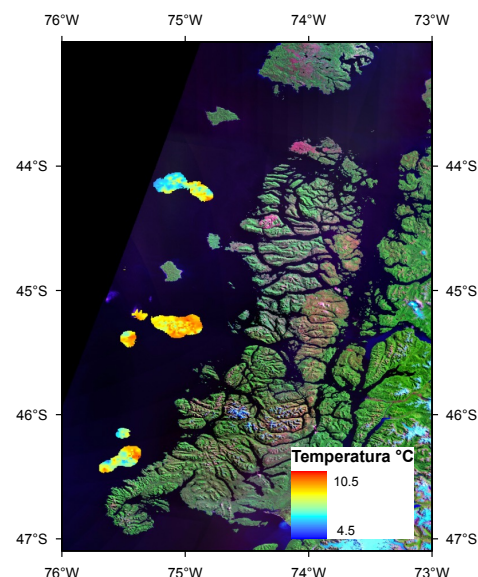


Figura 34. Temperatura a la profundidad de pesca en los cañones submarinos.

La presencia de aguas con una temperatura más alta en el cañón de Guablín en relación a los otros dos, generan las siguientes preguntas:

- ¿Es la temperatura más alta, de acuerdo con los datos de captura y acústica, un factor importante para explicar la mayor concentración de merluza de cola en relación con los otros dos cañones?
- ¿Qué proceso o condición produce que en el cañón de Guablín la temperatura sea más alta? Entre los procesos a considerar están las corrientes del sector, procesos de hundimiento y surgencia por efectos batimétricos, zonas de calma y retención, etc.
- ¿Cómo es el comportamiento de la salinidad en el área de estudio y como influye sobre la densidad y las corrientes?

Para responder estas preguntas, sería necesario hacer una intercalibración de los sensores de temperatura utilizados en cada embarcación y habiendo posibilidad, acoplar a la red un mini-CTD, para obtener, junto con la temperatura la salinidad y si fuera posible el contenido de oxígeno disuelto, con lo cual se podría tener una mejor idea de las diferencias entre los cañones y sus posibles causas.

4.2.4.2 Objetivo 2 : Determinar la relación entre la abundancia y la cpue en las operaciones de pesca comercial de merluza de cola durante el período de agregación reproductiva de la temporada 2005.

Se observó una correlación significativa (0,40) entre la biomasa estimada acústicamente y la captura por hora de arrastre $\log_{10}$ -transformada (Tabla 17). También fue posible observar una correlación significativa, e incluso mayor (0,66), entre la biomasa acústica y el índice gonadosomático, lo cual podría ser interpretado como una confirmación del carácter reproductivo y estacionario de las agregaciones presentes en el área de estudio (Figura 35).

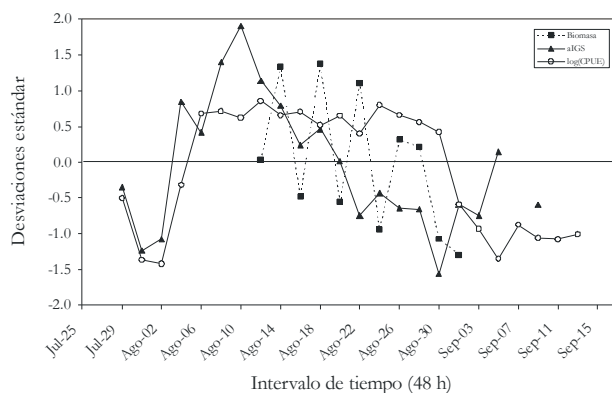


Figura 35. Evolución comparada de los índices de biomasa acústica, gonadosomático y captura por unidad de esfuerzo en el área de estudio. Valores estandarizados y expresados en desviaciones estándar para fines comparativos

Tabla 17. Coeficientes de correlación Fisher-Pearson para las variables biomasa acústica, captura por unidad de esfuerzo, coeficiente de capturabilidad (Q) e índice gonadosomático.

	Coeficiente de correlación ()	Limite inferior de confianza (95%)	Limite superior de confianza (95%)	P(=0)
$\log_{10}(\text{CPUE})$ Biomasa	0,37	0,25	0,48	<0,0001
Biomasa Arcoseno(IGS)	0,64	0,56	0,72	<0,0001
$\log_{10}(\text{CPUE})$ Arcoseno(IGS)	0,13	0,02	0,24	<0,05
$\log_{10}(Q)$ Biomasa	-0,31	-0,43	-0,19	<0,0001
$\log_{10}(Q)$ Arcoseno(IGS)	-0,14	-0,27	-0,01	<0,05

Fue posible construir un modelo lineal general mixto donde, aislados los efectos aleatorios de barco y flota, la captura (toneladas) por hora de arrastre ($\log_{10}$ -transformada) fue explicada por la biomasa estimada (, 103 ton), siguiendo la relación (Figura 36):

$$\log_{10}(\text{CPUE}) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \hat{B}$$

donde,

$$\beta_0 = 3,9 \pm 0,11 \text{ (EE)} \text{ y } \beta_1 = 0,010 \pm 0,0016 \text{ (EE)}$$

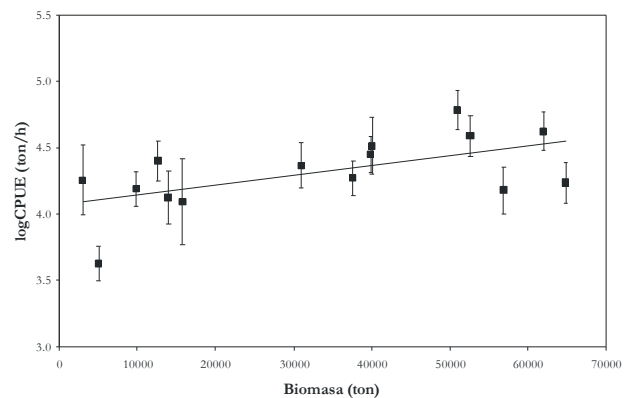


Figura 36. Relación entre captura por unidad de esfuerzo (log-transformada) y abundancia estimada acústicamente para cada estrato e intervalo de tiempo

La capturabilidad promedio estimada fue de $8 \times 10^{-4} \pm 1,8 \times 10^{-4}$ (EE). Al analizar la relación entre q e y fue posible observar que es inversa (Tabla 17), la cual sugiere que la capturabilidad disminuye durante los períodos de máxima abundancia y/o concentración del recurso. Esto último tiende a coincidir también con el período de máximo índice gonadosomático, y podría estar relacionado con

límites en la eficiencia (saturación) de los artes de pesca (Figura 37).

Los resultados anteriores sugieren que la CPUE podría ser un adecuado indicador de abundancia relativa de este recurso para el área de estudio, pero que debieran ser estandarizados utilizando un indicador de biomasa absoluta o, en su defecto, de actividad reproductiva (IGS). En esta perspectiva, después de ajustar el efecto aleatorio de las variables barco y flota, fue posible observar la siguiente relación entre la CPUE y el índice gonadosomático, correspondiente al área y período de la presente investigación,

$$\log_{10}(CPUE) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \hat{IGS}$$

donde, $\beta_0 = 3,9 \pm 0,13$ (EE) y $\beta_1 = 2,4 \pm 0,66$ (EE)

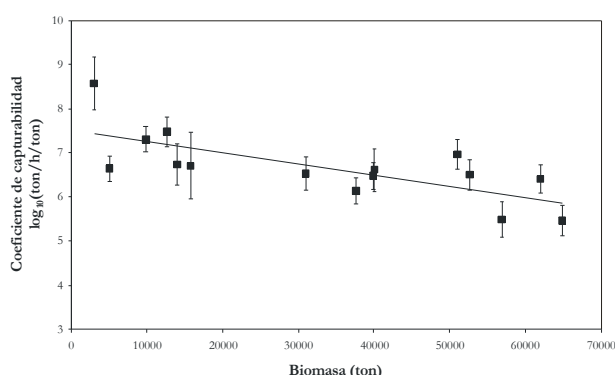


Figura 37. Relación entre el coeficiente de capturabilidad (log10-transformado) y la abundancia estimada por métodos hidroacústicos en el área y período de estudio

4.2.4.3 Objetivo 3 : Determinar la variabilidad del patrón de distribución espacio-temporal del proceso reproductivo y su relación con la cobertura espacial y temporal de las prospecciones acústicas durante el período 2002-2005

4.2.4.3.1 Variación espacial y temporal de los estadios de madurez avanzada (estados maduros y en desove).

Durante agosto y septiembre se observa una vez más el patrón espacial de concentración de los estados maduros y en desove, descrito por Rubilar y Zuleta (2005), para merluza de cola, es decir que

las concentraciones reproductivas ocurren en los cañones submarinos (Figura 38). En este caso, en los cañones submarinos del área de estudio, es decir las concentraciones que ocurren en cañón submarino Guafo – Ipún y en el Cañón Submarino Guablín y en septiembre la concentración del cañón submarino Norte de Taitao.

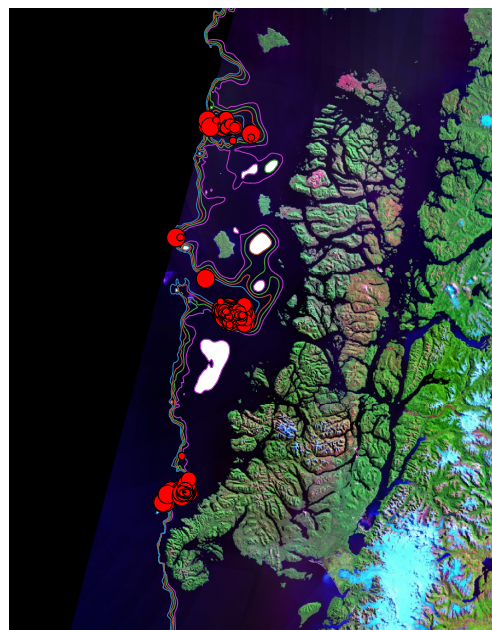


Figura 38. Distribución de los estadios de madurez 4 (maduros) y 5 (desovados) en la Pesca de investigación.

Lo anteriormente señalado, es el principal factor que explica la concentración operativa de la flota arrastrera (fábricas y hieleros) en este sector y en cada cañón en particular, debido a la mayor disponibilidad local de merluza de cola durante el pico reproductivo. Suponiendo que la flota es un buen muestreador de las concentraciones reproductivas que se van formando, entonces existe una tendencia temporal en el proceso de desove. La información indica que primero ocurren desoves en el cañón Guafo-Ipún a comienzos de agosto, luego se incorpora el cañón de Guablín hasta fines de agosto (Figura 39) y, finalmente, desde inicios de septiembre, ocurren eventos de desove en el cañón Norte Taitao, marcando una secuencia norte sur (Figuras 38 y 39). Lo anterior es una primera aproximación, ya que falta información para sostener o rechazar lo planteado, principalmente porque no se pudo recabar información a través de

todo el periodo de estudio y simultánea en los tres cañones.

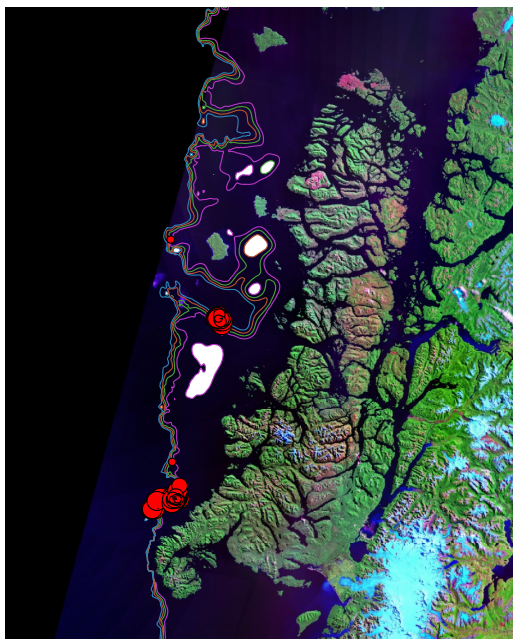


Figura 39. Distribución de los estadios de madurez 4 y 5 durante el mes de septiembre.

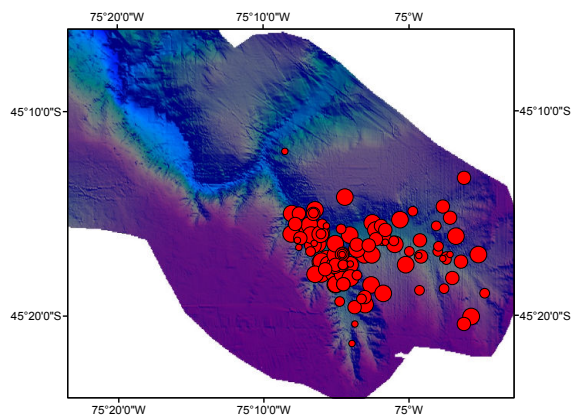


Figura 40. Distribución de los estadios reproductivos avanzados (Estadios 4 y 5) de merluza de cola al interior del cañón submarino de Guablín, en agosto.

Una mirada más detallada de la localización del proceso de reproducción y desove al interior del cañón submarino de Guablín, indica que durante agosto, este proceso cubre por entero la cabeza bifurcada del cañón, observándose una mayor intensidad en su rama sur (Figura 40). En septiembre la actividad baja considerablemente y sólo se registra actividad en la rama sur (Figura 41).

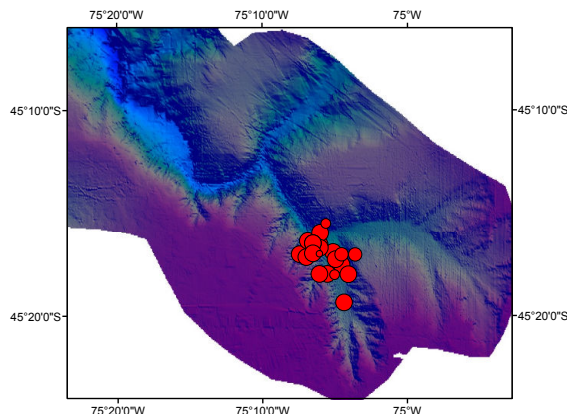


Figura 41. Distribución de los estadios reproductivos avanzados (Estadios 4 y 5) de merluza de cola al interior del cañón submarino de Guablín, en septiembre.

4.2.4.3.2 Análisis de la evolución diaria de los distintos estadios de madurez

El periodo reproductivo de merluza de cola, en el cañón submarino de Guafo –Ipun, ocurrió a inicios de agosto extendiéndose hasta el 25 de agosto (Figuras 42 y 43). En el cañón submarino de Guablín, la flota operó más tiempo y esto permitió establecer al menos 4 pick de desoves: el primero a comienzos de agosto hasta el día 12, el segundo entre 12 y el 21 de agosto, el tercero del 23 al 30 y el cuarto del 2 al 6 de septiembre (Figuras 42 y 43). De estos 4 picks, el primero y el último no son tan notables como el segundo y tercero. En el cañón submarino Norte Taitao, se observa desove desde el 3 de septiembre hasta el 14, periodo en el que habrían ocurrido uno o dos pulsos de desoves pequeños (Figuras 42 y 43).

La información conjunta, es decir sin diferenciar cañones, indica que el proceso de desove, es pulsátil y temporalmente continuo.

Durante la Pesca de Investigación 2004, se percibieron dos eventos de desove en el cañón de Guablín durante la segunda quincena de agosto, primero entre el 18 y el 23 de agosto y el segundo desde el 25 hasta fines de dicho mes (Rubilar *et al.* 2005). Al comparar la información de la presente Pesca de Investigación, a nivel de hembras en el cañón de Guablín (Figura 44), ambos sexos en el mismo cañón (Figura 45) y ambos sexos en toda el

área de la PI (Figura 46), se observa que durante la segunda quincena de agosto volvieron a ocurrir los pulsos de desoves señalados el 2004.

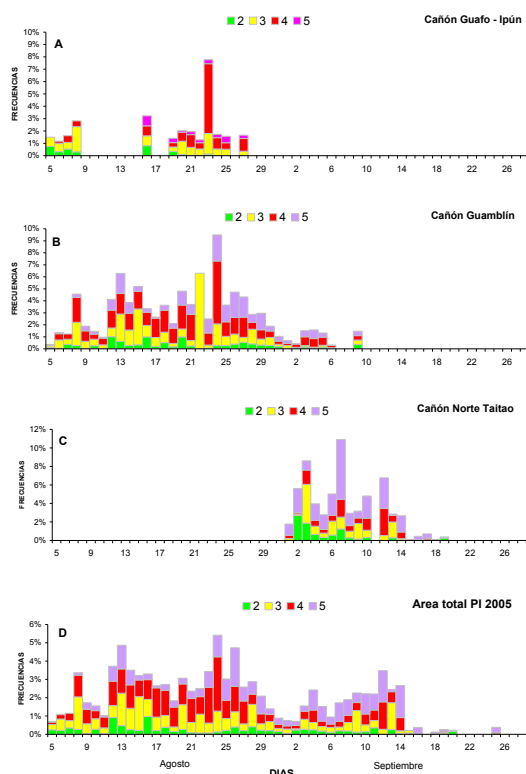


Figura 42. Distribución de frecuencias de estados de madurez sexual de Ambos sexos de merluza de cola en las capturas realizadas (A): cañón submarino de Guafó - Ipún; (B) cañón submarino de Guamblín; (C) cañón submarino Norte Taitao y (D) Área total durante la Pesca de Investigación de Agosto-septiembre de 2005.

Al unir la información de madurez por día colectada en la PI 2004 con la PI 2005, se ratifica lo señalado para la PI 2005, es decir que el proceso desove es continuo, pero pulsátil, y alcanza su clímax en la segunda quincena de agosto. Antes y después de ese periodo también ocurren desoves importantes, pero de menor magnitud a los observados en dicho periodo.

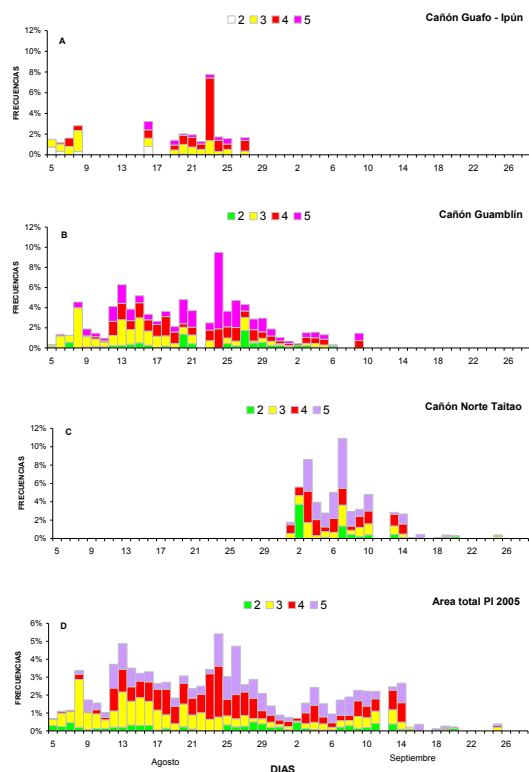


Figura 43. Distribución de frecuencias de estados de madurez sexual de hembras de merluza de cola en las capturas realizadas (A): cañón submarino de Guafó - Ipún; (B) cañón submarino de Guamblín; (C) cañón submarino Norte Taitao y (D) Área total durante la Pesca de Investigación de Agosto-septiembre de 2005.

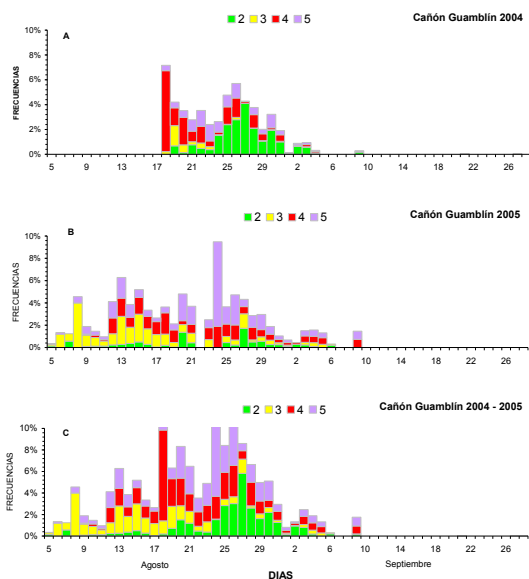


Figura 44. Distribución de frecuencias de estados de madurez sexual de hembras de merluza de cola en las capturas realizadas durante la Pesca de Investigación de Agosto-septiembre en el cañón submarino de Guamblín. (A) en 2004; (B) en 2005 y (C) en ambos años.

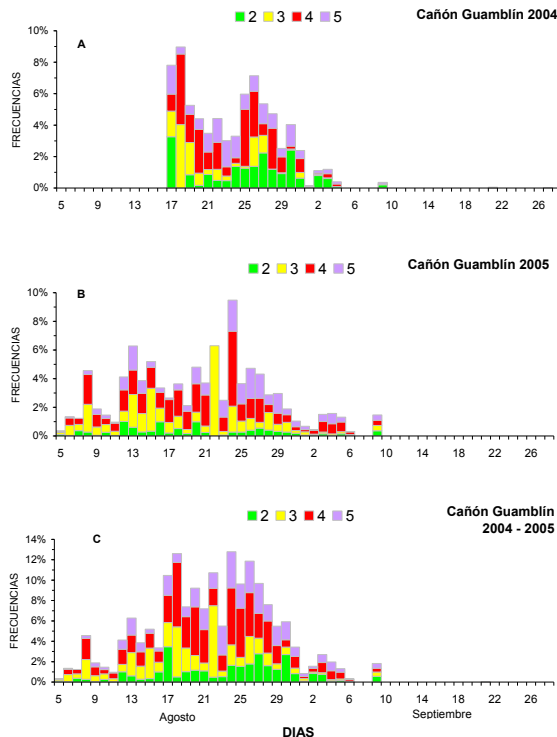


Figura 45. Distribución de frecuencias de estados de madurez sexual de ambos sexos de merluza de cola en las capturas realizadas durante la Pesca de Investigación de agosto-septiembre en el cañón submarino de Guamblín. (A) en 2004, (B) en 2005 y (C) en ambos años.

4.2.4.3.3 Maduración ovárica de la merluza de cola

Los resultados que se presentan a continuación vienen a completar el estudio del proceso de desove presentado anteriormente y está basado en un análisis más acabado del proceso de maduración gonádica para caracterizar el proceso de desove de merluza de cola durante la temporada 2005.

Este análisis de carácter macroscópico y microscópico fue encargado al Prof. Fernando Balbontín de la Universidad de Valparaíso y constituye a su vez el trabajo de titulación de la Srta. Erika López Soto. La gran diferencia con el enfoque anterior radica en que se analizaron 500 muestras de gónadas de hembras, mediante análisis macroscópico y microscópico del estado de madurez de las gónadas, recolectadas durante la presente investigación.

Se usó el análisis macroscópico para caracterizar la gónada de acuerdo con: el grosor y apariencia de

los ovarios, coloración, tamaño y observación de ovocitos a simple vista. El análisis microscópico se basó en la observación del diámetro, coloración, grado de hidratación y presencia de gota oleosa. De acuerdo con estas características se estimó el grado de madurez de la gónada mediante la escala establecida por Balbontín y Bravo (1993), modificada por Troncoso (2004). El detalle completo del diseño de muestreo, obtención y tratamiento de las muestras, metodología de análisis y resultados obtenidos se encuentra en el Anexo D, no obstante en este documento se reproduce casi íntegra la discusión y conclusiones del trabajo

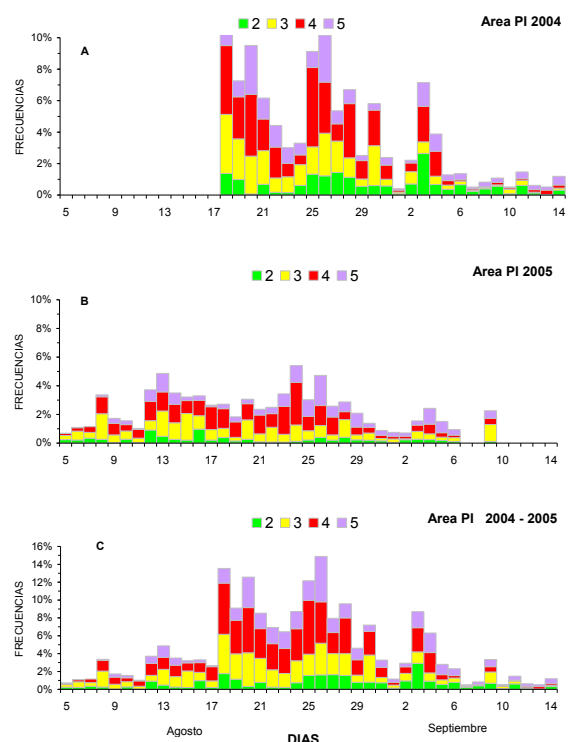


Figura 46. Distribución de frecuencias de estados de madurez sexual de ambos sexos de merluza de cola en las capturas realizadas durante la Pesca de Investigación de agosto-septiembre en el área total de PI. (A) 2004, (B) 2005 y (C) en ambos años.

Los valores arrojados por los IGS promedios mensuales señalan que, tanto en agosto como en septiembre hubo un gran desarrollo de las gónadas, el cual habría alcanzado su máximo en agosto para comenzar una fase más bien de recuperación gonadal en septiembre.

El IGS promedio para cada estado de madurez sexual asocia el mayor desarrollo de los ovarios a hembras maduras y en maduración. Además se observó cómo las gónadas en regresión producen una brusca disminución en el valor del índice.

Respecto al IGS versus las longitudes totales, se observó que las hembras mantuvieron una maduración gonadal más bien constante entre los grupos de longitud que incluyeron a las hembras desde 43 cm hasta 92 cm. Destaca la ausencia de grupos de longitud que presentaran un desarrollo gonadal menor y que se pudieran relacionar a longitudes correspondientes exclusivamente a hembras inmaduras.

En los días del 5 al 11 de septiembre se observó un aumento del IGS promedio (Figura 48) y un aumento del IGS promedio del EMS 4 (Figura 47), esto rompe la tendencia general que se presenta en ambos gráficos y podría atribuirse a la entrada de un nuevo grupo de hembras a la zona de muestreo y que habrían llegado a desovar.

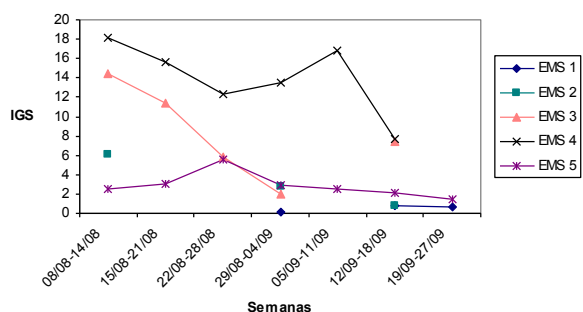


Figura 47. Variación del IGS promedio según el EMS de *Macruronus magellanicus* entre agosto y septiembre 2005.

Al compararse los valores de IGS obtenidos dentro de las diferentes zonas para cada estadio (Figura 49), se pudo observar que, si bien existen diferencias entre áreas, éstas no son de gran magnitud por lo tanto se puede estimar que no existen diferencias marcadas en cuanto a los grupos reproductivos, que se encontraban en un área determinada al momento del muestreo, que puedan afectar a los valores de este índice.

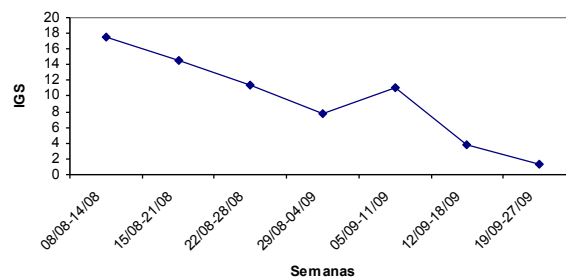


Figura 48. Variación del IGS promedio de *Macruronus magellanicus* entre agosto y septiembre 2005.

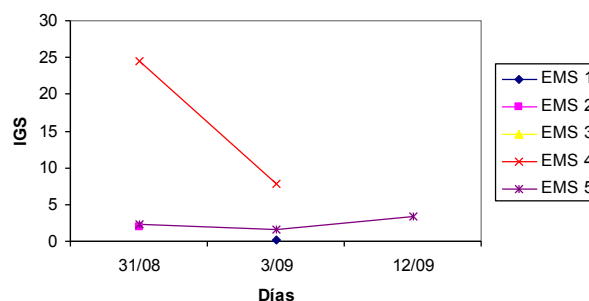


Figura 49. Variación del IGS promedio según el EMS de *Macruronus magellanicus* entre agosto y septiembre 2005 para la zona 0 (Talud continental a la altura del cañón de Guablín).

La gran variabilidad obtenida en los valores del IGS de las hembras maduras se reflejó en cambios bruscos que se pudieron apreciar para las zonas 0 y 2 durante los últimos días de agosto y los primeros días de septiembre (Figura 50). Pero se puede decir que, en general, el valor de este índice se presentó casi constante de acuerdo al estadio de madurez a que se encontraba vinculado.

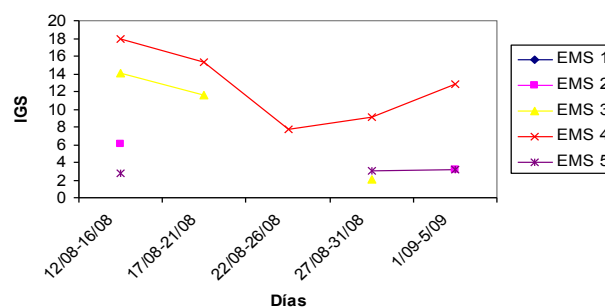


Figura 50. Variación del IGS promedio según el EMS de *Macruronus magellanicus* entre agosto y septiembre 2005 para la zona 2 (Cañón de Guablín).

La determinación de los EMS de los ovarios reveló que durante el período de muestreo las hembras se encontraban maduras en su mayoría, por lo tanto listas para el desove. Una marcada diferencia entre las hembras en maduración, que presentaron baja representatividad y las que se encontraban maduras, altamente representadas, es un indicador de que la madurez de la población se produjo de manera casi simultánea.

El análisis de los estadios de madurez sexual respecto a grupos de longitud marcó la tendencia esperada de una asociación entre las hembras inmaduras a los grupos de hembras de menores longitudes. Sin embargo, la presencia de hembras maduras y hembras en regresión se observó a partir del primer grupo de longitud, lo que indica que las longitudes analizadas en el muestreo no son excluyentes de un determinado estado de madurez sexual, esto tal vez sí se habría observado en caso de haber trabajado con muestras correspondientes a hembras de menor tamaño.

La variación de frecuencia de los estadios a lo largo del tiempo de muestreo específico para cada área, es coincidente en aquellas áreas en que se realizaron lances durante los mismos días, ya que se puede apreciar en general, que las hembras desovadas comienzan a aparecer durante la segunda mitad de agosto, pero en muy bajas proporciones en las zonas 1 (Guafo) y 2 (cañón de Guamblín), aunque en la zona correspondiente a Guafo (zona 1) éstas aparecen una semana antes aproximadamente, pero la presencia generalizada de este estadio se hace más considerable a partir de los últimos días de agosto.

Además, se pudo apreciar que las hembras maduras se presentaron hasta la primera semana de septiembre en las zonas 0 (Talud continental a la altura del cañón de Guamblín) y en la zona 2 (cañón de Guamblín). Por otro lado, en la zona 3 (cañón Norte Taitao) se presentaron con una frecuencia considerable hacia mediados de septiembre, esto se puede comparar temporalmente sólo con la zona 4 (Talud a la altura de Aysén) en su primer lance donde no se observaron hembras maduras. Un seguimiento mayor en el tiempo el

área 3 (cañón Norte Taitao) podría haber servido para distinguir un retraso en el período de desove de esta zona respecto a lo ocurrido en el área 4 (Talud a la altura de Aysén).

El análisis de las muestras considerando la zona en que fueron extraídos los ejemplares se vió limitado por dos factores: el número de muestras y la discontinuidad de los períodos en que se realizaron los lances, lo que dificulta una mejor comparación entre zonas. Esta se aplica tanto en los resultados obtenidos respecto al índice gonadosomático, como a los referentes a los estadios de madurez sexual. Para poder apreciar la existencia de grupos con comportamiento distintivo según el área en que se realiza el desove es necesario realizar un muestreo que no dependa del seguimiento que realizan los barcos comerciales, de modo que se pueda tener una visión simultánea temporalmente y cuantitativamente equitativa de lo que está ocurriendo en estas áreas.

La presencia mayoritaria de hembras maduras al comienzo del muestreo y su declinación a partir de los últimos días de agosto indican que, al menos parte del proceso de desove habría ocurrido dentro del período de muestreo. Así como, la presencia de hembras en regresión asociada principalmente a las últimas semanas de muestreo es un indicador del término del proceso de desove cercano a la segunda mitad de septiembre.

Conclusiones

- De acuerdo a los valores obtenidos para el IGS promedio y sus variaciones respecto a estadios de madurez, zona y época del muestreo, se concluye que el período de desove de *M. magellanicus* se realizó en los últimos días de agosto, con hembras que presentaron su máximo desarrollo gonadal a lo largo de este mes, y que el término de este proceso habría sido en septiembre.
- A partir del análisis de los estadios de madurez sexual de *M. magellanicus*, se puede concluir que durante agosto las hembras se encontraban maduras, por lo tanto, listas para el desove y

que durante las últimas semanas de muestreo se encontraban en regresión.

- Los resultados obtenidos a partir del análisis de las variaciones del índice gonadosomático y del examen de los estados de madurez sexual durante el período que abarcó este informe, desde el 8 de agosto hasta el 27 de septiembre del 2005, son concordantes entre si y con lo descrito en la literatura para esta especie.

4.2.4.3.4 Relación del patrón espacio temporal del desove con la cobertura espacial y temporal de las prospecciones acústicas.

Los valiosos antecedentes aportados por la PI_2004 sobre merluza de cola, a pesar de cubrir parcialmente el periodo de desove (a partir de 18 de agosto), indican que el pick reproductivo ocurrió en un periodo estrecho de tiempo, específicamente durante la segunda quincena de agosto. Esto señala que, aún cuando el proceso reproductivo de merluza de cola, como un todo, puede extenderse desde julio a septiembre, tal como se ha descrito en varios informes pesqueros, la conformación de agregaciones reproductivas particulares, pueden diferir en el espacio y en el tiempo, siendo éstas de duración bastante estrechas o acotadas. Es más, los antecedentes encontrados durante la presente pesca de investigación, indican que la merluza de cola concurre a desovar en grupos o contingentes discretos, y que existiría una secuencia temporal de eventos de desove con una tendencia norte sur; es decir nuestros resultados señalan desove en el cañón de Guafo-Ipún y Cañón de Guablín durante agosto, y en el Cañón Norte Taitao en septiembre. Esta secuencia temporal no afecta que el máximo de actividad de desove ocurra durante la segunda mitad de agosto.

Estos antecedentes, corroboran la variabilidad espacial y temporal, que se ha mencionado y que a servido para justificar o bien para argumentar en contra de las estimaciones hidroacústicas llevadas a cabo en el área de estudio. Bajo esta perspectiva, entonces resulta de vital importancia diseñar una cobertura temporal y espacial adecuada, que permita a la acústica entregar un índice libre de

sesgos derivados de la cobertura espacial y temporal.

Actualmente, la cobertura espacial parece ser adecuada para el área comprendida entre los 43° y 47°S. Sin embargo, es válido preguntarse, ¿es ésta área suficiente para obtener un índice representativo del stock de adulto o desovante merluza de cola, sabiendo que habita desde los 33° a 57°S, y más aun sabiendo que existen otros lugares donde también desova este recurso?. Algunos investigadores sostienen que sí, bajo supuestos que son discutibles. Nosotros creemos que no, o al menos nos parece arriesgado sostener dicha afirmación.

La cobertura temporal ha sido uno de los aspectos más criticados por [Ernst *et al*, 2005](#), respecto de la robustez y confiabilidad de la evaluación acústica como indicador de abundancia, para la evaluación de stock e indicador del status. Hacia los últimos años el periodo se ha venido ajustando a la segunda quincena de agosto ([Figura 51](#)), quedando la impresión que la cobertura temporal es adecuada.

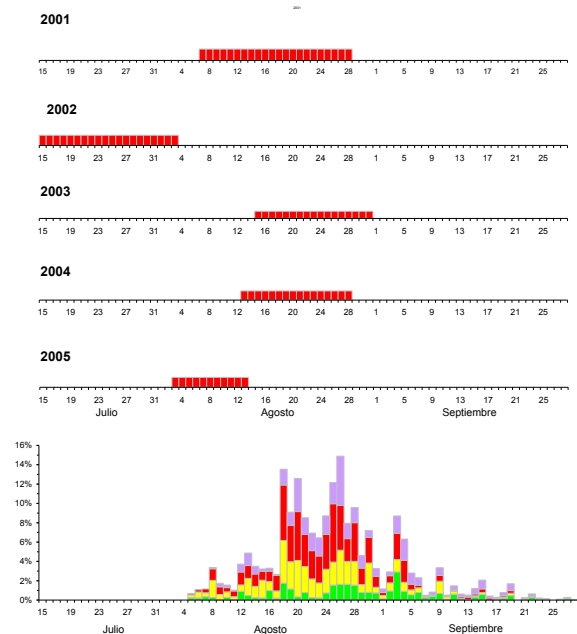


Figura 51. Cobertura temporal de las evaluaciones acústicas en relación con el proceso reproductivo y de desove.

No obstante, debemos recordar que la evaluación acústica de merluza de cola se realiza en conjunto con merluza del sur, y que todos los tiempos se ajustan en torno a ese recurso. También que la separación entre transectas es de 1 milla náutica y que habitualmente se realizan sobre 43 de ellas perpendiculares a la costa en cada evaluación. Entonces es preciso preguntarse: ¿Se estará haciendo una buena cobertura temporal de los principales cañones donde desova merluza de cola, si el buque tiene que cubrir una gran área en ese periodo?. Para responder esta pregunta, hemos usado la información de los proyectos FIP y hecho cálculo simple, considerando el número de transectas y el tiempo usado en la acústica. Los resultados indican que el buque no permanece más de tres días en los cañones (Tabla 18). Luego considerando la alta variabilidad del proceso de desove al interior y entre cañones, esta cobertura temporal resulta insuficiente para obtener un estimador de biomasa desovante confiable, más aún dependiendo desde donde se comience la prospección.

Tabla 18. Días de prospección en los cañones submarinos Guafo-Ipún, Guamblín y Norte Taitao (Fuente Proyectos FIP 2002-19, FIP 2003-09 y FIP 2004-07)

Año	Cañón Submarino	N transectas	Días	horas/transecta	Nr. transectas Guamblín	Nr. días Cañón de Guamblín
2002	Guafo - Ipún	43	20	11,2	4	1,9
2002	Guamblín	43	20	11,2	6	2,8
2002	Norte Taitao	43	20	11,2	4	1,9
2003	Guafo - Ipún	43	17	9,5	4	1,6
2003	Guamblín	43	17	9,5	6	2,4
2003	Norte Taitao	43	17	9,5	4	1,6
2004	Guafo - Ipún	43	16	8,9	4	1,5
2004	Guamblín	43	16	8,9	8	3,0
2004	Norte Taitao	43	16	8,9	4	1,5

5. Discusión

Del análisis de los resultados de esta Pesca de Investigación y en comparación con la efectuada el 2004, se confirma que la capacidad de la flota actual es limitada, por cuanto en ambos años la captura máxima durante los dos meses fue del orden de las 10 mil toneladas, lo que guarda directa relación con el número de barcos participantes (9 a 10), la capacidad de pesca de los hieleros, el tiempo de navegación ida y regreso al área de pesca (app. 10 horas en cada sentido), el tiempo de descarga en puerto (generalmente de 12 horas) y la limitación

del procesamiento del pescado en las plantas en tierra. Por su parte, los barcos fábrica, tienen la limitante del procesamiento de la planta abordo, de manera que para surtir a ésta con materia prima en buenas condiciones, necesariamente deben realizar un número inferior de lances, a pesar de contar con buenas marcas en el ecosonda. Por otro lado, existe la intencionalidad del patrón de pesca de limitar el volumen de captura con el fin de evitar el maltrato del pescado en el proceso de izado de la red.

La captura anual para la Unidad de Pesquería X-XI, durante el año 2005 fue de alrededor de 43 mil toneladas, por lo tanto, las 9020 toneladas capturadas en agosto – septiembre representan el 21%. A nivel mensual agosto aportó el 15,7% de la captura total para la unidad de pesquería en el año 2005. Vale decir, durante las pescas de investigación realizadas en pleno período de agregación reproductiva, los volúmenes de pesca, no hay sido exagerados y echan por tierra el mito de las altas capturas que ponen en riesgo al recurso.

Los resultados obtenidos vienen a confirmar el acierto de SUBPESCA al autorizar por segundo año consecutivo la pesca de investigación de la merluza de cola durante la época de agregación reproductiva. Esto es así porque se han logrado importantes avances en el conocimiento de la dinámica reproductiva de este recurso, tomando como plataforma de estudio la totalidad de la flota participante con observadores a bordo de cada barco y con un diseño observacional implementado durante el año 2004 y mejorado el 2005, lo que no sería posible de solventar con cruceros de investigación *ad hoc*.

Entre los resultados más destacables, está la constatación del patrón de ingreso del recurso al área reproductiva. Las mayores capturas se produjeron entre el 5 y el 25 de agosto en ambos años y con dos pick identificables: uno entre el 5 y el 15 de agosto y el segundo entre el 20 y el 25 del mismo mes. Indicando que podríamos estar en presencia de un desplazamiento del recurso agrupado en contingentes discretos. Relacionado con lo anterior, se estableció la existencia, también probable, de un modelo de desplazamiento de los

individuos desde el norte hacia el sur, es decir, las capturas comenzaron a observarse en el cañón submarino Guafo - Ipún durante la primera quincena de agosto, para ir incrementando su nivel en el cañón de Guamblín, que hasta el momento aparece como el área de desove más importante, pero no así como la única. Finalmente en septiembre decrece en Guamblín y las capturas de concentran en el área del cañón que hemos denominado Norte de Taitao. El recurso sale de esta área y se dispersa en el talud hacia aguas más profundas con fines tróficos.

La estructura de tamaños indica una altísima y robusta presencia de animales adultos (>55 cm) durante agosto y septiembre, en toda el área, subáreas y cañones submarinos, como era de esperar. Esta situación se refleja claramente, en la evolución diaria de la talla promedio, la cual permanece fluctuando en torno a los 70 cm, sin tendencia. En cambio el peso promedio, presenta una tendencia general leve a disminuir hacia fines de agosto. No obstante, en su evolución se observan picks con pesos promedios altos y otros con pesos promedio menores, que se han interpretado como ingreso de nuevos desovantes y eventos de desove, respectivamente.

La estimación de abundancia del stock desovante por el método hidroacústico en la zona de agregación reproductiva durante esta pesca de investigación, tiene una serie de primicias que valen la pena destacar en esta discusión : 1) es la primera vez que se realiza un barrido acústico tan intenso con la participación de parte importante de la flota y en un período continuo y prolongado, 2) la cobertura espacial estuvo centrada en el cañón submarino de Guamblín, donde se empleó una grilla fina que permite una interpolación más adecuada de la densidad entre puntos, y 3) la secuencia temporal de 48 horas en conjunto con la grilla fina permitió tener una mejor visión de la dinámica de la biomasa desovante en ese lugar y en el periodo de la prospección.

Desde el punto de vista de la estimación, la gran interrogante radica en la llegada de los peces a los lugares de desove. Es decir , ¿lo hacen todos

simultáneamente o lo hacen en forma de contingentes discretos?. Las estimaciones acústicas realizadas a través de proyectos FIP, se inclinan por la primera hipótesis, es decir que todos los peces llegan a desovar simultáneamente y por lo tanto bajo ella realizan sus diseños de prospección, tanto espacial como temporalmente. La estimación acústica realizada en esta PI recoge las dos hipótesis planteadas y tal como era de esperar entregan estimaciones diferentes, siendo mayor en un 30% la estimada bajo la hipótesis de contingentes discretos.

A la luz de los antecedentes aportados en esta investigación, resulta más verosímil la hipótesis de los contingentes discretos. Esta idea que ingresan a desovar en grupos se ve apoyada por: **1)** la variación de la CPUE en el área de la prospección, donde se observaron al menos dos pick de rendimientos importantes entre el 9 y el 31 de agosto cuando la flota concentró su esfuerzo en el cañón de Guamblín, y **2)** por la variabilidad diaria observada en el peso promedio en circunstancias que la talla promedio permaneció constante. En Guamblín se observan al menos tres eventos de caída del peso promedio de los peces, atribuibles a desoves y tres pick con peso promedio mayores indicando recambio de desovantes.

Bajo la hipótesis de llegada de contingentes discretos de desovantes, la biomasa desovante durante agosto en el cañón de Guamblín alcanzó a 102 mil toneladas, por lo tanto las 4.786 toneladas capturadas en ese cañón representan solo el 4,7%. Si se hace el mismo ejercicio, ahora considerando las estimaciones acústicas 2005 de IFOP (180.557 toneladas) en toda el área de estudio, las 6.766 toneladas capturadas por la flota en agosto, en igual extensión espacial, representan sólo el 3,75% del total evaluado.

El proceso reproductivo, indica claramente que se repitió el patrón descrito por [Rubilar et al., 2005](#), es decir que el período de mayor actividad, ocurrió en agosto, específicamente entre 10 y el 25 de dicho mes. En el caso del cañón submarino de Guamblín, este patrón está compuesto de, por lo menos, dos pick de desoves correspondientes a contingentes distintos. No obstante, a nivel global, es decir en el área estudiada, el proceso de desove presenta

variabilidad espacio-temporal que es preciso tener en cuenta al momento de diseñar las prospecciones acústicas. El supuesto, de que todo el stock adulto concurre simultáneamente a desovar y que la cobertura espacial y temporal son las adecuadas para calzar el proceso en su momento pick, son por lo tanto insostenibles. A la luz de los antecedentes derivados de esta PI, las coberturas espaciales y temporales usadas en las prospecciones acústicas realizadas a través de los proyectos FIP, son ineficientes por los siguientes motivos: **1)** La cobertura temporal global usada, permite sólo por azar llegar al momento de máxima concentración reproductiva. Por ejemplo, la evaluación acústica fue realizada entre el 4 y el 13 de agosto de 2005, no coincidiendo con el máximo de concentración reproductiva; **2)** no recogen o no se hacen cargo de la variabilidad que puede existir en la llegada y periodo de concentración máxima reproductiva entre los distintos lugares de desove, en este caso cañones submarinos. Las coberturas temporales de los cañones submarinos no superan los 3 días - buque y por lo tanto difícilmente se logra seguir la llegada y salida de los desovantes y dar con el momento de máxima concentración y **3)** El proceso reproductivo de merluza de cola no sólo ocurre en el área de la PI y en el área donde habitualmente se realizan las prospecciones acústicas, por lo tanto la cobertura espacial, también debe ser ajustada.

Desde el punto de vista metodológico, resultó interesante poder comparar los resultados obtenidos mediante el análisis macroscópico de estados de madurez, con el análisis de la maduración y evolución derivada de los análisis microscópicos de las gónadas de merluza de cola en laboratorio. En términos generales el análisis macroscópico recoge bien tendencia del proceso de desove, detectándose las mayores diferencias en la clasificación de los estadios inmaduros y en recuperación. En este sentido, es posible que nuestra clasificación haya podido confundir individuos ya desovados y en proceso de recuperación, con individuos inmaduros, cuya presencia en el área y periodo de estudio, según el análisis microscópico fue muy baja, ya que las muestras analizadas indican que prácticamente

todas las hembras se encontraban maduras o desovadas en el periodo de estudio.

Respecto de la CPUE como indicador de la abundancia, por el momento, se ha detectado una correlación positiva entre la abundancia acústica y la CPUE nominal. Esto indica primariamente que la CPUE sería un buen indicador de la abundancia en algún área particular. Específicamente, parece ser un buen indicador para áreas discretas como los cañones. Sin embargo, esta relación auspiciosa será analizada en mayor profundidad y sus resultados serán entregados en un informe complementario al actual. En dicho informe, también serán entregados los resultados de la relación entre la CPUE y el índice de área barrida, cuyo análisis se ha visto dificultado y demorado por el tratamiento previo que es necesario hacer para obtener una batimetría adecuada para las estimaciones de área barrida.

En este informe, a partir de la información de ecosondas se ha obtenido una batimetría bastante buena para algunos sectores del cañón de Guablín que ha permitido conocer más aspectos de su topografía. También resulta interesante poder relacionar o conocer que condiciones ambientales ofrecen estos accidentes topograficos (cañones) para que las merluzas de cola se concentren a desovar. En esta PI se hizo un intento para relacionar a la temperatura, como una posible variable que influye en la formación de estas concentraciones. No obstante, sus resultados hay que mirarlos con cuidado, principalmente por la falta de una calibración de los instrumentos de medida intra y entre buques.

6. Conclusiones y recomendaciones

- 1) Se confirma que la capacidad extractiva de la flota (esfuerzo) está limitada, por cuanto en los años 2004 y 2005 la captura durante agosto- septiembre fluctuó en torno a las 10 mil toneladas.
- 2) Las 9.020 toneladas de merluza de cola capturadas en agosto – septiembre representan el 21% de la captura 2005 de la Unidad de Pesquería XI - XII. A nivel

mensual agosto aportó el 15,7% de la captura total para la unidad de pesquería.

- 3) Se constata el patrón de ingreso del recurso al área reproductiva. Las mayores capturas se produjeron entre el 5 y el 25 de agosto en ambos años y con dos pick identificables: uno entre el 5 y el 15 de agosto y el segundo entre el 20 y el 25 del mismo mes. Indicando que podríamos estar en presencia de un desplazamiento del recurso agrupado en contingentes discretos.
- 4) Existe evidencia para establecer la existencia de un modelo de desplazamiento de desove de norte a sur, de acuerdo con la operación de la flota. ES decir, Guafo - Ipún durante la primera quincena de agosto, el cañón de Guamblín, desde inicios hasta fines de agosto y cañón Norte de Taitao en septiembre.
- 5) La estructura de tamaños indica una robusta presencia de animales adultos (>55 cm) durante agosto y septiembre, en toda el área, subáreas y cañones submarinos. Lo que se refleja en la evolución diaria de la talla promedio, que fluctuó en torno a los 70 cm, sin tendencia.
- 6) El peso promedio de los peces, presentó una tendencia general a disminuir hacia fines de agosto. No obstante, en su evolución diaria se observaron periodos con pesos promedios altos y otros con pesos promedio bajos, que se interpretaron como ingreso de nuevos desovantes y eventos de desove, respectivamente.
- 7) La estimación de la biomasa desovante por el método hidroacústico en el cañón de Guamblín tiene las siguientes primicias: **a)** es la primera vez que se realiza un barrido acústico tan intenso con la participación de parte importante de la flota y en un período continuo y prolongado, **b)** la cobertura espacial estuvo basada una grilla fina que permite una mejor interpolación de la densidad entre puntos. Lo anterior permitió tener una mejor visión de la dinámica de la biomasa desovante en ese lugar y en el periodo de la prospección al contar con una secuencia temporal de 48 horas y la grilla fina.
- 8) Desde el punto de vista de la estimación, la gran interrogante radica en la llegada de los peces a los lugares de desove. Es decir, ¿lo hacen todos simultáneamente o lo hacen en forma de contingentes discretos?. La estimación acústica realizada en esta PI recogió las dos hipótesis planteadas y tal como era de esperar entregan estimaciones diferentes, siendo mayor en un 30% la derivada de la hipótesis de contingentes discretos. En efecto bajo la hipótesis de llegada de contingentes discretos de desovantes, para el cañón de Guamblín en agosto del 2005 la biomasa estimada alcanzó las 102 mil toneladas.
- 9) La hipótesis que los desovantes ingresan en grupos se apoya en la siguientes evidencias: **1)** la variación de la CPUE en el área de la prospección, donde se observaron al menos dos pick de rendimientos importantes entre el 9 y el 31 de agosto y **2)** por la variabilidad diaria observada en el peso promedio en tanto que la talla promedio permaneció constante.
- 10) A la luz de los antecedentes derivados de esta PI, las coberturas espaciales y temporales usadas en las prospecciones acústicas realizadas a través de los proyectos FIP, son inadecuadas porque: **1)** La cobertura temporal global ha sido insuficiente, permitiendo sólo por azar llegar al momento de máxima concentración reproductiva, y como consecuencia la cobertura temporal de los cañones submarinos, donde ocurre efectivamente la concentración de desovantes, no supera los 3 días – buque. **2)** no recogen o no se hacen cargo de la variabilidad que existe en la llegada y en el periodo de concentración máxima

reproductiva entre los distintos lugares de desove, en este caso cañones submarinos.

- 11) En términos generales el análisis macroscópico recoge bien tendencia del proceso de desove, detectándose las mayores diferencias en la clasificación de los estadios inmaduros y en recuperación.
- 12) Respecto de la CPUE como indicador de la abundancia, por el momento, se ha detectado una correlación positiva entre la abundancia acústica y la CPUE nominal en el cañón de Guamblín.
- 13) Esta relación auspiciosa debe analizada en mayor profundidad, específicamente relacionando la CPUE estándar con la abundancia.
- 14) El análisis batimétrico ha permitido conocer más aspectos de la topografía del cañón submarino de Guamblín.
- 15) La temperatura, como una posible variable que influye en la formación de concentraciones reproductivas debe ser mirada con precaución, mientras no se solucionen los problemas de calibración de los instrumentos usados.

7. Referencias

- Balbontín F & R Bravo. 1993. Fecundidad, Talla de la primera madurez sexual y datos biométricos en la merluza del sur *Merluccius australis*. Revista de Biología marina 28(1): 111-132.
- Barr, R. 1999. Computations of the Acoustic Dead Zone (ADZ) for a realistic transducer (Simrad ES38DD) above horizontal and inclined smooth seabeds. In Doonan, I., Coombs, R., Barr, R., McClatchie, M., Grimes, P., Hart, A., Tracey, D., and P. McMillan (eds.) Estimation of the absolute abundance of orange roughy on the Chatham Rise. National Institute for Water and Atmosphere, Wellington, NZ. Ministry of Fisheries Research Project ORH9701. Appendix I. 11 p.
- Boyer, D., E. Niklitschek, I. Hampton, J. Nelson, M. Soule, A. Lafon & H. Boyer. 2003. Evaluación hidroacústica de biomasa de las principales agregaciones reproductivas de orange roughy *Hoplostethus atlanticus* (2003) en los montes submarinos adyacentes al Archipiélago de Juan Fernández (V Región de Valparaíso). Universidad Austral de Chile/Fisheries Resource Surveys, Cape Town, South Africa. CT 03-12. 95 p.
- Cochran WG. 1997. Sampling techniques. New Cork, John Wiley and Sons, Inc., 428 pp. 3a. ed.
- Cressie, N.A.C. 1991. Statistics for Spatial Data. John Wiley and Sons, Inc., New York. 900 p.
- Do, M.A. & A.M. Surti. 1990. Estimation of dorsal aspect target strength of deep-water fish using a simple model of swimbladder backscattering. J. Acoust. Soc. Am. 87: 1588-1596.
- Doonan, I., R. Coombs & S. McClatchie. 2003. The absorption of sound in seawater in relation to the estimation of deep-water fish biomass. ICES J. Mar.Sci. 60: 1047-1055.
- Efron B & RJ Tibshirani. 1993. An introduction to the bootstrap. Chapman & Hall, London.
- Ernst B, G. Aedo, R. Roa, L. Cubillos, P. Rubilar, A. Zuleta, L. Castro & M. Landaeta. 2005. Evaluación del reclutamiento de merluza de cola entre la V y X regiones: revisión metodológica. Informe final Proyecto FIP 2004-12. Universidad de Concepción – FIP (Septiembre 2005).
- Foot, K.G. 1982. Optimizing cooper spheres for precision calibration of hydroacoustic equipment. J. Acoust. Soc. Am. 71: 742-747.
- Honkalehto, T. & T. Ryan. 2003. Analysis of industry acoustic observations of orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) spawning aggregations on the Cascade Plateau off southeastern Tasmania in June and July 2003. NMFS-USA, CSIRO-Australia, Hobart, Australia. 38 p.
- Horn, H.S. 1966. Measurement or “overlap” in comparative ecological studies. Am. Natur. 100:419-424.
- Jolly, G.M. & I. Hampton. 1990. A stratified random transect design for acoustic surveys of fish stocks. Can. J. Fish. Aqu. Sci. 47: 1282-1291.
- Lillo, S., J. Córdova & A. Paillamán. 1996. Target strength measurements of hake and jack mackerel. ICES Journal of Marine Science. 53: 267-271.
- Littel, R.C., G.A. Milliken, W.W. Stroup & R.D. Wolfinger. 1996. SAS system for mixed models. SAS Institute Inc., Cary, N.C. 633 p.
- McLennan, D.N. & E.J. Simmonds. 1992. Fisheries Acoustics. Chapman & Hall, London. 325 pp.
- Manly BFJ. 1997. Randomization and Monte Carlo Methods in Biology, 2º edn. Chapman & Hall, London.
- McGullagh, P. 1980. Regression models for ordinal data. J. Royal Stat. Soc., Series B 42: 109-142.
- Niklitschek, E., D. Boyer, R. Merino, I. Hampton, M. Soule, J. Nelson, J. Cornejo, A. Lafon, C. Oyarzún, R. Roa & T. Melo. 2005a. Estimación de la biomasa reproductiva de orange roughy en sus principales zonas de concentración, 2004. Universidad Austral de Chile, Valparaíso. FIP 2004-13. 159 p.
- Niklitschek E, J Cornejo y E. Hernández. 2005b. estimación preliminar de factibilidad de evaluación hidroacústica de agregaciones de jibia. Informe Final CEPES-SUBPESCA.

- Palma, S. & S. Rosales. 1995. Composición, distribución y abundancia estacional del macroplankton de la bahía de Valparaíso. *Invest. Mar.*, Valparaíso, 23: 49-66.
- Rosales, S. & J. Sepúlveda. 1992. Estructura comunitaria de copépodos calanoides entre Los Vilos y Valparaíso (Enero 1990), *Invest. Mar.*, Valparaíso, 20:33-54.
- Rubilar, P. y A. Zuleta. 2005. Revisión de la hipótesis de una sola área de desove de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*, Lönnberg) en Chile. Documento CEPES-UACH. Refundido en: Ernst B, G. Aedo, R. Roa, L. Cubillos, P. Rubilar, A. Zuleta, L. Castro & M. Landaeta. 2005. Evaluación del reclutamiento de merluza de cola entre la V y X regiones: revisión metodológica. Informe final Proyecto FIP 2004-12. Universidad de Concepción -FIP. (Septiembre 2005)
- Rubilar, P., A. Zuleta y R. Gili. 2005. Informe Pesca de Investigación "Efectos sobre la selectividad, CPUE y desempeño de la pesca comercial de las innovaciones tecnológicas y regulaciones administrativas, en la UPNE". Centro de Estudios Pesqueros (CEPES) – Universidad Austral de Chile. 67 pág (incluidas figuras y anexos)
- Saíz, F. 1980. Experiencias en el uso de criterios de similitud en el estudio de comunidades. *Arch. Biol. Med. Exp.*, 13(4): 387 - 402.
- Sawada, K. & N. Williamson. 2003. Matlab(c) coding for Stanton (1982)'s model of transducer motion effects upon directivity integral, pers. Comm.
- Searle, S.R. 1987. Linear models for unbalanced data. Wiley, New York (USA). 536 p.
- Sneath, P.H.A y R.R. Sokal. 1973. Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification, W.H. Freeman, San Francisco. 573 pp.
- Sparre, P. y S.C. Venema. 1997. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. FAO Fish. Tech. Pap., N°306.1, Rev. 2. Roma, 420 pp.
- SONARDATA. 2005. Echoview, Sonardata, Hobart, Australia.
- Stanton, T.K. 1982. Effects of transducer motion on echo-integration techniques. *J. Acoust. Soc. Am.* 72: 947-949.
- Troncoso P. 2004. Maduración ovárica en la merluza de cola (*Macruronus magellanicus* Lönnberg, 1907) en dos periodos principales de desove (2002 - 2003), en la zona austral de Chile. Tesis de Biología Marina, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Valparaíso, Valparaíso, 55 pp.
- Whittle, P. 1954. On stationary processes in the plane. *Biometrika* 41: 434-449.
- Zuleta, A. y P. Rubilar. 2005. Revisión de la hipótesis de migración estacional del stock adulto. Documento CEPES-UACH. Refundido en: Ernst B, G. Aedo, R. Roa, L. Cubillos, P. Rubilar, A. Zuleta, L. Castro & M. Landaeta. 2005. Evaluación del reclutamiento de merluza de cola entre la V y X regiones: revisión metodológica. Informe final Proyecto FIP 2004-12. Universidad de Concepción -FIP (Septiembre 2005).

ANEXOS

ANEXO A

1. RESOLUCIÓN EXENTA N° 2523 DEL 5 DE AGOSTO DE 2005 DE LA SUBSECRETARÍA DE PESCA.
2. RESOLUCIÓN EXENTA N° 2598 DEL 11 DE AGOSTO DE 2005 DE LA SUBSECRETARÍA DE PESCA.



AUTORIZA A LA UNIVERSIDAD AUSTRAL
DE CHILE PARA REALIZAR PESCA DE
INVESTIGACION QUE INDICA.

VALPARAISO, 05 AGO. 2005

R. EX N° 2523

VISTO: Lo solicitado por la Universidad Austral de Chile mediante Carta de fecha 20 de julio de 2005, C.I. SUBPESCA N° 7528 de 2005, complementada mediante Carta de fecha 27 de julio de 2005, C.I. SUBPESCA N° 7529 de 2005; lo informado por la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría en Memorándum Técnico (P.INV.) N° 143/2005, de fecha 01 de agosto de 2005; los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto denominado "*Distribución y abundancia de las agregaciones reproductivas de merluza de cola*", elaborados por el solicitante y aprobados por esta Subsecretaría; lo dispuesto en el D.F.L. N° 5 de 1983; la Ley General de Pesca y Acuicultura N° 18.892 y sus modificaciones cuyo texto refundido fue fijado por el D.S. N° 430 de 1991, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; la Ley N° 19.713 y N° 19.880; los D.S. N° 461 de 1995 y N° 686 de 2000, y los Decretos Exentos N° 140 de 1996, N° 1055 y N° 1056, ambos de 2004; N° 257 y 625, ambos de 2005, todos del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.

RESUELVO:

1-. Autorízase a la Universidad Austral de Chile, R.U.T. N° 81.380.500-6, domiciliada para estos efectos en el Centro Trapananda, Calle Portales N° 73, Coyhaique, XI Región, para efectuar una pesca de investigación de conformidad con los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto denominado "*Distribución y abundancia de las agregaciones reproductivas de merluza de cola*", elaborados por el solicitante y aprobados por esta Subsecretaría.

2-. El objetivo principal de la pesca de investigación consiste en obtener estimaciones directas de la abundancia del stock de Merluza de cola (biomasa acústica) en el área de la agregación reproductiva (Isla Guafo- Península de Taitao) durante agosto y septiembre de 2005 como asimismo efectuar un monitoreo del proceso reproductivo de la especie, determinando la variabilidad del patrón de distribución espacio-temporal de este proceso.

3-. La pesca de investigación que por la presente resolución se autoriza se efectuará entre la fecha de la presente Resolución y el 30 de septiembre de 2005, ambas fechas inclusive, en las siguientes áreas de pesca:

- a) En el área comprendida entre los paralelos 43° 44,17' L.S. y 47° L.S., desde las líneas de base rectas y hasta el límite oeste correspondiente a la líneas paralela imaginaria trazada a una distancia de 60 millas náuticas.

No obstante lo anterior, las naves fábrica participantes en la presente pesca de investigación, sólo podrán operar en el área marítima comprendida entre los paralelos 44°30' L.S. y 47°00' L.S, desde las líneas de base rectas y hasta el límite oeste correspondiente a la línea paralela imaginaria trazada a una distancia de 60 millas náuticas.

- b) En el área del cañón submarino ubicado al sur de la Isla Guafo, circunscrito por el polígono de vértices que se indican, en la cual sólo podrá operar el barco fábrica. **CABO DE HORNOS**, de propiedad de Pesca Chile S.A.:

Vértice A: 44°47,1' L.S. 75°34,1' L.O.
 Vértice B: 45°06' L.S. 74°34' L.O.
 Vértice C: 45°28,5' L.S. 74°44,5' L.O.
 Vértice D: 45°08,4' L.S. 75°44,6' L.O.

- 4-. Podrán participar de la presente pesca de investigación las siguientes naves industriales:

NAVE	MATRICULA	ARMADOR
FRIOSUR VII	2803	FRIOSUR VII S.A.
FRIOSUR VIII	2861	FRIOSUR VIII S.A.
FRIOSUR IX	2876	FRIOSUR IX S.A.
FRIOSUR X	2965	FRIOSUR X S.A.
CABO DE HORNOS	3102	PESCA CHILE S.A.
SAINT PIERRE	3059	PESCA CHILE S.A.
BOSTON BEVERLY	2246	PESCA CHILE S.A.
BOSTON BLENHEIM	2247	PESCA CHILE S.A.
COTE SAINT JACQUES	2787	PESCA CHILE S.A.
UNZEN	2587	EMDEPES S.A.
UNIONSUR	3087	EMDEPES S.A.
OCEAN DAWN	3094	PESQUERA YELCHO S.A.

5-. En cumplimiento del objetivo de la presente pesca de investigación, las naves industriales antes individualizadas podrán capturar el recurso hidrobiológico Merluza de cola *Macruronus magellanicus* y las especies que constituyan su fauna acompañante, siempre que se encuentren contenidas en las autorizaciones de pesca de la respectiva nave.

Durante la vigencia de la veda biológica establecida mediante Decreto Exento N° 140 de 1996, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, las naves participantes en la presente pesca de investigación, podrán extraer el recurso Merluza del sur *Merluccius australis* sólo en calidad de fauna acompañante, en la pesca dirigida a otros peces demersales en el porcentaje autorizado en la mencionada regulación.

Las capturas efectuadas en el marco de la presente pesca de investigación se someterán a las siguientes reglas de imputación:

- Las capturas de Merluza de cola se imputarán a los límites máximos de captura autorizados a los armadores participantes en la presente pesca de investigación, establecidos en el Decreto Exento N° 1055 de 2004, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.
- Las capturas de Merluza del sur se imputarán a los límites máximos de captura autorizados a los armadores participantes en la presente pesca de investigación, establecidos en el Decreto Exento N° 1056 de 2004, modificado mediante Decreto Exento N° 625 de 2005, ambos del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.

En el evento que el armador no cuente límite máximo de captura de Merluza del sur, las capturas se imputarán a la reserva autorizada a ser extraída en calidad de fauna acompañante, conforme los montos y los porcentajes establecidos en el Decreto Exento N° 257 de 2005, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.

Las reglas de imputación anterior se entienden sin perjuicio de la limitación del porcentaje máximo de desembarque de Merluza del sur señalado en el inciso 2° del presente numeral, autorizado durante la vigencia de la veda biológica establecida mediante Decreto Exento N° 140 de 1996, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.

- c) Las capturas de las otras especies se imputarán a los límites máximos de captura autorizados al respectivo armador. En el evento que el armador no cuente con límite máximo de captura respecto de la especie o las especies, las capturas se imputarán a la reserva autorizada a ser extraída en calidad de fauna acompañante, conforme los montos y los porcentajes establecidos en el Decreto Exento N° 257 de 2005, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.

6.- Los titulares de las naves autorizadas para operar en virtud de la presente pesca de investigación deberán cumplir con las siguientes obligaciones:

- a) Realizar las labores de pesca de investigación con sujeción a los diseños operativos determinados por la Universidad Austral de Chile.
- b) Informar las capturas efectivas y su destino conforme las normas legales y reglamentarias vigentes. La información de captura deberá certificarse por una Entidad Auditora acreditada por el Servicio Nacional de Pesca, de conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 19.713, según corresponda.
- c) Contar a bordo de cada nave autorizada para participar en la pesca de investigación, con a lo menos un observador científico designado por la Universidad Austral de Chile, a partir del 10 de agosto de 2005 y entregar todas las facilidades para que los observadores puedan recopilar y transmitir la información necesaria para el cumplimiento del plan de trabajo durante todo el periodo de la pesca de investigación, sin perjuicio de los fiscalizadores que designe el Servicio Nacional de Pesca.
- d) Comunicar al Servicio Nacional de Pesca y al peticionario, los puertos, la fecha y la hora de zarpe y recalada de las naves participantes.
- e) En general dar cumplimiento a las obligaciones legales y reglamentarias establecidas para la realización de actividades pesqueras extractivas y medidas de administración establecidas para la especie en estudio, con exclusión de aquellas expresamente exceptuadas mediante la presente pesca de investigación.

7.- El incumplimiento de las obligaciones establecidas en la presente pesca de investigación o la infracción a la normativa pesquera, importará el término inmediato de la autorización otorgada a la nave infractora, sin que sea necesario formalizarlo.

Para estos efectos, el Servicio Nacional de Pesca comunicará mediante Oficio a la Subsecretaría de Pesca el incumplimiento de las obligaciones a la presente pesca de investigación o la infracción a la normativa pesquera. Lo anterior, sin perjuicio de las sanciones que correspondan de acuerdo con lo dispuesto en los títulos IX y X de la Ley General de Pesca y Acuicultura.

8.- Los titulares de las naves industriales indicadas en el numeral 4° de la presente Resolución podrán disponer de las capturas, incluyendo el desembarque y procesamiento de las mismas, una vez recopilada la información necesaria para el cumplimiento de los objetivos del estudio.

9.- La Universidad Austral de Chile deberá remitir a la Subsecretaría los siguientes informes, en los plazos que en cada caso se indica:

- a) Antes del 20 de Octubre de 2005, deberá entregar en formato electrónico, un reporte con los registros de sondas, conforme las exigencias establecidas en la Publicación Náutica SHOA N° 3101 "*Instrucciones Hidrográficas N° 1-Líneas de Sondas para Completar Sondaje de Cartas Náuticas*". Una vez recibido el reporte antes señalado, la Subsecretaría de Pesca lo remitirá al Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile para fines de administración pesquera.
- b) Antes del 31 de Octubre de 2005, el solicitante deberá entregar un informe de avance con los análisis efectuados hasta la fecha y los principales resultados encontrados, incluyendo un anexo, en formato electrónico, las bases de datos generadas durante el desarrollo de la pesca de investigación.
- c) Un informe final conteniendo todos los resultados comprometidos, con un plazo máximo de entrega el día 31 de diciembre de 2005.

10.- El peticionario designa como persona responsable de esta pesca de investigación, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 102 del D.S. N° 430 de 1991, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, a su Rector, don Carlos Amtmann Moyano, R.U.T. N° 4.856.538-7, domiciliado en Independencia N° 641, Valdivia, X Región.

11.- La presente resolución deberá publicarse en extracto en el Diario Oficial, por cuenta del interesado, dentro del plazo de 30 días contados desde su fecha, quedando sin efecto de no publicarse en el plazo señalado.

12.- Esta autorización es intransferible y no podrá ser objeto de negociación alguna.

13.- El solicitante deberá dar cumplimiento a las obligaciones establecidas en los D.S. N° 430 de 1991 y N° 461 de 1995, ambos del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, sin perjuicio del cumplimiento de las obligaciones que se establecen en la presente Resolución. El incumplimiento hará incurrir al titular en el término inmediato de la pesca de investigación sin que sea necesario formalizarlo.

14.- La infracción a las disposiciones legales y reglamentarias sobre pesca de investigación, será sancionada con las penas y conforme al procedimiento establecido en la Ley General de Pesca y Acuicultura.

15.- El Servicio Nacional de Pesca deberá adoptar las medidas y efectuar los controles que sean necesarios para lograr un efectivo cumplimiento de las disposiciones de la presente resolución.

16.- La presente Resolución podrá ser impugnada por la interposición del recurso de reposición contemplado en el artículo 59 de la ley 19.880, ante esta misma Subsecretaría y dentro del plazo de 5 días hábiles contados desde la respectiva notificación, sin perjuicio de la aclaración del acto dispuesta en el artículo 62 del citado cuerpo legal y de las demás acciones y recursos que procedan conforme la normativa vigente.

17-. Transcribase copia de esta Resolución a la
Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante y al Servicio Nacional de Pesca.

**ANOTESE, NOTIFIQUESE POR CARTA CERTIFICADA Y PUBLIQUESE EN
EXTRACTO POR CUENTA DEL INTERESADO.**

(Firmado) FELIPE SANDOVAL PRECHT, SUBSECRETARIO DE PESCA
Lo que transcribo a Ud., para su conocimiento.



Saluda atentamente a Ud.,

JOSE ROMERO YANJARI
Jefe Departamento Administrativo

MODIFICA PESCA DE INVESTIGACION QUE
INDICA.

VALPARAISO, 11 AGO 2005

R. EX N° 2598

VISTO: Lo informado por la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría en Memorandum Técnico (P.INV.) N° 155/2005, de fecha 09 de agosto de 2005; los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto denominado "*Distribución y abundancia de las agregaciones reproductivas de merluza de cola*", elaborados por el solicitante y aprobados por esta Subsecretaría; lo dispuesto en el D.F.L. N° 5 de 1983; la Ley General de Pesca y Acuicultura N° 18.892 y sus modificaciones cuyo texto refundido fue fijado por el D.S. N° 430 de 1991, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; la Ley N° 19.713 y N° 19.880; los D.S. N° 461 de 1995 y N° 686 de 2000, y los Decretos Exentos N° 140 de 1996, N° 1055 y N° 1056, ambos de 2004; N° 257 y 625, ambos de 2005, todos del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.

RESUELVO:

1.- Modifícase la resolución N° 2523 de 2005, de esta Subsecretaría que autorizó a la Universidad Austral de Chile, R.U.T. N° 81.380.500-6, domiciliada para estos efectos en el Centro Trapananda, Calle Portales N° 73, Coyhaique, XI Región, para efectuar una pesca de investigación de conformidad con los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto denominado "*Distribución y abundancia de las agregaciones reproductivas de merluza de cola*", en el sentido siguiente:

a) Reemplazar la letra b) del numeral 3º letra por el siguiente:

"b) En el área del cañón submarino ubicado al sur de la Isla Guambín, circunscrito por el polígono de vértices que se indican a continuación:

Vértice A: 44°47,1' L.S.	75°34,1' L.O.
Vértice B: 45°02' L.S.	74°50' L.O.
Vértice C: 45°24' L.S.	74°53' L.O.
Vértice D: 45°08,4' L.S.	75°44,6' L.O.

En el área señalada precedentemente sólo podrán operar simultáneamente un total de 5 naves autorizadas para participar en la presente pesca de investigación, de las cuales 3 podrán ser embarcaciones fábrica. Para estos efectos, la Austral de Chile deberá comunicar a la Dirección Regional de Pesca de la XI Región, del Servicio Nacional de Pesca, el ingreso y la salida de las embarcaciones a la señalada área.

En esta área se efectuará una evaluación hidroacústica del stock de merluza de cola para lo cual se deberá realizar un mínimo de siete prospecciones las que considerarán transectos cada 3 y 1 milla para la zona de menor y mayor concentración, respectivamente. En cada prospección deberán participar al menos 3 embarcaciones del total de las 5 naves que operen simultáneamente, las que deberán tener el equipamiento y personal adecuado, siendo obligación que contemplen a bordo un técnico entrenado en evaluación hidroacústica de recursos pesqueros."

- b) Agrégase la siguiente letra d) al numeral 9:

"Cada 7 días, desde la fecha de la presente autorización, deberá remitir al Servicio Nacional de Pesca y a la Subsecretaría de Pesca, la nómina con los nombres de los observadores científicos embarcados en cada una de las naves indicadas en la presente autorización."

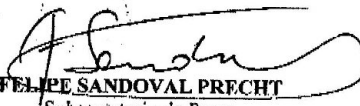
2.- Los armadores autorizados en esta pesca de investigación deberán contar en todas las naves que operen en la zona señalada en la letra b) del numeral 3° con inspectores del Servicio Nacional de Pesca y proveerles acomodaciones correspondiente a la categoría de oficial. La fecha a partir de la cual, será exigible esta obligación, así como el procedimiento para su embarque y desembarque será determinado por el Servicio Nacional de Pesca.

3.- La presente resolución deberá publicarse en extracto en el Diario Oficial, por cuenta del interesado, dentro del plazo de 30 días contados desde su fecha, quedando sin efecto de no publicarse en el plazo señalado.

4.- La presente Resolución podrá ser impugnada por la interposición del recurso de reposición contemplado en el artículo 59 de la ley 19.880, ante esta misma Subsecretaría y dentro del plazo de 5 días hábiles contados desde la respectiva notificación, sin perjuicio de la aclaración del acto dispuesta en el artículo 62 del citado cuerpo legal y de las demás acciones y recursos que procedan conforme la normativa vigente.

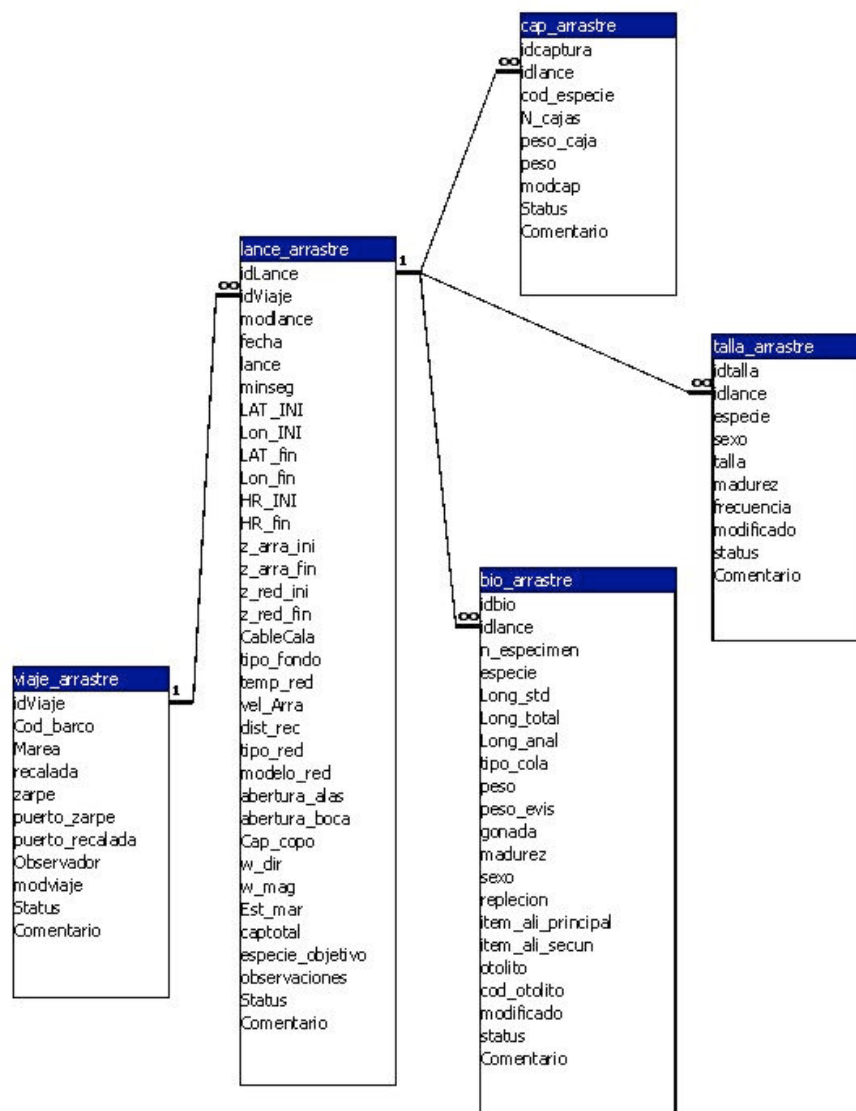
5.- Transcribese copia de esta Resolución a la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante y al Servicio Nacional de Pesca.

ANOTESE, NOTIFIQUESE POR CARTA CERTIFICADA Y PUBLIQUESE EN EXTRACTO POR CUENTA DEL INTERESADO.


FELIPE SANDOVAL PRECHT
Subsecretario de Pesca

ANEXO B

ESTRUCTURA RELACIONAL DE LA BASE DE DATOS DE MERLUZA DE COLA



ANEXO C

ACTIVIDADES DE LOS BARCOS FÁBRICA Y HIELEROS DURANTE EL PERÍODO DE LA PESCA DE INVESTIGACIÓN.

- *NOMBRE DEL BARCO*
- *ARMADOR*
- *OBSERVADOR CIENTÍFICO*
- *NÚMERO DE LA MAREA*
- *DURACIÓN DE LA MAREA*