

INFORME FINAL FIPA № 2017-47

SELECTIVIDAD EN REDES DE ARRASTRE EN USO EN LA PESQUERIA DE MERLUZA COMUN: SU EFECTO EN LA EXPLOTACIÓN, EN LA FAUNA ACOMPAÑANTE Y EN LA CAPTURA INCIDENTAL

Licitación ID 4728-72-LQ17



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR Y GEOGRAFÍA ESCUELA DE CIENCIAS DEL MAR VALPARAÍSO – CHILE







Instituto de Investigación Pesquera

Título Selectividad en redes de arrastre en uso en la pesquería de

merluza común: su efecto en la explotación, en la fauna

acompañante y en la captura incidental

Requirente Subsecretaría de Pesca y Acuicultura

Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura

Contraparte Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Facultad de Ciencias del Mar y Geografía

Unidad ejecutora Escuela de Ciencias del Mar

Avenida Altamirano 1480

Casilla 1020 Valparaíso

Jefe de proyecto Dante Queirolo Palma

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Fono: 56-32-2274264

E-mail: dante.queirolo@pucv.cl

Queirolo, D., C. Canales, C. Gatica, A. Sepúlveda, M. Ahumada, P. Apablaza & A. Zúñiga. 2019. Selectividad en redes de arrastre en uso en la pesquería de merluza común: su efecto en la explotación, en la fauna acompañante y en la captura incidental. Informe Final. Informe Técnico FIPA Nº2017-47. 181 pp.

Equipo de Trabajo

Nombre	Función
Dante Queirolo	Jefe de proyecto, simulación dinámica y selectividad de tallas
Cristian Canales	Modelación de selectividad y evaluación del efecto sobre la conservación
Aquiles Sepúlveda	Análisis de fauna acompañante y del efecto sobre la conservación
Claudio Gatica	Análisis del patrón de explotación
Mauricio Ahumada	Análisis de capturabilidad y selectividad de tallas
Pedro Apablaza	Jefe de operaciones, caracterización del arte y desempeño operacional
Arnaldo Zúñiga	Análisis de fauna acompañante
Nicolás Adasme	Apoyo en análisis de evaluación de selectividad
Nazareth Sánchez	Apoyo en análisis de evaluación de efectos sobre la conservación
José Merino	Jefe de muestreo, levantamiento de planos
Víctor Zamora	Dibujo en Autocad, simulación dinámica y apoyo a operaciones
Roberto Escobar	Toma de datos a bordo y apoyo en simulación dinámica
René Riffo	Coordinador de experiencias a bordo de nave pesquera
Rubén Mena	Toma de datos a bordo y
Rodolfo Muñoz	Coordinador de experiencias a bordo de nave pesquera
Técnicos muestreadores	Toma de datos a bordo
Técnicos de apoyo	Digitación y preparación de bases de datos

Resumen Ejecutivo

El 15 de noviembre de 2017, según R.Ex. Subpesca N°3681, se aprobó el contrato de investigación para la ejecución del proyecto FIPA 2017-47 "Selectividad en redes de arrastre en uso en la pesquería de merluza común: su efecto en la explotación, en la fauna acompañante y en la captura incidental".

En primer lugar, se llevó a cabo la revisión de literatura científica respecto a la selectividad de redes de arrastre en pesquerías de peces de las familias Merlucciidae y Gadidae. Como tendencia general, es posible señalar que el factor de selectividad, correspondiente a la razón entre la talla de primera captura y el tamaño de luz de malla, corresponde a 0,336 y 0,353, respectivamente.

A partir de una revisión de los diseños de red tradicionalmente usados en la pesquería de merluza común en Chile, se identificó que un reducido número explica la mayoría de los lances realizados (>90% de los lances). Así, cabe indicar que la flota basa su captura en el uso de redes correspondientes a los modelos Engel (dos paneles), Celta (dos paneles) y, recientemente, Tornado, todas construidas en Chile, y cuyas dimensiones varían conforme al tamaño de la nave que la opera.

Como primera aproximación a la selectividad de los paños de red usados en la pesquería, se llevó a cabo una experiencia para la estimación de la selectividad teórica de diseño para luces de malla entre 90 y 120 mm, utilizando placas acrílicas perforadas con las dimensiones y configuración de mallas, considerando coeficientes de abertura entre 0,2 y 0,7. Por ejemplo, para una de las mallas más usadas en la pesquería (100 mm de luz de malla), se estimó que la talla de primera captura (L_{50} %)con un coeficiente de abertura de 0,3 es de 30 cm LT aproximadamente, mientras que al emplear un coeficiente de abertura de 0,4, es de 34 cm LT.

Mediante la aplicación del método de copo cubierto, se estimó la selectividad empírica en tres redes de arrastre usadas por la flota, cuyos valores de tamaño de primera captura correspondieron a 29,0 cm LT para la red Engel de la nave Bonn, 32,3 cm LT para la red Engel de la nave María Emperatriz III y 27,3 cm LT para la red Celta de la nave Skorpion. Respecto de la flota en su conjunto, usando redes con tamaño de malla 100 mm y panel de escape de malla cuadrada, el tamaño de primera captura se estimó en 29,3 cm LT, equivalente a un factor de selectividad de 0,293, con un rango de selección de 8,8 cm LT, comprendido entre 25,0 (L₂₅) y 33,7 cm LT (L₇₅).

Cabe señalar que las diferencias en la selectividad empírica estimadas pueden estar explicada por la variabilidad entre lances y por factores asociados a cada lance. En ese sentido, mediante modelación de los parámetros del modelo de selectividad, se determinó que la cantidad de captura afectó de manera significativa la talla de primera captura en las naves María Emperatriz IIII y

Skorpion, observándose la disminución de la talla de primera captura ante un incremento en captura. En la nave Bonn en tanto, no fue significativo el efecto de la captura, pero si lo fue la profundidad de arrastre, variable que está correlacionada con la talla de captura.

La selectividad de la flota industrial combinada presenta mayor vulnerabilidad de los individuos de clases 2, 3 y 4 años, respecto del patrón de explotación de la pesquería. La relación entre selectividad y patrón de explotación es de tipo potencial. Ahora bien, eventuales cambios en el patrón de explotación a través de la talla de captura no son suficientes para la recuperación poblacional si el patrón de explotación de la flota artesanal se mantiene invariable.

El peso del patrón de explotación de la flota artesanal sobre el total de la pesquería es importante y está determinado por la contribución porcentual de esta flota en las capturas totales. Si existieran evidencias de sub-reporte de esta flota, las perspectivas reales de la recuperación poblacional resultan aún más difíciles de lograr por cuanto la sobrevivencia de los individuos que aportarán al stock desovante sería mucho menor. Se estima que la recuperación poblacional podría ser efectiva ya sea incrementando sustancialmente la talla de selectividad de ambas flotas por sobre los 45 cm, o bien, reduciendo el esfuerzo de pesca de cada flota al menos en la mitad.

En cuanto a la participación del recurso objetivo en las capturas con redes de arrastre de fondo, se ratificó que la merluza común es la principal especie constituyente del sistema bento-demersal del centro-norte y centro-sur de Chile. En cuanto a la fauna acompañante, en los lances experimentales (n=30 lances) se identificó un total de 10 taxa en la región de Valparaíso y 19 taxa en la región del Biobío. En lances comerciales en tanto (n=197 lances), se identificaron 20 taxa en la región de Valparaíso y 43 taxa en la región del Biobío.

En cuanto las capturas no retenidas, observadas al interior del cubre copo en lances experimentales, destaca en la región de Valparaíso el escape de merluza común con 23,6% en peso respecto al total que ingresó a la red. Destacó también el escape de otras especies, tales como: camarón nailon y zapateador (100%), jaiba paco (76,8%), pampanito (70%), blanquillo (68,8%), langostino amarillo (61,5%), congrio negro (58,6%) y langostino colorado (57,0%). Se reportaron bajos niveles de escape para lenguado de ojos grandes (33,9%), jaiba limón (23,4%) y jibia (11,8%). En la región del Biobío en tanto, el escape de la especie objetivo fue del 10,4%, mientras que en la fauna acompañante destacó el escape de blanquillo (88,2%), pejerrata (62,8%) y chancharro (52,3). Escapes menores al 10% se verificaron en lenguado de ojos grandes, jaiba limón, langostino amarillo y langostino colorado.

Una de las preocupaciones respecto a la selectividad se relaciona con la sobrevivencia postescape. Se reconoce que es altamente complejo evaluar la sobrevivencia debido a la necesidad de monitorear en el tiempo a los ejemplares escapados, razón por la cual es necesario considerar enfoques de análisis suplementarios. En este caso, en un marco exploratorio, se utilizó una escala de daño conforme a las evidencias en el cuerpo de los peces. De este modo, se estimó que la mayor proporción de ejemplares presentó niveles de daño aparente nivel 3 (nivel medio), correspondiente a descamación y rasguños en la sección del opérculo. El daño promedio de los ejemplares retenidos fue mayor en el cubrecopo que en el copo, en ocho de los diez lances analizados, siendo significativa la diferencia de las medianas de los daños en las naves Bonn y Skorpion. Se determinó un efecto significativo de las variables talla, captura total, captura de langostinos y procedencia del ejemplar (copo/cubrecopo) en la variación del daño en ejemplares capturados. El principal factor correspondió al lugar donde se obtuvo el ejemplar (copo o cubrecopo) estimándose que, en promedio, un ejemplar retenido en el cubrecopo tiene 0,158 unidades adicionales de daño (3,2% de daño extra, en una escala de 1 a 5) que uno retenido en el copo.

Mediante filmaciones submarinas se comprobó el escape de jibia y de lobos marinos debido al uso de rejillas rígidas de selección instaladas en las redes de arrastre. Específicamente, el escape de jibia se observó a bordo del PAM Bonn, mientras que el escape de lobos marinos se registró a bordo de LM María Emperatriz III. El caso particular de los lobos marinos es especialmente sensible por la mortalidad de ejemplares que se evidenció durante el presente estudio, lo cual también ha sido consignado en otros trabajos. La construcción, instalación y uso de rejilla de reducción de lobos marinos determinó que la captura incidental de esta especie fuese cero en los lances de prueba. Además, se determinó que el uso de rejilla rígida para el escape de lobos marinos no produce diferencias significativas en la captura de merluza común.

En cuanto a la restante fauna acompañante asociada a merluza común, se comprobó que el uso de la red Tornado, reduce de manera significativa la fauna acompañante, tanto en número de especies con en cantidad de captura por unidad de tiempo. La red Tornado corresponde a una red híbrida entre arrastre de fondo y arrastre de mediagua, que posee mallas de hasta 6 m de tamaño en las alas.

Executive Summary

In November, 15th, 2017, according to Exempt Res. Subpesca N°3681, the research contract for the execution of the FIPA 2017-47 project "Selectivity in trawl nets used in the chilean hake fishery: its effect in the exploitation, the bycatch and the incidental catch" was approved.

First, the review of scientific literature regarding to the selectivity of trawl nets in fisheries of the Merlucciidae y Gadidae fish families was carried out. As a general trend, it is possible to point out that the related selectivity factor between the size at the first catch and the mesh size corresponds to 0.336 and 0.353 respectively.

From a revision of the traditionally used net designs of the common hake fishery in Chile, a small number explaining the majority of the carried out hauls were identified (>90% of the hauls). Thus, it is worth indicating that the fleet based its catch in the use of nets corresponding to the Engel (two panels), Celta (two panels) and, recently, Tornado models, all of them made in Chile, and that their size vary according to the size of the vessel using that net.

As a first approach to the selectivity of the nets used in fisheries, a study for estimating the theorical selectivity of the design for mesh sizes between 90 and 120 mm was performed using perforated acrylic plates with the same size and configuration of the nets, and considering spread coefficients between 0.2 and 0.7. For example, for one of the most used nets in fisheries (100 mm mesh size), it was estimated that the size at the first catch (L_{50} %) with a 0.3 spread coefficient is approximately 30 cm TL, while when using a 0.4 spread coefficient is 34 cm TL.

By the use of the covered codend technique, the empirical selectivity of the three trawl nets used by the fleet was estimated; the sizes at the first catch were 29.0 cm TL for the Engel net on the Bonn vessel, 32.3 cm LT for the Engel net on the María Emperatriz III vessel, and 27.3 cm TL for the Celta net on the Skorpion vessel. Regarding to the fleet as a whole, by using nets with a 100 mm mesh size and a square mesh escape panel, the size at the first catch was 29.3 cm TL, equivalent to a selectivity factor of 0.293, with a 8.8 cm TL selection range, between 25,0 (L_{25}) y 33,7 cm TL (L_{75}).

It is worth noting that the differences in the estimated empirical selectivity can be explained by the variability between hauls, and also by different factors associated to each haul. In this sense, by modelling the parameters of the selectivity model, it was determined that the catch amount significantly affected the size at the first catch on the María Emperatriz IIII and Skorpion vessels, showing a reduction of the size at the first catch in the presence of a bigger catch. On the other side, on the Bonn vessel, the catch effect was not a significant factor, but the trawl deep was important, showing that this variable is related to the catch size.

The combined selectivity of the industrial fleet presents a higher vulnerability of the 2, 3 and 4-year class specimens, in comparison with the exploitation pattern of the fishery. The relation between the selectivity and the exploitation pattern is of a potential type. However, the possible changes in the exploitation pattern through the catch size are not enough for the recovery of the population if the exploitation pattern of the artisanal fleet is not changed.

The effect of the artisanal fleet exploitation pattern on the total of the fishery is significant, and it is determined by the percentage contribution of this fleet to the total catch. If there were evidences of under-reported catches in this fleet, the real perspectives of the population recovery are even more difficult since the specimen survival contributing to the spawning stock would be much lower. It is estimated that population recovery would be effective if the selectivity size of both fleets significantly increase over 45 cm, or if the fishing effort of each fleet is reduced, at least, by half.

In terms of importance of the target resource in the catch with bottom trawl nets, it was confirmed that the chilean hake is the main species of the benthic-demersal system on the northern center and southern center of Chile. In terms of the bycatch, in experimental hauls (n=30 hauls) a total of 10 taxa were identified in the region of Valparaiso, and 19 taxa in the Biobio region. On the other side, in commercial hauls (n=197 hauls), 20 taxa in the region of Valparaíso, and 43 taxa in the Biobio region were identified.

In relation to the non-retained catch observed inside the cover along the experimental hauls, in the region of Valparaíso, the escape of the chilean hake stands out with 23.6% in weight in comparison to the total that entered to the net. A relevant scape of of other species was detected, such as: nylon shrimp and mantis shrimp (100%), armed box crab (76.8%), pampanito (70%), pacific sandperch (68.8%), blue squat lobster (61.5%), black conger eel (58.6%) and red squat lobster (57.0%). Low levels of escape for the big eyed flatfish (33.9%), lemmon crab (23.4%) and rockfish (11,8%) were reported. In the region of the Biobio, the escape of the target species was 10.4%, while for the bycatch the main escapes was detected for the pacific sandperch (88.2%), chilean grenadier (62.8%) and rockfish (52.3). Escapes lower than 10% of big eyed flatfish, lemmon crab, blue squat lobster and red squat lobster were also verified.

One of the main concerns regarding to the selectivity is related to the post-escape survival. It is highly difficult to assess the survival due to the need for monitoring the escaped specimens in time, by which is necessary to consider additional analysis. In this case, in an exploratory framework, a damage scale was used in accordance with the evidence on the fish bodies. In this way, it was determined that the highest fraction of specimens showed a level 3 apparent damage (average level), corresponding to scaled fish and fish with injuries in the operculum. In eight of the ten studied hauls,

the average damage of the retained specimens was higher on the cover than in the codend, with a significant difference of the average damage on the Bonn and Skorpion vessels. An important effect on the variables of size, total catch, squat lobster catch, and specimen origin (codend/cover) was determined from the variance of damage of the caught specimens. The main factor corresponded to the place where the specimens were retained (codend or cover) indicating that, in average, a retained specimen in the cover shows 0.158 additional damage units (3.2% more damage, in a 1 to 5 scale) in comparison to a specimen retained in the codend.

By means of underwater shootings, the escape of jumbo squid and sea lions due to the use of selection rigid grids in the trawl nets was verified. Specifically, the escape of jumbo squid was observed on the PAM Bonn vessel, while the escape of the sea lions was recorded on board of the LM María Emperatriz III. The specific case of the sea lions is really sensitive due to the mortality of specimens evidenced during this research, which has been also shown by other studies. The construction, deployment and use of sea lion reduction grids allowed the incidental catch of this species to be zero during the test hauls. Furthermore, it was determined that the use of rigid grids for the escape of sea lions do not produce significant differences in terms of the chilean hake catch.

Regarding to the other bycatch associated with the chilean hake, it was verified that the use of the Tornado net significantly reduces the bycatch, not only in the number of species but also in the catch by time unit. The Tornado net corresponds to a hybridized net between a bottom trawl net and a mid-water trawl net with up to 6 m net spread.

Índice General

1.	OBJET	IVO GENERAL	1
2.	OBJET	IVOS ESPECIFICOS	1
3.	ANTEC	EDENTES	2
4.	METOI	OOLOGÍA DE TRABAJO	9
	-	tivo específico 1. Determinar las curvas de selectividad y sus parámetros e	
r	edes de	arrastre en uso en la pesquería de merluza común	
	4.1.1.	Selectividad teórica	
	4.1.2.	Actividad experimental	
	4.1.3.	Modelamiento de las curvas selectivas	15
	4.1.3.	Proporciones de retención respecto a tallas de referencia	17
	-	tivo específico 2. Analizar el efecto selectivo de las redes de arrastre y su e	
l	-	ación y recuperación del recurso	
	4.2.1.	Relación entre selectividad empírica y patrón de explotación	
	4.2.2.	Análisis de selectividad empírica industrial y patrones de explotación	19
	•	tivo específico 3. Analizar el efecto selectivo de las redes de arrastre en la	
a	_	ante y en la captura incidental	
	4.3.1.	Reuniones de coordinación para embarques	
	4.3.2.	Caracterización de los lances de pesca	23
	4.3.3.	Obtención de las muestras	25
	4.3.4.	Construcción de matrices de datos	26
	4.3.5.	Importancia relativa de la fauna acompañante	27
	4.3.6.	Atributos comunitarios	28
4	.4. Obje	tivo específico 4. Evaluar el desempeño de los dispositivos de escape actua	almente
e	en uso, p	roponiendo las mejoras y ajustes pertinentes	31
	4.4.1.	Comportamiento de escape y posibles daños en merluza común	31
	4.4.2.	Mejoras a la selectividad del arte de pesca	32
5.	RESUL	TADOS	35
5	5.1. Meto	dología general	35
	5.1.1.	Revisión bibliográfica	35
	5.1.2	Información de los artes de pesca	42
	5.1.3	Índices y relaciones para caracterización de redes	44

	5.1.4	Simulación dinámica	47
	-	tivo específico 1. Determinar las curvas de selectividad y sus parámetros	
r	edes de	arrastre en uso en la pesquería de merluza común	49
	5.2.1	Selectividad teórica	49
	5.2.2	Selectividad empírica	53
	5.2.3	Modelamiento de curvas selectivas	65
	5.2.4	Proporciones de retención respecto a tallas de referencia	71
		tivo específico 2. Analizar el efecto selectivo de las redes de arrastre y su ación y recuperación del recurso	
	5.3.1.	Análisis de Puntos Biológicos de Referencia y su relación con la selectividad	73
	5.3.2.	Simulación de largo plazo de los efectos selectivos	76
	•	tivo específico 3. Analizar el efecto selectivo de las redes de arrastre en la	
a	compañ	íante y en la captura incidental	81
	5.4.1.	Lances experimentales	81
	5.4.2.	Lances comerciales	109
	5.4.3.	Captura incidental	131
	-	tivo específico 4. Evaluar el desempeño de los dispositivos de escape actu roponiendo las mejoras y ajustes pertinentes	
	5.5.1.	Comportamiento de escape y posibles daños en merluza común	133
	5.5.2.	Mejoras en la selectividad del arte de pesca	150
6.	ANÁLI	SIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	155
7.	CONCL	USIONES	165
8.	REFER	ENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	169

Índice de Tablas

Tabla 1. Caracterización de los lances experimentales y comerciales utilizados en este estudio 24
Tabla 2. Niveles de daño aparente empleadas en la experiencia
Tabla 3. Caracterización de las redes utilizadas durante los viajes de pesca. Red tradicional (Engel) y
red alternativa (Tornado) 33
Tabla 4. Resumen de estimados de talla de primera captura (L_{50}) y factor de selección (FS) según luz
de malla utilizada para la captura de merluza común con redes de arrastre de fondo de malla
diamante36
Tabla 5. Resumen de experiencias de selectividad en Atlantic cod (Gadus morhua) y factores de
selectividad estimados a partir de los trabajos realizados por: Bagge (1978); Bohl & Valencia (1976)
Bohl (1980, 1981); Lowry et al. (1995); Netzel & Zaucha (1989); Olofsson & Otterlind (1978)
Shevtsov (1981); Strzyzewski et al. (1973); Tschernij et al. (1996); Wienbeck & Dahm (2000). PA
poliamida; PE: polietileno
Tabla 6. Resumen de modelos de regresión lineal para estimación de L50 en bacalao del Atlántico
según diferentes configuraciones de copos. Barcos entre 290 y 1250 HP. Modificado de Madser
(2007). ms: luz de malla
Tabla 7. Resumen de modelos de regresión lineal para estimación de L50 en bacalao del Atlántico
(Gadus morhua), eglefino (Melanogrammus aeglefinus) y polaca (Pollachius virens) según diferentes
configuraciones tamaños de luz de malla empleados. Modificado de Halliday et al. (1999). ms: luz de
malla (entre 130 y 155 mm)
Tabla 8. Tamaños de luz de malla estimados para diferentes longitudes de primera captura (L50). Se
presenta también el factor de selectividad (FS) para cada familia de peces
Tabla 9. Mortalidad después del escape bajo condiciones experimentales, según especie. GM: Gadus
morhua. PV: Pollachius virens
Tabla 10. Modelo y especificaciones de redes registradas por observadores a bordo del IFOP 42
Tabla 11. Porcentaje de uso de cada modelo de red en lances dirigidos a merluza común entre 2005
y 2016, en base al total de lances anuales registrados por observadores científicos de IFOP 43
Tabla 12. Abertura horizontal de los modelos de redes de arrastre usados en la pesquería de merluza
común, conforme a registros de observadores científicos de IFOP entre 2005 y 2016
Tabla 13. Altura, abertura y relación de aspecto de la boca de las redes que han sido caracterizadas a
la fecha en la pesquería de merluza común
Tabla 14. Longitud de relinga superior (LRS), relación Abertura/LRS y dimensiones de las mallas er
las alas y copo de las redes que han sido caracterizadas a la fecha en la pesquería de merluza común Entre paréntesis la desviación estándar de la luz de malla en la muestra45
Tabla 15. Características de los sistemas de selección dispuestos en las redes de arrastre, de las
mallas del copo y antecopo, y de los cinturones dispuestos en el copo
Tabla 16. Variables de salida de las simulaciones dinámicas realizadas en redes de arrastre usadas
para la captura de merluza común, para velocidades de arrastre entre 2,5 y 4,0 nudos48
Tabla 17. Porcentaje de ejemplares no retenidos, según tamaño de malla y abertura, durante la
experiencia de selectividad teórica de merluza común

Tabla 18. Parámetros de ajuste del modelo electivo logístico (a, b), tallas de primera captura (L50)
rango selectivo (RS), errores estándar asociados (EE), criterio de Akaike (AIC) y devianza del modelo
(MDEV), para una luz de malla de 90 mm y distintas aberturas (AB)50
Tabla 19. Parámetros de ajuste del modelo electivo logístico (a, b), tallas de primera captura (L50)
rango selectivo (RS), errores estándar asociados (EE), criterio de Akaike (AIC) y devianza del modelo
(MDEV), para una luz de malla de 100 mm y distintas aberturas (AB)50
Tabla 20. Parámetros de ajuste del modelo electivo logístico (a, b), tallas de primera captura (L50)
rango selectivo (RS), errores estándar asociados (EE), criterio de Akaike (AIC) y devianza del modelo
(MDEV), para una luz de malla de 110 mm y distintas aberturas (AB)52
Tabla 21. Parámetros de ajuste del modelo electivo logístico (a, b), tallas de primera captura (L50)
rango selectivo (RS), errores estándar asociados (EE), criterio de Akaike (AIC) y devianza del modelo
(MDEV), para una luz de malla de 120 mm y distintas aberturas (AB)52
Tabla 22. Parámetros a* y b estimados de la curva logística, L_{50} , rango de selección (RS) y factor de
selección (FS) calculados a partir de los parámetros, en PAM Bonn54
Tabla 23. Parámetros a* y b estimados de la curva logística, L ₅₀ , rango de selección (RS) y factor de
selección (FS) calculados a partir de los parámetros, en LM María Emperatriz 58
Tabla 24. Parámetros a* y b estimados de la curva logística, L50, rango de selección (RS) y factor de
selección (FS) calculados a partir de los parámetros62
Tabla 25. Parámetros estimados y longitud de primera captura estimada por el método de Frye
(1991) considerando la modelación entre lances para las redes analizadas
Tabla 26. Parámetros estimados del modelo que explica la selectividad de la red de la LM María
Emperatriz III
Tabla 27. Parámetros estimados del modelo que explica la selectividad de la red de la LM Skorpion 69. 60. 60. 60. 60. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 69. 60. 60. 60. 60. 60. 60. 60. 60. 60. 60. 60. 60.
Tabla 28. Parámetros estimados del modelo que explica la selectividad de la red de la LM Skorpion
Tabla 29. Longitud promedio de merluza común y proporciones bajo tallas de referencia (30, 37 y 48
cm LT) por zona y nave. Entre paréntesis se presenta la desviación estándar72
Tabla 30. Valor de la mortalidad por pesca, biomasa desovante por recluta virginal (BDPR0) y
rendimiento por recluta de largo plazo (YPR)74
Tabla 31. Fauna acompañante presente en los lances experimentales realizados en la zona norte (V
Región)83
Tabla 32. Fauna acompañante en los lances experimentales de, merluza común de la zona norte. CT
Captura total, IRCT= Importancia relativa de la captura total, IRFA= Importancia relativa de la fauna
acompañante. LP= Lances positivos83
Tabla 33. Fauna acompañante en los lances experimentales de, merluza común de la zona norte po
red, CT= Captura total, IRCT= Importancia relativa de la captura total, IRFA= Importancia relativa de
la fauna acompañante. LP= Lances positivos85
Tabla 34. Fauna acompañante en lances experimentales de pesca de merluza común, realizados en
la zona norte (V Región). IRGT= Importancia relativa de los grupos taxonómicos respecto a la captura
total. Comparación entre la fauna retenida en el copo para las redes utilizadas en esta zona86
Tabla 35. Fauna acompañante para diferentes estratos de profundidad (m) correspondientes a
lances experimentales realizados en la V Región para la red Engel. CT= Captura total, IRCT=

Importancia relativa de la captura total, IRFA= Importancia relativa de la fauna acompañante. LP= Lances positivos
Tabla 36. Fauna acompañante para diferentes estratos de profundidad (m) correspondientes a
lances experimentales realizados en la V Región para la red Engel. IRGT= Importancia relativa de los
grupos taxonómicos respecto a la captura total
Tabla 37. Fauna acompañante para diferentes estratos de profundidad (m) correspondientes a
lances experimentales realizados en la V Región para la red Celta. CT= Captura total, IRCT=
Importancia relativa de la captura total, IRFA= Importancia relativa de la fauna acompañante. LP=
Lances positivos
Tabla 38. Fauna acompañante para diferentes estratos de profundidad (m) correspondientes a
lances experimentales realizados en la V Región para la red Celta. IRGT= Importancia relativa de los
grupos taxonómicos respecto a la captura total
Tabla 39. Atributos comunitarios (promedio ± d.e.) para los taxa componentes de la fauna
acompañante de la captura de merluza común en lances experimentales. Comparación entre redes de
arrastre en la zona norte
Tabla 40. Fauna acompañante presente en los lances experimentales realizados en la zona sur (VIII
Región)
Tabla 41. Fauna acompañante en los lances experimentales con red Engel en la zona sur (VIII Región).
CT= Captura total, IRCT= Importancia relativa de la captura total, IRFA= Importancia relativa de la
fauna acompañante. LP= Lances positivos
Tabla 42. Fauna acompañante en lances experimental es realizados en la zona sur (VIII Región).
IRGT= Importancia relativa de los grupos taxonómicos respecto a la captura total. Comparación entre
la fauna retenida en el copo para las redes utilizadas en esta zona100
Tabla 43. Fauna acompañante en los lances experimentales de merluza común presente en la red
Engel de la zona sur, para los estratos de profundidad P2 (100-199 m) y P3 (200-299 m). CT= Captura
total, IRCT= Importancia relativa de la captura total, IRFA= Importancia relativa de la fauna
acompañante. LP= Lances positivos
Tabla 44. Fauna acompañante en lances experimentales realizados en la zona sur (VIII Región), para
los estratos de profundidad P2 (100-199 m) y P3 (200-299 m). IRGT= Importancia relativa de los
grupos taxonómicos respecto a la captura total. Comparación entre la fauna retenida en el copo para
las redes utilizadas en esta zona102
Tabla 45. Atributos comunitarios (promedio ± d.e.) para los taxa componentes de la fauna
acompañante de la captura de merluza común en lances experimentales. Comparación entre redes de
arrastre en la zona sur104
Tabla 46. Fauna acompañante presente en los lances de pesca comercial realizados en la V Región
(zona norte)111
Tabla 47. Fauna acompañante en los lances comerciales realizados en la V Región (zona norte). CT=
Captura total, IRCT= Importancia relativa de la captura total, IRFA= Importancia relativa de la fauna
acompañante. LP= Lances positivos111
Tabla 48. Fauna acompañante en los lances comerciales de merluza común realizados en la V Región
(zona norte). CT= Captura total, IRCT= Importancia relativa de la captura total, IRFA= Importancia
relativa de la fauna acompañante. LP= Lances positivos

Tabla 49. Fauna acompañante en lances comerciales de pesca de merluza común realizados en la V
Región (zona norte). IRGT= Importancia relativa de los grupos taxonómicos respecto a la captura total
Tabla 50. Atributos comunitarios (promedio ± d.e.) para los taxa componentes de la fauna
acompañante de la captura de merluza común en lances comerciales realizados en la V Región (zona
norte). Comparación entre redes de arrastre116
Tabla 51. Fauna acompañante presente en los lances de pesca comercial realizados en la VIII Región
(zona sur)121
Tabla 52. Fauna acompañante en los lances comerciales realizados en la VIII Región (zona sur). CT=
Captura total, IRCT= Importancia relativa de la captura total, IRFA= Importancia relativa de la fauna
acompañante. LP= Lances positivos123
Tabla 53. Fauna acompañante en los lances comerciales realizados en la VIII Región (zona sur), para
cada una de las redes de pesca utilizadas. CT= Captura total, IRCT= Importancia relativa de la captura
total, IRFA= Importancia relativa de la fauna acompañante. LP= Lances positivos125
Tabla 54. Fauna acompañante en los lances comerciales realizados en la VIII Región (zona sur), para
cada una de las redes de pesca utilizadas. IRGT= Importancia relativa de los grupos taxonómicos
respecto a la captura total127
Tabla 55. Atributos comunitarios (promedio ± d.e.) para los taxa componentes de la fauna
acompañante de la captura de merluza común en lance comerciales. Comparación entre redes de
arrastre en la zona sur
Table 56. Capture incidental (vivos y muertos) registrada en lances experimentales
Tabla 57. Captura incidental (vivos y muertos) registrada en lances comerciales
Tabla 59. Daño aparente en ejemplares de merluza común por nave y lance de pesca (Marea i; Lance
j), tanto en el copo (COPO) y cubrecopo (CUBRE). Se indica valores promedio (Prom.), desviación
estándar (D.E.) y coeficiente de variación (C.V.).
Tabla 60. Coeficientes, error estándar de los coeficientes y valor-p de la dócima individual para MRL148
Tabla 61. Resultados del modelo multinomial considerando cuatro variables explicativas (nave
Bonn)149
Tabla 62. Valor medio de rendimiento de captura y del número de especies capturadas por las redes
Engel y Tornado. El valor entre paréntesis corresponde a la mediana150
Tabla 63. Índices comunitarios (riqueza, diversidad y dominancia) por lance y diseño de red152
Tabla 64. Captura de la especie objetivo, fauna acompañante y captura incidental en lances para
evaluar el desempeño de la rejilla rígida de selección en la V Región (San Antonio). CT= Captura total
IRCT= Importancia relativa de la captura total, IRFA= Importancia relativa de la fauna acompañante
LP= Lances positivos
Tabla 65. Número de especies por grupo taxonómico mayor, para el período 2001-2017 (Fuente
Instituto de Investigación Pesquera)160
Tabla 66. Avances y resultados del proyecto FIPA 2017-47 respecto a lo establecido en el Plan de
Manejo de la pesquería de merluza común164
Tabla 67. Avances y resultados del proyecto FIPA 2017-47 respecto a lo establecido en el Plan de
reducción del descarte y de la captura de pesca incidental en la pesquería de merluza común 164

Índice de Figuras

Figura 1. Etapas para la simulación dinámica de artes de arrastre. De izquierda a derecha: i) dibujo
del plano, ii) ingreso de estructuras, iii) unión de componentes y cuerpos y iv) simulación dinámica
según parámetros de operación11
Figura 2. Estructura de tallas de los ejemplares de merluza común (LT, en cm) utilizados en la
experiencia de selectividad teórica14
Figura 3. Distribución espacial de los lances de pesca con las diferentes redes utilizadas en el estudio
a) Lances de pesca comerciales, b) Lances de pesca experimentales25
Figura 4. Valores estimados de talla de primera captura (L50) en diversos experimentos realizados
para peces de la familia Merlucciidae (arriba). En el panel inferior, los desvíos de los valores
observados respecto a un ajuste respecto a la luz de malla
Figura 5. Valores estimados de talla de primera captura (L50) en diversos experimentos realizados
para peces de la familia Gadidae (arriba). En el panel inferior, los desvíos de los valores observados
respecto a un ajuste respecto a la luz de malla40
Figura 6. Curvas de selectividad teórica a la talla en merluza común. Se indica el claro de malla (en
mm) y la abertura de malla (u). En eje y, la probabilidad de retención, y la talla en el eje x51
Figura 7. Estimaciones de tallas de primera captura por tamaño de malla (mm) y coeficientes de
aberturas de malla (u) en merluza común mediante experiencia de selectividad teórica 52
Figura 8. Composición de tamaños retenidos en el copo y cubrecopo en lances experimentales
realizados a bordo del PAM Bonn, empleando una red Engel con panel de escape de malla cuadrada
54
Figura 9. Captura a la talla y selectividad por lance en PAM BONN, en lances 1 al 956
Figura 10. Captura a la talla y selectividad en el total de lances realizados por el PAM Bonn56
Figura 11. Composición de tamaños retenidos en el copo y cubrecopo en lances experimentales
realizados a bordo de la LM María Emperatriz III, empleando una red Engel57
Figura 12. Captura a la talla y selectividad por lance en LM María Emperatriz III, en lances 1 al 10
60
Figura 13. Captura a la talla y selectividad en el total de lances realizados por LM María Emperatriz
III60
Figura 14. Composición de tamaños retenidos en el copo y cubrecopo en lances experimentale
realizados a bordo de la LM Skorpion, empleando una red Celta61
Figura 15. Captura a la talla y selectividad por lance LM Skorpion64
64
Figura 16. Captura a la talla y selectividad en el total de lances realizados por LM Skorpion64
Figura 17. Ojiva de retención a la talla en lances con cubrecopo en PAM Bonn. Las curvas en gris
representan los ajustes por lance, y la curva en negro representa la curva media estimada65
Figura 18. Ojiva de retención a la talla en lances con cubrecopo en LM María Emperatriz III. Las curvas
en gris representan los ajustes por lance, y la curva en negro representa la curva media estimada. 66
Figura 19. Ojiva de retención a la talla en lances con cubrecopo en LM Skorpion. Las curvas en grid
representan los ajustes por lance, y la curva en negro representa la curva media estimada66
Figura 20. Selectividad empírica por nave v total para la flota arrastrera industrial

Figura 21. Efecto de la cantidad de captura sobre el valor de L50 estimado en LM María Emperatriz
Los círculos negros representan los valores de L50 ajustados por lance, mientras que la línea continua
representa la estimación de L50 obtenido mediante modelación68
Figura 22. Efecto de la cantidad de captura sobre el valor de L50 estimado en LM Skorpion. Los
círculos negros representan los valores de L50 ajustados por lance, mientras que la línea continua
representa la estimación de L50 obtenido mediante modelación69
Figura 23. Efecto de la cantidad de captura sobre el valor de L50 estimado en PAM Bonn. Los círculos
negros representan los valores de L50 de cada lance, mientras que la línea continua representa la
estimación de L50 obtenido mediante modelación70
Figura 24. Selectividad de todos los lances de merluza a la talla (A) y convertido a edad (B) por medio
de modelos de crecimiento. 76
Figura 25. A) Patrón de explotación de merluza común a la edad para la flota artesanal e industrial
(Caso 1 y Caso 2). B) Patrón de explotación combinada de ambas flotas y en el caso de sub-reporte de
3 veces en la captura artesanal (Caso 1 b)74
Figura 26. A) Relación entre la selectividad empírica y el patrón de explotación de la flota industrial
y B) Residuales entre el patrón de explotación y la selectividad empírica de la flota industrial 75
Figura 27. Composiciones de edades de las capturas teóricas de la flota industrial y artesanal. A) Caso
1: supone que el patrón de explotación es equivalente a la selectividad y B) Caso 2: considerando el
patrón de explotación estimado en la evaluación de stock. En rojo se presenta el patrón de explotación
de la flota industrial77
Figura 28. Proporción de biomasa desovante virginal de merluza común respecto de la mortalidad
por pesca industrial y artesanal en dos configuraciones de selectividad de la flota industrial. A) Caso
1: patrón de explotación igual a la selectividad empírica, B) Caso 2: patrón de explotación actual. El
círculo rojo representa la condición actual para la proporción de capturas 40%-60% artesanal-
industrial78
Figura 29. Proporción de biomasa desovante virginal de merluza común respecto de la mortalidad
por pesca y de la talla de selectividad (50%) de la flota industrial. A) Caso 1: patrón de explotación
igual a la selectividad empírica, B) Caso 2: patrón de explotación actual. El círculo rojo representa la
condición actual para la proporción de capturas 40%-60% artesanal-industrial
Figura 30. Rendimiento por recluta (g) de merluza común respecto de la mortalidad por pesca y de
la talla de selectividad (50%) de la flota industrial. A) Caso 1: patrón de explotación igual a la
selectividad empírica, B) Caso 2: patrón de explotación actual. El círculo rojo representa la condición
actual para la proporción de capturas 40%-60% artesanal-industrial
Figura 31. Distribución espacial lances experimentales zona norte (33°23′S-33°47′S)
Figura 32. Contribución porcentual de las especies de fauna acompañante para cada uno de los
grupos identificados en los lances experimentales (zona norte)
Figura 33. Porcentaje de escape (%E) de especies en la V Región, considerando ambas redes (Engel
y Celta)90 Figura 34. Porcentaje de escape (%E) de especies en la V Región para las redes Engel y Celta94
FIRMIA 34. FOI CEILLAIE DE ESCADE LYNET DE ESDECIES EILLA V. RERIOII DALA LAS LEUES EILRELV CEILA94

Figura 35. Dendrograma de clasificación numérica en el campo de las muestras (redes), para las redes utilizadas en los lances de captura experimentales de la región norte. Redes: R1=Engel,
R4=Celta
Figura 36. Análisis NMDS en el campo de las muestras (redes), para las dos redes utilizadas en los
lances de captura experimentales de la región norte. Redes: R1=Engel, R4=Celta94
Figura 37. Dendrograma de clasificación numérica en el campo de las muestras (profundidades) para
los estratos de profundidad: p1= 0-99 m, p2= 100-199 m, p3= 200-299 m, correspondientes a los
lances experimentales de la región norte
Figura 38. Análisis MDS en el campo de las muestras (profundidades) para los estratos de
profundidad: $p1=0-99$ m, $p2=100-199$ m, $p3=200-299$ m, correspondientes a los lances
experimentales de la región norte95
Figura 39. Distribución espacial lances experimentales zona sur (37°17' S- 38°14' S)96
Figura 40. Contribución porcentual de las especies de fauna acompañante para cada uno de los
grupos identificados en los lances experimentales (zona sur)98
Figura 41. Porcentaje de escape (%E) de la VIII Región para la red Engel103
Figura 42. Dendrograma de clasificación numérica en el campo de las muestras (lances), para la red
Engel y Engel modificada (rejilla para jibia en el cubre-copo) utilizadas en los lances de captura
experimentales de la región sur105
Figura 43. Análisis NMDS en el campo de las muestras (lances), para la red Engel y Engel modificada
(rejilla para jibia en el cubre-copo) utilizadas en los lances de captura experimentales de la región sur106
Figura 44. Dendrograma de clasificación numérica en el campo de las muestras (profundidades) para
los estratos de profundidad: p1= 0-99 m, p2= 100-199 m, p3= 200-299 m, correspondientes a los
lances experimentales de la región sur106
Figura 45. Análisis MDS en el campo de las muestras (profundidades)para los estratos de
profundidad: $p1=0.99$ m, $p2=100-199$ m, $p3=200-299$ m, correspondientes a los lances
experimentales de la región sur
Figura 46. Porcentaje de participación de grupos taxonómicos por zona (N= norte, S= sur) y por
estrato de profundidad (Estrato1= 0-99 m, estrato 2= 100-199 m, estrato 3= 200-29 m), para los
lances de pesca experimental realizados por la red Engel en la V y VIII Regiones108
Figura 47. Distribución espacial de los lances de pesca comerciales realizados en la V Región (zona
norte) (33°23′S-33°59′S)
Figura 48. Contribución porcentual de las especies de fauna acompañante para cada uno de los
grupos identificados en los lances comerciales realizados en la V Región (zona norte)112
Figura 49. Dendrograma de clasificación numérica en el campo de las muestras (redes), para la red
Engel (R1), Engel modificada con rejilla para lobo marino (R1(RL)), Celta (R4), Celta modificada con
rejilla para lobo marino (R4(RL)), y Celta modificada con paneles (R4(CP)), utilizadas en los lances
de captura comerciales realizados en la V Región.
Figura 50. Análisis NMDS en el campo de las muestras (redes), para la red Engel (R1), Engel
modificada con rejilla para lobo marino (R1(RL)), Celta (R4), Celta modificada con rejilla para lobo
marino (R4(RL)), y Celta modificada con paneles (R4(CP)), utilizadas en los lances de captura
comerciales realizados en la V Región118

Figura 51. Dendrograma de clasificación numérica en el campo de las muestras (profundidades) para
los estratos de profundidad: p1= 0-99 m, p2= 100-199 m, p3= 200-299 m, correspondientes a los
lances comerciales realizados en la V Región (zona norte)118
Figura 52. Análisis NMDS en el campo de las muestras (profundidades) para los estratos de
profundidad: p1= 0-99 m, p2= 100-199 m, p3= 200-299 m, correspondientes a los lances comerciales
realizados en la V Región (zona norte)119
Figura 53. Distribución espacial lances comerciales realizados en la VIII Región (zona sur, 35°18' S-
39°05' S)
Figura 54. Contribución porcentual de las especies de fauna acompañante para cada uno de los
grupos identificados en los lances comerciales (zona sur)122
Figura 55. Dendrograma de clasificación numérica en el campo de las muestras (redes), para la red
Engel (R1), Engel modificada con rejilla para jibia (R1(RJ)), Halcones (R2), Halcones modificada con
rejilla para jibia (R4(RJ)), y Tornado (R3), utilizadas en los lances de captura comerciales realizados
en la VIII Región
Figura 56. Análisis NMDS en el campo de las muestras (redes), para la red Engel (R1), Engel
modificada con rejilla para jibia (R1(RJ)), Halcones (R2), Halcones modificada con rejilla para jibia
(R4(RJ)), y Tornado (R3), utilizadas en los lances de captura comerciales realizados en la VIII Región.
Figura 57. Dendrograma de clasificación numérica en el campo de las muestras (profundidades),
para los estratos P1 (0-99 m), P2 (100-199 m), P3 (200-299 m), P4 (300-399 m) y P5 (400-499 m)
asociados a los lances de captura comerciales realizados en la VIII Región130
Figura 58. Análisis NMDS en el campo de las muestras (profundidades), para los estratos P1 (0-99
m), P2 (100-199 m), P3 (200-299 m), P4 (300-399 m) y P5 (400-499 m) asociados a los lances de
captura comerciales realizados en la VIII Región131
Figura 59. Fotogramas de filmaciones submarinas realizadas a bordo de las naves Bonn y Polaris II,
indicándose grupos de información 1 al 4138
Figura 59. Fotogramas de filmaciones submarinas realizadas a bordo de las naves Bonn y Polaris II,
indicándose grupos de información 1 al 4
Figura 60. Fotogramas de filmaciones submarinas realizadas a bordo de las naves Bonn y María
Emperatriz III, indicándose grupos de información 5 al 8
Figura 61. Fotogramas de filmaciones submarinas realizadas a bordo de las naves María Emperatriz
III y Skorpion, indicándose grupos de información 9 y 11
Figura 62. Fotogramas de filmaciones submarinas realizadas a bordo de la nave Skorpion,
indicándose grupos de información 12 y 13 144 Figura 63. Ejemplares de merluza común capturados durante los lances con copo/cubrecopo con
distintos niveles de daño aparente, en escala de 1 a 5
Figura 64. Proporciones de niveles de daño aparente observados en ejemplares de merluza común
en el copo y cubrecopo de las embarcaciones
• •
Figura 65. Boxplot para las medianas y su rango intercuartil del daño de ejemplares de merluza
común por origen de la muestra (copo-cubrecopo) y embarcación. Se indica igualmente el daño
promedio
Figura 66. Proporción de ejemplares por marca de clase (23-41 cm LT) asignados a nivel de daño
aparente en el copo (COP) y cubrecopo (CUB) en lances del PAM Bonn (gráfico superior) y daño
promedio en el copo y cubrecopo por marca de clase (23-41 cm LT), con su respectivos ajustes
lineales en lances del PAM BONN (gráfico inferior)146

componen la fauna acompañante	Figura 67. Comparación entre redes de arrastre modelos Engel y Tornado. A: rendimiento de captura
Figura 68. Fotografías de lobos marinos en interacción con la actividad extractiva. A) Dentro de l red, frente al dispositivo de escape, durante el proceso de virado. B) Durante el proceso de escape través de la abertura del dispositivo de escape. C) Lobo nadanado fuera de la red en el moment posterior al escape. D) Lobos alrededor de la red durante el virado, cuando el dispositivo de escap	de merluza común. B: rendimiento de captura de fauna acompañante. C: cantidad de especies que
red, frente al dispositivo de escape, durante el proceso de virado. B) Durante el proceso de escape través de la abertura del dispositivo de escape. C) Lobo nadanado fuera de la red en el moment posterior al escape. D) Lobos alrededor de la red durante el virado, cuando el dispositivo de escap	componen la fauna acompañante151
través de la abertura del dispositivo de escape. C) Lobo nadanado fuera de la red en el moment posterior al escape. D) Lobos alrededor de la red durante el virado, cuando el dispositivo de escap	Figura 68. Fotografías de lobos marinos en interacción con la actividad extractiva. A) Dentro de la
posterior al escape. D) Lobos alrededor de la red durante el virado, cuando el dispositivo de escap	red, frente al dispositivo de escape, durante el proceso de virado. B) Durante el proceso de escape a
	través de la abertura del dispositivo de escape. C) Lobo nadanado fuera de la red en el momento
ya está en cubierta15-	posterior al escape. D) Lobos alrededor de la red durante el virado, cuando el dispositivo de escape
v	ya está en cubierta154

Índice de Anexos

Anexo I Planos de redes de arrastre usadas en la pesquería

Anexo II Planos de copos usados en las redes de arrastre

Anexo III Planos y esquemas de rejillas de selección

Anexo IV Reuniones y talleres de trabajo realizadas durante la ejecución del estudio

Anexo V Viajes y lances de pesca realizados por nave para actividades de caracterización de

pesca comercial y experimental

Anexo VI Personal participante por actividad

Anexo VII Taller de Difusión de Resultados

1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la selectividad de las redes de arrastre en uso en la pesquería de merluza común y analizar el efecto selectivo en la explotación, en la fauna acompañante y en la captura incidental.

2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar las curvas de selectividad y sus parámetros en las redes de arrastre en uso en la pesquería de merluza común (Objetivo 4.1).
- Analizar el efecto selectivo de las redes de arrastre y su efecto en la explotación y recuperación del recurso (Objetivo 4.2).
- Analizar el efecto selectivo de las redes de arrastre en la fauna acompañante y en la captura incidental (Objetivo 4.3).
- Evaluar el desempeño de los dispositivos de escape actualmente en uso, proponiendo las mejoras y ajustes pertinentes (Objetivo 4.4).

3. ANTECEDENTES

3.1.- De la pesquería de merluza común

La merluza común es una especie clave del sistema de surgencia en Chile y es la principal pesquería demersal desarrollada para consumo humano y productos procesados por parte del sector industrial. Esta especie se distribuye ampliamente a lo largo de Chile y Perú desde los 6°S a 47°S, en la corriente Ecuatorial Subsuperficial, la cual que se caracteriza por baja concentración de oxígeno, baja temperatura, y alta salinidad y concentración de nutrientes (Vargas y Castro, 2001). En la costa de Chile la pesquería de merluza opera en la plataforma continental entre la zona de Coquimbo (29°S) y la Isla de Chiloé (42°S) en profundidades entre 50 a 400 metros (Aguayo,1995; Lillo et al.2006).

Las actividades extractivas de merluza común se iniciaron en la década del 40 con libre acceso de embarcaciones, básicamente de pequeña escala. A inicios de la década del 50, ingresaron barcos industriales con mayor capacidad extractiva, pero sólo en 1982 se comenzaron a implementar las cuotas globales de captura para desincentivar el creciente esfuerzo. A partir de 1991, se contó con facultades e instrumentos para la administración pesquera mediante la promulgación de la Ley General de Pesca y Acuicultura (Ley No 18.892) y sus posteriores modificaciones, lo que permitió regular tanto el acceso como los regímenes de administración en la pesquería.

Paralelamente, en 1991 se estableció la Unidad de Pesquería de merluza común entre la IV Región (29º10'S) y el paralelo 41º28,6'S, declarándose en Estado de Plena Explotación. Mediante el D.S. (MINECON) No 354 de 1993 la Unidad de Pesquería fue sometida al Régimen de Plena Explotación. En base a estas regulaciones, se suspendió tanto el otorgamiento de nuevas autorizaciones de pesca para barcos industriales, como la autorización de nuevas inscripciones en el Registro Pesquero Artesanal. A partir de 2006 se estableció una veda biológica para proteger el proceso reproductivo de la especie, específicamente entre el 15 de agosto y el 20 de septiembre de cada año, prohibiéndose la captura, comercialización, transporte, procesamiento, elaboración y almacenamiento del recurso y sus derivados. Posteriormente esta veda se estableció exclusivamente en el mes de septiembre de cada año.

Para la pesquería industrial, el recurso merluza común es administrado bajo la medida denominada Licencias Transables de Pesca (LMCA; Ley No 20.657). Dado que esta pesquería se administra bajo el régimen de plena explotación, corresponde establecer una cuota global anual de captura. La cuota se establece mediante decreto supremo, previo informe técnico de la Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA) y dentro del rango que entrega la asesoría brindada por el Comité Científico-

Técnico. Además, en la pesquería de merluza común existe un fraccionamiento sectorial de la cuota: 60% para el sector industrial y 40% para el artesanal. La cuota del sector industrial es a su vez fraccionada entre aquellos armadores que poseen autorizaciones de pesca vigentes, en función de un coeficiente que refleja la proporción de sus capturas históricas.

3.2.- De la regulación de artes de pesca y estudios de selectividad

Respecto a los artes de pesca, mediante el D.S. (MINECON) No 238 de 1982, se estableció un tamaño de malla mínimo de 100 mm en el copo para las redes de arrastre utilizadas en las actividades extractivas de merluza común y se prohibió el uso de cubrecopo. Posteriormente, mediante Resolución No 1557 de 1995, se estableció que los pescadores artesanales sólo podrán efectuar actividades extractivas sobre merluza común mediante el uso de espinel (palangre) o de redes de enmalle. En 2005, mediante R.Ex. Nº 2808, se estableció el uso de paños de tamaño mínimo de malla de 100 milímetros, medido entre los bordes internos de dos nudos opuestos de la malla, y del uso de un panel rectangular de mallas cuadradas sin nudo de al menos 90 milímetros de tamaño de malla. En el caso de redes de enmalle en la pesquería de merluza común, la R.Ex. Nº 2432/2015 establece un tamaño mínimo de malla de 2,5 pulgadas y un diámetro de hilo en los paños igual o superior a 0,3 mm.

En cuanto a la selectividad de redes de arrastre en la pesquería, los primeros trabajos corresponden a los realizados por Saetersdal & Villegas (1968), Arana (1970) y Klenner (1978). El tamaño de malla usado en estos trabajos estuvo comprendido entre 50 y 114 mm, resultando un factor de selección¹(FS) variable entre 0,36 y 0,45 (valor medio de 0,4). Posteriormente, Pavez (1981) realizó un estudio de selectividad en redes de arrastre de seis paneles, obteniendo una talla de primera captura de 36,6 cm LT para machos y 37,5 cm LT para hembras con mallas de 100 mm en el copo (FS equivalente a 0,37 y 0,38, respectivamente). Luego, en 1982, se promulgó el Decreto 238 que establece obligatorio el uso de un tamaño de malla (luz o claro de malla) mínimo de 100 mm. Si bien no se cuenta con el informe técnico que sustentó dicha medida, es posible interpretar (conforme a los estudios anteriores y al factor de selección) que la talla de primera captura esperada estaría entre 37 y 40 cm de longitud total.

 $^{^1}$ El factor de selección (FS) corresponde a la razón entre la longitud de primera captura (o longitud de retención al 50%) y el tamaño de malla.

Por casi dos décadas no se llevaron a cabo nuevos estudios de selectividad en la pesquería, hasta que Gálvez (1999) realizó estimaciones de curvas de selección teóricas de grillas selectivas con distintas separaciones de barra. Sus resultados no fueron probados, quizás por la favorable condición del stock en dicho momento. Luego, Gálvez *et al.* (2000) evaluaron cuatro tamaños de malla en el túnel y copo (100, 110, 130 y 140 mm), obteniendo un FS medio de 3,5 y magnitudes de *L50* con pocas variaciones (39,4 cm LT para la malla de 100 mm y 43,7 cm LT para la de 140 mm). Estos datos fueron posteriormente reanalizados por Queirolo et al. (2012) para incorporar el efecto de submuestreo y la variabilidad entre lances conforme a lo indicado por Millar & Fryer (1999). Para mejorar la selectividad de tallas en esta pesquería, Queirolo et al. (2008b) documentaron el efecto de escape debido al uso de paneles de escape de malla cuadrada en redes de arrastre, indicando el escape de una fracción significativa de peces de menos de 30 cm LT. Lo anterior sustenta la R.Ex. N° 2808/2005 que establece el uso de mallas de 100 mm y dispositivo de escape de malla cuadrada o, en su defecto, el uso de mallas de 120 mm en redes de arrastre de merluza común.

Otro aspecto relevante a considerar durante los proceso de escape de peces a través de dispositivos de escape, ya sea por la luz de malla del copo o por paneles de escape de malla cuadrada, se refiere al potencial daño físico-mecánico de los ejemplares que escapan. En este sentido, Suuronen (2005) explica las fuentes de daño en los peces y entrega algunas recomendaciones para evitar daño innecesario debido al contacto con los artes de pesca. Estos aspectos no han sido considerados en el caso de merluza común, y por cierto deben ser atendidos para definir las propuestas de mejora en los dispositivos de escape.

3.3.- De la selectividad del arte de pesca y su relación con el patrón de explotación

Los lances de pesca en arrastre proporcionan información clave para la evaluación de la estructura de la biomasa y de la población de muchas especies marinas. De esta forma series de tiempo cruceros pueden ser utilizados para describir cambios relativos en la biomasa. La capturabilidad presenta varias interpretaciones en ciencia pesquera, siendo posible de definir como la probabilidad de que un individuo sea capturado, conceptualizado como la eficiencia del arte de pesca (Hilborn & Walters, 1992). El coeficiente de capturabilidad se considera un parámetro tecnológicamente relacionado, que depende de aspectos biológicos y representa la proporción de individuos de un stock capturados por unidad de esfuerzo (Gulland, 1983). Un enfoque establecido en los modelos de evaluación de poblaciones es estimar un único coeficiente de capturabilidad

constante (q) como escalar que relaciona la captura por unidad de esfuerzo y la biomasa (CPUE = q*B), y este tamaño específico se entiende utilizando una ojiva de selectividad a la talla o edad (Bull et al., 2005). La selectividad por tamaños, se refiere por ejemplo al proceso donde las redes de arrastre son selectivas al tamaño de la especie objetivo, donde mientras un ejemplar capturado tiene mayor tamaño, se vuelve menos probable que sea capaz de pasar a través de las mallas y escapar. Por otra parte, el comportamiento de los ejemplares y el diseño de redes de arrastre, produce una respuesta del organismo al arte de pesca relacionado al tamaño del ejemplar, con el resultado final que la capturabilidad varía según el tamaño. La selectividad entonces, describe la proporción de los peces en la población a un determinado tamaño (o edad), el cual es vulnerable a la captura, y en las redes de arrastre a menudo se modela utilizando una curva asintótica, tal como una ojiva logística, donde la proporción vulnerable aumenta con el incremento de tamaño del pez hasta un tamaño por encima del cual todos son vulnerables. El término selectividad por lo general se refiere específicamente a la componente dependiente del tamaño de la vulnerabilidad; es la proporción de los peces de un tamaño determinado, que en contacto con la red son retenidos, y que tendrá un valor máximo de uno. Esto ha sido llamado "la selectividad de contacto" Millar & Fryer (1999).

En la mayoría de las pesquerías, existen normas vigentes para el control de tamaños de malla con el fin de tratar de asegurar el escape de los inmaduros (y de menor tamaño) de la especie objetivo. En el caso de la merluza común (*Merluccius gayi gayi*), estrategias de conservación basadas en la selectividad de redes no han sido implementadas (nota: chequear si existe alguna que no conozca o período), sin embargo se reconoce que los cambios estructurales en la población producen variaciones en diferentes escalas temporales y espaciales de la selectividad, luego esta captura (composición por edad) en el contexto de las evaluaciones del stock, se relaciona con el patrón de explotación de la pesquería. En el presente objetivo, se busca evaluar si cambios en la selectividad del arte producen efectos en el patrón de explotación, y a su vez si estos producen algún efecto en indicadores poblacionales relacionados con la abundancia y estructura poblacional.

La selectividad de ciertos métodos de pesca depende de su capacidad de seleccionar la especie deseada (pesca objetivo) y las tallas de peces de una variedad de organismos presentes en el área donde se desarrolla la pesca. La selectividad total del método de pesca es el resultado combinado de las propiedades selectivas inherentes del arte de pesca y la manera en que se opera. En la mayoría de los casos es posible disminuir o mejorar la selectividad del arte de pesca cambiando su configuración o la operación. Por ejemplo, en la pesca de arrastre se puede reducir la captura de peces pequeños aumentando la luz de la malla y/o usando dispositivos excluidores como rejillas de selección o paños

de malla grande que permitan a los peces más pequeños escapar. El pescador también puede seleccionar la especie objeto de la pesca y su talla, evitando áreas y períodos en los que exista una alta probabilidad de capturar peces pequeños u otra forma de captura incidental no deseada.

La propuesta de este proyecto, se basa en abordar técnicamente el proceso de la selectividad de redes en la pesquería de merluza común a partir de información de terreno para el análisis de la proporción de ejemplares retenidos por las redes, esto es, estimación de selectividad para la flota industrial y su relación con el patrón de explotación y la mortalidad por pesca en un contexto poblacional. Luego, debido a que el efecto de cambios en el patrón de explotación sobre la población es un proceso gradual, no es posible de evaluar tales cambios en la estructura de tamaños y composición por edad de la captura. Siguiendo a Crone (2013), y desde la perspectiva de la evaluación de poblaciones explotadas, la selectividad es el fenómeno que relaciona el tamaño de la población y su composición de edades o tamaños, con el tamaño y la composición por edades o tallas de los individuos capturados y observados en una determinada pesquería o crucero de investigación. La selectividad está influenciada por las características de los artes de pesca, el comportamiento de los peces y la heterogeneidad espacial en la distribución de diferentes tamaños y edades de los peces, y la distribución espacial del muestreo o diseño. La complejidad potencial de estos factores, implica que una forma particular de selectividad es difícil de definir y estimar confiablemente.

La posibilidad de patrones de explotación alternativos ha sido resaltada por evaluadores de stock, especialmente en un contexto de cosecha balanceada (Jacobsen et al., 2013; Zhou et al., 2010). Patrones alternativos de explotación son viables de generar. Se conocen casos de estudios documentados donde se obtuvieron curvas de selectividad en forma de campana en sistemas de arrastre con baja capturabilidad, tanto para ejemplares pequeños como de mayor tamaño en la pesquería de bacalao en el mar Báltico (Stepputtis et al., 2016). El trabajo realizado por Szuwalski et al. (2017) donde son explorados efectos en el patrón retrospectivo de diferentes stocks por condicionamiento en mortalidad natural, selectividad o crecimiento, variando sobre el tiempo. De esta forma, se evidenció la influencia de estos patrones en las diferentes variables poblacionales como la biomasa desovante y fue posible evaluar riesgos en la asesoría frente a puntos biológicos de referencia y en acciones de manejo, por sub-explotación o sobre-explotación de los stock.

3.4.- De la fauna acompañante y pesca incidental

En la pesquería de merluza común, así como en otras pesquerías tanto nacionales como extranjeras, son capturadas diversas especies que constituyen la fauna acompañante de la pesquería, así como la fauna incidental. Al respecto, la Ley General de Pesca y Acuicultura se refiere a la fauna acompañante como "toda especie hidrobiológica que ocupa temporal o permanentemente un espacio marítimo común con la especie objetivo, y que , por efecto tecnológico del arte o aparejo de pesca se capturan cuando las naves pesqueras orientan su esfuerzo de pesca a la explotación de las especies objetivo" y, a la fauna incidental como " aquella conformada por especies que no son parte de la fauna acompañante y que está constituida por reptiles marinos, aves marinas y mamíferos" (Ley N° 20.925).

En la pesquería de arrastre demersal de merluza común, así como en otras pesquerías tanto nacionales como extranjeras, son capturadas incidentalmente diversas especies, que constituyen la fauna acompañante de la pesquería o "by-catch". Al respecto, la Ley de Pesca y Acuicultura Chilena se refiere a la fauna acompañante como "aquella fracción de la captura conformada por especies hidrobiológicas que, por efecto tecnológico del arte o aparejo de pesca, se capturan cuando las naves pesqueras orientan su esfuerzo de pesca a la explotación de las especies objetivo" (Ley Nº 18.892; Acuña *et al*, 2005).

La fauna asociada en las capturas de la especie objetivo se puede explicar tanto porque los tipos de artes o aparejos de pesca usados en la extracción no son totalmente selectivos como debido a que las especies presentan asociaciones ecológicas con otras especies en un área determinada (Wootton, 1989). La organización de las comunidades marinas en diferentes áreas geográficas está determinada por factores abióticos y bióticos, los que operan a diferentes escalas espaciales y temporales (Kelso & Minns, 1996; Beentjes *et al.*, 2002; Menares & Sepúlveda, 2005).

Al respecto, estudios financiados por el Fondo de Investigación Pesquera (FIP) y del Banco Integrado de Proyectos (BIP) de la Subsecretaría de Pesca, sobre la abundancia de merluza común, señalan que, entre Valparaíso y el Canal de Chacao, la fauna acompañante de la pesquería está constituida por cerca de 95 especies, las que según orden de importancia en peso son agrupadas en 5 grandes grupos, a saber: (i) peces óseos (Osteichtyes), (ii) peces cartilaginosos (Chondrichthyes), (iii) crustáceos (Crustacea), (iv) cefalópodos (Cephalopoda), y (v) otros invertebrados (Lillo *et al.*, 2006).

Sin embargo, en la pesquería industrial de merluza común, en el período 2001-2007, en promedio se registraran sólo 40 especies, teniendo gran importancia la presencia de jibia (*Dosidicus gigas*). Entre las especies capturadas como fauna acompañante, varias corresponden a recursos

objetivo de la flota demersal, como es el caso del besugo, merluza de cola, y alfonsino. Otras especies, que son especie objetivo de la flota arrastrera camaronera-langostinera son el langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*), langostino amarillo (*Cervimunida johni*), camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) y gamba de profundidad (*Haliporoides diomedeae*).

En términos de la frecuencia de aparición, sólo 12 especies aparecen como las más comunes, encontrándose en más de 10% de los lances de pesca realizados, entre las que se encuentra: la reineta (Brama australis), besugo (Epigonus crassicaudus), congrio negro (Genypterus maculatus), chancharro (Helicolenus lengerichi), lenguado de ojos grandes (Hippoglossina macrops), pejerratas (Coelorhynchus sp), lenguado de ojos chicos (Paralichthys microps), langostino amarillo (sólo año 2007), jaiba mora (Homalaspis plana), jaiba araña (Libidoclaea granaria), jaiba paco (Mursia gaudichaudi), rayas (Dipturus sp), y jibia.

4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Revisión bibliográfica

Se realizó una revisión bibliográfica de las principales fuentes de información que puedan contribuir a la determinación de las principales características de diseño, armado y construcción de los artes de arrastre utilizados la pesquería de merluza común. En cuanto a las fuentes nacionales, se destaca que, si bien en nuestro país es escasa la información respecto a experiencias de selectividad de peces en pesquerías demersales de arrastre, ésta se concentra principalmente en merluza común (Tabla 1). En cuanto a las fuentes internacionales, se consideró oportuno sintetizar la experiencia mundial respecto a las principales características de los artes de pesca que inciden en la selectividad, indicando en cada caso los resultados obtenidos en experiencias prácticas y las soluciones adoptadas en base a los estudios sobre especies de las familias Merlucciidae y Gadidae.

Levantamiento de información

Se realizaron entrevistas y reuniones de trabajo con los usuarios en la pesquería para obtener información base que permita conocer los artes de pesca realmente utilizados, así como para comprender los elementos que podrían incidir en la selectividad de tallas. Las entrevistas se realizaron a jefes de flota, jefes de redes, patrones de pesca y contramaestres, tanto en los puertos base como a bordo de las embarcaciones usadas actualmente en la pesquería, tanto para las flotas de San Antonio como de Talcahuano-San Vicente. La información preliminar que se consideró, correspondió a diseños y modelos de redes, dimensiones características, parámetros de desempeño, criterios y frecuencias de uso, variables que afectan la selectividad de tallas y variables de operación.

Complementariamente se realizó una revisión de las redes en la pesquería, comenzando con la revisión de los registros de los observadores científicos del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), entre los años 2005 y 2016. Luego, se procedió a realizar una revisión en terreno de las redes usadas en la captura de la especie objetivo, analizándose tanto los planos disponibles como la medición y registro de características de armado y construcción. En general, la información básica en el levantamiento de información de las redes corresponde a:

- Paños empleados en la construcción de las redes, en términos de tamaños y claros de malla, diámetros de hilo, tipo de construcción y configuración de la malla (romboidal o cuadrada), tipo de material (PE, PA, etc.).

- Dimensiones de los cuerpos de las redes (alas, cielo, cuerpo, belly, túnel y copo), en términos del número de mallas que las describen (superior, inferior y altura) y las formas que poseen para determinar el diseño (tipos y cantidad de cortes).
- Dimensiones (longitud y diámetro) de estructuras (relinga, lacha, refuerzos, malletas, estándares, borlón, etc.), tipo de material y construcción.
- Flotación utilizada, en términos del número, dimensión y distribución de los flotadores.
- Pesos empleados en el borlón o tren de arrastre, indicándose el tipo de elementos utilizados (cadena, discos, cable, bobinas, etc.), sus dimensiones principales y ubicación.
- Elementos complementarios en el copo que pueden afectar la selectividad (cinturones, ponchos, chascones, etc.).

Debido a la relevancia del tamaño de malla en la selectividad de las redes de arrastre, se realizó la medición en la sección posterior de las redes (túneles y copos) de un mínimo de 20 mallas consecutivas, procurando no considerar mallas próximas a las estructuras (relingas o lachas) o uniones entre cuerpos para evitar un error de medición producto de la deformación de las mallas. De manera complementaria se han empleado los instrumentos ICES Gauge y Wedge gauge siguiendo las orientaciones indicadas por ICES (2004).

El proceso llevado a cabo a la fecha ha permitido registrar información de redes usadas por siete naves de la flota, correspondientes a: i) San Antonio: Tío Gringo, Aquiles Pancho, María Emperatriz III y Skorpion, y ii) San Vicente-Talcahuano: Polaris II, Bonn y Biomar IV. Con la información registrada se establecen relaciones de forma de las redes, así como índices de las mallas, a partir de lo cual se identifican patrones de similitud entre diseños y modelos. Junto con las dimensiones, relaciones de forma e índices de las mallas, se consideran las características relevantes de los buques que usan las respectivas redes, como son su eslora total, potencia principal (usada para el remolque) y tonelaje de registro grueso (TRG).

Simulación dinámica

Para comprender el comportamiento hidrodinámico de las redes usadas en la pesquería, se empleó una herramienta de simulación dinámica que permita visualizar el desempeño de las redes más representativas en la pesquería. Para ello se utilizó el software DynamiT elaborado por IFREMER, el cual permite evaluar del comportamiento mecánico-hidrodinámico del arte de arrastre (geometría funcional y fuerzas involucradas en el entramado de los paños y estructuras), permitiendo evaluar

uno o varios diseños en condiciones de operación pre-establecidas (velocidad, profundidad, etc.). Esta información es complementaria a aquella obtenida mediante índices y relaciones, razón por la cual también se emplea para la clasificación de las redes.

La simulación permite visualizar la configuración que adopta la red durante el arrastre, pudiendo estimarse algunas variables relevantes para el estudio, tales como la abertura y altura de la boca de la red, la abertura de portalones y la configuración general de la red durante el arrastre. Para ello es necesario ingresar todas las características de los paños utilizados así como la información de los cuerpos de la red, en términos de número y tamaños de mallas. Luego se ingresan las estructuras, la flotación y el lastre, para posteriormente definir y ajustar el modelo virtual del arte de arrastre, generando un archivo denominado "arte de arrastre". Finalmente se procede a la ejecución de la simulación para obtener los resultados de desempeño del arte, previo ingreso de los parámetros de operación tales como profundidad y velocidad (Fig. 1).

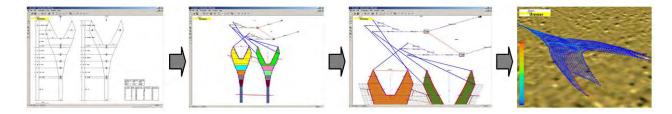


Figura 1. Etapas para la simulación dinámica de artes de arrastre. De izquierda a derecha: i) dibujo del plano, ii) ingreso de estructuras, iii) unión de componentes y cuerpos y iv) simulación dinámica según parámetros de operación.

En el presente informe se entregan resultados de simulaciones dinámicas de cuatro redes usadas en la pesquería (2 redes de San Antonio y 2 redes de San Vicente-Talcahuano). Las principales variables de salida de la simulación dinámica son:

- *Separación o abertura entre puertas* (o entre alas de la red). Esta información es fundamental para verificar el comportamiento de la red en relación a sus características de construcción. El factor de abertura de la red (FA) corresponde a FA = AP / LRS, donde AP es la separación entre puertas (o entre alas) y LRS es la longitud de la relinga superior.
- *Altura de la red en la boca*. Esta información es necesaria para comprender la relación entre el desempeño vertical de la red y las especies que componen la captura. Cada especie tiene un patrón de comportamiento que puede se ha descrito a partir de la observación directa, siendo

uno de los principales insumos de información para la selección de especies en la boca de la red.

- Altura interna de la red al inicio del copo (o fin del túnel). Esta información es fundamental para determinar la correcta configuración de los sistemas de selección de captura y/o reducción del by-catch que sean requeridos de instalar antes del copo.
- *Fuerza o resistencia hidrodinámica total*. Esta variable depende en gran medida de la velocidad de arrastre y del área expuesta al flujo, y se relaciona directamente con el consumo de combustible de los barcos durante los lances de arrastre.

4.1. Objetivo específico 1. Determinar las curvas de selectividad y sus parámetros en las redes de arrastre en uso en la pesquería de merluza común.

4.1.1. Selectividad teórica

Con el fin de estimar la selectividad teórica, se llevó a cabo una experiencia en condiciones de laboratorio durante la cual se registró si cada uno de los ejemplares de merluza común provenientes de una muestra de captura, eran o no capaces de atravesar distintas configuraciones de mallas, correspondientes a cuatro luces de malla distintas y seis aberturas de malla diferentes (u). Para control exacto de este experimento, se confeccionaron placas acrílicas perforadas con las dimensiones de cada tamaño y configuración de malla.

Durante la ejecución de la experiencia, cada ejemplar de la muestra fue expuesto perpendicularmente a cada una de las mallas. La exposición fue frontal, sin forzar a los ejemplares, modo tal que sólo la fuerza de gravedad (su peso) y su morfología fuesen los factores determinantes en el éxito o fracaso de la experiencia ("fall-through experiment"). Cada uno de los 5.390 registros, desglosados en 245 ejemplares, cuatro luces de malla de 90, 100, 110 y 120 mm, y seis aberturas de malla de 0,20, 0,30, 0,40, 0,45, 0,60 y 0,70, fueron codificados en términos de éxito (1: si ejemplar atravesó completamente la configuración) o fracaso (0: si el ejemplar no atravesó la configuración). Las tallas de los ejemplares fueron agrupadas en rangos de 1 cm, estimándose la fracción retenida i-ésima (número de ejemplares retenidos/número total de ejemplares) para cada i-ésimo rango. Las fracciones retenidas a la talla observadas fueron modeladas a la talla mediante un modelo logístico.

Las luces de malla empleadas correspondieron a 90, 100, 110 y 120 mm, en tanto las aberturas fueron expresadas como la proporción de abertura respecto al tamaño de malla (u = abertura interna / luz de malla). Los ejemplares de la muestra de merluza común presentaron entre 26 y 70 cm de longitud total, con un promedio de 36 cm y una moda de 34 cm (Fig. 2).

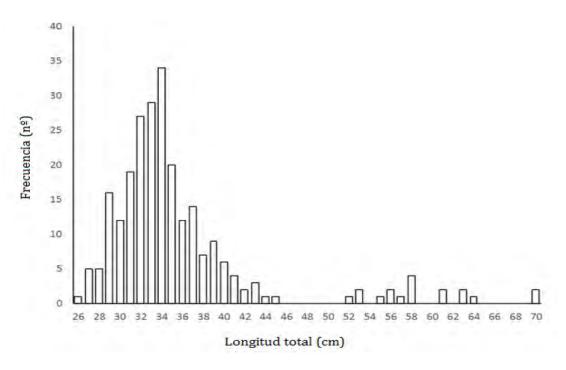


Figura 2. Estructura de tallas de los ejemplares de merluza común (LT, en cm) utilizados en la experiencia de selectividad teórica.

4.1.2. Actividad experimental

A la fecha de entrega del presente informe ha sido posible disponer de datos de selectividad de tres diseños de redes usados por la flota, empleando para ello el método de copo cubierto. Para ello, sus configuraciones han sido evaluadas respecto de un copo de referencia a modo de control, sin selectividad, el cual correspondió a un tamaño de luz de malla de 25 mm para las redes de menor tamaño (Engel y Celta usadas en la V Región; naves merluceras puerto San Antonio) y de 60 mm para la red de mayor tamaño (Engel usada en las regiones VII y VIII; naves merluceras puertos Talcahuano-San Vicente). Este cubrecopo ha sido dispuesto en torno al túnel-copo de las redes con el fin de llevar a cabo una experiencia recolectando tanto los peces que escapan por las mallas del copo como aquellas que conforman el panel de escape de malla cuadrada.

La actividad experimental, considera el registro de las características de los artes empleados por la flota y su operación, tomando en consideración elementos como el eventual empleo de cabos restrictores en el túnel-copo que limitan la abertura de las mallas, y la necesidad de no intervenir en la maniobra de virado obstaculizando los estrobos de la red.

4.1.3. Modelamiento de las curvas selectivas

Se llevó a cabo el ajuste de curvas selectivas correspondientes a lances con cubrecopo, contrastando para ello la composición de tallas obtenida en el copo (actualmente en uso) y el cubrecopo sin selectividad. Para el modelamiento se utilizó el enfoque denominado SELECT (Millar, 1991; Millar & Walsh, 1992), el cual supone que la probabilidad de que un cierto ejemplar capturado sea retenido en el copo se distribuye binomial y que el destino de un ejemplar capturado es independiente del destino del resto de los ejemplares. De este modo, se define:

- nl1 y nl2, que corresponden al número de ejemplares de la talla "l" que ingresan en el copo y cubrecopo, respectivamente, donde la captura total de la talla "l" corresponde a nl+ = nl1+nl2.
- La probabilidad de que un ejemplar de talla l quede retenido en el copo corresponde a r(l).

Conforme a lo anterior, el número de peces en el copo se distribuye binomial

$$\sum_{l} (n_{l1} * r(l) + n_{l2} * ln(1 - r(l)))$$

Si la probabilidad de retención (r(1)) es logística, entonces se tiene:

$$r(l) = \exp(a + bl)/(1 + \exp(a + bl))$$

La estimación de los parámetros se realizó mediante la maximización de la función de verosimilitud, mediante una rutina numérica, conforme a lo indicado por Wileman *et al.* (1996).

Los errores de estimación de los parámetros \hat{a} y \hat{b} se estiman mediante la matriz de Información de Fisher para "copo cubierto", la cual se define por:

$$I_{11} = \sum_{l} \frac{n_l + d^2(l)}{r(l)(1 - r(l))} \qquad \quad I_{12} = \ I_{21} = \sum_{l} \frac{n_l + Id^2(l)}{r(l)(1 - r(l))} \qquad \quad I_{22} = \sum_{l} \frac{n_l + I^2d^2(l)}{r(l)(1 - r(l))}$$

donde d(l) corresponde a la derivada parcial de r(l) respecto al parámetro a:

$$d(l) = \exp(a + bl)/(1 + \exp(a + bl))^2$$

La estimación de los parámetros de las curvas selectivas se llevó a cabo mediante software de uso libre R (www.rproject.org), empleando una modificación de la función trawlfunction desarrollada por Rusell Millar (https://www.stat.auckland.ac.nz/~millar).

Con la finalidad de determinar el ajuste del modelo logístico, se realiza el análisis de los residuales, mediante la devianza de cada lance (*D*), la cual bajo la hipótesis nula de un modelo correcto se distribuye Chi2 con n-2 grados de libertad para una curva logística (Wileman *et al.*, 1996), definida según:

$$signo(x) = \begin{cases} 1 si x > 0 \\ -1 si x < 0 \end{cases}$$

$$D = \sum_{l} D_{l}^{2}$$

Los parámetros de selectividad para cada lance individual se estiman usando la rutina numérica Raphson-Newton. Los valores de $L50_{\%}$ y del rango de selección (RS) corresponden a las siguientes expresiones:

$$l_{50\%} = -a/b$$

$$RS = 2 * ln(3)/b = 2,197/b$$

Dado los volúmenes de captura, y conforme a lo indicado por Millar (1994), se llevó a cabo un submuestreo de las capturas, la cual afecta la estimación del parámetro "a" de la curva logística r(l), siendo necesario corregirla mediante $a^* = a + \ln(q)$, donde q = p1/p2, corresponde al ratio de las proporciones de muestreo en el copo de prueba y el copo control, respectivamente, las que se estiman de acuerdo al tamaño de muestra y a una estimación de la captura total en cada copo. La estimación de la varianza del L50% y de Rango de Selección (RS) se llevó a cabo, según Wileman *et al.* (1996):

$$Var(\hat{l}_{50\%}) = \frac{\sigma_a^2 + 2l_{50}\sigma_{ab}^2 + l_{50}^2\sigma_b^2}{b^2}$$

$$Var(\widehat{SR}) = (\frac{2\ln(3)}{b^2})^2 \sigma_b^2$$

Se evaluó la contribución de variables explicativas a los parámetros de selectividad. De este modo, aplicando el método propuesto por Fryer (1991), se exploró la modelación de los parámetros a* y b de las curvas logísticas de cada lance, empleando a priori variables como tamaño de malla, captura, duración del lance, cantidad de captura y velocidad de arrastre. La elección del mejor modelo se lleva a cabo utilizando el menor valor del Criterio de Información de Akaike (AIC) en un proceso Stepwise utilizando el software de uso libre R (www.rproject.org). El modelo obtenido permitirá la

estimación de los parámetros medios de la curva selectiva para distintas combinaciones de tamaño de malla y de variables operacionales.

4.1.3. Proporciones de retención respecto a tallas de referencia

La talla media de primera madurez sexual (TPMS) es probablemente la talla de referencia más útil en estudios de selectividad, ya que generalmente se busca la longitud de primera captura de la flota sea mayor que la TPMS para evitar la sobrepesca por crecimiento. En este sentido, Alarcón y Arancibia (1993) informan de una talla de primera madurez de 37 cm de LT, en tanto Alarcón *et al.* (2006) reportan una reducción de la TPMS, estimándola en 32 cm LT para el período 2003-2007. Igualmente, se consideró una segunda talla de referencia, correspondiente a la empleada por la flota pesquera en su actividad comercial, la cual fue consultada de manera previa a los armadores que operan en San Antonio y Talcahuano-San Vicente. Por último, se utilizó una talla de referencia de la estructura demográfica de la población, correspondiente a la participación de ejemplares mayores a 48,4 cm LT, la cual correspondería a los denominados "megadesovantes" (Tascheri et al., 2011).

Para cada lance de pesca comercial (no lances experimentales) se estimó la proporción de ejemplares de talla menor o igual a cada una de las tallas de referencia señaladas anteriormente (madurez, comercial y megadesovantes), lo que posteriormente deberá ser relacionado con las características tecnológicas y operacionales relevantes (tamaño de malla, zona, profundidad, entre otras).

4.2. Objetivo específico 2. Analizar el efecto selectivo de las redes de arrastre y su efecto en la explotación y recuperación del recurso.

4.2.1. Relación entre selectividad empírica y patrón de explotación

La definición de selectividad, implica reconocer la diferencia que existe entre el efecto selectivo de la red y el patrón de explotación edad o talla específico mediante el cual la mortalidad por pesca se distribuye, y segundo, que el efecto de la red es una de varios efectos que condicionan el éxito de la captura. De acuerdo con esto, el patrón de explotación o selectividad "verdadera" (S_a) se podría expresar en función de la selectividad "empírica" actual ($S_a^{red_1}$):

$$S_{a,f} = S_{a,f}^{red_1} + \theta_{a,f}$$

donde a es la edad (o talla), f el efecto flota/espacial, 1 denota el estado actual y θ el efecto asociado a otras fuentes de desviación de la selectividad empírica a la edad/talla por zona. Por su parte, si se considera que el trabajo realizado por Tascheri et al (2016) provee estimaciones de la selectividad "verdadera" ($S_{a,z}$) o "patrón de explotación" provenientes de la evaluación de stock, entonces se tiene que los desvíos podrían ser calculados en la forma:

$$\theta_a = S_{a,f}^{red_1} - S_{a,f}$$

Suponiendo que $\theta_a \sim N(\theta_a, \sigma_\theta)$, la selectividad del arte o aparejo de pesca representa uno de los efectos determinantes del patrón de explotación. El patrón de explotación es el resultado entre la composición de edades de la población y la composición de edades de la captura, esta última como expresión edad-específica de toda la pesquería. El análisis consideró la evaluación del desempeño del efecto potencial que tendría la selectividad empírica convertida a patrón de explotación de la flota industrial que opera sobre la pesquería de merluza común.

- Caso 1: El patrón de explotación de la flota industrial está representado por la selectividad del arte de pesca empírica.
- Caso 2: El patrón de explotación de la flota industrial corresponde al estimado en la evaluación de stock.

4.2.2. Análisis de selectividad empírica industrial y patrones de explotación

La dinámica poblacional de la merluza común se estructura por edad, emergiendo un patrón de explotación (V) de tipo logístico. En este proyecto, el análisis de la selectividad de flota industrial entrega parámetros que representa la selectividad empírica (S). Por otra parte, los experimentos de selectividad son estimados en longitud, siendo necesario que el análisis entre V y S sea compatibilizado. Por lo tanto, los resultados de experimentos de selectividad se analizan por tamaños y edades, en el caso de las edades estas son convertidas a partir de parámetros de crecimiento específico para la merluza común Ojeda et al. (1997).

Longitud estimada

Los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy utilizados corresponden a: $L_{\infty}=61,1,K=0,28$ y to=-0,4565, para la expresión $L_i=L_{\infty}(1-exp(-k(i-t_0)))$.

Flota industrial

Sobre la base de los resultados del objetivo 1, en lo correspondiente a estimación de selectividad de la flota industrial, y utilizando los parámetros para la función logística, $\beta_0=7,359$ y $\beta_1=0,2509$, en la expresión:

$$S_{ind}^{l} = \frac{1}{1 + exp^{(\beta_0 + \beta 1l)}}$$

donde S(l) = la proporción de ejemplares retenidos a la longitud (l), se inicia el análisis para obtener un patrón de explotación para las flotas que operan en la pesquería de merluza común correspondientes a la flota industrial y artesanal.

Flota artesanal

El patrón de explotación de la flota artesanal es representada por la expresión:

$$S_{art}^{l} = \frac{1}{1 + exp^{-ln(19)(\frac{l - exp^{\alpha 50}}{exp^{\alpha 95}})}}$$

donde S_{art} = la proporción de ejemplares retenidos a la longitud (1), correspondientes a: $\alpha 50 = 0.7$ y $\alpha 95 = -0.0297154$, con los parámetros obtenidos desde la evaluación de stock de Tascheri et al. (2016).

Selectividad integrada flotas artesanal e industrial

Acorde a la LGPA, la asignación de cuotas en la pesquería de merluza común es para la flota industrial 60% de la cuota y para la flota artesanal 40% de la cuota. El año 2017 asignación de cuotas fue de 14.760 ton y 9.840 ton entre flotas. Al considerar el escenario de sub-reporte, según Acta e Informe Técnico del CCT-RDZCS Sesión 5/2017, el Servicio Nacional de Pesca informó ilegalidad en región del Maule, donde desembarque real es 3,1 a 3,4 veces mayor que desembarque informado. Por su parte, el Instituto de Fomento Pesquero informó que el sub-reporte artesanal es 2.8 veces la cifra oficial de desembarque, valor estimado a partir de una muestra de caletas entre V y VII Regiones. De este modo, aplicando un factor de 3 veces para la cuota artesanal, las capturas corregidas corresponderían a: 14.760 ton (flota industrial) y 29.520 ton (flota artesanal). La integración de la selectividad industrial empírica y patrón explotación flota artesanal proveniente de la evaluación de stock, resulta en un ajuste de niveles de mortalidad y proporcionalidad en las capturas corregidas sobre la base de un análisis de rendimiento por recluta, que permite conocer los niveles de mortalidad por flotas a ser aplicados para dicha proporcionalidad. Luego la selectividad total que representa ambas flotas, es aquella que resulta de estimar la mortalidad por pesca total F_{tot} para satisfacer las condiciones de asignación señaladas, y que corresponde a la expresión:

$$F_{tot.i} = F_{ind.i}S_{ind.i} + F_{art.i}S_{art.i}$$

Luego, la selectividad total, estaría representada por $S_i^t = F_{total,i}/max(F_{total})$, la cual es expresada en tamaños o edades, utilizando la conversión a edad aplicando la ecuación de VB.

Relación Selectividad empírica y patrón de explotación

La evaluación de stock de merluza común a la edad, cubre un rango de edades entre $2 \ y \ 13$ años, emergiendo un patrón de explotación V, que se corresponde con la función:

$$V_{i} = \frac{1}{1 + exp^{-ln(19)(\frac{i - \alpha 50}{\alpha 95})}}$$

Un detalle completo del modelo de estimación base a partir del cual se obtienen las condiciones iniciales se encuentra en Tascheri et al. (2016). En nuestro análisis, la S_i^t se incorpora en la estimación del patrón de explotación como un proxi, siendo una componente del patrón de explotación V para la evaluación de stock, con el objeto de encontrar los parámetros que determinan una asociación entre la S y V. Siendo modificado el patrón de explotación original del modelo, a uno de la misma forma pero que utiliza la expresión de S_i^t en su formulación, resultando en:

$$V_{i}^{e} = \frac{1}{1 + exp^{-ln(19)(\frac{S_{i}^{t} - \alpha 50}{\alpha 95})}}$$

De esta forma, el patrón de explotación es resultante de la integración de información contenida en S_i^t y las diferentes fuentes de información y parámetros de la evaluación de stock. Para la generación de un V_i^e modelado sobre la base de la selectividad.

4.3. Objetivo específico 3. Analizar el efecto selectivo de las redes de arrastre en la fauna acompañante y en la captura incidental.

4.3.1. Reuniones de coordinación para embarques

Para el desarrollo de este objetivo se requiere el análisis de la fauna concurrente a la captura de merluza común, lo que impone la necesidad de disponer de observadores científicos a bordo para el levantamiento de este tipo de información (en lances experimentales de pesca). En consecuencia, el proyecto consideró reuniones de coordinación para el diseño y levantamiento de datos de captura de especie objetivo, fauna acompañante y fauna incidental a través de lances experimentales, así como la coordinación entre las instituciones participantes y la industria pesquera regional para el embarque de profesionales y técnicos en la V y VIII Regiones.

Para efectos de levantamiento de información de captura frente a las costas de la VIII Región, se realizaron dos reuniones de coordinación en dependencias del Instituto de Investigación Pesquera. La primera con fecha 17 de Abril de 2018, contando con la participación de profesionales de Inpesca (A. Sepúlveda, C. Gatica, A. Zúñiga, S. Núñez), y de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV) (D. Queirolo, jefe de proyecto, P. Apablaza), y la segunda reunión el día 11 de Julio de 2018 y contó con la participación de profesionales de Inpesca: A. Sepúlveda, C. Gatica, A. Zúñiga, S. Núñez y C. Bruno.

En estas reuniones se discutió y acordó las siguientes materias: a) el trabajo conjunto de profesionales de Inpesca y PUCV en embarcaciones de la flota arrastrera, b) la fecha de inicio de los embarques, c) el listado de tareas y actividades a bordo, d) el diseño de muestreo, f) el personal a embarcar y sus competencias, y g) la coordinación con la empresa que opera las embarcaciones. El grupo de trabajo abordo encargado de llevar a cabo los lances experimentales (PAM Bonn) estuvo conformado por R. Escobar (PUCV) y R. Mena (Inpesca). El inicio de las actividades de monitoreo en el mar fue el día 4 de Abril y se extendió hasta el 28 de Mayo de 2018, a bordo del PAM Bonn. En esta reunión se consideró pertinente y necesario incluir la información de fauna acompañante proveniente del Programa de Seguimiento de merluza común del Instituto de Investigación Pesquera. En este contexto, se incluye la información recopilada por R. Mena (muestreador a bordo de Inpesca) proveniente de lances de pesca de merluza común realizados en la región sur (VIII Región) a bordo del PAM Biomar IV, entre los días 2 de Enero y el 22 de Abril de 2018.

4.3.2. Caracterización de los lances de pesca

Con el propósito de analizar el efecto selectivo de las redes de arrastre sobre los componentes de la fauna acompañante a la captura de merluza común, así como también a la fauna asociada a la captura incidental y de especies protegidas, en este estudio se consideró el análisis de las especies provenientes de capturas de lances de pesca denominados "lances experimentales" asociados al ensayo de selectividad en merluza común usando diferentes redes de pesca de arrastre, así como la información proveniente de lances de pesca comerciales.

En cada uno de estos ámbitos (lances experimentales y comerciales), la información fue sectorizada regionalmente, en relación con los lances de pesca realizados en la región de San Antonio-Valparaíso (llamada "zona norte") y la región asociada a Talcahuano (llamada "zona sur"). En cada una de estas regiones (norte y sur), la información de la fauna acompañante y fauna vinculada a la captura incidental y de especies protegidas, se analizó en función de la captura proveniente de las diferentes redes utilizadas. Por último, cuando fue posible se contrastó la fauna acompañante e incidental en diferentes estratos batimétricos de operación de las distintas redes consideradas en este estudio.

Lances experimentales

Se realizaron 30 lances experimentales con dos redes distintas, a saber: Engel y Celta, así como también la evaluación de la fauna total y la fauna acompañante retenida tanto en el copo de cada una de estas redes. La información de fauna total, fauna acompañante y especies asociadas a la captura incidental se analizó para un total de 30 lances experimentales de pesca, los que fueron desarrollados entre Abril y Junio de 2018, tanto en la V Región como en la VIII Región (Tabla 1).

Estos lances experimentales fueron realizados por observadores a bordo de tres embarcaciones, utilizando redes provistas de copo y cubre-copo. Los lances experimentales de la VIII Región se realizaron los 37°17′S y los 38°14′S, y se llevaron a cabo entre el 2 de Marzo y el 17 de Junio de 2018 en la embarcación arrastrera Bonn (9 lances), en tanto que frente a las costas de la V Región (entre 33°25′S y los 33°47′S) se realizaron 21 lances experimentales entre el 18 de Diciembre y el 28 de Marzo de 2018, a bordo de las embarcaciones María Emperatriz III (11 lances) y Skorpion (10 lances).

Lances comerciales

Se analizó la información de fauna total, fauna acompañante, y especies asociadas a la captura incidental, proveniente de 195 lances de pesca comercial de merluza común, en el período comprendido entre el 2 de Diciembre de 2017 y el 29 Junio de 2018. La información analizada proviene de arrastre que operaron en la V Región (María Emperatriz III, Aquiles Pancho y Skorpion) y en la VIII Región (Polaris II, Biomar IV y Bonn) (Tabla 1). Estas embarcaciones operaron con cuatro redes distintas, a saber: Engel, Halcones, Tornado y Celta. El levantamiento de esta información fue realizada por observadores a bordo capacitados en muestreo de frecuencias y biológico-específico, así como también en la identificación de la fauna acompañante y la fauna asociada a captura incidental en esta pesquería.

Tabla 1. Caracterización de los lances experimentales y comerciales utilizados en este estudio.

Embarcación	Tipo de lances	Zona	Latitud	Fecha	N° Lances
María Emperatriz III	Experimental	Norte	33°37′S-33°40′S	11 al 13 Abril 2018	11
Skorpion	Experimental	Norte	33°23′S-33°47′S	10 al 12 Abril 2018	10
Bonn	Experimental	Sur	37°17′S-38°14′S	2 Marzo al 17 Junio 2018	9
María Emperatriz III	Comercial	Norte	33°26′S-33°58′S	20 Dic. al 23 Marzo 2018	12
Aquiles Pancho	Comercial	Norte	33°26′S-33°49′S	20 Dic. al 28 Marzo 2018	5
Skorpion	Comercial	Norte	33°23′S-33°59′S	18 Dic. al 7 Marzo 2018	35
Polaris II	Comercial	Sur	35°42′S-36°09′S	2 al 13 Diciembre 2017	23
Bonn	Comercial	Sur	35°18′S-38°14′S	2Marzo al 29 Junio 2018	72
Biomar IV	Comercial	Sur	35°19′S-39°05′S	2 Enero al 22 Abril 2018	48

La Figura 3 muestra la disposición espacial de los lances de pesca comerciales y experimentales realizados con las distintas redes de arrastre precitadas.

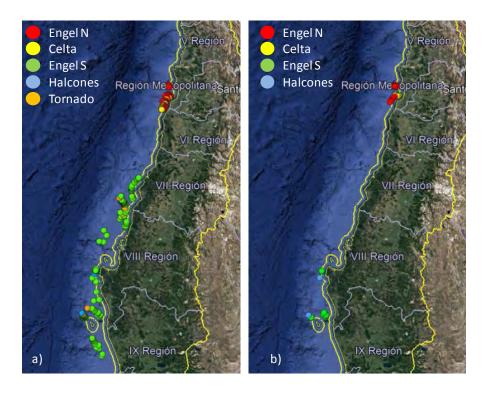


Figura 3. Distribución espacial de los lances de pesca con las diferentes redes utilizadas en el estudio. a) Lances de pesca comerciales, b) Lances de pesca experimentales.

4.3.3. Obtención de las muestras

La información básica utilizada para el análisis de la fauna acompañante en la pesquería de merluza común, consistió en la captura (en peso) por lance de pesca, ya sea lance comercial o lance experimental, de cada especie de la fauna acompañante recolectada a bordo de las embarcaciones industriales de la V y VIII Región. Tanto para los lances de captura comercial como experimental (ésta última con redes con copo y cubre-copo) se siguió el siguiente procedimiento:

- Se consideró la colecta de una muestra aleatoria de 10 cajas de aproximadamente 300 litros de capacidad conjunta, o 120 kg de peso húmedo.
- Las cajas se pesaron individualmente con una balanza de reloj de 200 g de precisión para determinar el peso total de la muestra, restándoles el peso de las cajas vacías.
- Se separó la especie objetivo (merluza común) de las otras especies de la captura.
- Se contabilizó el número de ejemplares y se determinó por separado el peso de las distintas especies presentes.

- En el caso de especies representadas por ejemplares grandes y con baja frecuencia de aparición (congrios, rayas, sierras, jibias), éstas fueron separados del resto de la captura y pesados individualmente.
- Para el caso de las especies con ejemplares pequeños, con bajo aporte al peso total de la captura, se separaron todos los individuos, se contabilizaron y pesaron en su conjunto. Para este caso se utilizó balanzas japonesas.

Las especies de la fauna acompañante fueron identificadas al nivel taxonómico más bajo posible (en su mayoría especie), utilizando para ello literatura especializada así como las indicaciones reseñadas en el Manual de muestreo de pesquerías (IFOP 2017).

4.3.4. Construcción de matrices de datos

El análisis de la fauna acompañante e incidental consideró eventuales diferencias faunísticas en relación con lo siguiente:

- a) Distintas redes de pesca utilizadas: Engel, Halcones, Tornado y Celta.
- b) Uso de copo y cubre-copo (en lances experimentales).
- c) Diferencias meridionales(norte y sur): Región norte (33°23′S-33°59′S), Región sur (35°18′S-39°05′S).
- d) Diferencias entre estratos batimétricos de pesca. Estrato 1 (0-99 m), Estrato 2 (100-199 m), Estrato 3 (200-299 m), Estrato 4 (300-399) y Estrato 5 (400-499m).

Por lo tanto, las matrices de datos se construyeron según los siguientes criterios:

- a) Subconjunto de lances experimentales y comerciales.
- b) Subconjunto de datos por latitud (norte y sur).
- c) Subconjunto de datos para cada red de pesca utilizada.
- d) Subconjunto de datos de estratos batimétricos.

La condición copo-cubrecopo que sólo se verificó en los lances experimentales, se analizó solamente en el estudio del escape de la fauna acompañante y su expresión porcentual, equivalente al total retenido en el cubre-copo respecto del total de la fauna acompañante que ingresó a la red.

Asimismo, se determinó el porcentaje individual de escape equivalente al escape de cada taxa que es retenido en el cubre-copo.

4.3.5. Importancia relativa de la fauna acompañante

Se analizó la Importancia Relativa de los diferentes taxa componentes de la fauna acompañante e incidental, provenientes de los lances de pesca experimentales y comerciales. Para ello, se consideró tanto la proporción en la captura de los diferentes componentes de la fauna acompañante y, la importancia relativa de la fauna acompañante considerando las diferencias meridionales, las diferentes redes de pesca, y la distribución batimétrica de los diferentes lances de pesca experimentales y comerciales.

La importancia relativa de las especies que componen la fauna acompañante se representó en función de su proporción en la captura total. Se comparó la importancia relativa de las principales especies de la fauna registrada entre Marzo y Abril de 2018 para lances experimentales y efectuadas entre Diciembre de 2017 y Junio de 2018, en las capturas comerciales, Los principales componentes de la fauna capturada durante los cruceros correspondieron a aquellas especies que representaron una proporción mayor al 0,1% de la captura total registrada.

Para el análisis de la fauna acompañante de la pesquería de merluza común se utilizó la "metodología de frecuencias" (Hyslop1980), utilizándose las siguientes proporciones:

- <u>Frecuencia de ocurrencia</u> (%FO) = número de lances de pesca que contiene uno o más individuos de un taxón, expresado como porcentaje del total de lances con presencia de la especie.
- <u>Frecuencia numérica</u> (%FN) = Número total de individuos de cada especie de la fauna acompañante capturada expresado como porcentaje del total de individuos capturados.
- <u>Porcentaje en peso</u> (%W) = peso total de cada taxón expresado como porcentaje del peso total de todos los taxa capturados.

La determinación de la importancia relativa de las distintas especies de la fauna acompañante en la pesquería de merluza común, en las capturas experimentales como comerciales, se efectuó aplicando el Índice de Importancia Relativa (IIR) de Pinkas*et al.* (1971) que corresponde a:

$$IIR_i = (FN + W)_i \cdot FO_i$$

El propósito de este índice es otorgar la importancia adecuada a las distintas especies componentes de la fauna acompañante, ya que si sólo se usa el número de ejemplares como medida de importancia, se corre el riesgo de sobre-estimar su importancia cuando existen muchos ejemplares de pequeño tamaño; a la vez que se subestima a aquellos ejemplares de mayor tamaño, pero poco recurrentes. Una situación análoga ocurre si sólo se usa la frecuencia de ocurrencia o el peso del recurso analizado.

Se comparó la importancia relativa de las especies de la fauna acompañante entre las diferentes redes utilizadas y los estratos batimétricos de captura, para las regiones norte y sur por separado.

4.3.6. Atributos comunitarios

Esta categoría de análisis toma en cuenta la co-ocurrencia de todas las especies de una comunidad o, por lo menos, de ciertos grupos taxonómicos. Los indicadores ecológicos reseñados en Levinton (1982) son utilizados para describir la estructura comunitaria de las especies en los lances de pesca, tanto comerciales como experimentales. Los índices ensayados fueron:

Diversidad (Shannon-Weaver)

$$H' = -\sum_{i=1}^{i=s} p_{i} \cdot \log_{2} pi \qquad pi = \frac{ni}{N}$$

donde: S: número de especies. *pi*: Proporción de individuos de la especie *i* respecto al total de individuos. *ni*, número de individuos de la especie *i*. *N*, número de todos los individuos de todas las especies. Este índice se expresa con un número positivo, donde valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies.

Dominancia (Índice de Simpson):

$$D = \sum_{i=i}^{l=s} pi^2$$

donde: *pi*, Proporción de individuos de la especie *i* respecto al total de individuos elevado al cuadrado.

Uniformidad (Pielou 1969)

$$J' = \frac{H'}{\log_2 S}$$

donde: H' = índice de Shannon-Wiener. log_2 S = es la diversidad máxima (H'max) que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas.

Este análisis consideró la información de la fauna acompañante identificadas en los lances de pescas comerciales y experimentales, para determinar eventuales diferencias en estos atributos comunitarios respecto de los tipos de redes utilizadas, la cobertura latitudinal de los lances (norte y sur), y los estratos batimétricos. A través de un Análisis de Varianza de una vía se determinó la existencia de diferencias significativas (p<0,05) para los diferentes índices ecológicos provenientes de los lances comerciales y experimentales por separado, en relación con: a) lances de pesca realizados en la V y VIII Regiones, b) lances de pesca utilizando diferentes redes de arrastre, y lances de pesca realizados a diferentes estratos de profundidad.

4.3.7. Análisis de clasificación y ordenación

Se realizaron análisis de clasificación numérica y de ordenación comunitaria con el propósito de identificarlas asociaciones específicas de las especies componentes de la fauna acompañante en la captura de merluza común. Estos análisis entregan una panorámica global de la estructura comunitaria en la cual se asocia la especie objetivo (merluza común). Por su parte, se realizó un análisis de ordenación comunitaria a través de la ordenación NMDS (Non Metric Multidimensional Scaling) (Clifford & Stephenson 1975).Para verificar la adecuada representación en dos dimensiones, se utilizó este análisis con la misma información utilizada en el análisis de agrupamiento, donde valores <0,1 implican una buena representación de los datos y valores >0,2 un ordenación menos confiable (Clarke & Warwick 2001).

Con la información levantada en terreno, se construyeron matrices de abundancia de la fauna acompañante para los lances, considerando la estratificación meridional, batimétrica y el tipo de redes. Para ambos métodos (clasificación y ordenación numérica) los datos de la matriz original fueron transformados con la aplicación de raíz cuarta ($^4\sqrt{}$) de acuerdo con Clarke y Warwick (1994), con el propósito de equilibrar los valores atípicos (especies raras o poco comunes) con los valores comunes o muy altos (especies recurrentes).

Con los datos transformados se construyó matrices de similaridad cuyos datos de entrada son una matriz de captura total de las principales especies capturadas agrupadas para cada lance por estrato de latitud (norte y sur), diferentes redes utilizadas y estratos batimétricos. La comparación entre pares de datos se realizó utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis (Bray y Curtis 1957), el cual tiene la ventaja de no ser afectado por las ausencias (valores cero) y se expresa por:

$$IBC = \frac{\sum_{i=1}^{p} \left| \boldsymbol{\chi}_{ij} - \boldsymbol{\chi}_{ik} \right|}{\sum_{i=1}^{p} \left(\boldsymbol{\chi}_{ij} + \boldsymbol{\chi}_{ik} \right)}$$

donde, p es el número de puntos de muestreo; X_{ij} : es la captura total de la especie i en el punto de muestreo j, X_{ik} : es la captura total de la especie i en el punto de muestreo k. Con los valores de similitud se construye una matriz de similitud, la que será utilizada para efectuar el análisis de clasificación y ordenación.

El análisis de clasificación numérica (análisis de conglomerados, Clifford & Stephenson 1975) y de ordenación (MDS), realizados para la identificación de agrupaciones de la fauna acompañante asociados al tipo de red y estratificación batimétrica, fue realizado por medio del software PRIMER (Plymouth Marine Laboratory, Clarke & Warwick 1994). Para cada uno de los dendrogramas se usó el valor \geq 60% como criterio de separación de grupos (Zaret & Rand 1971; Wallace 1981). Con el propósito de resaltar las especies más relevantes que contribuyeron con mayor similaridad a los grupos determinados, se realizó un análisis SIMPER (similitud porcentual, PRIMER 6+); en tanto que un análisis de similaridad (ANOSIM, Clarke 1993) basado en el estadígrafo R (rangos de disimilitudes) fue utilizado como análisis no paramétrico para detectar diferencias significativas en la composición de los grupos conformados para los factores: redes de arrastre y estratos de profundidad, donde valores cercanos a cero (R \cong 0) indica la inexistencia de diferencia entre los grupos, y valores positivos (R>0) verifican que los grupos identificados difieren en su composición faunística, para un nivel de significancia de p<0,05.

4.4. Objetivo específico 4. Evaluar el desempeño de los dispositivos de escape actualmente en uso, proponiendo las mejoras y ajustes pertinentes.

4.4.1. Comportamiento de escape y posibles daños en merluza común

Con el fin de evaluar el desempeño de los dispositivos de escape en uso, específicamente panel de malla cuadrada y rejillas de selección, y considerando la importancia que representa el comportamiento de la especie objetivo y la fauna acompañante en el diseño, dimensionamiento y evaluación de éstos, se hace imprescindible contar en la investigación con un sistema de filmación submarino *ad-hoc* a los requerimientos de profundidad y luminosidad en las zonas de abundancia de merluza común y de su fauna acompañante.

Para ello, se realizaron filmaciones submarinas en diversas redes usadas por las naves Polaris II, Bonn María Emperatriz III y Skorpion. Las filmaciones fueron hechas empleando una cámara digital SJ4000 instalada al interior de una carcasa de aluminio anodizado con capacidad de trabajo de hasta 1500 m de profundidad. Se empleó iluminación externa provista por linternas LED UltraFire DE 1000 lm. En general, se obtuvieron filmaciones de duración mayor a 20 min, y con alcance real mayor a 2 m cuando la visibilidad y la ubicación de la cámara fueron las adecuadas.

Con la finalidad de caracterizar niveles de daños de ejemplares capturados de merluza común durante faenas de pesca comercial, se generó una escala cualitativa de las lesiones externas observables en ejemplares de merluza común por parte del personal embarcado durante el estudio. La escala se confeccionó basándose en observaciones preliminares que permitieron una aproximación a los tipos de lesiones, facilitando el establecimiento de niveles crecientes de lesiones (de 1 a 5) desde ejemplares sin daño aparente hasta ejemplares con lesiones generalizadas (Tabla 2).

En lances de pesca realizados con copo cubierto seleccionados aleatoriamente se obtuvieron simultáneamente dos muestras de ejemplares de merluza común provenientes del copo y del cubrecopo. A cada uno de los ejemplares de ambas muestras se le registró la talla total (LT en cm) y se le asignó un nivel de daño conforme a la escala indicada en la Tabla 2.

Tabla 2. Niveles de daño aparente empleadas en la experiencia.

Nivel de daño	Descripción
1	Sin lesiones externas aparentes
2	Exclusivamente descamación parcial
3	Con descamación y lesiones en el opérculo y cabeza
4	Con descamación, lesiones en el opérculo, cabeza y pérdida de
5	Con pérdida de músculo y/o daño ocular

Los datos fueron analizados separadamente por embarcación y por origen de la muestra (copo/cubrecopo). Para el análisis descriptivo se estimaron estadígrafos de tendencia central y de variabilidad, en tanto se llevó a cabo inferencia mediante pruebas de comparación de medias (Prueba de rangos de signos de Wilcoxon (Wilcoxon, 1945) y utilizando tanto un MRL (glm con función de enlace identidad y distribución gaussiana del error) como un modelo multinomial. Los análisis fueron llevados a cabo sobre la plataforma R, utilizando las funciones glm y multinom (librería nnet).

4.4.2. Mejoras a la selectividad del arte de pesca

4.4.2.1. Reuniones y taller de trabajo

El propósito de selectividad debe estar alineada, como mínimo, con los objetivos de manejo de las pesquerías, los cuales se expresan en los respectivos planes de acción que se establecen formalmente para avanzar en la sustentabilidad de esta actividad. En este contexto, se ha revisado la documentación oficial disponible (plan de manejo y plan de reducción del descarte) y se realizaron reuniones con los usuarios (ver Anexo V) para discutir alternativas y propuestas que permitan disminuir el descarte, disminuir la pesca incidental y maximizar el valor de la pesquería. En estas reuniones han participado también representantes de la SUBPESCA e IFOP. A partir de esto se llevaron a cabo dos actividades de pesca comparativa; una para probar un nuevo diseño de red de arrastre y otra para evaluar el uso de un dispositivo excluidor de lobos marinos.

4.4.2.2. Pesca comparativa

En base a taller de trabajo con la empresa PacificBlu y el equipo de trabajo del proyecto, se acordó realizar una actividad de pesca comparativa entre dos redes de arrastre de diferente diseño y

construcción pero de copos similares, para evaluar la reducción de fauna acompañante. La red control correspondió a una red Engel, mientras que la red de prueba es la denominada Tornado.

Las experiencias se llevaron a cabo en diciembre de 2017 entre 35°42′ y 36°09′ LS en profundidades entre 202 y 253 m. Los viajes de pesca fueron realizados por la nave Polaris I, perteneciente a la pesquera PacificBlu, la cual posee una capacidad instalada de motor de 2318 HP. En cuanto a las redes utilizadas por la nave estas poseen diferentes características en su configuración. La primera red corresponde a un diseño tradicionalmente utilizada por la flota (red de arrastre de fondo), mientras que la segunda es la red Tornado, la cual puede ser considerada una red híbrida ya que presenta características de redes de fondo y de mediagua. Este nuevo diseño se caracteriza principalmente por poseer una luz de malla de la boca muy superior a la red tradicional favoreciendo el escape de organismos bentónicos y peces demersales, sin disminuir la captura de especie objetivo, lo anterior se verifica en las características de la red que se indican en la tabla 3.

Se realizó un total de 23 lances aplicando la metodología de lances alternados donde se cuantificó la captura y el rendimiento de pesca o CPUE para la especie objetivo y la fauna acompañante, además de la diversidad de especies. El tiempo de frenado del winche y de inicio de virado, registró la duración nominal de cada lance. De los 23 lances, 11 lances fueron realizados con la Red Engel (RE) y los 12 restantes por la Red Alternativa (RA). Se eliminaron los lances 1 y 7 de la marea 3 para los cálculos de captura y rendimiento de captura de la especie objetivo, lance 8 y 3 de la marea 2 para la diversidad de especies y los lances 1 y 7 de la marea 3; lances 3 y 8 de la marea 2 para los cálculos de captura y rendimiento de captura de la fauna acompañante, para eliminar posibles alteraciones en el resultado final del análisis.

Tabla 3. Caracterización de las redes utilizadas durante los viajes de pesca. Red tradicional (Engel) y red alternativa (Tornado).

	Engel	Tornado
Clasificación	Fondo	Híbrida
Paneles	2 paneles	4 paneles
Cielo	Con cielo	Sin cielo
Abertura boca (m)	30	52
Altura boca (m)	9	14
Luz de malla boca (mm)	300	6000
Luz de malla copo (mm)	100	100
Dispositivos de escape	Panel de escape de malla cuadrada	Panel de escape de malla cuadrada
	Grilla rígida del tipo Nordmore	Grilla rígida del tipo Nordmore

En cuanto a los análisis realizados para comparar los rendimientos de captura entre ambas redes, se usó el software de análisis de datos de código abierto RStudio, empleando las pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis y de Wilcoxon. Mientras que para el análisis de la biodiversidad se utilizó el software Primer 6. Para la caracterización de la comunidad se consideraron tres índices: la riqueza especifica (número de especies identificadas para cada diseño de red) (S), el Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H'), EL Índice de Dominancia de Simpson (D). En tanto a la Uniformidad el método usado fue el de Análisis Multivariado de Clasificación ("Cluster" o dendrograma"). Este análisis se basó en una matriz de similitud calculada mediante la distancia Bray-Curtis, especialmente recomendada cuando se trata de parámetros biológicos.

Por su parte, a partir de las reuniones realizadas con la flota de San Antonio y de los resultados obtenidos en embarques preliminares, se acordó probar el uso de un dispositivo excluidor de lobos marinos, el cual fue diseñado considerando la experiencia internacional tanto para la exclusión de focas en el hemisferio norte como de lobos marinos en el hemisferio sur.

5. **RESULTADOS**

5.1. Metodología general

5.1.1. Revisión bibliográfica

a) Resultados de selectividad en Merluccius gayi

A partir de la década de 1960 se han llevado a cabo muy pocos estudios acerca de la selectividad de redes de arrastre de fondo en la pesquería de merluza común, los cual pueden separarse temporalmente en dos etapas; i) hasta 1978 y ii) a partir de 1996 (Tabla 4). En la primera etapa, los trabajos de Saetersdal & Villegas (1968), Arana (1970) y Klenner (1978) dan cuenta de experimentos usando copo cubierto para evaluar la selectividad de redes con mallas cuyo tamaño fluctúan entre 60 y 114 mm (Tabla 2). Ciertamente en ese período los métodos de análisis y del experimento en sí mismo difieren de los que actualmente son aceptados para evaluar selectividad, no obstante son una referencia muy importante a pesar de sobreestimar los valores de L₅₀. En estos casos, el factor de selectividad (FS) fluctúo entre 0,36 y 0,45, valores que son en general mayores a los FS estimados en la segunda etapa. En este último caso, son tres trabajos que se basan en el estudio FIP 96-25 (Gálvez et al., 2000).

Bajos diferentes métodos de análisis sobre un mismo experimento (del proyecto FIP 96-25), se obtuvieron valores de FS que fluctúan entre 0,23 y 0,4. El trabajo de Queirolo et al. (2012) junto con considerar el efecto de submuestreo para corregir los parámetros de la curva de selectividad, también incluye la modelación de los parámetros considerando co-variables tales como la captura y la velocidad de arrastre. Con esto, el FS para mallas entre 100 y 140 mm de luz fluctuaría entre 0,27 y 0,3 (Tabla 4).

Tabla 4. Resumen de estimados de talla de primera captura (L_{50}) y factor de selección (FS) según luz de malla utilizada para la captura de merluza común con redes de arrastre de fondo de malla diamante.

Autores	Luz de malla	L ₅₀ (cm)	FS	Experimento y Análisis
Saetersdal & Villegas (1968)	(cm) 97	39,0	0,40	
Saetersual & Villegas (1900)	114	51,5	0,45	Copo cubierto
Arana (1970)	50	17,8	0,36	
Ai alia (1970)	60	22,2	0,37	
	80	32,5	0,41	Copo cubierto
	80	32,9	0,41	
Klenner (1978)	60	22,2	0,37	
Kleiller (1976)	80	31,6	0,39	Copo cubierto
	100	39,4	0,39	copo cubierto
Gálvez &Rebolledo (2005)	100	39.4	0,39	
Gaivez & Rebolledo (2003)	110	39,4	0,36	Copo cubierto
	130	41,1	0,32	Ajuste lance a lance
	140	43,7	0,31	Sin corrección por submuestreo
Gálvez et al. (2000)	100	40,0	0,31	
Gaivez et al. (2000)	110	37,9	0,40	Copo cubierto
	130	38,4	0,34	Ajuste lance a lance
	140	44,6	0,30	Sin corrección por submuestreo
0	100			
Queirolo et al. (2012)	110	31,0 29,7	0,31 0,27	Copo cubierto
	130	•	0,27	Ajuste lance a lance
	140	29,4	•	Corrección de submuestreo
0		40,8	0,29	
Queirolo et al. (2012)	100	29,5	0,30	Copo cubierto
	110	29,7	0,27	Ajuste lance a lance
	130	34,5	0,27	Corrección de submuestreo Variabilidad entre lances
	140	39,7	0,28	v ar iabilidad end e lances

b) Resultados de selectividad en especies de las familias Merlucciidae y Gadidae

Se dispone de gran cantidad de trabajos de selectividad de tallas para especies afines a merluza común a nivel mundial, especialmente de las familias Merlucciidae y Gadidae. Al respecto, en el caso del bacalao del Atlántico se han probado copos de distintos materiales (poliamida PA, y polietileno PE), así como tipos (simple y doble) y diámetros de hilos (3 a 8 mm). También se han usado diferentes métodos de estimación de la selectividad de tallas. En cualquier caso, los resultados muestran que el factor de selectividad fluctúa entre 2,4 y 3,42 (Tabla 5), siendo en general mayor para hilos de diámetro menor. Ahora bien, para un mismo diámetro de hilo, por ejemplo 4 mm, se han obtenido valores del FS entre 2,96 y 3,32, obteniéndose el valor más bajo al usar hilo doble (Tabla 5). De este modo, es posible inferior en primera instancia que hilos dobles y de mayor diámetro reducen el valor de L50.

Tabla 5. Resumen de experiencias de selectividad en Atlantic cod (*Gadus morhua*) y factores de selectividad estimados a partir de los trabajos realizados por: Bagge (1978); Bohl & Valencia (1976); Bohl (1980, 1981); Lowry et al. (1995); Netzel & Zaucha (1989); Olofsson & Otterlind (1978); Shevtsov (1981); Strzyzewski et al. (1973); Tschernij et al. (1996); Wienbeck & Dahm (2000). PA: poliamida; PE: polietileno.

	Tipo de		Diámetro	Factor	de select	ividad	
Método	hilo	Material	del hilo	Promedio	Mín.	Máx.	n
Copo cubierto	Simple	PA	3	3,42	2,89	3,82	16
sin soporte	Simple	PA	4	3,24	2,81	3,92	7
Copo cubierto	Doble	PE	4	2,96	2,48	3,44	19
con soporte	Simple	PE	4	3,32	3,31	3,32	2
	Simple	PA	3	2,92	2,8	3,12	10
Sobrecopo	Simple	PA	4	3,14	3,09	3,18	2
sin soporte	Simple	PA	5	2,75	2,69	2,85	4
	Simple	PE	8	2,40	2,31	2,53	3

En la misma especie (bacalao del Atlántico) se han probado copos de distintos tipos los cuales han sido resumidos por Madsen (2007). Entre los copos más estudiados se encuentran aquellos estándar de hilo simple de PA (485 lances) y los de hilo doble de PE de 4 mm de diámetro (247 lances), siendo mejor el desempeño de los copos de PA en mallas menores a 120 mm, mientras que para mallas de mayor tamaño (>130 mm) resulta mejor el uso de copos de PE (Tabla 6). En general, el FS fluctúa entre 0,301 y 0,401 (Tabla 6) lo que corresponde a valores de L50 de 33,1 y 44,1 cm LT, respectivamente al emplear 110 mm de luz de malla. Los valores más altos de FS han sido reportados en copo con mallas modificadas (rotada, rectangular y cuadrada) o bien con ventanas de escape sin nudo del tipo BACOMA (Tabla 6).

Tabla 6. Resumen de modelos de regresión lineal para estimación de L50 en bacalao del Atlántico según diferentes configuraciones de copos. Barcos entre 290 y 1250 HP. Modificado de Madsen (2007). ms: luz de malla.

Tipo de copo	Lances	Modelos
Estándar hilo doble de PE de 4 mm	247	L50 = ms * 0,465 - 20,2
Estándar hilo simple de PA	485	L50 = ms * 0,328
Copos antiguos	24	L50 = ms * 0,319
Malla rotada (T90 de PE hilo doble con nudo)	21	L50 = ms * 0,362
Rectangular	31	L50 = ms * 0,401
Malla cuadrada	9	L50 = ms * 0,368
Ventana sueca (PA hilo simple con nudo)	67	L50 = ms * 0,355
Ventana danesa (PE hilo doble con nudo)	32	L50 = ms * 0,301
Nueva ventana danesa (PE hilo doble con nudo)	14	L50 = ms * 0,315
Ventana BACOMA (PE hilo simple sin nudo)	47	L50 = ms * 0,379
Multipanel	-	L50 = ms * 0,372

Tabla 7. Resumen de modelos de regresión lineal para estimación de L50 en bacalao del Atlántico (*Gadus morhua*), eglefino (*Melanogrammus aeglefinus*) y polaca (*Pollachius virens*) según diferentes configuraciones tamaños de luz de malla empleados. Modificado de Halliday et al. (1999). ms: luz de malla (entre 130 y 155 mm).

Especie objetivo	Malla	Lances	Modelos	Origen de los datos
Bacalao del Atlántico	Diamante	8	L50 = ms * 0,483 – 13,67	
	Cuadrada	6	L50 = ms * 0,424 + 0,8	Halliday et al. (1999)
Haddock	Diamante	7	L50 = ms * 0,390 - 6,66	Hamuay et al. (1999)
	Cuadrada	7	L50 = ms * 0.376 - 0.13	
Bacalao del Atlántico	Diamante	66	L50 = ms * 0,499 – 16,105	
	Cuadrada	8	L50 = ms * 0,444 – 1,946	
Haddock	Diamante	56	L50 = ms * 0,461 – 15,051	Varios autores
	Cuadrada	13	L50 = ms * 0,416 - 5,902	varios autores
Pollock	Diamante	10	L50 = ms * 0,256 + 15,036	
	Cuadrada	5	L50 = ms * 0,529 - 12,243	

En términos generales, a partir de los registros disponibles de experiencias de selectividad en especies de las familias Merlucciidae y Gadidae fue posible ajustar dos modelos lineales (Fig. 4 y 5) a partir de los cuales fue posible obtener el tamaño de luz de malla requerido (referencial) para

diferentes tallas de primera captura (L50). Por ejemplo, si la talla de primera captura deseada fuese de 33 mm LC, entonces el tamaño de luz de malla para el copo correspondería a 98,1 mm y 93,5 mm si se tratase de peces de las familias Merlucciidae y Gadidae, respectivamente. En cada caso, el factor de selectividad correspondiente equivale a 0,336 y 0,353 (Tabla 8).

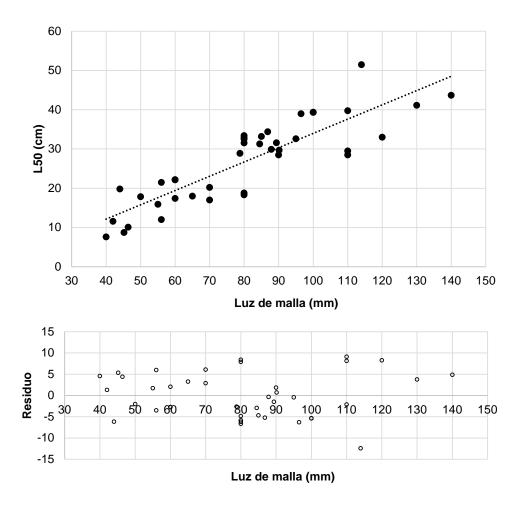


Figura 4. Valores estimados de talla de primera captura (L50) en diversos experimentos realizados para peces de la familia Merlucciidae (arriba). En el panel inferior, los desvíos de los valores observados respecto a un ajuste respecto a la luz de malla.

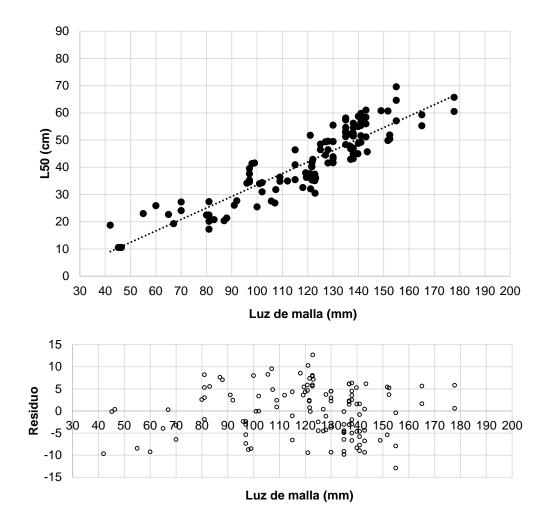


Figura 5. Valores estimados de talla de primera captura (L50) en diversos experimentos realizados para peces de la familia Gadidae (arriba). En el panel inferior, los desvíos de los valores observados respecto a un ajuste respecto a la luz de malla.

Tabla 8. Tamaños de luz de malla estimados para diferentes longitudes de primera captura (L50). Se presenta también el factor de selectividad (FS) para cada familia de peces.

Familia	Lor	FS			
_	30	33	35	37	_ 10
Merlucciidae	89,2	98,1	104,0	110,0	0,336
Gadidae	85,0	93,5	99,1	104,8	0,353

c) Daños y sobrevivencia

Los trabajos acerca de sobrevivencia post-escape son escasos debido a la alta complejidad para su ejecución ya que requiere contener a los peces escapados en una jaula para monitorear su evolución. En general, los resultados experimentales indican que la mortalidad es igual o inferior al 15% de los peces que escapan a través de las mallas del copo, variable según las propiedades de los sistemas de escape que dispongan las redes. En el caso del bacalao del Atlántico, la mortalidad más alta corresponde al uso de un copo estándar de luz de malla 120 mm, sin ventana de escape (Suuronen et al., 2005; Tabla 9). El uso de ventanas de escape aparentemente se podría vincular con menores mortalidades post-escape, siendo incluso nula en algunas experiencias usando copos con tres ventanas de escape (Suuronen et al., 1996). En el caso del carbonero (*Pollachius virens*), el único registro reportó mortalidades menores del 2% luego de los 7 días posteriores al escape a través de las mallas de un copo de 135 mm de luz de malla (Ingolfsson et al., 2002).

Tabla 9. Mortalidad después del escape bajo condiciones experimentales, según especie. GM: Gadus morhua. PV: Pollachius virens.

Condiciones experimentales	Especie	Mortalidad	Referencia
Copo con ventana de escape de 95 mm (13 días de observación)	GM	2,5%	Suuronen et al. (1996)
Copo con tres ventanas de escape de 95 mm (12-14 días de observación)	GM	0%	Suuronen et al. (1996)
Copo con ventana de escape de 105 mm (5-14 días de observación)	GM	13%	Suuronen et al. (2005)
Copo estándar de 120 mm sin ventana de escape (5-12 días de observación)	GM	15%	Suuronen et al. (2005)
Copo tipo BACOMA de 105 mm	GM	2%	Suuronen et al. (2005)
(13-14 días de observación)			
Copo de 135 mm con hilo PE doble de 5 mm (7 días de observación)	GM	0,3%	Ingolfsson et al. (2002)
Copo de 135 mm con hilo PE doble de 5 mm (7 días de observación)	PV	0,3% - 1,6%	Ingolfsson et al. (2002)

5.1.2 Información de los artes de pesca

Se procesaron los datos registrados por observadores científicos del IFOP a bordo de las naves arrastreras que operan sobre merluza común entre los años 2005 y 2016. De acuerdo a estos registros, se identifican 10 nombres distintos de redes, algunos de los cuales presentan subclasificaciones que dan origen a múltiples modelos de redes de arrastre en la pesquería (Tabla 10). Entre los diseños identificados, la mayoría corresponde a redes de arrastre de fondo, tales como Alberto, Engel, Bio-Bio, Casanova, Celta y Nova, mientras que otros como Atlántica, Motueka y Gloria son diseños propios de redes de arrastre de mediagua. De acuerdo a estos registros, el diseño de red más usado en lances de arrastre de merluza común corresponde la red Engel, fluctuando la cantidad de lances registrados con esta red entre el 50 y 76% del total de lances realizados cada año (Tabla 11).

Los registros de observadores científicos de IFOP también consideran una medida relevante para la caracterización de las redes, correspondiente a la abertura. Algunos barcos disponen de tecnología de medición acústica de abertura de la red, por lo tanto, es posible disponer de una dimensión representativa del tamaño de alguna de las redes usadas. Así, por ejemplo, la abertura de las redes Engel se encuentra entre 22 y 24 m, mientras que otra red usada en la pesquería como la Atlántica 3 despliega una abertura mayor, equivalente a 56 m (Tabla 12). No obstante lo anterior, el barco que utilizó dichas redes se encuentra codificado, por lo tanto esta revisión sólo sirve para una primera aproximación acerca de las redes en la pesquería.

Tabla 10. Modelo y especificaciones de redes registradas por observadores a bordo del IFOP.

Diseño	Modelo
Alberto	125; 144; 220; 225; 342
Atlántica	3; 30
Barracuda	
Bio-Bio	220; 222
Casanova	Chica; Grande
Celta	
Engel	120; 121; 159; Modif; T90
Gloria	704; 1150; 1152; 1408
Motueka	230
Nova	
Otras	

Tabla 11. Porcentaje de uso de cada modelo de red en lances dirigidos a merluza común entre 2005 y 2016, en base al total de lances anuales registrados por observadores científicos de IFOP.

Diseños	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Alberto	7,1	0,9	4,6	4,7		0,5		0,2	0,3	0,1	0,3	0,3
Atlantica			0,4		0,4	11,1	16,4	24,1	16,3	23,2	27,9	17,0
Barracuda				0,7			0,9	1,2	0,2	9,0	0,4	2,9
Bio-Bio							1,1	13,3	14,2	4,6	1,7	3,8
Casanova	6,5	32,9	17,3	16,2	18,7	9,3	12,4	0,0	0,0			
Celta	2,3	2,5	9,9	7,4	11,0	12,0	15,4	4,6	8,9	0,1	4,2	1,2
Engel	75,9	49,8	54,6	58,8	55,3	58,6	38,8	46,5	55,9	59,8	64,7	74,9
Gloria		0,9	2,5	1,0	1,0	1,9	3,2	5,2	8,0	2,3	0,4	
Motueka	8,0	6,8	5,2	9,3	13,5	5,6	6,8	0,2	0,2			
Nova		5,7	5,1	0,9								
Otras	0,2	0,5	0,3	1,0		1,0	5,1	4,6	3,2	0,9	0,5	

Tabla 12. Abertura horizontal de los modelos de redes de arrastre usados en la pesquería de merluza común, conforme a registros de observadores científicos de IFOP entre 2005 y 2016.

Modelo de red	Registros	Abertura (m)	D.E. Abertura (m)
Alberto 144	221	29,8	10,4
Alberto 225	133	29,0	5,2
Atlántica 3	5.090	55,5	14,4
Barracuda	511	44,5	15,8
Bio-Bio 220	1.768	23,9	5,5
Casanova Chica	1.957	28,9	6,9
Casanova Grande	458	44,9	12,1
Celta	3.223	18,6	5,9
Engel 120	4.966	22,3	4,7
Engel Modificada	4.353	23,8	5,0
Engel	10.707	22,6	6,9
Gloria 1408	346	79,4	6,3
Gloria 704	265	37,3	11,5
Motueka 230	1.536	64,9	14,9
Nova 118	274	40,5	11,1

5.1.3 Índices y relaciones para caracterización de redes

Se realizaron visitas a talleres de redes y jefaturas de flota de la mayoría de las empresas participantes en la pesquería de merluza común, obteniéndose planos de las redes Engel, Celta, Halcones y Tornado, las dos últimas sin mención previa en los registros de observadores científicos. Los planos de las redes se presentan en el Anexo I. Ahora bien, dado que no todas son comúnmente usadas en la pesquería, se priorizó la caracterización de aquellas en uso en 2017 y 2018, correspondiendo a las que se indican en la Tabla 13, según el barco o empresa que las utiliza.

Las redes Engel tanto usadas por embarcaciones de San Antonio como de San Vicente se caracterizan por poseer baja altura de boca con respecto a su abertura horizontal, lo cual es propio de redes de dos paneles. Similar es el caso de la red Celta, también compuesta de dos paneles (Tabla 14). Las redes usadas en San Antonio son de menor envergadura, correspondiendo su longitud de relinga superior a valores en torno a 30 m, mientras que las redes de la flota de la VIII Región poseen dimensiones mayores, donde la red Engel es de 71,4 m, la Tornado de 125,5 m y la Halcones de 180 m (Tabla 14). Si bien todas las redes revisadas poseen tamaño de luz de malla nominal en el copo de 100 mm, difieren en las mallas usadas en las alas. Las redes Tornado y Halcones poseen mallas de 6.000 y 17.000 mm, mucho mayores que aquellas usadas en redes Engel y Celta que varían entre 150 y 300 mm (Tabla 14). Cabe destacar que los planos de las redes (Anexo I) indican tamaño de malla mientras que los planos de los copos (Anexo II) indican tamaño de malla y tamaño de luz de malla, este último valor entre paréntesis.

Tabla 13. Altura, abertura y relación de aspecto de la boca de las redes que han sido caracterizadas a la fecha en la pesquería de merluza común.

Red	Altura	Abertura	Relación	Origen
	(m)	(m)	Abertura/Altura	
Engel (Aquiles Pancho)	2,0	17,1	8,6	Simulación
Engel (Mª Emperatriz III)	2,4	16,4	6,8	Simulación
Celta (Skorpion)	1,6	17,5	10,9	Simulación
Engel (PacificBlu)	9,1	29,7	3,3	Sensores
Engel (PacificBlu)	6,7	39,7	5,9	Simulación
Tornado (PacificBlu)	14,3	51,9	3,6	Sensores
Tornado (PacificBlu)	17,5	54,2	3,1	Simulación
Halcones (PacificBlu)	35,2	88,2	2,5	Simulación

Ahora bien, en cuanto a las características de las redes consideradas en el presente estudio para la captura de merluza común, es posible señalar que todas cuentan con paneles de escape de malla cuadrada conforme a la normativa vigente, mientras que complementariamente las redes Engel y Tornado de PacificBlu utilizaron rejilla rígida de selección para la exclusión de jibia (Tabla 15). Las redes usadas en San Antonio no utilizan cinturones o estrobos en el copo debido a que la maniobra de virado se realiza por una banda, a diferencia de las redes usadas por las naves Bonn y Polaris II que si cuentan con cinturones para restringir el perímetro máximo del copo y de esta manera poder ingresarlo por la rampa de la embarcación (Tabla 15). Los planos de los copos registrados en el estudio se presentan en el Anexo II.

Tabla 14. Longitud de relinga superior (LRS), relación Abertura/LRS y dimensiones de las mallas en las alas y copo de las redes que han sido caracterizadas a la fecha en la pesquería de merluza común. Entre paréntesis la desviación estándar de la luz de malla en la muestra.

Red	Perímetro en la boca (m)	LRS (m)	Abertura/LRS	Tamaño de malla en alas (mm)	Luz de malla en copo (mm)
Engel (Aquiles Pancho)	65,7	32,4	0,528	194	91,6 (2,5)
Engel (Mª Emperatriz III)	66,7	32,6	0,503	198	99,6 (2,1)
Celta (Skorpion)	51,5	26,8	0,653	150	100,1 (1,6)
Engel (PacificBlu)	160	71,4	0,414	300	101 (1,6)
Tornado (PacificBlu)	492	125,5	0,413	6.000	101 (1,9)
Halcones (PacificBlu)	918	180	0,490	17.000	118 (2,4)

Tabla 15. Características de los sistemas de selección dispuestos en las redes de arrastre, de las mallas del copo y antecopo, y de los cinturones dispuestos en el copo.

Red	Panel de	Rejilla de	Mallas del	Mallas del antecopo	Separación entre
	escape	selección	copo		cinturones
Engel	Si	No	Hilo doble de PE	Hilo simple de PE	No utiliza
(Tío Gringo)			c/nudo	c/nudo	
			Luz de malla: mm	Luz de malla: 92 mm	
			φhilo: mm	φhilo: 3,9 mm	
Engel	Si	No	Hilo doble de PE	Hilo simple de PE	No utiliza
(Aquiles			c/nudo	c/nudo	
Pancho)			Luz de malla: 92 mm	Luz de malla: 98 mm	
			φhilo: 4,4 mm	φhilo: 3,7 mm	
Engel	Si	No	Hilo doble de PE	Hilo simple de PE	No utiliza
(María			c/nudo	c/nudo	
Emperatriz III)			Luz de malla: 100 mm	Luz de malla: 110 mm	
			φhilo: 3,4 mm	φhilo: 2,5 mm	
Celta	Si	No	Hilo doble de PE	Hilo simple de PE	No utiliza
(Skorpion)			c/nudo	c/nudo	
			Luz de malla: 100 mm	Luz de malla: 101 mm	
			φhilo: 3,1 mm	φhilo: 4,2 mm	
Engel	Si	Si	Hilo doble de PE	Hilo simple de PE	0,6 - 0,7 m
(PacificBlu)			c/nudo	c/nudo	(7 m de largo)
			Luz de malla: 101 mm	Luz de malla: 98 mm	
			φhilo: 4 mm	φhilo: 7 mm	
Tornado	Si	Si	Hilo simple de PE	Hilo doble de PE	0,6 - 0,8 m
(PacificBlu)			c/nudo	c/nudo	(7,5 m de largo)
			Luz de malla: 101 mm	Luz de malla: 86 mm	
			φhilo: 8,5 mm	φhilo: 6 mm	
Halcones	No	No	Hilo doble de PE	Hilo doble de PE	0,8 - 1 m
(PacificBlu)			c/nudo	c/nudo	(7,5 m de largo)
			Luz de malla: 120 mm	Luz de malla: 118 mm	
			φhilo: 4 mm	φhilo: 4,3 mm	

5.1.4 Simulación dinámica

Se realizaron simulaciones dinámicas de seis redes usadas por la flota, a partir de lo cual fue sido posible estimar su desempeño bajo diferentes condiciones de operación. Cabe destacar que tres de estas redes son operadas por embarcaciones que no disponen de equipos para monitorear el desempeño (naves Aquiles Pancho, María Emperatriz III y Skorpion). Las simulaciones fueron realizadas usando el software DynamiT (Ifremer), usando como rango de profundidad de arrastre entre 120 y 250 m, a velocidades de arrastre entre 2,5 y 4,0 nudos. A medida que la velocidad de arrastre aumenta, también aumenta la tensión total y la abertura de la boca de la red, esto último debido al aumento de la fuerza de abertura de los portalones (Tabla 16). Por el contrario, la altura de la boca de la red se reduce con el aumento de la velocidad de arrastre.

Las redes Engel de las naves María Emperatriz III y Aquiles Pancho, así como la red Celta usada por la nave Skorpion, poseen un desempeño similar, con abertura de punta de alas que fluctúa entre 15,5 y 17,8 m conforme a la velocidad de arrastre empleada. Dado el tamaño de estas redes, la altura de la boca es en general baja, fluctuando entre 1,3 y 2,7 m (Tabla 16). De esta manera, corresponden a redes de baja altura relativa respecto a su abertura horizontal, lo que se refleja en la relación abertura/altura, la cual oscila entre 5,7:1 y 13,7:1. La red Engel usada por las naves Polaris II y Bonn posee dimensiones mayores, lo que determina que la abertura horizontal fluctúe entre 36,7 y 41,9 m, con una altura de boca que fluctúa entre 4,6 y 9,9 m de acuerdo a la velocidad de arrastre a la cual se simule, con una relación de aspecto (abertura/altura) de 5,9 a una velocidad de arrastre de 3,0 nudos (Tabla 16). Las redes Tornado y Halcones corresponden a diseños de mayor envergadura, cuya abertura a 3,5 nudos fue estimada en 54,2 y 88,2 m, respectivamente. La relación de aspectos de estas redes es menor, siendo estimada en 3,1 para la red Tornado y 2,5 para la red Halcones a la velocidad de arrastre tradicional (Tabla 16).

Tabla 16. Variables de salida de las simulaciones dinámicas realizadas en redes de arrastre usadas para la captura de merluza común, para velocidades de arrastre entre 2,5 y 4,0 nudos.

Nave	Red	Variable		Velocidad de arrastre (nudos)			
	Reu		2,5	3,0	3,5	4,0	
Aquiles Pancho	Engel	Tensión arrastre (KgF)	3.622	4.200	4.910		
		Altura boca (m)	2,7	2,0	1,6		
		Abertura de alas (m)	16,5	17,1	17,4		
		Relación Abertura/Altura	6,1	8,6	10,9		
María Emperatriz III	Engel	Tensión arrastre (KgF)	3.684	4.272	5.000		
		Altura boca (m)	2,7	2,4	2,0		
		Abertura de alas (m)	15,5	16,4	16,9		
		Relación Abertura/Altura	5,7	6,8	8,5		
Skorpion	Celta	Tensión arrastre (KgF)	2.364	2.954	3.636		
		Altura boca (m)	2,0	1,6	1,3		
		Abertura de alas (m)	17,1	17,5	17,8		
		Relación Abertura/Altura	8,6	10,9	13,7		
Polaris II	Engel	Tensión arrastre (KgF)	9.364	11.452	14.248		
Bonn		Altura boca (m)	9,9	6,7	4,6		
		Abertura de alas (m)	36,7	39,7	41,9		
		Relación Abertura/Altura	3,7	5,9	9,1		
Polaris II	Tornado	Tensión arrastre (KgF)		12.581	16.156	20.105	
		Altura boca (m)		24,1	17,5	14,8	
		Abertura de alas (m)		52,0	54,2	56,3	
		Relación Abertura/Altura		2,2	3,1	3,8	
Bonn	Halcones	Tensión arrastre (KgF)		24.692	35.882	47.768	
		Altura boca (m)		56,1	35,2	18,4	
		Abertura de alas (m)		65,9	88,2	97,8	
		Relación Abertura/Altura		1,2	2,5	5,3	

5.2. Objetivo específico 1. Determinar las curvas de selectividad y sus parámetros en las redes de arrastre en uso en la pesquería de merluza común.

5.2.1 Selectividad teórica

Durante la experiencia de selectividad teórica se estimaron porcentajes de escape (ejemplares teóricamente no retenidos) que variaron entre 0 y 93%. Con la abertura de 0,2 (25% de abertura respecto a la luz de malla) no hubo registro de ejemplares con escape en ninguna de las luces de malla empleadas (de 90 a 120 mm). En el caso de mallas de 100 mm y considerando una abertura de malla típica en condiciones de trabajo, se registraron porcentajes de escape de entre 9% y 76% al pasar de una abertura de 0,3 a 0,45. Al respecto, un incremento igualmente significativo se registró con malla de 110 mm, en donde el porcentaje no retenido pasó de 41% a 82% de los ejemplares al considerar aberturas de 0,3 y 0,4, respectivamente (Tabla 17).

Tabla 17. Porcentaje de ejemplares no retenidos, según tamaño de malla y abertura, durante la experiencia de selectividad teórica de merluza común.

Tamaño malla	Abertura	Porcentaje escape
90	0,20	0%
90	0,30	0%
90	0,45	51%
90	0,60	78%
90	0,70	79%
100	0,20	0%
100	0,30	9%
100	0,45	76%
100	0,60	88%
100	0,70	89%
110	0,20	0%
110	0,30	41%
110	0,40	82%
110	0,50	92%
110	0,60	93%
110	0,70	93%
120	0,20	0%
120	0,30	67%
120	0,40	90%
120	0,50	93%
120	0,60	93%
120	0,70	93%

El ajuste de las tallas de primera captura (L50) mediante la experiencia de selectividad teórica indicó valores entre 28,9 cm y 51,7 cm LT, estimadas con combinaciones de luz de malla-abertura de 100/0,3 y 120/0,7, respectivamente. Con mallas de 100 mm se estimaron tallas de primera captura

entre 28,9 y 41,6 cm LT, en tanto al considerar para ese tamaño de malla aberturas del 45% se obtiene una estimación de L50 de 37 cm LT (Figura 6; Tablas 18 a 21).

La figura 7 indica una estimación de valores de L50 posibles de obtener mediante combinaciones de tamaño y aberturas de mallas. Considerando una talla de referencia de 37 cm LT, malla de 100 con 0,45 de abertura, pudiéndose agrandar el tamaño de malla a 120 cm, disminuyendo la abertura de trabajo a 0,30. En el caso de una talla de 32 cm LT, es posible obtener dicho valor de referencia como L_{50} mediante malla entre 90 y 100 mm con aberturas de 0,35.

Tabla 18. Parámetros de ajuste del modelo electivo logístico (a, b), tallas de primera captura (L50), rango selectivo (RS), errores estándar asociados (EE), criterio de Akaike (AIC) y devianza del modelo (MDEV), para una luz de malla de 90 mm y distintas aberturas (AB).

AB	TM	a	b	ЕЕ а	EE b	L50	RS	EE L50	EE RS	AIC	MDEV
0,45	90	-42,14	1,24	6,23	0,18	33,86	1,77	0,18	0,26	135,72	4,27
0,60	90	-56,67	1,51	11,08	0,30	37,41	1,45	0,25	0,29	53,03	1,30
0,70	90	-63,59	1,69	13,60	0,36	37,66	1,30	0,25	0,28	44,76	4,60

Tabla 19. Parámetros de ajuste del modelo electivo logístico (a, b), tallas de primera captura (L50), rango selectivo (RS), errores estándar asociados (EE), criterio de Akaike (AIC) y devianza del modelo (MDEV), para una luz de malla de 100 mm y distintas aberturas (AB).

AB	TM	a	b	ЕЕ а	EE b	L50	RS	EE L50	EE RS	AIC	MDEV
0,30	100	-35,47	1,23	7,28	0,25	28,89	1,79	0,30	0,36	65,14	8,50
0,45	100	-52,12	1,41	9,40	0,26	37,09	1,56	0,25	0,28	61,75	2,80
0,60	100	-46,94	1,15	12,70	0,32	40,98	1,92	0,49	0,53	30,98	9,15
0,70	100	-42,63	1,03	11,60	0,29	41,56	2,14	0,58	0,60	29,85	10,65

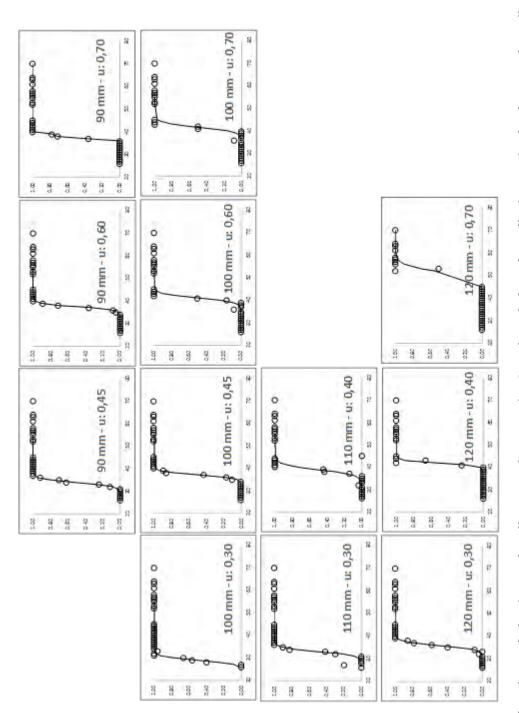


Figura 6. Curvas de selectividad teórica a la talla en merluza común. Se indica el claro de malla (en mm) y la abertura de malla (u). En eje y, la probabilidad de retención, y la talla en el eje x.

Tabla 20. Parámetros de ajuste del modelo electivo logístico (a, b), tallas de primera captura (L50), rango selectivo (RS), errores estándar asociados (EE), criterio de Akaike (AIC) y devianza del modelo (MDEV), para una luz de malla de 110 mm y distintas aberturas (AB).

AB	TM	a	b	ЕЕ а	EE b	L50	RS	EE L50	EE RS	AIC	MDEV
0,30	110	-39,31	1,19	5,68	0,17	32,99	1,84	0,18	0,27	142,56	16,71
0,40	110	-33,54	0,86	5,76	0,15	38,91	2,55	0,42	0,45	70,89	24,93

Tabla 21. Parámetros de ajuste del modelo electivo logístico (a, b), tallas de primera captura (L50), rango selectivo (RS), errores estándar asociados (EE), criterio de Akaike (AIC) y devianza del modelo (MDEV), para una luz de malla de 120 mm y distintas aberturas (AB).

AB	TM	a	b	ЕЕ а	EE b	L50	RS	EE L50	EE RS	AIC	MDEV
0,30	120	-42,21	1,18	6,30	0,18	35,73	1,86	0,24	0,28	102,04	5,68
0,40	120	-72,33	1,73	27,17	0,66	41,78	1,27	0,46	0,48	16,30	3,98
0,70	120	-33,99	0,66	24,58	0,47	51,69	3,34	1,82	2,40	8,41	0,09

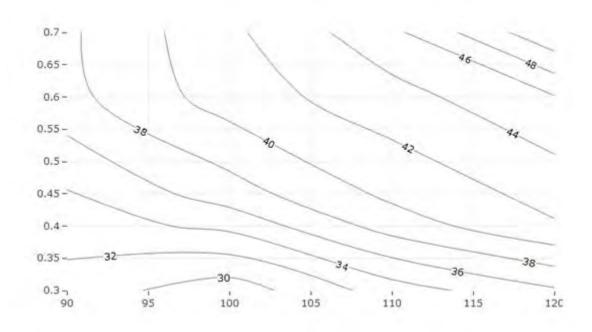


Figura 7. Estimaciones de tallas de primera captura por tamaño de malla (mm) y coeficientes de aberturas de malla (u) en merluza común mediante experiencia de selectividad teórica.

5.2.2 Selectividad empírica

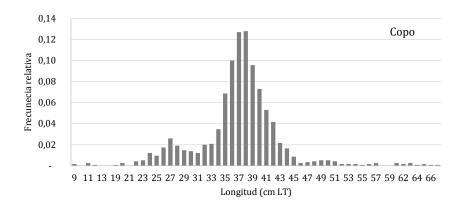
Durante la ejecución del estudio se realizaron 35 lances para evaluar la selectividad de las redes de arrastre de fondo usadas por tres naves de la flota, de los cuales 29 resultaron exitosos para ser considerados en los análisis. En todos los lances se utilizó cubrecopo con el propósito de retener a los peces que escapan tanto por las mallas del copo como aquellos que escapan a través del panel de escape de mallas cuadradas. En aquellos casos de uso de rejilla de selección para escape de jibia, el cubrecopo fue instalado en la sección inmediatamente posterior a la vía de escape para evitar que se colapsara por la cantidad y peso de las jibias.

PAM Bonn

Se obtuvieron nueve lances con resultados exitosos con fines de análisis, mientras que cinco lances debieron ser descartados de análisis por motivos de roturas en el cubrecopo durante la maniobra de pesca o bien por baja captura de la especie objetivo (<300 kg). En los lances considerados, la captura del copo fluctuó entre 1.733 y 21.747 kg, mientras que en el cubrecopo la retención fluctuó entre 362 y 3.681 kg. A partir de una muestra de ejemplares de cada origen (copo y cubrecopo), se obtuvo la estructura de tamaños que permitió estimar la proporción de retención y escape a la talla.

La Fig. 8 muestra la composición de tamaños global tanto del copo como de la fracción que escape (cubrecopo), destacándose en este último caso la presencia de peces entre 9 y 47 cm LT (Tabla 22). La distribución de tamaños en el copo es multimodal con una modal principal en 37-38 cm, y modas secundarias en 27 y 50 cm LT. En el cubrecopo en tanto, también se observó una distribución multimodal, con moda principal en 35 cm, y modas secundarias en 26 y 11 cm LT (Fig. 8). Mediante la prueba K-S para muestras independientes, se determinó la existencia de diferencias significativas (p<0,001) entre la composición de tamaños del copo y del cubrecopo.

El valor de L_{50} ajustado fluctuó entre 27,1 y 33,4 cm LT, lo que determina que el factor de selectividad oscile entre 0,27 y 0,33 (Fig. 9; Tabla 22). La selectividad para el total de lances realizados se expone en la Figura 10, dejando en evidencia que el grupo de peces de menor tamaño (<18 cm LT) escapa completamente de la red, mientras que el grupo entre 20 y 35 cm LT escapa parcialmente según su tamaño. El grupo de peces de mayor tamaño (>35 cm) prácticamente es retenido en su totalidad.



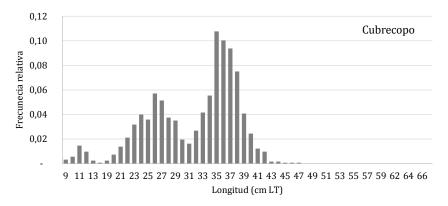
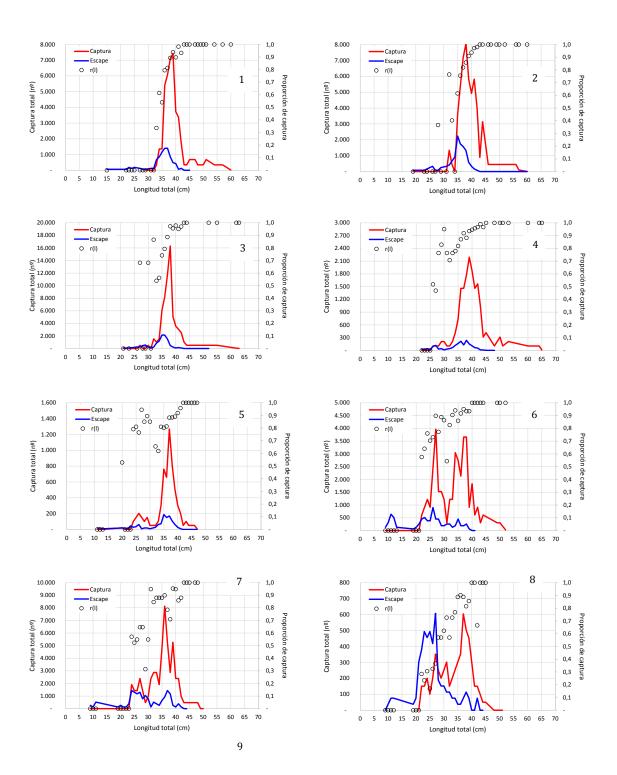


Figura 8. Composición de tamaños retenidos en el copo y cubrecopo en lances experimentales realizados a bordo del PAM Bonn, empleando una red Engel con panel de escape de malla cuadrada.

Tabla 22. Parámetros a* y b estimados de la curva logística, L₅₀, rango de selección (RS) y factor de selección (FS) calculados a partir de los parámetros, en PAM Bonn.

Lance	a*	b	Devianza	g.l.	valor-p	L ₅₀	RS	FS
1	-14,784	0,443	7,93	29	0,95	33,4	5,0	0,33
2	-13,924	0,417	17,49	27	0,91	33,4	5,3	0,33
3	-13,196	0,414	21,72	23	0,53	31,9	5,3	0,32
4	-6,003	0,222	13,02	29	0,95	27,1	9,9	0,27
5	-1,791	0,101	22,21	28	0,771	17,8	21,8	6,9
6	-2,853	0,152	23,60	31	0,826	18,7	14,4	11,5
7	-2,470	0,116	32,34	32	0,450	21,2	18,9	11,8
8	-5,170	0,183	29,19	31	0,559	28,3	12,0	22,3
9	-8,485	0,290	20,53	32	0,941	29,2	7,6	25,4



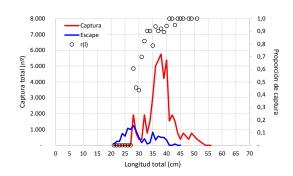


Figura 9. Captura a la talla y selectividad por lance en PAM BONN, en lances 1 al 9.

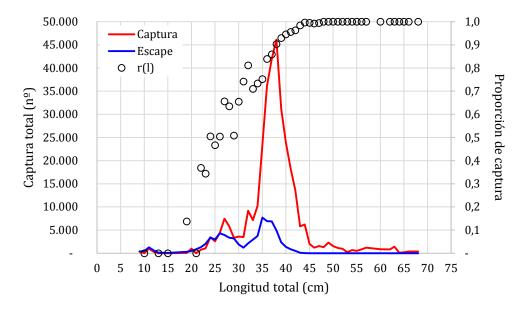


Figura 10. Captura a la talla y selectividad en el total de lances realizados por el PAM Bonn.

LM María Emperatriz III

Se realizaron diez lances exitosos con fines de análisis, en los cuales la captura del copo fluctuó entre 15 y 1.008 kg, mientras que en el cubrecopo la retención fluctuó entre 42 y 420 kg. La estructura de tamaños del copo estuvo caracterizada por una distribución unimodal en torno a 33-34 cm LT, mientras que en el cubrecopo la distribución fue multimodal, destacando la participación de tres grupos de peces de tallas entre 8-20 cm, 20-28 cm y 30-38 cm LT, de los cuales los más pequeños aparecen poco representados en el copo (Fig. 11). Mediante la prueba K-S para muestras independientes, se determinó la existencia de diferencias significativas (p<0,001) entre la composición de tamaños del copo y del cubrecopo.

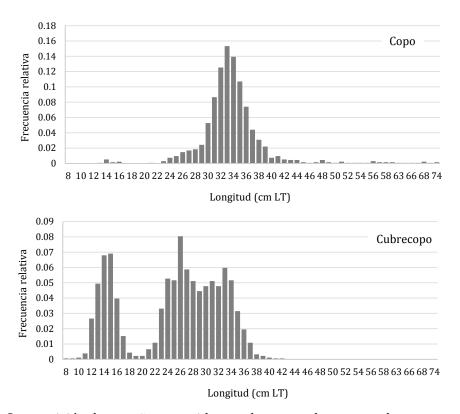
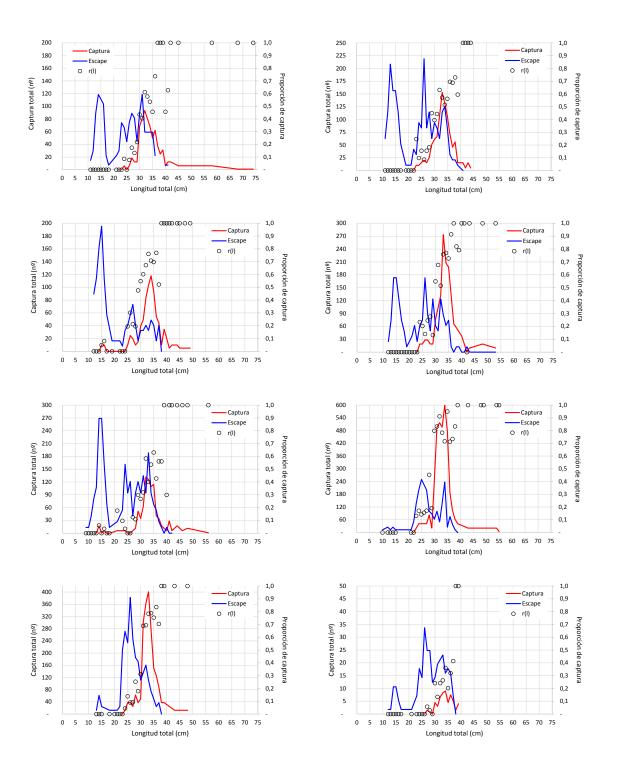


Figura 11. Composición de tamaños retenidos en el copo y cubrecopo en lances experimentales realizados a bordo de la LM María Emperatriz III, empleando una red Engel.

Para esta red, el valor de L_{50} estimado lance a lance fluctuó entre 28,8 y 36,3 cm LT (Tabla 23; Fig. 12), determinando entonces que el factor de selectividad oscile entre 0,29 y 0,36. La selectividad para el total de lances realizados se expone en la Figura 13, en la cual se aprecia que el grupo de peces de menor tamaño (<20 cm LT) escapa completamente de la red, mientras que el grupo entre 20 y 40 cm LT escapa parcialmente según su tamaño. El grupo de peces de mayor tamaño (>40 cm) fue retenido totalmente.

Tabla 23. Parámetros a* y b estimados de la curva logística, L_{50} , rango de selección (RS) y factor de selección (FS) calculados a partir de los parámetros, en LM María Emperatriz.

Lance	a*	b	Devianza	g.l.	valor-p	L ₅₀	RS	FS
1	-10,165	0,313	21,57	32	0,91	32,5	7,0	0,33
2	-8,729	0,268	17,42	30	0,97	32,5	8,2	0,33
3	-7,401	0,242	22,03	30	0,85	30,6	9,1	0,31
4	-10,001	0,325	24,46	32	0,82	30,8	6,8	0,31
5	-7,639	0,224	32,24	33	0,51	34,2	9,8	0,34
6	-8,835	0,306	44,32	27	0,06	28,8	7,2	0,29
7	-13,059	0,425	18,74	24	0,77	30,7	5,2	0,31
8	-9,660	0,278	25,57	22	0,27	34,8	7,9	0,35
9	-17,064	0,470	8,63	19	0,89	36,3	4,7	0,36
10	-11,354	0,358	6,32	24	0,81	31,7	6,1	0,32



8

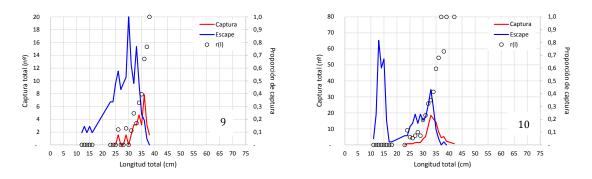


Figura 12. Captura a la talla y selectividad por lance en LM María Emperatriz III, en lances 1 al 10.

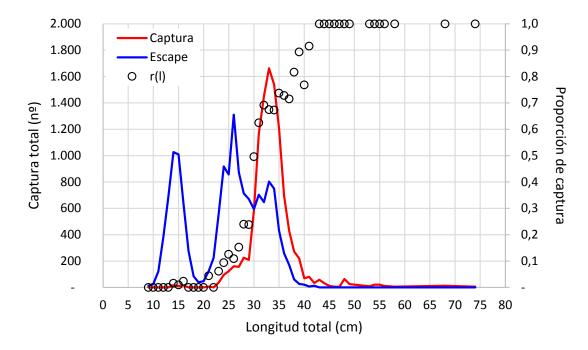


Figura 13. Captura a la talla y selectividad en el total de lances realizados por LM María Emperatriz III.

LM Skorpion

Se realizaron nueve lances exitosos con fines de análisis, en los cuales la captura del copo fluctuó entre 56 y 3.920 kg, mientras que en el cubrecopo la retención fluctuó entre 42 y 980 kg. La estructura de tamaños del copo estuvo caracterizada por una distribución unimodal entorno a 33-34 cm LT, mientras que en el cubrecopo la distribución fue multimodal, destacando la participación de peces de tres grupos de tamaños; 11-18 cm, 22-30 y 31-38 cm LT. Al igual que en la embarcación LM María Emperatriz III, los peces de tallas menores aparecen menos representados en el copo, y particularmente aquellos de 20 cm LT que fueron retenidos exclusivamente en el cubrecopo, lo cual demuestra la selectividad de la red (Fig. 14). También se demostró mediante la prueba K-S para muestras independientes la existencia de diferencias significativas (p<0,001) entre la composición de tamaños del copo y del cubrecopo.

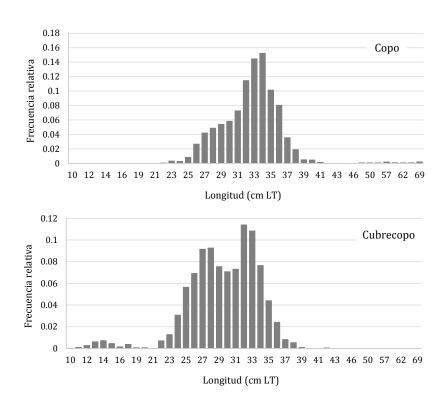
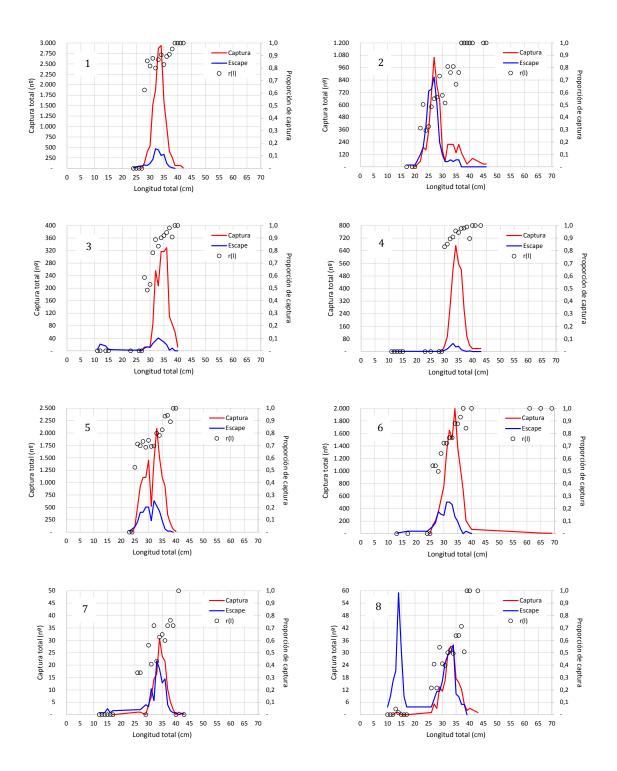


Figura 14. Composición de tamaños retenidos en el copo y cubrecopo en lances experimentales realizados a bordo de la LM Skorpion, empleando una red Celta.

Para esta red, el valor de L50 estimado lance a lance fluctuó entre 26,4 y 33,4 cm LT (Tabla 24; Fig. 15), determinando entonces que el factor de selectividad oscile entre 0,26 y 0,33. La selectividad para el total de lances realizados se expone en la Figura 16. En este caso, se aprecia una participación muy baja de peces bajo 20 cm. Peces de tamaño medio, entre 20 y 40 cm, escaparon parcialmente según su tamaño, mientras que los peces de mayor tamaño (>40 cm) fueron completamente retenidos por la red.

Tabla 24. Parámetros a* y b estimados de la curva logística, L50, rango de selección (RS) y factor de selección (FS) calculados a partir de los parámetros.

Lance	a*	b	Devianza	g.l.	valor-p	L50	RS	FS
					•			
1	-5,281	0,199	17,21	23	0,78	26,6	11,1	0,27
2	-8,443	0,312	9,86	18	0,94	27,0	7,0	0,27
3	-8,105	0,319	13,79	20	0,84	25,4	6,9	0,25
4	-2,844	0,128	13,76	16	0,62	22,3	17,2	0,22
5	-7,579	0,276	11,26	19	0,91	27,5	8,0	0,28
6	-4,484	0,134	25,36	20	0,19	33,4	16,4	0,33
7	-6,371	0,196	16,49	22	0,79	32,6	11,2	0,33
8	-5,690	0,216	19,32	22	0,63	26,4	10,2	0,26
9	-8,187	0,288	13,95	21	0,87	28,5	7,6	0,29



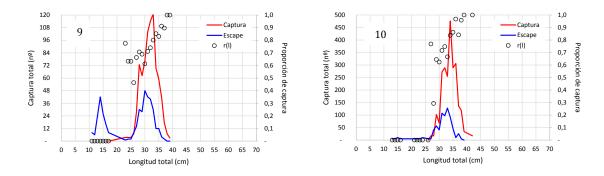


Figura 15. Captura a la talla y selectividad por lance LM Skorpion

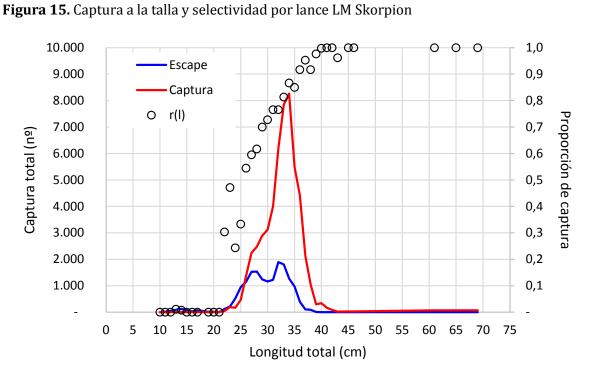


Figura 16. Captura a la talla y selectividad en el total de lances realizados por LM Skorpion.

5.2.3 Modelamiento de curvas selectivas

5.2.3.1.Estimación de la curva media

Mediante el método propuesto por Fryer (1991) se estimaron los parámetros de selectividad para las redes de cada nave. En el caso de la red del PAM Bonn, los parámetros ajustados fueron a*=-7,167 y b=0,247, lo que determinó un valor de L_{50} de 29,0 cm LT y un rango de selección (RS) de 8,9 cm (Tabla 25; Fig. 17). Para la red de la LM María Emperatriz III, la curva media está determinada por los parámetros a*=-9,595 y b=0,297, lo que determina un valor de L_{50} de 32,3 cm LT y un rango de selección (RS) de 7,4 cm (Tabla 25; Fig. 18). Por último, en el caso de la red de la LM Skorpion, la curva media está compuesta por los parámetros a*=-6,038 y b=0,221, lo que determina un valor de L_{50} de 27,3 cm LT y un rango de selección (RS) de 9,9 cm (Tabla 25; Fig. 19).

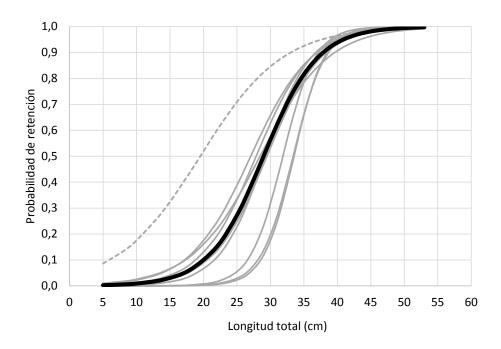


Figura 17. Ojiva de retención a la talla en lances con cubrecopo en PAM Bonn. Las curvas en gris representan los ajustes por lance, y la curva en negro representa la curva media estimada.

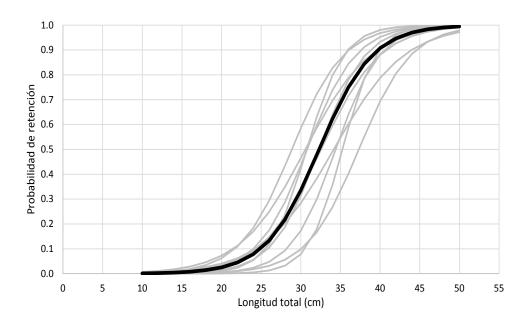


Figura 18. Ojiva de retención a la talla en lances con cubrecopo en LM María Emperatriz III. Las curvas en gris representan los ajustes por lance, y la curva en negro representa la curva media estimada.

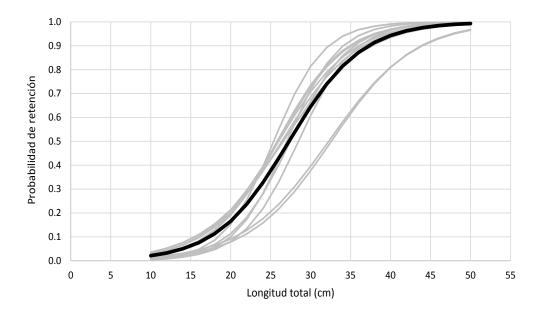


Figura 19. Ojiva de retención a la talla en lances con cubrecopo en LM Skorpion. Las curvas en gris representan los ajustes por lance, y la curva en negro representa la curva media estimada.

A partir de estos resultados, se calculó la selectividad empírica de la flota arrastrera industrial, usando para ello como factores de ponderación (f_i) la participación relativa en la pesquería de cada modelo de red (asociada a las embarcaciones y armadores), correspondiendo a: $a^* = a_1^* * f_1 + a_2^* * f_2 + a_3^* * f_3$, y $b = b_1 * f_1 + b_2 * f_2 + b_3 * f_3$, donde $f_1 = 0.76$; $f_2 = 0.11$; $f_3 = 0.13$. De este modo, $a^* = -7.359$ y b = 0.251, lo que determina un valor de L₅₀ de 29,3 cm LT y un rango de selección (RS) de 8,8 cm LT para la flota en su conjunto (Tabla 25; Fig. 20).

Tabla 25. Parámetros estimados y longitud de primera captura estimada por el método de Fryer (1991) considerando la modelación entre lances para las redes analizadas.

Nave	Red	a*	b	L ₅₀	RS	FS	L ₂₅	L ₇₅
Bonn	Engel	-7,167	0,247	29,0	8,9	0,29	24,5	33,4
María Emperatriz III	Engel	-9,595	0,297	32,3	7,4	0,32	28,6	36,0
Skorpion	Celta	-6,038	0,221	27,3	9,9	0,27	22,3	32,3
Flota		-7,359	0,251	29,3	8,8	0,29	25,0	33,7

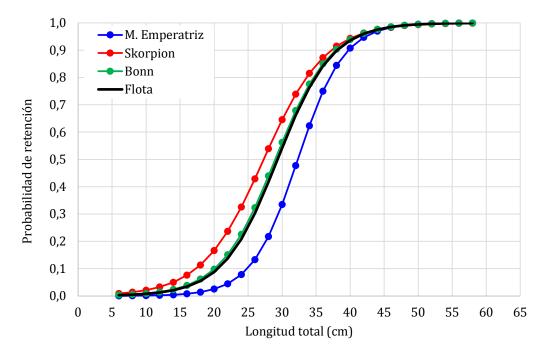


Figura 20. Selectividad empírica por nave y total para la flota arrastrera industrial.

5.2.3.2.Modelación de la selectividad

Para la modelación de la selectividad por nave se consideraron variables que pueden ayudar a explicar la variabilidad entre lances, como son la velocidad de arrastre, la cantidad de captura y la profundidad. En el caso de la selectividad de la red de la LM María Emperatriz III, fue significativo (p<0,01) el efecto de la cantidad de captura (ci) sobre el parámetro b (Tabla 26), determinando una reducción del valor de L50 a medida que la cantidad de captura aumenta (Fig. 21). De este modo, el modelo que determina la selectividad de esta red corresponde a:

$$E\begin{pmatrix} a^* \\ b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 + \alpha_3 c_i \end{pmatrix}$$

Tabla 26. Parámetros estimados del modelo que explica la selectividad de la red de la LM María Emperatriz III.

Parámetro	Estimado	Desviación estándar	valor-t	gl	valor-p
α_1 (a*, intcpt)	-9,562	6,21 x 10 ⁻¹	-15,40	14	<0,001
α_2 (b, intcpt)	2,747 x 10 ⁻¹	2,08 x 10 ⁻²	13,22	14	<0,001
α_3 (b, captura)	5.0×10^{-5}	1,0 x 10 ⁻⁵	3,46	14	0,004

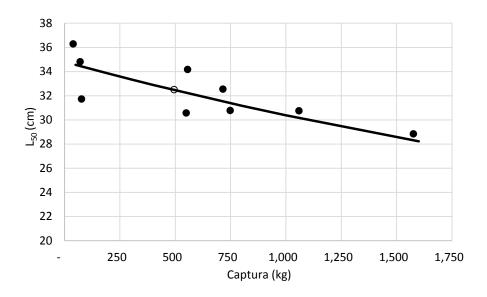


Figura 21. Efecto de la cantidad de captura sobre el valor de L50 estimado en LM María Emperatriz. Los círculos negros representan los valores de L50 ajustados por lance, mientras que la línea continua representa la estimación de L50 obtenido mediante modelación.

Para el caso de la LM Skorpion, la cantidad de captura también afectaría la selectividad de la red con un nivel de significancia de p < 0,1. El modelo obtenido indica que la cantidad de captura afecta al parámetro a* (Tabla 27), determinando un efecto de reducción del valor de L50 en función del aumento de la cantidad de captura (Fig. 22). De este modo, el modelo que determina la selectividad de esta red corresponde a:

$$E\begin{pmatrix} a^* \\ b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha_1 + \alpha_3 c_i \\ \alpha_2 \end{pmatrix}$$

Tabla 27. Parámetros estimados del modelo que explica la selectividad de la red de la LM Skorpion.

Parámetro	Estimado	Desviación estándar	valor-t	gl	valor-p
α_1 (a, intcpt)	-6,348	6,38 x 10 ⁻¹	-9,95	12	<0,001
α_2 (b, intcpt)	2,213 x 10 ⁻¹	2,35 x 10 ⁻²	9,42	12	<0,001
α ₃ (a, captura)	2,0 x 10 ⁻⁴	1,1 x 10 ⁻⁴	1,83	12	0,092

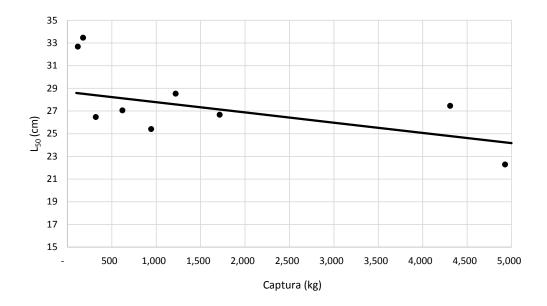


Figura 22. Efecto de la cantidad de captura sobre el valor de L50 estimado en LM Skorpion. Los círculos negros representan los valores de L50 ajustados por lance, mientras que la línea continua representa la estimación de L50 obtenido mediante modelación.

Para el caso del PAM Bonn, la profundidad de arrastre también afectaría la selectividad de la red con un nivel de significancia de p < 0.01. El modelo obtenido indica que la profundidad de arrastre afecta a ambos parámetros (Tabla 28), determinando un efecto de aumento del valor de L50 en función al aumento de la profundidad (Fig. 23). De este modo, el modelo que determina la selectividad de esta red corresponde a:

$$E\begin{pmatrix} a^* \\ b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha_1 + \alpha_2 d_i \\ \alpha_3 d_i \end{pmatrix}$$

Tabla 28. Parámetros estimados del modelo que explica la selectividad de la red de la LM Skorpion.

Parámetro	Estimado	Desviación estándar	valor-t	gl	valor-p
α_1 (a, intcpt)	2,512	4,88 x 10 ⁻¹	5,15	12	<0,001
α_2 (a, profundidad)	-5,778 x 10 ⁻²	4,87 x 10 ⁻³	-11,87	12	<0,001
α_3 (b, profundidad)	1,49 x 10 ⁻³	1,1 x 10-4	13,8	12	<0,001

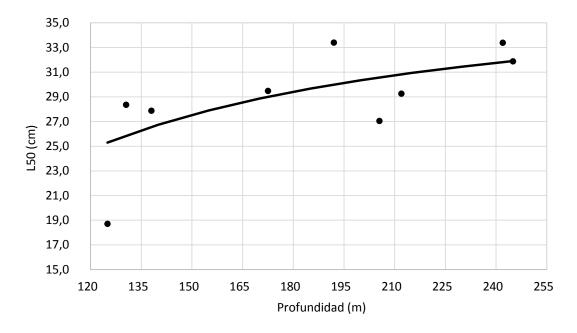


Figura 23. Efecto de la cantidad de captura sobre el valor de L50 estimado en PAM Bonn. Los círculos negros representan los valores de L50 de cada lance, mientras que la línea continua representa la estimación de L50 obtenido mediante modelación.

5.2.4 Proporciones de retención respecto a tallas de referencia

Se identificaron tres tallas de referencia respecto a las cuales es posible contrastar las estructuras de tamaños de merluza común retenidas en los lances de pesca comercial (se excluyen del análisis lances experimentales con cubrecopo). Estas tallas de referencia correspondieron a:

- Tallas de referencia de tipo productivo, que en términos generales corresponde a 30 cm LT. Si bien algunos armadores reconocen que todos los tamaños de peces pueden ser comercializados o procesados en planta, se obtiene mayor rendimiento productivo con peces sobre 30 cm LT.
- Tallas de referencia biológica, asociada a la talla media de primera madurez sexual, que correspondería a 37 cm LT, no obstante se reconoce que actualmente este valor es bastante menor respecto a la referencia histórica con una estructura poblacional más completa.
- Talla de referencia de la estructura demográfica, la cual se relaciona en este caso con la participación relativa de ejemplares de tamaño mayor a 48,4 cm, también denominados como megadesovantes.

Con fines prácticos, los resultados se expresan en relación a la proporción de ejemplares bajo las tallas de referencia 30, 37 y 48 cm LT.

Se realizó un total de 101 lances de pesca comercial que fueron realizados con las redes Engel (naves María Emperatriz III, Aquiles Pancho, Bonn y Polaris II), Celta (nave Skorpion), Halcones (Bonn) y Tornado (Polaris II). Las redes usadas en la V Región obtuvieron peces de tallas medias similares entre 32,5 y 33,6 cm LT, con porcentajes de peces bajo 30 cm LT que osciló entre 19,7 y 24,9% (Tabla 29). Lo anterior muestra que una parte significativa de los peces capturados (20 a 25%) estaría bajo la talla de referencia comercial.

Al considerar las tallas de referencia biológica y demográfica, se aprecia que una proporción muy alta de peces se encuentran bajo estos tamaños. En las regiones VII y VIII donde operó la nave Polaris II, la talla media de captura fue mayor (37 y 37,1 cm LT), sin diferencias entre redes usadas. En este caso, la proporción de peces bajo 30 cm LT fue marginal (<2%), mientras que cerca del 60% correspondió a peces bajo 37 cm LT (Tabla 29).

Las redes Engel y Halcones usadas por el PAM Bonn también presentaron baja proporción de ejemplares bajo 30 cm LT, equivalente al 8,9 y 0,2%, respectivamente. En los lances de esta nave, las tallas medias fueron más altas, correspondientes a 38,8 y 42,9 cm LT, respectivamente, lo que también da origen a bajos porcentajes de ejemplares bajo 37 cm LT (Tabla 29).

Tabla 29. Longitud promedio de merluza común y proporciones bajo tallas de referencia (30, 37 y 48 cm LT) por zona y nave. Entre paréntesis se presenta la desviación estándar.

		Lances	Muestra	Talla media	Porcentaje (%) bajo tallas de referencia		
Zona/Nave	Red	(n)	(n)	(cm LT)	30 cm LT	37 cm LT	48 cm LT
V Región							
María Emperatriz III	Engel	22	4.116	33,6	19,7 (17,0)	82,4 (10,8)	96,8 (6,1)
Aquiles Pancho	Engel	5	1.116	32,5	24,9 (16,8)	89,3 (5,6)	99,8 (0,2)
Skorpion	Celta	29	7.419	32,7	20,6 (20,2)	86,7 (7,4)	99,7 (0,7)
VII-VIII Región							
Bonn	Engel	17	2.369	38,8	8,9 (13,2)	29,2 (23,1)	92,2 (8,2)
Bonn	Halcones	8	1.493	42,9	0,2 (0,4)	6,4 (8,8)	82,2 (19,1)
Polaris II	Engel	8	1.849	37,1	1,2 (0,9)	59,0 (14,6)	95,3 (5,3)
Polaris II	Tornado	12	2.906	37,0	0,6 (0,4)	63,8 (14,5)	93,4 (6,3)

5.3. Objetivo específico 2. Analizar el efecto selectivo de las redes de arrastre y su efecto en la explotación y recuperación del recurso

5.3.1. Análisis de Puntos Biológicos de Referencia y su relación con la selectividad

Los parámetros del modelo a la edad fueron estimados en A50= 1,91 años que corresponde a 29 cm de longitud total y \square =1,35 años. Est

diferencia en años de edad entre la selectividad al 95% y 50% (Figura 24). La edad al 50% de selectividad empírica es casi medio año menor respecto del patrón de explotación de la flota industrial, y cuya edad al 50% se estima en poco más de A50= 2,5 años. La selectividad estimada en este estudio (Caso 1) representa una situación intermedia entre el patrón de explotación artesanal y el patrón de explotación industrial determinados en la evaluación de stock (Figura 25A). El patrón de explotación total combinado puede variar dependiendo de la proporción de capturas entre flotas. Para el caso 60%-40% industrial-artesanal, el Caso 2 es el más favorable dado que la explotación se alejaría de las edades inmaduras, mientras en el Caso 1 el patrón de explotación vulneraría en casi un 70% los individuos de 2 años. Del mismo modo, y si el nivel de sub-reporte artesanal fuera tres veces su captura, a esta misma edad los individuos de merluza serían vulnerables en un 80% (Figura 25B). Por otro lado, la proporción de retención a la edad entre la selectividad y el patrón de explotación muestran una relación del tipo potencial, donde los mayores desvíos se producen en las edades más jóvenes equivalentes a las edades 2, 3 y 4 años (Figura 26).

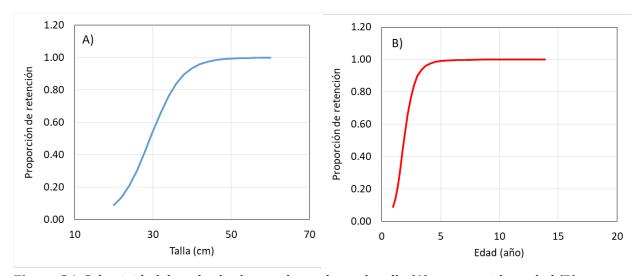


Figura 24. Selectividad de todos los lances de merluza a la talla (A) y convertido a edad (B) por medio de modelos de crecimiento.

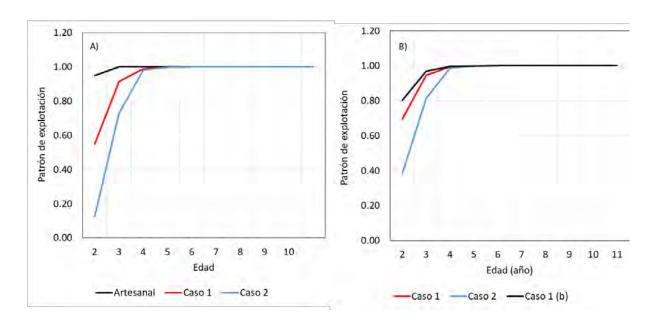


Figura 25. A) Patrón de explotación de merluza común a la edad para la flota artesanal e industrial (Caso 1 y Caso 2). B) Patrón de explotación combinada de ambas flotas y en el caso de sub-reporte de 3 veces en la captura artesanal (Caso 1 b).

Tabla 30. Valor de la mortalidad por pesca, biomasa desovante por recluta virginal (BDPR0) y rendimiento por recluta de largo plazo (YPR)

Escenario	F industrial	F artesanal	BDPR (g)	YPR (g)
Caso 1	0,267	0,154	207,4	149,0
Caso 2	0,343	0,157	205,4	156,6

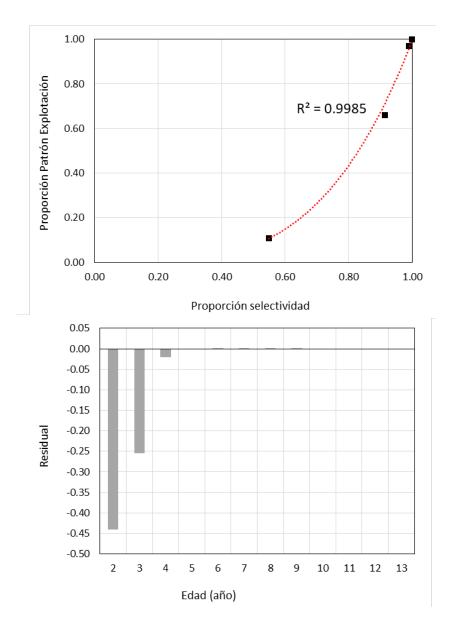


Figura 26. A) Relación entre la selectividad empírica y el patrón de explotación de la flota industrial y B) Residuales entre el patrón de explotación y la selectividad empírica de la flota industrial.

5.3.2. Simulación de largo plazo de los efectos selectivos

Con el objeto de evaluar el impacto de cambios o corrección del patrón de explotación de la flota industrial, se simuló la población de merluza común bajo condiciones de equilibrio en el largo plazo. Se consideraron los dos casos de análisis de manera independiente y en cada uno de ellos, se determinaron las mortalidades por pesca de la flota industrial y artesanal. La relación de estas mortalidades consideró la relación de desembarques industrial-artesanal 60%-40%, sujeta a la restricción que la proporción de biomasa desovante fuese similar a la reportada por Tascheri (2017) en un 21%. Esto fue implementado en planilla Excel y resuelto por medio de un algoritmo de búsqueda no-lineal implementada en la herramienta Solver.

Si el patrón de explotación fuese determinado por la selectividad del arte de pesca (Caso 1), las composiciones de edades de la captura en el largo plazo serían similares a la de la flota artesanal (Figura 27). En este caso, se estima que los individuos a la edad de reclutamiento (2 años) se encontrarían en un 60% vulnerables a la explotación industrial, mientras que el patrón de explotación en la evaluación de stock para el mismo grupo de edad da cuenta de una vulnerabilidad menor al 20% (Figura 27). En términos del efecto selectivo sobre la biomasa desovante de largo plazo, los análisis indican que para una condición actual del 21% de la biomasa virginal (Tascheri, 2017), en el Caso1 se estima que la mortalidad por pesca industrial F=0,267 sería menor a la estimada con el patrón de explotación derivado de la evaluación de stock (Caso 2) F=0,343 (Tabla A1). Esta diferencia se explica porque en el Caso 2 la edad al 50% del patrón de explotación es mayor. En este análisis se deduce que de no mediar un cambio en el patrón de explotación de la flota artesanal, un patrón de explotación industrial ligeramente más cercano al de la flota artesanal, como es el Caso 1, requeriría mayor restricción de la mortalidad por pesca, respecto del Caso 2 (Figura 28).

Del mismo modo, los análisis indican que si se supone invariante tanto el patrón de explotación de la flota artesanal, como el esfuerzo de pesca de ambas flotas, solo el sustancial aumento en la talla de captura (o de selectividad) de la flota industrial por sobre los 45 cm permitiría la recuperación efectiva de la población desovante a un valor de referencia como es el 40%B0 (Figura 29). Del mismo modo, la recuperación poblacional de merluza común podría ser efectiva sin alterar el nivel de esfuerzo de pesca, solo por medio del aumento de la talla de primera captura en ambas flotas. De no ser esto posible, los análisis muestran que con el patrón de explotación de la evaluación de stock (Caso 2), para lograr la recuperación poblacional, el

esfuerzo de pesca industrial debiese ser reducido en un 53% y el artesanal en un 46%. En el Caso 1, la reducción llega al 49% industrial y 47% artesanal.

En cuanto al rendimiento de largo plazo, los análisis indican que en ninguno de los dos casos se lograría mejorar el rendimiento por medio de variaciones en la talla de captura de la flota industrial, salvo el incremento de su esfuerzo de pesca. En el caso donde el patrón de explotación está determinado por la selectividad empírica (Caso 1), el rendimiento de pesca es menor (143 g) respecto del escenario Caso 2 (patrón de explotación de la evaluación de stock), y se explica exclusivamente por la diferencia en la talla al 50% de explotación (Figura 30).

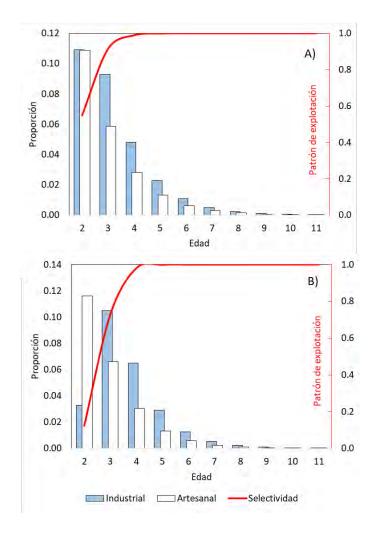


Figura 27. Composiciones de edades de las capturas teóricas de la flota industrial y artesanal. A) Caso 1: supone que el patrón de explotación es equivalente a la selectividad y B) Caso 2: considerando el patrón de explotación estimado en la evaluación de stock. En rojo se presenta el patrón de explotación de la flota industrial.

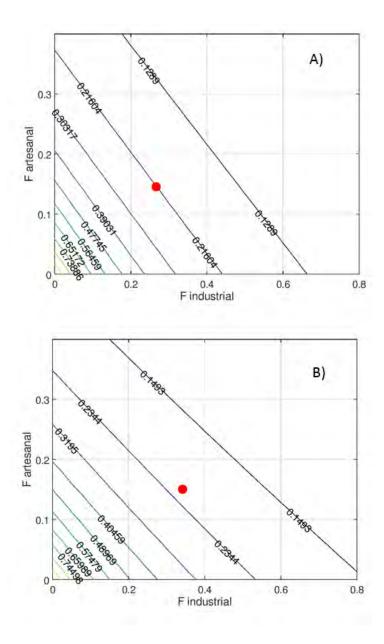


Figura 28. Proporción de biomasa desovante virginal de merluza común respecto de la mortalidad por pesca industrial y artesanal en dos configuraciones de selectividad de la flota industrial. A) Caso 1: patrón de explotación igual a la selectividad empírica, B) Caso 2: patrón de explotación actual. El círculo rojo representa la condición actual para la proporción de capturas 40%-60% artesanal-industrial.

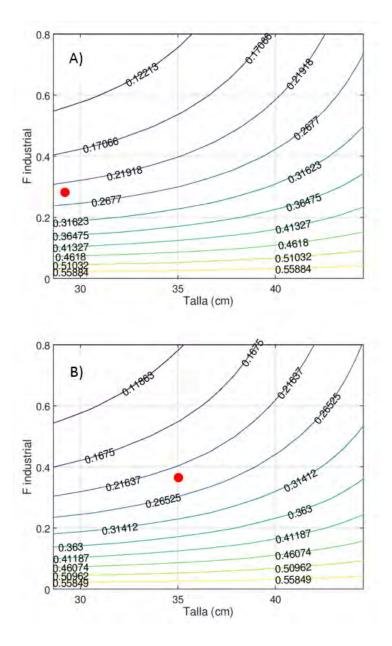


Figura 29. Proporción de biomasa desovante virginal de merluza común respecto de la mortalidad por pesca y de la talla de selectividad (50%) de la flota industrial. A) Caso 1: patrón de explotación igual a la selectividad empírica, B) Caso 2: patrón de explotación actual. El círculo rojo representa la condición actual para la proporción de capturas 40%-60% artesanal-industrial.

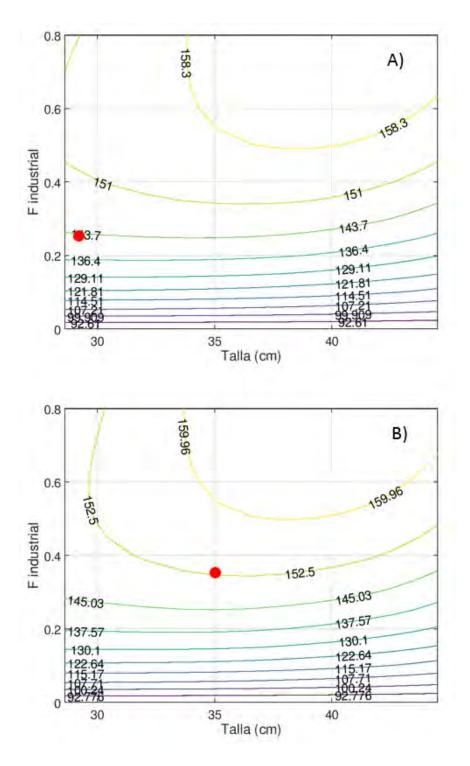


Figura 30. Rendimiento por recluta (g) de merluza común respecto de la mortalidad por pesca y de la talla de selectividad (50%) de la flota industrial. A) Caso 1: patrón de explotación igual a la selectividad empírica, B) Caso 2: patrón de explotación actual. El círculo rojo representa la condición actual para la proporción de capturas 40%-60% artesanal-industrial.

5.4. Objetivo específico 3. Analizar el efecto selectivo de las redes de arrastre en la fauna acompañante y en la captura incidental

5.4.1. Lances experimentales

5.4.1.1. Zona Norte (V Región)

La información de fauna total, fauna acompañante y especies asociadas a la captura incidental se analizó en 21 lances de pesca denominados "lances experimentales", frente a las costas de la V Región (entre 33°23′S y los 33°47′S) (Figura 31), realizado por observadores abordo de las embarcaciones María Emperatriz III (11 lances) y Skorpion (10 lances), los que fueron desarrollados entre el 18 de diciembre de 2017 y el 28 de marzo de 2018, utilizando 2 modelos de redes (Engel y Celta).

Los lances experimentales realizados frente a la V Región se realizaron en profundidades entre 82 y 125 metros, con un tiempo efectivo de arrastre promedio de 1 hora 30 minutos (velocidad de arrastre promedio de 2,8 nudos). Se obtuvo una captura total de 24.756 kilos, considerando todos los lances de pesca experimentales en la región norte del estudio.



Figura 31. Distribución espacial lances experimentales zona norte (33°23′S-33°47′S).

Fauna acompañante

Desde estos lances experimentales realizados en la zona norte, se pudo identificar 10 taxa (Tabla 2) sin considerar la pesca objetivo (merluza común), las que se agruparon en las siguientes Clases:

- i) Clase Osteichthyes (peces óseos)
- ii) Clase Crustacea (crustáceos)
- iii) Clase Chondrichthyes (peces cartilaginosos)
- iv) Clase Cephalopoda (cefalópodos)

De estos taxa, 4 especies correspondieron a peces óseos de las especies identificadas en la fauna acompañante, 4 especies a crustáceos, 1 especie de condrictios, y 1 especie de cefalópodo (Tabla 31). Considerando todas las especies componentes de la fauna acompañante en los 21 lances experimentales realizados en la zona norte, (excluyendo a la especie objetivo), destaca a las siguientes especies con valores de Índice Relativo de la Fauna Acompañante (IRFA) superiores al 1% (Tabla 32): Langostino colorado (*P. monodon*, 46,3%), lenguado ojos grandes (*H. macrops*, 23,0%), pampanito (*S. stellatus*, 10,8%), langostino amarillo (*C. johni*, 8,6%), congrio negro (*G. maculatus*, 4,3%), blanquillo (*P. jugularis*, 2,8%) y jibia (*D. gigas*, 2,1%).

Por otra parte, las frecuencias de ocurrencias (lances positivos) fueron más altas en las especies (fauna acompañante): langostino colorado (75,0%), lenguado ojos grandes (70,0%), jaiba limón (*C. porteri*, 50,0%), congrio negro (35,0%), jaiba paco (*P. gaudichaudii*, 35,0%), blanquillo (35.0%), jibia (20,0%), pampanito (15,0%), langostino amarillo (10,0%) y la raya volantín (*R. chilensis*, 5,0%).

Tabla 31. Fauna acompañante presente en los lances experimentales realizados en la zona norte (V Región).

Clase	Nombre común	Nombre científico	Acrónimo
	Merluza común	Merluccius gayi gayi	Mgay
	Merluza común Lenguado de ojos grandes Osteichthyes Pampanito Blanquillo Congrio negro Crustacea Merluccius gayi gayi Hipoglossina macrops Stromateus stellatus Prolatilus jugularis Genypterus maculatus Pleuroncodes monodon Cervimunida johni Jaiba limón Jaiba paco Platymera gaudichaudii	Hmac	
Osteichthyes	Pampanito	Stromateus stellatus	Sstel
	Blanquillo	Prolatilus jugularis	Pjug
	Congrio negro	Genypterus maculatus	Gmac
	Langostino colorado	Pleuroncodes monodon	Pmon
Constance	Langostino amarillo	Cervimunida johni	Cjoh
Crustacea	Jaiba limón	Cancer porteri	Cpor
	Jaiba paco	Platymera gaudichaudii	Pgau
Condrichthyes	Raya volantín	Zearaja chilensis	Zchi
Cephalopoda	Jibia	Dosidicus gigas	Dgig

Tabla 32. Fauna acompañante en los lances experimentales de, merluza común de la zona norte. CT= Captura total, IRCT= Importancia relativa de la captura total, IRFA= Importancia relativa de la fauna acompañante. LP= Lances positivos.

Nombre común	Nombre científico	Captura	IRCT	IRFA	LP
Nombre comun	Nombre cientifico	total (kg)	(%)	(%)	(%)
Merluza común	Merluccius gayi gayi	18003,4	97,2		100
Langostino colorado	Pleuroncodes monodon	241,9	1,3	46,3	75
Lenguado de ojos grandes	Hipoglossina macrops	120,2	0,6	23,0	70
Pampanito	Stromateus stellatus	56,3	0,3	10,8	15
Langostino amarillo	Cervimunida johni	45,0	0,2	8,6	10
Congrio negro	Genypterus maculatus	22,2	0,1	4,3	35
Blanquillo	Prolatilus jugularis	14,6	0,1	2,8	35
Jibia	Dosidicus gigas	11,1	0,1	2,1	20
Jaiba limón	Cancer porteri	4,2	< 0,1	0,8	50
Raya volantín	Zearaja chilensis	3,6	< 0,1	0,7	5
Jaiba paco	Platymera gaudichaudii	2,8	<0,1	0,5	35

La contribución porcentual de la fauna total y la fauna acompañante correspondiente a los cuatro grupos taxonómicos superiores, a saber: Clases Osteichthyes, Condrichthyes, Crustacea, Cephalopoda, se presenta en la Figura 32 resaltando el dominio de los peces óseos en la fauna acompañante, con una contribución del 40,9%, los crustáceos con un 56,3%, en tanto los condrictios y cefalópodos (jibia) mostraron contribuciones conjuntas inferiores al 3%.

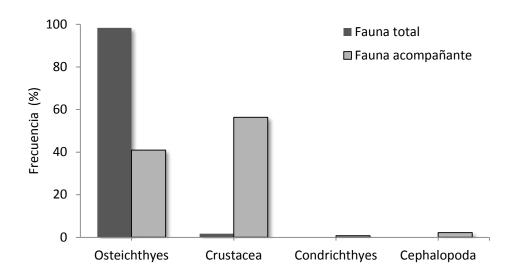


Figura 32. Contribución porcentual de las especies de fauna acompañante para cada uno de los grupos identificados en los lances experimentales (zona norte).

Fauna acompañante. Comparación entre redes de pesca

a) <u>Importancia relativa de la fauna acompañante</u>

En la región norte sólo se utilizaron las redes Engel y Celta. Ambas redes fueron utilizadas con una frecuencia similar en esta región, esto es: 11 lances experimentales efectuados para la red Celta (52,3%), y 10 lances experimentales para la red Engel (47,7%). En cada una de las redes de arrastre se observó el dominio de la especie objetivo (merluza común) en la captura total, con contribuciones muy altas y similares para ambas redes, de 96,8% y de 97,3% para Engel y Celta, respectivamente.

Al analizar el comportamiento de las diferentes redes de pesca de arrastre utilizadas en los lances experimentales de la región norte (Tabla 33), se observa que la red Celta obtuvo la mayor contribución en peso (kg) con un total de 405,6 kilos para 9 taxas. De éstos, el 58,2%, correspondió a langostino colorado (*P. monodon*), seguido secundariamente por lenguado ojos grandes (*H. macrops*, 26,6%), langostino amarillo (*C. johni*, 11,1%) y jibia (*D. gigas*, 2,0%), en tanto el resto de las taxa contribuyó con menos del 1% de la importancia relativa de la fauna acompañante (IRFA).

La red Engel capturó 9 taxas (excluyendo la especie objetivo), verificando a la especie pampanito (*S. stellatus*) con una contribución del 48% IRFA, seguido por congrio negro (*G. maculatus*, 16,9%), blanquillo (*P. jugularis*, 12,1%), lenguado ojos grandes (*H. macrops*, 10,7%), langostino colorado (*P. monodon*, 5,0%), raya volantín (*Z. chilensis*, 3,1%), jibia (*D. gigas*, 2,7%), jaiba paco (*P. gaudichaudii*, 1,1%) y la jaiba limón (*C. porteri*) que representó menos del 1%.

Tabla 33. Fauna acompañante en los lances experimentales de, merluza común de la zona norte por red, CT= Captura total, IRCT= Importancia relativa de la captura total, IRFA= Importancia relativa de la fauna acompañante. LP= Lances positivos.

			Enge	el			Celt	a	
Nombre común	Nombre científico	Captura	IRCT	IRFA	LP	Captura	IRCT	IRFA	LP
Nombre comun	Nombre clemmico	total (kg)	(%)	(%)	(%)	total (kg)	(%)	(%)	(%)
Merluza común	Merluccius gayi gayi	3482,4	96,8		100	14521,0	97,3		100
Langostino colorado	Pleuroncodes monodon	5,9	0,2	5,0	70	236,0	1,6	58,2	80
Lenguado ojos grandes	Hipoglossina macrops	12,5	0,3	10,7	70	107,7	0,7	26,6	70
Pampanito	Stromateus stellatus	55,8	1,6	48,0	20	0,5	< 0,1	0,1	10
Langostino amarillo	Cervimunida johni					45,0	0,3	11,1	20
Congrio negro	Genypterus maculatus	19,6	0,5	16,9	40	2,6	< 0,1	0,6	30
Blanquillo	Prolatilus jugularis	14,1	0,4	12,1	60	0,5	< 0,1	0,1	10
Jibia	Dosidicus gigas	3,1	0,1	2,7	30	8,0	0,1	2,0	10
Jaiba limón	Cancer porteri	0,4	< 0,1	0,4	30	3,8	< 0,1	0,9	70
Raya volantín	Zearaja chilensis	3,6	0,1	3,1	10				
Jaiba paco	Platymera gaudichaudii	1,3	<0,1	1,1	40	1,5	<0,1	0,4	30

b) Índice de importancia de los grupos taxonómicos

Por su parte, para la zona norte (lances experimentales), la Tabla 34 presenta el índice de importancia de los grupos taxonómicos (IRGT) entre las redes utilizadas en los lances de pesca experimental de esta región, considerando la fauna acompañante retenida en el copo. La fauna acompañante de la Clase Ostheichthyes estuvieron representada por pampanito (*S. Stellatus*, 54,7%), en la red Engel, el resto de la fauna acompañante representó (<20% de IRGT). En tanto que en la red Celta la especie que presento mayor contribución fue el lenguado ojos grandes (*H. macrops*, 96,8%), el resto de la fauna acompañante en esta red contribuyo con (<3%). En el caso de la Clase Crustacea el langostino colorado (*P. monodon*) obtuvo la contribución más alta en ambas redes con un 77,4% en el case de la red Engel y un 82,4% en la red Celta, el resto de los crustáceos en ambas redes no supera el (20% de IRGT). Las clases Condrichthyes y Cephalopoda solo se verificó presencia de estas dos especies raya volantín (*Z. chilensis*), en la red Engel y jibia (*D. gigas*) en la red Engel y Celta.

Tabla 34. Fauna acompañante en lances experimentales de pesca de merluza común, realizados en la zona norte (V Región). IRGT= Importancia relativa de los grupos taxonómicos respecto a la captura total. Comparación entre la fauna retenida en el copo para las redes utilizadas en esta zona.

		•	En	gel	Ce	lta
Clase	Nombre común	Nombre científico	Captura	IRGT	Captura	IRGT
Clase	Nombre comun	Nombre cientifico	total kg	al kg (%) total kg 2,5 12,3 107,7 5,8 54,7 0,5 9,6 19,2 2,6 4,1 13,8 0,5 ,9 77,4 236,0 <0,1	total kg	(%)
	Lenguado ojos grandes	Hipoglossina macrops	12,5	12,3	107,7	96,8
Osteichthyes	Pampanito	Stromateus stellatus	55,8	54,7	0,5	0,4
Osteichtiyes	Congrio negro	Genypterus maculatus	19,6	19,2	2,6	2,3
	Blanquillo	Prolatilus jugularis	14,1	13,8	0,5	0,4
	Langostino colorado	Pleuroncodes monodon	5,9	77,4	236,0	82,4
Crustacea	Langostino amarillo	Cervimunida johni		< 0,1	45,0	15,7
Crustacea	Jaiba limón	Cancer porteri	0,4	5,9	3,8	1,3
	Jaiba paco	Platymera gaudichaudii	1,3	16,7	1,5	0,5
Condrichthyes	Raya volantín	Zearaja chilensis	3,6	100		
Cephalopoda	Jibia	Dosidicus gigas	3,1	100	8,0	100

Fauna acompañante. Comparación entre estratos de profundidad

Al analizar el comportamiento de las redes en los diferentes estratos de profundidad de la zona norte de los lances experimentales, se observó una mayor captura de la fauna tota en el estrato 100-199 m para ambas redes (Engel y Celta), con contribuciones de 80,7% (red Celta) y de 19,3% (red Engel). Para el caso de la red Engel, la fauna acompañante fue más diversa (9 taxa) en el estrato 100-199 m, destacando con valores de IRFA mayores al 1% a las siguientes especies: congrio negro (*G. maculatus*, 35,1%), blanquillo (*P. jugularis*, 21,1%), lenguado ojos grandes (*H. macrops*, 18,8%), langostino colorado (*P. monodon*, 10,1%), raya volantín (*Z. chilensis*, 6,4%), jibia (*D. gigas*, 5,1%) y la jaiba paco (*P. gaudichaudii*, 2,3%) (Tabla 35). Las frecuencia de ocurrencias (lances positivos) fueron más altas en las especies (fauna acompañante): langostino colorado (67,0%), lenguado ojos grandes (67,0%), blanquillo (56,0%), congrio negro (44,0%), jaiba paco (44,0%), jaiba limón (*C. porteri*, 33%), jibia (22%), pampanito (*S. stellatus*) y raya volantín (*Z. chilensis*) con 11%.

Tabla 35. Fauna acompañante para diferentes estratos de profundidad (m) correspondientes a lances experimentales realizados en la V Región para la red Engel. CT= Captura total, IRCT= Importancia relativa de la captura total, IRFA= Importancia relativa de la fauna acompañante. LP= Lances positivos.

				Enge	el					
		0-9	9 m		100-199 m					
Nombre científico	Captura	IRCT	IRFA	LP	Captura	IRCT	IRFA	LP		
Nombre cientifico	total (kg)	(%)	(%)	(%)	total (kg)	(%)	(%)	(%)		
Merluccius gayi gayi	239,0	79,8		100	3243,4	98,3		100		
Pleuroncodes monodon	0,2	0,1	0,3	100	5,7	0,2	10,1	67		
Hipoglossina macrops	2,0	0,7	3,3	100	10,5	0,3	18,8	67		
Stromateus stellatus	55,6	18,6	92,1	100	0,2	< 0,1	0,4	11		
Genypterus maculatus					19,6	0,6	35,1	44		
Prolatilus jugularis	2,3	0,8	3,9	100	11,8	0,4	21,1	56		
Dosidicus gigas	0,3	0,1	0,4	100	2,8	0,1	5,1	22		
Cancer porteri					0,4	< 0,1	0,8	33		
Zearaja chilensis					3,6	0,1	6,4	11		
Platymera gaudichaudii					1,3	< 0,1	2,3	44		

Asimismo, se analizó el índice de importancia de los grupos taxonómicos (IRGT) capturados en los distintos estratos de profundidad para la red Engel, destacando el estrato (100-199 m) donde la Clase Ostheichthyes estuvo representada por contribuciones de: congrio negro (46,5%), blanquillo (28,0%) y lenguado ojos grandes(24,9%) (Tabla 36), en tanto que las mayores contribuciones de IRGT de Crustacea se verificaron por langostino colorado (76,8%), seguido muy secundariamente por jaiba paco (17,2%), y el resto de los taxa asociados a las Clases Ostheichthyes y Crustacea no superó el 10% de IRGT. Las Clases Condrichthyes y Cephalopoda solo reveló la presencia de dos especies: raya volantín (*Z. chilensis*) y jibia (*D. gigas*) pero con capturas muy bajas.

Tabla 36. Fauna acompañante para diferentes estratos de profundidad (m) correspondientes a lances experimentales realizados en la V Región para la red Engel. IRGT= Importancia relativa de los grupos taxonómicos respecto a la captura total.

				En	gel	
			0-99	m	100-19	99 m
Clase	Nombre común	Nombre científico	Captura	IRGT	Captura	IRGT
Clase	Nombre comun	Nombre clemmico	total kg	(%)	total kg	(%)
	Lenguado ojos grandes	Hipoglossina macrops	2,0	3,3	10,5	24,9
Ostajahthyas	Pampanito	Stromateus stellatus	55,6	92,8	0,2	0,6
Osteichthyes	Congrio negro	Genypterus maculatus			19,6	46,5
	Blanquillo	Prolatilus jugularis	2,3	3,9	RGT Captura IF (%) total kg (3,3 10,5 2 92,8 0,2 (19,6 4 3,9 11,8 2 100 5,7 7 0,4 (1,3 1 3,6 1	28,0
	Langostino colorado	Pleuroncodes monodon	0,2	100	5,7	76,8
Crustacea	Jaiba limón	Cancer porteri			0,4	6,0
	Jaiba paco	Platymera gaudichaudii			1,3	17,2
Condrichthyes	Raya volantín	Zearaja chilensis			3,6	100
Cephalopoda	Jibia	Dosidicus gigas	0,3	100	2,8	100

En el caso de la red Celta, a diferencia de la red Engel, se obtuvo resultados en tres estratos de profundidad (0-99 m), (100-199 m) y (200-300 m), destacando el estrato (100-199 m) con mayor número de especies (n= 7) componentes de la fauna acompañante, donde destacan con valores de Índice Relativo de la Fauna Acompañante (IRFA) superiores al 1% (Tabla 37): langostino colorado (*P. monodon*, 56,8%), lenguado ojos grandes (*H. macrops*, 25,2%), langostino amarillo (*C. johni*, 13,6%), jibia (*D. gigas*, 2,4%) y jaiba limón (*C. porteri*, 1,1%). Por otra parte, las frecuencias de ocurrencias (lances positivos) en el estrato (100-199 m) fueron más altas en las especies (fauna acompañante): langostino colorado (88,0%), jaiba limón (75,0%), lenguado ojos grandes (63,0%), congrio negro (*G. maculatus*, 38,0%), langostino amarillo (25,0%), jibia y jaiba paco (*P. gaudichaudii*), ambas con 13% de lances positivos.

Tabla 37. Fauna acompañante para diferentes estratos de profundidad (m) correspondientes a lances experimentales realizados en la V Región para la red Celta. CT= Captura total, IRCT= Importancia relativa de la captura total, IRFA= Importancia relativa de la fauna acompañante. LP= Lances positivos.

							Се	lta				
		0-9	9 m			1	00-199 m			200-2	299 m	
Nombre científico	Captura	IRCT	IRFA	LP	Captura	IRCT	IRFA	LP	Captura	IRCT	IRFA	LP
Nombre cientifico	total (kg)	(%)	(%)	(%)	total (kg)	(%)	(%)	(%)	total (kg)	(%)	(%)	(%)
Merluccius gayi gayi	980,0	98,8		100	13496,0	97,6		100	45,0	47,8		100
Pleuroncodes monodon					188,0	1,4	56,8	88	48,0	44,6	76,7	100
Hipoglossina macrops	10,0	1,0	83,3	100	83,5	0,6	25,2	63	14,2	13,2	22,7	100
Stromateus stellatus	0,5	0,1	4,2	100								
Cervimunida johni					45,0	0,3	13,6	25				
Genypterus maculatus					2,6	< 0,1	0,8	38				
Prolatilus jugularis	0,5	0,1	4,2	100								
Dosidicus gigas					8,0	0,1	2,4	13				
Cancer porteri					3,6	<0,1	1,1	75	0,2	0,2	0,3	100
Platymera gaudichaudii	1,0	0,1	8,3	100	0,3	< 0,1	0,1	13	0,2	0,2	0,3	100

El análisis del índice de importancia de los grupos taxonómicos (IRGT) de la fauna acompañante asociada a los distintos estratos de profundidad, destaca nuevamente el estrato entre 100-199 m, donde la Clase Ostheichthyes estuvo representada por lenguado ojos grandes (97,0%) y muy secundariamente congrio negro (3,0%) (Tabla 38), en tanto que los crustáceos verificaron al langostino colorado con la contribución más alta (79,4%), seguido muy secundariamente por langostino amarillo (19,0%). La Clase Cephalopoda solo verificó la presencia de jibia.

Tabla 38. Fauna acompañante para diferentes estratos de profundidad (m) correspondientes a lances experimentales realizados en la V Región para la red Celta. IRGT= Importancia relativa de los grupos taxonómicos respecto a la captura total.

			Cel	ta			
	0-99	m	100-19	99 m	200-299 m		
Nombre científico	Captura	IRGT	Captura	IRGT	Captura	IRGT	
Nombre clemmico	total kg	(%)	total kg	(%)	total kg	(%)	
Hipoglossina macrops	10,0	90,9	83,5	97,0	14,2	100	
Stromateus stellatus	0,5	4,5					
Genypterus maculatus			2,6	3,0			
Prolatilus jugularis	0,5	4,5					
Pleuroncodes monodon			188,0	79,4	48,0	99,2	
Cervimunida johni			45,0	19,0			
Cancer porteri			3,6	1,5	0,2	0,4	
Platymera gaudichaudii	1,0	100	0,3	0,1	0,2	0,4	
Dosidicus gigas			8,0	100			

Porcentaje de escape (%E)

Se analizó el porcentaje de escape total (%E) de la especie objetivo y la fauna acompañante en los lances experimentales de la zona norte. La Figura 33 muestra que para la especie objetivo merluza común, el escape (%E) fue de un 23,6%, en tanto que para la fauna acompañante destacó el camarón nailon (*H. reedi*) y el zapateador (*P. armata*) los cuales verificaron un 100%de escape de ambas redes. Varias especies componentes de la fauna acompañante mostraron un alto porcentaje de escape para ambas redes, saber: jaiba paco (*P. gaudichaudii* 76,8%), pampanito (*S. stellatus*, 70,0 %), blanquillo (*P.jugularis*, 68,8%), langostino amarillo (*C. johni*, 61,5%), congrio negro (*G. maculatus*, 58,6%), langostino colorado (*P. monodon*, 57,0%). Otras especies que estuvieron bajo el 50% de escape fueron el lenguado ojos grandes (*H. macrops*, 33,9%), jaiba limón (*C. porteri*, 23,4%) y la jibia (*D. gigas*, 11,8%).

El mismo análisis de estimación del escape (E%) fue realizado también para cada una de las redes de pesca de arrastre por separado (Figura 34), evidenciando un mayor porcentaje de escape (%E) de merluza común en la red Engel (37%). Por su parte, las especies que componen la fauna acompañante, mostraron en general porcentajes de escape mayor al 50% en la mayoría de las especies, destacando altos porcentajes de escape para el langostino colorado (91%) en la red Engel, así como para el blanquillo (92%), camarón nailon (*H. reedi*) y zapateador, estos últimos con un 100% de escape en la red Celta.

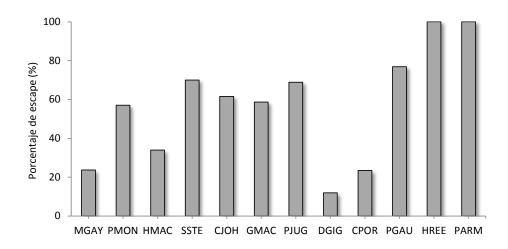


Figura 33. Porcentaje de escape (%E) de especies en la V Región, considerando ambas redes (Engel y Celta).

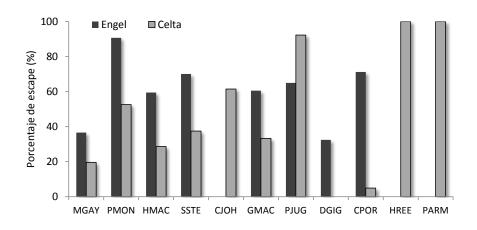


Figura 34. Porcentaje de escape (%E) de especies en la V Región para las redes Engel y Celta.

Para los lances experimentales, la información de la fauna retenida en copo y cubrecopo solamente se analizó en el contexto del porcentaje de escape, debido a que la fauna retenida en el cubre-copo corresponde esencialmente a la fauna que escapa al arte de pesca.

Atributos comunitarios

Los índices comunitarios para la fauna acompañante identificada en los lances de pesca experimentales desarrollados en la zona norte se presentan en la (Tabla 39). La diversidad de Shannon-Wiener no reveló diferencias significativas al contrastar los resultados para las redes Engel y Celta (p=0,27), con valores promedio de 1,69 (red Engel) y de 1,79. En tanto los indicadores de Uniformidad de Pielou (J) y de Dominancia (D) revelaron diferencias significativas (p<0,005), verificando valores promedio de Uniformidad y de Dominancia más altos en la red Engel.

Tabla 39. Atributos comunitarios (promedio ± d.e.) para los taxa componentes de la fauna acompañante de la captura de merluza común en lances experimentales. Comparación entre redes de arrastre en la zona norte.

Indicador	p	Engel	Celta
H'	p=0,27	1,69±1,11	1,79±0,34
J	P=3,62E-6	0,87±0,13	0,80±0,05
D	P=1,48E-10	0,45±0,34	0,35±0,07

Análisis de clasificación y ordenación

Para los lances experimentales, el análisis de conglomerados mostró diferencias en la fauna acompañante asociada a las dos redes utilizadas en la región norte (lances experimentales) (Figura 35). Se observó la presencia de dos grupos principales con un nivel de similitud cercano al 60 %, y un tercer grupo con un nivel de similitud cercano al 80% El primer grupo (G1) mostró una asociación exclusiva a lances con la red Engel. El grupo 2 (G2) se asocia con la fauna acompañante identificada en la red Engel en la mayoría de los casos (a excepción del lance 12), y por último el tercer grupo (G3) verificó a la mayoría de los lances realizados con la red Celta (a excepción del lance 5).

El Análisis SIMPER (similitud porcentual, PRIMER 6+) verificó la conformación de estos grupos con una disimilitud promedio de 44,4%, en la cual las especies que más contribuyeron a la conformación de estos grupos (lances con redes distintas) fueron: *P. monodon* (17,7%), *C. porteri* (13,2%), *H. macrops* (12,4%), *P. jugularis* (11,5%) y *G. maculatus* (10,7%), totalizando una contribución acumulada cercana al 65%. Un análisis de similaridad (ANOSIM) fue realizado con el propósito de detectar diferencias significativas en la composición de los grupos conformados, verificando diferencias significativas (p<0,05) para los lances experimentales realizados en la V Región con redes Engel y Celta, donde el estadístico R reveló un valor mayor a cero, verificando que los grupos difieren en su composición (R= 0,222, p<0,05, PRIMER 6+).

Por su parte, el análisis de ordenación MDS (escalamiento multidimensional) que posibilita representar en un espacio de pocas dimensiones las similitudes existentes entre un conjunto de objetos, permitió identificar asociaciones de especies distintas (conformación de grupos) respecto de las redes utilizadas en la V Región (Figura 36) con un nivel bueno de stress (=0,12) que valida el análisis de clasificación y la identificación de tres grupos de especies que responde al uso de redes distintas.

Respecto de los estratos de profundidad, el análisis de conglomerados mostró diferencias en la fauna acompañante para los lances experimentales de la V Región (Figura 37), verificando dos grupos principales con un nivel de similitud cercano al 60 % correspondientes a los estratos de 0-99 m (estrato p1) y de 100-199 m (estrato P2), además de un tercer caso individual correspondiente al estrato 200-299 m (estrato P3).El Análisis SIMPER mostró que el grupo P1 se conformó con un nivel de similaridad de 65,4%, y el grupo P2 con una similaridad

de 69,8%. En tanto que la disimilaridad entre los grupos P1 y P2 se verificó principalmente por las especies *P. monodon* (15,5%) y *G. maculatus* (13,3%), la diferenciación entre los grupos P1 y P3 por las especies *S. stellatus* (23,9%), *P. jugularis* (21,8%) y *P. monodon* (19,7%), y la diferenciación entre P2 y P3 principalmente por las especies *G. maculatus* (15,4%) y *D. gigas* (10,7%). El análisis de similaridad (ANOSIM) confirmó la existencia de diferencias significativas (p<0,05) entre la fauna acompañante de los lances realizados a los distintos estratos de profundidad, para los lances experimentales realizados en la V Región (R=0,96 p<0,05, PRIMER 6+).

El análisis de Ordenación MDS validó el resultado obtenido por la clasificación numérica, posibilitando el identificar asociaciones de especies distintas (conformación de grupos) respecto de los estratos de profundidad ensayados para los lances de pesca experimental realizados en la V Región (Figura 38) con un nivel de stress que otorga confiabilidad en la identificación grupal por estratos de profundidades.

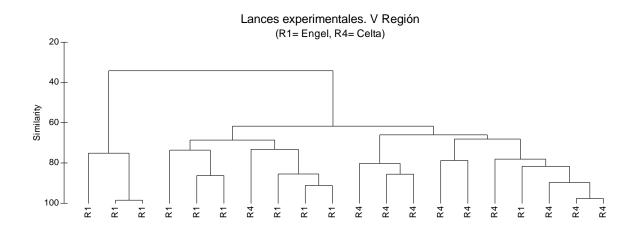


Figura 35. Dendrograma de clasificación numérica en el campo de las muestras (redes), para las redes utilizadas en los lances de captura experimentales de la región norte. Redes: R1=Engel, R4=Celta.

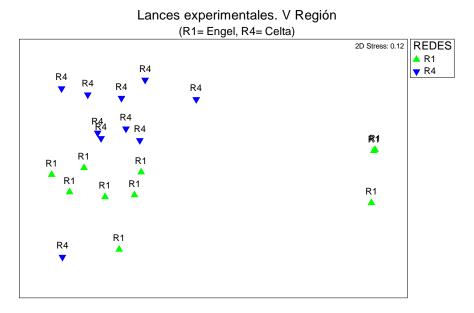


Figura 36. Análisis NMDS en el campo de las muestras (redes), para las dos redes utilizadas en los lances de captura experimentales de la región norte. Redes: R1=Engel, R4=Celta.

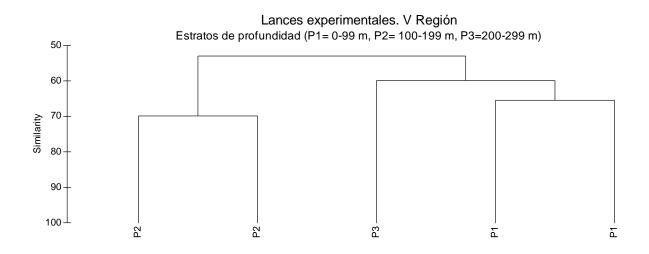


Figura 37. Dendrograma de clasificación numérica en el campo de las muestras (profundidades) para los estratos de profundidad: p1= 0-99 m, p2= 100-199 m, p3= 200-299 m, correspondientes a los lances experimentales de la región norte.

Lances experimentales. V Región Estratos de profundidad (P1= 0-99 m, P2= 100-199 m, P3=200-299 m)

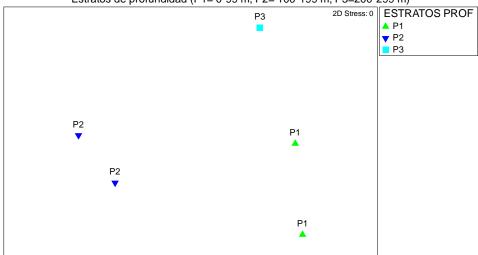


Figura 38. Análisis MDS en el campo de las muestras (profundidades) para los estratos de profundidad: p1=0-99 m, p2=100-199 m, p3=200-299 m, correspondientes a los lances experimentales de la región norte.

5.4.1.2. Zona Sur (VIII Región)

La información de fauna total, fauna acompañante y especies asociadas a la captura incidental se analizó en 9 lances de pesca denominados "lances experimentales", frente a las costas de la VIII Región (entre 37°17′S y los 38°14′S) (Figura 39), realizado por observadores a bordo de la embarcación Bonn (11 lances), los que fueron desarrollados entre el 21 de mayo y el 15 de junio de 2018, utilizando originalmente dos modelos de redes (Engel y Halcones). Cabe señalar aquí que la red Halcones sólo verificó dos lances experimentales, por lo que se decidió no incluir estos resultados en el análisis por la escasa información que ello representa.

Los lances experimentales realizados frente a la VIII Región verificaron profundidades entre 130 y 279 metros, con un tiempo efectivo de arrastre promedio de 1 hora 31 minutos (velocidad de arrastre promedio de 3,4 nudos). Se obtuvo una captura total de 137.730 kilos, considerando todos los lances de pesca experimentales en la región sur del estudio.

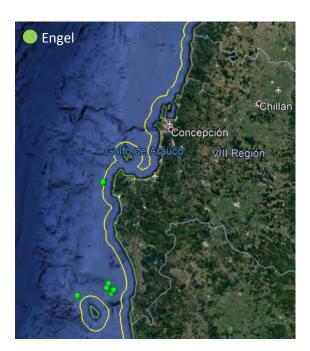


Figura 39. Distribución espacial lances experimentales zona sur (37°17′ S- 38°14′ S).

Fauna acompañante

Desde estos lances experimentales realizados en la zona sur, se pudo identificar 15 taxa (Tabla 11) sin considerar la pesca objetivo (merluza común), las que se agruparon en las siguientes Clases:

- i) Clase Osteichthyes (peces óseos)
- ii) Clase Crustacea (crustáceos)
- iii) Clase Chondrichthyes (peces cartilaginosos)
- iv) Clase Cephalopoda (cefalópodos)

De estos taxa, 5 especies correspondieron a peces óseos con una contribución del 30,1% de las especies identificadas en la fauna acompañante, 7 especies a crustáceos (65,9%), 1 especie de condrictio (1,8%), y 1 especie de cefalópodo (2,2%) (Tabla 40). La contribución porcentual de la fauna total y la fauna acompañante correspondiente a los cuatro grupos taxonómicos superiores, a saber: Clases Osteichthyes, Condrichthyes, Crustacea, Cephalopoda, se presenta en la Figura 40 resaltando el dominio de los peces óseos en la fauna acompañante, con una contribución del 40,9%, los crustáceos con un 56,3%, en tanto los condrictios y cefalópodos (jibia) mostraron contribuciones conjuntas inferiores al 3%.

Tabla 40. Fauna acompañante presente en los lances experimentales realizados en la zona sur (VIII Región).

Clase	Nombre común	Nombre científico	Acrónimo
	Merluza común	Merluccius gayi gayi	Mgay
	Granadero aconcagua	Coelorinchus aconcagua	Caco
	Lenguado ojos grandes	Hipoglossina macrops	Hmac
Osteichthyes	Reineta	Brama australis	Baus
	Besugo	Epigonus crassicaudus	Ecra
	Chancharro	Helicolenus lengerichi	Hlen
	Blanquillo	Prolatilus jugularis	Pjug
	Langostino amarillo	Cervimunida johni	Cjon
	Camarón nailon	Heterocarpus reedi	Hree
	Zapateador	Pterygosquilla armata	Parm
Crustacea	Jaiba paco	Platymera gaudichaudii	Pgau
	Langostino colorado	Pleuroncodes monodon	Pmon
	Jaiba limón	Cancer porteri	Cpor
	Jaiba araña	Libidoclaea granaria	Lgra
Condrichthyes	Raya volantín	Zearaja chilensis	Zchi
Cephalopoda	Jibia	Dosidicus gigas	Dgig

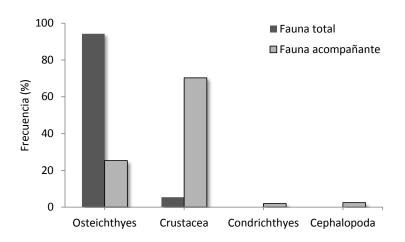


Figura 40. Contribución porcentual de las especies de fauna acompañante para cada uno de los grupos identificados en los lances experimentales (zona sur).

Fauna acompañante. Comparación entre redes de pesca

a) <u>Importancia relativa de la fauna acompañante</u>

Considerando todas las especies componentes de la fauna acompañante en los 9 lances experimentales realizados en la zona sur (excluyendo a la especie objetivo), destaca a las siguientes especies con valores de Índice Relativo de la Fauna Acompañante (IRFA) superiores al 1% (Tabla 41): langostino amarillo (*C. johni*, 61,5%), granadero aconcagua (*C. aconcagua*, 13,3%), lenguado ojos grandes (*H. macrops*, 9,3%), camarón nailon (*H. reedi*, 5,7%), jibia (*D. gigas*, 2,4%), raya volantín (*Z. chilensis*, 1,9%), besugo (*E. crassicaudius*, 1,8%), zapateador (*P. armata*, 1,3%). Por otra parte, las Frecuencias de ocurrencias (lances positivos) fueron más altas en las siguientes especies: granadero aconcagua (100%), lenguado de ojos grandes (100%), langostino amarillo (89%), jibia (89%), zapateador (89%), camarón nailon (56%), raya volantín (44%), besugo (*E. crassicaudus*, 44%), jaiba paco (*P. gaudichaudii*, 44%), chancharro (*H. lengerichi*, 44%), langostino colorado (*P. monodon*, 33%), jaiba limón (*C. porteri*, 22%), jaiba araña (*L. granaria*, 22%), reineta (*B. australis*, 11%), blanquillo (*P. jugularis*, 11%).

Tabla 41. Fauna acompañante en los lances experimentales con red Engel en la zona sur (VIII Región). CT= Captura total, IRCT= Importancia relativa de la captura total, IRFA= Importancia relativa de la fauna acompañante. LP= Lances positivos.

			Enge	el	
Nombre común	Nombre cietífico	Captura	IRCT	IRFA	LP
Nombre comun	Nombre cleunico	Total (kg)	(%)	(%)	(%)
Merluza común	Merluccius gayi gayi	100918,6	92,2		100
Langostino amarillo	Cervimunida johni	5231,7	4,8	61,5	89
Granadero aconcagua	Coelorinchus aconcagua	1131,8	1,0	13,3	100
Lenguado ojos grandes	Hipoglossina macrops	788,4	0,7	9,3	100
Jibia	Dosidicus gigas	204,4	0,2	2,4	89
Camarón nailon	Heterocarpus reedi	483,4	0,4	5,7	56
Reineta	Brama australis	45,0	< 0,1	0,5	11
Raya volantín	Zearaja chilensis	164,2	0,2	1,9	44
Besugo	Epigonus crassicaudus	150,0	0,1	1,8	44
Zapateador	Pterygosquilla armata	109,3	0,1	1,3	89
Jaiba paco	Platymera gaudichaudii	74,8	0,1	0,9	44
Langostino colorado	Pleuroncodes monodon	44,9	< 0,1	0,5	33
Jaiba limón	Cancer porteri	46,4	< 0,1	0,5	22
Jaiba araña	Libidoclaea granaria	22,1	< 0,1	0,3	22
Chancharro	Helicolenus lengerichi	9,7	< 0,1	0,1	44
Blanquillo	Prolatilus jugularis	2,4	<0,1	<0,1	11

b) Índice de Importancia de los grupos taxonómicos

Por su parte, para la zona sur (lances experimentales), la Tabla 42 presenta el índice de importancia de los grupos taxonómicos (IRGT) entre las redes utilizadas en los lances de pesca experimental de esta región, considerando la fauna acompañante retenida en el copo. La de la fauna acompañante de la Clase Ostheichthyes estuvo representada por granadero aconcagua (*C. aconcagua*, 53,2%) y lenguado ojos grandes (*H. macrops*, 37,1%), el resto de la fauna acompañante represento (<10% de IRGT). En el caso de la Clase Crustacea el langostino amarillo (*C. johni*) obtuvo la contribución más alta con un 88,6% de IRGT, el resto de los crustáceos en ambas redes no supera el (10% de IRGT). Las clases Condrichthyes y Cephalopoda solo se verificó presencia de estas dos especies raya volantín (*Z. chilensis*) y jibia (*D. gigas*).

Tabla 42. Fauna acompañante en lances experimental es realizados en la zona sur (VIII Región). IRGT= Importancia relativa de los grupos taxonómicos respecto a la captura total. Comparación entre la fauna retenida en el copo para las redes utilizadas en esta zona.

			En	gel
Clase	Nombre común	Nombre científico	Captura	IRGT
Clase	Nombre comun	Nombre clemmeo	total	(%)
	Granadero aconcagua	Coelorinchus aconcagua	1131,8	53,2
	Lenguado ojos grandes	Hipoglossina macrops	788,4	37,1
Ostojshthmas	Reineta	Brama australis	45,0	2,1
Osteichthyes	Besugo	Epigonus crassicaudus	150,0	7,0
	Chancharro	Helicolenus lengerichi	9,7	0,5
	Blanquillo	Prolatilus jugularis	2,4	0,1
	Langostino amarillo	Cervimunida johni	5231,7	88,6
	Langostino colorado	Pleuroncodes monodon	44,9	0,8
	Camarón nailon	Heterocarpus reedi	483,4	8,2
Crustacea	Jaiba paco	Platymera gaudichaudii	74,8	1,3
	Jaiba limón	Cancer porteri	46,4	0,8
	Jaiba araña	Libidoclaea granaria	22,1	0,4
	Zapateador	Pterygosquilla armata	109,3	1,9
Condrichthyes	Raya volantín	Zearaja chilensis	164,2	100
Cephalopoda	Jibia	Dosidicus gigas	204,2	100

Fauna acompañante. Comparación entre estratos de profundidad

Al analizar el comportamiento de la red Engel en los diferentes estratos de profundidad de la zona sur (lances experimentales), se verifico una captura total de 109.427 kilos entre los estratos 100-199 y 200-299 m, con similar número de taxa para ambos casos (14 especies en P2) y 13 especies en P3, sin considerar la especie objetivo. Para el estrato P2 (100-199 m) las mayores contribuciones (>1% del IRFA) fueron: langostino amarillo (*C. johni*, 70,1%), granadero aconcagua (*C. aconcagua*, 10,8%), camarón nailon (*H. reedi*, 6,6%), lenguado ojos grandes (*H. macrops*, 4,5%), jibia (*D.gigas*, 2,1%), zapateador (*P. armata*, 1,4%), besugo (*E. crassicaudus*) y jaiba paco (*P. gaudichaudii*) con 1,0% de IRFA (Tabla 43), en tanto para el estrato P3(200-299m) las especies con más altos IRFA (> 1%) fueron lenguado ojos grandes (36,6%), granadero aconcagua (27,9%), langostino amarillo (11,5%), raya volantín (*Z. chilensis*, 8,2%), besugo (6,2%), jibia (4,2%), reineta (*B. australis*, 3,6%).

Por otra parte, las frecuencia de ocurrencias (lances positivos) en el estrato (100-199 m) fueron más altas en las especies (fauna acompañante): langostino amarillo, granadero aconcagua, lenguado ojos grandes, jibia y zapateador con un (100%), seguido por langostino colorado (*P. monodon*, 60%), camarón nailon y jaiba paco con un (40,0%), raya volantín , besugo, jaiba limón (*C. porteri*), jaiba araña (*L. granaria*), chancharro (*H. lengerichi*) y blanquillo (*P. jugularis*) con un (20,0%) de lances positivos.

Las frecuencias de ocurrencias (lances positivos) en el estrato (200-299 m) para la fauna acompañante fueron granadero aconcagua y lenguado ojos grandes con un (100%) de LP, seguido por langostino amarillo, jibia, camarón nailon, raya volantín, besugo y zapateador (75,0%), reineta, jaiba limón y jaiba araña (25%).

Tabla 43. Fauna acompañante en los lances experimentales de merluza común presente en la red Engel de la zona sur, para los estratos de profundidad P2 (100-199 m) y P3 (200-299 m). CT= Captura total, IRCT= Importancia relativa de la captura total, IRFA= Importancia relativa de la fauna acompañante. LP= Lances positivos.

					En	ıgel			
			100-199	9 m		l gor	200-29	9m	
Nambua aamén	Nombre científico	Captura	IRCT	IRFA	LP	Captura	IRCT	IRFA	LP
Nombre común	Nombre cientifico	Total (kg)	(%)	(%)	(%)	Total (kg)	(%)	(%)	(%)
Merluza común	Merluccius gayi gayi	38724,6	84,2		100	62194,0	98,0		100
Langostino amarillo	Cervimunida johni	5088,0	11,1	70,1	100	143,7	0,2	11,5	75
Granadero aconcagua	Coelorinchus aconcagua	781,8	1,7	10,8	100	350,0	0,6	27,9	125
Lenguado ojos grandes	Hipoglossina macrops	329,6	0,7	4,5	100	458,8	0,7	36,6	100
Jibia	Dosidicus gigas	152,1	0,3	2,1	100	52,3	0,1	4,2	75
Camarón nailon	Heterocarpus reedi	480,5	1,0	6,6	40	2,9	< 0,1	0,2	75
Reineta	Brama australis					45,0	0,1	3,6	25
Raya volantín	Zearaja chilensis	61,6	0,1	0,8	20	102,6	0,2	8,2	75
Besugo	Epigonus crassicaudus	72,3	0,2	1,0	20	77,7	0,1	6,2	75
Zapateador	Pterygosquilla armata	99,3	0,2	1,4	100	10,0	< 0,1	0,8	75
Jaiba paco	Platymera gaudichaudii	72,4	0,2	1,0	40	2,3	< 0,1	0,2	50
Langostino colorado	Pleuroncodes monodon	44,9	0,1	0,6	60				
Jaiba limón	Cancer porteri	44,8	0,1	0,6	20	1,6	< 0,1	0,1	25
Jaiba araña	Libidoclaea granaria	20,4	< 0,1	0,3	20	1,7	< 0,1	0,1	25
Chancharro	Helicolenus lengerichi	3,2	< 0,1	< 0,1	20	6,6	< 0,1	0,5	75
Blanquillo	Prolatilus jugularis	2,4	<0,1	<0,1	20				

Por su parte, el índice de importancia de los grupos taxonómicos (IRGT) para la red Engel en el estrato P2 (100-199 m) (Tabla 44) mostró los siguientes resultados: i) Clase Ostheichthyes representada por *C. Aconcagua* (65,7%), *H. macrops* (27,7%) y *E. crassicaudus* (6,1%) de IRGT, ii) Clase Crustacea *C. jonhi*(87,0%), seguido muy secundariamente por *H. reedi* (8,2%), *P. armata* (1,7%) y *P. gaudichaidii* (1,2%), y iii) Clases Condrichthyes y Cephalopoda

solo se verificó presencia de raya volantín (*Z. chilensis*) y jibia (*D. gigas*). En el caso del estrato P3 (200-299m), las mayores contribuciones de IRGT fueron: i) Clase Osteichthyes: *H macrops* (48,9%), *C. aconcagua* (37,3%), *E. crassicaudus* (8,3%), y *B. australis* (4,8%), ii) Clase Crustacea: *C. johni*(88,6%) de IRGT, *P. armata* (6,2%), *H. reedi* (1,8%), *P. gaudichaudii* (1,4%), *C. porteri* (1,0%), y *L. granaria* (1,0%), y iii) Clases Condrichthyes y Cephalopoda solo se verificó presencia de raya volantín (*Z. chilensis*) y jibia (*D. gigas*).

Tabla 44. Fauna acompañante en lances experimentales realizados en la zona sur (VIII Región), para los estratos de profundidad P2 (100-199 m) y P3 (200-299 m). IRGT= Importancia relativa de los grupos taxonómicos respecto a la captura total. Comparación entre la fauna retenida en el copo para las redes utilizadas en esta zona.

				En	gel	
			100-19	9 m	200-29	9 m
Class	Nombre común	Nombre científico	Captura	IRGT	Captura	IRGT
Clase	Nombre comun	Nombre cientifico	Total (kg)	(%)	Total (kg)	(%)
	Granadero aconcagua	Coelorinchus aconcagua	781,8	65,7	350,0	37,3
	Lenguado ojos grandes	Hipoglossina macrops	329,6	27,7	458,8	48,9
Octoichthroc	Reineta	Brama australis			45,0	4,8
Osteichthyes	Besugo	Epigonus crassicaudus	72,3	6,1	77,7	8,3
	Chancharro	Helicolenus lengerichi	3,2	0,3	6,6	0,7
	Blanquillo	Prolatilus jugularis	2,4	0,2		
	Langostino amarillo	Cervimunida johni	5088,0	87,0	143,7	88,6
	Camarón nailon	Heterocarpus reedi	480,5	8,2	2,9	1,8
	Zapateador	Pterygosquilla armata	99,3	1,7	10,0	6,2
Crustacea	Jaiba paco	Platymera gaudichaudii	72,4	1,2	2,3	1,4
	Langostino colorado	Pleuroncodes monodon	44,9	0,8		
	Jaiba limón	Cancer porteri	44,8	0,8	1,6	1,0
	Jaiba araña	Libidoclaea granaria	20,4	0,3	1,7	1,0
Condrichthyes	Raya volantín	Zearaja chilensis	61,6	100	102,6	100
Cephalopoda	Jibia	Dosidicus gigas	152,1	100	52,3	100

Porcentaje de escape (%E)

Se analizó el porcentaje de escape total (%E) de la especie objetivo y la fauna acompañante en los lances experimentales de la zona sur con la red Engel. La Figura 41 muestra que la especie objetivo verificó un escape del 10,4%, en tanto que en la fauna acompañante los porcentajes de escape máximo (100%) se observaron en jaiba mora (*H. plana*), caracol de mar (*Gastropoda*), actinia (*Anthozoa*). Otras especies que mostraron alto porcentaje de escape fueron: banquillo (*P. jugularis*, 88,2%), granadero aconcagua (*C. aconcagua*, 62,8%), chancharro (*H. lengerichi*, 52,3). Escapes menores o iguales al 50% se verificaron en besugo (*E. crassicaudus*, 39,9%), zapateador (*P. armata*, 28,8), camarón nailon (*H. reedi*, 11,6%), lenguado

ojos grandes (*H. macrops*, 8,3%), langostino amarillo (*C. johni*, 6,7%), jaiba araña (*L. granaria*, 6,6%), langostino colorado (*P. monodon*, 4,1%), jaiba paco (*P. gaudichaudii*, 2,8%), jaiba limón (*C. porteri*, 1,3%) de escape. Las especies que no presentaron escape fueron: reineta (*B. australis*), y especies de gran tamaño como la jibia (*D. gigas*) y la raya volantín (*Z. chilensis*).

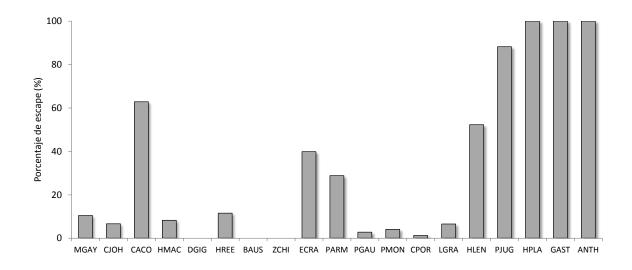


Figura 41. Porcentaje de escape (%E) de la VIII Región para la red Engel.

Atributos comunitarios

Los índices comunitarios para la fauna acompañante identificada en los lances de pesca experimentales desarrollados en la zona sur se presentan en la Tabla 45. Todos los índices ensayados evidenciaron diferencias significativas entre las dos redes utilizadas en esta región (Engel y Engel (RJ). La diversidad de Shannon-Wiener fue más alta $(3,02\pm0,256, p<0,005)$ para la red Engel, en tanto que los índices de Uniformidad y Dominancia de Simpson fueron mayores para la fauna acompañante reportada en la red Engel modificada (RJ).

Tabla 45. Atributos comunitarios (promedio ± d.e.) para los taxa componentes de la fauna acompañante de la captura de merluza común en lances experimentales. Comparación entre redes de arrastre en la zona sur.

Indicador	р	Engel	Engel(mod. RJ)		
H'	p=1.752E-5	3.016±0.256	2.579±0.154		
J	p=0.0011	0.848±0.057	0.862±0.023		
D	p=8.06E-7	0.170±0.052	0.199±0.019		

Análisis de clasificación y ordenación

Para los lances experimentales, el análisis de clasificación numérica (dendrogramas) reveló la diferenciación de la fauna acompañante asociadas a las redes Engel (R1) y Engel modificada con rejilla para jibia (R1(RJ)) (Figura 42). Se observó la presencia de dos grupos principales con un nivel de similitud muy superior al 60 %. El Análisis SIMPER verificó la asociación en dos grupos conformados por una disimilitud promedio de ~40%, en la cual las especies que más contribuyeron a la conformación de estos grupos (lances con redes distintas) fueron: *E. crassicaudus* (12,2%), *H. lengerichi* (11,6%), *H. reedi* (11,4%), *Z. chilensis* (9,3%), *L. granaria* (7,9%), *P. monodon* (7,5%) y *P. gaudichaudii* (9,4%), totalizando una contribución acumulada cercana al 67%. Un análisis de similaridad (ANOSIM, Clarke 1993) fue realizado con el propósito de detectar diferencias significativas en la composición de los dos grupos conformados, verificando diferencias significativas (p<0,05) para los lances experimentales realizados en la VIII Región con redes Engel y Engel modificada, donde el estadístico R reveló un valor mayor a cero, verificando que los grupos difieren en su composición (R=0,975; p<0,05; PRIMER 6+).

Por su parte, el análisis de ordenación MDS (escalamiento multidimensional)permitió identificar asociaciones de especies distintas (conformación de dos grupos) respecto de las redes utilizadas en la VIII Región (Figura 43), con un nivel de stress muy aceptable (stress=0,01) que permite tener confianza en la segregación de estos dos grupos en el espacio euclidiano correspondiente a la fauna acompañante retenida en las dos redes utilizadas en la región sur., validando asimismo el análisis de clasificación numérica.

Respecto de los estratos de profundidad, tanto el análisis de conglomerados como el de ordenación (MDS) (Figuras 44 y 45), verificaron la ausencia de grupos distintos respecto de la fauna acompañante asociada a los estratos de profundidad P2 (100-199 m) y P3 (200-299 m), resaltando un patrón de similaridad mezclado de lances realizados en ambos estratos. Lo anterior se ve reflejado en el bajo porcentaje de disimilitud promedio (<32%) establecido para la diferenciación entre P2 y P3 (Análisis SIMPER), así como el análisis de similaridad (ANOSIM) que confirma la inexistencia de diferencias significativas (p>0,05) entre la fauna acompañante de los lances realizados a estos distintos estratos de profundidad.

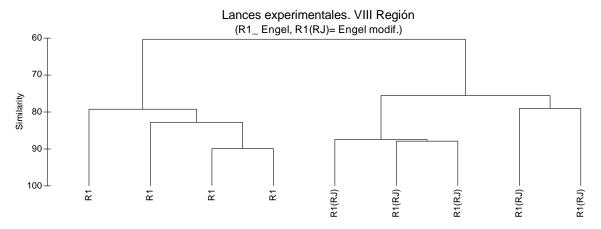


Figura 42. Dendrograma de clasificación numérica en el campo de las muestras (lances), para la red Engel y Engel modificada (rejilla para jibia en el cubre-copo) utilizadas en los lances de captura experimentales de la región sur.

Figura 43. Análisis NMDS en el campo de las muestras (lances), para la red Engel y Engel modificada (rejilla para jibia en el cubre-copo) utilizadas en los lances de captura experimentales de la región sur.

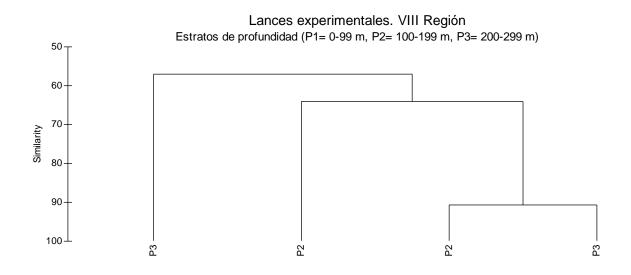


Figura 44. Dendrograma de clasificación numérica en el campo de las muestras (profundidades) para los estratos de profundidad: p1= 0-99 m, p2= 100-199 m, p3= 200-299 m, correspondientes a los lances experimentales de la región sur.

Lances experimentales. VIII Región Estratos de profundidad (P1= 0-99 m, P2= 100-199 m, P3= 200-299 m)

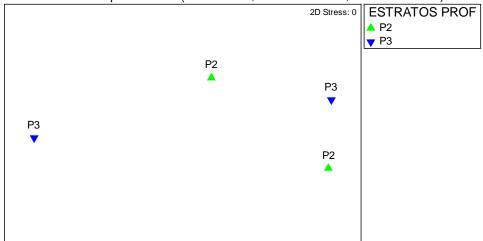


Figura 45. Análisis MDS en el campo de las muestras (profundidades)para los estratos de profundidad: $p1=0-99\,$ m, $p2=100-199\,$ m, $p3=200-299\,$ m, correspondientes a los lances experimentales de la región sur.

Comparación latitudinal para red Engel

Para los lances experimentales, se realizó una contrastación latitudinal (zonas norte y sur) en la composición de la fauna acompañante correspondiente a la red Engel, que fue el único tipo de red de arrastre que fue utilizada en ambas regiones. A pesar de que se trató del mismo modelo de red, hay que destacar que estas redes poseen dimensiones muy distintas, verificando lances con red de menor tamaño en los lances asociados a la región norte (V Región). Lo anterior motivó a comparar el comportamiento de estas redes tanto latitudinal como batimétricamente. Los estratos de profundidad considerados fueron: Estrato P1 (0-99 m), Estrato P2 (100-199 m), Estrato P3 (200-299 m) (Figura 46).

Los resultados mostraron frecuencias porcentuales similares (>70%) en los diferentes estratos de profundidad para la Clase Osteichthyes, a excepción del estrato 2 en la región sur, donde dominaron los crustáceos (~80%). Condrictios y cefalópodos mostraron contribuciones porcentuales muy bajas (<10%) en todos los estratos de profundidad.

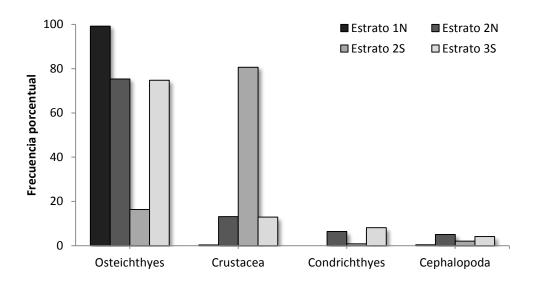


Figura 46. Porcentaje de participación de grupos taxonómicos por zona (N= norte, S= sur) y por estrato de profundidad (Estrato1= 0-99 m, estrato 2= 100-199 m, estrato 3= 200-29 m), para los lances de pesca experimental realizados por la red Engel en la V y VIII Regiones.

5.4.2. Lances comerciales

5.4.2.1. Zona Norte (V Región)

La información de fauna total, fauna acompañante y especies asociadas a la captura incidental se analizó en 52 lances de pesca comerciales, realizados frente a las costas de la V Región (entre 33°23′S y los 33°59′S) (Figura 47), realizado por observadores abordo de las embarcaciones María Emperatriz III (12 lances), Aquiles Pancho (5 lances) y Skorpion (35 lances), los que fueron desarrollados entre el 18 de diciembre de 2017 y el 28 de marzo de 2018, utilizando 2 modelos de redes (Engel y Celta).

Los lances comerciales realizados en la zona norte se verificaron profundidades entre 82 y 203 metros, con un tiempo efectivo de arrastre promedio de 1 hora 46 minutos (velocidad de arrastre promedio de 2,8 nudos). Se obtuvo una captura total de 130.085 kilos, considerando todos los lances de pesca comerciales en la región norte del estudio.



Figura 47. Distribución espacial de los lances de pesca comerciales realizados en la V Región (zona norte) (33°23′S-33°59′S).

Fauna acompañante

Desde estos lances comerciales realizados en la zona norte se pudo identificar 21 taxa (Tabla 17) sin considerar la pesca objetivo (merluza común), las que se agruparon en las siguientes Clases:

- i) Clase Osteichthyes (peces óseos)
- ii) Clase Crustacea (crustáceos)
- iii) Clase Chondrichthyes (peces cartilaginosos)

De estas taxas, 8 especies correspondieron a peces óseos, de las especies identificadas en la fauna acompañante, 5 especies a crustáceos, y 6 especies de condrictios (Tabla 46). Considerando todas las especies componentes de la fauna acompañante en los 52 lances comerciales realizados en la zona norte, (excluyendo a la especie objetivo), destaca a las siguientes especies con valores de Índice Relativo de la Fauna Acompañante (IRFA) superiores al 1% (Tabla 47): Langostino colorado (*P. monodon*, 46,2%), lenguado ojos grandes (*H. macrops*, 17,1%), jaiba limón (*C. porteri*, 10,7%), jaiba paco (*P. gaudichaudii*, 8,3%), Blanquillo (*P. jugularis* 4,6%), Pichigüen (*M. ophicephalus* 3,4%) y pampanito (*S. stellatus* 2,7%).

Por otra parte, las frecuencia de ocurrencias (lances positivos) fueron más altas en las especies (fauna acompañante): langostino colorado (58,0%), lenguado ojos grandes (72,0%), jaiba limón (94,0%), jaiba paco (93,%), congrio negro (20,0%), blanquillo (22.0%), Pichigüen (10,0%), pampanito (13,0%), raya volantín (*Z. chilensis*, 7,0%), pejegallo (*C. Callorhynchus*, 6,0%), raya pequen (*P. scobina*, 6,0%), camarón nailon (*H. reedi*, 3,0%), jurel (*T. murphyi* 3,0%) y langostino amarillo (*C. johni*, 3%).

Tabla 46. Fauna acompañante presente en los lances de pesca comercial realizados en la V Región (zona norte).

Clase	Nombre común	omún Nombre científico	
	Lenguado ojos grandes	Hippoglossina macrops	Hmac
	Congrio negro	Genypterus maculatus	Gmac
	Blanquillo	Prolatilus jugularis	Pjug
0-4-1-1-4	Pichigüen	Menticirrhus ophicephalus	Moph
Osteichthyes	Pampanito	Stromateus stellatus	Sste
	Sierra	Thyrsites atun	Tatu
	Jurel	Trachurus murphyi	Tmur
	Granadero Aconcagua	Coelorinchus aconcagua	Caco
Crustacea	Langostino colorado	Pleuroncodes monodon	Pmon
	Jaiba limón	Cancer porteri	Cpor
	Jaiba paco	Platymera gaudichaudii	Pgau
	Camaron nailon	Heterocarpus reedi	Hree
	Langostino amarillo	Cervimunida johni	Cjoh
	Raya volantín	Zearaja chilensis	Zchi
	Pejegallo	Callorhynchus callorhynchus	Ccal
C	Raya pequén	Psammobatis scobina	Psco
Condrichthyes	Tollo negro	Aculeola nigra	Anig
	Raya electrica	Tetronarce tremens	Ttre
	Gata café	Apristurus brunneus	Abru

Tabla 47. Fauna acompañante en los lances comerciales realizados en la V Región (zona norte). CT= Captura total, IRCT= Importancia relativa de la captura total, IRFA= Importancia relativa de la fauna acompañante. LP= Lances positivos.

Nombre común	Nombre científico	Captura	IRCT	IRFA	LP
Nombre comun	Nombre cientifico	total (kg)	(%)	(%)	(%)
Merluza común	Merluccius gayi gayi	124863,5	96,0		100
Langostino colorado	Pleuroncodes monodon	2413,29	1,9	46,2	58
Lenguado ojos grandes	Hippoglossina macrops	890,3	0,7	17,1	72
Jaiba limón	Cancer porteri	558,3	0,4	10,7	94
Jaiba paco	Platymera gaudichaudii	432,7	0,3	8,3	93
Congrio negro	Genypterus maculatus	289,0	0,2	5,5	20
Blanquillo	Prolatilus jugularis	239,8	0,2	4,6	22
Pichigüen	Menticirrhus ophicephalus	176,2	0,1	3,4	10
Pampanito	Stromateus stellatus	139,8	0,1	2,7	13
Raya volantín	Zearaja chilensis	27,1	< 0,1	0,5	7
Pejegallo	Callorhynchus callorhynchus	16,1	< 0,1	0,3	6
Raya pequén	Psammobatis scobina	14,5	< 0,1	0,3	6
Tollo negro	Aculeola nigra	6,6	< 0,1	0,1	1
Sierra	Thyrsites atun	6,0	< 0,1	0,1	1
Raya electrica	Tetronarce tremens	3,5	< 0,1	0,1	1
Camaron nailon	Heterocarpus reedi	2,1	< 0,1	< 0.1	3
Gata café	Apristurus brunneus	1,0	< 0,1	< 0.1	1
Jurel	Trachurus murphyi	0,9	< 0,1	< 0.1	3
Langostino amarillo	Cervimunida johni	0,8	< 0,1	< 0.1	3
Granadero Aconcagua	Coelorinchus aconcagua	0,3	< 0,1	< 0.1	1

La contribución porcentual de la fauna total y la fauna acompañante correspondiente a los tres grupos taxonómicos superiores, a saber: Clases Osteichthyes, Condrichthyes y Crustacea, se presenta en la Figura 48 resaltando el dominio de los crustáceos en la fauna acompañante, con una contribución del 65,3%, los peces óseos con un 33,4%, en tanto los condrictios representaron el 1,3%

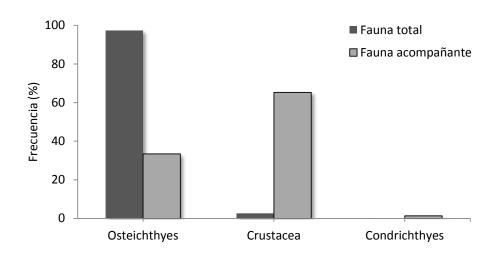


Figura 48. Contribución porcentual de las especies de fauna acompañante para cada uno de los grupos identificados en los lances comerciales realizados en la V Región (zona norte).

Fauna acompañante. Comparación entre redes de pesca

a) Importancia relativa de la fauna acompañante

Al analizar el comportamiento de las diferentes redes de pesca de arrastre utilizadas en los lances comerciales de la región norte (Tabla 48), se observa que la red Celta obtuvo la mayor contribución en peso (kg) con un total de 3563,5 kilos para 17 taxas. De éstos, el 49,2%, correspondió a langostino colorado (*P. monodon*), seguido por lenguado ojos grandes (*H. macrops*, 19,7%), jaiba limón (*C.porteri*9,3%), blanquillo (*p. jugularis*, 5,5%), pichigüen (*M. ophicephalus*, 3,1%), en tanto el resto de las taxa contribuyó con menos del 1% de la importancia relativa de la fauna acompañante (IRFA).

Por su parte, la red Engel capturó 15 taxas (excluyendo la especie objetivo), verificando a la especie langostino colorado con una contribución del 39,7% como Índice de Importancia Relativa de la Fauna Acompañante (IRFA), seguido secundariamente por congrio negro (*G. maculatus*, 15,6%), jaiba limón 13,8%, lenguado ojos grandes, 11,4%, jaiba paco (*P. gaudichaudii*, 10,9%), blanquillo, 2,7%, pampanito (*S. stellatus*, 1,8%), pichigüen 1,6%, raya volantín (*Z. chilensis*, 1,2%), el resto de las taxa contribuyó con menos del 1% de la importancia relativa de la fauna acompañante (IRFA).

En la región norte sólo se utilizaron las redes Engel y Celta. De estas redes, se dispone de mayor cantidad de datos de la red Celta, con 42 lances comerciales efectuados con el (60,9%). En cada una de las redes de arrastre se observó el dominio de la especie objetivo (merluza común) en la captura total, con contribuciones muy altas y similares para ambas redes, de 96,8% y de 95,5% para Engel y Celta, respectivamente.

Tabla 48. Fauna acompañante en los lances comerciales de merluza común realizados en la V Región (zona norte). CT= Captura total, IRCT= Importancia relativa de la captura total, IRFA= Importancia relativa de la fauna acompañante. LP= Lances positivos.

		Engel			Celta				
Nombre común	Nombre científico	Captura	IRCT	IRFA	LP	Captura	IRCT	IRFA	LP
Nombre comun	Nombre cientifico	total (kg)	(%)	(%)	(%)	total (kg)	(%)	(%)	(%)
Merluza común	Merluccius gayi gayi	49779,8	96,8		100	75083,7	95,5		100
Langostino colorado	Pleuroncodes monodon	658,3	1,3	39,7	52	1755,0	2,2	49,2	62
Lenguado ojos grandes	Hippoglossina macrops	189,5	0,4	11,4	67	700,8	0,9	19,7	76
Jaiba limón	Cancer porteri	228,0	0,4	13,8	100	330,2	0,4	9,3	90
Jaiba paco	Platymera gaudichaudii	179,9	0,3	10,9	100	252,7	0,3	7,1	88
Congrio negro	Genypterus maculatus	258,3	0,5	15,6	30	30,5	<0,1	0,9	14
Blanquillo	Prolatilus jugularis	45,4	0,1	2,7	15	194,4	0,2	5,5	26
Pichigüen	Menticirrhus ophicephalus	26,7	0,1	1,6	11	149,5	0,2	4,2	10
Pampanito	Stromateus stellatus	30,1	0,1	1,8	7	109,7	0,1	3,1	17
Raya volantín	Zearaja chilensis	20,4	<0,1	1,2	7	6,7	<0,1	0,2	0
Pejegallo	Callorhynchus callorhynchus	1,0	<0,1	0,1	4	15,1	<0,1	0,4	7
Raya pequén	Psammobatis scobina	14,3	<0,1	0,9	11	0,3	<0,1	< 0.1	2
Tollo negro	Aculeola nigra					6,6	<0,1	0,2	2
Sierra	Thyrsites atun					6,6	<0,1	0,2	2
Raya electrica	Tetronarce tremens					3,5	<0,1	0,1	2
Camaron nailon	Heterocarpus reedi	0,3	<0,1	< 0,1	4	1,8	<0,1	0,1	2
Gata café	Apristurus brunneus	1,0	<0,1	0,1	4				
Jurel	Trachurus murphyi	0,9	<0,1	0,1	7				·
Langostino amarillo	Cervimunida johni	0,3	<0,1	<0,1	4	0,5	<0,1	<0,1	2
Granadero Aconcagua	Coelorinchus aconcagua					0,3	<0,1	<0,1	2

b) Índice de Importancia de los grupos taxonómicos

Por su parte, para la zona norte (lances comerciales), la Tabla 49 presenta el índice de importancia de los grupos taxonómicos (IRGT) entre las redes utilizadas en los lances de pesca comercial de esta región. La fauna acompañante de la Clase Crustacea estuvo representada por langostino colorado (*P. monodon*, 75,0%), en la red Celta, mientras que en la Red Engel el langostino colorado contribuyo con el 61,7% de las especies retenidas y la jaiba limón (*C. porteri*, 21,4%) el resto de los crustáceos en ambas redes representó menos del 20% de IRGT.

En la clase Ostheichthyes estuvo representada por lenguado ojos grandes (*H. macrops*, 58,8%), en la red Celta, el resto de la fauna acompañante represento (<20% de IRGT). En tanto que en la red Engel el congrio negro (*G. maculatus*) fue el que más representación obtuvo con un 46,9%, seguido por el lenguado de ojos grandes con un 34,4% de IRGT, el resto de la fauna acompañante represento (<20% de IRGT), en ambas redes., Las clases Condrichthyes la mayor retención la obtuvo en la red Engel con un 55, 7% de raya volantín (*Z. chilensis*), seguida por la raya pequen (*P. scobina*, 38,9%). el resto de la captura en la red Engel no supero el 5% de retención. En el caso de la red Celta el pejegallo (*C. callorhynchus*) fue el que mayor retención obtuvo con un 47,0% seguido secundariamente por la raya volantín (20,8%) y el tollo negro (*A. nigra*, 20,5%) el resto de las especies no supero el 15% de captura retenida en esta red.

Tabla 49. Fauna acompañante en lances comerciales de pesca de merluza común realizados en la V Región (zona norte). IRGT= Importancia relativa de los grupos taxonómicos respecto a la captura total.

			Engel		Celta	
Class	Nombre común	Nombre científico	Captura	IRGT	Captura	IRGT
Clase	Nombre comun	Nombre cientifico	total (kg)	(%)	total (kg)	(%)
	Lenguado ojos grandes	Hippoglossina macrops	189,5	34,4	700,8	58,8
	Congrio negro	Genypterus maculatus	258,5	46,9	30,5	2,6
	Blanquillo	Prolatilus jugularis	45,4	8,2	194,4	16,3
0-4-:-1-41	Pichigüen	Menticirrhus ophicephalus	26,7	4,8	149,5	12,5
Osteichthyes	Pampanito	Stromateus stellatus	30,1	5,5	109,7	9,2
	Sierra	Thyrsites atun			6,0	0,5
	Jurel	Trachurus murphyi	0,9	0,2		
	Granadero Aconcagua	Coelorinchus aconcagua			0,3	< 0,1
Crustacea	Langostino colorado	Pleuroncodes monodon	658,3	61,7	1755,0	75,0
	Jaiba limón	Cancer porteri	228,0	21,4	330,2	14,1
	Jaiba paco	Platymera gaudichaudii	179,9	16,9	252,7	10,8
	Camaron nailon	Heterocarpus reedi	0,3	< 0,1	1,8	0,1
	Langostino amarillo	Cervimunida johni	0,3	< 0,1	0,5	< 0,1
	Raya volantín	Zearaja chilensis	20,4	55,7	6,7	20,8
	Pejegallo	Callorhynchus callorhynchus	1,0	2,7	15,1	47,0
Condrichthyes	Raya pequén	Psammobatis scobina	14,3	38,9	0,3	0,8
Conditioninges	Tollo negro	Aculeola nigra			6,6	20,5
	Raya electrica	Tetronarce tremens			3,5	10,9
	Gata café	Apristurus brunneus	1,0	2,6	<u></u>	

Atributos comunitarios

Los índices comunitarios para la fauna acompañante identificada en los lances de pesca comerciales realizados en la zona norte se presentan en la (Tabla 50). Todos los índices ensayados evidenciaron diferencias significativas (p<0,05) entre los cinco tipos de redes utilizadas en esta región, a saber: Engel, Engel modificada con rejilla para lobo marino (RL), Celta, Celta modificada con rejilla para lobo marino (RL) y Celta con paneles (CP). La diversidad de Shannon-Wiener fue más alta y muy similares en las redes Celta modificadas, Celta (RL) (2,28±0,170) y Celta (CP) (2,24±0,28), en tanto que los mayores valores de Uniformidad y Dominancia de Simpson se verificaron en la red Engel modificada, con valores promedio de 0,92±0,062 y 0,475±0,359, respectivamente.

Tabla 50. Atributos comunitarios (promedio ± d.e.) para los taxa componentes de la fauna acompañante de la captura de merluza común en lances comerciales realizados en la V Región (zona norte). Comparación entre redes de arrastre.

Indicador	p	Engel	Engel (RL)	Celta	Celta (RL)	Celta (CP)
Н	p=0,0383	2,08±0,380	1,51±1,03	1,91±0,801	2,28±0,170	2,24±0,28
J	P=5,76E-21	0,89±0,04	0,92±0,062	0,88±0,085	0,90±0,029	0,87±0,007
D	P=1,071E-32	0,285±0,076	0,475±0,359	0,359±0,252	0,235±0,024	0,248±0,044

Análisis de clasificación y ordenación

Para los lances comerciales en la V Región (zona norte) las bitácoras indicaron el uso de 5 redes distintas, a saber: Engel (R1), Engel modificada con rejilla para lobo marino (R1(RL)), Celta (R4), Celta modificada con rejilla para lobo marino (R4(RL)), y Celta con paneles (R4(CP)).

Para este caso, la identificación de los grupos conformado por la fauna acompañante retenida en las redes utilizadas no fue tan claro como en el caso de los lances experimentales en la V Región, evidenciándose bastante mezcla entre las redes utilizadas en las asociaciones, sin una diferenciación clara (Figura 49), lo que se ratifica a través del análisis de similaridad (ANOSIM) realizado sobre las redes (como factor) que muestra la ausencia de diferencias entre las asociaciones, con un estadístico R = 0,003 (p > 0,05), lo que indica que no hay diferencia entre grupos ($R \cong 0$, Clarke 1993). Asimismo, el análisis SIMPER verificó disimilitudes promedio menores al 30% en gran parte de los casos, como por ejemplo, entre R1-R4(RL) = 25,2%, R1-R4(CP) = 26,7%, R1-R4(CP) = 28,9%, R4-R4(RL) = 27%, R4(RL)-R4(CP) = 11,1%, en los cuales P. R4(CP) = 11,1%, en los cuales R4(CP) = 11,1%, seguido en la mayoría de los casos por R4(CP) = 11,1%, R

Por su parte, el análisis de ordenación MDS (escalamiento multidimensional), aunque se verifica un stress aceptable (Stress= 0,14), se ratifica la mezcla de lances comerciales con redes distintas en la V Región, sin evidenciar asociaciones claras que diferencien las redes de pesca utilizadas (Figura 50).

Respecto de los estratos de profundidad, el análisis de conglomerados mostró diferencias en la fauna acompañante para los lances comerciales realizados en la V Región (Figura 51), verificando dos grupos principales (estratos P1 y P2), y un caso aislado (estrato P3). La separación entre los estratos P1 vs P3, y P2 vs P3verificarondisimilitudes promedio mayores al 80% (análisis SIMPER), en tanto la disimilitud entre P1 vs P2 fue menor (31,4%, SIMPER). Las contribuciones porcentuales más altas a la disimilaridad entre los grupos P1 y P3 (disimilitud promedio= 80,5%) se asociaron a las especies P. gaudichaudii (13,7%), P. monodon (13,5%), C porteri (13,4%) y H. macrops (13,1%). En tanto, la disimilitud promedio entre P2 y P3 (86,1%) se verificó especialmente por las especies: P. monodon (13,3%), C. porteri (11,5%), P. gaudichaudii (11,3%) y H. macrops (10,8%). Por último, el bajo valor de disimilitud promedio entre los grupos P1 y P2 (31,7%) se explica principalmente por las disimilitudes de las especies: H. reedi (9,5%), P. jugularis (8,9%), C. johni (8,8%) y S. stellatus (7,8%). El análisis de Ordenación MDS validó el resultado obtenido por la clasificación numérica, posibilitando el identificar asociaciones de especies distintas (conformación de grupos) respecto de los estratos de profundidad ensayados para los lances de pesca comercial realizados en la V Región con un nivel de stress que otorga confiabilidad en la identificación grupal por estratos de profundidades (Figura 52).

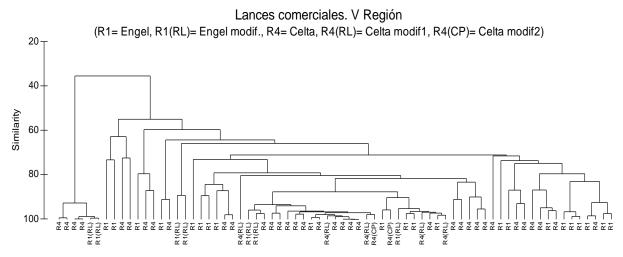


Figura 49. Dendrograma de clasificación numérica en el campo de las muestras (redes), para la red Engel (R1), Engel modificada con rejilla para lobo marino (R1(RL)), Celta (R4), Celta modificada con rejilla para lobo marino (R4(RL)), y Celta modificada con paneles (R4(CP)), utilizadas en los lances de captura comerciales realizados en la V Región.

Figura 50. Análisis NMDS en el campo de las muestras (redes), para la red Engel (R1), Engel modificada con rejilla para lobo marino (R1(RL)), Celta (R4), Celta modificada con rejilla para lobo marino (R4(RL)), y Celta modificada con paneles (R4(CP)), utilizadas en los lances de captura comerciales realizados en la V Región.

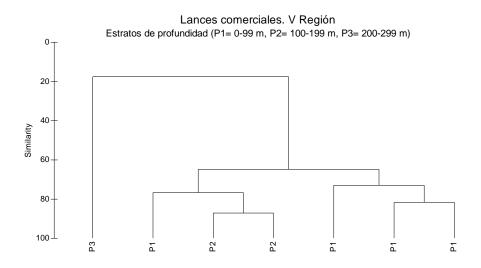


Figura 51. Dendrograma de clasificación numérica en el campo de las muestras (profundidades) para los estratos de profundidad: p1= 0-99 m, p2= 100-199 m, p3= 200-299 m, correspondientes a los lances comerciales realizados en la V Región (zona norte).

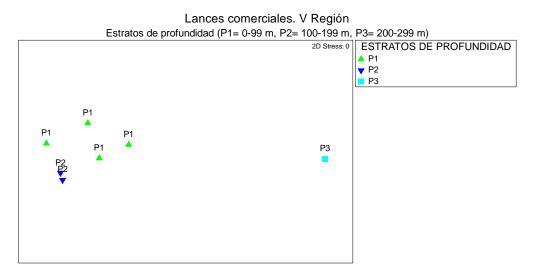


Figura 52. Análisis NMDS en el campo de las muestras (profundidades) para los estratos de profundidad: p1= 0-99 m, p2= 100-199 m, p3= 200-299 m, correspondientes a los lances comerciales realizados en la V Región (zona norte).

5.4.2.2. Zona Sur (VIII Región)

La información de fauna total, fauna acompañante y especies asociadas a la captura incidentalse analizó en 143 lances de pesca denominados "lances comerciales", entre las costas de la VII Región a las costas de la IX Región (entre 35°18′S y 39°05′S) (Figura 53), realizado por observadores a bordo de la embarcación Bonn (72 lances), los que fueron desarrollados entre el 2 de marzo y el 29 de junio de 2018, utilizando originalmente dos modelos de redes (Engel, Tornado y Halcones), Polaris II (23 lances), los que se efectuaron entre el 2 al 13 de diciembre de 2017 donde los modelos de redes (Engel y Tornado) y la embarcación Biomar IV (48 lances), los que se efectuaron entre el 2 de enero y el 22 de abril de 2018, utilizándose solo la red (Engel).

Los lances experimentales realizados frente a la VIII Región verificaron profundidades entre 66 y 462 metros, con un tiempo efectivo de arrastre promedio de 2 horas 07 minutos (velocidad de arrastre promedio de 3,6 nudos). Se obtuvo una captura total de 2.655.112kilos, considerando todos los lances de pesca comerciales en la zona sur.



Figura 53. Distribución espacial lances comerciales realizados en la VIII Región (zona sur, 35°18' S-39°05' S).

Fauna acompañante

Desde estos lances experimentales realizados en la zona sur, se pudo identificar 43 taxa (Tabla 51) sin considerar la pesca objetivo (merluza común), las que se agruparon en las siguientes Clases:

- i) Clase Osteichthyes (peces óseos)
- ii) Clase Crustacea (crustáceos)
- iii) Clase Chondrichthyes (peces cartilaginosos)
- iv) Clase Cephalopoda (cefalópodos)
- v) Otras

De estos taxa, 18 especies correspondieron a peces óseos con una contribución del 53,2% de las especies identificadas en la fauna acompañante, 9 especies a crustáceos (33,9%), 9 especies de condrictios (2,0%), 3 especies de cefalópodo (10,8%) y 4 especies agrupadas como Otras que representaron <0,1%. (Tabla 58) (Figura 54).

Tabla 51. Fauna acompañante presente en los lances de pesca comercial realizados en la VIII Región (zona sur).

Clase	Nombre común	Nombre científico	Acronimo
	Merluza común	Merluccius gayi gayi	Mgay
	Merluza de cola	Macruronus magellanicus	Mmag
	Besugo	Epigonus crassicaudus	Ecra
	Cabinza	Isacia conceptionis	Icon
	Chancharro	Helicolenus lengerichi	Hlen
	Lenguado ojos grandes	Hippoglossina macrops	Hmac
	Pampanito	Stromateus stellatus	Sste
	Granadero aconcagua	Coelorinchus aconcagua	Caco
	Blanquillo	Prolatilus jugularis	Pjug
Osteichthyes	Reineta	Brama australis	Baus
	Merluza del sur o austral	Merluccius australis	Maus
	Congrio dorado	Genypterus blacodes	Gbla
	Jurel	Trachurus murphyi	Tmur
	Congrio negro	Genypterus maculatus	Gmac
	Sierra	Thyrsites atun	Tatu
	Congrio colorado	Genypterus chilensis	Gchi
	Granadero chileno	Coelorinchus chilensis	Cchi
	Pez negro	Centrolophus niger	Cnig
	Anguila babosa	Eptatretus polytrema	Epol
	Langostino amarillo	Cervimunida johni	Cjoh
	Jaiba mora	Homalaspis plana	Hpla
	Langostino colorado	Pleuroncodes monodon	Pmon
	Jaiba paco	Platymera gaudichaudii	Pgau
Crustacea	Jaiba araña	Libidoclea granaria	Lgra
	Camaron nailon	Heterocarpus reedi	Hree
	Zapateador	Pterigosquilla armata	Parm
	Jaiba limón	Cancer porteri	Cpor
	Gamba	Haliporoides diomedeae	Hdio
	Raya volantín	Zearaja chilensis	Zchi
	Tiburón negro	Centroscymnus crepidater	Ccre
	Tollo de cachos	Squalus acanthias	Saca
	Pintaroja	Schroederichthys chilensis	Schi
Condrichthyes	Pejegallo	Callorhynchus callorhynchus	Ccal
·	Raya pequén	Psammobatis scobina	Psco
	Gata café	Apristurus brunneus	Abru
	Tollo negro raspa	Centroscyllium granulatum	Cgra
	Raya de lunares	Bathyraja albomaculata	Balb
	Jibia	Dosidicus gigas	Dgig
Cephalopoda	Todarodes	Todarodes filippovae	Tfil
	Pulpo común	Octopus mimus	Omim
Anthozoa	Actinia	Anthozoa	Anto
Asteroidea	Estrella de mar	Asteroidea	Aste
Gastropoda	Caracol de mar	Gastropoda	Gast
Desmospongiae	Esponja papa	Demospongiae	Demo

Considerando todas las especies componentes de la fauna acompañante en los 143 lances comerciales realizados en la zona sur (excluyendo a la especie objetivo), destaca a las siguientes especies con valores de Índice Relativo de la Fauna Acompañante (IRFA) superiores al 1% (Tabla 52): merluza de cola (*M. magellanicus*, 18,2%),langostino amarillo (*C. jonhi*, 13,7%), jibia (*D. gigas*, 10,5%), besugo (*E. crassicaudus*, 7,2%), cabinza (*I. conceptionis*, 6,0%), jaiba mora (*H. plana*, 5,8%), langostino colorado (*P. monodon*, 5,4%), chancharro (*H. lengerichi*, 5,1%),lenguado ojos grande (*H. macrops*, 4,9%), jaiba paco (*P. gaudichaudii*, 4,8%), pampanito (*S. stellatus*, 3,4%), jaiba araña (*L. granaria*, 3,3%), granadero aconcagua (*C. aconcagua*, 2,5%), blanquillo (*P. jugularis*, 2,1%), reineta (*B. australis*, 1,1%), merluza del sur o austral (*M. australis*, 1,1%) y raya volantín (*Z. chilensis*, 1,0%).

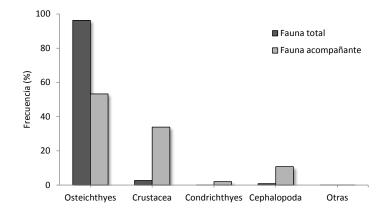


Figura 54. Contribución porcentual de las especies de fauna acompañante para cada uno de los grupos identificados en los lances comerciales (zona sur).

Tabla 52. Fauna acompañante en los lances comerciales realizados en la VIII Región (zona sur). CT= Captura total, IRCT= Importancia relativa de la captura total, IRFA= Importancia relativa de la fauna acompañante. LP= Lances positivos.

Nombre común	Nombre científico	Captura	IRCT	IRFA	LP
		total (KG)	(%)	(%)	(%)
Merluza común	Merluccius gayi gayi	2440539,1	91,9		100
Merluza de cola	Macruronus magellanicus	39126,6	1,5	18,2	11
Langostino amarillo	Cervimunida johni	29462,7	1,1	13,7	48
Jibia	Dosidicus gigas	22495,2	0,8	10,5	49
Besugo	Epigonus crassicaudus	15515,7	0,6	7,2	20
Cabinza	Isacia conceptionis	12800,0	0,5	6,0	21
Jaiba mora	Homalaspis plana	12376,0	0,5	5,8	54
Langostino colorado	Pleuroncodes monodon	11480,1	0,4	5,4	24
Chancharro	Helicolenus lengerichi	11029,5	0,4	5,1	39
Lenguado ojos grandes	Hippoglossina macrops	10591,7	0,4	4,9	74
Jaiba paco	Platymera gaudichaudii	10330,6	0,4	4,8	68
Pampanito	Stromateus stellatus	7228,0	0,3	3,4	21
Jaiba araña	Libidoclea granaria	7172,8	0,3	3,3	28
Granadero aconcagua	Coelorinchus aconcagua	5385,6	0,2	2,5	43
Blanquillo	Prolatilus jugularis	4476,0	0,2	2,1	34
Reineta	Brama australis	2400,8	0,1	1,1	22
Merluza del sur o austral	Merluccius australis	2370,0	0,1	1,1	11
Raya volantín	Zearaja chilensis	2093,1	0,1	1,0	23
Congrio dorado	Genypterus blacodes	1158,0	<0,1	0,5	13
Tiburón negro	Centroscymnus crepidater	1000,2	<0,1	0,5	9
Camaron nailon	Heterocarpus reedi	980,3	<0,1	0,5	18
Jurel	Trachurus murphyi	977,0	<0,1	0,5	10
Zapateador	Pterigosquilla armata	817,8	<0,1	0,4	34
Congrio negro	Genypterus maculatus	804,0	<0,1	0,4	13
Tollo de cachos	Squalus acanthias	720,9	<0,1	0,3	9
Todarodes	Todarodes filippovae	670,5	<0,1	0,3	23
Pintaroja	Schroederichthys chilensis	411,0	<0,1	0,2	8
Sierra	Thyrsites atun	231,0	<0,1	0,1	3
Jaiba limón	Cancer porteri	121,6	<0,1	0,1	11
Pejegallo	Callorhynchus callorhynchus	100,0	<0,1	<0,1	1
Congrio colorado	Genypterus chilensis	78,6	<0,1	<0,1	4
Granadero chileno	Coelorinchus chilensis	70,9	<0,1	<0,1	4
Raya pequén	Psammobatis scobina	43,8	<0,1	<0,1	9
Gamba	Haliporoides diomedeae	33,0	<0,1	<0,1	1
Pez negro	Centrolophus niger	13,2	<0,1	<0,1	1
Gata café	Apristurus brunneus	2,2	<0,1	<0,1	1
Tollo negro raspa	Centroscyllium granulatum	1,7	<0,1	<0,1	2
Raya de lunares	Bathyraja albomaculata	0,6	<0,1	<0,1	1
Actinia	Anthozoa	0,6	<0,1	<0,1	3
Pulpo común	Octopus mimus	0,6	<0,1	<0,1	1
•	•		<0,1		
Anguila babosa Estrella de mar	Eptatretus polytrema Asteroidea	0,2		<0,1	1 2
		0,2	<0,1	<0,1	3
Caracol de mar	Gastropoda	0,1	<0,1	<0,1	1
Esponja papa	Demospongiae	0,1	< 0,1	< 0,1	1

a) <u>Importancia relativa de la fauna acompañante</u>

En la región sur se utilizaron las redes Engel, Halcones y Tornado. De estas redes la más utilizada fue la red Engel con 114 lances comerciales efectuados (79,7%). En cada una de las redes de arrastre se observó el dominio de la especie objetivo (merluza común) en la captura total, con contribuciones muy altas y similares entre las redes Engel (92,0%) y Tornado (99,9%), a diferencia de la red Halcones donde la contribución de la especie objetivo fue levemente menor (87,4%).

Al analizar el comportamiento de las diferentes redes de pesca de arrastre utilizadas en los lances comerciales de la región sur (Tabla 53), se observa que la red Engel obtuvo la mayor contribución en peso (kg) con un total de 1.988.393 kilos para 42taxas. De éstos, el 18,4% correspondió a langostino amarillo (*C. johni*), seguido por besugo (*E. crassicaudus*, 8,4%), cabinza (*I. conceptionis*, 8,0%), jaiba mora (*H. plana*, 7,7%), jibia (*D. gigas*, 7,3%), langostino colorado (*P. monodon*, 7,2%), chancharro (*H. lengerichi*, 6,8%), lenguado ojos grandes (*H. macrops*, 6,6%), jaiba paco (*P. gaudichaudii*, 6,5%), pampanito (*S. sellatus*, 4,5%), jaiba araña (*L. granaria*, 4,5%), granadero aconcagua (*C. aconcagua*, 3,3%), blanquillo (*P. jugularis*, 2,8%), merluza de cola (*M. magellanicus*, 17%), reineta (*B. australis*, 1,4%) y raya volantín (*Z. chilensis*, 1,3%). El resto de los taxa contribuyó con menos del 1% de la importancia relativa de la fauna acompañante (IRFA).

Por su parte, la red Halcones capturó 21 taxas (excluyendo la especie objetivo), verificando a la especie merluza de cola con la mayor contribución (66,8%IRFA), seguido por jibia (19,7%), merluza del sur (*M. australis*, 4,0%), besugo (3,9%), congrio dorado (*G. blacodes*, 1,6%), tiburón negro (*C. crepidater*, 1,4%) y tollo de cachos (*S. acanthias*, 1,2%). El resto de las taxa contribuyó con menos del 1% de la importancia relativa de la fauna acompañante (IRFA).

En esta región, las pescas comerciales de merluza común también utilizaron la red Tornado, la que capturó sólo 8 taxa (excluyendo la especie objetivo), con gran importancia asociada al camarón nailon (*H. reedi*, 94% IRFA), seguido muy secundariamente por jibia (3,5%) y congrio negro (*G. maculatus*, 1,3%).

Tabla 53. Fauna acompañante en los lances comerciales realizados en la VIII Región (zona sur), para cada una de las redes de pesca utilizadas. CT= Captura total, IRCT= Importancia relativa de la captura total, IRFA= Importancia relativa de la fauna acompañante. LP= Lances positivos.

			Eng	el			Halco	nes			Torna	ıdo	
Nombre común	Nombre científico	Captura	IRCT	IRFA	LP	Captura	IRCT	IRFA	LP	Captura	IRCT	IRFA	LP
	Nombre cientifico	total (KG)	(%)	(%)	(%)	total (KG)	(%)	(%)	(%)	total (KG)	(%)	(%)	(%)
Merluza común	Merluccius gayi gayi	1828554,1	92,0		100	377193,6	87,4		100	234791,4	99,9		100
Merluza de cola	Macruronus magellanicus	2749,8	0,1	1,7	3	36376,8	8,4	66,8	58				
Langostino amarillo	Cervimunida johni	29461,8	1,5	18,4	58	0,12	<0,1	<0,1	4	0,7	<0,1	0,3	25
Jibia	Dosidicus gigas	11738,6	0,6	7,3	44	10747,6	2,5	19,7	92	9,0	<0,1	3,5	8
Besugo	Epigonus crassicaudus	13411,7	0,7	8,4	17	2102,5	0,5	3,9	33	1,4	< 0,1	0,6	25
Cabinza	Isacia conceptionis	12800,0	0,6	8,0	27								
Jaiba mora	Homalaspis plana	12376,0	0,6	7,7	69								
Langostino colorado	Pleuroncodes monodon	11480,0	0,6	7,2	30					0,1	<0,1	< 0,1	8
Chancharro	Helicolenus lengerichi	10940,7	0,6	6,8	48	88,7	< 0,1	0,2	13				
Lenguado ojos grandes	Hippoglossina macrops	10581,5	0,5	6,6	94	10,1	< 0,1	<0,1	8				
Jaiba paco	Platymera gaudichaudii	10330,6	0,5	6,5	88								
Pampanito	Stromateus stellatus	7228,0	0,4	4,5	27								
Jaiba araña	Libidoclea granaria	7172,7	0,4	4,5	35								
Granadero aconcagua	Coelorinchus aconcagua	5285,8	0,3	3,3	49	99,4	< 0,1	0,2	25	0,3	<0,1	< 0,1	8
Blanquillo	Prolatilus jugularis	4476,0	0,2	2,8	44								
Reineta	Brama australis	2182,8	0,1	1,4	21	218,0	0,1	0,4	38				
Merluza del sur o austral	Merluccius australis	180,0	< 0,1	0,1	3	219,0	0,5	4,0	54				
Raya volantín	Zearaja chilensis	2009,9	0,1	1,3	27	83,2	< 0,1	0,2	13				
Congrio dorado	Genypterus blacodes	294,0	< 0,1	0,2	5	864,0	0,2	1,6	63				
Tiburón negro	Centroscymnus crepidater	240,6	< 0,1	0,2	2	759,6	0,2	1,4	46				
Camaron nailon	Heterocarpus reedi	741,6	< 0,1	0,5	21					238,8	0,1	94,0	25
Jurel	Trachurus murphyi	977,0	< 0,1	0,6	13								
Zapateador	Pterigosquilla armata	816,1	< 0,1	0,5	41	1,4	< 0,1	< 0,1	4	0,3	< 0,1	0,1	17
Congrio negro	Genypterus maculatus	801,6	< 0,1	0,5	15					3,3	< 0,1	1,3	17
Tollo de cachos	Squalus acanthias	60,9	< 0,1	<0,1	3	660,0	0,2	1,2	42				
Todarodes	Todarodes filippovae	510,5	< 0,1	0,3	22	160,0	< 0,1	0,3	42				
Pintaroja	Schroederichthys chilensis	411,0	< 0,1	0,3	10								
Sierra	Thyrsites atun	231,0	< 0,1	0,1	4								
Jaiba limón	Cancer porteri	121,6	< 0,1	0,1	15								
Pejegallo	Callorhynchus callorhynchus	100,0	< 0,1	0,1	1								
Congrio colorado	Genypterus chilensis	45,1	< 0,1	< 0,1	3	33,5	< 0,1	0,1	8				
Granadero chileno	Coelorinchus chilensis					70,8	< 0,1	0,1	25				
Raya pequén	Psammobatis scobina	43,5	< 0,1	< 0,1	11	0,2	< 0,1	< 0,1	4				
Gamba	Haliporoides diomedeae	33,0	< 0,1	< 0,1	1								
Pez negro	Centrolophus niger					13,2	< 0,1	< 0,1	8				
Gata café	Apristurus brunneus	1,1	< 0,1	< 0,1	1	1,1	< 0,1	< 0,1	4				
Tollo negro raspa	Centroscyllium granulatum	1,7	< 0,1	< 0,1	2								
Raya de lunares	Bathyraja albomaculata	0,6	< 0,1	< 0,1	2								
Actinia	Anthozoa	0,4	< 0,1	< 0,1	2	0,2	< 0,1	< 0,1	4				
Pulpo común	Octopus mimus	0,5	< 0,1	< 0,1	2								
Anguila babosa	Eptatretus polytrema	0,2	< 0,1	<0,1	1								
Estrella de mar	Asteroidea	0,2	< 0,1	<0,1	3								
Caracol de mar	Gastropoda	0,1	< 0,1	<0,1	2								
Esponja papa	Demospongiae	0,1	< 0,1	< 0,1	2								

b) Índice de Importancia de los grupos taxonómicos

Por su parte, para la zona sur (lances comerciales), la Tabla 54 presenta el índice de importancia de los grupos taxonómicos (IRGT) entre las redes utilizadas en los lances de pesca comercial de esta región. La fauna acompañante de la red Halcones para la Clase Osteichthyes estuvo representada por merluza de cola (*M. magellanicus*, 86,5%), la Clase Crustacea destacó el zapateador (*P. armata*) con un 92,1% de IRGT, además del langostino amarillo (*C. johni*, 7,9%), y en la Clase Condrichthyes, el tiburón negro (*C. crepidater*, 50,5% IRGT) y el tollo de cachos (*S. acanthias*, 43,9%) fueron las contribuciones más altas. Por último, la Clase Cephalopoda evidenció al recurso jibia (*D. gigas*) con un 98,5% de IRGT.

Para la red Engel destacan la cabinza (*I. conceptionis*, 17,7%), besugo (*E. crassicaudus*, 16,8%), chancharro (*H. lengerichi*, 15,2%), lenguado ojos grandes (*H. macrops*, 14,7%) y el pampanito (*S. stellatus*, 10,0%) en la Clase Osteichthyes, en tanto que los crustáceos estuvieron representados por langostino amarillo (*C. johni*40,6%), seguido por jaiba mora (*H. plana*, 17,1%), langostino colorado (*P. monodon*, 15,8%) y jaiba paco (*P. gaudichaudii*, 14,2%). La Clase Condrichthyes evidenció a la raya volantín (*Z. chilensis*) con el mayor valor de IRGT (70,0%), seguido por pintaroja (*S. chilensis*, 14,3%). La jibia (Clase Cephalopoda) obtuvo un 95,8% de IRGT. Por último, la red Tornado evidenció para la Clase Osteichthyes al congrio negro (*G. maculatus*) con el mayor valor de IRGT (66,1%), seguido por besugo (27,9%). La clase Crustacea estuvo representada por camarón nailon (*H. reedi*, 99,5%). El resto de las especies en las diferentes clases y redes no superaron el 10% de IRGT.

Tabla 54. Fauna acompañante en los lances comerciales realizados en la VIII Región (zona sur), para cada una de las redes de pesca utilizadas. IRGT= Importancia relativa de los grupos taxonómicos respecto a la captura total.

			Eng	el	Halco	nes	Torna	ıdo
Clase	Nombre común	Nombre científico	Captura	IRGT	Captura	IRGT	Captura	IRGT
Clase			total (KG)	(%)	total (KG)	(%)	total (KG)	(%)
	Merluza de cola	Macruronus magellanicus	2749,8	3,8	36376,8	86,5		
	Besugo	Epigonus crassicaudus	13411,7	16,8	2102,5	5,0	1,4	27,9
	Cabinza	Isacia conceptionis	12800,0	17,7				
	Chancharro	Helicolenus lengerichi	10940,8	15,2	88,7	0,2		
	Lenguado ojos grandes	Hippoglossina macrops	10581,5	14,7	10,2	< 0,1		
	Pampanito	Stromateus stellatus	7228,0	10,0		< 0,1		
	Granadero aconcagua	Coelorinchus aconcagua	5285,9	7,3	99,4	0,2	0,3	
	Blanquillo	Prolatilus jugularis	4476,0	6,2				
Osteichthyes	Reineta	Brama australis	2182,8	3,0	218,0	0,5		
Osteichuryes	Merluza del sur o austral	Merluccius australis	180,0	0,2	2190,0	5,2		
	Congrio dorado	Genypterus blacodes	294,0	0,4	864,0	2,1		
	Jurel	Trachurus murphyi	977,0	1,4				
	Congrio negro	Genypterus maculatus	801,6	1,1			3,3	66,1
	Sierra	Thyrsites atun	231,6	0,3				
	Congrio colorado	Genypterus chilensis	45,1	0,1	33,5	0,1		
	Granadero chileno	Coelorinchus chilensis			70,9	0,2		
	Pez negro	Centrolophus niger			13,2	< 0,1		
	Anguila babosa	Eptatretus polytrema	0,2	< 0,1				
	Langostino amarillo	Cervimunida johni	29461,9	40,6	0,1	7,9	0,7	0,3
	Jaiba mora	Homalaspis plana	12376,0	17,1				
	Langostino colorado	Pleuroncodes monodon	11480,0	15,8			0,1	0,1
	Jaiba paco	Platymera gaudichaudii	10330,6	14,2				
Crustacea	Jaiba araña	Libidoclea granaria	7172,8	9,9				
	Camaron nailon	Heterocarpus reedi	741,4	1,0			238,9	99,5
	Zapateador	Pterigosquilla armata	816,1	1,1	1,4	92,1	0,3	0,1
	Jaiba limón	Cancer porteri	121,6	0,2				
	Gamba	Haliporoides diomedeae	33,0	< 0,1				
	Raya volantín	Zearaja chilensis	2009,9	70,0	83,2	5,5		
	Tiburón negro	Centroscymnus crepidater	240,6	8,4	759,6	50,5		
	Tollo de cachos	Squalus acanthias	60,9	2,1	660,0	43,9		
	Pintaroja	Schroederichthys chilensis	411,0	14,3				
Condichthyes	Pejegallo	Callorhynchus callorhynchus	100.0	3,5				
,	Raya pequén	Psammobatis scobina	43,5	1,5	0,3	< 0,1		
	Gata café	Apristurus brunneus	1,1	< 0,1	1,1	0,1		
	Tollo negro raspa	Centroscyllium granulatum	1,7	0.1				
	Raya de lunares	Bathyraja albomaculata	0,6	<0,1				
	Jibia	Dosidicus gigas	11738,6	95,8	10747,6	98,5	9,0	100
Cephalopoda	Todarodes	Todarodes filippovae	510,5	4,2	160,0	1,5		
	Pulpo común	Octopus mimus	0,5	<0,1	,	ĺ		
	Actinia	Anthozoa	0,4	51,3	0,2	100		
_	Estrella de mar	Asteroidea	0,2	31,5	- ,			
Otras	Caracol de mar	Gastropoda	0,1	7,4				
	Esponja papa	Demospongiae	0,1	9,7		l	ı	l

Atributos comunitarios

Los índices comunitarios para la fauna acompañante identificada en los lances de pesca comerciales realizados en la zona sur se presentan en la Tabla 55. Todos los índices ensayados evidenciaron diferencias significativas (p<0,05) entre los cuatro tipos de redes utilizadas en esta región, a saber: Engel, Engel modificada con rejilla para jibia (RJ), Halcones, y Tornado. La diversidad de Shannon-Wiener fue más alta en la red Engel (tanto la red normal como la modificada), con valores de 2.91±0.542 (Engel) y 2.76±0.321 (Engel modificada), y una diversidad muy baja en la red Tornado (0.63±0.351), en tanto que el mayor valor de Dominancia se reportó para la red Tornado (0.754±0.149) la cual también exhibió los menores valores de Uniformidad (J= 0.523±0.173).

Tabla 55. Atributos comunitarios (promedio ± d.e.) para los taxa componentes de la fauna acompañante de la captura de merluza común en lance comerciales. Comparación entre redes de arrastre en la zona sur.

		Engel	Halcones	Engel(RJ)	Tornado
Н	p=9.696E-16	2.91±0.542	2.18±0.56	2.76±0.321	0.63±0.351
J	P=2.96E-14	0.906±0.059	0.901±0.065	0.826±0.047	0.523±0.173
D	P=1.00E-35	0.175±0.106	0.180±0.109	0.211±0.046	0.754±0.149

Análisis de clasificación y ordenación

Para los lances comerciales en la VIII Región (zona sur) las bitácoras indicaron el uso de 5 redes distintas, a saber: Engel (R1), Engel modificada con rejilla para jibia (R1(RJ)), Halcones (R2), Halcones modificada con rejilla para jibia (R2(RJ)), y Tornado (R3).

Para este caso, la identificación de los grupos conformado por la fauna acompañante retenida en las redes utilizadas fue más claro que para la región norte (pescas comerciales), evidenciado la conformación de grupos distintos a niveles de similaridad entre 40-60%, especialmente en las redes Engel (R1), que conforma el mayor grupo, Tornado (R3) y Halcones (R2) que conforma una asociación muy pequeña, pero bien diferenciada del resto de las asociaciones (Figura 55). El Análisis SIMPER verificó la asociación de al menos 4 grupos

conformados por una disimilitud promedio entre ~40-75%, donde las mayores disimilitudes (>70%) correspondieron a las asociaciones entre R1-R2=73,5%, R1-R2(RJ)=76,5%, R1-R3=72,6%. Un análisis de similaridad (ANOSIM, Clarke 1993) realizado para detectar diferencias significativas en la composición de los dos grupos conformados verificó diferencias significativas (p<0,05) para los lances comerciales realizados con las diferentes redes en la VIII Región, donde el estadístico R reveló un valor mayor a cero, verificando que los grupos difieren en su composición (R=0,67; p<0,05). Por su parte, el análisis de ordenación MDS (escalamiento multidimensional) permitió identificar asociaciones de especies distintas respecto de las redes utilizadas en la VIII Región (Figura 56), no obstante el nivel de stress= 0,18 establece una ordenación menos confiable en la representación gráfica de dos dimensiones.

Respecto de los estratos de profundidad, tanto el análisis de conglomerados como el de ordenación (MDS) (Figuras 57 y 58), verificaron la ausencia de asociaciones respecto de la fauna acompañante asociada a los estratos de profundidad establecidos para esta región, lo que se verifica a través del análisis de similaridad (ANOSIM) con un valor $R \cong 0$ (R = 0.036, p > 0.05) confirmando la inexistencia de diferencias significativas entre la fauna acompañante asociadas a los distintos estratos de profundidad.

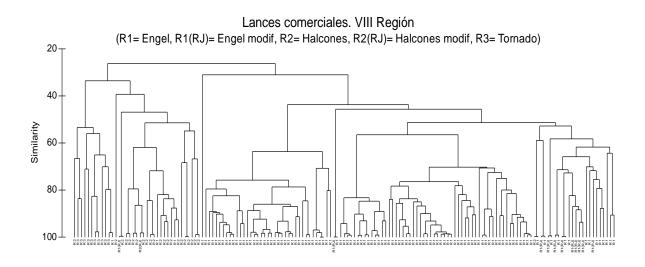


Figura 55. Dendrograma de clasificación numérica en el campo de las muestras (redes), para la red Engel (R1), Engel modificada con rejilla para jibia (R1(RJ)), Halcones (R2), Halcones modificada con rejilla para jibia (R4(RJ)), y Tornado (R3), utilizadas en los lances de captura comerciales realizados en la VIII Región.

Figura 56. Análisis NMDS en el campo de las muestras (redes), para la red Engel (R1), Engel modificada con rejilla para jibia (R1(RJ)), Halcones (R2), Halcones modificada con rejilla para jibia (R4(RJ)), y Tornado (R3), utilizadas en los lances de captura comerciales realizados en la VIII Región.

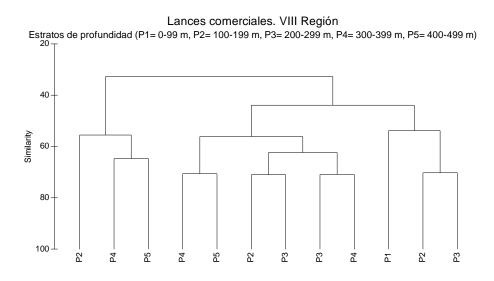


Figura 57. Dendrograma de clasificación numérica en el campo de las muestras (profundidades), para los estratos P1 (0-99 m), P2 (100-199 m), P3 (200-299 m), P4 (300-399 m) y P5 (400-499 m) asociados a los lances de captura comerciales realizados en la VIII Región.

Lances comerciales. VIII Región

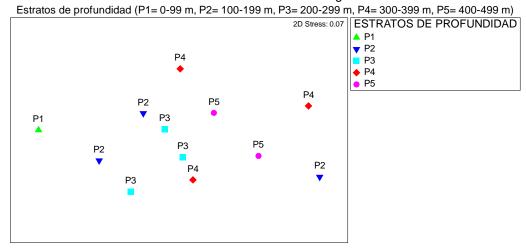


Figura 58. Análisis NMDS en el campo de las muestras (profundidades), para los estratos P1 (0-99 m), P2 (100-199 m), P3 (200-299 m), P4 (300-399 m) y P5 (400-499 m) asociados a los lances de captura comerciales realizados en la VIII Región.

5.4.3. Captura incidental

La información recolectada en este estudio, en relación con la fauna asociada a la captura incidental de especies protegidas de mamíferos marinos, tortugas marinas y aves marinas, ha sido extraordinariamente escasa, tanto para las observaciones vinculadas a las pescas desde lances experimentales como a los lances de pesca comerciales. Las especies de la captura incidental registradas en este estudio, por lo general queda atrapada en el arte de pesca una vez que ésta es virada, debido a la interacción del comportamiento de alimentación de los especímenes y la maniobra de pesca propiamente tal.

En los lances experimentales, la información sobre captura incidental correspondió únicamente a dos especies, a saber: la gaviota común (*Larus dominicanus*) con la observación de un ejemplar muerto, y tres ejemplares de lobo marino común (*Otaria flavescens*) observados en tres lances de pesca experimentales en la V Región, de los cuales dos estaban vivos y uno muerto (Tabla 56). No se obtuvo registros de fauna incidental en lances de pesca experimentales realizados en la VIII Región (zona sur).

Tabla 56. Captura incidental (vivos y muertos) registrada en lances experimentales.

Zona	Lances	Especies	Ejemplares	Vivos %	Muertos %
Norte	21	2	2	50	50
Sur	9				

Por su parte, para los lances comerciales sólo se obtuvo observaciones desde 15 lances de pesca, lo que constituye el 13,6% del total de lances (110 lances). Se registró la presencia de 3 especies componentes de la captura incidental, a saber: 24 ejemplares de lobo marino común (*O. flavescens*), 9 ejemplares de albatros de ceja negra (*T. melanophrys*) y 1 ejemplar de pelícano (*Pelecanus thagus*). De todos los ejemplares registrados, se reportó solo la sobrevivencia de 5 ejemplares de lobo marino común (Tabla 57). Cabe destacar que todos los ejemplares de lobo marino común y el ejemplar de pelícano provienen de lances realizados en la V Región (zona norte).

Tabla 57. Captura incidental (vivos y muertos) registrada en lances comerciales.

Zona	Lances	Especies	Ejemplares	Vivos %	Muertos %
Norte	69	2	15	33,3	66,7
Sur	41	1	2		100

La aproximación visual de los observadores a bordo durante la realización de 3 lances de pesca comercial, verificó la presencia de aproximadamente entre 20 y 40 ejemplares de lobo marino alrededor de la maniobra de pesca, no obstante se reportó la presencia de ellos (fauna incidental) en una baja proporción de los lances. Es probable que el menor número de lobos marinos presentes en los registros de lances de pesca experimental comparado con los lances comerciales, se deba al uso de redes de pesca experimental con rejilla para el escape de lobos marinos, la que se ensayó sólo en los lances experimentales.

5.5. Objetivo específico 4. Evaluar el desempeño de los dispositivos de escape actualmente en uso, proponiendo las mejoras y ajustes pertinentes

5.5.1. Comportamiento de escape y posibles daños en merluza común

Comportamiento de escape

Para el estudio de comportamiento de escape, tanto de la especie objetivo como de fauna acompañante y captura incidental, se realizaron filmaciones submarinas en las redes de arrastre consideradas en el presente estudio. A partir de cerca de 900 minutos de filmaciones, se agrupó el material registrado en 13 grupos, conforme a la embarcación, ubicación del sistema de filmación, uso de sistema de selección y tipo de mallas. Algunas filmaciones también fueron consideradas para estudiar el desempeño de los sistemas de selección, lo cual es útil para verificar la correcta ubicación y despliegue de estos sistemas para facilitar el escape ya sea de peces, jibia o lobo marino. La tabla 58 muestra un resumen del agrupamiento de material de filmación recopilado, y que fue analizado durante el estudio.

Tabla 58. Resumen de la agrupación de videos submarinos realizados en las redes de arrastre y dispositivos de escape durante el estudio. Se indica las especies principales identificadas, la evidencia de escape y la duración total del material útil disponible.

Nave	Grupo	Ubicación	Área de	Especies	Tipo de	Escape	Tiempo
		en la red	visión	identificadas	Malla	observado	(min)
Bonn	G1	Externa	Panel de escape	Merluza de cola y merluza común	Cuadrada	Si	51
Bonn	G2	Interna y Externa	Rejilla rígida	Merluza común y jibia	Romboidal	Si	59
Polaris II	G3	Interna	Rejilla rígida	Merluza común	Romboidal	No	87
Bonn	G4	Interna	Superior	Merluza común	Romboidal	No	60
Bonn	G5	Interna	Perímetro interior	Merluza común, jibia, merluza austral	Romboidal	No	73
Bonn	G6	Interna	Rejilla rígida	Merluza común	Romboidal	No	30
Mª Emperatriz	G7	Interna	Perímetro interior	Merluza común, lenguado, crustáceos	Romboidal	Si	88
Mª Emperatriz	G8	Interna	Rejilla rígida	Merluza común, crustáceos, lobos	Romboidal	Si	92

Mª Emperatriz	G9	Externa	Exterior de la red	Merluza común	Cuadrada	No	84
Skorpion	ion G10 Interna Rejilla rígida Merluza común, crustáceos, lenguado		Romboidal	No	88		
Skorpion	G11	Interna	Inferior	Merluza común, crustáceos, lenguado	Romboidal	No	95
Skorpion	G12	Externa	Exterior del copo	Merluza común	Romboidal	Si	41
Skorpion	G13	Interna	Perímetro interior	Merluza común	Romboidal	No	49

En primer lugar, se llevó a cabo una revisión de los videos que tuvieron presencia de Merluza común (*M. gayi*) y/o su fauna acompañante (p. ej. lobo, jibia y langostino). Una vez identificado los videos útiles para el presente estudio, los videos fueron agrupados de acuerdo con la similaridad con relación a las características del video y/o de la red. Las características de cada grupo son:

- El grupo 1 (G1) corresponde a la filmación de solamente un lance realizado a bordo de la nave Bonn, cuya principal especie capturada fue merluza de cola. La cámara fue fijada externamente a la red, para observar el funcionamiento del panel de escape de malla cuadrada. En total, el video es de 51 minutos de duración, donde fue registrado la ocurrencia de escape de individuos. En este video se aprecia el correcto desempeño del dispositivo, en términos de posición y tensión de los hilos de dicha sección, lo que permite asegurar que las mallas se mantengan abiertas y con un flujo de agua homogéneo (Fig. 59).
- El grupo 2 (G2) corresponden a filmaciones internas y externas realizadas a bordo de la nave Bonn, donde la cámara fue fijada en la rejilla rígida para la exclusión de jibia. El principal uso de las filmaciones es observar la eficiencia del dispositivo de exclusión de fauna acompañante en esta pesquería. El tiempo total de los videos útiles es de 59 minutos, tiempo en el cual se aprecia el escape de jibia, aunque también se observa un efecto de saturación del sistema de selección debido a la cantidad de jibia y problemas menores en el diseño de la vía de escape (Fig. 59).
- El grupo 3 (G3) corresponde a videos de tres lances distintos realizados en la nave Polaris II. Todos los videos fueron registros internos realizados en la sección del ante-copo de mallas romboidales, mirando hacia la rejilla rígida. La principal especie registrada fue merluza común, donde no fue observado escape de individuos por entre las mallas de la red. Las filmaciones de este grupo son útiles para comprender el comportamiento de los individuos frente a sistemas de exclusión (Fig. 59).
- El grupo 4 (Grupo 4) es resultante de solamente un video realizado a bordo de la nave Bonn, donde la cámara fue instalada internamente entre el copo y cubrecopo con el propósito de verificar el correcto desempeño del cubrecopo para la recolección de peces que escapaban a través de las mallas. En total se registraron 60 minutos de video efectivo (Fig. 59).
- El grupo 5 (G5) presenta tres lances hechos por la nave Bonn, todos con la cámara fijada internamente en la red en secciones de antecopo y copo, ambas con mallas del tipo romboidal. En dos de los tres lances la cámara se orientó hacia la parte inferior de la red, y una a toda la sección de la red. Se totalizaron 73 minutos de video útil, que permitieron observar cualitativamente el comportamiento de natación, así como el escape (Fig. 60).

- El grupo 6 (G6) es resultante de un único lance realizado en la nave Bonn, donde la cámara fue fijada internamente en el antecopo, de malla romboidal, orientándose hacia la rejilla rígida. Del total de 30 minutos de video, no se observaron eventos de escape (Fig. 60).
- El grupo 7 (G7) es caracterizado por videos provenientes de la nave María Emperatriz III. La cámara fue fijada internamente a la red, en la sección anterior del copo. En los dos lances, las mallas fueron del tipo romboidal. En total se registraron 88 minutos de video efectivo, dos cuales fue verificado la presencia de merluza común, crustáceos y lenguado. Los videos del grupo 7 son utilizados para estudio de comportamiento, eventos de escape de la especie objetivo y de la fauna acompañante (Fig. 60).
- Los videos del grupo 8 (G8) también son todos provenientes de la nave María Emperatriz III. Las características del grupo son muy similares a del grupo anterior (G7). Sin embargo, en este caso el área de visión de las filmaciones fue la rejilla rígida. En total se registraron 92 minutos de filmación útil, que son usadas para estudiar el comportamiento de merluza común frente a dispositivos de exclusión de fauna acompañante, eventos de escape y eficiencia del sistema de exclusión para lobos marinos (Fig. 60).
- El grupo 9 (G9) posee videos exclusivamente hechos a bordo de la nave María Emperatriz III. Las filmaciones fueron realizadas por el exterior de la red, donde en las secciones donde la cámara fue ubicada correspondió a malla cuadrada. Del total de 84 minutos de video efectivo, se aprecia un incorrecto desempeño del panel de escape de malla cuadrada, probablemente asociado a un mal cálculo de la deformación del copo, lo cual se evidencia en un exceso de material en el perímetro, limitando el correcto despliegue de dicha sección (Fig. 61).
- El grupo 10 (G10) está compuesto por dos lances hechos a bordo de la nave Skorpion. Las filmaciones fueron al interior de la red, en un área de visión caracterizada por la presencia de rejilla rígida. Las mallas fueron del tipo romboidal, donde las especies presentes fueron merluza común, lenguado y crustáceos. Estos videos son utilizados para estudiar el comportamiento de la especie objetivo frente a dispositivos de exclusión, presencia o no de escapes, y comportamiento de fauna acompañante (Fig. 61).
- El grupo 11 (G11) presentó características similares al grupo anterior (G10). El área de visión fue la parte inferior de la red, por lo cual los 95 minutos de videos son útiles para comprender el escape y retención de langostino (Fig. 61).
- El grupo 12 (G12) está compuesto solamente por un lance de la nave Skorpion. El video fue realizado por el exterior de la red, sobre las mallas del tipo romboidal que conforman el copo. Se verificó la presencia de escapes de merluza común. De esta manera, el video de 41 minutos

- es considerado para caracterizar el grado de daño físico sufrido por los peces en su proceso de escape (Fig. 62).
- El grupo 13 (G13) es resultante de un único lance realizado en Skorpion. El video fue hecho internamente, en sección del inicio del copo. Se observó presencia de merluza común nadando en todo el perímetro interno de la red. Así, el video contribuye al estudio de comportamiento de la merluza común dentro de redes de arrastre, para lo cual se dispone de 49 minutos útiles (Fig. 62).

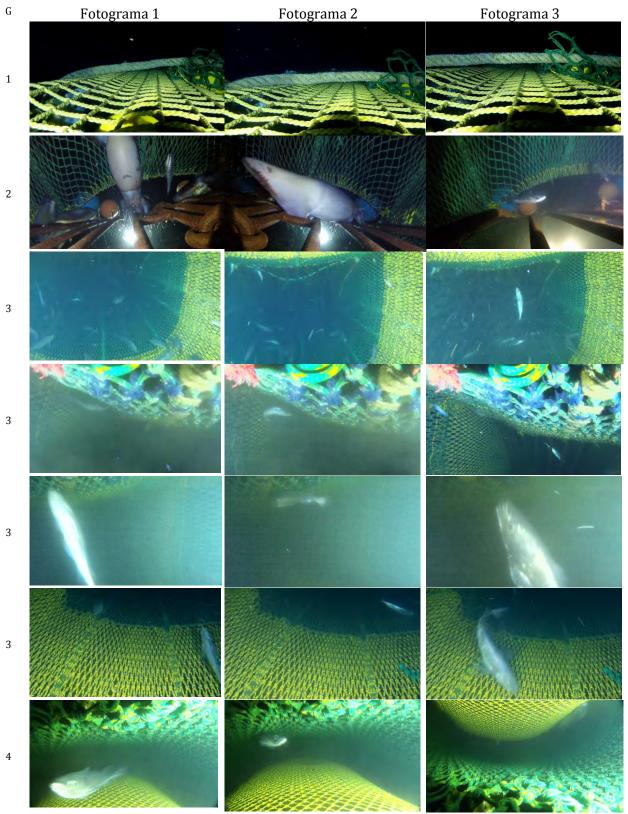


Figura 59. Fotogramas de filmaciones submarinas realizadas a bordo de las naves Bonn y Polaris II, indicándose grupos de información 1 al 4.

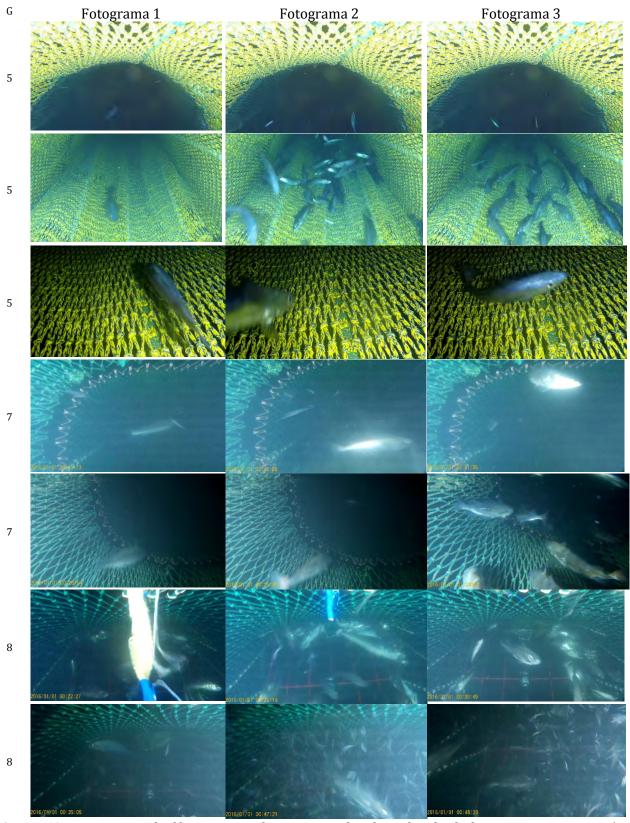


Figura 60. Fotogramas de filmaciones submarinas realizadas a bordo de las naves Bonn y María Emperatriz III, indicándose grupos de información 5 al 8.

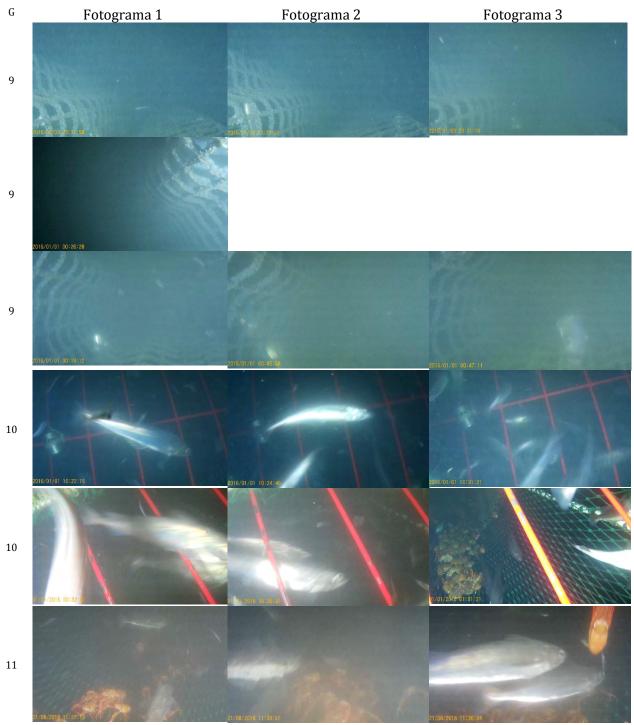


Figura 61. Fotogramas de filmaciones submarinas realizadas a bordo de las naves María Emperatriz III y Skorpion, indicándose grupos de información 9 y 11.

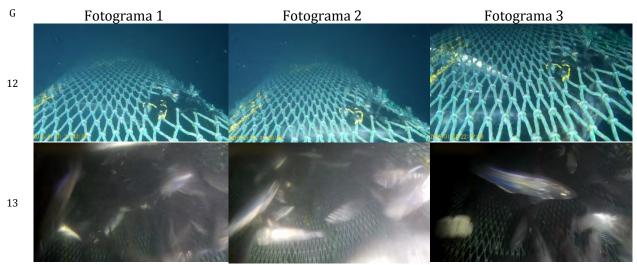


Figura 62. Fotogramas de filmaciones submarinas realizadas a bordo de la nave Skorpion, indicándose grupos de información 12 y 13.

Observaciones de daño superficial en merluza común

Se analizó el nivel de daño aparente en un total de 2.087 ejemplares de merluza común en experiencias con cubrecopo a bordo de tres naves (Bonn, María Emperatriz III y Skorpion), durante diez lances de pesca. Globalmente, se observó predominio de ejemplares con un nivel de daño 3, es decir, correspondiente con descamación y daño en el opérculo. En el caso de la nave Bonn, donde se monitoreó un mayor número de lances (ocho), aproximadamente el 50% de los ejemplares muestreados presentó ese nivel de daño, registrándose fracciones menores de niveles de daño 1, 2 y 5. De este modo, gran parte de los ejemplares mostraron signos de descamación con lesiones leves en cabeza y cuerpo, en tanto las lesiones más graves correspondieron a ejemplares con desprendimiento de globos oculares o pérdida de músculo (Fig. 63).

Conforme a la escala de daño definida en la metodología, por lance de pesca, el nivel de daño promedio en el copo fluctuó entre 2,6 y 3,5, mientras que en el cubrecopo el daño promedio fluctuó entre 2,4 y 3,7. En ocho de los diez lances donde se obtuvo muestras, se observó un daño promedio mayor en el cubrecopo respecto del copo. La situación contraria, es decir, mayor daño en ejemplares retenidos en el copo, sólo en un lance (M8L4) de la embarcación Bonn y en el único lance monitoreado en la nave María Emperatriz II (M7L9) (Fig. 64 y Tabla 59).

Tabla 59. Daño aparente en ejemplares de merluza común por nave y lance de pesca (Marea i; Lance j), tanto en el copo (COPO) y cubrecopo (CUBRE). Se indica valores promedio (Prom.), desviación estándar (D.E.) y coeficiente de variación (C.V.).

N	T		Copo			Cubrecopo	1
Nave	Lance	Prom.	D.E.	C.V.	Prom.	D.E.	C.V.
Bonn	M5L5	3,2	8,0	24%	3,7	0,6	17%
Bonn	M6L2	2,9	0,7	24%	3,7	8,0	21%
Bonn	M6L3	2,6	0,6	21%	3,6	0,7	18%
Bonn	M8L1	2,8	0,7	23%	3,6	8,0	21%
Bonn	M8L2	3,0	8,0	26%	3,3	0,7	21%
Bonn	M8L3	3,2	0,6	20%	3,5	8,0	21%
Bonn	M8L4	3,5	8,0	23%	3,4	0,6	18%
Bonn	M8L5	3,2	0,7	24%	3,7	0,7	19%
María Emperatriz III	M7L9	2,6	8,0	31%	2,4	0,9	38%
Skorpion	M9L5	3,3	0,6	19%	3,6	0,6	17%
Total		3,1	0,8	24%	3,4	0,8	24%

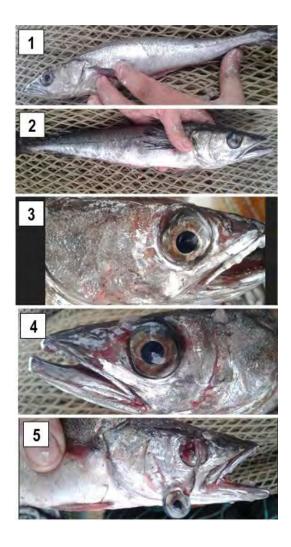


Figura 63. Ejemplares de merluza común capturados durante los lances con copo/cubrecopo con distintos niveles de daño aparente, en escala de 1 a 5.

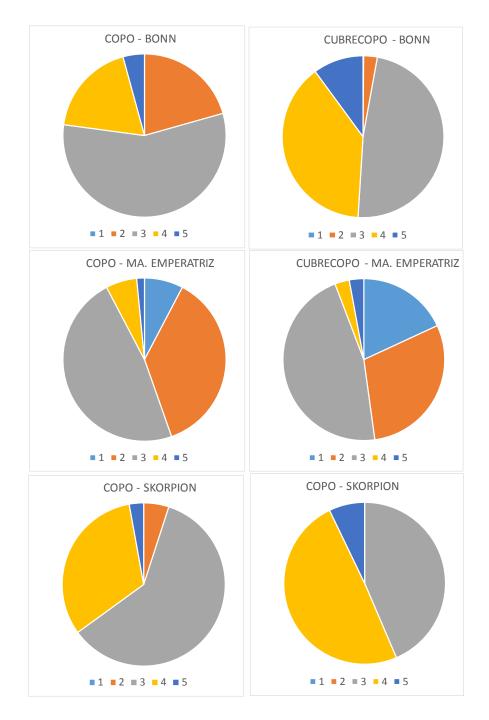


Figura 64. Proporciones de niveles de daño aparente observados en ejemplares de merluza común en el copo y cubrecopo de las embarcaciones.

Al comparar las medianas de daño entre copo y cubrecopo por embarcación, utilizando test de Wilcoxon, se determinó la inexistencia de diferencias significativas en el daño de los peces del copo y cubrecopo en la nave María Emperatriz III (p=0,31), en tanto se determinó la existencia de diferencias significativas en las naves Skorpion (W=7399,5; p \sim 0,05) y Bonn (W=210210; p \sim 0,05) (Fig. 65).

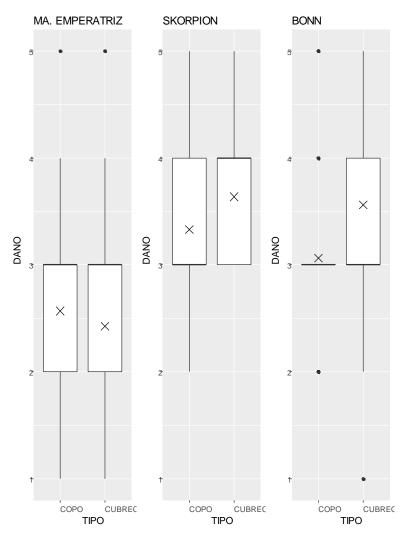


Figura 65. Boxplot para las medianas y su rango intercuartil del daño de ejemplares de merluza común por origen de la muestra (copo-cubrecopo) y embarcación. Se indica igualmente el daño promedio.

Al analizar los datos de daño por talla de merluza común registrados a bordo de la nave Bonn, en el rango entre 23 y 41 cm LT, se aprecia consistentemente un mayor porcentaje de ejemplares con daños mayores en el cubrecopo respecto del copo. Igualmente, ante el incremento en tamaño de los ejemplares de merluza común, se registró mayor proporción con niveles de daño menor (nivel 2) y, por lo tanto, con menor daño promedio en el copo respecto del cubrecopo (Fig. 66).



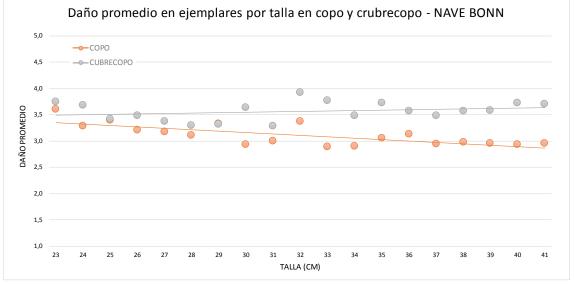


Figura 66. Proporción de ejemplares por marca de clase (23-41 cm LT) asignados a nivel de daño aparente en el copo (COP) y cubrecopo (CUB) en lances del PAM Bonn (gráfico superior) y daño promedio en el copo y cubrecopo por marca de clase (23-41 cm LT), con su respectivos ajustes lineales en lances del PAM BONN (gráfico inferior).

Exploratoriamente, con la finalidad de analizar el impacto de variables operaciones, tales como captura total y captura de langostinos (por su posible efecto abrasivo sobre la merluza común), además de evaluar un posible diferencial de daño entre copo y cubrecopo, se modeló el daño de cada ejemplar (Di), mediante un MRL múltiple, conforme a:

$$D = b_0 + b_1 TALLA_i + b_2 CAP_TOT_i + b_3 CAP_LAN_i + b_4 D_1 + b_5 D_2 + b_6 D_3$$

donde,

- TALLA_i: longitud total del ejemplar i-ésimo
- CAP_TOT_i: captura total en el copo o cubrecopo en el lance j-ésimo
- CAP_LAN_i: captura de langostino amarillo y colorado en el lance j-ésimo
- D₁: variable categórica, donde D1=1 si ejemplar es del copo y D₁=0 si el ejemplar es del cubrecopo.
- D_2 : variable categórica, donde D_2 =1 si el ejemplar fue capturado en la nave "María Emperatriz III" y D_2 =0 en otra nave
- D_3 : variable categórica, donde D_3 =1 si el ejemplar fue capturado en la nave "Skorpion" y D_3 =0 en otra nave.

Los resultados indicaron la no significancia (valor-p >0,05) de los coeficientes asociados a TALLA y a la nave Skorpion, lo cual indica la independencia de la variable respuesta respecto del tamaño de los ejemplares y la inexistencia de diferencias significativas en el daño observado en ejemplares capturados entre la nave Skorpion y Bonn (categoría base). Los coeficientes asociados a las restantes variables resultaron significativos.

Conforme a ello, se ajustó un segundo modelo lineal, esta vez sin considerar las variables cuyos coeficientes resultaron no significativos, esto es, sin incluir la variable TALLA y agrupando las observaciones registradas en las naves Bonn y Skorpion. El segundo modelo quedó expresado conforme a:

$$D = b_0 + b_1 CAP_TOT_1 + b_2 CAP_LAN_1 + b_3 D_1 + b_4 D_2$$

donde,

- CAP_TOT_i: captura total en el copo o cubrecopo en el lance j-ésimo
- CAP_LAN_j: captura de langostino amarillo y colorado en el lance j-ésimo
- D_1 variable categórica, donde D_1 =1 si ejemplar es del copo y D_1 =0 si el ejemplar es del cubrecopo.

- D_2 variable categórica, donde D_2 =1 si el ejemplar fue capturado en la nave "María Emperatriz III" y D_2 =0 en otra nave.

El ajuste del segundo modelo exploratorio fue bajo (R²=19%), no obstante la fuerte significancia de las dócimas individuales (valor-p<0,001) (Tabla 60). Conforme a ello, resultan significativos los coeficientes asociados a CAP_TOT, CAP_LAN, D₁ y D₂, indicando diferencia significativa en el nivel de daño promedio asociada a cambios en las capturas totales y de langostinos, entre ejemplares presentes en copo y cubrecopo y entre la nave María Emperatriz III y el conjunto formado por las naves Bonn y Skorpion. Así, el modelo estimó una diferencia promedio adicional de 0,158 unidades de daño para un ejemplar retenido en el cubrecopo, respecto de uno retenido en el copo.

Tabla 60. Coeficientes, error estándar de los coeficientes y valor-p de la dócima individual para MRL.

	Coeficientes	Error Estándar	Valor-p
b_0	3,6015	0,0242	<0,001
b_1	-0,00002	0,0000	<0,001
b_2	-0,0001	0,0000	<0,001
b_3	-0,1580	0,0453	<0,001
b_4	-1,0770	0,0568	<0,001

Alternativamente, se ajustó un modelo multinomial sólo para los datos de la nave BONN, considerando como variable endógena a la variable categórica Daño (D_i, donde i=2,...,5). Se consideraron como variables explicativas a TALLA, CAP_TOT, CAP_LAN y la variable dicotómica D, tomando en cuenta al nivel de Daño=2 como categoría base o control:

- TALLA_i: longitud total del ejemplar i-ésimo
- CAP_TOT_i: captura total en el copo o cubrecopo en el lance j-ésimo
- CAP_LAN_i: captura de langostino amarillo y colorado en el lance j-ésimo
- D variable categórica, donde D=1 si ejemplar es del copo y D=0 si el ejemplar es del cubrecopo.

Los resultados indicaron la significancia de la mayoría de los coeficientes del modelo (test de Wald), con excepción del coeficiente asociado a TALLA en el modelo logit correspondiente al modelo asociado al nivel de daño=3, en tanto la devianza fue 3.394,01 y AIC: 3.424,01 (R² de McFadden=6,8%;

R² de Cox-Snell=14,5%; Tabla 61). Los ratios ODDS menores a la unidad, relativos a D, coinciden en indicar menor exposición a daño en el copo respecto del cubrecopo.

Tabla 61. Resultados del modelo multinomial considerando cuatro variables explicativas (nave Bonn).

		Intercepto	TALLA	CAP_TOT	CAP_LAN	D
Coeficientes	3	2,067	0,028	-6,9E-05	-3,3E-04	-0,947
	4	2,623	0,006	-9,6E-05	-3,9E-04	-1,455
	5	1,975	-0,014	-1,0E-04	-6,6E-04	-1,335
Errores estándar	3	1,4E-04	0,005	1,4E-05	9,1E-05	9,5E-05
	4	1,7E-04	0,006	1,5E-05	1,1E-04	3,2E-05
	5	2,1E-04	0,006	2,1E-05	2,3E-04	4,2E-06
Estadístico Wald	3	13.884,5	4,844	-4,969	-3,633	-9.975,7
	4	14.795,1	1,127	-6,267	-3,573	-45.318,6
	5	9.170,3	-2,101	-4,823	-2,962	-320.836,3
Valor - p	3	<0,01	0,259	<0,01	<0,01	<0,01
	4	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	5	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,01
Ratios ODDS	3	7,906	1,029	1,000	1,000	0,388
	4	13,778	1,007	1,000	1,000	0,233
	5	7,211	0,985	1,000	0,999	0,263

5.5.2. Mejoras en la selectividad del arte de pesca

5.5.2.1. Mejoras al arte de arrastre usado por la flota de PacificBlu

Se realizó una pesca comparativa para evaluar la reducción de la fauna acompañante mediante el uso de la red Tornado (11 lances) respecto a la red Engel (8 lances) tradicionalmente usada en la pesquería de merluza común, esto como mejora a ser considerada para reducir la fauna acompañante. En los lances de prueba, la captura de la especie objetivo registrada correspondió a 346.110 kg, donde merluza común representó el 99,7% de la captura total. Con la red Engel se capturaron 150.018 kg de especie objetivo mientras que para la red Tornado la captura fue de 196.091 kg. La fauna acompañante estimada correspondió a 1.019 kg, equivalente al 0,3% de la captura total. Con la red Engel se capturó un total de 765 kg de fauna acompañante, mientras que usando la red Tornado se cuantificaron 254 kg de fauna acompañante.

En cuanto al rendimiento de captura (CPUE) de la especie objetivo, para la red Engel fue de 15.753 kg/h.a., mientras que para la red Tornado fue de 11.826 kg/h.a. Para la fauna acompañante en tanto, en la red Engel este valor fue de 58 kg/h.a. y de 8 kg/h.a. para la red Tornado (Tabla 62). Tanto la prueba de Kruskal-Wallis como la de Wilcoxon mostraron que no existen diferencias significativas en la CPUE para la especie objetivo (p>0,05) entre redes, es decir que ambas redes presentaron rendimientos de captura similares, siendo el valor de la mediana de 7.937 kg/h.a. para red Engel y 9.845 kg/h.a. para red Tornado.

Por su parte, para la fauna acompañante se determinó la existencia de diferencias significativas de la CPUE debido al uso de red (p<0,05). La red Tornado tuvo una mediana de 8 kg/h.a., mientras que la mediana para la red Engel fue mayor, equivalente a 38 kg/h.a. En cuanto al número de especies, la mediana para la red Engel correspondió a 9 especies, mientras que la red Tornado capturó significativamente menos especies, con una mediana de 2 especies por lance (Fig. 67).

Tabla 62. Valor medio de rendimiento de captura y del número de especies capturadas por las redes Engel y Tornado. El valor entre paréntesis corresponde a la mediana.

	Red Engel	Red Tornado	Valor-p		
	Keu Eligei	Reu Torriauo	Kruskal-Wallis	Wilcoxon	
Especie objetivo (kg/h.a.)	15.753 (7.973)	11.826 (9.845)	0,722	0,754	
Fauna acompañante (kg/h.a.)	58 (38)	8 (1)	1,3x10 ⁻³	5,0x10 ⁻⁴	
Número de especies	9 (9)	2 (2)	7,4x10 ⁻⁵	8,6x10 ⁻⁵	

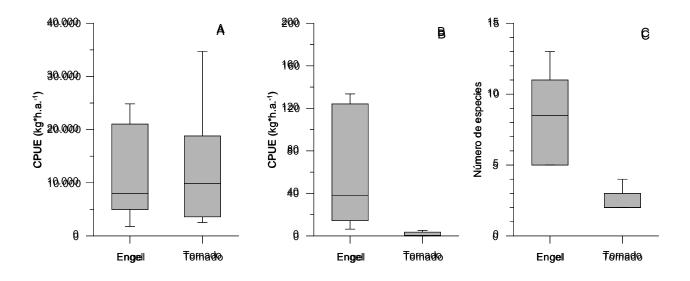


Figura 67. Comparación entre redes de arrastre modelos Engel y Tornado. A: rendimiento de captura de merluza común. B: rendimiento de captura de fauna acompañante. C: cantidad de especies que componen la fauna acompañante.

A partir de los muestreos realizados, se procedió a estimar la cantidad de ejemplares por especie presentes en la captura de cada red. En total se estimó la captura de 1.509.930 individuos de los cuales 1.340.350 individuos correspondieron a la especie objetivo y 169.580 a la fauna acompañante. Excluyendo la especie objetivo, la riqueza específica fue de 16 especies, existiendo una mayor riqueza específica en lances con la red Engel con un promedio de 9 especies. Por su parte, la riqueza específica para la red Tornado mostró un promedio de 2 especies (Tabla 63). Los valores para el Índice de Diversidad (H') para la red Engel fluctuaron entre 0,28 y 0,7, mientras que para la red Tornado estos valores el valor del índice fue menor, oscilando entre 0 y 0,42 (Tabla 63). En relación con el Índice de Dominancia (D) los valores para la red Engel fluctuaron entre 0,24 y 0,67, mientras que para la red Tornado los valores de dominancia fueron mayores, fluctuando entre 0,42 y 1,0 (Tabla 63).

Tabla 63. Índices comunitarios (riqueza, diversidad y dominancia) por lance y diseño de red.

Red	Lance	Riqueza (S)	Shannon (H')	Simpson (D)
Engel	1	12	0,58	0,37
	2	10	0,70	0,24
	3	10	0,58	0,37
	4	7	0,50	0,38
	5	4	0,28	0,66
	6	7	0,52	0,42
	7	8	0,68	0,28
	8	10	0,68	0,29
Tornado	1	3	0,42	0,41
	2	1	0,00	1,00
	3	1	0,00	1,00
	4	1	0,00	1,00
	5	2	0,02	0,98
	6	1	0,00	1,00
	7	2	0,02	0,98
	8	1	0,00	1,00
	9	1	0,00	1,00
	10	1	0,00	1,00
	11	2	0,30	0,50

5.5.2.2. Mejoras al arte de arrastre usado por la flota de San Antonio

Se realizó una pesca comparativa para evaluar si el uso de rejilla rígida de selección permite evitar la captura incidental de lobos marinos y, paralelamente, mantener el rendimiento de captura de la especie objetivo. Para ello se realizaron 10 lances usando rejilla rígida de selección, la cual estuvo ubicada en la sección inmediatamente anterior al inicio del túnel de la red. Del total de lances, 5 fueron realizados a bordo de la nave María Emperatriz III y 5 a bordo de la nave Skorpion. A modo de control, se realizaron 7 lances con la configuración tradicional de la red, sin utilizar rejilla rígida. El plano de la rejilla, así como un esquema general de montaje en la red, se presentan en el Anexo III.

En los lances con rejilla, la captura de la especie objetivo fluctuó entre 280 y 2.933 kg, con un total en los 10 lances realizados de 15.721 kg (X=1.572 kg; DE=1.053 kg). Por su parte, con la configuración tradicional, la captura de merluza común fluctuó entre 140 y 10.425 kg, con un total de 16.651 kg en los 7 lances realizados (X=2.379 kg; DE=3.708 kg). Las diferencias en los niveles de captura entre lances con y sin rejilla no fueron estadísticamente significativos (p=0,56). Además, en ambos casos, merluza común fue la especie más abundante, representando el 97,3% y 96,0% de la captura total, respectivamente (Tabla 64).

En términos globales, el rendimiento de captura (CPUE) de la especie objetivo en lances con rejilla fue de $2.895 \, \text{kg/h.a.}$, mientras que en lances sin rejilla el rendimiento fue de $4.114 \, \text{kg/h.a.}$ Para la fauna acompañante en tanto, en lances con rejilla el rendimiento fue de $80.6 \, \text{kg/h.a.}$, mientras que en lances sin rejilla fue de $177.8 \, \text{kg/h.a.}$ No obstante lo anterior, en ambos casos las diferencias de CPUE no fueron significativas ($p=0.28 \, \text{y}$ p=0.66, respectivamente).

En cuanto a lobo marino, correspondiente a la especie para la cual fue diseñada la rejilla rígida de selección, en lances en los cuales se utilizó la rejilla no se reportó captura incidental de esta especie. Diferente es el caso de los lances sin uso de rejilla rígida, ya que en 3 de los 7 lances realizados se capturaron lobos marinos (entre 2 y 5 lobos marinos), totalizando 10 ejemplares en calidad de captura incidental, resultando significativa la diferencia debido al uso de rejilla (p=0,03). El escape de lobos marinos fue exitosamente registrado mediante filmaciones submarinas (Figura 68).

Tabla 64. Captura de la especie objetivo, fauna acompañante y captura incidental en lances para evaluar el desempeño de la rejilla rígida de selección en la V Región (San Antonio). CT= Captura total, IRCT= Importancia relativa de la captura total, IRFA= Importancia relativa de la fauna acompañante. LP= Lances positivos.

	Lances con rejilla rígida (n=10)				Lances sin rejilla rígida (n=7)			
Nombre común	Captura total (kg)	IRCT (%)	IRFA (%)	LP (%)	Captura total (kg)	IRCT (%)	IRFA (%)	LP (%)
Merluza común	15.720,8	97,4		100	16.650,9	96,0		100,0
Langostino colorado	188,6	1,2	44,1	100	180,5	1,0	25,9	100
Lenguado de ojos grandes	104,5	0,6	24,4	100	307,3	1,8	44,0	100
Jaiba paco	54,7	0,3	12,8	100	109,4	0,6	15,7	100
Jaiba limón	59,5	0,4	13,9	100	39,0	0,2	5,6	100
Pichigüen	13,2	0,1	3,1	10	26,2	0,2	3,8	29
Raya pequén					14,3	0,1	2,0	43
Raya volantín	2,1	<0,01	0,5	10	14,3	0,1	2,0	29
Raya torpedo					3,5	<0,01	0,5	14
Congrio negro	4,5	<0,01	1,0	30	2,8	<0,01	0,4	29
Jurel	0,6	<0,01	0,1	10	0,3	<0,01	<0,01	14
Blanquillo					0,4	<0,01	0,1	14
Pampanito					0,1	<0,01	<0,01	14
	Lances con rejilla rígida (n=10)			Lances sin rejilla rígida (n=7)				
Nombre común	Captura total (unid.)			LP (%)	Captura total (unid.)			LP (%)
Lobo marino	0			0	10			43

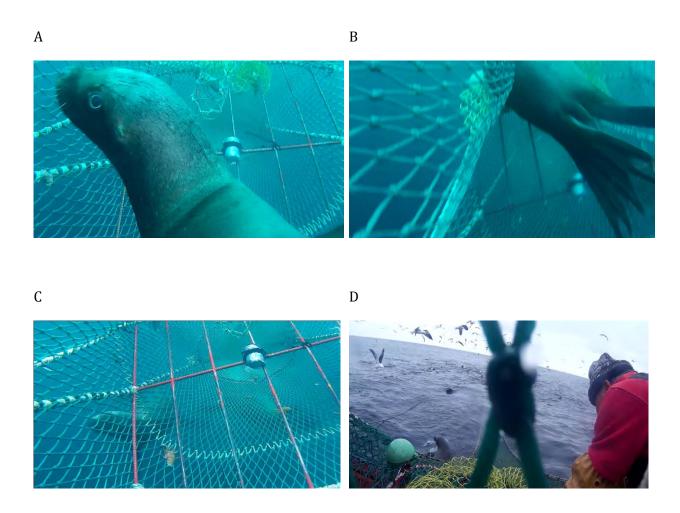


Figura 68. Fotografías de lobos marinos en interacción con la actividad extractiva. A) Dentro de la red, frente al dispositivo de escape, durante el proceso de virado. B) Durante el proceso de escape a través de la abertura del dispositivo de escape. C) Lobo nadanado fuera de la red en el momento posterior al escape. D) Lobos alrededor de la red durante el virado, cuando el dispositivo de escape ya está en cubierta.

6. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La selectividad de redes de arrastre ha sido bastante estudiada para diferentes recursos pesqueros a nivel mundial, siendo peces gadiformes los que seguramente han concitado mayor interés debido a motivos de biológicos y productivos. Sin dudas, desde la década de 1970 en adelante la especie más estudiada en cuanto a selectividad ha sido el bacalao del Atlántico (*G. morhua*), especie de interés comercial en el Atlántico norte a lo largo de la costa de Norteamérica, Groenlandia, Islandia y Europa (desde el Golfo de Vizcaya hasta el mar de Barents). Diversos métodos para mejorar la selectividad se han evaluado e implementado en los países que capturan este recurso, ya sea usando mallas rotadas, mallas cuadradas o ventanas de escape en diferentes configuraciones. Así también, otras especies de interés comercial que han sido estudiadas corresponden al eglefino (haddock) y la polaca o abadejo (pollock). Un análisis general de los resultados de la experiencia internacional con peces gadiformes indicaría que el factor de selectividad de las mallas usadas en las redes de arrastre correspondería a 0,336 en peces de las familias Merlucciidae y 0,353 para los de las familias Gadidae, valores muy cercanos entre sí, lo que indicaría que una luz de malla de 100 mm estaría asociado a una longitud de primera captura (L₅₀) de 34 o 35 cm, respectivamente.

Diversos factores son los que influyen en que la selectividad de diseño de un arte de pesca alcance su objetivo de captura en cuanto a los tamaños de retención. Por un lado, está la composición demográfica de la población, mientras que por parte del arte de pesca está aspectos de diseño, construcción y operación. En el levantamiento realizado hasta la fecha se han identificado que los diseños usados por lo general corresponden a las tradicionales redes Engel de dos paneles, que se destacan por su capacidad de gran abertura horizontal y gran relación de aspecto, generalmente superior a 5 o más veces su abertura respecto a la altura de la boca. Lo anterior responde al patrón de agregación de merluza común sobre el fondo marino, especie que tiende a ubicarse muy próxima al fondo. La red Celta también responde al mismo concepto anterior, con una relación de aspecto incluso mayor, que permite obtener una mayor superficie de barrido por unidad de tiempo. A diferencia de estas redes, los diseños Tornado y Halcones corresponden a redes de mayor envergadura que combinan características de artes de mediagua y de fondo. En particular, la red Tornado puede ser considerada como una red híbrida por el tamaño de malla en la sección frontal que llega hasta 6.000 mm, reduciéndose progresivamente hasta llegar a la sección posterior donde el túnel y copo son los mismos usados para redes Engel. Entonces, si bien se aprecian diferencias relevantes en cuanto a los diseños de las redes, las configuraciones de túneles y copos entre diseños son relativamente estándar, lo cual tiene relación con el cumplimiento del objetivo de captura en cuanto a tamaños y volúmenes, y de la aplicación de la normativa vigente que regula los artes de arrastre en la pesquería (R.Ex. SUBPESCA Nº 2808/2005).

La flota se encuentra estratificada en dos grupos, que corresponden a una flota de embarcaciones de eslora menor a 18 m que opera con puerto base en San Antonio, y otro de embarcaciones de eslora mayor a 40 m que opera desde San Vicente-Talcahuano. La flota de San Antonio corresponde a embarcaciones que no poseen rampa en popa y realizan la maniobra de virado de la captura por una banda. Para ello el copo de la red cuenta con una sección denominada "bolsa" la cual es estrobada y llevada a bordo en una o varias maniobras para depositar la captura en cubierta. El volumen de la bolsa es variable entre redes. La flota mayor en cambio, corresponde a embarcaciones con rampa que llevan el copo a bordo por la popa, razón por la cual utilizan estrobos o cinturones. La longitud de los cinturones está en directa relación con el ancho de la popa de las embarcaciones, de tal manera que sea posible ingresar el copo por la rampa. El uso de cinturones y el número de mallas en el perímetro de la red, determina el coeficiente de abertura máximo que pueden tener las mallas del copo y, de esta manera, favorecer o limitar el escape de los peces.

Se implementó entonces una aproximación a la selectividad empírica de operación de las redes mediante una metodología llamada selectividad teórica o de diseño, la cual fue desarrollada por Herrmann (2005) para modelar los cambios en el tamaño de primera de captura en relación con tamaños de malla y coeficientes de abertura de las mallas. A partir de la modelación hecha para merluza común, se estimó que una malla de 100 mm que opera con coeficientes de abertura entre 0,3 y 0,4 permitiría alcanzar tamaños de primera captura de 30 y 34 cm LT, respectivamente. El rango superior sería concordante entonces con los resultados de selectividad observados en estudios sobre peces gadiformes e informados en este estudio en la revisión bibliográfica.

La selectividad empírica estudiada en este trabajo en tres redes usadas por la flota proporcionó resultados relevantes en cuanto a la captura. En primer término, la composición de tamaños en el cubrecopo estaría demostrando que las tres redes evaluadas permiten el escape de una fracción significativa de peces bajo 30 cm LT. Mediante el uso del cubrecopo, se demostró que los copos permitirían el escape de prácticamente la totalidad de peces bajo 20 cm LT, esto debido a la acción combinada de tamaño de luz de malla y panel de escape de malla cuadrada. Luego, para peces entre 20 y 30 cm LT, la selectividad de los copos comienza gradualmente a disminuir, aumentando la probabilidad de retención, lo cual fue correctamente interpretado por los modelos logísticos usados en cada caso.

Ahora bien, la talla de primera captura estimada fue consistente entre las redes consideradas, fluctuando entre 27,3 y 32,3 cm LT, y estimándose en 29,3 cm LT para la flota en su conjunto. Dicho valor es también consistente con la selectividad teórica o de diseño indicada anteriormente, lo cual puede ser usado con fines de referencia para validar los resultados obtenidos en las pruebas con copo cubierto. De este modo, el factor de selectividad de los copos de 100 mm de luz de malla con panel de escape de malla cuadrada corresponde a 0,293, valor inferior al obtenido por otros autores en especies afines, como por ejemplo redes con ventana Danesa (0,301) y ventana Bacoma (0,379) para bacalao del Atlántico (Madsen, 2007). En general, conforme a los estudios disponibles, el valor medio de factor de selectividad para peces de las familias Merlucciidae y Gadidae es algo mayor, correspondiente a 0,336 y 0,353, respectivamente.

Se analizó el efecto de otros factores que pueden influir sobre la selectividad de los copos, identificándose que en dos de las redes en estudio (red Engel de LM María Emperatriz III y red Celta de LM Skorpion) la talla de primera captura disminuye con el aumento en el volumen de captura, lo cual es consistente con estudios previos en merluza común (Queirolo et al., 2012). En el caso de la red Engel del PAM Bonn, el efecto del volumen de captura no resultó significativo, sin embargo se identificó un incremento significativo de la talla de primera captura a medida que la profundidad de arrastre aumentó, lo cual podría estar más relacionado con la estratificación por tamaños que con la selectividad del arte en sí mismo, tal como ha sido descrito por Lillo et al. (2017). Con todo, ambos resultados confirmarían que es fundamental considerar buenas prácticas de operación para la captura de peces de mayor tamaño, evitando por un lado lances de volúmenes altos así como buscar zonas de captura más profundas.

En cuanto a lances de pesca comercial, la composición de tamaños también mostró fuerte consistencia con los resultados de selectividad empírica indicada anteriormente. Para las embarcaciones de San Antonio, se estimó que entre el 20 y 25% de los peces capturados corresponderían a ejemplares bajo 30 cm LT, mientras que la mayor participación relativa correspondería a peces entre 30 y 35 cm LT. Para embarcaciones que operan con puerto base en la VIII Región en tanto, la proporción de captura bajo 30 cm LT fue inferior del 10% del total retenido, lo cual estaría asociado a que la fracción de la población vulnerable para esta flota está compuesta por peces de mayor tamaño.

La selectividad pesquera como es implementada en la actualidad, en las evaluaciones de stock integradas, corresponde a un esfuerzo por representar factores combinados que afectan la vulnerabilidad de los peces. Esto incluye tanto el contacto selectivo y la disponibilidad. A pesar de

procesos subyacentes y experimentos de artes referente a la forma esperada de la curva de selectividad, la combinación de los procesos espaciales, ambos en términos de la biología del pez (e.g., migración, estructura espacial y hábitat utilizado) e intensidad de pesca, pueden alterar el tamaño y la edad específica de la forma de selectividad (Crone et al., 2013). Los efectos de la selectividad en poblaciones, han sido estudiados de diferentes formas, a saber Szuwalski et al. (2017), analizar poblaciones por simulación permitiendo variaciones en la mortalidad natural y selectividad, en un contexto retrospectivo en la simulación.

Un aspecto del análisis de selectividad independiente de la escala del proceso analizado es que este puede ser realizado, tanto por tamaños como por edades. En modelos de evaluación, es posible aplicar ambas opciones o bien una combinación de estas. Stewart et al. (2011), señala que existen especies que exhiben movimientos ontogenéticos que son mejor descritos basándose en una selectividad por edades. Un aspecto a destacar es el análisis de tendencias en la selectividad, estas tendencias son analizadas usualmente en series de cruceros, pero también pueden ser exploradas en la pesquería. Se conoce experiencias donde una forma de selectividad tipo domo se incremente en períodos de baja abundancia, si la explotación ocurre en un área amplia del stock, este tipo de tendencias cuando la modelación de la selectividad es basada en edades, asociándose el resultado de esfuerzo de pesca diferencial.

En nuestro análisis, enfocado principalmente a evaluar efectos probables de cambios en la selectividad empírica de la flota industrial, se incluyó una consideración de un patrón selectivo de la flota artesanal. Luego, se integró esta información para disponer de un patrón de selectividad representativo de las flotas, que a su vez fue integrado en la generación de un patrón de explotación que incluye la selectividad de flotas. En estos análisis existen variaciones entre edades y tamaños dependiendo del origen de la información, como es el caso del experimento de selectividad de la flota industrial por tamaños, e información por edades relacionadas con el enfoque de modelo poblacional, siendo el link entre ambos la función de crecimiento.

Una componente a considerar que debiese ser explorada es la forma del patrón de explotación del modelo de dinámica, que en el caso de la merluza común es asumido como una función logística, sin embargo, estudios empíricos en la flota artesanal (Queirolo et al., 2013), encuentran que la selectividad adopta una forma de curva normal. Luego, sobre la base de los resultados del presente objetivo, donde variaciones en la posición de la curva logística dadas determinadas condiciones iniciales, producen un cambio en las variables de estado e indicadores de desempeño, variaciones en la forma de la curva o adopción de un modelo de simulación por flotas o sexo, tendría por lo tanto

variaciones que deben ser exploradas para comprender la diversidad de efectos del patrón de explotación.

En el contexto de poblaciones marinas explotadas, existen dos aspectos interesantes que son el estado actual de la población y su respuesta al manejo (Cooper et al., 2003), luego la dinámica poblacional e hipótesis de procesos como reclutamiento, crecimiento y explotación juegan un papel clave para la evaluación de efectos futuros. La utilización de información incorrecta o sesgada junto a un modelo no robusto es relevante al manejo de recursos (Simmonds & Keltz, 2007). En este escenario, es que se debe entender que los resultados de una simulación simplificada y donde no se considera incertidumbre en procesos poblacionales como el reclutamiento, o cambios del patrón de explotación debe ser considerado como una fase inicial para incrementar el estudio del efecto de cambios en la selectividad y probables efectos en el patrón de explotación, que podría incluir modelos sofisticados y enfoques de análisis como la evaluación de estrategias de explotación y manejo.

En la pesquería de arrastre demersal de merluza común, así como en otras pesquerías, son capturadas incidentalmente diversas especies, que constituyen la fauna acompañante de la pesquería. Al respecto, la Ley de Pesca y Acuicultura se refiere a la fauna acompañante como "aquella fracción de la captura conformada por especies hidrobiológicas que, por efecto tecnológico del arte o aparejo de pesca, se capturan cuando las naves pesqueras orientan su esfuerzo de pesca a la explotación de las especies objetivo" (Ley Nº 18.892, Acuña *et al.*, 2005).

La fauna asociada en las capturas de la especie objetivo se puede explicar tanto porque los tipos de artes de pesca no son totalmente selectivos, así como por que las especies presentan asociaciones ecológicas con otras especies en un área determinada (Wootton, 1989), mediada principalmente por factores bio-físicos que operan a diferentes escalas de espacio-tiempo (Menares & Sepúlveda 2005). Estudios financiados por el Fondo de Investigación Pesquera (FIP) y del Banco Integrado de Proyectos (BIP) de la Subsecretaría de Pesca, sobre la abundancia de merluza común, señalan que, entre Valparaíso y el Canal de Chacao, la fauna acompañante de la pesquería está constituida por cerca de un centenar de especies, las que según orden de importancia en peso son agrupadas en 5 grandes grupos, a saber: (i) peces óseos (Osteichtyes), (ii) peces cartilaginosos (Chondrichthyes), (iii) crustáceos (Crustacea), (iv) cefalópodos (Cephalopoda), y (v) otros invertebrados (Lillo et al., 2006).

No obstante, en las capturas industriales de merluza común analizadas en este estudio (195 lances de pesca), tanto en las realizadas en la V como en la VIII Región, se verifica un menor número de especies componentes de la fauna acompañante de esta pesquería (~50 taxa), caracterizadas

principalmente por *M. magellanicus, D. gigas, C. johni, H. macrops, P. monodon, E. crassicaudus, H. lengerichi, C. porteri y P. gaudichaudii,* en comparación con lo detectado en los cruceros de evaluación directa de merluza común realizados por el Instituto de Fomento Pesquero (véase Molina *et al.*, 2014).

Lo anterior también ha sido reportado por Alarcón *et al.* (2011) quienes analizaron la fauna concurrente (término utilizado por los autores como más apropiado desde el punto de vista ecológico) asociada a la pesquería industrial de merluza común, privilegiando un análisis interanual entre el 2001 y 2009, con información provenientes del Instituto de Investigación Pesquera, reportando un número de especies muy similar al registrado en este estudio (~45 taxa), y asimismo al considerar la actualización de esta información al año 2017 (Tabla 65); así como también, especies similares como las más recurrentes y de mayor importancia relativa, pero significativamente menor al reportado en cruceros de evaluación directa. La diferencia en el número de especies y la frecuencia e importancia relativa, se explica entre otros factores por el comportamiento más selectivo de las redes de pesca industrial, los tiempos de arrastre y el uso de calcetín que posibilita mayor retención en los cruceros de investigación.

Tabla 65. Número de especies por grupo taxonómico mayor, para el período 2001-2017 (Fuente: Instituto de Investigación Pesquera).

Taxa	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Global
Cefalópodos	3	3	3	2	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	2	2	3	3
Crustáceos	9	9	9	10	11	10	10	9	9	10	9	10	10	8	8	9	9	11
Peces	20	23	24	24	26	26	24	23	29	21	20	22	22	19	20	20	22	29
Rayas	2	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	2	3	2	1	3	3	3
Tiburones	3	3	3	2	3	3	3	3	5	3	3	2	3	2	2	2	2	5
Total	37	39	40	40	45	44	42	39	48	39	38	39	41	34	33	36	39	51

En cuanto a los resultados de los análisis de clasificación y ordenación numérica presentados en este estudio, estos resultados difieren de los provenientes de cruceros de evaluación acústica de merluza común (Molina *et al.*, 2014), debido principalmente a la existencia de un número significativamente superior de especies componentes de la fauna acompañante en estos cruceros. No obstante lo anterior, los resultados son consistentes con lo reportado por Alarcón *et al.* (2011), Molina & Lillo (2010) y Molina *et al.* (2014), en relación con la composición de la comunidad bento-demersal especialmente en la región centro-sur de Chile.

En este estudio, tanto para lances experimentales como para comerciales, la información se analizó para las capturas asociadas a la V y VIII regiones por separado, debido principalmente a la existencia de grandes diferencias en las dimensiones de las embarcaciones utilizadas, así como para

las diferentes redes (y sus modificaciones) utilizadas en cada caso, lo que posibilitó esperar diferencias faunísticas en ambas regiones de estudio. Cabe hacer notar que sólo una red de pesca de arrastre (red Engel) fue utilizada en ambas regiones, para efectos comparativos. Asimismo, las mayores dimensiones del tamaño de abertura de boca de la red Tornado pueden posibilitar un mayor escape, por lo que los datos reportan una menor diversidad de fauna acompañante en este tipo de arte.

El estudio deja de manifiesto la importancia de los estratos de profundidad en la captura de la especie objetivo, y de las diferencias en la fauna acompañante asociada. En el hecho, es claro que las redes Engel y Celta correspondieron a lances de arrastre de fondo, y no así con la red Halcones que siendo una red para arrastre de media-agua se utiliza en lances con proximidad al fondo marino, especialmente cuando la merluza común se levante del fondo hacia la columna de agua a alimentarse.

En cuanto a las filmaciones submarinas realizadas, es importante destacar que se dispone de más de 15 horas de registros de gran utilidad para este estudio como para futuros análisis específicos que se deseen llevar a cabo. Estos registros obtenidos a bordo de cuatro naves (Bonn, Polaris II, María Emperatriz III y Skorpion) son evidencias relevantes para estudiar tanto el comportamiento hidrodinámico de las redes de arrastre, de los sistemas de selección de captura, del comportamiento de merluza común de la fauna acompañante principal.

En primer término, se observó que en algunos casos las mallas del túnel y copo funcionan con coeficientes de abertura muy bajos, aparentemente menor al 30% del tamaño de malla, lo cual impide que un pez pueda escapar. Más aún, al comportarse el paño como una pared sin escape de agua, los peces no son capaces de percibir cambios de flujo que generen un estímulo para buscar vías de escape. Esta situación es compensada mediante el uso de paneles de escape de malla cuadrada, los cuales mantienen vías de escape permanentemente abiertas y con diferencias de presiones que pueden ser efectivamente detectadas. Si bien se ha descrito que merluza común es una especie bastante pasiva al interior de las redes de arrastre (Queirolo *et al.*, 2010), se observó en este estudio una respuesta persistente de diversos ejemplares por ubicarse en las secciones inferiores del túnel y copo, muy similar al patrón de comportamiento que muestra la especie sobre el fondo marino durante el día.

En cuanto a la respuesta natatoria, los peces muestran una respuesta natatoria activa, ya sea mediante natación crucero o bien con respuesta instantánea con aceleración. Sin embargo, en términos generales no es frecuente que los peces tiendan a buscar las vías de escape ofrecidas, lo cual estaría relacionado con el tamaño de los peces. En filmaciones realizadas en la V región frente a San Antonio, fue posible filmar el comportamiento de peces pequeños (10 a 20 cm LT) y de peces

medianos y grandes (mayores a 20 cm). Dichos registros muestran que peces de menor tamaño tienen un nivel de actividad elevado, y evidencian reacciones de escape significativamente mayor respecto a los peces más grandes de la misma especie.

A partir de estas filmaciones, no fue posible evaluar el nivel de daño de los peces que escapan. Sin embargo, se implementó un análisis a partir de los peces retenidos en el copo y cubrecopo en algunos lances experimentales. Los resultados correspondientes al nivel de daño aparente registrado en ejemplares de merluza común indican que tanto aquellos individuos retenidos en el copo como en el cubrecopo presentan lesiones, en su mayoría correspondientes a pérdida de escamas y abrasión en la zona opercular, con presencia de una proporción menor de ejemplares con pérdida de músculo o daños oculares. De acuerdo a ello, éstas no pueden atribuirse exclusivamente al efecto de roce derivado del proceso de escape del ejemplar a través de la malla desde el copo al cubrecopo, sino que además deben estar involucrados factores relacionados probablemente con los volúmenes de pesca retenidos en el copo/cubrecopo y con el manejo de éstos durante su izado a bordo. En este sentido, numerosa literatura internacional grafica la posibilidad de lesiones en la captura, de leves a severas, como resultado de factores como el agotamiento de los ejemplares, de su aplastamiento y roce con otros individuos, del daño en sus aletas por sus intentos de natación en el copo o incluso por la presencia de objetos o ejemplares abrasivos dentro de la red (Suuronen *et al.*, 1996a, 1996b; Main & Sangster, 1991; Wileman *et al.*, 1999).

Dada la existencia de lesiones en ejemplares retenidos tanto en el copo como en el cubrecopo, de los análisis de los lances realizados por la embarcación Bonn se desprende que tanto los análisis no paramétricos como el modelamiento de las variables con incidencia en el daño coinciden en indicar la diferencia significativa entre los niveles de daño en individuos retenidos en el copo respecto de aquellos en el cubrecopo. Así, dicho diferencial de daño (mayor daño en el cubrecopo) podría atribuirse al proceso de escape propiamente tal desde el interior de la red de pesca al exterior de ésta.

En este sentido, cabe indicar que la variable TALLA resultó no significativa en el modelo lineal y significativa en el modelo multinomial. No obstante, la diferencia significativa entre el nivel de daño entre copo/cubrecopo ya indicada tendría algún un efecto diferenciado por talla. Así, cabe resaltar que los niveles de daño en el cubrecopo son similares en todo el rango de tamaños, mientras que éstos disminuyen en el copo al incrementarse la talla de la merluza común. Debido a lo anterior, no se registraron diferencias importantes de daño entre copo y cubrecopo al comparar entre ejemplares de talla pequeña (23-28 cm), sin embargo, éstas sí se manifiestan entre los ejemplares más grandes (30-41 cm). Lo anterior podría deberse a la mayor probabilidad de aplastamiento de ejemplares pequeños al interior del copo, lo que no se manifiesta en el cubrecopo por sus menores volúmenes de captura,

combinada con un diferencial de daño en los ejemplares producto de su paso a través de las mallas en el proceso de escape.

Cabe señalar que el presente trabajo se enfocó a la caracterización y valoración de las lesiones apreciables a simple vista en ejemplares de merluza común, sólo con el propósito de establecer posibles diferencias entre la fracción retenida (copo) de aquella no retenida (cubrecopo), explorando posibles relaciones con variables operacionales del lance y la talla de los ejemplares. Al respecto, la metodología empleada permite que aquellos ejemplares que en una faena de pesca normal hubiesen escapado desde el interior de la red, sean capturados en el cubrecopo e izados a bordo, por lo cual están expuestos a una mayor probabilidad de daño debido a factores como golpes, aplastamiento y abrasión que aquellos que simplemente escapan de la red durante lances comerciales de pesca. De este modo, es posible suponer que esta metodología sobreestima el daño de los ejemplares que no son retenidos en la red y que pueden escapar sin estar expuestos a los factores precitados. Con todo, del presente trabajo no es posible deducir la tasa de sobrevivencia de aquellos ejemplares que logran escapar de la red de pesca, lo cual debería llevarse a cabo mediante su observación en algún tipo de condición en cautiverio (Ingólfsson et al., 2004).

En cuanto a pruebas de mejoras, se diseñó, construyó y evaluó un sistema para el escape de lobos marinos en naves de San Antonio, siguiendo para ello la experiencia internacional en la materia (e.g. Cleal et al., 2009). Dicho sistema estuvo compuesto por una sección de túnel de 3 metros de longitud, que contiene una rejilla rígida de 1,2 m de longitud y 0,9 m de ancho, con 140 mm de separación entre barras. La rejilla fue montada con un ángulo de inclinación de 50º, y en la parte superior del paño se creó una vía de escape para la salida de los lobos. En los lances realizados usando la rejilla no se registró retención de lobos marinos, demostrándose mediante filmaciones submarinas el escape de ejemplares a través del sistema de exclusión instalado en la red. En cuanto a la flota de Talcahuano-San Vicente, es necesario destacar que dichos barcos usan generalmente sistemas rígidos para la exclusión de jibia, razón por la cual los lobos marinos también pueden utilizar dicha vía de escape para evitar su captura. De este modo, ambas flotas han probado y pueden utilizar sistemas de exclusión del tipo rejilla rígida que les permite evitar la captura de ejemplares de gran tamaño como jibia y lobos marinos, considerándose un avance significativo para la sustentabilidad de la actividad extractiva.

Por último, se contextualiza el avance y resultados del proyecto ejecutado con respecto al Plan de Manejo de merluza común (autorizado mediante Res. Ex. N°1308 de 2016) y al Plan de Reducción del Descarte y de la Captura de Pesca Incidental (autorizado mediante Res. Ex. N° 1840-2017). En las Tablas 66 y 67 se presentan los avances y evidencias de mejora respecto a ambos planes,

contextualizando la comparación respecto a la reducción del descarte de fauna acompañante, reducción del descarte de la especie objetivo y reducción de la captura de la pesca incidental.

Tabla 66. Avances y resultados del proyecto FIPA 2017-47 respecto a lo establecido en el Plan de Manejo de la pesquería de merluza común.

Meta	Objetivo	Avances del proyecto FIPA 2017-47			
	Disminuir el porcentaje de especies	Se verifica el uso de un sistema de exclusión de jibia en la flota pesquera de la VIII Región (rejilla rígida)			
Disminuir el descarte e implementar medidas	asociadas y su magnitud en la captura	Se prueba el uso de redes con mallas de mayor tamaño en la sección frontal, lo cual reduce la fauna acompañante			
que lo mitiguen	Disminuir el porcentaje de descarte de ejemplares de merluza	Se comprueba que selectividad del arte permite escape de una fracción significativa de juveniles. Sin embargo, es deseable que el tamaño de luz de malla aumente gradualmente para evitar la captura de peces bajo 30 cm LT			
Disminuir la pesca incidental en aves, mamíferos y reptiles	Desarrollar y aplicar un plan operacional para la disminución de la pesca incidental	Se diseñó, construyó y evaluó el uso de un sistema excluidor de lobos marinos el cual demostró ser eficiente para permitir el escape de lobos marinos durante los lances de pesca.			

Tabla 67. Avances y resultados del proyecto FIPA 2017-47 respecto a lo establecido en el Plan de reducción del descarte y de la captura de pesca incidental en la pesquería de merluza común.

Objetivo	Innovación y mejoras en artes de pesca	Avances del proyecto FIPA 2017-47			
Reducción del descarte de la especie objetivo (merluza común)	Establecimiento de un Programa de mejora continua orientado al desempeño del arte o aparejo de pesca con énfasis en los efectos	Se comprueba que selectividad del arte permite escape de una fracción significativa de juveniles. Sin embargo, es deseable que el tamaño de luz de malla aumente gradualmente para evitar la captura de peces bajo 30 cm LT.			
Reducción del descarte de especies que constituyen la fauna acompañante	selectivos en la merluza común y en los dispositivos de escape (ventanas de escape, tamaño de malla, altura de trabajo de la red de enmalle, dispositivos de exclusión, entre otros)	En general, la proporción de fauna acompañante en la pesquería es baja (<10% de la captura total). Sin embargo, se utilizan sistemas de selección para evitar captura de jibia y se ha probado el uso exitoso de redes con mallas grandes en la sección frontal de la red, reduciendo tanto el número de especies como la captura en peso de fauna acompañante.			
Reducción de la captura de la pesca incidental	Desarrollar y/o implementar dispositivos y procedimientos de exclusión, escape y disuasión de pesca incidental, en caso que la información recopilada justifique la medida, sin perjuicio de lo establecido en las medidas del presente Plan de Reducción.	Se diseñó, construyó y evaluó el uso de un sistema excluidor de lobos marinos el cual demostró ser eficiente para permitir el escape de lobos marinos durante los lances de pesca.			

7. **CONCLUSIONES**

Conforme a los resultados obtenidos durante la ejecución del proyecto, es posible concluir que:

- Existe suficiente evidencia internacional acerca de la selectividad de tamaños en redes de arrastre usadas para la captura de peces gadiformes de las familias Merlucciidae y Gadidae, donde los factores de selectividad (FS) para cada grupo correspondería a 0,336 y 0,353.
- Los diseños de red tradicionalmente usados en la pesquería de merluza común en Chile es reducido y está explicado mayormente (>90% de los lances) por no más 3 diseños. Actualmente la flota basa su captura en el uso de redes Engel (dos paneles), red Celta (dos paneles) y, recientemente, red Tornado. Ahora bien, las dimensiones de estas redes varían conforme al tamaño de la nave que las utiliza.
- Se estimó la selectividad teórica de mallas entre 90 y 120 mm de luz, determinándose los tamaños de primera captura de acuerdo al cambio en los coeficientes de abertura entre 0,2 y 0,7. Para una malla de 100 mm de luz, el tamaño de primera captura corresponde aproximadamente a 30 cm LT con un coeficiente de abertura de 0,3, y a 34 cm LT con un coeficiente de abertura de 0,4.
- Mediante lances con cubrecopo se estimó la selectividad empírica en tres redes, cuyos valores de tamaño de primera captura correspondieron a 29,0 cm LT para la red Engel de la nave Bonn, 32,3 cm LT para la red Engel de la nave María Emperatriz III y 27,3 cm LT para la red Celta de la nave Skorpion.
- Para la flota en su conjunto, usando redes con tamaño de malla 100 mm y panel de escape de malla cuadrada, el tamaño de primera captura se estimó en 29,3 cm LT, equivalente a un factor de selectividad de 0,293, con un rango de selección de 8,8 cm LT, comprendido entre 25,0 (L₂₅) y 33,7 cm LT (L₇₅).
- Mediante modelación de los parámetros del modelo de selectividad, se determinó que la cantidad de captura afectó de manera significativa la talla de primera captura en las naves María Emperatriz IIII y Skorpion. El aumento de la captura disminuyó la talla de primera captura.
- La selectividad del arte de pesca industrial combinada entre buques presenta mayor vulnerabilidad de los individuos de clases 2, 3 y 4 años, respecto del patrón de explotación de la pesquería. La relación entre selectividad y patrón de explotación es de tipo potencial.

- El patrón de explotación de la flota industrial, si bien podría presentar diferencias ya sea considerando la selectividad del arte de pesca como el patrón estimado en la evaluación de stock, eventuales cambios en sus efectos por medio de la talla de captura no son suficientes para la recuperación poblacional si el patrón de explotación de la flota artesanal se mantiene invariable.
- El peso del patrón de explotación de la flota artesanal sobre el total de la pesquería es importante y está determinado por la contribución porcentual de esta flota en las capturas totales. Si existieran evidencias de sub-reporte de esta flota, las perspectivas reales de la recuperación poblacional resultan aún más difíciles de lograr por cuanto la sobrevivencia de los individuos hacia el stock desovante sería mucho menor. Se estima que la recuperación poblacional podría ser efectiva ya sea incrementando sustancialmente la talla de selectividad de ambas flotas por sobre los 45 cm, o bien, reduciendo el esfuerzo de pesca de cada flota a lo menos en la mitad.
- Los resultados obtenidos a partir de la fauna acompañante verifican a merluza común como la principal especie constituyente del sistema bento-demersal del centro-norte y centro-sur de Chile.
- En la región de Valparaíso se realizaron 21 lances experimentales, en los cuales se identificó un total de 10 taxa correspondientes a la fauna acompañante o concurrente de la pesquería industrial de merluza común, esto es: 4 especies de peces óseos, 4 de crustáceos, 1 especie de condrictio, y 1 de cefalópodo. En la región del Bio-bío en tanto, los lances experimentales (n=9) verificaron un número mayor de especies asociadas a la fauna acompañante (19 taxa), a saber: 6 especies de peces óseos, 7 de crustáceos, 1 especies de condrictio y 1 especie de cefalópodo. El número de taxa reportado es significativamente menor al reseñado en evaluaciones directas de la especie objetivo (>80 taxa) en la región centro-sur de Chile.
- Los lances comerciales fueron más numerosos (52 lances para V Región y 143 lances para la VIII Región), reportando una fauna acompañante más diversa, compuesta por 20 taxa para la V Región y 43 taxa para la VIII Región.
- En la V Región (lances experimentales), el índice de importancia relativa de la fauna acompañante (IRFA) destacó a *S. stellatus* (48,0%) y a *P. monodon* (58,2%) como los máximos valores de IRFA en las redes Engel y Celta, respectivamente. Para la VIII Región, el IRFA verificó los valores más altos en la especie *C. johni* con una contribución porcentual del 61,5% (red Engel). Para el caso de los lances comerciales, destaca un IRFA alto para *P. monodon* para ambas redes en la V Región, con contribuciones de 39,7% (Engel), y de 49,2% (Celta). En tanto

- para la VIII Región destaca la especie *M. magellanicus* con un IRFA de 66,8% (red Halcones) y *H. reedi* (94%, red Tornado).
- En los lances experimentales de la V Región el porcentaje de escape de la especie objetivo fue de 23,6% (*M. gayi*), destacando con alto porcentaje de escape para ambas redes, a las especies de la fauna acompañante: *H. reedi* y *P. armata* (100%), *P. gaudichaudii* (76,8%), *S. stellatus* (70%), *P. jugularis* (68,8%), *C. johni* (61,5%), *G. maculatus* (58,6%) y *P. monodon* (57,0%). Bajos niveles de escape se reportaron para *H. macrops* (33,9%), *C. porteri* (23,4%) y *D. gigas* (11,8%). Para los lances en la VIII Región, la especie objetivo verificó un escape del 10,4%, y en la fauna acompañante destacó *P. jugularis* (88,2%), *C. Aconcagua* (62,8%) y *H. lengerichi* (52,3). Escapes menores al 10% se verificaron en *H. macrops*, *C. johni*, *L. granaria*, *P. monodon*, *P. gaudichaudii*, *C. porteri*.
- El análisis de clasificación (dendrogramas) ordenación numérica (MDS) realizado para las distintas redes de arrastre, reveló la conformación de agrupaciones estadísticamente distintas para los lances experimentales de la V y la VIII Regiones, además de los lances comerciales de la región sur. Para el caso de los estratos de profundidad, los lances experimentales mostraron asociaciones (grupos) estadísticamente diferentes para la V Región, y no así para los lances experimentales de la VIII Región. Asimismo, para los lances comerciales sólo se detectó asociaciones significativamente distintas en la V Región.
- En cuanto al daño, se estimó que la mayor proporción de ejemplares presentó niveles de daño aparente nivel 3 (nivel medio), correspondiente a descamación y rasguños a la altura del opérculo. El daño promedio de los ejemplares retenidos fue mayor en el cubrecopo que en el copo en ocho de diez lances analizados, siendo significativa la diferencia de las medianas de los daños en las naves Bonn y Skorpion.
- Se determinó un efecto significativo de las variables talla, captura total, captura de langostinos y procedencia del ejemplar (copo/cubrecopo) en la variación del daño en ejemplares capturados. El principal factor correspondió al lugar donde se obtuvo el ejemplar (copo o cubrecopo) estimándose que, en promedio, un ejemplar retenido en el cubrecopo tiene 0,158 unidades adicionales de daño (3,2% en una escala de 1 a 5) que uno retenido en el copo.
- Mediante filmaciones submarinas se comprobó el escape de jibia y de lobos marinos debido al uso de rejillas rígidas de selección instaladas en las redes de arrastre. Específicamente, el escape de jibia se observó a bordo del PAM Bonn, mientras que el escape de lobos marinos se registró a bordo de LM María Emperatriz III.

- Se determinó que el uso de rejilla rígida para el escape de lobos marinos no produce diferencias significativas en la captura de merluza común.
- El uso de un nuevo diseño de red de arrastre de fondo, correspondiente a una red de características híbrida entre una red de arrastre de fondo y una de mediagua, demostró una reducción significativa de la fauna acompañante en lances dirigidos a merluza común. La denominada red Tornado, de mallas de hasta 6 m de tamaño en las alas, favorece el escape de la fauna acompañante, sin afectar significativamente los rendimientos de merluza común.
- Respecto a los resultados generales del proyecto, se recomienda que:
 - Una vez que la condición del recurso mejore, esto es mayor biomasa y un rango mayor de tamaños en la población, considerar un incremento gradual en el tamaño de luz de malla de las redes de arrastre de la flota, hasta 120 mm de luz de malla.
 - Analizar con los usuarios y el Comité de Manejo la posibilidad de usar redes de arrastre de fondo con mallas de mayores dimensiones en la sección frontal de las redes con la finalidad de reducir la captura de fauna acompañante.
 - Desarrollar la regulación para incorporar el uso de sistemas excluidores de lobos marinos en las redes de arrastre usadas por la flota.
 - Evaluar el desarrollo de un sistema de registro de redes de arrastre y copos de redes de arrastre que permita a los observadores científicos acceder de manera simple a las características principales de las redes. Lo anterior, debería basarse en el sistema código QR.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, E., J. Villarroel, M. Andrade, A. Cortes.2005. Fauna acompañante en pesquerías de arrastre de crustáceos de Chile: Implicancias y desafíos desde la perspectiva de la biodiversidad. En: Biodiversidad marina: Valoración, usos y perspectivas ¿Hacia dónde va Chile?. Editorial Universitaria S.A. Capitulo IX: 395-495.
- Adasme, L., E. Garcés, J. Azócar Y G. Muñoz. 2016. Protocolo y Elementos de decisión para el trabajo de muestreo de captura incidental en pesquerías demersales. Documento técnico IFOP, 18 pp.
- Aguayo, 1996. Biology and fisheries of Chilean hakes (M. gayi and M. australis) En: Jürgen Alheit y Tony Pitcher (Ed). Hake: Biology, fisheries and market. Chapman y Hall, London.
- Alarcón R. M Montecino & A. Zúñiga. 2011. Fauna concurrente en la pesquería de merluza común en chile centro sur. En Selectividad para la sustentabilidad de pesquerías demersales. Contexto y avances en las pesquerías del Merluccius gayi y Merluccius hubsi. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. 109-140 p.
- Alarcón, R., Arancibia, H. 1993. Talla de primera madurez sexual y fecundidad parcial en la merluza común, Merluccius gayi gayi (Guichenot, 1848). Ciencia y Tecnología del Mar, CONA, 16, 31–45.
- Alarcón, R., F. Balbontín, M. Aguayo, P. Ruiz, S. Núñez, G. Herrera, G. Claramunt & A. Sepúlveda. 2008. Biología reproductiva de merluza común. Informe Final Corregido Proyecto FIP 2006-16. 292 pp.
- Anon, M., 1996. Report of the comprehensive fishery evaluation working group. ICES.C.M. 20(1),1-68.
- Arana, P. 1970. Estudio sobre la selectividad de la merluza (Merluccius gayi gayi, G.) por las mallas de los artes de arrastre, en la zona de Valparaíso. Invest. Mar., Valparaíso, 1(1): 1-39.
- Arana, P.M. (ed.). 2012. Recursos pesqueros del mar de Chile. Escuela de Ciencias del Mar, PUCV, Valparaíso, 308 pp.
- Bagge O (1978) Danish mesh selection experiments with cod in the Baltic. ICES CM 1978/J:17
- Balbontín, F. 2013. Antecedentes sobre la dinámica reproductiva de merluza de cola. Documento técnico GT-M cola N°2/2013. U. de Valparaíso. 7 p.
- Beentjes, M., B. Bull, R. Hurst & N. Bagled. 2002. Demersal fish assemblages along the continental shelf and upper slope of the east coast of the South Island, New Zealand. 2002. Journal of Marine and Freshwater Research. Vol 36:197-223.
- Bezzi, S.I. 1984. Aspectos biológicos pesqueros de la merluza de cola del Atlántico sudoccidental. Rev. Invest. Desarr. Pesq. 4: 63-80 pp.
- Blady, W. & J. Zaucha. 2000. The selectivity of polyethylene codends with diamond meshes and selective windows in cod trawls. Medd. Havsfiskelab. Lysekil, 329: 66-73.
- Bohl H (1980) Selection of cod by bottom trawl cod-ends in the central Baltic (German experiments 1978). ICES CM 1980/B:8
- Bohl H (1981) Selection of cod by bottom trawl cod-ends in the central Baltic (German experiments 1979 and 1980). ICES CM 1981/B:13
- Bohl H, Valencia JE (1976) German mesh selection experiments on Baltic cod in 1974. ICES CM 1976/B:33
- Booth, A., 2004. Determination of cichlid-specific biological reference points. Fish. Res. 67(1),307-316.

- Brandão, A., Butterworth, D.S., Johnstone, S.J., Glazer, J.P. 2004. Using a GLMM to estimate the somatic growth rate trend for male South African west coast rock lobster, Jasus lalandii. Fish. Res. 70, 339-349.
- Bray, J. R. & J. T. Curtis, 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. Ecol Monogr., 27: 325-349.
- Breen, M., J. Dyson, F.G. O'Neill, E. Jones & M. Haigh. 2004. Swimming endurance of haddock (Melanogrammus aeglefinus L.) at prolonged and sustained swimming speeds, and its role in their capture by towed fishing gears. ICES J. Mar. Sci., 61: 1071-1079.
- Broadhurst, M., D. Young & C. Damiano. 2004. Effects of Nordmore-grid angles, profiles and other industry-developed modifications on catches in an Australian penaeid-trawl fishery. Ciencias Marinas, 30(1B): 155-168.
- Brodziak, J., & L. Hendickson. 1999. An analysis of environmental effects on survey catches of squids Loligo pealei and Illex illecebrosus in the northwest Atlantic. Fish. Bull. 97: 9-24.
- Bull, B., R. Francis, A. Dunn, A. McKenzie, D. Gilbert & M. Smith. 2005. CASAL (C++ algorithmic stock assessment laboratory): CASAL user manual v2.07-2005/08/21. NIWA Technical Report 127.274 p.
- Burnham, K.P. & D.R. Anderson. 2002. Model selection and multimodel inference: A practical information theoretic approach (2nd ed.). New York: Springer-Verlag.
- Campos, A. & P. Fonseca. 2003. Selectivity of diamond and square mesh codends for horse mackerel (Trachurus trachurus), European hake (Merluccius merluccius) and axillary sea bream (Pagellus acarne) in the shallow groundfish assemblage off the southwest coast of Portugal. Sci. Mar., 67: 249-260.
- Campos, A., P. Fonseca & K. Erzini. 2003b. Size selectivity of diamond and square mesh cod ends for four by-catch species in the crustacean fishery off the Portuguese south coast. Fish. Res., 60: 79-97.
- Campos, A., P. Fonseca & V. Henriques. 2003a. Size selectivity for four fish species of the deep groundfish assemblage off the Portuguese southwest coast: evidence of mesh size, mesh configuration and cod end catch effects. Fish. Res., 63: 213-233.
- Canales, C. 2007. Investigación evaluación de stock y CTP regionalizada merluza de cola, 2007. Instituto de Fomento Pesquero -Subsecretaría de Pesca. 43 p.
- Canales, C.M., Company, J.B., Arana, P.M., 2016. Spatio-temporal modelling of the maturity, sex ratio, and physical condition of nylon shrimp Heterocarpus reedi (Decapoda Caridea), off Central Chile. Fish. Res. 179, 1–9.
- Canevari, M. & C. Bertonatti. 2005. Guía de delfines, marsopas y zifios de la Patagonia. Del escritorio al campo. Fundación Vida Silvestre Argentina.
- Cantu, J.C. 2004 Guía de identificación y liberación de tortugas marinas. Defenders of wildlife.
- Carrothers, P.J.G. 1980. Estimation of trawl door spread from wing spread. Journal of Northwest Atlantic Fishery Science, Volume 1: 81-89.
- Céspedes, R., L. Adasme & R. San Juan. 2014. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas Profundas, 2013. Sección V: Merluza de cola, 2013. Informe Final IFOP, 71 pp. + Anexos.
- Chopin, F.S., Arimoto, T. 1995. The condition of fish escaping from fishing gears-a review. Fisheries Research 21(3-4): 315-327.

- Clark, W., 1991. Groundfish explotation rates based on life history parameters. Can.J.Fish.Aquat.Sci. 48(1),734-750.
- Clarke, K. R. & R. M. Warwick, 1994. Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth: Plymouth Marine Laboratory, 144 pp.
- Clarke, K.R. & R.M. Warwick. 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 172 pp. PRIMER-E, Plymouth.
- Cleal, J., G. Clement & R. Wells. 2009. Mitigating Incidental Captures of Fur Seals in Trawl Fisheries. A Report Commissioned by Department of Conservation Project MIT 2006/09. 45 pp.
- Clifford, H.T. & W. Stephenson. 1975. An introduction to numerical classification. Academic Press. 229 + xii pp. New York.
- Coelho, R., Infante, P., Santos, M.N. 2013. Application of Generalized Linear Models and Generalized Estimation Equations to model at-haulback mortality of blue sharks captured in a pelagic longline fishery in the Atlantic Ocean. Fish. Res. 145, 66-75.
- Cooper, A.B., R. Hilborn & J.W. Unsworth. 2003. An approach for population assessment in the absence of abundance indices. Ecol. Appl., 13: 814-828.
- Crone, P., M. Maunder, J. Valero, J. McDaniel, B. Semmens, 2013. Selectivity: theory, estimation, and application in fishery stock assessment models. Workshop Series Report 1. Center for the Advancement of Population Assessment Methodology (CAPAM). 50 p.
- Cubillos, L., Ibáñez Ch., González C. y A. Sepúlveda 2004. Pesca de Investigación: Pesca de Jibia (Dosidicus gigas) con red de cerco entre la V y X Regiones, año 2003. Inst. Inves. Pesq. VIII Región. Talcahuano (Chile).: Pp.1-48.
- Dahm, E. 1998. Measurements of codend selectivity for North Sea saithe by the covered codend and divided trawl methods. Arch. Fish. Mar. Res., 46: 43-59.
- Dahm, E., H. Wienbeck, C.W. West, J.W. Valdemarsen & F.G. O'Neill. 2002. On the influence of towing speed and gear size on the selective properties of bottom trawls. Fish. Res., 55: 103-119.
- Deval, M.C., T. Bök, C. Ateş & H. Özbilgin. 2007. Size selectivity of three diamond mesh codends for the European hake (Merluccius merluccius) and the tubgurnard (Trigla lucerna) in the sea of Marmara, Turkey. J. Appl. Ichthyol., 23: 167-172.
- Dunn, M. 2006. A review of experimental methods for determining catchability for trawl surveys. New Zealand Fisheries Assessment Report 2006/51. 31 p.
- Dunn, M., & M. Pawson. 2002. The stock structure and migrations of plaice populations on the west coast of England and Wales. J. of Fish Biol. 61: 360-393.
- Ehrhardt, N., R. Ercoli, J. García, J. Bartozzetti & A. Izzo. 1996. Influencia de la cantidad de captura en la selectividad de mallas diamante y cuadrada en redes de arrastre para la merluza común (Merluccius hubbsi) e implicancias sobre el potencial de descarte. Rev. Invest. Des. Pesq., 10: 31-43.
- Engås, A. & O. Godø. 1989. The effect of different sweep lengths on the length composition of bottom-sampling trawl catches. Journal du Conseil International pour I 'Exploration de la Mer 45: 263-268.
- Erickson, D.L., J.A. Perez-Comas, E.K. Pikitch & J.R. Wallace. 1996. Effects of catch size and codend type on the escapement of walleye pollock (Theragra chalcogramma) from pelagic trawls. Fish. Res., 28: 179-196.
- Evinton, J. S. 1982. Marine ecology. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J. 526 p

- Fanning, L.P. 1985. Intercalibration of the research survey results obtained by different vessels CAFSAC (Canadian Atlantic Fisheries Scientific Advisory Committee) Research Document 85/3, Dartmouth, Nova Scotia.
- FAO, 2003. Management, co-Management or no management. FAO Technical Paper 426/1. 117 pp.
- Field, J.G., Clarke, K.R. & Warwick, R.M. 1982. A practical strategy for analysis of multispecies distribution patterns. Mar. Ecol. Prog. Ser. 8, 37-52.
- Fonseca, P., A. Campos & R.B. Millar. 2007. Codend selection in the deep-water crustacean trawl fishery in Portuguese southern waters. Fish. Res., 85: 49-60.
- Fryer, R.J. & J.G. Shepherd. 1996. Models of codend size selection. J. Northwest Atlantic Fish. Sci., 19: 91-102.
- Fryer, R.J. 1991. A model of between-haul variation in selectivity. ICES J. Mar. Sci. 48, 281–290.
- Gálvez, M. & H. Rebolledo. 2005. Estimating codend size selectivity of bottom trawlnet in Chilean hake (Merluccius gayi gayi) fish. Invest. Mar., Valparaíso, 33(2): 151-165.
- Gálvez, M., H. Rebolledo & S. Lillo. 2000. Análisis de selectividad en la pesquería de merluza común en la zona centro sur. Informe Final, Proyecto FIP-IT/96-25: 100 pp.
- Glass, C. & C. Wardle. 1989. Comparison of the reactions of fish to a trawl gear, at high and low light intensities. Fish. Res. 7: 249-266.
- Godø, O. & V. Wespestad 1993. Monitoring changes in abundance of gadoids with varying availability to trawl and acoustic surveys. ICES J. of Mar. Sci. 50: 39-51.
- Godø, O. 1990. Factors affecting accuracy and precision in abundance estimates of gadoids from scientific surveys. Dr. Philos. Thesis. Bergen, University of Bergen.
- Godø, O., S. Walsh & A. Engels. 1999. Investigating density-dependent catchability in bottom trawl surveys. ICES J. Mar. Sci. 56: 292-298.
- Graham, N., F.G. O'Neill, R.J. Fryer, R.D. Galbraith & A. Myklebust. 2004. Selectivity of a 120 mm diamond cod-end and the effect of inserting a rigid grid or a square mesh panel. Fish. Res., 67: 151-161.
- Grimaldo, E., M. Sistiaga & R.B. Larsen. 2008. Evaluation of codends with sorting grids, exit windows, and diamond meshes: size selection and fish behavior. Fish. Res., 91: 271-280.
- Grimaldo, E., R.B. Larsen & R. Holst. 2007. Exit windows as an alternative selective system for the barents sea demersal fishery for cod and haddock.
- Gulland, J. A. 1956. On the fishing effort in English demersal fisheries. Fisheries Investigations, Series II, Marine Fisheries, vol. 20 Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, London.
- Gulland, J.A. 1983. Fish stock assessment A manual of basic methods. FAO/Wiley Ser. on Food and Agriculture, Vol 1: 233 pp.
- Gunn, J. & E. Glass. 2004. Influence of social behaviour and behavioural interactions in understanding temporal and spatial dynamics and their effect on availability and catchability. ICES J. of Mar. Sci. 61: 1236-1237.
- Halliday, R.G. 2002. A comparison of size of Atlantic cod (Gadus morhua) and haddock (Melanogrammus aeglefinus) by bottom longlines and otter trawls. Fish. Res., 57: 63-73.
- Halliday, R.G., C.G. Cooper, P. Fanning, W.M. Hickey & P. Gagnan. 1999. Size selection of Atlantic cod, haddock and pollock (saithe) by otter trawls with square and diamond mesh codends of 130-155 mm mesh size. Fish. Res., 41: 255-271.

- Harden-Jones, R., A. Margetts, M. Greer Walker & G. Arnold. 1977. Efficiency of the Granton otter trawl determined by sector scanning sonar and acoustic transponding tags. Journal du Conseil International pour I 'Exploration de la Mer 170: 45-51.
- He, P. 2007. Selectivity of large mesh trawl codends in the Gulf of Maine I. Comparison of square and diamond mesh. Fish. Res., 83: 44-59.
- Herrmann, B. 2005. Effect of catch size and shape on the selectivity of diamond mesh cod-ends II. Theoretical study of haddock selection. Fish. Res., 71: 15-26.
- Herrmann, B. 2005. Modelling and simulation of size selectivity in diamond mesh trawl cod-ends. PhD Thesis
- Herron, R.C., Nelson May Jr, L. 2011. Using Kappenman's model to compare the relative fishing power of 42-foot shrimp trawls and 65-foot fish trawls during summer and fall in the Western and North-Central Gulf of Mexico. Gulf of Mexico Science 29 (2), pp. 79-90.
- Hickey, W.M., G. Brothers & D.L. Boulos. 1993. A study of selective fishing methods for the northern cod otter trawl fishery. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci., 1934: 37 pp.
- Hilborn, R. & C.J. Walters. 1992. Quantitative Fisheries Stock Assessment Choice, Dynamics and Uncertainty, New York, Chapman & Hall.
- Hjellvik, V., K. Michalsen, A. Aglen & O. Nakken. 2003. An attempt at estimating the effective fishing height of the bottom trawl using acoustic survey recordings. ICES J. of Mar Sci. 60: 967-979.
- Hjellvik, V., O. Godø & D. Tjøstheim. 2002. Diurnal variation in bottom trawl survey catches: does it pay to adjust. Canadian J. of Fish. Aquat Sci. 59: 33-48.
- Hucke-Gaete, R. & J.Ruiz. 2009. Guía de campo de las especies de aves y mamíferos marinos del sur de Chile. Universidad Austral de Chile Comisión Nacional del Medio Ambiente, 132 p.
- Huse, I., S. Løkkeborg & A.V. Soldal. 1996. Effects of fishing strategy on relative selectivity in trawls, longline and gillnets. ICES CM 1996/B23: 21 pp.
- Hyslop, E.J. 1980. Stomach contents analysis: a review of methods and their application. J. Fish Biol. 17: 411-429.
- ICES. 2004. Mesh Size Measurement Revisited. ICES Cooperative Research Report, No. 266. 56 pp.
- IFOP, 2014. Revisión de los puntos biológicos de referencia en las pesquerías nacionales. Informe del segundo taller internacional. 74 p.
- IFOP, 2017. Manual de muestreo de pesquerías. Procedimiento N°:IT-1PE-7-2
- Ingólfsson, Ó. A., Soldal, A. V., Huse, I. & Breen, M. 2007. Escape mortality of cod, saithe, and haddock in a Barents Sea trawl fishery. ICES Journal of Marine Science, 64: 1836–1844.
- Ingolfsson, O., Soldal, A.V., Huse, I., 2002. Mortality and injuries of haddock, cod and saithe escaping through codend meshes and sorting grids. ICES CM 2002/V:32
- Isaksen, B. & J.W. Valdemarsen. 1990. Codend with short lastridge ropes to improve size selectivity in fish trawls. ICES CM 1990/B46: 8 pp.
- Isaksen, B., S. Lisovsky & V.A. Sakhno. 1990. A comparison of the selectivity in codends used by the Soviet and Norwegian trawler fleet in the Barents Sea. ICES CM 1990/B51: 23 pp.
- Jacobsen, N.S., H. Gislason., K.H. Andersen. 2013. The consequences of balanced harvesting of fish communities. Proc. R. Soc. B Biol. Sci. 281. http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2013.2701.
- Jiménez, S., Phillips, R. A., Brazeiro, A., Defeo, O., Domingo, A. 2014. Bycatch of great albatrosses in pelagic longline fisheries in the southwest Atlantic: contributing factors and implications for management. Biol. Conserv. 171, 9-20.

- Jones, E.G., K. Summerbell & F.G. O'Neill. 2008. The influence of towing speed and fish density on the behaviour of haddock in a trawl cod-end. Fish. Res., 94: 166-174.
- Jones, J.B. 1993. Net damage injuries to New Zealand hoki, Macruronus novaezelandiae. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 27: 23 30.
- Jul-Larsen, E., J. Kolding, R. Overå, J. Raakjær Nielsen & P.A.M. van Zwieten. 2003. Management, comanagement or no management? Major dilemmas in southern African freshwater fisheries. 1.Synthesis report. FAO Fisheries Technical Paper. No. 426/1. Rome, FAO. 127 p.
- Kelso, J. & Ch. Minns. 1996. If fish species richness at sites in the Canadian Great Lakes the results of local or regional factors. Canadian J. Fish Aquat. Sci. Vol 53:175-193.
- Kynoch, R. M. O'Dea, & F. O'Neill. 2004. The effect of strengthening bags on codend selectivity of a Scottish demersal trawl. Fish. Res. 68: 249-257.
- Labropoulou, M. & Papaconstantinou, C. 2004. Community structure and diversity of demersal fish assemblages: The role of fishery. Sci. Mar. 68 (1), 215-226.
- Lambshead, P.J.D., Platt, H.M. & Shaw, K.M. 1983. The detection of differences among assemblages of marine benthic species based on an assessment of dominance and diversity. J. Nat. Hist. 17, 859-874.
- Lauth, R., J. Ianelli, & W. Wakefield. 2004a. Estimating the size selectivity and catching efficiency of a survey bottom trawl for thornyheads, Sebastolobus spp. using a towed video cameras led. Fish. Res. 70: 27-37.
- Lauth, R., W. Wakefield, & K. Smith. 2004b. Estimating the density of thornyheads, Sebastolobus spp., using a towed video cameras led. Fish. Res. 70: 39-48.
- Levinton, J. S. 1982. Marine ecology. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J. 526 p.
- Lillo, S., V. Ojeda, J. Olivares, R. Tascheri, M. Braun, S. Núñez, J. Ortiz & P. Torres. 2001. Evaluación acústica de merluza común en la zona centro-sur, año 2000. Informe Final FIP-IT/2000-04: 126 pp.
- Lillo, S., V. Ojeda, R. Céspedes, F. Balbontín, A. Saavedra, R. Bravo, L. Adasme y M. Rojas. 2002. Evaluación hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola, 2001. Informe Final FIP 2001-19. 78 p.
- Lillo, S., J. Olivares, M. Braun, S. Núñez, A. Saavedra, J. Saavedra y E. Molina. 2006. Evaluación hidroacústicas de merluza común, año 2005. Informe Final. Proyecto FIP Nº 2005-05.
- Lillo, S., R. Bahamondes, J. Olivares, J.C. Saavedra, E. Molina, E. Díaz, M. Braun, S. Núñez, E. Navarro, S. Vásquez, A. Sepúlveda, R. Alarcón y A. Saavedra. 2007. Evaluaciones hidroacústicas de merluza común, año 2006. Informe final proyecto FIP 2006-03. http://www.fip.cl/proyectos/2006/IT 2006-03.
- Lillo, S., R. Bahamondes, J. Olivares, J. Saavedra, E. Molina, E. Díaz, M. Braun, S. Núñez, E. Navarro, S. Vásquez, A. Sepúlveda, R. Alarcón & A. Saavedra. 2009. Evaluación hidroacústica de merluza común, año 2007. Informe final proyecto FIP 2007-16.
- Lillo, S., E. Molina, J. Saavedra, J. Olivares, E. Díaz, S. Núñez, E. Navarro, S. Vásquez, R. Alarcón, A. Sepúlveda, M. Braun & A. Saavedra. 2009. Evaluación hidroacústica de merluza común, año 2008. Informe Final FIP-IT/2008-14: 209 pp.
- Lillo S., R. Bahamondes, J. Olivares, J.C. Saavedra, E. Molina, E. Díaz, E. Molina, M. Rojas, M. Braun, J. Angulo, V. Valenzuela, S. Núñez, S. Vásquez, A. Sepúlveda, S. Soto, A. Saavedra. 2013. Evaluación hidroacústica de merluza común, año 2012. Informe Final Proyecto FIP 2012-04.

- Lillo, S., J. Legua, J. Olivares, J. Saavedra, E. Molina, E. Díaz, M. Rojas, J. Angulo, V. Valenzuela, S. Núñez, S. Vásquez, A. Sepúlveda, S. Soto. 2014. Evaluación directa de merluza común, año 2013. Informe Final. Proyecto FIP 2013-12. Instituto de Fomento Pesquero. 181 p. +Figuras, Tablas y Anexos.
- Lillo, S., J. Legua, J. Olivares, J. Saavedra, E. Molina, E. Díaz, M. Rojas, J. Angulo, V. Valenzuela, S. Núñez, S. Vásquez, R Luna & J. C Saavedra. 2017. Evaluación directa de merluza común, año 2016.
- Lowry, N., L.H. Knudsen & D.A. Wileman. 1995. Selectivity in Baltic cod trawls with square mesh codend windows. ICES CM 1995/B5: 17 pp.
- Lucchetti, A. 2008. Comparison of diamond- and squaremesh codends in the hake (Merluccius merluccius L. 1758) trawl fishery of the Adriatic Sea (central Mediterranean). Sci. Mar., 72: 451-460.
- Macbeth, W.G., M.K. Broadhurst & R.B. Millar. 2005. Fishery-specific differences in the size selectivity and catch of diamond- and square-mesh codends in two Australian penaeid seines. Fish. Manag. Ecol., 12: 225–236.
- Madsen, N. 2007. Selectivity of fishing gears used in the Baltic Sea cod fishery. Rev. Fish Biol. Fish., 17: 517-544.
- Madsen, N., R. Holst & L. Foldager. 2002. Escape windows to improve the size selectivity in the Baltic cod trawl fishery. Fish. Res., 57: 223-235.
- Madsen, N., T. Moth-Poulsen & N. Lowry. 1998. Selectivity experiments with codends fished in the Baltic Sea cod (Gadus morhua) fishery. Fish. Res., 36: 1-14.
- Main, J. & Sangster, G.I. 1991. Do fish escaping from codends survive? Scottish Fisheries Research Report, 18/91.
- McCullagh, P., & Nelder, J. A., 1989. Generalized linear models II. London: Chapman and Hall.
- Melo, T., D. Queirolo, C. Hurtado & E. Gaete. 2004. Determinación in situ del contacto de redes de arrastre de fondo. Invest. Mar. (Valparaíso), 32(2): 91-97.
- Melo, T., F. Hurtado, D. Cerda & D. Queirolo. 2002. Análisis del comportamiento de escape de ejemplares juveniles de merluza de cola a través de dispositivos de escape, mediante el uso de filmaciones submarinas. Informe Final. Escuela de Ciencias del Mar. Estud. Doc. Nº 15/2002, 45 pp.
- Menares, B. & J. Sepúlveda. 2005. Grupos recurrentes de peces y crustáceos demersales en la zona centro-sur de Chile. Investigaciones Marinas 33(1): 91-100.
- Millar, R. & R. Fryer. 1999. Estimating the size-selection of towed gears, traps, nets and hooks. Rev. Fish Biol. Fish. 9: 89-116.
- Millar, R.B. 1994. Sampling from trawl gears used in size selectivity experiments. ICES J. Mar. Sci., 51: 293–298.
- Millar, R.B., Walsh, S.J., 1992. Analysis of trawl selectivity studies with an application to trouser trawls. Fish. Res. 13, 205–220.
- Misund, O.A., J. Kolding & P. Freón. 2002. Fish capture devices and their influence on fisheries management. In: Handbook on Fish and Fisheries, vol. II, P.J.B. Hart & J.D. Reynolds (eds.). London, Blackwell Science.
- Nédélec, C. & J. Prado (eds.). 1987. FAO Catalogue of Small Scale Fishing Gear. Blackwell Science Ltd., Oxford. 224 pp.

- Netzel, J. & J. Zaucha. 1989. Investigation results of cod trawls codend selectivity. ICES CM 1989/B54: 9 pp.
- Niklitschek, E. & P. Toledo. 2011. Evaluación hidroacústica de alfonsino, año 2009. Informe Final FIP Nº2009-14. Universidad Austral de Chile, 162 pp.
- Niklitschek, E.J., D.H. Secor, P. Toledo, X. Valenzuela, L. Cubillos & A. Zuleta. 2014. Nursery systems for Patagonian grenadier off Western Patagonia: large inner sea or narrow continental shelf?. ICES Journal of Marine Science, 71(2), 374–390. doi:10.1093/icesjms/fst129.
- O'Neill, F.G. & R.J. Kynoch. 1996. The effect of cover mesh size and codend catch size on codend selectivity. Fish. Res., 28: 291-303.
- O'Neill, F.G., R.J. Kynoch & R.J. Fryer. 2006. Square mesh panels in North Sea demersal trawls: separate estimates of panel and cod-end selectivity. Fish. Res., 78: 333-341.
- Ojeda, V., J. Olivares, F. Balbontín, D. Garland, L. Cubillos; R. Alarcón, M. George-Nascimiento y A. Sepúlveda. 1997. Validación de los métodos aplicados en la estimación de edad y crecimiento, y determinación de la mortalidad en merluza común en la zona centro-sur. Informe Final FIP 95-15, 129 p.
- Olofsson J, Otterlind G (1978) Swedish mesh selection experiments on Baltic cod in 1977 and 1978. ICES CM 1978/B:2
- O'Neill, F., & R. Kynoch. 1996. The effect of cover mesh size and codend catch size on codend selectivity. Fish. Res. 28: 291-303.
- O'Neill, F., L. Knudsen, D. Wileman, & S. McKay. 2005. Codend drag as a function of catch size and towing speed. Fish. Res. 72: 163-171.
- Özbilgin, H. & Z. Tosunoğlu. 2003. Comparison of the selectivities of double and single codends. Fish. Res. 63: 143-147.
- Paul, C., Maunder, M., Valero, J., McDaniel, J., Semmens, B. Selectivity: theory, estimation, and application in fishery stock assessment models Workshop Series Report 1 June 2013. Center for the Advancement of Population Assessment Methodology (CAPAM) NOAA / IATTC / SIO.
- Payá, I. 2014. Investigación del estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables en merluza de cola, 2014. Informe Final IFOP, 249 pp. + Anexos.
- Payá, I. 2015. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales al año 2016. Merluza de cola, año 2016. Informe de Estatus. Instituto de Fomento Pesquero: 205 p.
- Piasente, M., L. Knuckey, S. Eayrs & P. McShane. 2004. In situ examination of the behaviour of fish in response to demersal trawl nets in an Australian trawl fishery. Mar. and Freshwater Res. 55: 825-835.
- Pielou, E. C. An introduction to mathematical ecology. Wiley Interscience. John Wiley & Sons, New York 1969. VIII + 286 S., 32 Abb., Preis 140 s
- Pinkas L, SM Oliphant & ILK Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. DepartmentFish and Game. FishBulletin 152: 1-105.
- Queirolo, D, J. Merino, M. Ahumada, I. Montenegro, E. Gaete & R. Escobar. 2014. Composición de especies en la pesquería artesanal de enmalle de merluza común Merluccius gayi gayi en Chile central. Revista de Biología Marina y Oceanografía. Vol. 49, Nº1: 61-69, abril 2014.

- Queirolo, D., C.F. Hurtado, M. Ahumada, E. Gaete, M.C. Soriguer & K. Erzini. 2012. Alternative codends to improve the size selectivity for nylon shrimp (Heterocarpus reedi) and yellow squat lobster (Cervimunida johni) off the Chilean coast. J. Appl. Ichthyol. 28: 537-544.
- Queirolo, D., E Gaete & M Ahumada. 2013a. Gillnet selectivity for Chilean hake (MerlucciusgayigayiGuichenot, 1848) in the bay of Valparaíso. Journal of Applied Ichthyology 29: 775-781.
- Queirolo, D., E Gaete, M Ahumada, F Hurtado, J Merino, I Montenegro, R Escobar & V Zamora. 2013b. Selectividad de redes de enmalle en la pesquería artesanal de merluza común. Informe Final FIP-IT/2011-10: 1-71.
- Queirolo, D., E Gaete, M Ahumada, T Melo, J Merino & R Escobar. 2011. Caracterización de las redes de enmalle en la pesquería artesanal de merluza común. Informe Final FIPIT /2009-23: 1-117.
- Queirolo, D., I. Montenegro, E. Gaete & G. Plaza. 2010b. Direct observation of Chilean hake (Merluccius gayi gayi) behaviour in response to trawling in a south central Chilean fishery. Fish. Res., 102: 327-329.
- Queirolo, D., K. Erzini, C.F. Hurtado, E. Gaete & M.C. Soriguer. 2011. Species composition and bycatches of a new crustacean trawl in Chile. Fish. Res. 110: 149–159.
- Queirolo, D., M. Ahumada, C.F. Hurtado, M.C. Soriguer & K. Erzini. 2012. The effects of subsampling and between-haul variation on the size-selectivity estimation of Chilean hake (Merluccius gayi gayi). Lat. Am. J. Aquat. Res., 40(2): 345-357.
- Queirolo, D., M. Ahumada, F. Hurtado & T. Melo. 2010a. Evaluación del desempeño operativo de la nueva red de arrastre en pesquerías de crustáceos demersales. Informes Técnicos FIP. FIP-IT/2008-26, 172 pp.
- Queirolo, D., T. Melo, C. Hurtado, I. Montenegro, E. Gaete, J. Merino, V. Zamora & R. Escobar. 2008b. Efecto del uso de paneles de escape de malla cuadrada sobre la reducción de peces juveniles en la pesquería de arrastre de merluza común (Merluccius gayi gayi). Lat. Am. J. Aquat. Res., 36(1): 25-35.
- Queirolo, D., V. Zamora, C. Hurtado, I. Montenegro, T. Melo, J. Merino, E. Gaete & R. Escobar. 2008a. Caracterización de agregaciones de merluza de cola (Macruronus magellanicus) en la zona centro-sur de Chile. Lat. Am. J. Aquat. Res., 36(2): 259-269.
- R Development Core Team. 2004. R: a language and environment for statistical computing. R foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available at: http://www.R-project.org.
- Reeves, S.A., D.W. Armstrong, R.J. Fryer & K.A. Coull. 1992. The effects of mesh size, cod-end extension length and cod-end diameter on the selectivity of Scottish trawls and seines. ICES J. Mar. Sci., 49: 279-288.
- Reis, E. & M. Pawson. 1999. Fish morphology and estimating selectivity by gillnets. Fish. Res. 39: 263-273.
- Robertson, J.H.B. & P.A.M. Stewart. 1988. A comparison of size selection of haddock and whiting by square and diamond mesh codends. ICES J. Mar. Sci., 44: 148-161.
- Robson, D.S. 1966. Estimation of the relative fishing power of individual ships. Int. Comm. Northwest Atl. Fish. Res. Bull. 3:5–15.
- Rojo, A. & M. Silvosa. 1970. Selectividad de la red comercial de arrastre en la pesquería de la merluza argentina. Proy. Des. Pesq., Ser. Inf. Téc., 24: 37-48.

- Saetersdal, G. & L. Villegas. 1968. Informe sobre experimentos de selectividad de merluza con redes de arrastre. Bol. Inst. Fom. Pesq., 9: 1-16.
- Sakhno, V.A. & M.K. Sadokhin. 1982. On experimental studies of trawl codend selectivity. ICES CM 1982/B6: 21 pp.
- Sala, A. & A. Lucchetti. 2010. The effect of mesh configuration and codend circumference on selectivity in the Mediterranean trawl Nephrops fishery. Fish. Res., 103: 63-72.
- Salazar, C., R. Guevara-Carrasco, A. Gonzales & J. Calderón. 1996. Selectividad de las artes de pesca de la flota arrastre comercial 1996. Inf. Inst. Mar del Perú, 120: 7-11.
- Salthaug, A. & O.R. Godø. 2001. Standardization of commercial CPUE Fish. Res., 49: 271-281.
- San Martín, M., Cubillos, L & Saavedra, J (2011). The spatio temporal distribution of juvenile hake (Merluccius gayi gayi) off central southern Chile (1997-2006). Acuatic Living Resources, 24, 161-168.
- Sangster, G.I. & K.M. Lehmann. 1994. Commercial fishing experiments to assess the scale damage and survival of haddock and whiting after escape from four sizes of diamond mesh codends. ICES CM 1994/B38: 26 pp.
- Santos, M., M. Gaspar, C. Monteiro & P. Vasconcelos. 2002. Gill net and long-line catch comparisons in a hake fishery: the case of southern Portugal. Scientia Marina 66(4): 433-441.
- Shevtsov SE (1981) Selectivity of the bottom trawl codends with 100 and 110 mm mesh size used for the Baltic cod fishery. ICES CM 1981/B:7
- Simmonds, E.J. & S. Keltz. 2007. Management implications and options for a stock with unstable or uncertain dynamics: west of Scotland herring. ICES J. Mar. Sci., 64: 679-685.
- Sissenwine, M. P. & E. W. Bowman. 1978. An analysis of some factors affecting the catchability of fish by bottom trawls. ICNAF Res. Bull., 13: 81-97.
- Smolowitz, R.J. 1983. Mesh size and the New England groundfishery-applications and implications. NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-771: 22 pp.
- Sokal, R.R. & F.J. Rohlf 1995. Biometry. W. H. Freeman, 887 pp.
- Soldal, A.V., Engas, A., Isaksen, B., 1993. Survival of gadoids that escape from a demersal trawl. ICES Mar. Sci. Symp. 196, 62–67.
- Solmundsson, J.,H. Karlsson, & J. Palsson. 2003. Sexual differences in spawning behaviour and catchability of plaice (Pleuronectes platessa) west of Ireland. Fish. Res. 61: 57-71.
- Somerton, D. 2004. Do Pacific cod (Gadus macrocephalus) and walleye pollock (Theregra chalcogramma) lack a herding response to the doors, bridles, and mudclouds of survey trawls? ICES J. of Mar. Sci. 61: 1186-1189.
- Somerton. D., J. Ianelli, S. Walsh, S. Smith, O. Godø & D. Ramm. 1999. Incorporating experimentally derived estimates of survey trawl efficiency into the stock assessment process: a discussion. ICES J. Mar. Sci. 56: 299-302.
- Stepputtis, D., J. Santos., B. Herrman., B. Mieske. 2016. Broadening the horizon of size selectivity in trawl gears. Fisheries Research 184, 18-25.
- Stergiou, K.I. & Pollard, D.A. 1994. A spatial analysis of the commercial fisheries catches from the Greek Aegean Sea. Fish. Res. 20 (2-3), 109-135.
- Stergiou, K.I., Moutopoulos, D.K., Erzini, K. 2002. Gill net and longlines fisheries in Cyclades waters (Aegean Sea): species composition and gear competition, Fish. Res. 57, 25-38.

- Stergiou, K.I., Moutopoulos, D.K., Soriguer, M.C., Puente, E., Lino, P.G., Zabala, C., Monteiro, P., Errazkin, L.A., Erzini, K. 2006. Trammel net catch species composition, catch rates and métiers in southern European waters: A multivariate approach. Fish. Res. 79 (1-2), 170-182.
- Stewart, I.J., Thorson, J.T., Wetzel, C.R., 2011. Status of the U.S. Sablefish Resource in 2011. Pacific Fishery Management Council, Portland, OR.
- Stewart, P.A.M. & J.H.B. Robertson. 1985. Small mesh cod end covers. Scot. Fish. Res. Rep. No. 32. Department of Agriculture and Fisheries for Scotland, Marine Laboratory, Aberdeen.
- Stoner. A. 2004. Effects of environmental variables on fish feeding ecology: implications for the performance of baited fishing gear and stock assessment. J. Fish Biol. 65: 1445-1471.
- Strzyzewski W, Szyman' ski W, Zdziebkowski G (1973) Investigations on the selectivity of Baltic cod and flounder carried out in 1972/1973. ICES CM 1973/F:25
- Subsecretaría de Pesca (Subpesca). 2006. Cuota global anual de captura 2006 en las unidades de pesquería de merluza de cola (Macruronus magellanicus) y otras medidas de administración. Inf. Tec. (R.Pesq.) Nº 19, Subsecretaría de Pesca, Valparaíso. 43 p.
- Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA). 2010. Cuota global anual de captura de merluza común (Merluccius gayi gayi), año 2011. Inf. Téc. (R. Pesq.), 124/2010: 56 pp.
- Subsecretaría de Pesca (Subpesca). 2011. Cuota Global Anual de Captura para las Unidades de Pesquería de merluza de cola (Macruronus magellanicus), año 2012. Informe Técnico (R. Pesq.) N° 112.
- Suuronen, P. 2005. Mortality of fish escaping trawl gears. FAO Fish. Tech. Pap. 478, 72 pp. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Suuronen, P., Lehtonen, E., Jounela, P. 2005. Escape mortality of trawl caught Baltic cod (Gadus morhua): The effect of water temperature, fish size and codend catch. Fisheries Research 71 (2): 151-163.
- Suuronen, P., Lehtonen, E., Tschernij, V., Larsson, P.-O., 1996. Skin injury and mortality of Baltic cod escaping from trawl codends equipped with exit windows. Arch. Fish. Mar. Res. 44 (3), 165–178.
- Suuronen, P., Perez-Comas, J.A., Lehtonen, E. & Tschernij, V. 1996b. Size-related mortality of herring (Clupea harengus L.) escaping through a rigid sorting grid and trawl codend meshes. ICES J. Mar. Sci., 53: 691–700.
- Szalay, P. von & D. Somerton. 2005. The effect of net spread on the capture efficiency of a demersal survey trawl used in the eastern Bering Sea. Fish. Res. 74: 86-95.
- Szalay, P. von. 2004. The effect of improved footrope contact measurements on trawl area swept estimates. Fish. Res. 69: 389-398.
- Szuwalski, C.S., J.N. Ianelli & A.E. Punt. 2017. Reducing retrospective patterns in stock assessment and impacts on management performance. ICES J. Mar. Sci.,doi:10.1093/icesjms/fsx159.
- Tascheri, R., J. Sateler, H. Rebolledo, R. Alarcón, L. Bustos, P. Barraza, S. Nuñez, A Sepulveda y J. González. 2006. Monitoreo de las capturas de merluza común, año 2005. Informe Final FIP N° 2005-07.
- Tascheri, R., P. Gálvez & J, Sateler. 2016. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales año 2017: Merluza común, 2017. Informe 1 de Status. Convenio de Desempeño 2016.

- Tascheri, R., P. Galvez, J. Sateler & A. Flores. 2011. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales año 2012, merluza común. 91 pp + Anexos.
- Tascheri, R., R. Alarcón, J. Sateler, H. Rebolledo, A. Sepúlveda, S. Núñez & L. Bustos. 2006. Monitoreo de las capturas de merluza común, año 2005. Informe Final. Proyecto FIP № 2005-07.
- Tokaç, A., H. Özbilgin & H. Kaykaç. 2010. Selectivity of conventional and alternative codend design for five fish species in the Aegean Sea. J. Appl. Ichthyol., 26: 403-409.
- Trenkel, V., P. Lorance, & S. MaMvas. 2004b. Do visual transects provide true population density estimates for deepwater fish? ICES J. of Mar. Sci. 61: 1050-1056.
- Trenkel, V., R. Francis, P. Lorance, S. MaMvas, M. Rochet, & D. Tracey. 2004a. Availability of deep-water fish to trawling and visual observation from a remotely operated vehicle (ROV). Mar. Ecol. Prog. Series 284: 293-303.
- Troncoso, D.G. & X. Paz. 2003. Testing methods for estimating the factor power correction obtained from the comparative fishing trial: C/V Playa de Menduina versus R/V Vizconde de Eza. Northwest Atlantic Fisheries Organization, 2003 Scientific Council Research (SCR) Documents, Serial No. N4811, NAFO SCR Doc. 03/5, 8 pp.
- Troncoso, M., I. Poveda, O. Guzmán, C. Vera, P. Toledo, A. Gallardo, V. Valdebenito, L. Bendel, M. San Martín, V. Escobar, M. Zilleruelo, D. Párraga, C. Montenegro & C. Bravo. 2013. Manual de Muestreo de Pesquerías. Procedimiento Nº IT-1/PE-7-2. 156 pp + anexos.
- Tschernij, V. & R. Holst. 1999. Evidence of factors at vessel-level affecting codend selectivity in Baltic cod demersal fishery. ICES CM 1999/R02: 12 pp.
- Tschernij, V., P.O. Larsson, P. Suuronen & R. Holst. 1996. Swedish trials in the baltic Sea to improve selectivity in demersal trawls. ICES CM 1996/B25: 16 pp.
- Verazay, G., G. Arena, M. Simonazzi, W. Ubal, H. Cordo, H. Nion, D. Hernández & M. Rey. 1992. Selectividad en la merluza (Merluccius hubbsi) en la zona común de pesca. CTMFM-Series Circulares, 3: 14-25.
- Wallace, R. 1981. An assessment of the diet-overlap indexes. Trans. Am. Fish. Soc., 110(1): 72-76.
- Walsh, S. & W. Hickey. 1993. Behavioural reactions of demersal fish to bottom trawls at various light conditions. ICES Mar. Sci. Symposium 196: 68-76.
- Walsh, S. 1992. Size dependent selection at the footgear of a groundfish survey trawl. North American J. of Fish. Management 12: 625-633.
- Walsh, S., O. Godo, & K. Michalsen. 2004. Fish behaviour relevant to fish catchability. ICES J. of Mar. Sci. 61: 1238-1239.
- Wienbeck, H. & E. Dahm. 2000. New ways for an improvement of the selectivity of trawl codends in the Baltic cod fishery. Medd. Havsfiskelab. Lysekil, 329: 80-93.
- Wilcoxon, F. 1945. "Individual Comparisons by Ranking Methods". Biometrics 1, 80-83.
- Wilderbuer, T.K., Kappenman, R.F., Gunderson, D.R. 1998. Analysis of fishing power correction factor estimates from a trawl comparison experiment. North American Journal of Fisheries Management 18 (1), pp. 11-18.
- Wileman, D.A., R.S.T. Ferro, R. Fonteyne & R.B. Millar. 1996. Manual of methods of measuring the selectivity of towed fishing gears. ICES Coop. Res., 215: 126 pp.

- Wileman, D.A., Sangster, G.I., Breen, M., Ulmestrand, M., Soldal, A.V. & Harris, R.R. 1999. Roundfish and Nephrops survival after escape from commercial fishing gear. Final report. EC Contract FAIR-CT95-0753. Brussels, EC.
- Wootton, R.1989. Ecology of Teleost Fishes. Chapman and Hall. Chapter 12: 308-342.
- Young, Z., J. Chong, H. Robotham, P. Gálvez & H. González. 1998. Análisis de la pesquería de merluza de cola en la zona sur-austral. Informe Final FIP 96-37 IFOP, 193 pp. + Anexos.
- Zaret, T. & S. Rand. 1971. Competition in tropical stream fishes: support for the competitive exclusion principle. Ecology, 52: 336-342.

Zhou et al., 2010

Zhoue, S., A.D.M. Smith., A.E. Punt., A.J. Richardson., M. Gibbs., E.A. Fulton., C. Bulman., P. Bayliss., K. Sainsbuty. 2010. Ecosystem-based fisheries management requires a chamge to the selective fishing philosophy. Proc. Natl.Acad.Sci., 107, 9485-9489.



Anexo I. Planos de redes

PE Ø3.8 D PE Ø 4.2 D MAT I PE Ø3.0 PE Ø3.3 PE Ø3.4 PE Ø2.9 . ا ا REFERENCIA
Laboratorio de Tecnologia Pesquera (TECPES)
Secula de Gencias del Mar
Pontificia Universidad Carloica de Valparaísio
Valparaíso, Chile 46 15 - 18 m 300 - 500 hp 16.0 m (155) EMBARCACIÓN Et 1 Cv 3 VESSEL Loa hp RED DE ARRASTRE DE FONDO CELTA (SKORPIO) de forde, con puertas Zona centro sur, Chile (220) 57 BOTTOM TRAWL CELTA (SKORPIO) bottom, atter Southern and central Chile PE 110 PE 120 Ø 4.2 D 120 티 PE Ø 3.0 PE Ø 2.9 MAT -PE 2.9



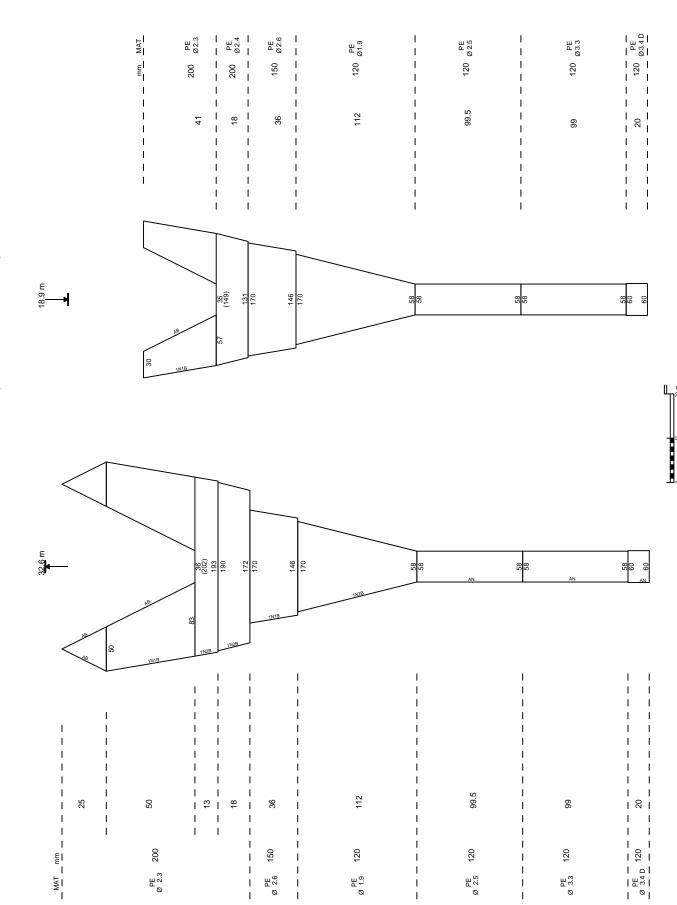
BOTTOM TRAWL ENGEL (MARIA EMPERATRIZ) boltom, otter Southern and central Chille

RED DE ARRASTRE DE FONDO ENGEL (MARIA EMPERATRIZ) de fondo, con puertes Zona contro sur, Chile

REFERENCIA
Laboratorio de Tecnologia Pesquera (TECPES)
scaude de Cenchas del Mar
Pontificia Universidad Carlólica de Valparatio
Valparatio. Quile

VESSEL Loa hp

15 - 18 m 300 - 500 hp EMBARCACIÓN Et 16 Cv 30

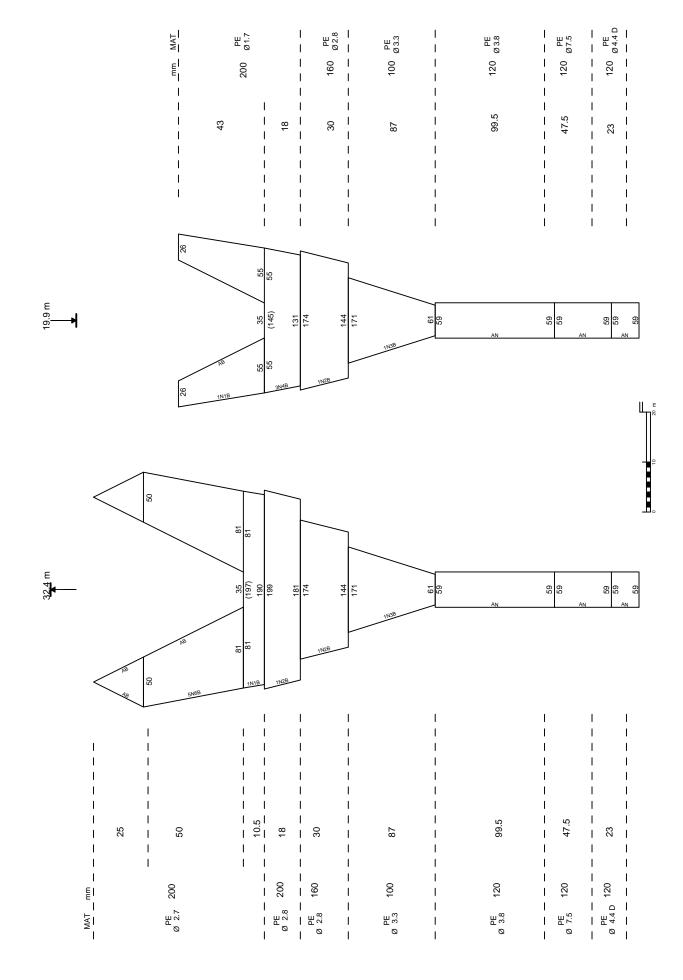


BOTTOM TRAWL ENGEL (AQUILES PANCHO) bottom, other Southern and central Chile

RED DE ARRASTRE DE FONDO ENGEL (AQUILES PANCHO) de fordo, con puertas Zona centro sur, Chile

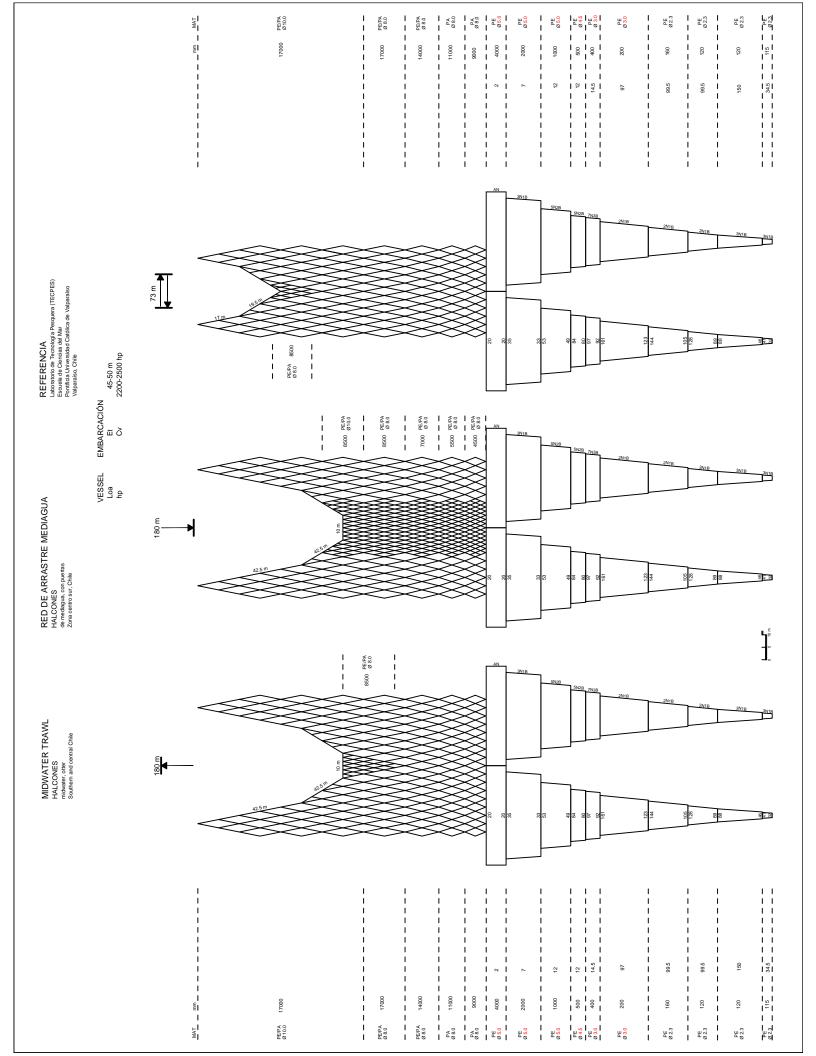
REFERENCIA
Laboratorio de Tecndogia Pesquera (TECPES)
secula de Cencias del Mar
Pontificia Universidad Calolica de Valparaíso
Valparaíso, Chile

15 - 18 m 300 - 500 hp **EMBARCACIÓN** ďδ VESSEL Loa hp



PE | | 8 3.1 | | | Ø 3.1 MAT | PE Ø 3.1 PE Ø 2.6 PE Ø 2.6 PE Ø 3.1 PE Ø 2.6 ١ ا ا 250 120 200 200 160 120 1 ١ 1 20.5 25.5 33.5 99.5 73 25 1 REFERENCIA
Laboratorio de Tecnologia Pesquera (TECPES)
Secuba de Ciencias del Mar
Pontifica Universidad Carloira de Valparaiso
Valparaiso, Chile 102 114 45 - 50 m 2200 - 2500 hp 40 40 40 40 36.8 m EMBARCACIÓN Et 46 Cv 2200 268 263 202 262 163 269 216 102 VESSEL Loa hp RED DE ARRASTRE DE FONDO ENGEL (BONN; POLARIS) de fondo, con puertas Zona centro, Chile 40 40 40 40 202 423 388 262 163 263 BOTTOM TRAWL ENGEL (BONN; POLARIS) bottom, otter central Chile 1 1 25.5 20.5 33.5 61.5 28 ١ 1 ш Ш 300 200 120 250 160 120 PE Ø 2.6-2.1 PE | Ø 3.1 MAT | PE Ø 2.6 PE Ø 2.6 PE Ø 3.1 PE Ø 3.1

| PE | Ø2.5 | PEØ 3.0 96.0 PE 95.0 PE 95.0 PE | Ø 3.0 PEØ2.3 PE Ø2.5 MAT PE Ø 12.0 0009 3600 2000 4400 200 120 Laboratorio de Tecnología Pesquera (TECPES) Escuela de Ciencias del Mar Pontificia Universidad Católica de Valparaíso Valparaíso, Chile REFERENCIA 45-50 m 2200-2500 hp 68.9 m **EMBARCACIÓN** PE 3000 Ø 8.0 δü VESSEL Loa hp RED DE ARRASTRE DE FONDO TORNADO (BONN; POLARIS) de fondo, con puertas Zona centro, Chile 110.48 m PE Ø12.0 3000 BOTTOM TRAWL
TORNADO (BONN; POLARIS)
bottom, otter
central Chile 0009 | | |-| 1 1 1 200 12 | 20 | 2000 120 MAT PE Ø 12.0 PE Ø 4.5



Anexo II. Planos de copos

CODEND BOTTOM TRAWL CELTA (SKORPIO)

bottom, otter Southern and central Chile

COPO RED DE ARRASTRE DE FONDO CELTA (SKORPIO)

de fondo, con puertas Zona centro sur, Chile

REFERENCIA

Laboratorio de Tecnología Pesquera (TECPES) Escuela de Ciencias del Mar Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

VESSEL EMBARCACIÓN

Loa Et 15 - 18 m hp Cv 300 - 500 hp

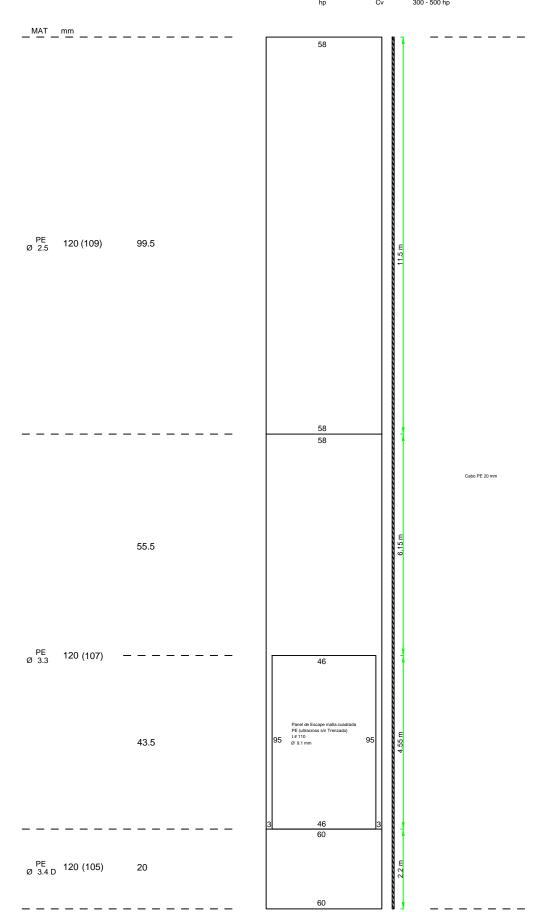
MAT mm 67 PE 110 (98) 46 67 57 Cabo PE 20 mm 47 PE 120 (103) 75 Panel de Escape malla cuadrada PE (ultracross s/n trenzado) t # 110 Ø 9.1 mm 98 98 5 47 61 PE 120 (100) 14.5 61

CODEND BOTTOM TRAWL ENGEL (MARIA EMPERATRIZ) bottom, otter Southern and central Chile

COPO RED DE ARRASTRE DE FONDO ENGEL (MARIA EMPERATRIZ) de fondo, con puertes Zona centro sur, Chile

REFERENCIA
Laboratorio de Tecnología Pesquera (TECPES)
Escuela de Ciencias del Mar
Pontificia Universidad Católica de Valparaiso
Valparaiso, Chile

VESSEL EMBARCACIÓN Loa Et hp Cv 15 - 18 m 300 - 500 hp



CODEND BOTTOM TRAWL ENGEL (AQUILES PANCHO) bottom, otter Southern and central Chile

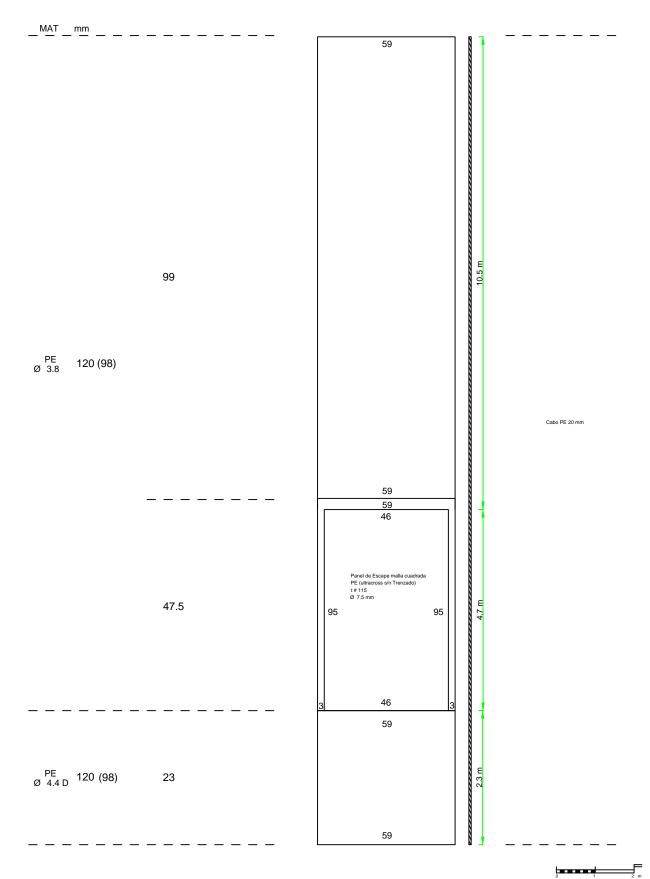
COPO RED DE ARRASTRE DE FONDO ENGEL (AQUILES PANCHO)

de fondo, con puertas Zona centro sur, Chile

REFERENCIA

Laboratorio de Tecnología Pesquera (TECPES) Escuela de Ciencias del Mar Pontificia Universidad Católica de Valparaíso Valparaíso, Chile

VESSEL EMBARCACIÓN Loa 15 - 18 m hp Cv 300 - 500 hp



CODEND BOTTOM TRAWL ENGEL (BONN; POLARIS) TORNADO (BONN; POLARIS) bottom, otter central Chile COPO RED DE ARRASTRE DE FONDO ENGEL (BONN; POLARIS) TORNADO (BONN; POLARIS) de fondo, con puertas Zona centro, Chile REFERENCIA
Laboratorio de Tecnología Pesquera (TECPES)
Escuela de Ciencias del Mar
Pontificia Universidad Católica de Valparaiso
Valparaiso, Chile

 $\begin{array}{ccc} \text{VESSEL} & \text{EMBARCACIÓN} \\ \text{Loa} & \text{Et} & \text{45 - 50 m} \\ \text{hp} & \text{Cv} & \text{2200 - 2500 hp} \end{array}$

__MAT __mm __ 112 10 Rejilla Fe 112 PE Ø 7.0 126 (105) 169 Cabo PE 20 mm # 42 Panel de Escape malla cuadrada PE (ultracross s/n Trenzado) t # 120 (99) Ø 7.7 mm #125 2.5 m 5 112 24 112

CODEND MIDWATER TRAWL

HALCONES

midwater, otter Southern and central Chile

COPO RED DE ARRASTRE MEDIAGUA

HALCONES de mediagua, con puertas Zona centro sur, Chile

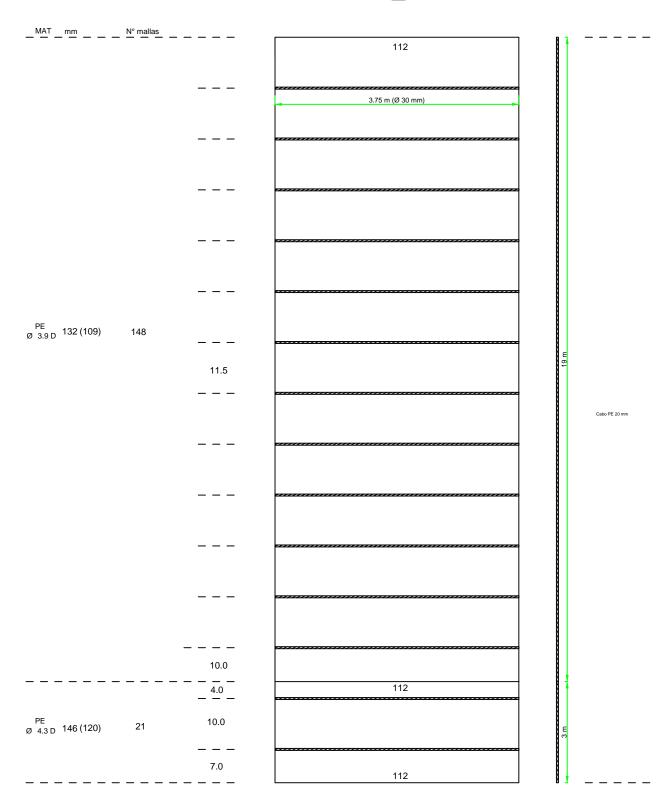
REFERENCIA

Laboratorio de Tecnología Pesquera (TECPES) Escuela de Ciencias del Mar Pontificia Universidad Católica de Valparaíso Valparaíso, Chile

VESSEL

EMBARCACIÓN

Loa hp Et Cv 45-50 m 2200-2500 hp



CODEND MIDWATER TRAWL HALCONES midwater, otter

Southern and central Chile

COPO RED DE ARRASTRE MEDIAGUA HALCONES

de mediagua, con puertas Zona centro sur, Chile

REFERENCIA

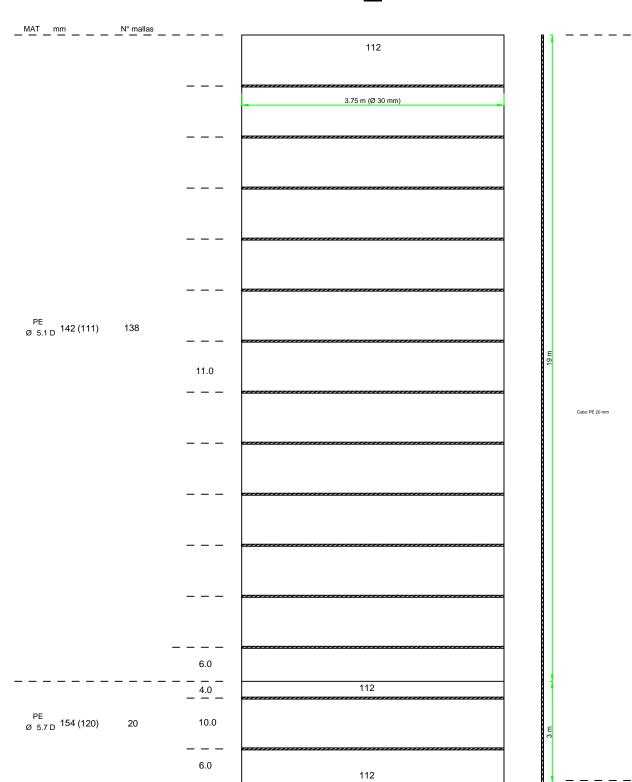
Laboratorio de Tecnología Pesquera (TECPES) Escuela de Ciencias del Mar Pontificia Universidad Católica de Valparaíso Valparaíso, Chile

VESSEL

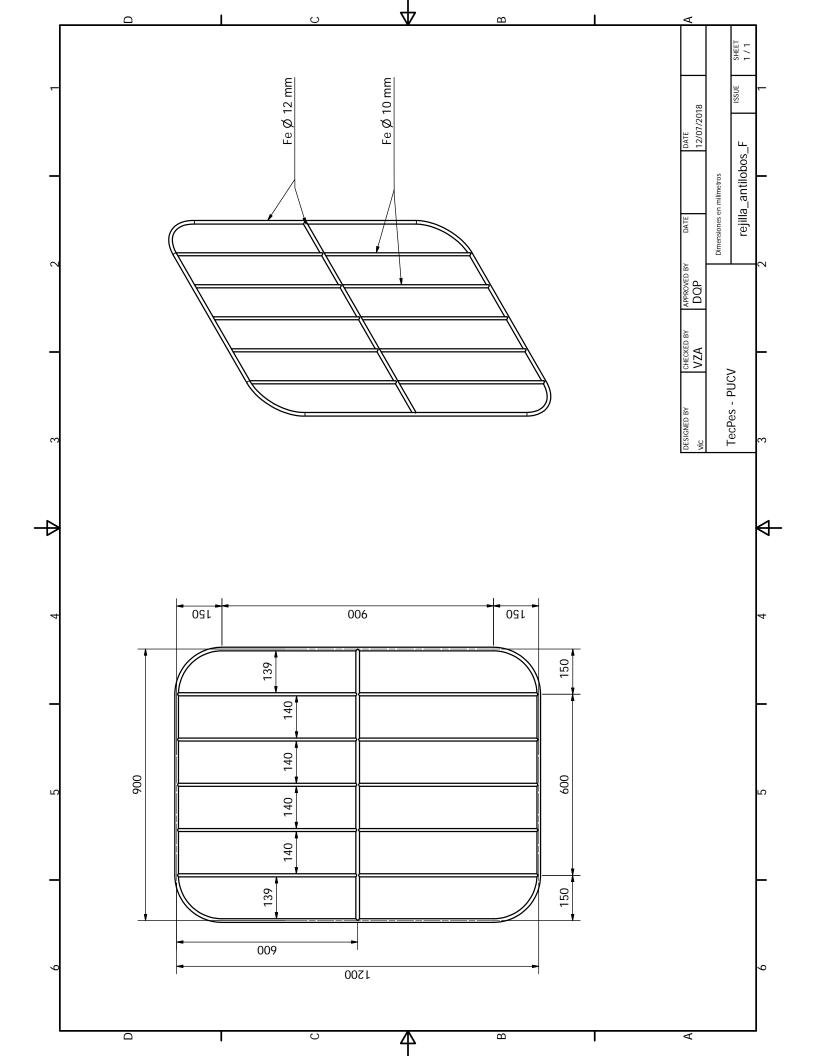
EMBARCACIÓN

Loa hp Et Cv 45-50 m 2200-2500 hp

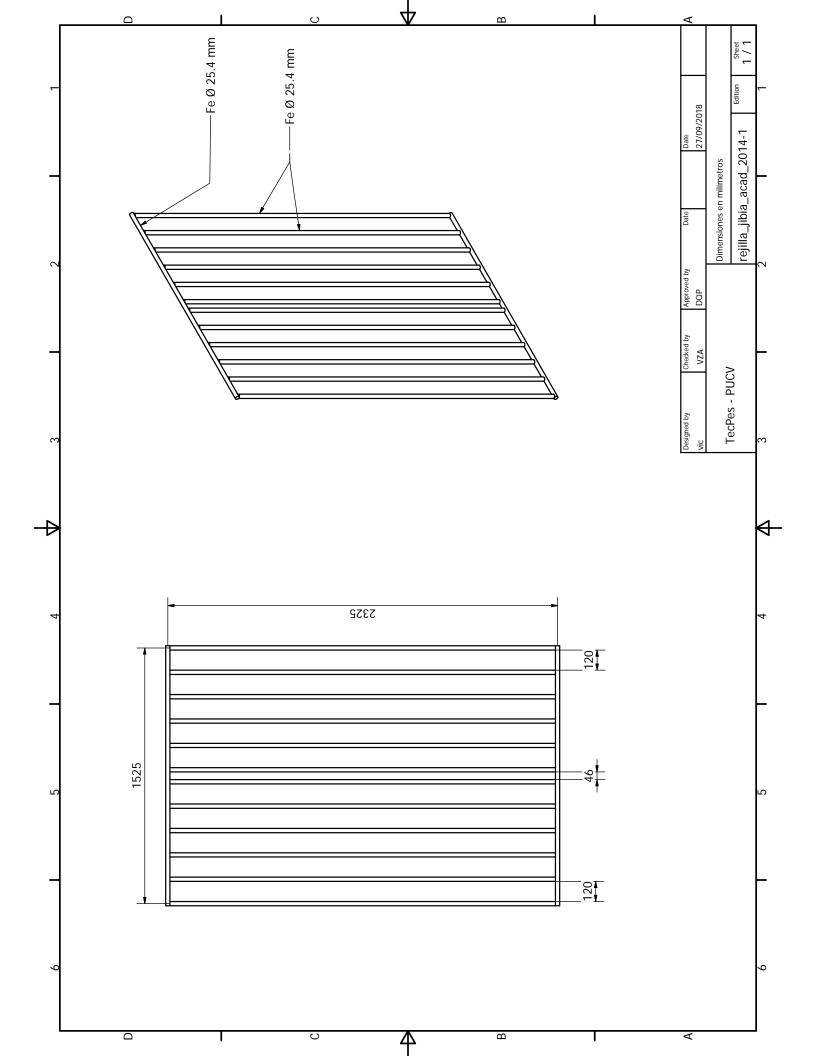




Anexo III. Planos y	esquemas de montaje	de rejillas de selección



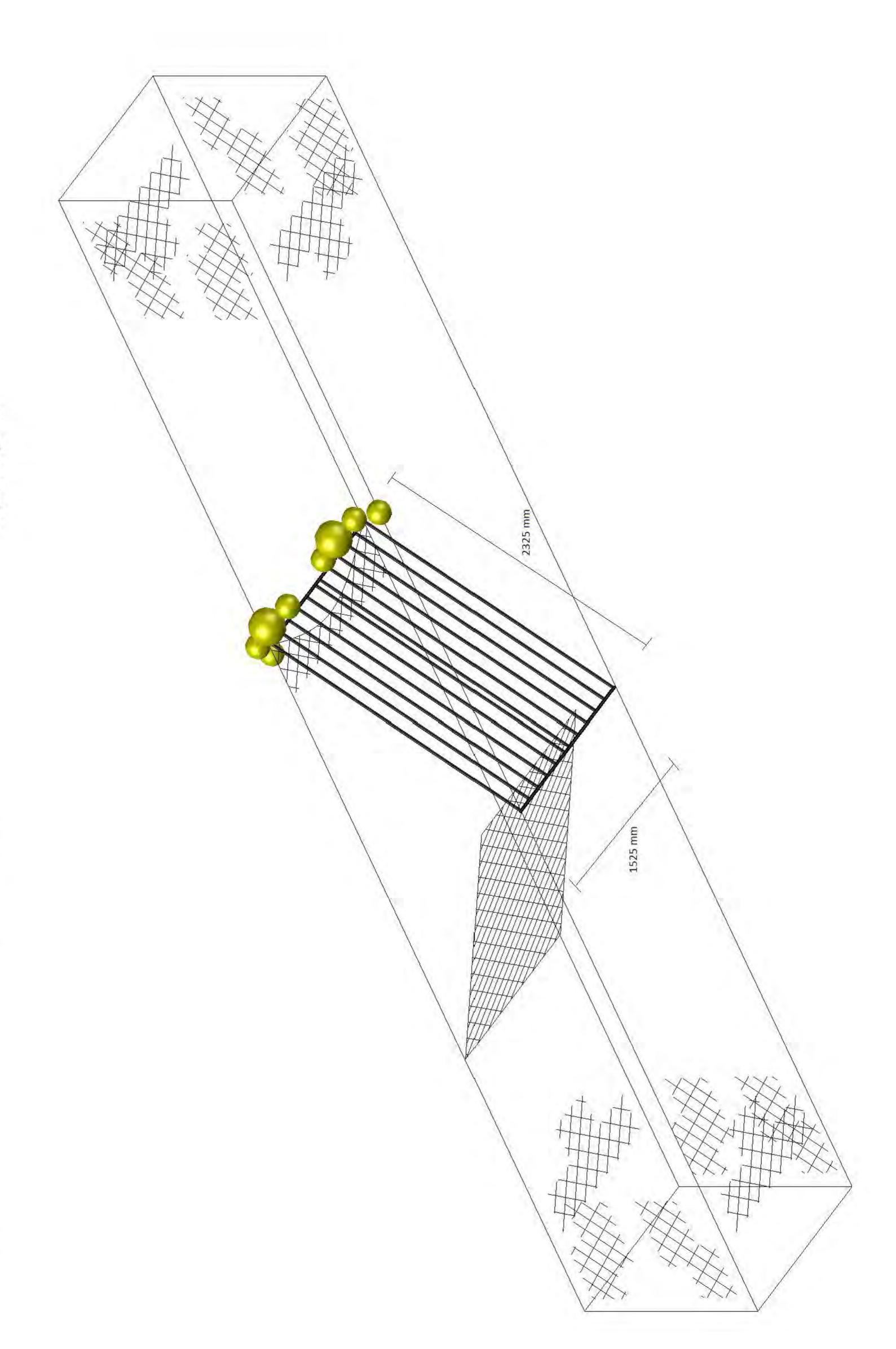
MAT PE Ø 3.5 PA Ø 3.5 110 110 11.5 18 REFERENCIA
Laboratorio de Tecnologia Pesquera (TECPES)
Sezolula de Genricas del Mar
Pontificia Universidad Carólica de Valparaíso
Valparaíso, Chile 1050 mm 52.5 52.5 52.5 52.5 750 mm 1050 mm REJILLA DE ESCAPE LOBOS de fondo, con puertas Zona centro norte, Chile 3420 mm 1.49 1620 mm 52.5 52.5 52.5 52.5 HAKE TRAWL bottom, otter Northern and central Chile 10.5 19 110 110 MAT mm PA Ø3.5 PE Ø3.5



GRID FOR HAKE TRAWL Bottom, other central chile

REJILLA DE ESCAPE DE JIBIA de fondo, con puertas de chile central

REFERENCIA Laboratorio de Tecnología Pesquera (TECPES) Pontificia Universidad Católica de Valparaíso Valparaíso, Chile



Anexo IV. Viajes y lances de pesca realizados por nave para actividades de caracterización de pesca comercial y experimental

Pesca Comercial

FECHA ZARPE	NAVE	LANCES	OBJETIVO
02/12/2017	POLARIS II	6	Comparación redes+Filmaciones
07/12/2017	POLARIS II	6	Comparación redes+Filmaciones
11/12/2017	POLARIS II	11	Comparación redes+Filmaciones
18/12/2017	SKORPION	3	Proporción bajo talla+Fauna
20/12/2017	AQUILES PANCHO	1	Proporción bajo talla+Fauna
20/12/2017	MARÍA EMPERATRIZ III	1	Proporción bajo talla+Fauna
22/01/2018	SKORPION	5	Proporción bajo talla+Fauna
31/01/2018	SKORPION	6	Proporción bajo talla+Fauna
19/02/2018	SKORPION	5	Proporción bajo talla+Fauna
28/02/2018	SKORPION	6	Proporción bajo talla+Fauna
01/03/2018	BONN	1	Proporción bajo talla+Filmaciones
05/03/2018	SKORPION	6	Proporción bajo talla+Fauna
06/03/2018	BONN	4	Proporción bajo talla+Filmaciones
07/03/2018	SKORPION	4	Proporción bajo talla+Fauna
10/03/2018	BONN	3	Proporción bajo talla+Filmaciones
21/03/2018	MARÍA EMPERATRIZ III	2	Proporción bajo talla+Fauna
22/03/2018	MARÍA EMPERATRIZ III	3	Proporción bajo talla+Fauna
23/03/2018	MARÍA EMPERATRIZ III	6	Proporción bajo talla+Fauna
28/03/2018	AQUILES PANCHO	4	Proporción bajo talla+Fauna
04/04/2018	BONN	4	Proporción bajo talla+Fauna
21/05/2018	BONN	2	Proporción bajo talla+Fauna
11/06/2018	BONN	2	Proporción bajo talla+Fauna
15/06/2018	BONN	2	Proporción bajo talla+Fauna
21/08/2018	SKORPION	5	Escape de lobos+Filmaciones
22/08/2018	MARÍA EMPERATRIZ III	5	Escape de lobos+Filmaciones
22/08/2018	SKORPION	2	Escape de lobos
24/08/2018	MARÍA EMPERATRIZ III	5	Escape de lobos+Filmaciones

Pesca Experimental

FECHA ZARPE	NAVE	LANCES	OBJETIVO
01/03/2018	BONN	2	Selectividad tallas
10/04/2018	SKORPION	5	Selectividad tallas
11/04/2018	MARÍA EMPERATRIZ III	11	Selectividad tallas
12/04/2018	SKORPION	5	Selectividad tallas
21/05/2018	BONN	3	Selectividad tallas
16/06/2018	BONN	6	Selectividad tallas

Anexo V. Reuniones y temas principales acordados

Acta de reunión de inicio de proyecto

FECHA: Lunes 11 de diciembre de 2017

LUGAR: Sala de reuniones del FIPA, Bellavista 168, Piso 21, Valparaíso

ASISTENTES: Sres. Luis Carroza, Jorge Farías, Cristian Canales, Claudio Gatica y Dante

Queirolo (jefe de proyecto)

RESUMEN DE TEMAS TRATADOS

El jefe de proyecto realizó la presentación general del proyecto en términos del objetivo general y específicos, así como de la metodología global que se aplicará para abordar los objetivos. También, el Sr. Canales expuso el enfoque metodológico a utilizar en el desarrollo del objetivo específico 2. En la reunión se discutieron algunos aspectos teóricos y prácticos que deben ser atendidos por el ejecutor para el éxito del proyecto. Entre estos se destaca:

- Flotas en la pesquería: Se consultó acerca de la participación en el proyecto de todas las flotas industriales que participan en la pesquería, lo cual está considerado en la planificación de actividades. En el caso específico de la flota de San Antonio, se indicó que el proyecto buscará hacer un acompañamiento de la flota en la búsqueda de zonas de pesca con menor proporción de ejemplares bajo talla de interés comercial.
- Información recopilada en otros programas: Se indicó que otros programas están registrando información que puede ser de utilidad para este proyecto, en particular en el marco del programa del descarte y del seguimiento de pesquerías demersales.
 Al respecto se indicó que el equipo de trabajo tuvo reunión con Claudio Bernal y Marcelo San Martín del IFOP para presentar el proyecto y discutir vías de acceso a datos relevantes.
- Pesca de investigación: Se planteó la necesidad de llevar a cabo las experiencias de selectividad con copo cubierto bajo la figura de pesca de investigación. Se indicó que esto será solicitando durante el proyecto. Además, se discutió la posibilidad de disponer de una cuota de investigación asociada a la captura durante los lances de evaluación de selectividad de las redes de pesca.

- Clave talla-edad: Se planteó la necesidad de trabajar la información de selectividad tanto empírica como verdadera en edades. Para ello, se acordó emplear las claves talla-edad estimadas por zona en el marco de la evaluación directa de merluza común que se realiza anualmente.
- Traspaso de conocimientos: Se planteó la necesidad de que los resultados del proyecto sean dados a conocer a la comunidad de manera que se comprensibles para todo el público. Esto, bajo la lógica que los aspectos de selectividad verdadera y empírica no son simples de comprender y asimilar. El ejecutor consideró importante hacerse cargo de esta necesidad y también manifestó su intención de presentar el proyecto al Comité de Manejo (CM), de tal manera de que los usuarios conozcan los objetivos y el alcance de los resultados esperados.

Reunión con PacificBlu

Fecha: 24 de noviembre de 2018

Lugar: PacificBlu - Talcahuano

ASISTENTES: Marcel Moenne, Capitanes (3), Freddy Fernández (Jefe de Flota), Aquiles Sepúlveda

(INPESCA), Claudio Gatica (INPESCA), Pedro Apablaza (PUCV), Dante Queirolo (PUCV)

RESUMEN DE TEMAS TRATADOS

El jefe de proyecto realizó la presentación del proyecto en términos del objetivo

general y específicos, así como de la metodología global que se aplicará para abordar los

objetivos. Por parte de la empresa, se presentaron los avances en cuanto a pruebas con

sistemas de selección de captura y nuevas redes, las cuales se acordó evaluar durante el

proyecto. Además, se acordó trabajar con el PAM Bonn en las experiencias de selectividad

empírica y filmaciones submarinas.

Reunión con armadores de San Antonio

Fecha: 9 de enero de 2018

Lugar: San Antonio

ASISTENTES: Claudio Bernal, Catalina Román, Marcelo San Martín, Enzo Nordio, Antonio Da Venezia,

Antonio Cordoba, Capitanes (4), Pedro Apablaza, Mauricio Ahumada, Luis Cocas, José Merino, Dante

Oueirolo

RESUMEN DE TEMAS TRATADOS

El jefe de proyecto realizó la presentación del proyecto en términos del objetivo

general y específicos, así como de la metodología global que se aplicará para abordar los

objetivos. También realizó una presentación Catalina Román de IFOP para contextualizar

acerca de los principales problemas en cuanto a fauna acompañante y captura incidental. Los

armadores y los capitanes se manifestaron a favor de evaluar la selectividad de sus redes, así

como de facilitar sus embarcaciones para que los técnicos de la Universidad puedan levantar

datos a bordo. Uno de los puntos más relevantes en la discusión se refirió al descarte de la

especie objetivo, lo cual atribuyen los usuarios a la necesidad de competir contra la pesca

ilegal que en general tiende a bajar el precio de comercialización de merluza común.

Reunión con armadores de San Antonio

Fecha: 17 de mayo de 2018

Lugar: San Antonio

ASISTENTES: Enzo Nordio, Antonio Da Venezia, Antonio Cordoba, Capitanes (4), José Merino (PUCV),

Dante Queirolo (PUCV)

RESUMEN DE TEMAS TRATADOS

Se expuso acerca de la estrategia de muestreo que se implementará para estimar la

selectividad empírica. Además, se discutió acerca de otros aspectos operacionales no

considerados en la reunión anterior, específicamente en cuanto a la interacción con lobos

marinos durante el virado de las redes. Al respecto, se comprometió diseñar y construir un

sistema de exclusión de lobos marinos acorde al tamaño de las redes usadas, lo cual deberá

ser evaluado en faenas de pesca comercial mediante pesca comparativa. Al respecto, los

usuarios se manifestaron a favor de dicha solución ya que reconocen que en algunos períodos

la interacción con lobos marinos se convierte en un grave problema para ellos.

Taller de trabajo con armadores de San Antonio

Fecha: 23 de Agosto de 2018

Lugar: Escuela de Ciencias del Mar-Valparaíso

ASISTENTES: Enzo Nordio, Antonio Da Venezia, Antonio Cordoba, Capitanes (4), Luis Cocas

(SUBPESCA), Jorge Farías (SUBPESCA), Claudio Bernal (IFOP), Catalina Román (IFOP), Marcelo San

Martín (IFOP), Pedro Apablaza (PUCV), Mauricio Ahumada (PUCV), José Merino (PUCV), Dante

Queirolo (PUCV)

RESUMEN DE TEMAS TRATADOS

Para orientar el propósito del taller, se realizaron tres presentaciones. Una fue

realizada por Marcelo San Martín acerca de captura incidental, otra por Catalina Román

respecto al problema del descarte, y la última por Dante Queirolo respecto a los resultados

del proyecto en términos de selectividad de tamaños y especies. En este taller se presentaron

los resultados de la experiencia de uso de rejilla excluidora de lobos marinos, la cual fue

valorada positivamente por los usuarios quienes valoraron el desarrollo y manifestaron que continuarán usándolo para evitar interacción con lobos marinos.

Taller de trabajo con PacificBlu

Fecha: 13 de Septiembre de 2018

Lugar: PacificBlu-Talcahuano

ASISTENTES: Marcel Moenne, Alex Cid, Jaime Acuña, Capitanes, Pilotos y contramaestres (5), Freddy

Fernández (Jefe de Flota), Catalina Román (IFOP) y Dante Queirolo (PUCV)

RESUMEN DE TEMAS TRATADOS

Para orientar el propósito del taller, se realizaron dos presentaciones. Una fue realizada por Catalina Román respecto al problema del descarte y la captura incidental, y la segunda por Dante Queirolo respecto a los resultados del proyecto en términos de selectividad de tamaños y especies. Se destacó en la discusión las evidencias de escape de ejemplares de merluza común por tamaños, destacando el alto escape de peces menores a 20 cm, así como el escape elevado de peces entre 20 y 30 cm. Los resultados del uso de la red Tornado fueron discutidos ya que si bien no existen diferencias estadísticas respecto a la red Engel tradicional, los capitanes señalan que dicha red pesca menos merluza y que se escapan los ejemplares de mayor tamaño. También se expuso la experiencia del uso de rejilla excluidora de lobos marinos en la flota de San Antonio, la cual consideran relevante la actividad en su conjunto.

Anexo VI. Personal participante por actividad

							Но	ras Ho	mbre					
Nombre	Actividades	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9		M 11	M 12	Total
Dante Queirolo	Act. grales + Informes	10	10		5	5		20			20		5	75
	Objetivo 1	10	20	20	20	20								90
	Objetivo 2													0
	Objetivo 3					10	10	10	10					40
	Objetivo 4					5	10	10	10	20				55
		20	30	20	25	40	20	40	20	20	20	0	5	260
Cristian Canales	Act. grales + Informes	5	10			10		10		5	20		10	70
	Objetivo 1													0
	Objetivo 2			10	20	20	30	25	25					130
	Objetivo 3													0
	Objetivo 4													0
		5	10	10	20	30	30	35	25	5	20	0	10	200
Aquiles Sepúlveda	Act. grales + Informes	10	20					10		20	30		10	100
	Objetivo 1													0
	Objetivo 2			35	35	10	10	25	45					160
	Objetivo 3													0
	Objetivo 4													0
		10	20	35	35	10	10	35	45	20	30	0	10	260
Claudio Gatica	Act. grales + Informes	20	20					10		20	40		30	140
	Objetivo 1													0
	Objetivo 2			70	70	40	20	20	50	30				300
	Objetivo 3													0
	Objetivo 4													0
		20	20	70	70	40	20	30	50	50	40	0	30	440
Arnaldo Zúñiga	Act. grales + Informes	10	30							10	25			75
	Objetivo 1													0
	Objetivo 2			10	30	10	10	10	20					90
	Objetivo 3			20	70	20	10	20	45					185
	Objetivo 4													0
		10	30	30	100	30	20	30	65	10	25	0	0	350
Mauricio Ahumada	Act. grales + Informes	10	10			10		10			20		10	70
	Objetivo 1	10	20	20	30	20								100
	Objetivo 2													0
	Objetivo 3													0
	Objetivo 4					10	10	20	20	20				80
		20	30	20	30	40	10	30	20	20	20	0	10	250
Pedro Apablaza	Act. grales + Informes	10	10			10		10			20		10	70
_	Objetivo 1	20	30	40	40	30								160
	Objetivo 2													0
	Objetivo 3					40	40	50	40					170
	Objetivo 4													0
	*	30	40	40	40	80	40	60	40	0	20	0	10	400
Nicolás Adasme	Act. grales + Informes		10			10		10			20		10	60
	Objetivo 1													0
	Objetivo 2			20	20	20	30	20	30					140
	Objetivo 3													0
	Objetivo 4													0
	•	0	10	20	20	30	30	30	30	0	20	0	10	200
										-		-		

							Ho	ras Ho	mbre					
Nombre	Actividades	M 1	M 2	М 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12	Total
Nazareth Sánchez	Act. grales + Informes		10			10		10			20		10	60
	Objetivo 1													0
	Objetivo 2			20	20	20	30	20	30					140
	Objetivo 3													0
	Objetivo 4													0
		0	10	20	20	30	30	30	30	0	20	0	10	200
José Merino	Act. grales + Informes	30	10			10		10			10			70
	Objetivo 1	10	30	40	40	40								160
	Objetivo 2													0
	Objetivo 3													0
	Objetivo 4	40		- 10		10	10	10	20	20	- 10			70
		40	40	40	40	60	10	20	20	20	10	0	0	300
Víctor Zamora	Act. grales + Informes	10	10	40		10		20			30		10	90
	Objetivo 1	20	30	40	40	30								160
	Objetivo 2													0
	Objetivo 3					10	10	10	10	10				0
	Objetivo 4	20	40	- 10	40	10	10	10	10	10	20		10	50
D. 1	1 T.C	30	40	40	40	50	10	30	10	10	30	0	10	300
Roberto Escobar	Act. grales + Informes	10	CO	00	00	60								10
	Objetivo 1	50	60	80	80	60								330
	Objetivo 2													0
	Objetivo 3													0
	Objetivo 4			00	00				0	0	0	0	0	0
Ded (a Mana	A - 4 1 T	60	60	80	80	60	0	0	0	0	0	0	0	340
Rubén Mena	Act. grales + Informes	10	60	00	90	c 0								10
	Objetivo 1	50	60	80	80	60								330
	Objetivo 2													0
	Objetivo 3													0
	Objetivo 4	60	60	80	80	60	0	0	0	0	0	0	0	340
Técnico embarque	Act. grales + Informes	10	60	80	80	60	0	0	0	U	0	0	U	10
Techico embarque	Objetivo 1	50	60	60	60	60								290
	•	30	00	00	00	00								0
	Objetivo 2 Objetivo 3													0
	Objetivo 4													0
	Objetivo 4	60	60	60	60	60	0	0	0	0	0	0	0	300
Técnicos (3) muestreo	Act. grales + Informes	20	00	00	00	00	U	U	U	0	U	U	U	20
recincos (3) muestreo	Objetivo 1	100	100	140	140	100								580
	Objetivo 2	100	100	100	100	100								300
	Objetivo 3			100	100	100								0
	Objetivo 4													0
	Objectio +	120	100	240	240	200	0	0	0	0	0	0	0	900
Digitación	Act. grales + Informes	10	100	<u>∠</u> +U	∠ 1 0	200	U	U	U	U	U	U	J	10
D 15mc ion	Objetivo 1	30	40	60	60	60								250
	Objetivo 2		10	40	40	40	20							140
	Objetivo 3			70	70	70	20							0
	Objetivo 4													0
		40	40	100	100	100	20	0	0	0	0	0	0	400
			10	100	100	100	20						Ü	100

Anexo VII. Taller de Difusión de Resultados

Fecha: 21 de Enero de 2019

Lugar : Salón Con-Con, Hotel Diego de Almagro - Valparaíso

Programa

14:30-14:40	Bienvenida y presentación del taller	
14:40-15:10	Artes de pesca y selectividad de tamaños en la pesquería de merluza de cola	Dante Queirolo PUCV
15:10-15:40	Relación entre selectividad y conservación del recurso	Cristian Canales PUCV
15:40-16:00	Coffee Break	
16:00-16:20	Comportamiento de merluza de cola al interior de redes de arrastre	Pedro Apablaza PUCV
16:20-16:40	Primeras evidencias de daños asociados al proceso de escape en merluzas	Mauricio Ahumada PUCV
16:40-17:00	Alternativas para mejorar la selectividad de tamaños en la pesquería	Dante Queirolo PUCV
17:00-17:30	Preguntas finales y cierre del taller	

LISTA DE ASISTENCIA

Taller de Difusión de Resultados Proyectos FIPA № 2017-47 y FIPA № 2017-51



Nombre	Organización	Firma
AURORIA BUFRONO C	SupPosca	Paul
Tonge Fariar S.	STRA	1
Catalina Roman	IFOP	CPT.
MANUELO SAN MARTINES	I IFOR	19
be meent &	PUCY ,	SIL
ARANDO Ziniga V.	IuPerca (/ Lile
mytra (mole	PUCV	deurn
MANGELO TONNA	SLORGION	The !
Intonio Do Venezio ?-	Size Buttorico	Millia
licton PUBldes	2/m Tio Gailes	A A
AZO NORDIO	ENTEMAR	6 John
illes Placesa LORDES	ENTEMAR	-17F
Monitye Servilvede	U. Valparais	Chiplin 1
INTONIO CONDOUR	Pasa ASIONES CAR	AR
DET CO SLOOMOR	Pacificow =	
reddy Fernandez Herren	Pacificble	YAAA
HYDRIO HERNANDEZ A.	Pesa. LANGES	HILL
ANLOS HOSINGER M.	7512. WILT	

LISTA DE ASISTENCIA

Taller de Difusión de Resultados Proyectos FIPA Nº 2017-47 y FIPA Nº 2017-51



Nombre	Organización	Firma
EDINGTION PORT MUM	Triosun	The state of the s
Luis co CAS	55PA 5	a C
Donus Tayof 4	SSPA	to JOH
parsento Escorban	PUCV	A P
VICTOR ISMORA A.	PUCV	Sae Se?
Cloudy Dariel	I for	CLANA
Valma montes	WWF cuile	Auto /
Sogio falma lila	EOF Chile	adu/1
HELTON Boaissurs	SOUSCESOS	11019
bre Guerra	calpera	At I
Pedro ALALLAZA B.	PUCU	1 Duesto
Maurio Almada E.	PUCU	hudunda
Idollo Human	2005	1 REDAM
A STATE OF THE STA	T t-of	AND
Sergio L'Ilo Miso Inostrota	Emd epes	Kang too
HEETOS TOMUGUS P	Endong =	& John S
Dante Queinolo	PUCV	- fluit