

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Facultad de Recursos Naturales

Escuela de Ciencias del Mar

Valparaíso – Chile

INFORME FINAL

**SISTEMAS DE SELECCIÓN DE CAPTURAS
EN LA PESQUERÍA DEMERSAL CENTRO-SUR**

Proyecto FIP N° 2008-36

Estudios & Documentos N° 04/2010

Valparaíso, Abril de 2010



Título : Sistemas de selección de capturas en la pesquería demersal centro-sur. Proyecto FIP N° 2008-36

Requirente : Fondo de Investigación Pesquera

Contraparte : Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Facultad de Recursos Naturales

Unidad Ejecutora : Escuela de Ciencias del Mar
Avda. Altamirano 1480
Casilla 1020
Valparaíso

Investigador Responsable : Dante Queirolo Palma
Escuela de Ciencias del Mar
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Fono : 56-32-274264
Fax : 56-32-274206
E-mail: dante.queirolo@ucv.cl

EQUIPO DE TRABAJO

INVESTIGADOR

Dante Queirolo P.

Carlos Hurtado F.

Teófilo Melo F.

INSTITUCIÓN

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso – PUCV

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso – PUCV

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso – PUCV

SUBCONTRATO

Rubén Alarcón M.

Claudio Gatica

Arnaldo Zúñiga

INSTITUCIÓN

Instituto de Investigación Pesquera

Instituto de Investigación Pesquera

Instituto de Investigación Pesquera

INVESTIGADOR EXTRANJERO

Bent Herrmann

INSTITUCIÓN

National Institute for Aquatic Resources

Technical University of Denmark

CONSULTORES

Julio Lamilla G.

Carlos Bustamante D.

INSTITUCIÓN

Universidad Austral de Chile

Universidad Austral de Chile

CO-INVESTIGADORES

Y COLABORADORES

Erick Gaete A.

Víctor Zamora A.

Roberto Escobar H.

Ivonne Montenegro U.

José Merino D.

Luis Cassasus

INSTITUCIÓN

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso – PUCV

Distribución de ejemplares:

4	Fondo de Investigación Pesquera
1	Dirección Escuela de Ciencias del Mar – PUCV
1	Investigador Responsable

RESUMEN EJECUTIVO

En el marco del Objetivo Específico 1 se realizó la identificación de las principales características de diseño que incidirían en la selectividad de las redes de arrastre, correspondiendo al ángulo de entrada de la red, perímetro de la red, perímetro del copo, altura en la boca, longitud del copo, tipo y longitud de estructuras anexas (malletas y estándares), tipo de borbón, entre otras. Así también, la principal característica de armado se refiere al coeficiente de embande que determina la abertura de las mallas, mientras que las características de construcción corresponderían al tamaño, forma y claro de malla, diámetro y color de los hilos, torsión y construcción de los hilos, material de los paños (PA-PE), otras estructuras generadoras de sonido, entre otras.

Respecto al pez, las variables que influirán en la selectividad se refieren a su morfología y velocidad de natación, el desarrollo sensorial, tipo de musculatura y masa corporal, desarrollo reproductivo, entre otras. Por su parte, el medio ambiente también presenta algunas variables relevantes, tales como la profundidad de distribución e las especies, luminosidad, temperatura, condiciones del mar, mientras que las variables de operación relevantes corresponden a la velocidad de arrastre y los movimientos del barco debido a la condición de mar.

En el período 2008-2009 se han empleado para la captura de merluza común principalmente redes de arrastre de dos paneles, esto debido a la baja distribución vertical del recurso. Se observa también el uso de redes de cuatro paneles pero de bajo desempeño vertical. Las redes poseen longitudes de relinga que fluctúan entre 29,3 y 84,3 m, con longitud de las alas del panel superior entre 10,4 y 37,4 m y perímetros en la boca inferior entre 68,8 y 225 m. En cuanto al tamaño de malla, se observó una disminución gradual desde las alas hasta el copo, en un rango general entre 300 y 110 mm.

Los hilos usados en las redes, a nivel del en el túnel y copo, corresponden principalmente a materiales de PE trenzados con nudo, con diámetros de hilos variables entre 3 y 6 mm, con hilos simples y dobles según las dimensiones de la red. Se constató el uso de cinturones separados cada 0,8 o 1,0 m para restringir el perímetro del túnel y copo de la red, lo cual facilita la operación de virado por la rampa de las naves.

En el marco del Objetivo Específico 2, se identificó y revisó las especies asociadas a las capturas de merluza común (*Merluccius gayi*) a partir de los registros de fauna acompañante en cruceros de evaluación directa de merluza común entre los años 2000 y 2007 en el maco de Proyectos del Fondo de Investigación Pesquera (FIP). Así también se revisó e identificó las especies concurrentes en la pesquería de merluza común a partir de la información contenida en las bases de datos del Programa

SIMEC (Sistema de Información de Merluza Común) del Instituto de Investigación Pesquera. En ambos casos, identificación de los taxa se realizó al nivel de especies, o en su defecto, al nivel de familias.

Al respecto, en los cruceros de evaluación directa de merluza común entre los años 2000 y 2007 se reconoció 112 taxa de los cuales 58 correspondieron a peces óseos (51,8% de los taxa identificados), 26 a peces condriictios (23,2%), 15 crustáceos (13,4%), 4 cefalópodos (3,6%), 2 equinodermos, 2 gastrópodos, 2 esponjas, 1 actínido, 1 asteroideo y 1 scyphozoo.

En cambio, en los registros de captura por lance colectados por el Instituto de Investigación Pesquera entre enero de 2001 y septiembre de 2008, se identificaron 50 taxa, correspondiendo a 29 taxa de peces óseos, 11 crustáceos, 3 cefalópodos, 3 rajiformes y 5 escualiformes. Se destaca que el número de taxa presentes es las capturas comerciales es significativamente inferior al número de taxa encontrados en los cruceros de evaluación directa.

En la pesquería de merluza común, tanto en el año 2008 como entre enero y septiembre de 2009, la especie de la fauna concurrente en la pesquería más importante fue la jibia, seguida de langostino colorado. En la pesquería de merluza de cola en el año 2008, la principal especie acompañante fue merluza común, seguida de jibia.

El análisis de clasificación de la fauna acompañante por años muestra la conformación de dos grupos, el primero con los años 2005 a 2009, donde la jibia resulta una especie clave dentro de la asociación y el segundo por los años 2001 a 2004 con las especies determinantes lenguado de ojos grandes y chancharro.

En la caracterización morfológica de la fauna acompañante se encontraron relaciones significativas de tipo potencial entre las variables peso total y volumen potencial respecto de caracteres morfológicos de longitud y perímetro en el caso del tollo de cachos (*Centroscyllium nigrum*), chancharro (*Helicolenus lengerichi*), lenguado de ojos grandes (*Hippoglossina macrops*), jaiba mora (*Homalaspis plana*), jaiba paco (*Mursia gaudichaudi*), cabrilla común (*Paralabrax humeralis*), lenguado de ojos chicos (*Paralichthys microps*), pampanito (*Stromateus stellatus*) y raya volantín (*Zearaja chilensis*). Relaciones significativas de tipo lineal se encontraron entre las variables de longitud y perímetro en todas las especies estudiadas. En cambio, la variable razón peso-volumen, no se relacionó significativamente con otra variable en el caso de la raya volantín, lenguado de ojos grandes, lenguado de ojos chicos, pampanito, y jaiba mora.

En el Objetivo Específico 3 se revisó la literatura disponible respecto al comportamiento de los peces, en particular sobre sus reacciones de escape frente a estímulos externos. Se debe reconocer que los peces son animales complejos que muestran un amplio repertorio de respuestas a los estímulos naturales y antropogénicos. Estos animales multisensoriales son capaces de recibir y transmitir diferentes y variadas señales, y son capaces de aprender, estresarse, comunicarse y sentir dolor. Ahora bien, el comportamiento de un pez en respuesta al arrastre ha sido descrito como una combinación de respuesta optomotora y rheotaxis, ambas contribuyendo a la capacidad de los peces para escapar a la captura de la red. Así, su comportamiento de escape está determinado por factores tales como la visión, habilidades de percepción auditiva, capacidad natatoria, morfología, condición fisiológica, flujos de agua, habilidad de nado, resistencia y velocidad de natación, intensidad de la luz, forma del cuerpo y la estructura de talla.

Mediante los registros obtenidos en filmaciones submarinas (352 min filmados en el presente proyecto y 880 min filmados en total considerando proyectos anteriores), se determinó que las reacciones de escape de merluza común son significativas a nivel de la boca de la red, pero disminuyen a medida que los peces se agotan en su aproximación al copo. Por su parte, las especies de rayas, tiburones, jaibas, pejerratas y lenguados observados mediante filmaciones submarinas a nivel de la boca de la red no presentan reacciones de escape significativas, lo que podría indicar la factibilidad de selección por comportamiento a nivel de la boca de la red.

En el marco del Objetivo Específico 4 se logró establecer que el tamaño de luz de malla establecido (100 mm) es pertinente conforme la talla referencial utilizada (37 cm) y la composición de tallas poblacional. Ahora bien, para aumentar la talla de primera captura se consideró pertinente reconocer la importancia de la implementación del programa de vigilancia de operación de la flota (PVOF) en la pesquería de merluza común, ya que esto evita someter a stress y dañar físicamente a los ejemplares pequeños.

Sin embargo, se reconoce también que es posible mejorar la selectividad a la talla del arte de pesca, esto reduciendo el número de mallas en el perímetro de la red y aumentando el área de cobertura de los paneles de escape. Se propone evaluar también el uso de paneles de distinto color (blanco y negro), así como cono de sombra, en ambos casos para aumentar los estímulos de escape.

En los Objetivos Específicos 5 y 6 se exponen alternativas de soluciones selectivas así como la opinión de expertos, usuarios y representantes de la administración pesquera. En particular, los expertos recomiendan apoyar y ampliar la cobertura del PVOF ya que reconocen su importancia y buenos resultados en el aumento de la talla media de captura. Así también, señalan que las proporciones de fauna acompañante en las capturas son bajas, encontrándose en rangos aceptables de cualquier

pesquería. Por su parte, los usuarios reconocen que el PVOF ha sido exitoso en su implementación, y que junto al uso de paneles de malla cuadrada han permitido aumentar las tallas de captura. Se destaca que algunos usuarios ya han aumentado el área de cobertura de sus paneles de escape, demostrando que esta variable es relevante para aumentar la probabilidad de escape de peces pequeños.

A modo de ejemplo, se desarrolló un plano técnico en base a la modificación de una red tradicional de dos paneles, la cual considera el uso de mallas grandes en la sección frontal (2.400 y 800 mm) para favorecer el escape de fauna acompañante. También se propone evaluar a futuro la reducción del perímetro del túnel y copo para aumentar la probabilidad de escape a través de las mallas romboidales que lo conforman.

HITOS RELEVANTES

- 17-07-2008 Se informa a la PUCV sobre la adjudicación del proyecto.
- 16-10-2008 Se aprueba el contrato de investigación entre el Consejo de Investigación Pesquera y la PUCV, mediante D.Ex. N°1378.
- 25-11-2008 Se solicitan bases de datos pesqueras al FIP.
- 12-01-2009 Reunión con sectorialista de la Subpesca Sr. Jorge Farías. Se discuten los alcances del proyecto, exposición del problema, objetivos y principales actividades. Convocatoria a armadores del sector.
- 20-01-2009 Reunión con representantes de Asociación Gremial que reúne a arrastreros pequeños, Asisten los señores Carlos Carrasco y Antonio DaVenezia, y los señores Queirolo, Merino y Cassasus por parte de la Universidad. Lugar: San Antonio.
- 22-01-2009 Se realiza taller metodológico en dependencias del FIP, Asisten los señores Jorge Farías y Alejandro Karstegl por parte de la Subpesca; Señor Rubén Pinochet por parte del FIP; señores Dante Queirolo y José Merino por parte del equipo de investigación.
- 29-01-2009 Se realiza reunión con representantes de las pesqueras, gerentes, administradores y Jefes de flotas, de las pesqueras Biobío, El Golfo, Pesca Chile y Frio sur. IIP, Talcahuano.
- 29-01-2009 Se realiza visita al taller de redes de pesquera El Golfo. Talcahuano
- 30-01-2009 Se realiza reunión con oficiales de pesca, jefes de flota y tripulación en auditorio IIP, en la que se exponen los alcances del proyecto y se realizan encuestas. Talcahuano.
- 30-01-2009 Se realiza visita a taller de redes, empresa de redes particular de propiedad de don Mario Ibañez, que confecciona redes para embarcaciones menores. Talcahuano.
- 17-02-2009 Reunión Señores Carlos Carrasco y Antonio DaVenezia, representantes de pequeños armadores.
- 23-02-2009 Se da inicio a las simulaciones dinámicas de las redes.
- 02-03-2009 Se da inicio a las actividades de recolección de información en embarques comerciales, las que se extienden hasta el 31 de mayo. Actividad desarrollada por IIP. Talcahuano y San Vicente.
- 16-03-2009 Se da inicio a la recopilación de ejemplares de fauna acompañante para su revisión taxonómica y elaboración de guía de campo. Actividad a cargo de la Universidad Austral de Chile. Valdivia.
- 20-04-2009 Se solicita autorización a la Subpesca para realizar una pesca de investigación entre las regiones V y VII, en la cual una nave arrastrera operará. Con el objeto de evaluar el desempeño de la red y dispositivos de escape usados tradicionalmente por la flota menor.
- 03-05-2009 Se completan los embarques en que se realizaron filmaciones del comportamiento frente al arte de merluza de cola y merluza común a bordo de embarcaciones industriales mayores. Talcahuano y San Vicente.

- 23-06-2009 Se inicia análisis de filmaciones submarinas.
- 17-08-2009 Se autoriza aplazamiento del proyecto, para esperar disponibilidad de expertos extranjeros que participarán de taller.
- 07-10-2009 Se inicia pesca de investigación con la flota menor a 1.000 HP, en San Antonio.
- 29-10-2009 Se realiza seminario internacional de selectividad para la sustentabilidad de las pesquerías demersales centro sur.
- 30-10-2009 Se realiza taller de expertos en las dependencias de la Escuela de Ciencias del Mar de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Se dan a conocer los principales resultados obtenidos hasta ahora y se exploran las mejores alternativas de implementación.
- 04-12-2009 Se realiza taller con usuarios, opinión de usuarios de alternativas a implementarse para mejorar las sustentabilidad. En dependencias del Instituto de Investigación Pesquera en Talcahuano.
- 09-12-2009 Se realiza taller con personas del sector de la Administración pesquera, en dependencias de la PUCV.

INDICE GENERAL

1.- OBJETIVO GENERAL	1
2.- OBJETIVOS ESPECIFICOS	1
3.- ANTECEDENTES.....	2
4.- METODOLOGIA DE TRABAJO	8
4.1.- Objetivo específico 1. Determinar las principales características de diseño, armado y construcción de los artes utilizados que incidirían en la selectividad.	8
4.1.1.- Revisión bibliográfica	8
4.1.2.- Levantamiento de información.....	9
4.1.3.- Índices y relaciones para caracterización de redes.....	10
4.1.4.- Simulación dinámica.....	11
4.2.- Objetivo específico N° 2 Identificar, cuantificar y caracterizar las especies presentes en las capturas.	13
4.2.1. Recopilación de información de evaluaciones directas y otros proyectos.....	13
4.2.2. Recopilación de información mediante encuestas	13
4.2.3. Muestreo de la fauna acompañante	13
4.2.4. Índices de importancia de la fauna acompañante	14
4.2.5. Importancia relativa de las especies de la fauna acompañante.....	15
4.2.6. Análisis comunitario	15
4.2.7. Caracterización morfológica de la fauna acompañante.....	16
4.2.8. Pesca de investigación flota menor a 1.000 HP	18
4.3.-Objetivo específico 3. Identificar los estímulos generados por el arte de pesca y los tipos de respuesta de la fauna íctica.	19
4.3.1. Revisión preliminar de estímulos generados por el arte.....	19
4.3.2. Revisión preliminar de la respuesta de los peces frente a estímulos.....	19
4.3.3. Revisión bibliográfica	20
4.3.4. Descripción del sistema de filmación submarino.....	20
4.3.5. Posición y uso del sistema de filmación	20
4.3.6. Análisis de la información	22
4.4.-Objetivos específico 4. Describir, analizar y proponer alternativas de diseño y construcción que permitan mejorar la selectividad a la talla de la especie objetivo y disminuir la fauna acompañante en las capturas.....	25
4.4.1. Revisión de trabajos de selectividad de merluza común.....	25
4.4.2. Análisis de selectividad teórica de paneles de escape y grillas rígidas.....	25
4.4.3. Análisis de selectividad de copos mediante simulación	28

4.5.-Objetivos específico 5. Someter a juicio experto las alternativas selectivas identificadas, mediante lo cual se deberá seleccionar las modificaciones y/o dispositivos a desarrollar.....	29
4.6.-Objetivos específico 6. Elaborar los planos técnicos de las alternativas seleccionadas y documentos de divulgación que incorporen las modificaciones y/o dispositivos para reducir la captura no deseada.....	31
5.- RESULTADOS.....	32
5.1.- Objetivo específico 1. Determinar las principales características de diseño, armado y construcción de los artes utilizados que incidirían en la selectividad.	32
5.1.1.- Revisión bibliográfica.....	32
5.1.2.- Caracterización de redes de arrastre en la pesquería	52
5.2.- Objetivo específico 2. Identificar, cuantificar y caracterizar las especies presentes en las capturas.....	63
5.2.1.- Recopilación de información de evaluaciones directas y otros proyectos.....	64
5.2.2.- Recopilación de información mediante encuestas	74
5.2.3.- Muestreo de la fauna acompañante	79
5.2.4.- Índices de importancia de la fauna acompañante	83
5.2.5.- Análisis comunitario	93
5.2.6.- Pesca de Investigación flota menor a 1.000 HP.....	97
5.2.7.- Caracterización morfológica de la fauna acompañante	100
5.3.- Objetivo específico 3. Identificar los estímulos generados por el arte de pesca y los tipos de respuesta de la fauna íctica.	112
5.3.1.- Revisión de los estímulos externos generados por el arte y la nave.....	112
5.3.2.- Revisión de la respuesta de los peces frente a los estímulos.....	115
5.3.3.- Condiciones fisiológicas y del medio que influyen en la selectividad.....	121
5.3.4.- Resultados de las filmaciones submarinas	125
5.4.- Objetivo específico 4. Describir, analizar y proponer alternativas de diseño y construcción que permitan mejorar la selectividad a la talla de la especie objetivo y disminuir la fauna acompañante en las capturas.....	138
5.4.1.- Revisión de estudios de selectividad de merluza común.....	138
5.4.2.- Selectividad teórica de merluza común.....	140
5.4.3.- Selectividad de merluza común mediante simulación.....	144
5.5.- Objetivo específico 5. Someter a juicio experto las alternativas selectivas identificadas, mediante lo cual se deberá seleccionar las modificaciones y/o dispositivos a desarrollar.....	147
5.5.1.- Selección a la talla	147
5.5.2.- Selección a la especie	150

5.6.- Objetivo específico 6. Elaborar los planos técnicos de las alternativas seleccionadas y documentos de divulgación que incorporen las modificaciones y/o dispositivos para reducir la captura no deseada.....	151
5.6.1.- Propuestas de modificaciones para evaluar.....	151
5.6.2.- Documentos de divulgación.....	154
6.- ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.....	157
7.- CONCLUSIONES	164
8.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	168

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Factores que afectan la sobrevivencia de los peces en las distintas etapas del proceso de captura. Fuente: Suuronen (2005).	3
Figura 2. Secuencia en el proceso de simulación dinamica.	12
Figura 3. Descriptores morfológicos de la fauna acompañante de peces en la pesquería demersal de la zona centro sur. A: medidas de longitud y diagrama del volumen potencial (Vp). B: diagrama que representa el perímetro máximo (P) de un pez.....	17
Figura 4. Posiciones de la cámara submarina en el interior de la red de arrastre.....	21
Figura 5. Ejemplo de un pez de 36 cm enfrentado a las mallas.	27
Figura 6. Diferencias en el comportamiento de ingreso a las redes de arrastre de Cod, whiting y haddock observadas mediante cámara submarina (Main & Sangster, 1981).	49
Figura 7. Representación de las reacciones de escape que podrían presentar un pez frente a los estímulos generados por el arte de pesca (Wardle, 1986).	50
Figura 8. Diseños de borlones o trenes de arrastre utilizados en la pesquería demersal centro-sur.	59
Figura 9. Relaciones entre características de las redes (perímetro y longitud de relinga) y variables de desempeño (altura, resistencia, aberturas de alas y portalones).....	60
Figura 10. Proporción global (%) de taxas encontrados en las evaluaciones directas de merluza común (<i>Merluccius gayi</i>) entre el año 2000 y 2007	66
Figura 11. Proporción anual (%) de taxas encontrados en las evaluaciones directas de merluza común (<i>Merluccius gayi</i>) entre el año 2000 y 2007.	69
Figura 12. Respuesta de las encuestas. Ocurrencia de especies de fauna acompañante de la captura de merluza común. a) especies que aparecen frecuentemente en las capturas, b) especies que aparecen ocasionalmente en las capturas y, c) especies que aparecen rara vez en las capturas.....	75
Figura 13. Respuesta de las encuestas. Ocurrencia de especies de fauna acompañante de la captura de merluza de cola. a) especies que aparecen frecuentemente en las capturas, b) especies que aparecen ocasionalmente en las capturas y, c) especies que aparecen rara vez en las capturas.....	76
Figura 14. Respuesta de las encuestas. Ocurrencia de especies de fauna acompañante de la captura de besugo. a) especies que aparecen frecuentemente en las capturas, b) especies que aparecen ocasionalmente en las capturas y, c) especies que aparecen rara vez en las capturas.....	77
Figura 15. Respuesta de las encuestas. Especies de fauna acompañante indicadas como de aparición frecuente en los lances dirigidos a merluza común. a) Naves > a 1.000 HP, b) Naves < a 1.000 HP.....	78
Figura 16. Proporción global (%) de taxas encontrados en la pesquería de merluza común (<i>Merluccius gayi</i>) entre el año 2001 y 2009.	83
Figura 17. Proporción anual (%) de taxas encontrados en la pesquería de merluza común (<i>Merluccius gayi</i>) entre el año 2001 y 2009.	84

Figura 18.	Distribución espacial de los lances de pesca de merluza común (<i>Merluccius gayi</i>) en los que se identificó y cuantificó la fauna concurrente de la pesquería en el año 2008.....	87
Figura 19.	Distribución espacial de los lances de pesca de merluza común (<i>Merluccius gayi</i>) en los que se identificó y cuantificó la fauna concurrente de la pesquería entre enero y abril de 2009.	88
Figura 20.	Distribución espacial de los lances de pesca de merluza de cola (<i>Macruronus magellanicus</i>) en los que se identificó y cuantificó la fauna concurrente de la pesquería en el año 2008.....	92
Figura 21.	Dendrograma resultante del análisis de clasificación a partir de la matriz de abundancia de la fauna acompañante de merluza común transformada a la raíz cuarta.....	95
Figura 22.	Representación del análisis de escalamiento multidimensional de la similitud-disimilitud de la fauna acompañante de merluza común entre 2001 y 2009.....	96
Figura 23.	Distribución espacial de los lances de pesca de merluza común (<i>Merluccius gayi</i>) en los que se identificó y cuantificó la fauna concurrente de la pesquería, en naves menores a 1.000 HP, V Región, 2009.....	99
Figura 24.	Descripción de las medidas morfológicas tomadas sobre el caparazón de los crustáceos tipo jaiba. 1: longitud total (LT), 2: longitud del cefalotórax (LCT), 3: ancho estándar del caparazón (ASC), y 4: ancho máximo del caparazón (AMC).....	102
Figura 25.	Resumen de respuestas optomotoras y/o erráticas de los peces frente a un lance de pesca de arrastre. Modificado de Suuronen (2005).....	117
Figura 26.	Posición en la que se instaló la Cámara Submarina para dar cumplimiento con la posición c) correspondiente a la observación de la especie en el copo de la red.	127
Figura 27.	Distintas tomas de las filmaciones realizadas en la ejecución de este proyecto, obtenidas en distintas posiciones de la red.	127
Figura 28.	Comportamiento observado de merluza común (<i>Merluccius gayi</i>) en la boca de la red, de acuerdo a tabla de comportamiento modificado de Piasente <i>et al.</i> , 2004.....	130
Figura 29.	Comportamiento observado de merluza común (<i>Merluccius gayi</i>) en el inicio del túnel de la red, de acuerdo a tabla de comportamiento modificado de Piasente <i>et al.</i> , 2004.....	130
Figura 30.	Comportamiento observado de merluza común (<i>Merluccius gayi</i>) al final del túnel e inicio del copo, de acuerdo a tabla de comportamiento modificado de Piasente <i>et al.</i> , 2004.....	131
Figura 31.	Comportamiento observado de merluza común (<i>Merluccius gayi</i>) en distintas posiciones de la red de acuerdo a tabla de comportamiento modificado de Piasente <i>et al.</i> , 2004.....	131
Figura 32.	Comportamiento observado de pejerrata (<i>Coelorthynchus sp.</i>) en la boca de la red, de acuerdo a tabla de comportamiento modificado de Piasente <i>et al.</i> , 2004.....	133
Figura 33.	Comportamiento observado en tiburones en la boca de la red, de acuerdo a tabla de comportamiento modificado de Piasente <i>et al.</i> , 2004.....	134
Figura 34.	Comportamiento observado cabrilla (<i>Paralabrax humeralis</i>) al interior del túnel, de acuerdo a tabla de comportamiento modificado de Piasente <i>et al.</i> , 2004.....	135

Figura 35.	Curvas de selectividad de merluza común obtenidas en los estudios realizados entre 1968 y 2009.	139
Figura 36.	Relación entre la luz de malla (mm) y la longitud de primera captura de merluza común (cm).....	139
Figura 37.	Distribución de frecuencia de talla de la muestra de merluza común utilizada en el análisis.....	140
Figura 38.	Relaciones entre longitud total (LT) y perímetro post-opercular, y entre longitud total (LT) y ancho post-opercular	140
Figura 39.	Curvas de selección para separaciones de barras (I-B) entre 30 y 50 mm.....	141
Figura 40.	Curvas de selección para perímetros internos de malla (PM) entre 110 y 200 mm.....	142
Figura 41.	Talla media de retención (I50) para diferentes separaciones de barra en grilla rígida (A) y perímetros internos de malla en panel de escape (B).....	143
Figura 42.	Visualización de la deformación del copo en distintas etapas de un lance simulado, con y sin uso de cinturones restrictores	145
Figura 43.	Relación entre el número de mallas de perímetro en el túnel/copo y la longitud de primera captura.	146
Figura 44.	Plano de una red de arrastre de fondo de dos paneles modelo Engel modificada.	152
Figura 45.	Cuerpos posteriores de la red considerando dimensiones tradicionales en cuanto a longitud y perímetro.....	153
Figura 46.	Cuerpos posteriores de la red con modificaciones de longitud y disminución del perímetro.	153
Figura 47.	Propuesta de paneles de escape de color negro y blanco para evaluar el escape.....	154
Figura 48.	Propuesta de sección de color negro o cono de sombra para estimular el escape.....	154

INDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.	Categorías de comportamiento empleadas para estudiar la respuesta de los peces a redes de arrastre (modificado a partir de Piasente <i>et al.</i> , 2004).	23
Tabla 2.	Dimensiones principales de las redes.....	53
Tabla 3.	Dimensiones de las secciones relevantes de las redes de arrastre.	54
Tabla 4.	Indices que describen el diseño de las redes de arrastre.....	55
Tabla 5.	Área Solida total, peso y coeficientes de armado de las redes... ..	56
Tabla 6.	Áreas máximas y real de las mallas utilizadas en distintas secciones de las redes.....	56
Tabla 7.	Características de los componentes principales del amarinamiento de redes de arrastre... ..	57
Tabla 8.	Desempeño de las redes de arrastre mediante simulación dinámica.	61
Tabla 9.	Número de taxa por tipo de especie en los cruceros de evaluación directa de merluza común (<i>Merluccius gayi</i>) entre el año 2000 y 2007, y global para todo el período.....	65
Tabla 10.	Listado de especies concurrentes en los cruceros de evaluación directa de merluza común (<i>Merluccius gayi</i>), su respectivo acrónimo y tipo de especie (detalles en el texto).	66
Tabla 11.	Presencia/ausencia de los 112 taxa encontrados como fauna concurrente en las evaluaciones directas de merluza común (<i>Merluccius gayi</i>) entre 2000 y 2007. Para detalle de los acrónimos (Acron.) ver Tabla 2. X = presencia.....	70
Tabla 12.	Número de taxa por tipo de especie en la pesquería de merluza común (<i>Merluccius gayi</i>) entre el año 2001 y 2009, y global para todo el período.	79
Tabla 13.	Presencia/ausencia de los 45 taxa de la fauna concurrente en la pesquería de merluza común (<i>Merluccius gayi</i>) entre 2001 y 2008. X = presencia.	81
Tabla 14.	Captura en peso (tons) y número (individuos) de la fauna concurrente en la pesquería de merluza común (<i>Merluccius gayi</i>), frecuencia de ocurrencia e índice de Importancia Relativa Porcentual (%IIR) en el año 2008.	85
Tabla 15.	Captura en peso (tons) y número (individuos) de la fauna concurrente en la pesquería de merluza común (<i>Merluccius gayi</i>), frecuencia de ocurrencia e índice de Importancia Relativa Porcentual (%IIR) entre enero y septiembre de 2009.....	89
Tabla 16.	Captura en peso (tons) y número (individuos) de la fauna concurrente en la pesquería de merluza de cola (<i>Macruronus magellanicus</i>), frecuencia de ocurrencia e índice de Importancia Relativa Porcentual (%IIR) en el año 2008.	91
Tabla 17.	Nomenclatura para las zonas latitudinales.	93
Tabla 18.	Nomenclatura de los estratos de profundidad (m).....	93
Tabla 19.	Captura en peso (tons) y número (individuos) de la fauna concurrente en la pesquería de merluza común (<i>Merluccius gayi</i>), frecuencia de ocurrencia e índice de Importancia Relativa Porcentual (%IIR) en el año 2009	98

Tabla 20.	Relaciones lineales y potenciales entre pares de descriptores morfológicos (n = 12 ejemplares) de tolo de cachos (<i>Centroscyllium nigrum</i>). Func. = tipo de función; r = coeficiente de regresión; a y b = parámetros de la función lineal/potencial.....	103
Tabla 21.	Relaciones lineales y potenciales entre pares de descriptores morfológicos (n = 15 ejemplares) de raya volantín (<i>Zearaja chilensis</i>). Func. = tipo de función; r = coeficiente de regresión; a y b = parámetros de la función lineal/potencial	104
Tabla 22.	Relaciones lineales y potenciales entre pares de descriptores morfológicos (n = 99 ejemplares) de chancharro (<i>Helicolenus lengerichi</i>). Func. = tipo de función; r = coeficiente de regresión; a y b = parámetros de la función lineal/potencial	105
Tabla 23.	Relaciones lineales y potenciales entre pares de descriptores morfológicos (n = 204 ejemplares) de lenguado de ojos grandes (<i>Hippoglossina macrops</i>). Func. = tipo de función; r = coeficiente de regresión; a y b = parámetros de la función lineal/potencial.....	106
Tabla 24.	Relaciones lineales y potenciales entre pares de descriptores morfológicos (n = 60 ejemplares) de lenguado de ojos chicos (<i>Paralichthys microps</i>). Func. = tipo de función; r = coeficiente de regresión; a y b = parámetros de la función lineal/potencial.....	107
Tabla 25.	Relaciones lineales y potenciales entre pares de descriptores morfológicos (n = 73 ejemplares) de cabrilla común (<i>Paralabrax humeralis</i>). Func. = tipo de función; r = coeficiente de regresión; a y b = parámetros de la función lineal/potencial.....	108
Tabla 26.	Relaciones lineales y potenciales entre pares de descriptores morfológicos (n = 55 ejemplares) de pampanito (<i>Stromateus stellatus</i>). Func. = tipo de función; r = coeficiente de regresión; a y b = parámetros de la función lineal/potencial	109
Tabla 27.	Relaciones lineales y potenciales entre pares de descriptores morfológicos (n = 111 ejemplares) de jaiba mora (<i>Homalaspis plana</i>). Func. = tipo de función; r = coeficiente de regresión; a y b = parámetros de la función lineal/pote.....	110
Tabla 28.	Relaciones lineales y potenciales entre pares de descriptores morfológicos (n = 71 ejemplares) de jaiba paco (<i>Mursia gaudichaudi</i>). Func. = tipo de función; r = coeficiente de regresión; a y b = parámetros de la función lineal/potencial	111
Tabla 29.	Filmaciones disponibles para análisis de comportamiento, según proyecto de origen.....	126
Tabla 30.	Resumen de estudios de selectividad de merluza común realizados con redes de arrastre entre 1968 y 2009. Luz de malla en mm, Lc: longitud de primera captura (cm), FS: factor de selección, alfa y beta: parámetros de ajuste de la función logita, SR: rango de selección (cm).....	138
Tabla 31.	Parámetros selectivos para separación entre barras entre 30 y 50 mm	141
Tabla 32.	Parámetros selectivos para perímetros internos de malla entre 110 y 200 mm.....	142
Tabla 33.	Longitud de primera captura obtenida mediante pruebas en laboratorio	143
Tabla 34.	Longitud de primera captura (L50) en función al número de mallas de perímetro en el túnel/copo (NMP), la luz o claro de malla (LUZ#) y el uso de cinturones o cabos restrictores, estimada mediante simulación.	144
Tabla 35.	Coefficientes y significancia del modelo de regresión lineal que explica la longitud de primera captura (L50).	146

INDICE DE ANEXOS

- Anexo I. Elaboración de cartilla de identificación de las principales especies presentes en la pesca de arrastre comercial de la zona centro-sur.
- Anexo II. Personal participante por actividad.

1.- OBJETIVO GENERAL

Determinar sistemas de selección viables de ser implementados en la pesquería demersal centro-sur a partir de la composición de las capturas y el comportamiento de las principales especies que la conforman, considerando las alternativas selectivas que pueden emplearse según las características de los artes utilizados.

2.- OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1.- Determinar las principales características de diseño, armado y construcción de los artes utilizados que incidirían en la selectividad.
- 2.- Identificar, cuantificar y caracterizar las especies presentes en las capturas.
- 3.- Identificar los estímulos generados por el arte de pesca y los tipos de respuesta de la fauna íctica.
- 4.- Describir, analizar y proponer alternativas de diseño y construcción que permitan mejorar la selectividad a la talla de la especie objetivo y disminuir la fauna acompañante en las capturas.
- 5.- Someter a juicio experto las alternativas selectivas identificadas, mediante lo cual se deberá seleccionar las modificaciones y/o dispositivos a desarrollar.
- 6.- Elaborar los planos técnicos de las alternativas seleccionadas y documentos de divulgación que incorporen las modificaciones y/o dispositivos para reducir la captura no deseada.

3.- ANTECEDENTES

Un problema en muchas pesquerías a nivel mundial es la elevada captura y descarte de ejemplares inmaduros antes que tengan la oportunidad de reproducirse o alcanzar su tamaño óptimo en términos de rendimiento sustentable. Parte importante del descarte mundial de peces son pequeños juveniles de especies de importancia comercial, los cuales si pudieran crecer permitirían aumentos de rendimientos significativos. Las mayores pérdidas biológicas y económicas ocurren como producto del bycatch, por lo cual la reducción de la captura no deseada ha llegado a ser uno de los objetivos principales de la administración pesquera (Suuronen, 2005).

La clave para desarrollar estrategias efectivas frente a este problema al interior de una pesquería en particular, requiere una comprensión responsable de la naturaleza y el alcance del problema en dicha pesquería, antes que se adopte cualquier medida de administración. Se debe tener claridad que la solución no puede ser alcanzada sólo con administradores o científicos. Los usuarios poseen un conocimiento práctico único de los artes de pesca, fondos marinos y realidad económica de las pesquerías. La información que ellos pueden proveer, junto con la de todos los otros actores, es vital para alcanzar soluciones viables y costo-efectivas que permitan reducir el bycatch y ayudar a conservar los stocks de peces. Las soluciones varían entre pesquerías y regiones, y un mismo dispositivo o método de pesca que funciona apropiadamente en un área no necesariamente trabaja bien en otras áreas, incluso pueden existir diferentes resultados entre estaciones (Glass, 2000).

La pesca selectiva tiene un gran potencial para reducir el bycatch y el descarte, pero esto sólo puede justificarse si un número significativo de peces escapados logra sobrevivir, lo cual debería ser el enfoque principal de cualquier sistema de selección de captura. Suuronen (2005) establece que son muchos los factores que afectan la sobrevivencia de los peces escapados desde artes de pesca y pocos estudios han explicado adecuadamente el rango de stress, herida y mortalidad que pueden ocurrir cuándo el pez escapa del copo bajo condiciones de pesca comercial (Fig. 1).

Por otra parte, durante el proceso de captura de recursos demersales con redes de arrastre es necesario buscar la eficiencia en la selectividad para reducir al mínimo posible la fauna acompañante y el descarte en las pesquerías. Para esto es posible utilizar herramientas de observación directa que funcionen a profundidades y niveles de luz donde opera la flota comercial sobre los recursos objetivo (Graham *et al.*, 2004), de tal manera de conocer el comportamiento real de las especies que se desea seleccionar.

Así, el desarrollo de tecnologías de filmación submarina con distintas intensidades de luz ha proporcionado oportunidades de observaciones *in situ* del comportamiento de los peces y sus respuestas frente al arrastre (Rose, 1993; Walsh & William, 1993; Glass & Wardle, 1995 a). En este sentido, las investigaciones realizadas han permitido demostrar una variación en el comportamiento intra e interespecífico, lo cual es influenciado por la velocidad y resistencia de nado propias de cada especie (Wardle & He, 1988; Videler a & Wardle, 1991) y de respuestas visuales, táctiles y/o auditivas hacia las redes de arrastre (Main & Sangster, 1981; Glass *et al.*, 1986; Wardle, 1989; Watson, 1989; Zhang & Arimoto, 1993; Popper & Carlson, 1998).

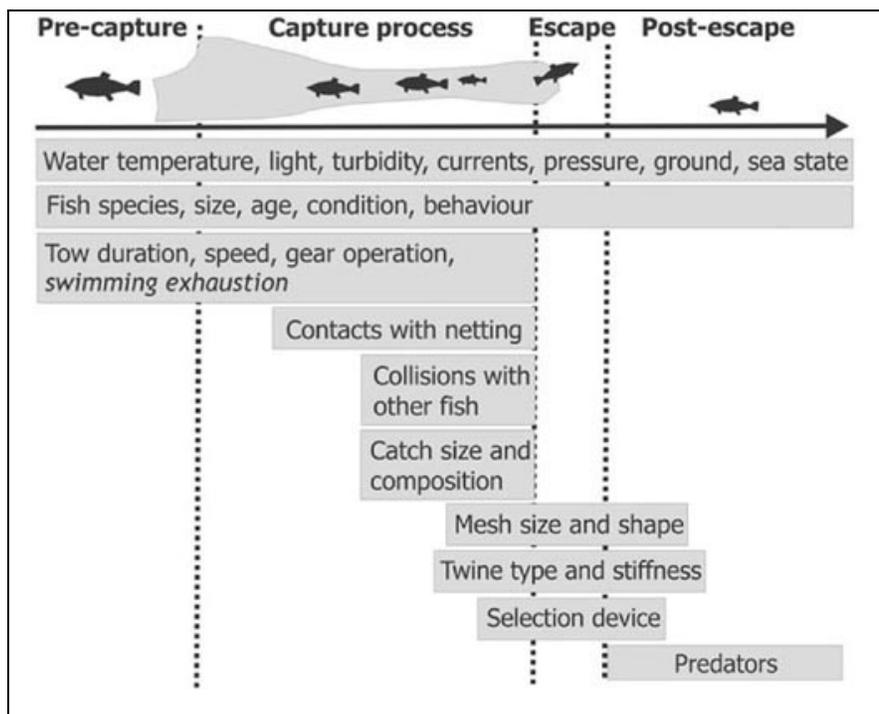


Figura 1. Factores que afectan la supervivencia de los peces en las distintas etapas del proceso de captura. Fuente: Suuronen (2005).

Algunas alternativas de escape/selección han sido descritas por Glass (2000), las que corresponden a modificaciones del arte de arrastre utilizando patrones de comportamiento observados, o bien sistemas que se han incorporado al arte para lograr la selección de especies. Algunos ejemplos de ambas vías de selección son:

Arrastre separador

Un arrastre separador se basa en las diferencias de comportamiento entre peces y otros animales separando la captura por grupos de especies. Este arte está diseñado con un panel horizontal de red que divide efectivamente la red en dos compartimentos. Cada compartimento conduce a copos separados o aberturas de escape para los peces no deseados.

Modificaciones del borlón

Las modificaciones al borlón como medio para incrementar la selectividad han sido recientemente evaluadas e implementadas en algunas pesquerías, no obstante han recibido relativamente poca atención aún cuando se reconoce su potencial para reducir la captura específica de algunos peces.

Malletas y estándares

La principal función de estas estructuras es el arreo de los peces dirigiéndolos a la boca de la red. Algunos factores fundamentales que determinan el éxito del arreo son la longitud de las malletas y el ángulo relativo respecto a la dirección de arrastre (comúnmente llamado ángulo de ataque). Por ejemplo, Engas (1994) observó que las tasas de captura de ejemplares adultos de cod y haddock aumentan en la medida que se incrementa la longitud de las malletas, mientras que la captura de ejemplares más pequeños es menos representativa.

Incremento del tamaño de malla

La técnica más obvia y comúnmente usada para alterar la eficiencia de captura de un arte de arrastre es el incremento del tamaño de malla de la sección de retención de la captura, el copo. Sin embargo, esto no siempre permite obtener el efecto esperado. Más aún, algunos cambios usualmente resultan en una disminución de la captura comercializable lo cual no es bien aceptado por la industria.

Diseño del copo

Aunque la selección de los peces ocurre durante el proceso de captura, desde el momento que el pez entra hasta que queda retenido en el copo, es en este último lugar donde se produce mayormente la selección. En general, se considera que si el tamaño de malla del copo aumenta entonces disminuye el número de peces pequeños, sin embargo también influye en el proceso de escape las tasas de captura, el volumen del copo y el diseño del copo.

Copos de malla cuadrada

Los copos de malla cuadrada están diseñados para reducir la captura de peces pequeños y otros animales basándose en la mayor superficie disponible de las mallas que puede utilizarse para el escape. A diferencia de los copos de malla romboidal, las mallas cuadradas no se deforman con el aumento de tensiones, siendo posible el escape de peces pequeños a lo largo de todo el copo.

Copos compuestos

Tradicionalmente los copos han sido construidos con paños de malla romboidal. Hace pocos años se han construido copos con malla cuadrada como requisito para la operación en aguas de Nueva Inglaterra. Sin embargo, Glass *et al.* (1999) ha demostrado que los copos compuestos puede mejorar la selectividad de la red, combinando en posiciones apropiadas mallas romboidales y mallas cuadradas en el copo, lo cual permite el escape de peces gádidos.

Ventanas de malla cuadrada y paneles de escape

El uso de ventanas de escape ha sido estudiado intensivamente en diversas ubicaciones del panel superior de la red, incluyendo secciones de extensión del copo y en secciones próximas a la relinga superior. Muchos autores han demostrado la efectividad de las ventanas de escape en especies que presentan reacciones de escape distintivas hacia arriba.

Grillas internas simples

El principal mérito de una grilla simple ubicada al frente del copo es que todos los peces se encuentran con la grilla en su paso al copo. Las grillas están construidas con barras de separación variable según la morfología de la(s) especie(s) que se desea que escapen. Esto hace fácil que los peces pequeños pasen a través de las barras dirigiéndolos a una salida de escape.

Grillas internas de mayor complejidad

Estas grillas están compuestas por una serie de elementos estructurales y de selección que permiten cumplir con el objetivo de escape de las especies o tallas no deseadas. Este es el caso de la grilla Noruega Sort-X, la cual fue inicialmente desarrollada para disminuir la captura de pequeños ejemplares de redfish (*Sebastes spp.*) en el mar de Barents. Las pruebas previas en esta región con copos de malla cuadrada demostraron que no había posibilidad de reducir su captura dados los altos volúmenes de captura y la consecuente obstrucción de las aberturas de las mallas, disminuyendo la probabilidad de encuentro de los peces con las mallas.

Respecto al caso particular de la pesquería demersal centro-sur, se reconoce que la pesquería de merluza común (*Merluccius gayi*) es la principal pesquería de arrastre demersal realizada en Chile, siendo desarrollada tanto por una flota industrial, compuesta principalmente por embarcaciones “arrastreras poperas”, menores a 1.000 Hp de potencia del motor, como por arrastreros con rampa (industriales mayores a 1.000 HP) que representan el mayor poder de pesca o capacidad extractiva (Tascheri *et al.*, 2006). Adicionalmente, participa de la pesquería una flota artesanal espinelera entre la IV a la VII y de enmalle, principalmente en la VIII Región.

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 N° 18.892; Acuña *et al.*, 2005).

Tanto el término de by-catch como el de fauna acompañante son más bien operativos, mientras que desde un punto de vista ecológico es más adecuado utilizar el concepto de fauna concurrente o asociada a las especies consideradas recursos objetivos. La fauna asociada en las capturas de la especie objetivo se puede explicar por dos factores: (1) los tipos de artes o aparejos de pesca usados en la extracción no son totalmente selectivos y, (2) 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 esta 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).

La metodología empleada en las operaciones de captura de las flotas pesqueras y los cruceros de investigación puede considerarse como otra fuente de variación en el análisis de la diversidad de las asociaciones faunísticas demersales. En la mayoría de los casos, en los lances de pesca de tipo comercial se invierte un mayor esfuerzo nominal y redes más selectivas, lo que se traduce en un mayor tiempo de arrastre con mayores capturas de la especie objetivo en cada lance (merluza común); mientras que los lances de evaluación son menores en tiempo y frecuentemente, en el tamaño del aparejo utilizado.

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 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 (Osteichthyes), (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 registraron 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 camaronesa-langostinera son el langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*), langostino amarillo (*Cervimunida johni*), camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) y gamba de profundidad (*Haliporoides diomedeeae*). Más aún, 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.- METODOLOGIA DE TRABAJO

4.1.- Objetivo específico 1. Determinar las principales características de diseño, armado y construcción de los artes utilizados que incidirían en la selectividad.

Con el propósito de determinar las principales características de diseño, armado y construcción de los artes de pesca de arrastre utilizados por la flota comercial en la pesquería demersal centro-sur, se estandarizó la nomenclatura para la comprensión cabal de estos conceptos, dada su relevancia en el éxito funcional y operacional del sistema de captura. La estandarización se realizó tomando referencias en la bibliografía, en la terminología usada frecuentemente por el personal de redes de las empresas pesqueras y, los utilizados en las aulas universitarias que enseñan estas materias, las que se aproximan a la nomenclatura utilizada internacionalmente.

Esta estandarización permitió por otra parte, establecer las características específicas por cada red utilizada por estas empresas referentes a; combinación de cortes en los paños de cada sección, dimensión y cantidad de mallas, materiales y sus principales características, desempeño, formas, coeficientes de armado, dimensiones generales, etc.

4.1.1.- Revisión bibliográfica

Considerando que las características de diseño, armado y construcción por sí solas no permiten saber con certeza su incidencia en la selectividad intra e inter específica, se recurrió a fuentes bibliográficas para reunir información complementaria, realizándose una revisión exhaustiva de información bibliográfica relevante, para luego orientar el levantamiento de información de los artes de arrastre utilizados mediante entrevistas y revisión directa de las redes.

Posteriormente se determinaron los índices que caracterizan y clasifican las redes utilizadas que permitieron la recolección de datos y el ingreso de índices para realizar simulaciones dinámicas de las redes más representativas. Que permitió comprender su desempeño en términos cualitativos y cuantitativos.

La revisión bibliográfica consideró fuentes nacionales e internacionales, considerando que en nuestro país la información es escasa y corresponde principalmente a merluza común. Mientras que internacionalmente la información hace más de una década se ha intensificado el esfuerzo de investigación y las innovaciones tecnológicas para disminuir los posibles efectos de los artes de pesca,

ya sea con fines de asegurar la sustentabilidad de la actividad extractiva como para reducir la interferencia sobre especies no objetivo y el ambiente, aunque está orientada a especies que no están presentes en nuestro país, por lo que fue necesario dar énfasis a aquellas especies que a un nivel taxonómico superior presentaran semejanzas a las especies presentes en aguas chilenas.

4.1.2.- Levantamiento de información

a) Entrevistas

Se realizaron entrevistas a los usuarios de la pesquería, en particular a quienes participan en la captura de merluza común, besugo y merluza de cola con redes de arrastre en la pesquería demersal centro-sur. Esta actividad permitió obtener información base para conocer los artes de pesca realmente utilizados, así como comprender, desde la perspectiva del usuario, los elementos que podrían incidir en la selectividad intra e inter especies. Las entrevistas fueron dirigidas principalmente a jefes de redes, patrones de pesca y contra maestres en los puertos base de San Antonio, Talcahuano y San Vicente.

b) Revisión de redes en la pesquería

Se realizó una revisión en terreno de las redes identificadas como comúnmente utilizadas en la pesquería, identificando las particularmente aquellas que en la actualidad están siendo utilizadas, levantándose sus planos que permitieron conocer en detalle las características de diseño, armado y construcción, que entregó mayor precisión de las características de la red respecto la información entregada por patrones y contra maestres.

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 su ubicación.
- Elementos anexos en el copo (cinturones, ponchos, chascones, etc.)

Debido a la relevancia del tamaño de malla en la selectividad de las redes de arrastre, se midió en cada sección de las redes como mínimo 10 mallas consecutivas, considerando que éstas no estuvieran próximas a las estructuras (relingas o lachas) o uniones entre cuerpos para evitar un error de medición producto de la deformación de las mallas. En la medición individual de las mallas se empleó un ICES Gauge de 4 kgf para obtener el tamaño y claro de malla real, y con un pie de metro se midió el diámetro del hilo y el diámetro de los nudos. Cuando las mallas superaban un tamaño mayor a 160 mm, la medición se realizó con huincha de medir con precisión al milímetro.

4.1.3.- Índices y relaciones para caracterización de redes

Para la caracterización de las redes de arrastre se establecieron diversos índices y relaciones que permitieron comparar los diseños y modelos utilizados por la flota. Entre estos se destaca:

- Relaciones de forma

LTC/LTOT : Longitud del túnel y copo respecto la longitud total

PER/LTOT: Perímetro de la red respecto a la longitud total

LA/LTOT : Longitud de las alas respecto a la longitud total

LC/LTOT : Longitud del cuerpo respecto longitud total

LR/LTOT : Longitud de la relinga respecto a la longitud total

LB/LTOT : Longitud del borlón respecto a la longitud total

- Índices de la malla

Coficiente de altura

Coficiente de abertura

Área sólida

Área máxima de la malla

Área real de la malla

El análisis de estos índices y relaciones permitió establecer patrones de similitud entre diseños y modelos, a partir de lo cual se procedió a clasificar las redes según patrones característicos de agrupación.

4.1.4.- 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 empleó el software DynamiT elaborado por IFREMER, el cual es una poderosa herramienta de apoyo para la evaluación 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 empleó para la clasificación de las redes.

La simulación permite visualizar la configuración que adopta la red durante el arrastre, pudiendo estimarse 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.

Para el proceso de simulación dinámica (Fig. 2) se utilizaron datos de los planos proporcionados por las empresas junto con información directamente obtenida en talleres de redes y de los capitanes. La información de salida consistió principalmente en la abertura entre punta de alas, abertura vertical de la red en la boca, abertura de portalones y tensión en los cables de cala, variando la velocidad y profundidad de arrastre. En particular, se emplearon profundidades variables entre 140 a 250 m y velocidades entre 3,5 y 4,1 nudos. La relación de cable de cala/profundidad mínima fue 1:3,0 y la máxima 1:4,8.

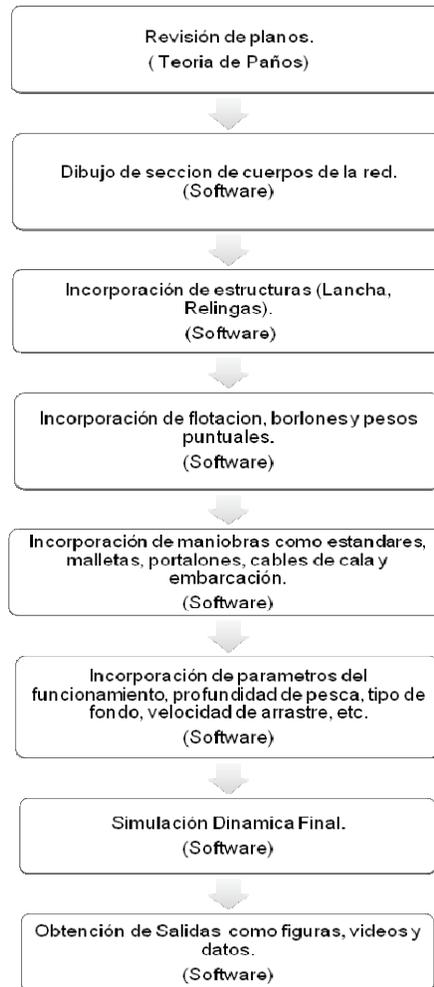


Figura 2. Secuencia en el proceso de simulación dinamica.

4.2.- Objetivo específico N° 2 Identificar, cuantificar y caracterizar las especies presentes en las capturas.

4.2.1. Recopilación de información de evaluaciones directas y otros proyectos

Para el análisis de la fauna asociada a merluza de los cruceros de evaluación directa, se dispuso de las bases de datos de los Proyectos FIP 2000-04, FIP 2001-18, FIP 2002-03, FIP 2004-09, FIP 2005-06, FIP 2006-03 y FIP 2007-16. Desafortunadamente, no se pudo contar con las bases de datos de los Proyectos FIP realizados en los años 2008 y 2009. No existen cruceros de evaluación directa de besugo (*Epigonus crassicaudus*) y merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) en la zona centro-sur de Chile en los que se puede realizar este mismo análisis.

4.2.2. Recopilación de información mediante encuestas

Se realizó una encuesta, que incluían preguntas cerradas y abiertas, a los capitanes y contraalmirantes para establecer las especies que ellos reconocen como presentes en las capturas comerciales. Con ellas se estableció desde su propia percepción las especies susceptibles de ser excluidas de las capturas y aquellas que presentan una relación temporal, estacional u operacional. Esta encuesta fue realizada en Talcahuano y San Vicente en la que se reunió la impresión de la flota industrial de mayor envergadura, y en San Antonio con el propósito de abarcar también a la flota de menor envergadura y que posee zonas de pesca distintas a las de la flota mayor, con el propósito de identificar diferencias entre ellas.

4.2.3. Muestreo de la fauna acompañante

La información básica utilizada consiste en la captura (peso) por lance de cada especie de la fauna acompañante. A bordo, la captura por lance fue tratada de la siguiente manera:

- a) Se toma una muestra aleatoria de 10 cajas de la captura.
- b) Se pesan las cajas para determinar el peso total de la muestra, descontándose el peso de las cajas vacías.
- c) Se separa la especie objetivo (merluza común) de las otras especies de la fauna acompañante.
- d) Se contabiliza el número de ejemplares de las distintas especies de la fauna acompañante y se pesan separadamente.

- e) En el caso de especies representadas por ejemplares grandes con baja frecuencia de aparición, como congrio dorado, raya volantín, corvinas, sierras y jibia, son separados del resto de la fauna acompañante y pesados individualmente.
- f) En el caso de las especies con ejemplares pequeños con bajo aporte en el peso total de la captura, se separa todos los individuos de cada submuestras pesándolos en su conjunto.

Las especies de la fauna acompañante fueron identificadas al nivel taxonómico más bajo posible, como el nivel de especies, para permitir una correcta identificación de especies de la fauna acompañante se elaboró una guía de campo preliminar para facilitar el trabajo de identificación abordo, utilizando los trabajos de Pequeño (1971), Lamilla (1986), Ojeda & Avilés (1987), Pequeño & D'Ottone (1987), Meléndez & Meneses (1989), Kong & Meléndez (1991) y Retamal (1981, 1994). Documento provisto de imágenes de las especies que es llevado por el personal que reúne la información a bordo de las embarcaciones, el que tiene carácter de preliminar, considerando que ha surgido la necesidad de elaborar una guía dirigida a la identificación de la fauna acompañante en terreno.

Considerando que aún existen algunas dudas razonables en cuanto a la identificación taxonómica de algunas especies y con el propósito de que este estudio sea un aporte útil para estudios posteriores, en conjunto con la Universidad Austral se confeccionó una cartilla de identificación de las principales especies presentes en las capturas comerciales de arrastre en la zona centro sur, para lo cual se recopilaron ejemplares de cada especie, los que han sido enviados desde Talcahuano a Valdivia para su identificación taxonómica, obtención de fotografías y realización de un dibujo esquemático. Este trabajo será entregado como un producto junto al informe final del proyecto, de acuerdo a lo indicado en Anexo 1.

4.2.4. Índices de importancia de la fauna acompañante

El análisis de la importancia de las especies de la fauna acompañante de la pesquería de merluza común considera la aplicación de la “metodología de frecuencias” de Hyslop (1980), utilizándose las siguientes proporciones:

Frecuencia de ocurrencia (%FO) = número de lances de pesca que contiene uno o más individuos de un taxon, expresado como porcentaje del total de lances con presencia de la especie.

Frecuencia numérica (%FN) = Número total de individuos de cada especie de la fauna acompañante capturada expresado como porcentaje del total de individuos capturados.

Porcentaje en peso (%W) = peso total de cada taxon expresado como porcentaje del peso total de todos los taxa capturados.

4.2.5. Importancia relativa de las especies de la fauna acompañante

La determinación de la importancia de las distintas especies de la fauna acompañante en la pesquería de merluza común en las capturas se efectuó aplicando el Índice de Importancia Relativa (IIR) de Pinkas *et al.* (1971), usado para evaluar la importancia de las presas en la dieta de sus predadores y corresponde a:

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

El objetivo de este índice es dar la importancia justa a las distintas especies de la fauna acompañante, ya que si sólo se usa el número de ejemplares como medida de importancia se corre el riesgo de sobreestimar su importancia cuando existen muchos ejemplares, pero pequeños; 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.

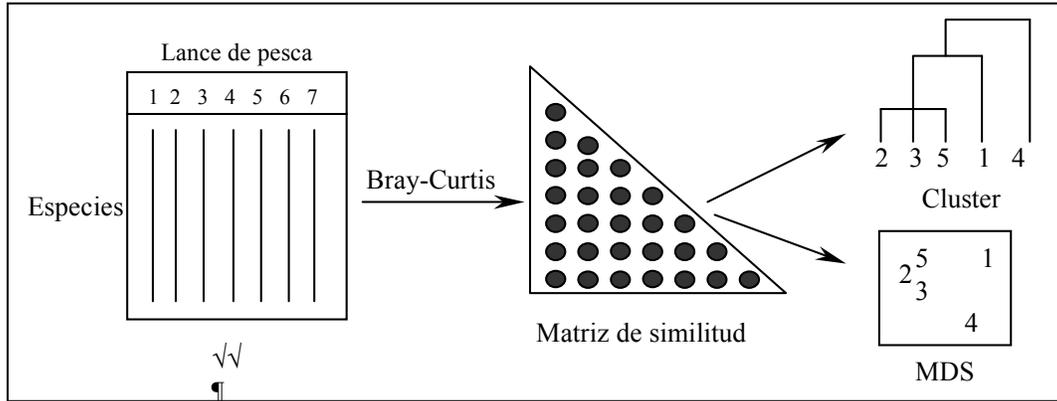
4.2.6. Análisis comunitario

Se identificó en la escala espacial las asociaciones específicas por medio del Método de Clasificación (Análisis de Cluster) y ordenación (MDS) (Clifford & Stephenson, 1975), utilizando el software PRIMER (Plymouth Marine Laboratory; Clarke & Warwick, 1994). Este análisis consiste en comparar de a pares todos los lances de pesca, en función de la cpue de cada especie, utilizando el Índice de Similitud de Bray-Curtis (*IBC*, Bray & Curtis, 1957), cuya expresión es la siguiente:

$$IBC = \frac{\sum_{i=1}^p |x_{ij} - x_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (x_{ij} + x_{ik})}$$

donde, p es el número de puntos de muestreo; X_{ij} : es la cpue de la especie i en el punto de muestreo j , X_{ik} : es la cpue de la especie i en el punto de muestreo k . La cpue será calculada como la razón entre la captura (en toneladas) y la duración del lance de pesca. Luego, la cpue será expresada en tons/hora arrastre.

Con los valores de similitud se construye una matriz de similitud, la que será utilizada para efectuar el análisis de clasificación y ordenación. Para balancear los valores atípicos (especies raras) con los valores comunes (especies comunes), se transforman los datos originales de abundancia relativa (cpue) aplicando raíz cuarta ($\sqrt[4]{}$), según el criterio propuesto por Clarke & Warwick (1994), expresado en el siguiente esquema:



4.2.7. Caracterización morfológica de la fauna acompañante

Para la caracterización morfológica de la fauna acompañante, para cada una de las especies de peces presentes se colectó información de los siguientes descriptores morfológicos: (a) longitud total (LT) o longitud horquilla (LH), (b) altura máxima (Hm), (c) ancho máximo (Am) (Fig. 3A), y (d) el perímetro de la sección más ancha (P) (Fig. 3B). También se registrará el ancho en la sección opercular (Ao) y su perímetro en la misma sección (Po) dado que en algunas especies corresponde a la sección rígida más ancha del cuerpo, determinando entonces su capacidad de escape.

Estas mediciones se realiza para todo el rango de tamaños presente en las capturas. Así, se construyeron distribuciones de frecuencias para cada tipo de medición. Además, se calculó el volumen potencial (V_p) de cada tipo de especie, que se obtiene como el producto de la longitud máxima, altura máxima y ancho máximo (Fig. 3):

$$V_p = LT \cdot Hm \cdot Am$$

Las relaciones lineales y no lineales se calcularon entre pares de descriptores. La medida de bondad de ajuste para el mejor modelo de regresión correspondió a la suma de cuadrados de los residuales (SCR). Por otro lado, se calculó la relación peso total del organismo respecto del volumen potencial, y se construyeron las distribuciones de frecuencia de dicho estimador, donde la ecuación que describe tal función es

$$WV = \frac{PT}{Vp}$$

donde WV es la relación peso-volumen, PT es el peso total, y Vp es el volumen potencial.

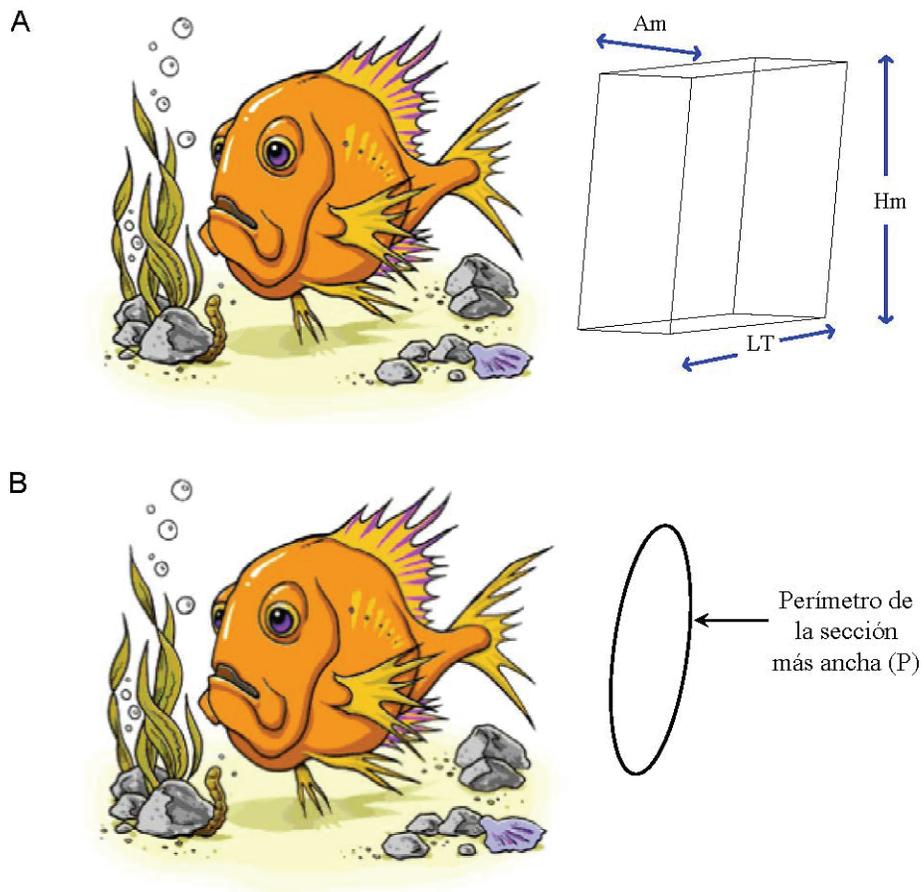


Figura 3. Descriptores morfológicos de la fauna acompañante de peces en la pesquería demersal de la zona centro sur. A: medidas de longitud y diagrama del volumen potencial (V_p). B: diagrama que representa el perímetro máximo (P) de un pez.

4.2.8. Pesca de Investigación flota menor a 1.000 HP

Durante el desarrollo del proyecto se realizó una pesca de investigación con la flota pesquera que opera sobre peces en la zona centro sur que tiene una envergadura menor a los 1.000 HP. La pesca se llevó a cabo en dos periodos; entre el 03 y el 11 de agosto del 2009 y, el segundo período entre el 7 y 4 de octubre del 2009. Evitando operar durante el periodo de veda biológica del recurso merluza común a la que orienta su esfuerzo las naves sujetas al estudio.

El objetivo de ésta actividad fue la de determinar sistemas de selección viables de ser implementados en la pesquería demersal centro-sur a partir de la composición de las capturas y el comportamiento de las principales especies que la conforman, considerando las alternativas selectivas que pueden emplearse según la características de los artes utilizados.

A bordo de la embarcación se realizaron filmaciones submarinas para determinar el comportamiento de las especies de la fauna acompañante y el desempeño operacional de la red de éste tipo de naves, que tiene una configuración distinta a la del resto de la flota, originado principalmente por sus dimensiones. Se obtuvieron datos in situ de las principales dimensiones de las redes utilizadas, y se determinó la composición de las capturas, utilizando la metodología propuesta en los puntos 4.2.4 y 4.2.5.

Esta actividad se justifica porque la flota industrial de menor envergadura es considerada patrón por las evaluaciones directas de merluza común por su estabilidad en términos de esfuerzo de pesca. Por otra parte, no se ha evaluado la efectividad del dispositivo de escape, que por ley las embarcaciones deben utilizar, desconociéndose el desempeño de este dispositivo en redes de menores dimensiones.

Por otra parte, ésta flota tiene zonas de operación distintas a la de embarcaciones mayores, actualmente operando en la V Región, por ende la fauna asociada a sus capturas es también distinta, dado al factor de distribución latitudinal de las especies que son susceptibles de interactuar con el arte de pesca.

4.3.-Objetivo específico 3. Identificar los estímulos generados por el arte de pesca y los tipos de respuesta de la fauna íctica.

4.3.1. Revisión preliminar de estímulos generados por el arte

Se realizó una revisión exhaustiva de la bibliografía nacional e internacional disponible que da cuenta del estado del conocimiento de los estímulos que generados por el arte de pesca relacionados entre otros por:

- Estímulos que condicionados por la velocidad de arrastre, el estado de mar, la relación buque – arte, los componentes del arte de arrastre, ya sean cables de cala, portalones, estructuras intermedias y red, generan durante su operación estímulos que derivan o son causa de; sonidos, turbulencias, turbidez y obstáculo
- Estímulos del tipo visual y sonoro.

4.3.2. Revisión preliminar de la respuesta de los peces frente a estímulos

En general, el conocimiento del comportamiento de peces no es exhaustivo, no obstante se ha realizado un importante avance sobre la materia desde la Primera Conferencia de la FAO (Foster, 1969). En este sentido, parte de la investigación se ha centrado en conocer el comportamiento y su relación con el desempeño del arte de pesca, siendo la tendencia reciente, trabajar sobre reacciones específicas y distintivas para cada especie. Para ello se revisó la bibliografía disponible en busca de los siguientes componentes:

- Comportamiento natural (innato) de los peces, especialmente la natación, velocidad, y distancias alcanzadas. Y características en distintos estratos y en la relación día-noche
- Reacción refleja de escape gobernada por la forma de la especie y por la presión sobre la línea lateral.
- Las barreras sónicas y visuales.

4.3.3. Revisión bibliográfica

Se consideró que la revisión es descriptiva y preliminar, proponiéndose realizar un estudio acabado de la bibliografía científica disponible con el objetivo de sintetizar la información disponible respecto a los estímulos generados por el arte de pesca, los tipos de respuesta que exhiben las diferentes especies durante el arrastre y las reacciones que estas presentan y que podrían ser identificadas para la determinación de sistemas de selección de captura en la pesquería. Es así que se presenta un estado sintetizado de la información disponible.

4.3.4. Descripción del sistema de filmación submarino

La importancia que representa el comportamiento de la especie objetivo y la fauna acompañante en el diseño, dimensionamiento y evaluación de dispositivos y/o modificaciones en la red tendientes a disminuir el descarte, hizo imprescindible contar en la presente investigación con una cámara submarina *ad-hoc* a los requerimientos de profundidad y luminosidad en las zonas de abundancia de los recursos objetivo y su fauna acompañante.

Entonces, se utilizó una Cámara Digital Sony Handycam TRV17 en caja estanca apta para 60 Bar de presión con tapa frontal de metacrilato. La unidad de control de grabación cuenta con un control programable, de forma tal que se puede establecer las rutinas de grabación en términos del inicio, duración e intervalo de las secuencias, como también permite controlar el encendido y apagado de la iluminación con el inicio y final de la grabación. La iluminación contemplada consistió en luz halógena blanca de tipo Xenophot HLX con alimentación de 12V y bombilla de 30 o 50 W según se requiera. Para mayor amplitud del haz de iluminación, se utilizaron focos con reflector de tipo difusor, lo que permite también crear un cono de luz difusa que evita concentrar la iluminación en un solo punto, evitando saturación. Esto último es apropiado también como complemento del uso de lentes con gran angular, lo que permitió un área de cobertura mayor de la filmación submarina. El sistema de alimentación de la cámara determinó una capacidad de filmación efectiva de 20 minutos por lance, permitiendo un alcance real de hasta 3 metros respecto a la fuente.

4.3.5. Posición y uso del sistema de filmación

De acuerdo a la experiencia adquirida en filmaciones submarinas en redes de arrastre de crustáceos (Melo *et al.*, 2003, Melo *et al.*, 2008) y peces (Melo *et al.*, 2002; Melo *et al.*, 2005; Melo *et al.*, 2007; Queirolo *et al.*, 2008 a), fue posible establecer que para los objetivos del proyecto era conveniente realizar filmaciones al interior de la red en tres posiciones distintas (Fig. 4). Estas son:

- Posición A (Cielo): Se ubicó la cámara en la relinga superior, orientada a la observación del comportamiento de las especies al enfrentarse a la red, con especial énfasis en la boca (borlón, alas, etc.).
- Posición B (Túnel): Se ubicó la cámara al final del belly e inicio del túnel, orientada a la observación del comportamiento de las especies asociado a la forma de entrada al túnel y las reacciones de escape.
- Posición C (Copo): Se ubicó la cámara al final del túnel e inicio del copo, orientada a la observación del comportamiento de las especies en el copo de la red.

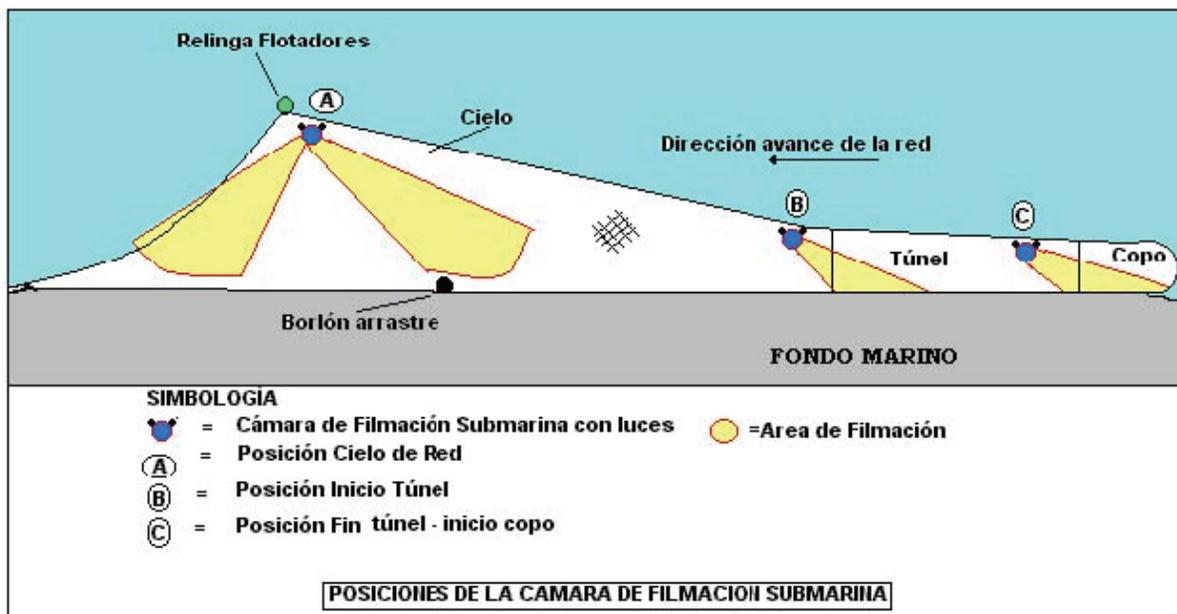


Figura 4. Posiciones de la cámara submarina en el interior de la red de arrastre.

En forma complementaria, se utilizan para el análisis diversas filmaciones realizadas anteriormente por el equipo de trabajo. Estas filmaciones corresponden a:

- Melo *et al.* (2007), Proyecto FIP N° 2005-61: En este proyecto se realizaron 30 filmaciones exitosas con el sistema de filmación ubicado en el cielo de redes de arrastre, con enfoque a la sección anterior (boca) de la red. Se cuenta con registros entre 106 y 461 metros de profundidad distribuidos entre la IV y IX Regiones, correspondiente a 220 minutos de filmación efectiva.

- Queirolo *et al.* (2008 a): En este trabajo se realizaron 4 filmaciones exitosas con el sistema de filmación ubicado en el borlón de la red y 1 filmación en el túnel de la red. La profundidad fluctúa entre 300 y 330 metros de profundidad, en caladeros de pesca de la VIII Región, correspondiente a 75 minutos de fijación efectiva.

4.3.6. Análisis de la información

En la pesquería de arrastre del sudeste Australiano, Piasente *et al.* (2004) realizaron filmaciones submarinas para estudiar el comportamiento de blue grenadier (*Macruronus novaezelandiae*), pink ling (*Genypterus blacodes*), whiptails (*Coelorinchus* spp.), tiger flathead (*Neoplatycephalus richardsoni*), ocean perch (*Helicolenus* spp.), New Zealand dory (*Cyttus novaezelandiae*) y jackass morwong (*Nemadactylus macropterus*). Los géneros *Macruronus*, *Genypterus*, *Coelorinchus* y *Helicolenus* están presentes también en las pesquerías demersales de nuestro país, razón por la cual es posible emplear las categorías de comportamiento empleadas por estos autores.

Las filmaciones reunidas hasta ahora han sido revisadas y procesadas, extrayendo de las secciones de video en las que efectivamente se observa la captura, de aquellos en la que se observa los cuerpos de la red. Este archivo de video que contiene filmaciones de la captura están en proceso de análisis, para ello se utiliza el procedimiento descrito por Piasente *et al.* (2004) quien define diez categorías para clasificar el comportamiento de las especies, que incluye natación, dirección y velocidad estimada, todo ello en términos relativos de los peces respecto al arrastre. Cada categoría se clasifica como un “evento” o un “estado”, donde un evento es definido como una acción discreta instantánea, como un impulso rápido o un giro, mientras que la acción continua de mayor duración como el nado crucero se define como un estado (Lehner, 1979; Martin & Bateson, 1986). Estas categorías de comportamiento también fueron empleadas por Queirolo *et al.* (2008 a) para estudiar el comportamiento individual de merluza común en redes de arrastre de fondo (Tabla 1).

Tabla 1. Categorías de comportamiento empleadas para estudiar la respuesta de los peces a redes de arrastre (modificado a partir de Piasente *et al.*, 2004).

ASPECTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
Ubicación	11	Despegado del fondo
	(a) Posición respecto al fondo 12	Pegado al fondo
(b) Posición al interior de la red	13	En la parte superior
	14	En la parte media
	15	En la parte inferior
	16	Costado de derecho
	17	Costado izquierdo
Orientación	21	Igual a arrastre
	22	Contrario al arrastre
	23	Perpendicular
	24	Diagonal
Intensidad de movimiento	31	Velocidad crucero mayor que velocidad de arrastre
	32	Velocidad crucero menor o igual que velocidad de arrastre
	33	Velocidad crucero no determinada
	34	Velocidad acelerada (por algunos segundos)
	35	Sin movimiento
Dirección del desplazamiento	41	Sin desplazamiento
	42	Dirección igual a dirección de arrastre
	43	Dirección en contra de dirección de arrastre
	441	Dirección diagonal a dirección de arrastre (igual arrastre)
	442	Dirección diagonal a dirección de arrastre (en contra de arrastre)
	45	Dirección perpendicular al arrastre
	46	Sobre la parte superior de la red
	47	Desconocido/aleatorio
Otros	51	Cambio de rumbo
	52	Choque entre/u otras especies

Se analizarán entonces las frecuencias de ocurrencia de cada categoría de comportamiento observado de todas las especies (o géneros) identificados en las filmaciones, agrupados según la posición de filmación (boca, túnel y copo). Se emplea el test no paramétrico Kolmogorov-Smirnov para analizar la significancia de las diferencias de las distribuciones de frecuencias observadas del comportamiento en cada sección de la red ($\alpha=0,05$). Se realizará también un análisis comparativo de las frecuencias de ocurrencia respecto al total de registros de cada especie, con el objetivo de determinar el comportamiento dominante en cada sección de la red para cada especie.

Junto a lo anterior, se espera poder observar y comprender las diferencias de comportamiento entre especies, lo cual fue valiosamente constatado por Main & Sangster (1981) para cod, haddock y whiting en términos del comportamiento de ingreso de estas especies a las redes de arrastre. Observaciones de este tipo favorecer la correcta determinación de modificaciones en las redes o el uso de sistemas de separación de captura basados en el comportamiento del recurso objetivo y su fauna acompañante. Información relevante para las siguientes actividades que desarrollará el proyecto.

4.4.-Objetivos específico 4. Describir, analizar y proponer alternativas de diseño y construcción que permitan mejorar la selectividad a la talla de la especie objetivo y disminuir la fauna acompañante en las capturas.

4.4.1. Revisión de trabajos de selectividad de merluza común

De manera introductoria, se realizó una revisión de los trabajos de selectividad de merluza común publicados entre 1968 y 2005, a lo cual se suma el análisis de información registrada en el presente proyecto junto al proyecto FIP 2008-26, en este último caso siendo la merluza común la principal especie que compone la fauna acompañante en pesquerías de crustáceos. Con todo, la información disponible corresponde a los trabajos de Saetersdal & Villegas (1968), Arana (1970), Klenner (1978), Gálvez *et al.* (2000), Melo *et al.* (2005), Queirolo *et al.* (2009) y Queirolo *et al.* (2010).

4.4.2. Análisis de selectividad teórica de paneles de escape y grillas rígidas

Una vez establecido un marco conceptual especie-específico, se realizó un análisis teórico de selectividad con fundamentos suficientes respecto a la factibilidad real de cumplir con el objetivo de selección. Se identifican *a priori* dos sistemas de selección de captura a ser analizados para las pesquerías de peces demersales, como son las grillas rígidas y los paneles de escape. En términos generales, una grilla rígida es un sistema mecánico de selección que se ubica en la sección del túnel de las redes de arrastre y esta compuesto por una rejilla metálica de barras, un embudo de tela para guiar la captura y una abertura en la red de tal forma que los peces pequeños atraviesen el espacio entre barras y puedan escapar. Un ejemplo de ello es el dispositivo de escape de juveniles de peces en las redes de arrastre (DEJUPA) desarrollado por el Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero de Argentina (INIDEP), el cual es descrito por Ercoli *et al.* (2000). Por su parte, el panel de escape corresponde a un sistema de selección basado en el comportamiento activo de la especie objetivo ha seleccionar, y está compuesto por una sección de paño de red que presenta como característica principal la configuración cuadrada de sus mallas, permitiendo que los peces pequeños atraviesen los espacios internos de las mallas para escapar (Suuronen, 2005).

Dadas las observaciones directas obtenidas en redes de arrastre con ventanas de escape para la captura de merluza de cola (Melo *et al.*, 2002) y merluza común (Melo *et al.*, 2005; Queirolo *et al.*, 2008 a), es posible definir que la sección post-opercular de estas especies debe ser considerada como variable morfológica para estimar la probabilidad de retención-escape. En este sentido, la dimensión crítica para el diseño de la grilla rígida es el ancho del cuerpo en la sección post-opercular, y en el caso

del panel de escape su perímetro del cuerpo post-opercular en la misma sección, variables que determinan la separación entre barras y el perímetro interno de las mallas, respectivamente. Este trabajo supone que la única variable que determina el éxito selectivo se refiere a la dimensión característica del sistema de selección y su relación con la morfología de los peces, asumiendo que todos ellos tienen la misma probabilidad de encuentro con el sistema de selección. Bajo este supuesto se puede esperar que las curvas de retención presenten un comportamiento distinto respecto a experiencias directas de selectividad, principalmente en la forma que adopta la curva sigmoidea en tallas mayores.

En este caso se empleará la información obtenida en el Objetivo 2 de la presente propuesta, correspondiente a longitud total (LT), ancho post-opercular (AO) y perímetro post-opercular (PO) de una muestra representativa de la fauna íctica que componen tanto los recursos objetivo como su fauna acompañante. A partir de estas dimensiones, se procederá al análisis de retención-escape de cada pez considerado en la muestra, contrastando la variable característica de cada individuo (AO y PO) respecto a la dimensión característica del sistema de selección correspondiente (separación de barra y perímetro interno de malla respectivamente), a partir de lo cual se obtiene la matriz dicotómica de escape o retención teóricos. En particular, se considera que el escape en la grilla rígida se produce cuando el ancho post-opercular es menor que la separación entre barras, mientras que en el panel de escape se produce cuando el perímetro post-opercular es menor que el perímetro interno de la malla cuadrada.

Se consideraron 12 separaciones de barras para la grilla rígida definidas según las dimensiones características de las especies objetivo, analizándose la probabilidad de escape en cada caso. En forma análoga, se consideraron 12 perímetros internos de malla para los paneles de escape, indicándose tanto el valor nominal de la malla como sus correspondientes dimensiones en cuanto a configuración cuadrada. Para obtener la probabilidad de retención a la talla, se evaluarán los individuos muestreados con respecto a las dimensiones características del sistema de selección, determinando la probabilidad de retención según:

$$P_{l,d} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n \varphi_{i,l,d}$$

donde,

n : número de individuos muestreados

d : variable característica del sistema de selección (separación entre barras en grillas rígidas o perímetro interno de las mallas en paneles de escape).

$\varphi_{i,l,d}$: escape (0) o retención (1) del i-ésimo pez de talla l

Se empleó la curva de selección logística exponencial propuesta por Millar & Walsh (1992), la cual ha sido corregida por Özbilgin *et al.* (2005 a) y Bahamon *et al.* (2006) en peces demersales. Esta curva también fue utilizada por Gálvez (1999) para determinar la curva de selección teórica de grillas selectivas, por Melo *et al.* (2005) para determinar el esquema selectivo de paneles de escape en lances con sobrecopo y por Queirolo *et al.* (2008 b) para el análisis de la selectividad teórica de paneles de escape y grillas rígidas, todos estos trabajos orientados al caso de merluza común.

$$r(l) = \frac{e^{(a+b \cdot l)}}{1 + e^{(a+b \cdot l)}}$$

Luego de ajustar la ecuación a las proporciones de retención para cada separación de grilla, es posible derivar las longitudes de retención (l_{25} , l_{50} y l_{75}), junto el rango de selección (RS) y el factor de selección (FS).

$$l_{25} = \frac{\ln(1/3) - a}{b}$$

$$l_{50} = \frac{-a}{b} \quad \text{y} \quad l_{75} = \frac{\ln(3) - a}{b}$$

$$RS = l_{75} - l_{25} \quad FS = \frac{l_{50}}{d}$$

Una prueba práctica de selección consistió en enfrentar a una muestra de 85 ejemplares de merluza común a diferentes tamaños y configuraciones de malla, empleando para ello una base de plástico con 30 perforaciones, correspondientes a un matriz compuesta de 6 tamaños de malla (50, 60, 70, 80, 90 y 100 mm) y 5 coeficientes de abertura (0,2, 0,3, 0,45, 0,6 y 0,707¹) (Fig. 5). Cada pez es enfrentado individualmente por gravedad cada agujero o “malla”, calificándolo si puede (1) o no puede (0) pasar por este.

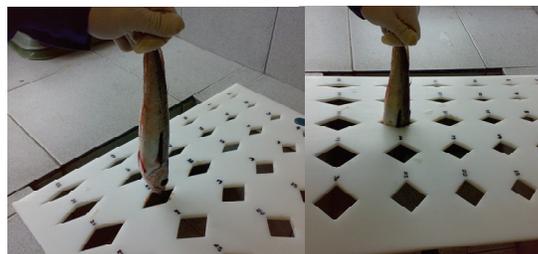


Figura 5. Ejemplo de un pez de 36 cm enfrentado a las mallas.

¹ El coeficiente de abertura $\mu_1=0,707$ corresponde a una malla cuadrada. El coeficiente de altura de la malla se calcula a partir de $\mu_2=\sqrt{(1-\mu_1^2)}$

4.4.3. Análisis de selectividad de copos mediante simulación

La selectividad de las mallas romboidales tradicionales de los copos también corresponden a elementos necesarios de considerar para selectividad a la talla y, potencialmente, a la especie. La regulación existente en la pesquería demersal para redes de arrastre se basa en los resultados obtenidos por Gálvez *et al.* (2000) y Melo *et al.* (2005); el primero orientado a la selectividad a la talla según diferentes tamaños de mallas romboidales en el copo, mientras que el segundo se orienta a la selectividad a la talla por efecto de la configuración de las mallas. De este modo, en la actualidad se regula las redes en orden a poseer un tamaño mínimo de malla de 120 mm, o 100 mm y el uso de un panel de malla cuadrada de 90 mm (45 mm de longitud de barra).

Un nuevo método está siendo utilizado en diversas pesquerías para evaluar la selectividad de las mallas en copos de redes de arrastre, el que consiste en un software de simulación de selectividad denominado PRESEMO (PREdictive SElective MOdel), mediante el cual es posible simular el proceso de captura, pudiéndose predecir la selectividad a la talla. PRESEMO fue desarrollado con financiamiento de la Unión Europea por el Danish Institute for Fisheries Research (DIFRES) en colaboración con otros institutos (IFREMER, FRS MARLAB, CNR-ISMAR). Para su uso fue necesario contar con datos morfológicos de los peces (longitud, peso y forma de la sección transversal), de comportamiento (tiempo de nado desde que entra a la red, entre intentos de escape y hasta que esta exhausto), del lance de pesca (duración del lance y duración el virado), del copo (tamaño de malla, número de mallas, características del hilo y forma del copo), entre otros, la cual será recopilada en el desarrollo de los objetivos anteriores (Objetivos 1, 2 y 3).

La simulación de selectividad empleando PRESEMO permite estimar el valor de L50 y el rango de selección (L75-L25), así como sus respectivas desviaciones estándar. También fue posible simular bajo diferentes volúmenes de captura, variable que ha demostrado su influencia en la eficiencia selectiva de las redes de arrastre. Además, se realizaron simulaciones considerando el uso de cinturones en el copo (round traps), para lo cual PRESEMO se integra con otro software denominado FEMNET (Herrmann *et al.*, 2007).

4.5.-Objetivos específico 5. Someter a juicio experto las alternativas selectivas identificadas, mediante lo cual se deberá seleccionar las modificaciones y/o dispositivos a desarrollar.

A partir de los resultados obtenidos en los objetivos anteriores se procedió a generar algunas alternativas que mejoren la focalización en la captura objetivo, lo que se espera contribuya a mejorar la selectividad a la talla de la especie objetivo y disminuir la fauna acompañante en las capturas. Para su selección y priorización se contó con la participación de los siguientes expertos:

- Carlos Martín Salazar: Director de Investigaciones en Pesca y Desarrollo Tecnológico-Instituto del Mar (IMARPE)
- Ricardo Roth: Unidad de Desarrollo de artes de pesca, métodos de captura y transferencia de tecnología-Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP)
- Julio César García: Unidad de Desarrollo de artes de pesca, métodos de captura y transferencia de tecnología-Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP)
- Betina Santos: Investigadora del Grupo de Evaluación de Merluza - Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP)
- Adrián Morales: Jefe de Flota-Pesquera Harengus
- Rubén Alarcón: Investigador del departamento de Pesquerías-Instituto de Investigación Pesquera (INPESCA)
- Julio Lamilla: Investigador del Instituto de Zoología-Universidad Austral de Chile (UACH)
- Ludwig Ziller: Jefe de Flota Arrastre-Pesquera El Golfo
- Sergio Lillo: Investigador del Departamento de Evaluaciones Directas-Instituto de Fomento Pesquero (IFOP)

Así también, se consideró la participación a nivel de usuarios y de administración pesquera, en cuyo caso los invitados a participar fueron:

- a) Nivel usuario
- Patricio Herrera
 - Claudio Concha
 - Ludwig Ziller

- Frank Stengel
- Marcel Moenne
- Enrique Gutiérrez
- Andrés Franco
- Oscar Barra

b) Nivel administración pesquera

- Francisco Ponce
- Italo Campodónico
- Jorge Farias
- Dario Rivas
- Lorenzo Flores
- Alejandro Karstegl
- Daniela Cajas
- Aurora Guerrero
- Rubén Pinochet
- Héctor Bacigalupo
- Luis Pichott
- Alejandro Covarrubias
- Fernando Naranjo
- Claudio Bernal
- Mauricio Braun
- Renzo Tascheri

4.6.-Objetivos específico 6. Elaborar los planos técnicos de las alternativas seleccionadas y documentos de divulgación que incorporen las modificaciones y/o dispositivos para reducir la captura no deseada.

a) Planos técnicos

Los planos técnicos se refieren principalmente a la propuesta de un diseño de red de arrastre de fondo de dos paneles que utiliza mallas de gran tamaño en la sección frontal, tanto superior como inferior. Así también, dichos planos consideran la mayoría de los elementos que resultan del objetivo específico N° 5.

b) Material de divulgación

La metodología original presentada en la oferta técnica del proyecto consideraba cuatro elementos centrales de divulgación: i) publicación de artículo en revista Chile Pesquero, ii) difusión en página web del Laboratorio de Tecnología Pesquera, iii) presentación de un artículo en inglés en la revista Latin American Journal of Aquatic Research, y iv) difusión mediante un documento técnico.

Al respecto, durante el desarrollo del proyecto se han modificado algunas vías de divulgación, sin embargo se mantiene el carácter principal de hacer público en conocimiento generado en el marco de la presente investigación.

5.- RESULTADOS

5.1.- Objetivo específico 1. Determinar las principales características de diseño, armado y construcción de los artes utilizados que incidirían en la selectividad.

5.1.1.- Revisión bibliográfica

Desde hace más de una década se ha intensificado la investigación y las innovaciones tecnológicas para disminuir los posibles efectos de los artes de pesca, ya sea con fines de asegurar la sustentabilidad de la actividad extractiva, como para reducir la interferencia sobre especies no objetivos y el ambiente. Mediante la mejora en la selectividad de los artes y aparejos de pesca es posible reducir algunos efectos indeseados, y para esto es necesario reconocer aquellos parámetros que influyen sobre ella. Para mejorar la selectividad y al mismo tiempo disminuir el problema de la captura de fauna acompañante, es posible modificar algunos componentes en la construcción de la red de pesca utilizada. Estas variadas modificaciones se refieren a medidas técnicas de los artes de pesca (Melo *et al.*, 2008). De acuerdo al análisis llevado a cabo, se han identificado tres características de los artes de pesca en los cuales es posible realizar modificaciones para mejorar la selectividad, como son su diseño, armado y construcción.

Es necesario considerar que debido al aumento de la presión de pesca sobre las pesquerías, cada vez se ha hecho más necesario disminuir la mortalidad no objetivo y una forma de lograr este objetivo es fomentar entre los pescadores el uso de artes de pesca más selectivos para reducir el descarte de peces juveniles (Graham & Kynoch, 2001). El conocimiento de la selectividad a la talla de los artes de pesca que operan sobre un recurso específico, permite al evaluador conocer, mediante la aplicación de un modelo específico, cuál es la vulnerabilidad (selectividad), ya sea por edades o por tallas, a que está siendo sometida la población objeto de explotación pesquera, y si los artes de pesca son efectivamente selectivos (Gálvez *et al.*, 1996).

Las propiedades de selectividad del arte de arrastre pueden variar en función a diversos elementos, algunos de ellos son además de la forma y el tamaño de malla, el claro de malla, el coeficiente de abertura de la malla y el desempeño de la red durante el arrastre, por las variaciones temporales y espaciales (Özbilgin *et al.*, 2006), por el tipo y tamaño del buque (Bohl, 1980; Tschernij & Holst, 1999; Tschernij & Suuronen, 2002), la configuración y extensión del copo (Reeves *et al.*, 1992), configuración del borlón (Engas & Godo, 1989; Walsh, 1992) y un conjunto de otros factores ambientales, operativos y variaciones de diseño (Wileman *et al.*, 1996; Tschernij & Suuronen, 2002). El claro de malla está en directa relación con el tamaño de malla y el diámetro del hilo utilizado en su construcción, debiendo buscarse aquella combinación que permita disminuir el impacto sobre la fracción

inmadura de los stocks. En este sentido (Melo *et al.*, 2008) proponen utilizar materiales que cumplan con proporcionar la resistencia a la ruptura suficiente para la actividad, sin sobredimensionar los diámetros de los hilos de la red como ocurre en la actualidad

Para muchos de los artes de pesca de arrastre, la selección de los peces ocurre típicamente en el túnel y copo, y es en gran medida producto de su morfología transversal en relación a la disponibilidad de la abertura de las mallas (Wileman *et al.*, 1996; Madsen *et al.*, 2006), por lo que las regulaciones consideran un tamaño de malla mínimo de acuerdo a la talla mínima de desembarque de la especie objetivo (Tosunoglu, 2007). El bycatch y el descarte de especies no objetivos son una de las mayores contribuciones a la mortalidad por pesca y unos de los principales factores en la declinación del stock de las poblaciones. Históricamente, las investigaciones realizadas sobre la selectividad alrededor del mundo se han focalizado principalmente en el copo, donde ocurre el mayor porcentaje de escape de los peces.

Diversos autores han evaluado distintas vías para mejorar la selectividad de la red, ya sea mediante cambios en la forma de ésta (aumento o disminución), diferentes tamaños y posiciones de las mallas (Glass & Wardle, 1995 b). También se incluyen separador de redes (Main & Stanger, 1985; Cotter *et al.*, 1997; Engas *et al.*, 1998), grillas de selección y cambios en la forma y geometría de las redes o en la construcción de los copos (Suuronen, 1995; Shevtsov, 1988). Varios autores han analizado los copos construidos con mallas cuadradas, opuestos a los convencionales con malla romboidal (Thorsteinsson, 1992; Robertson & Stewart, 1988; Suuronen, 1995; Halliday *et al.*, 1999).

Por lo tanto los copos varían en tamaño, diseño y construcción, en los materiales usados, diámetro de los hilos, relación de aspectos, todos estos factores pueden tener un efecto sobre la selección (Kynoch *et al.*, 1999; Lowry, 1995; Lowry & Robertson, 1996; Sala *et al.*, 2006, 2007a, b; Shevtson, 1979) y su selectividad puede variar de dos maneras. En primer lugar, lance a lance, a pesar de que la red no ha sido alterada. Esta variación se atribuye generalmente a una serie de variables "incontrolables" como el estado del mar, el tamaño de las capturas o la temperatura del agua. En segundo lugar, es la variación debido a los cambios "controlados" en la red, tales como cambios en el tamaño de la malla, el grosor del hilo de la malla y el número de mallas alrededor de la circunferencia del copo (Herrmann, 2005; Sala *et al.*, 2006).

De acuerdo a lo anterior, se procede a describir los principales elementos que deben ser considerados en la etapa de definición de opciones de selección de las capturas.

a) *Tamaños de malla*

La mayoría de los estudios de selectividad de los artes de pesca se centran en la selección a la talla (Madsen, 2007), reconociéndose que las mejoras se pueden lograr mediante cambios de tamaño de malla o en la geometría de las mallas del copo, donde la probabilidad de encuentro y posterior fuga a través de una malla es alta (Yanase *et al.*, 2007).

Es así como el tamaño mínimo de malla del copo debe determinarse en relación al tamaño mínimo de desembarque de la especie objetivo y las propiedades de selección del copo. Esto requeriría por lo tanto copos diferentes para distintas especies debido a las diferencias que se producirían en la talla de madurez, el tamaño del mercado, la tasa de crecimiento y otras características biológicas de cada especie (He, 2006).

Una de las principales rutas de escape de los peces en una red de arrastre se produce a través de las mallas abiertas del copo (Wileman *et al.*, 1996) que es la parte final de la red en la que la captura es remolcada a bordo (Madsen, 2007). Es así como la capacidad de una malla romboidal del copo para liberar peces bajo talla o de tamaño inferior al deseado depende tanto del tamaño de las mallas como de la aberturas de malla (Herrmann *et al.*, 2007).

Observaciones submarinas durante la pesca de arrastre han demostraron que las mallas romboidales del copo se distorsionan en forma de un bulbo por la presión del flujo de agua, que actúa cuando se acumulan las capturas en el copo (Stewart & Robertson, 1985). En éste, muchos peces escapan desde la abertura de la malla en la parte delantera de ésta, sin embargo, solo una pequeña cantidad de mallas tienen una abertura lo suficientemente amplia como para permitir el escape de los peces que están en la parte delantera y trasera del copo (Pope *et al.*, 1975; Robertson & Stewart, 1988).

Solo unas pocas mallas, unas filas justo antes de la acumulación de la captura, se abren ampliamente y sin obstáculos. Es principalmente a través de estas mallas que escapan los peces (Stewart & Robertson, 1985; Wileman *et al.*, 1996), por lo tanto las propiedades selectivas de las mallas romboidales son muy dependientes de la apertura de las mallas de las filas cerca de donde se acumula la captura y el tamaño de la captura (O'Neill & Kynoch, 1996; Herman *et al.*, 2007). Debido a este factor otro aspecto a considerar es el tiempo de arrastre, el cual está relacionado al tamaño de la captura. En algún momento este mecanismo tiene un efecto en las aberturas de la mallas y afecta la probabilidad de retención de los peces que se introducen en el copo en ese momento (Grimaldo *et al.*, 2008).

El escape de los peces de los copos se produce en todas las fases del lance no sólo durante la fase de arrastre en profundidad, sino que también durante el virado y mientras que el copo está en la superficie. Las tasas de escape dependerán del sistema de selección y la fase del lance en que se

encuentre las cuales varían considerablemente entre los distintos tipos de copos y fases del lance (Grimaldo *et al.*, 2009).

Durante el lance las mallas romboidales del copo tienden a cerrarse a causa de la tensión producida por el proceso de virado y en la superficie la selectividad en el copo, se ve reforzada por la acción de las olas y el efecto pulsante (O'Neill *et al.*, 2003), causando periódicamente pérdidas en la tensión de las mallas del copo abriéndolas (Grimaldo *et al.*, 2009).

Madsen *et al.* (2008) evaluaron la fuga de tres diferentes especies de un copo de malla romboidal en tres fases de la operación de pesca: arrastre, virado y en la superficie. No encontraron ninguna diferencia en la longitud de retención (L50) para cualquiera de las tres especies en cualquiera de las tres fases. Sin embargo esta experiencia mostró que la percepción del proceso de selección, que se prevé ocurre en el remolque, debe de ser examinada, ya que un considerable volumen del escape ocurre en el limitado tiempo del virado y en la superficie.

Una de las preocupaciones con el aumento del tamaño de las mallas romboidales es que otros factores influyen en la selección, como el volumen de las capturas y la velocidad de arrastre, los que pueden influir en fluctuaciones considerables de las aberturas de las mallas (Broadhurst, 2006 b), pues con frecuencia cambia de forma con la velocidad de arrastre y la cantidad de captura (Pope *et al.*, 1975; Robertson & Stewart 1988), tanto que el aumento de la captura en el copo y una mayor velocidad de arrastre ejerce una fuerza en las mallas romboidales causando el cierre de éstas (Wardle, 1983). Varios estudios de la pesca del bacalao del Mar Báltico han demostrado que es importante investigar el efecto del tamaño de la captura en la selectividad (Lowry *et al.*, 1998; Madsen *et al.*, 1998, 2002; Madsen & Holst 2002).

Si bien la mayoría de la selectividad se produce en el copo a través de la malla, se ha hecho evidente que el tamaño de malla no es el único factor que determina la selección en el copo, hay otros factores de diseño del arte que pueden afectar a la selectividad en el copo, (Reeves *et al.*, 1992 y Galbraith *et al.*, 1994). Estudios han cuantificado los cambios en la selectividad a través de la alteración de la circunferencia del copo (Robertson & Ferro, 1988; Reeves *et al.*, 1992; Galbraith *et al.*, 1994; Broadhurst & Kennelly, 1996; Lok *et al.*, 1997; Broadhurst *et al.*, 2006 a) que afecta las aberturas laterales de las mallas (Broadhurst, 2006 b). Para los estudios de selectividad en el copo es esencial el conocimiento de la geometría de éste, que está determinado por las interacciones de flujo de agua, tamaño de la captura y diseño de las características físicas de la red (O'Neill, 1997).

Sabido es que algunos de los factores que afectan la apertura lateral de las mallas es la circunferencia del copo (Reeves *et al.*, 1992; Broadhurst & Kennelly, 1996; Lok *et al.*, 1997), el tamaño de las capturas (Erickson *et al.*, 1996, Campos *et al.*, 2003; Herrmann, 2005) y el diseño de las mallas

del copo (MacLennan, 1992). Otros factores que también puede afectar la abertura lateral de las mallas y reducir significativamente la selectividad son el material (Tokac *et al.*, 2004) y espesor de los hilos (Lowry & Robertson, 1996; Özbilgin & Tosunoglu, 2003; Herrmann & O'Neill, 2006, Sala *et al.*, 2007). Muchos factores que hacen que la selectividad de las artes convencionales de copo de malla romboidal sean muy sensibles a estos y otros factores (Suuronen *et al.*, 2000; Tschernij & Suuronen, 2002). Si a esto se le agrega que, debido a la dirección de las fuerzas creadas por el arrastre durante la pesca, la malla romboidal en los copos tiende a alargarse, lo que limita las aberturas (Robertson & Stewart 1988; Reeves *et al.*, 1992), o más bien con el incremento en la velocidad de arrastre y el tamaño de la captura, la forma de las mallas romboidales colapsa resultando en una pobre selectividad se hace necesario recurrir a dispositivos para reducir las capturas no deseadas, previniéndola ó reduciéndola al mínimo (Gabr *et al.*, 2007 b).

Gálvez & Rebolledo (2005) exponen los resultados selectivos de merluza común (*Merluccius gayi*) con diferentes tamaños de malla en el copo, 100, 110, 130 y 140 mm, indicando que la proporción de peces que escaparon de los copos experimentales muestran una tendencia de un incremento exponencial a medida que aumenta el tamaño de malla. Además demostraron que un incremento en el tamaño de malla en el copo en las redes de arrastre, produce un aumento en la longitud de retención de merluza común y por lo tanto de su selectividad.

Es así como algunos de los métodos más simples para aumentar las aberturas laterales de las mallas en los copos incluyen: aumentar el tamaño de la malla romboidal (Sobrino *et al.*, 2000; Campos *et al.*, 2003), reducción de la circunferencia del copo (Reeves *et al.* 1992; Lok *et al.* 1997; Broadhurst *et al.* 2004; Özbilgin *et al.*, 2005 a) u orientar las mallas para que adquieran la forma cuadrada (Robertson & Stewart 1988; Thorsteinsson, 1992; Suuronen, 1995; Halliday *et al.*, 1999; Broadhurst *et al.* 2004; Broadhurst *et al.*, 2005).

b) Configuración del copo

En el caso de los gádidos el aumento de la circunferencia del copo en mallas romboidales provoca que la selectividad se reduzca por el incremento del número de mallas en la circunferencia del copo lo que genera bolsas en el copo (Broadhurst & Kennelly, 1996) factores que probablemente también afectarían a la captura de crustáceos (Catchpole & Revill, 2008).

La reducción del número de mallas en la circunferencia del copo de 100 a 80 y finalmente a 60 mallas en el eglefino provocó un aumento gradual en la longitud de retención (L50) (O'Neill *et al.*, 2008), algo similar ocurrido con trabajos experimentales de Reeves *et al.*, (1992), Galbraith *et al.*, (1994) y Robertson & Ferro (1988) que mostraron que las reducciones del número de mallas alrededor de la circunferencia del copo podría aumentar la longitud de retención (L50) para gádidos en el mar del norte y

han documentado que, además del claro de malla o abertura de la malla, el número de mallas alrededor de la circunferencia del copo es un factor importante para las propiedades selectivas de un copo.

El efecto contrario se produjo con la duplicación de la circunferencia del copo en mallas, redujo la longitud de retención (L50) en merlán y reflejó una tendencia general de reducción de la selección en otras especies. La variación del efecto selectivo por el aumento de la circunferencia del copo entre las distintas especies probablemente refleja las diferencias entre los perfiles de cuerpo, tamaño y/o comportamiento (Graham *et al.*, 2009). Además el diseño de la red, con más holgura en los paneles laterales de red, ocasiona que las mallas se cierran, jugando un papel importante en la penetración de los peces a través de la malla (Tosunoglu *et al.*, 2008).

El desarrollo de una simulación arrojó que la reducción en 50% de la circunferencia del copo en mallas contribuye por si solo al aumento en 3 veces de la longitud de retención (L50) en gádidos más que la orientación normal de la malla romboidal o rotando las mallas 90° (T90) (Herrmann *et al.*, 2007). El resultado de otra simulación confirma que la reducción del número de mallas en la circunferencia del copo será más beneficioso que el aumento del tamaño de la malla del copo en la selección de *Mullus barbatus* en el mar Adriático (Sala *et al.*, 2006).

Es así entonces, como la longitud de retención (L50) está estrechamente relacionado con la morfología transversal de los peces y la abertura máxima de malla (Broadhurst, 2006 b), y la zona de mayor escape se produce en el túnel, donde el pez se concentra y canaliza aumentando la posibilidad de encontrar un escape (Arkley, 2001). Por lo tanto la extensión del túnel también influye en la selectividad (Reeves *et al.*, 1992; Catchpole & Revill, 2008).

c) Copos de malla cuadrada

El diseño de las mallas del copo se ha establecido como un importante factor que determina la selectividad de las redes de arrastre (MacLennan, 1992). La aplicación de una configuración adecuada de malla o el material de ésta, para garantizar mallas abiertas durante el proceso de arrastre, son esenciales para la liberación de individuos inmaduros de una determinada especie (Tosunoglu *et al.*, 2008). La malla de forma romboidal en algunos tramos del arrastre, bajo tensión durante el recorrido o cuando se llena el copo, tiene una tendencia a cerrarse, lo que reduce su eficacia a la selectividad en comparación con mallas cuadradas, que permanecen abiertas durante el arrastre (Robertson, 1986; Isaksen & Valdemarsen 1986, Robertson & Stewart 1988; Halliday *et al.*, 1999; Suuronen & Millar 1992; Lehman *et al.*, 1993). Por lo tanto la malla romboidal de los copos es una malla inapropiada para el desarrollo de una pesquería multiespecífica y una modificación del diseño a todo el copo con malla cuadrada, que mantenga la abertura, es necesaria para reducir al mínimo la mortalidad por pesca no deseada (Broadhurst, 2006 b).

Para la merluza y en menor medida para el bacalao y la brótula hay una mejora significativa en la selectividad a la talla alcanzada a través de cambios en el tipo de malla (de romboidal a cuadrada), aunque para las distintas pesquerías pueden existir soluciones diferentes (Bahamon *et al.*, 2007 a; Bahamon, *et al.*, 2006). El marcado efecto sobre el bacalao es una consecuencia directa de que el copo de malla cuadrada facilita la fuga de grandes y pequeños peces y por lo tanto crea casi una única estructura de talla (Catchpole *et al.*, 2007).

Un seguimiento de las pesquerías en las Islas Baleares Massutí y Guijarro, 2005 determinaron que con la malla romboidal del copo se obtienen mayores rendimientos, si bien no discrimina entre especie objetivo y fauna acompañante. La malla cuadrada ofrece tallas de primera captura superiores a las de malla romboidal en la mayoría de las especies. Los porcentajes de captura total descartada y de descartes de especies comerciales con malla cuadrada fueron también menores a los de malla romboidal.

La malla del copo tradicional de forma romboidal se estira durante el arrastre, por lo tanto, se reduce su selectividad en comparación con las mallas cuadradas, que permanecen abierta (Robertson & Stewart 1988; Fonteyne & M'Rabet, 1992; Walsh *et al.*, 1992; Broadhurst, 2000), con la misma luz de malla, ejercen menor resistencia al avance del buque (Sarda & Bahamon, 2008), y a medida que se llena el copo las mallas cuadradas no se deforman (Catchpole & Revill, 2008).

La longitud de retención (L50) aumenta claramente en la mayoría de especies cuando se utiliza un copo de malla cuadrada, escapando muchos más individuos sobre su talla mínima de desembarque (Moderhak & Wienbeck, 2003; Ondines *et al.*, 2006), sin embargo en peces planos los copos de malla cuadrada tienen una longitud de retención (L50) menor en comparación a mallas romboidales del copo (He, 2006), por tanto con excepción de los peces planos un cambio en la configuración de la malla, de romboidal a cuadrada, afecta positivamente la selectividad. Sin embargo para los peces planos o de cuerpos deprimidos la malla cuadrada resulta inadecuada y les es más fácil salir que por las mallas romboidales (Sala *et al.*, 2008). En consecuencia un copo de mallas cuadradas no sería eficaz para todas las especies comerciales, como muchos peces de cuerpo alto y peces planos (Petrakis & Stergiou, 1997; Glass, 2000), si bien los resultados confirmaron que el copo de malla cuadrada reduce la presión de pesca sobre los juveniles, así como el impacto de la pesca de arrastre sobre el ecosistema (Ondines *et al.*, 2006). Los copos de mallas cuadradas son típicamente más selectivos en gádidos, pero menos selectivos en peces planos (Robertson, 1989; Walsh *et al.*, 1992; Halliday *et al.*, 1999). Esto demuestra la dificultad de mejorar la selección a la talla en una pesquería multiespecífica (Bahamon, *et al.*, 2006).

García-Rodríguez & Fernández (2005) y Guijarro & Massutí, (2006) compararon la selectividad de la malla romboidal y mallas cuadradas en los copos a igual tamaño de malla. No encontraron

diferencias en la composición de las capturas o el rendimiento que se podía atribuir a la forma de la malla, aunque el porcentaje del total de especies descartables con malla romboidal fue superior al copo con malla cuadrada. Además, al menos en el corto plazo, la proporción de escape de especies comerciales, lo que genera pérdidas económicas, era más bajas con la malla romboidal que con la malla cuadrada (Ondines *et al.*, 2006; Guijarro & Massutí, 2006). A esto hay que sumar que las mallas cuadradas utilizadas en el copo son impopulares dentro de la industria pesquera debido a la poca tensión, los nudos son inestables y las redes son difícil de manejar y reparar debido a la pérdida de flexibilidad (Graham *et al.*, 2003; Madsen, 2007).

d) Copos de malla rotada o T90

Las mallas rotadas del copo, son las mallas estándar romboidales que se utilizan en los diferentes paneles de las redes que se rotan en 90° en dirección al arrastre. Por lo tanto la producción de estos paños no requiere ningún cambio en la maquinaria o tecnología de producción en las fábricas de paños. Los copos rotados y túneles pueden ser de poliamida (PA) o polietileno (PE), hilo simple o doble, y ser contruidos en unos o dos paneles (Moderhak & Wienbeck, 2003).

Los copos con malla rotadas tienen las siguientes ventajas: excelentes propiedades selectivas y de protección (marcadas curvas selectivas, bajo by-catch), amplia aceptación por parte de la política pesquera, mejores condiciones de los peces y tasas de sobrevivencia, simple construcción, bajo precio, estabilidad durante el arrastre, mejor fuerza de tracción, disponibilidad de los paños, disminución del tiempo de operación y mejoramiento de la captura, también pueden aumentar la selectividad y la protección de las pesquerías, debido a que tienen las siguientes propiedades: retienen un menor número de peces juveniles y tienen menos by-catch de peces redondos y planos si se comparan con las construcciones de otros copos. Actualmente no se han presentado desventajas de las mallas rotadas (Moderhak & Wienbeck, 2003).

Dahm, (2004) indicó que las mallas T90 en un copo pueden incrementar la longitud de retención (L50), al compararlo con un copo similar de red romboidal (T0), pues esta última configuración genera una resistencia a la abertura, lo que tiende a cerrar las mallas. Al rotar la malla 90°, el mecanismo se invierte convirtiéndose en una malla que tiene una tendencia de resistencia a cerrarse, abriendo la malla, lo cual facilita que los peces pequeños escapen a través de las éstas.

Los resultados de las investigaciones y experiencias realizadas con paneles de mallas cuadradas y ventanas de escape para mejorar la selectividad de las redes de arrastre, principalmente de fondo, indican que las propiedades selectivas en los copos son diferentes tanto para los paneles de malla cuadrada, las ventanas de escape y las mallas romboidales (Robertson & Stewart, 1988; Walsh *et al.*, 1992; Dahm *et al.*, 1995).

e) Material de los paños de red

Por otra parte los materiales usados en la construcción pueden influir en la selectividad. (Catchpole & Revill, 2008). Las mallas hechas de poliamida (PA) sin nudo (raschel) tienen una baja abertura vertical, aun cuando las propiedades selectivas de PA son mayores a las mallas hechas de polietileno (PE) (Sala *et al.*, 2007). La baja selectividad de las redes de PE comparado con PA puede ser debido a la extremada rigidez y menor porcentaje de elongamiento a la carga (Holden, 1974; Ferro & O'Neill 1994).

La mayor propiedad selectiva de los copos de PA comparados con los copos hechos en PE se reconocen hace mucho tiempo (Holden, 1971) y puede estar asociada con varios factores. El hilo de PA es generalmente menos rígido, tiene una menor rugosidad y una mayor elasticidad y extensibilidad (Klust, 1982), este mayor porcentaje de alargamiento a la carga del material PA en comparación a PE puede tener un importante efecto en la selectividad de los copos (Tokac *et al.*, 2004) aparentemente facilitando de este modo el enmalle de crustáceos al forzar ellos mismos el paso a través de la malla (Fonseca *et al.*, 2007).

Tosunoglu *et al.*, (2008) investigan el ámbito de la selectividad del copo de malla romboidal de 50mm de polietileno (PE) sin nudos y determinan que las razones de la baja selectividad de un copo de estas características, entre otros factores, se asocia, al diámetro del hilo y las propiedades de la malla sin nudos. Las mallas de PE presentan una facilidad de reparación y buen tamizado de las aguas y el barro a través de las mallas, lo que resulta útil y conveniente para los usuarios.

f) Grosor y color de los hilos

En particular Herrmann & O'Neill, (2006) postulan que: (i) la apertura lateral de mallas de hilo grueso será menor por los nudos de la malla; (ii) el aumento de la rigidez de flexión del hilo grueso aumentará la resistencia a la apertura de las mallas; (iii) será más difícil para los peces deformar y escapar a través de mallas más rígidas hechas de hilos gruesos y; (iv) la red hecha de hilos gruesos presentará una mayor barrera visual para los peces que puede disuadirlos de hacer intentos de fuga. Estas sugerencias son similares a las presentadas por Lowry & Robertson, (1996) algunas de las cuales están apoyados por los estudios de O'Neill (2002) que muestra cómo un aumento de la rigidez de flexión de los hilos reduce el diámetro del copo y, por tanto, la apertura lateral de las mallas, y Glass *et al.*, (1993) muestran que es menos probable que el eglefino penetre redes que presentan un mayor contraste visual.

El ancho de estas aberturas laterales normalmente está influenciado por diversos factores que incluyen además, el material y grosor de los hilos, y los factores anteriormente vistos como el tamaño de malla (Bohl 1981; Lowry & Robertson 1996; Tokac *et al.*, 2004), el volumen de las capturas (Campos *et al.* 2003) y, especialmente, la circunferencia del copo (Reeves *et al.*, 1992; Broadhurst & Kennelly 1996; Lok *et al.*, 1997; Broadhurst *et al.*, 2004).

El grosor del hilo de las mallas del copo puede influir en la selectividad de varias maneras. Ferro & O'Neill (1994) categorizan los hilos de las redes en términos de la influencia en la selectividad a través de cambios en hidrodinámica del copo, el comportamiento de los peces y los mecanismos de apertura de la malla y concluyen que el grosor del hilo puede influir en cada uno de estos factores.

El aumento gradual del diámetro de los hilos incidió en las aberturas laterales de la malla afectando en gran proporción a la retención de peces pequeños. El significativo aumento de las capturas retenidas por las mallas en comparación a los distintos diámetros de hilo de las mallas de los copos da a entender que a mayor diámetro, mayor retención. (Graham *et al.*, 2009). Lowry & Robertson (1996) encontraron que la pesca con copo de malla romboidal con diámetro del hilo grueso redujo la selectividad de eglefino. Kynoch *et al.*, (1999) llevó a cabo un estudio similar y también encontraron una reducción de la selectividad del eglefino con hilos dobles trenzados de polietileno (PE) en las mallas del copo. Los resultados han demostrado una reducción sustancial en la selectividad con un aumento del tamaño del diámetro del hilo. Por lo tanto el grosor del hilo de la malla del copo desempeña un papel importante en la selectividad (Sala *et al.*, 2007).

Las razones de las diferencias de selectividad con el cambio de grosor de los hilos no están claras, pero el cambio en la apertura lateral de la malla de la red es probable que desempeñe un papel importante. En la práctica, la mayor cantidad de material de los hilos que configuran las mallas, daría lugar a que estas estén más cerradas (apertura lateral) en comparación a mallas confeccionadas con hilos más delgados. Además, las mallas pueden ser más visibles y por lo tanto disminuir los intentos de escape (Sala *et al.*, 2007).

La visibilidad del hilo varía de acuerdo a su diámetro, el color y el ángulo en relación con la superficie del agua (Glass *et al.*, 1993; Kim & Wardle, 1998; Catchpole & Revill, 2008). Por lo tanto, el diámetro del hilo y/o el color empleado en la construcción de las mallas de un copo como de un panel de malla cuadrada influiría en su eficacia (Polet & Redant, 1994; Briggs *et al.*, 1992; Revill *et al.*, 2007). Un experimento realizado para evaluar el efecto de colores indica que la selectividad para bacalao se vio reducida por la rigidez del copo provocada por el revestimiento (Madsen *et al.*, 1998).

En el manejo de las pesquerías se trabajan específicamente parámetros que involucran principalmente cambios en los tamaños de malla, sin embargo Glass & Wardle, (1995) y Glass *et al.*,

(1995) han demostrado que el comportamiento natural de los peces dentro de una red puede ser modificado generando estímulos visuales alrededor de ellos, creándole al pez una ilusión visual de un bloqueo de la red a través del túnel estimulando a los peces a que pasen a través de las ventanas de escape (Glass, 2000).

Un ejemplo asociado al comportamiento se refiere a las reacciones de escape frente a un estímulo visual condicionado por el color de los paños. En este sentido, Glass & Wardle (1995) afirman que la importancia de las investigaciones de este tipo no deben referirse a buscar si un color específico es mejor que otro, ya que los patrones naturales de comportamiento de un pez pueden ser modificados de acuerdo a capacidad del pez de percibir los patrones y contrastes de los materiales usados en la red. Estos autores destacan también la necesidad de observar directamente los patrones de comportamiento de cada especie que se desee seleccionar para el diseño apropiado de sistemas selectivos.

El comportamiento al interior del túnel y copo puede variar si por ejemplo se cambian los colores de los paneles a un color fuerte u oscuro, bajo estas condiciones se puede observar a los peces nadando en el centro y evitando las partes oscuras, este tipo de comportamiento ha llevado a colocar un lienzo oscuro justo por delante de las ventanas de escape, así los peces evitan este panel oscuro y hace que se dirijan hacia el dispositivo de escape, permitiendo que aquellos peces más pequeños pasen a través de las mallas (Glass & Wardle, 1995 a). Estas observaciones se confirmaron en un tanque experimental, mostrando a los peces que evitaban pasar por un túnel negro de un metro de diámetro, utilizando rutas alternativas o pasando a través de las mallas.

g) *Dispositivos de selección*

La preocupación por los impactos negativos sobre las poblaciones de las principales especies de captura incidental se ha traducido en muchos intentos de mejorar la selectividad. Estos principalmente son: (i) la regulación de los tamaños de malla para controlar el tamaño selección de las especies y (ii) las modificaciones físicas, como dispositivos de escape (BRDs) para la reducción de la captura incidental y para mejorar la selección de especies a través de la separación mecánica y/o de comportamiento de los organismos no deseados (Broadhurst, 2000).

La mayoría de las modificaciones para seleccionar las especies o para mejorar el tamaño selección de artes de arrastre han sido realizadas en redes de arrastre dirigidas tanto a crustáceos como a peces (Broadhurst, 2000). La variabilidad de las características en las distintas pesquerías significa que muchas modificaciones están disponibles en las artes de pesca, incluidos los simples cambios en los aparejos (Brewer *et al.*, 1998), el material de la red (Broadhurst, 2000), la concepción general de los artes (King *et al.*, 2004) y más comúnmente, dispositivos de escape (BRDs), que se clasifican en dos categorías en función de los métodos utilizados para facilitar la selección. La primera categoría incluye

diseños que mecánicamente excluyen organismos que son de tamaño más grande (Isaksen *et al.*, 1992; Christian & Harrington 1987) o menor (Larsen e Isaksen 1993; Graham *et al.*, 2004) que de la especie objetivo. Normalmente, este tipo de BRDs es rígida, inclinada al interior de red y separa los individuos físicamente aprovechando las diferencias en su tamaño. La segunda categoría de modificaciones tiene que ver con los paneles de escape vistos anteriormente que consisten en aperturas estratégicamente colocadas, diseñadas para explotar las diferencias en especies y comportamientos fisiológicos, que a menudo se utilizan para excluir peces similares en tamaño o más pequeños que la especie objetivo (Broadhurst *et al.*, 1996; van Marlen, 2003).

Para permitir una reducción más eficaz de las especies no deseadas y el tamaño óptimo de selección para la especie objetivo, la selectividad a la especie debe desarrollarse en conjunto con la selectividad de tamaño (Valdemarsen & Suuronen, 2003; Sarda *et al.*, 2004, 2005; Fonseca *et al.*, 2005 a). Es así como para la mayoría de las pesquerías, la secuencia lógica para el desarrollo de redes de arrastre selectivas, es en primer lugar determinar la configuración y el tamaño de la malla en el copo ya que aquí es donde ocurre la mayoría de la selección (Millar & Fryer, 1999) en tamaño para las distintas especies y, a continuación, dependiendo del caso, la utilidad de determinados BRDs para afrontar los retos de las capturas incidentales (Broadhurst, 2006 b). Las grillas al igual que los paneles de escape también pueden mejorar la selectividad (Larsen & Isaksen, 1993; Maartens *et al.*, 2002) y son obligatorias en algunas pesquerías noruegas.

Los paneles de malla cuadrada y las grillas de clasificación tienen una ventaja potencial en relación a la malla romboidal del copo. Ellos pueden ser insertados estratégicamente en el túnel de modo que los peces tienen la oportunidad de escapar antes de entrar en la parte posterior del copo (Grimaldo *et al.*, 2009).

Mediante las regulaciones al tamaño de malla y al desarrollo de equipos selectivos de especies para el arte de arrastre se ha logrado la reducción de los peces bajo talla (Isaksen & Valdemarsen, 1994). Las modificaciones a la red de arrastre son categorizadas como grillas separadoras, paneles separadores y orientadores, paneles de malla cuadrada, diseño para evitar la captura y modificación del copo. La composición de la captura se utiliza para cambiar el diseño de los artes (Catchpole & Revill, 2008).

Su funcionamiento está determinado en parte por la misma captura que fuerza a salir al agua a través de las mallas abiertas, produciéndose de esta manera cerca de la captura un aumento de la salida del agua, incrementando los tamaños de malla de este sector, facilitando los posibles intentos de fuga de los peces por los costados, antes de la captura. Esto es relevante para el posicionamiento de los mecanismos de selectividad y las grillas que permiten el escape de los peces (Pichot *et al.*, 2009).

Paneles de malla cuadrada

El uso de paneles de malla cuadrada ofrece las herramientas más útiles para eliminar el by-catch y capturar la especie objetivo, pudiendo transformarse en un potencial mayor en cuanto a selectividad (Catchpole & Revill, 2008). En estos paneles las barras de la malla quedan perpendiculares y paralelas a la dirección del arrastre adoptando una forma cuadrada manteniéndose más abiertas que las mallas romboidales convencionales del copo lo que facilitan el escape de los peces (Robertson & Stewart, 1988), especialmente de los peces más pequeños (Briggs, 1992). Los resultados de los estudios indican que las propiedades selectivas en los copos son diferentes tanto para los paneles de malla cuadrada, las ventanas de escape y las mallas romboidales (Robertson & Stewart, 1988; Walsh *et al.*, 1992; Dahm *et al.*, 1995).

Estudios realizados en crustáceos (Armstrong *et al.*, 1998) y en gádidos (Graham & Kynoch, 2001; Graham *et al.*, 2003; O'Neill *et al.*, 2008), indican que la instalación del panel de malla cuadrada en la red de arrastre influye en la selectividad ya que el cierre de las mallas romboidales del copo como consecuencia del incremento de las capturas es considerablemente menos problemático cuando se usan estos paneles o ventanas de escape en el copo (Grimaldo *et al.*, 2007 b). Los paneles de malla cuadrada trabajan sobre la base de que los gádidos principalmente se escapan por la parte superior del copo (Wardle, 1993).

Se ha demostrado que la captura incidental en gádidos por parte de las redes de arrastre (van Marlen, 1993; Thomsen, 1993) puede reducirse mediante la colocación de mallas muy grandes o reducir el panel superior. Paneles de mallas cuadradas en el copo se han utilizado con éxito para mejorar la selectividad de gádidos (Robertson & Stewart, 1988; Tschernij *et al.*, 1996; Madsen *et al.*, 1999; Madsen *et al.*, 2002) pero se ha indicado que la selectividad de los peces planos, en los paneles de malla cuadrada, es menor en comparación con las mallas romboidales (Walsh *et al.*, 1989; Fonteyne & M'Rabet, 1992). Es probable que la morfología de los peces planos, aplanada, les hace más difícil a ellos penetrar las mallas cuadradas que mallas romboidales (Madsen *et al.*, 2006).

Estudios realizados por Graham *et al.*, (2003), Madsen *et al.* (2002), Madsen *et al.* (1999), Graham & Kynoch (2001), Brigg (1992), Arkley (1990) y O'Neill *et al.*, 2006, han demostrado que tanto la posición del panel de selección así como el tamaño de malla influyen en la selectividad.

Cuando los orificios de salida proporcionados por la ventana de escape son cubiertos totalmente de peces, el proceso de selectividad se transfiere a la malla romboidal del copo. La fuga de algunos peces como el bacalao se produce cuando la mayor parte de los individuos capturados que están muertos o agotados bloquean la parte final del copo, bloqueando el flujo de agua por ese sector, creando

fuerte turbulencia por delante del bulbo de la captura, lo que ayuda a los peces a salir a través de las aberturas de las mallas (Grimaldo *et al.*, 2007 a).

Desde una perspectiva práctica, el panel de malla cuadrada es barato y fácil de instalar. Los paneles de malla cuadrada pueden ser diseñados para obtener capturas de mayor tamaño mejorando el flujo de agua, con mallas más grandes para mejorar la eficiencia de las capturas, con ejemplares más grandes (Krag *et al.*, 2008). Broadhurst *et al.* (1999) plantean que para maximizar los efectos del desplazamiento del flujo de agua en la parte posterior del copo, el panel compuesto de malla cuadrada debe estar situado lo más cerca posible de la parte final del copo pero evitando que la captura de langostinos se escapen a través de éste. Una solución a este problema sería aumentar el número de mallas en la circunferencia del copo en la parte posterior del panel (por ejemplo, 200 mallas), provocando que la captura se expanda lateralmente en la parte de atrás del copo y no se acumule en la parte delantera. Aunque esta modificación podría aumentar el área de resistencia del arte, el desplazamiento del agua hacia adelante ayudaría a que los peces escaparan a través del dispositivo, pero disminuiría la abertura de las mallas, lo que conlleva a disminuir la selectividad del copo.

Los estudios han demostrado que la eficacia del panel depende de su posición en relación con el copo, pero la literatura es algo contradictorias en cuanto a la posición óptima del panel. Graham & Kynoch (2001) y Graham *et al.* (2003) sugieren que es más eficaz al extremo final del copo, mientras que Armstrong *et al.* (1998) y Metin *et al.* (2005) sugieren que el panel está en mejores condiciones más adelante en la red de arrastre. O'Neill *et al.*, (2006) encontraron que la mayoría de los paneles fueron efectivos en una posición intermedia. Es probable que estas diferencias sean debidas en gran parte al diseño de la red de arrastre. Esto sugiere que el panel de malla cuadrada tiene que adaptarse a diferentes diseños de redes de arrastre y ser menos universal en su aplicación a través de la pesca (Graham & Fryer, 2006).

Existe un margen amplio para evaluar la posición en donde deben ir los paneles de malla cuadrada (SMP) en el cuerpo de la red. La precaución es colocar estos SMP de manera que no distorsione la forma de la red de arrastre propiamente tal, pues la malla cuadrada es más rígida y menos flexible que las mallas romboidales y por lo tanto, las grandes áreas de malla cuadrada pueden no ser prácticas con el diseño de algunas redes (Revill *et al.*, 2007; Catchpole & Revill, 2008).

Los resultados sugieren que la variabilidad en la selectividad fue menor en un copo con una ventana de escape bien diseñada y ubicada, en relación a los copos de mallas romboidales (Suuronen *et al.*, 2007), aun cuando la selectividad del panel de mallas cuadradas es para algunas especies y para otras no produce efectos. Por ejemplo no se espera un efecto del panel sobre los crustáceos por su morfología y pobre capacidad de natación, reduciendo las posibilidades de selectividad (Bullough *et al.*,

2007). Además su desventaja es que no tiene un claro patrón de selección por tamaño (Catchpole & Revill, 2008).

Gabr *et al.*, (2007 a) apoyan la condición de que el panel de malla cuadrada puede no ser tan efectivo como la grilla de selección cuando se utiliza en la oscuridad y a una alta velocidad de arrastre, que son las condiciones reales en que se aplican en la mayoría de las pescas de arrastre (Olla *et al.*, 2000; Ryer & Olla 2000; Suuronen, 2005).

Grillas de selección

El desarrollo de la tecnología de selección basado en grillas selectivas se ha llevado a cabo en diferentes partes del mundo las últimas dos décadas para diversos fines (Valdermarsen & Suuronen, 2003); para excluir grandes especies protegidas, tales como tiburones y tortugas (Villaseñor, 1997), permitir a las especies jóvenes de pesquerías demersales y pelágicas puedan escapar (Larsen & Isaksen 1993; Broadhurst *et al.*, 1996, 1999; Suuronen *et al.*, 1996; Kvalsik *et al.*, 2002, Graham *et al.*, 2004), así como simplemente separar determinadas especies de crustáceos, por ejemplo camarón (Isaksen *et al.*, 1992; Broadhurst *et al.*, 1996; Ercoli *et al.*, 1997; Polet, 2002; Graham, 2003).

Las grillas de selección no dependen en su totalidad del comportamiento de reacción de los peces, se basa más en el filtrado dinámico de la captura (Robertson & Shanks, 1997). La eficiencia de la selección depende del ángulo de la grilla y del flujo y velocidad del agua a través de la red (Kvalsvik *et al.*, 2006). A diferencia de lo que ocurre cuando se usan mallas romboidales en los copos o paneles de malla cuadrada, la influencia del tamaño de la captura en el funcionamiento de la selectividad del copo se minimiza cuando se usa grilla de selectividad, debido a que la mayoría del proceso selectivo o de selección se lleva a cabo delante de la zona donde se acumula la captura (Sistiaga *et al.*, 2008).

Se recomienda utilizar la grilla rígida en el inicio del túnel porque va al encuentro de los individuos (Gabr *et al.*, 2007 a). Una rejilla colocada en el cuerpo posterior del arte, y por delante del copo, pueden ayudar a seleccionar rápidamente los peces y que éstos abandonen rápidamente el arte por una abertura destinada a tal efecto antes de llegar al copo. Para que los peces se dirijan hacia la rejilla con la velocidad y densidad adecuada se puede utilizar un cono de red que proyecta a los peces directamente sobre la rejilla. (Sarda & Bahamon 2008). Además se sugiere que una grilla inclinada hacia atrás en la parte inferior de la red es un diseño de BRD más eficiente (Gabr *et al.*, 2007a), para aprovechar el comportamiento de algunos peces demersales en condiciones oscuras que tienen la tendencia natural de descansar en o cerca del fondo marino, colisionando algunas veces con el borlón de la red (Walsh & Hickey 1993).

Una ventaja potencial de una grilla de selección es que la barra de espaciamiento es constante en todo el arrastre, independiente de la velocidad y la captura. Además todo los peces pueden ser forzados al contacto con la rejilla y los peces pequeños pueden pasar rápidamente a través de ésta ya que puede ser instalada de tal manera, que cruce toda la vía (Bahamon *et al.*, 2007 b).

Con el uso de rejillas se tiene la ventaja de que su efectividad es mayor, ya que el pez se proyecta forzosamente sobre ella antes de llegar al copo (Sardà *et al.*, 2004; Sardà *et al.*, 2005, Fonseca *et al.*, 2005 a). El pez es expulsado sin mayor esfuerzo por su parte de manera totalmente pasiva. El proceso de selección es muy corto durando décimas de segundo, lo que debería repercutir positivamente en la supervivencia de los peces una vez pasado por la red. Contrariamente, este proceso en la malla cuadrada puede durar varios minutos y el animal nada estresado cerca de los paños de red hasta que consigue la habilidad suficiente para cambiar el sentido de natación, acertar la luz de la malla y atravesarla para escapar (Lentonen *et al.*, 1998). En la mayoría de casos esto producirá rozaduras en la piel, posteriores infecciones y por tanto baja supervivencia (Suuronen, 2004).

Sistiaga *et al.* (2008) estiman el cambio de selectividad al variar el espaciamiento en una grilla rígida. Con diferentes separaciones de barra se determinan diferentes parámetros de selección tanto para eglefino como para bacalao. Bahamon *et al.* (2007 b) compararon el desempeño de una grilla con separación de barra de 20 mm con una malla romboidal de 40 mm y una cuadrada de 40 mm en el copo. Con la grilla se mejora el tamaño de selección (L50) respecto a la malla romboidal, pero no observaron diferencias significativas respecto a la malla cuadrada. El mejor desempeño se logra con tubos en forma de embudos al interior de los túneles para dirigir a los peces. Se demostró que la selectividad es más sensible, al hacer pasar a todos los individuos por la grilla.

Las grillas rígidas o flexibles están diseñadas para separar los organismos sobre la base de su tamaño. Pero si los individuos no deseados son en tamaño igual a la especie objetivo es difícil excluirlos por la separación de tipo mecánico (Macbeth *et al.*, 2007). Las grillas son selectivas en tamaño pero no a la especie (Gabr *et al.*, 2007a). Por lo tanto este dispositivo es menos adecuado para pesquerías mixtas y más adecuado para pesquerías no tan diversas donde se quiere separar un determinado tipo de tallas o especies muy concretas. Así pues las rejillas deben ser específicamente diseñadas para el propósito requerido (Sarda & Bahamon, 2008).

Para optimizar el rendimiento en general de la selectividad, puede ser necesario usar diferentes técnicas de selección para las diferentes estaciones del año y para los distintos caladeros. Una sola solución no funcionará en todas las condiciones. Evidentemente, un mismo tamaño de malla o espaciamiento de la rejilla selectora no es adecuado para todas las especies: es demasiado grande para algunas especies y demasiado pequeño para los demás, y podría ser una selección óptima sólo para unas pocas especies (Fonseca *et al.*, 2005 b; Sarda *et al.*, 2006).

Jørgensen *et al.* (2006) compararon directamente las propiedades selectivas de un copo de mallas romboidales de bacalao (*Gadus morhua*) con la selectividad de un copo normal de mallas romboidales combinado con la selectividad de una grilla “V-ordenador”, para evaluar si hay algún beneficio en la utilización de un sistema sobre el otro. El análisis de los datos, con el apoyo de los resultados de Kvamme & Isaksen (2004), indicaron que en términos de selectividad no hay diferencia significativa entre redes tradicionales con copos de malla romboidal y la utilización de grillas.

Experimentos de pesca combinando mallas cuadradas en los copos y grillas de clasificación han demostrado una significativa reducción en las capturas bajo talla (Sarda *et al.*, 2005, 2006; Bahamon *et al.*, 2006; Guijarro & Massutí 2006). Cuando se ocupa una grilla de escape con un copo de malla cuadrada se produce un ajuste del rango de tallas encontradas, debido a que la grilla empuja a los grandes hacia afuera y los pequeños salen por las mallas cuadradas del copo (Valentinsson *et al.*, 2008).

h) Diseño de la red

Por otra parte se ha trabajado en el desarrollo de diseños para evitar las capturas. El objetivo de estos diseños es evitar la captura inicial de peces no deseados, en vez de mejorar las posibilidades de escape de la red. Por ejemplo se disminuyen las mallas y estándares para no arrear a los peces y se reduce la altura de la red (Graham & Ferro, 2004), para facilitar el escape por sobre la red, además que permite a los barcos mejor maniobrabilidad (Catchpole & Revill, 2008). Acortar la longitud de las alas es otro ejemplo, reducir el cielo, también aumentar el tamaño de las mallas en el cielo, todo en función al comportamiento en la sección frontal de la red (Figuras 6 y 7).

Beutel *et al.* (2006) y Beutel *et al.* (2008) evaluaron los efectos de la utilización de una gran malla en los paneles superior, inferior, lateral y en las alas de una red de arrastre de fondo llamada “Eliminator Trawl”, diseñada para capturar eglefino y reducir las capturas incidentales de bacalao, así como de otras especies. Este diseño experimental explota las diferencias en el comportamiento de los peces.

La incorporación de cortes en el diseño de la red de arrastre determina en gran medida el ángulo de entrada de la red, lo cual permite que ciertas especies que se capturan incidentalmente puedan escapar utilizando su comportamiento de reacción a las redes de arrastre, tal como ha sido descrito por Revill *et al.* (2006) en el caso del eglefino y merlán en calidad de fauna acompañante. Los ángulos de corte, tamaños de malla, solidez, estructuración y velocidades de arrastre afectan la generación de turbulencias, que pueden ser en los bordes frontales o internos, con lo cual usualmente magnifican el proceso de generación de sonidos y en los casos de redes de fondo la turbidez. Los cambios bruscos de tamaño de malla y en los ángulos de corte dan cuenta de las principales áreas de formación de turbulencias internas, por los cambios de flujo asociados a las distintas velocidades del agua. La región del túnel y copo, dependiendo de la velocidad de arrastre y de la solidez crean una zona de velocidad

casi cero, precedida usualmente por un área de baja turbulencia, que es causa en algunos casos de la selectividad inter e intraespecífica (Main & Sangter, 1981b).

Otro diseño es la red de arrastre “cutaway trawl” que fue intencionalmente diseñada para ser menos eficaz en la captura de determinadas especies de peces, manteniendo al mismo tiempo las tasas de captura en crustáceos (Revoll *et al.*, 2006). Esta alternativa se basa en aprovechar el comportamiento vertical de algunas especies en una sección específica de la red de arrastre como es la boca (Main & Sangster, 1985; Wardle, 1986; Dunlin, 1998).

Otros desarrollos están en los paneles de orientación que utilizan el comportamiento de reacción de los peces al arrastre, insertándose paneles de separación horizontales dentro de la red (Main & Sangster, 1982), los cuales separan por estratificación las especies que están cercanas a la relinga superior de aquellas especies que están pegadas al fondo (Catchpole y Revill, 2008).

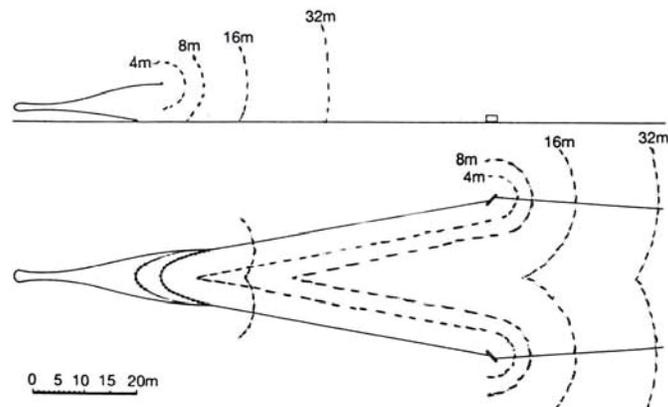


Figura 6. Diferencias en el comportamiento de ingreso a las redes de arrastre de Cod, whiting y haddock observadas mediante cámara submarina (Main & Sangster, 1981).

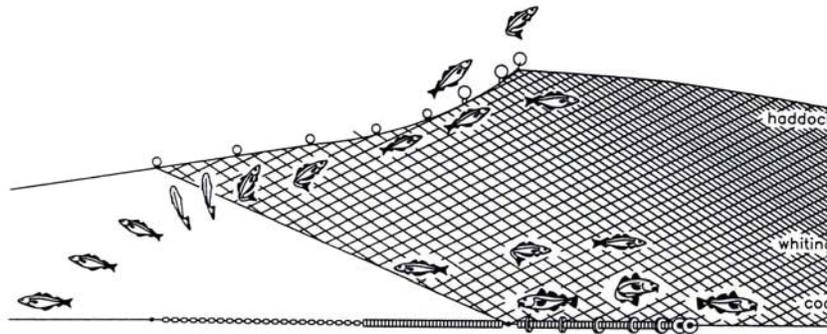


Figura 7. Representación de las reacciones de escape que podrían presentar un pez frente a los estímulos generados por el arte de pesca (Wardle, 1986).

i) Variables relacionadas con la operación

El movimiento del buque también podrían jugar un papel preponderante en la selectividad (Pichot *et al.*, 2009). En el virado a pesar del escaso tiempo en que ocurre la reducción de la velocidad, las pulsaciones y movimientos de compensación del copo son susceptibles de promover activamente el comportamiento de escape durante esta fase, realizando las veces de un simple proceso de tamizado. Este efecto se ve incrementado por el estado del mar el cual tiene un efecto selectivo durante el virado y en la etapa de superficie (Madsen *et al.*, 2008). Es probable que esto cause movimientos de pulsación del copo inducida por la acción de la onda de la ola en la superficie del mar (O’neill *et al.*, 2002). Esto también está en acuerdo con Polet y Redant (1994), que encontraron que el estado del mar tuvo un efecto positivo en la longitud de retención (L50) de “cigala” (Madsen *et al.*, 2008).

Se sabe que los cambios en la apertura de las mallas romboidales se producen con el aumento de la de la tensión de la red, O’Neill *et al.*, (2003) se refiere a mejorar la selectividad de las mallas romboidales a través de las condiciones del mar. Señala que las condiciones del mar agitado, las olas causan grandes movimientos de balanceo del buque lo que a su vez produce un movimiento longitudinal pulsante del copo. Este movimiento da lugar a cambios cíclicos en la apertura de la malla romboidal y la velocidad del agua en el interior del copo, lo que aumenta la probabilidad de fuga de los peces (Madsen *et al.*, 2008).

La duración de los lances puede afectar a la selectividad, pues lances largos pueden promover la captura de nadadores fuertes (individuos mayores) que en otras condiciones serian capaz de escapar (Wardle, 1983, 1986), pero este potencial esfuerzo es dependiente de la especie (Fonseca *et al.*, 2007). Dahm *et al.* (2002) ha demostrado como un aumento de la velocidad de remolque tal vez acelera la aparición de agotamiento en la natación de los peces, reduciendo su capacidad de escapar y por lo tanto conduce a una disminución de la selectividad del copo.

Jones *et al.* (2008) sugieren que la densidad de los peces presentes en el copo y la velocidad de arrastre influyen en la natación y el comportamiento de escape. Las posibilidades de escape de mallas romboidales o paneles de mallas cuadrada son inversamente proporcional a la velocidad de arrastre. Esta velocidad de arrastre en la pesca convencional está orientada a peces adultos, la cual debe de ser superior o igual a su máxima capacidad de natación. Por esto los juveniles están en inferioridad de condiciones al tener menos capacidad de natación y resistencia que los adultos, por tanto menos capacidad para mantener su posición u orientación activamente a escapar (Gabr *et al.*, 2007b). Con el aumento de la velocidad aumenta las vías de escape, pero los resultados muestran una renuencia a intentar escapar de los peces ya que pueden mantener cómodamente la posición o están rodeados por otros peces (Jones *et al.*, 2008).

Dentro de la red, el flujo es más lento, debido principalmente a la proximidad de las capturas y también a la forma cónica de la red. La velocidad del flujo dentro de la red, justo antes de la captura, es casi cinco veces menor que la velocidad de entrada a la red. Esto permite fácilmente a los peces mantener su posición en esta región debido a la reducción del flujo de agua (Pichot *et al.*, 2009). Este flujo puede afectar el comportamiento de los peces, por lo tanto el flujo es un factor determinante en el éxito de los intentos de escape de estos (Pichot *et al.*, 2009). El efecto del flujo del agua al interior del copo es importante y pueden ser manipulados a través de paneles para guiar a los individuos hacia las aberturas de escape (Engas *et al.*, 1999; Broadhurst *et al.*, 2002).

j) Consideraciones en pesquerías multiespecíficas

Una de las dificultades para determinar las configuraciones de los copos para optimizar el tamaño de selección en la pesca de arrastre es que pocos se limitan a un único objetivo, la mayoría tienden a retener una gran variedad de organismos que pueden ser muy divergentes en cuanto a su comportamiento, morfología y el tamaño óptimo de captura (Lok *et al.*, 1997; Tokac *et al.*, 1998).

En los artes utilizados en pesquerías multiespecíficas o mixtas, el tamaño de las mallas, al menos, debe ser regulado de acuerdo al tamaño mínimo más pequeño de las especies deseadas (Broadhurst, 2006 a). En muchos casos, sin embargo, las pruebas hechas con diferentes tamaños de malla y configuraciones son en gran medida pruebas de ensayo y error, influido en parte por la disponibilidad de los materiales y de tamaños malla (Broadhurst & Kennelly 1996; Broadhurst *et al.*, 2004). En estas pesquerías es difícil establecer un tamaño mínimo de malla del copo (Fonseca *et al.*, 2005 a; Sala *et al.*, 2007), ya que el tamaño de malla adecuado para una especie específica, sería inapropiado para muchas otras (Stewart, 2002), por consiguiente la misma abertura de malla no es adecuada para todas las especies, siempre será demasiado grande para algunas especies y demasiado

pequeño para los demás (Bahamon *et al.*, 2006), por lo que las diferentes propiedades de selección de un mismo copo pueden atribuirse a las diferencias de apertura de las mallas provocada por la variación en el tamaño de las capturas (Valentinsson *et al.*, 2008). Los resultados de algunos estudios muestran que la mejora de la selectividad utilizando un único dispositivo de selectividad es bastante difícil en pesquerías mixtas. Por lo tanto con el fin de optimizar la selectividad (rendimiento selectivo) en una pesquería de crustáceos, que es por naturaleza multiespecífica, las diferentes técnicas de selección pueden ser usadas en forma conjunta ya que una única solución no es suficiente para este tipo de pesquerías por su naturaleza (Aydin *et al.*, 2008).

5.1.2.- Caracterización de redes de arrastre en la pesquería

A partir de las entrevistas a los jefes de redes y capitanes se determinó que las principales redes usadas por la flota corresponden a los diseños Engel, Alberto, Nova y Selstar para el arrastre de fondo. Se constató que por la geometría y desempeño operacional de estos diseños, su uso se relaciona directamente con el comportamiento y distribución actual del recurso merluza común.

En términos generales los diseños identificados corresponden a aquellos que se utilizan con mayor frecuencia por la flota arrastrera, correspondiente a redes de dos y cuatro paneles dependiendo del comportamiento, agregación y distribución del recurso. Así, el uso de cuatro paneles se emplea cuando la especie presentar una distribución vertical mayor, mientras que en las redes de dos paneles prima la distribución horizontal de los recursos.

Las redes de arrastre se caracterizan en primer lugar por sus dimensiones principales, en función de las longitudes de relinga inferior y superior, así como de su perímetro a nivel de la boca inferior. En este contexto, la longitud de relinga de estas redes fluctúa en un amplio rango entre 29,3 y 84,3 m, con una media de 53,4 m. En el caso de la longitud de la relinga inferior su longitud varía entre 23,5 y 75,3 m, con media en 44,9 m. Por su parte, el perímetro fluctúa entre 68,8 y 225,0 m, con una media de 124,9 m (Tabla 2).

Tabla 2. Dimensiones principales de las redes.

Redes	Nº de Paneles	Longitud relinga superior (m)	Longitud relinga inferior (m)	Perímetro (m)
Alberto 225	4	75,3	75,3	225,0
Engel 120	2	53,1	55,9	120,0
Engel 159	2	66,4	46,4	159,0
2 P San Antonio	2	29,3	23,5	68,8
Nova 118	4	52,0	31,30	118,5
Selstar Original	2	61,2	35,5	94,9
Selstar Modificada	2	45,5	29,2	83,4
Engel 130	2	84,3	62,1	130,0

Del análisis de los planos de las redes, se calcularon las longitudes de alas y longitud de los cuerpos, considerando desde la boca hasta el inicio del túnel en el panel inferior, y desde el final de cielo hasta el comienzo del túnel en el panel superior. Cabe señalar que en la longitud total de las redes se incluye las secciones del túnel y copo. En particular, la longitud de las alas del panel superior fluctúa entre 10,4 y 37,4 m y la longitud de las alas del panel inferior entre 7,5 y 22,7 m, con una media de 22,5 y 14,8 m respectivamente (Tabla 3).

Por su parte, la longitud del cuerpo superior fluctúa entre 24,5 y 71,1 m mientras que las longitudes del cuerpo inferior varían entre 24,6 y 71,1 m, con una media de 44,6 y 46,3 m respectivamente. La longitud del cielo en tanto fluctúa entre 2,0 y 10,6 m con una media de 5,3 m, mientras la longitud total de las redes varía entre 50,0 y 111,1 m con una media de 86,1 m de longitud de tela estirada (Tabla 3).

Tabla 3. Dimensiones de las secciones relevantes de las redes de arrastre.

Redes	Longitud de las alas (m de tela estirada)		Longitud de los cuerpos (m de tela estirada)		Longitud del cielo (m)	Longitud total (m)
	Superior	Inferior	Superior	Inferior		
Alberto 225	21,0	21,0	71,1	71,1	s/inf	111,1
Engel 120	22,7	14,8	42,4	47,3	3,0	83,6
Engel 159	28,3	18,4	46,9	55,7	3,6	93,7
2 P San Antonio	10,4	7,5	24,5	24,6	2,0	50,0
Nova 118	20,0	10,0	38,4	38,4	5,9	76,9
Selstar Original	24,0	13,4	52,3	52,3	10,6	94,8
Selstar Modificada	16,1	10,6	41,1	41,1	7,8	72,2
Engel 130	37,4	22,7	39,7	39,8	4,1	106,2

Con los datos de longitudes de cada parte o sección de la red, fue posible establecer índices de diseño y construcción entre los cuerpos, de manera de obtener patrones en su construcción. En primer lugar, se determinó que la relación de aspecto promedio de las redes (PER/LTOT) corresponde a 1,29 (Tabla 3), lo que significa que el perímetro de las redes en términos de tela estirada es un 29% mayor que su longitud total. El índice LA/LTOT indica la relación entre longitud de las alas del panel superior y la longitud total de las redes. Con respecto a las redes consideradas es posible observar que el rango del índice fluctúa entre 0,19 y 0,35, con una media de 0,25, lo que representa que las alas equivalen al 25% de la longitud total de la red (Tabla 4). Otros índices importantes son aquellos que vinculan las longitudes de las estructuras que conforman la boca con la longitud total de la red. En este sentido, el índice LR/LTOT relaciona la longitud de relinga (estructura superior de la boca) con la longitud total, permitiendo apreciar que en las redes consideradas varía entre 0,46 y 0,85, con una media de 0,67, lo que representa que la longitud de la relinga equivale al 67% de la longitud total de la red (Tabla 4).

En forma análoga, el índice LB/LTOT determina la participación relativa del borlón respecto a la longitud total de la red. Dada la existencia de cielo en las redes, la longitud del borlón es mayor que la longitud de la relinga, por lo cual el índice también es superior. Así, el índice LB/LTOT fluctúa entre 0,33 y 0,68 con una media de 0,46. De este modo, el borlón representa el 46% de la longitud total de la red (Tabla 4).

Tabla 4. Indices que describen el diseño de las redes de arrastre.

Redes	LTC/LTOT	PER/LTOT	LA/LTOT	LC/LTOT	LR/LTOT	LB/LTOT
Alberto 225	0,17	2,03	0,19	0,64	0,68	0,68
Engel 120	0,16	1,05	0,20	0,64	0,46	0,33
Engel 159	0,20	1,70	0,30	0,50	0,71	0,50
2 P San Antonio	0,30	1,38	0,21	0,49	0,59	0,47
Nova 118	0,24	1,54	0,26	0,50	0,68	0,41
Selstar Original	0,20	1,00	0,25	0,55	0,65	0,37
Selstar Modificada	0,21	1,16	0,22	0,57	0,85	0,49
Engel 130	0,27	1,22	0,35	0,37	0,79	0,59

Respecto a los materiales utilizados en la construcción de las redes, se observó que el tamaño de malla en las alas fluctúa entre 200 y 500 mm, disminuyendo en el cielo y cuerpo de la red a mallas entre 200 y 300 mm, empleando en ambos casos preferentemente paños de PE trenzado con nudo, con hilos entre 3 y 5 mm de diámetro. En el túnel y copo se utilizan paños de PE y PA de 110 a 160 mm de tamaño de malla, con hilos simples o dobles entre 3 y 6 mm de diámetro.

El área sólida corresponde a la superficie total de tela empelada en la construcción de las redes, lo cual está determinado por el número total de mallas, el tamaño de malla en cada sección y el diámetro de los hilos utilizados. Así, las redes usadas por la flota poseen áreas sólidas distintas según el tamaño de las redes, existiendo un rango entre 108,1 y 418,1 m² y una media de 272,2 m². Las redes de menor tamaño y área sólida corresponden a aquellas redes de dos paneles usadas por la flota industrial de San Antonio, mientras que la red con mayor área es aquella de cuatro paneles (Alberto 225).

Para la determinación del peso de las redes se considera solo la cantidad total de paño utilizado en la construcción del arte, donde se constató que la red Alberto 225 de cuatro paneles posee el mayor peso seco correspondiendo a 955,45 kg, caso contrario ocurre con las redes utilizadas en San Antonio las cuales poseen un peso seco de 301,2 kg (Tabla 5). Respecto a los coeficientes de armado de las redes, se determinó a partir de la cantidad de tela estirada y la longitud de la relinga en la boca superior, que dicha relación fluctúa entre 0,35 y 0,45 (Tabla 5). El coeficiente de embande del túnel y copo se estima variable entre 0,9 y 0,98, lo cual será verificado en terreno para cada red en cuestión.

Las áreas máximas y real de las mallas varían en las distintas secciones de la red, donde se observa una mayor área de las mallas en las secciones de las alas debido a su mayor tamaño relativo.

Hacia las secciones posteriores de cada red el tamaño de malla decrece, disminuyendo también su coeficiente de abertura. En promedio se observa que el área máxima de las mallas en las alas es 141 mm², disminuyendo a 103 mm² en el cielo y cuerpo de la red y a 74 mm² en el túnel y copo. Del mismo modo, el área real de las mallas es 99 mm², 72 mm² en el cielo y cuerpo de la red y 53 mm² en el túnel y copo (Tabla 6).

Tabla 5. Área Solida total, peso y coeficientes de armado de las redes.

Redes	Área solida (m ²)	Peso (kg)	μ1 (boca superior)
Alberto 225	418,1	955,5	0,35
Engel 120	294,6	819,0	0,45
Engel 159	301,5	677,0	0,45
2 P San Antonio	108,8	301,2	0,45
Nova 118	232,7	673,2	0,50
Selstar Original	269,5	735,7	0,45
Selstar Modificada	188,9	470,7	0,45
Engel 130	363,4	771,8	0,44

Tabla 6. Áreas máximas y real de las mallas utilizadas en distintas secciones de las redes.

Redes	Área máxima de la malla (mm ²)			Área real de la malla (mm ²)		
	Alas	Cielo y cuerpo	Túnel & Copo	Alas	Cielo y cuerpo	Túnel & Copo
Alberto 225	150	150	80	97	97	52
Engel 120	200	100	80	160	80	64
Engel 159	250	150	80	163	98	52
2 P San Antonio	100	100	80	83	83	66
Nova 118	125	82	82	85	56	56
Selstar Original	100	80	80	68	55	55
Selstar Modificada	100	80	50	68	55	34
Engel 130	100	80	60	68	55	41

Descripción de las principales maniobras y componentes usados en las redes

La longitud y configuración de las maniobras utilizadas en los artes de pesca de arrastre dependerán del tipo de red, sean estas de 2 o 4 paneles. La longitud total de las maniobras (malletas y estándares) fluctúa entre 100 y 180 m, siendo el material más frecuentemente utilizado el cable de acero de 6 x 19 con alma de acero con diámetros variables entre 18 y 24 mm (Tabla 7). La cantidad de flotación utilizada en las redes tiene relación con la longitud que posea la relinga superior y el peso sumergido que presenta la sección frontal, sin embargo el tipo de flotación utilizado se estandariza a boyas de profundidad de 8 pulgadas en las alas y de 12 pulgadas en la boca del panel superior. Para el caso de los portalones utilizados habrán diferencias entre empresas, debido a los requisitos y preferencias que estas tengan, encontrando portalones modelo Cazador de 6,5 m² y Morgere de 5,5m², los que se utilizan para diversas redes dada su versatilidad (Tabla 7).

Tabla 7. Características de los componentes principales del amarinamiento de redes de arrastre.

Características		Redes				
		Engel 120	Engel 130	Engel 159	Alberto 225	Selstar Modificada
Flotación	Flotadores alas	120 u de 8"	160 u de 8"	160 u de 8"	160 u de 8"	76 u de 8"
	Flotadores boca	20 u de 12"	20 u de 8"	20 u de 12"	20 u de 12"	14 u de 8"
Borlón	Longitud (m)	55,9	55,9	46,4	75,3	30,4
	Peso (kg/m)	43,4	30,2	43,4	43,4	52,4
Túnel Copo	Longitud total (m)	21	29	21	21	16
	Tamaño malla (mm)	111 (claro #)	140 (claro #)	111 (claro #)	111 (claro #)	110 (claro #)
Cinturones	Longitud total (m)	7	8	7	7	6
	Nº de cinturones	20	30	20	20	20
	Separación (m)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Estándares	Superior	cable 75 m Φ 20 mm	cable 80 m Φ 18 mm	cable 75 m Φ 20 mm	cable 75 m Φ 20 mm	cable 50 m Φ 19 mm
	Inferior	cable 75 m Φ 22 mm	cable 80 m Φ 20 mm	cable 75 m Φ 22 mm	cable 75 m Φ 22 mm	cable 50 m Φ 22 mm
Malletas	Longitud	cable 80 m Φ 24 mm	cable 100 m Φ 22 mm	cable 80 m Φ 24 mm	cable 80 m Φ 24 mm	cable 50 m Φ 22 mm
Portalones	Modelo	Cazador 6,5 m ²	Cazador 6,5 m ²	Cazador 6,5 m ²	Cazador 6,5 m ²	Morgere 5,5 m ²

Los tres tipos de borlones utilizados actualmente por la flota se caracterizan según las características del fondo marino donde operan (Fig. 8). En fondos duros y con obstáculos se utilizan borlones de mayor diámetro con discos de goma, mientras que para fondos blandos y sin presencia de obstáculos se utilizan borlones de menor diámetro. También se utilizan borlones mixtos, es decir, borlones que tienen secciones de discos ubicados en la boca de la red y secciones de placas que se ubican en las alas, siendo un borlón que puede ser utilizado en ambos fondos (duro o blando). La longitud de los borlones dependerá del largo de la relinga inferior y la longitud de las alas, mientras que para completar la longitud total de la relinga y las alas del panel inferior se utilizan cadenas de 14 mm con bolones de acero o bolones mixtos (acero y goma) para dar el peso y la longitud apropiada para la red.

Las características de los copos utilizados en las redes obedecerá a los requisitos de cada empresa, observándose diferencias en términos de su longitud, número de cinturones, separación entre cinturones, dimensiones y ubicación de paneles de escape, tamaño del copo, tamaño malla, tipo de material de los paños, entre otros.

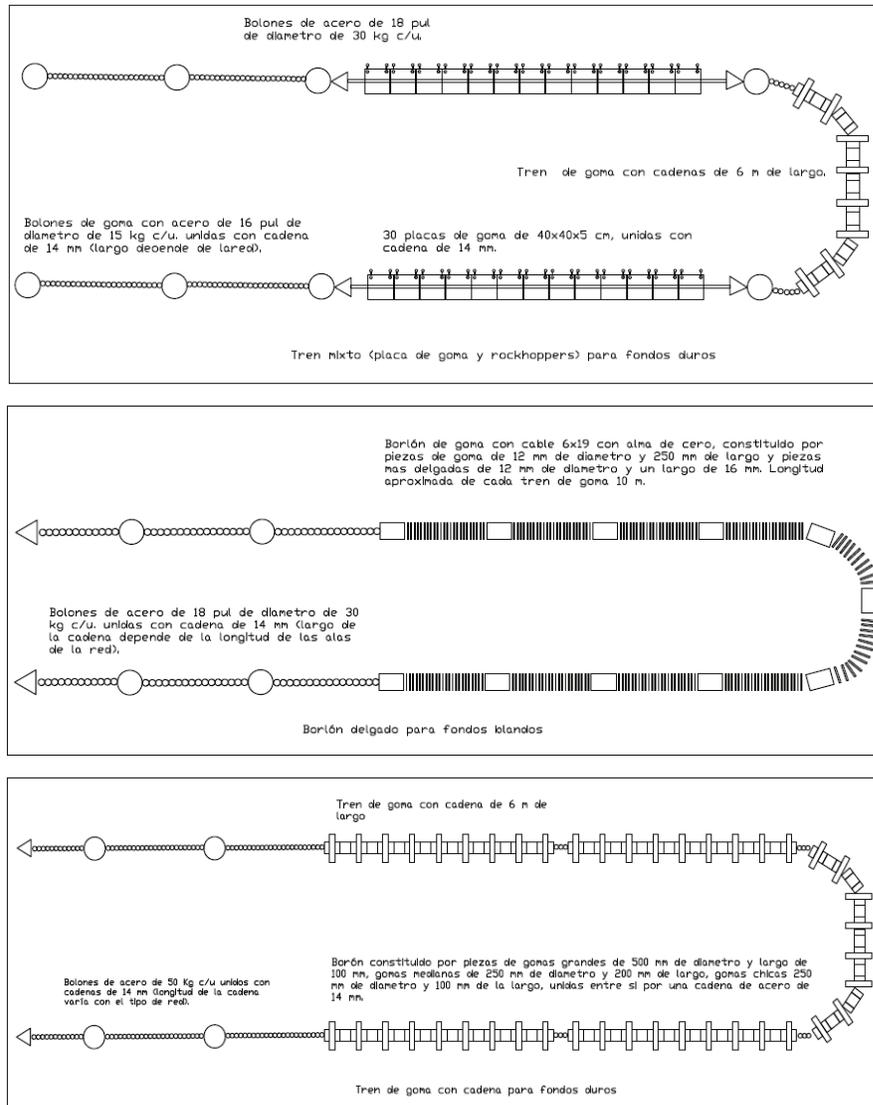


Figura 8. Diseños de borlones o trenes de arrastre utilizados en la pesquería demersal centro-sur.

Simulación dinámica de las redes más representativas

A partir de la simulación dinámica se observa que la altura de las redes a nivel de la boca inferior fluctúa entre 2,0 y 6,7 m, existiendo una correlación directa de esta variable con el perímetro de las redes (Fig. 9). Así también, se observa que la resistencia total generada por el arte durante el arrastre se relaciona con el perímetro de la red dada su relación con el área frontal de la red. La magnitud de la resistencia total fluctúa en un amplio rango, específicamente entre 7.000 y 30.000 kg (Tabla 8).

Otras relaciones de interés se vinculan con la abertura de alas y portalones. Se observa que existe relación directa entre la longitud de relinga superior y la abertura de alas, correspondiendo esta

última a aproximadamente el 47% de la longitud de relinga (Fig. 9). Por último, existe también una relación directa entre abertura de alas y abertura de portalones, aún cuando esta última depende de la longitud de las maniobras. Para el rango de abertura de alas entre 16 y 40 m se estimó mediante simulación que la abertura de portalones se encontraría entre 52 y 170 m (Fig. 9; Tabla 8).

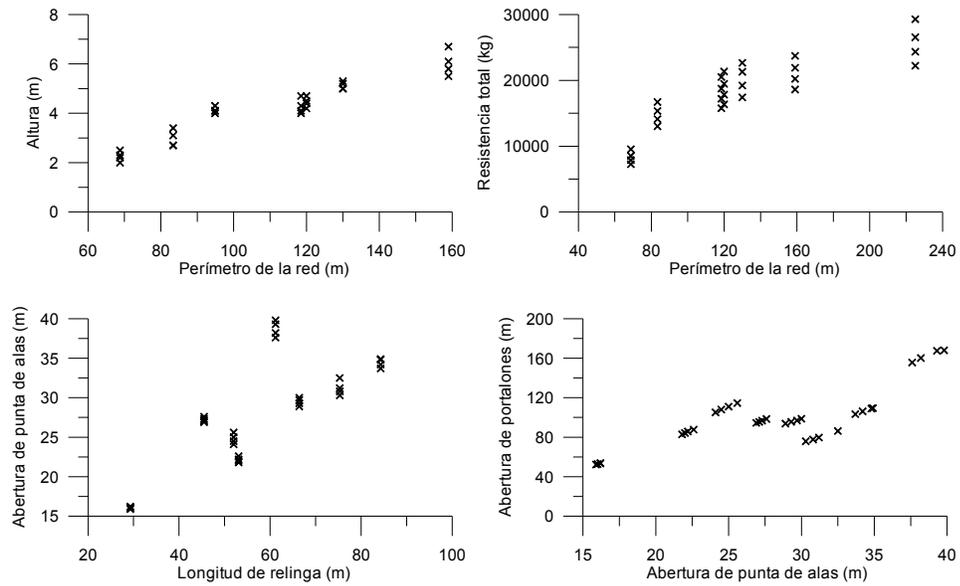


Figura 9. Relaciones entre características de las redes (perímetro y longitud de relinga) y variables de desempeño (altura, resistencia, aberturas de alas y portalones).

Tabla 8. Desempeño de las redes de arrastre mediante simulación dinámica.

Redes	Profundidad (m)	Velocidad (Nudos)	Abertura horizontal alas (m)	Abertura portales (m)	Altura vertical (m)	Tensión total (kg)	Relación cable : profundidad
Engel 120	140	3,5	21,8	82,9	4,7	16344	1 : 4,0
	140	3,7	22,0	84,3	4,5	17836	1 : 4,1
	140	3,9	22,2	85,8	4,4	19477	1 : 4,2
	140	4,1	22,6	87,7	4,2	21352	1 : 4,3
Engel 130	195	3,5	33,7	103,3	5,3	17422	1 : 4,0
	195	3,7	34,2	106,2	5,2	19231	1 : 4,1
	195	3,9	34,8	109,0	5,0	21304	1 : 4,2
	195	4,1	34,9	109,4	5,0	22664	1 : 4,3
Engel 159	200	3,5	28,9	93,8	6,7	18620	1 : 4,0
	200	3,7	29,3	95,6	6,1	20225	1 : 4,1
	200	3,9	29,7	97,0	5,8	21912	1 : 4,2
	200	4,1	30,0	98,7	5,5	23733	1 : 4,3
Alberto 225	200	3,5	30,3	75,9	4,5	22223	1 : 4,4
	200	3,7	30,8	77,7	4,4	24348	1 : 4,5
	200	3,9	31,2	79,7	4,2	26544	1 : 4,7
	200	4,1	32,5	86,2	4,2	29286	1 : 4,8
Nova 118	250	3,5	24,1	105,2	4,7	15764	1 : 3,5
	250	3,7	24,5	108,0	4,3	17214	1 : 3,6
	250	3,9	25,0	111,0	4,1	18749	1 : 3,7
	250	4,1	25,6	114,6	4,0	20510	1 : 3,8
Selstar Original	250	3,5	37,6	155,6	4,3	21338	1 : 4,0
	250	3,7	38,2	160,2	4,1	25083	1 : 4,1
	250	3,9	39,3	167,5	4,1	27949	1 : 4,2
	250	4,1	39,8	168,0	4,0	30451	1 : 4,3
Selstar Modificada	215	3,5	26,9	94,5	3,4	13025	1 : 4,0
	215	3,7	27,1	95,5	3,1	14118	1 : 4,1

Redes	Profundidad (m)	Velocidad (Nudos)	Abertura horizontal alas (m)	Abertura portalones (m)	Altura vertical (m)	Tensión total (kg)	Relación cable : profundidad
	215	3,9	27,3	96,8	2,7	15356	1 : 4,2
	215	4,1	27,6	98,5	2,7	16706	1 : 4,3
2 P San Antonio	190	3,5	15,9	52,3	2,5	7268	1 : 3,0
	190	3,7	16,0	52,8	2,3	7893	1 : 3,1
	190	3,9	16,2	53,5	2,2	8539	1 : 3,2
	190	4,1	16,2	53,8	2,0	9545	1 : 3,3

5.2.- Objetivo específico 2. Identificar, cuantificar y caracterizar las especies presentes en las capturas.

La pesquería de merluza común (*Merluccius gayi*) es la principal pesquería de arrastre demersal realizada en Chile, siendo desarrollada tanto por una flota industrial, compuesta principalmente por embarcaciones “arrastreras poperas”, menores a 1000 Hp de potencia del motor, como por arrastreros con rampa (industriales mayores a 1.000 HP) que representan el mayor poder de pesca o capacidad extractiva (Tascheri *et al.*, 2006). Adicionalmente, participa de la pesquería una flota artesanal espinelera entre la IV a la VII y de enmalle, principalmente en la VIII Región.

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 N° 18.892; Acuña *et al.*, 2005).

Tanto el término de “by-catch” como el de “fauna acompañante” son más bien operativos, mientras que desde un punto de vista ecológico es más adecuado utilizar el concepto de fauna concurrente o asociada a las especies consideradas recursos objetivos. La fauna asociada en las capturas de la especie objetivo se puede explicar por dos factores: (1) los tipos de artes o aparejos de pesca usados en la extracción no son totalmente selectivos y, (2) 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 esta 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).

La metodología empleada en las operaciones de captura de las flotas pesqueras y los cruceros de investigación puede considerarse como otra fuente de variación en el análisis de la diversidad de las asociaciones faunística demersales. En la mayoría de los casos, en los lances de pesca de tipo comercial se invierte un mayor esfuerzo nominal y redes más selectivas, lo que se traduce en un mayor tiempo de arrastre con mayores capturas de la especie objetivo en cada lance (merluza común); mientras que los lances de evaluación son menores en tiempo y frecuentemente, en el tamaño del aparejo utilizado.

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 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 (Osteichthyes), (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 registraron 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 camaronesa-langostinera son el langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*), langostino amarillo (*Cervimunida johni*), camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) y gamba de profundidad (*Haliporoides diomedeeae*).

Más aún, 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 (*Coelorrhynchus* 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.

5.2.1.- Recopilación de información de evaluaciones directas y otros proyectos

En los cruceros de evaluación directa de merluza común (*Merluccius gayi*) entre los años 2000 y 2007 se reconoció 112 taxa, identificados en la mayoría de los casos a nivel de especies. De éstos, 58 correspondieron a peces óseos (**Fish**), 26 a peces condriictios (15 escualiformes (**Shark**, tollos y tiburones) y 11 rajiformes (**Ray**, rayas), 15 crustáceos (**Crust**, jaibas, langostinos, camarones, centollas y estomatópodos), 4 cefalópodos (**Ceph**, pulpos y calamares), 2 equinodermos (**Echin**, erizos), 2 gastrópodos (**Gastr**, caracoles), 2 esponjas (**Spong**), 1 actínido (**Actin**), 1 asteroideo (**Aster**, estrella de mar) y 1 scyphozoo (**Scyph**, medusas) (Tabla 9). En la Tabla 10 se entrega el listado completo de taxa encontrados en los cruceros de evaluación directa de merluza común.

En las evaluaciones directas de merluza común, para todo el período analizado, los peces óseos representaron en promedio 51,8% de los taxa identificados, seguidos por los peces condriictios (23,2%), los crustáceos (13,4%) y los cefalópodos (3,6%). Los taxa correspondientes a equinodermos, gastrópodos, esponjas, actinias, asteroideos y medusas, agrupados en un ítem “Otros”, representaron en promedio 8,1% de los taxa encontrados (Fig. 10)

Tabla 9. Número de taxa por tipo de especie en los cruceros de evaluación directa de merluza común (*Merluccius gayi*) entre el año 2000 y 2007, y global para todo el período.

Taxa	Proyecto FIP							
	2000-04	2001-18	2002-03	2004-09	2005-05	2006-03	2007-16	Global
Actin					1			1
Aster			1	1				1
Ceph	3	2	3	3	3	2	2	4
Crust	12	12	10	13	9	5	9	15
Echin	1	1	1	1	2	1	2	2
Fish	41	34	31	29	40	16	42	58
Gastr		1			1			2
Ray	6	4	5	5	4	3	5	11
Sciph					1		1	1
Shark	9	8	8	11	12	7	11	15
Spong	2	1	1	1	1	1		2
Total	74	63	60	64	74	35	72	112

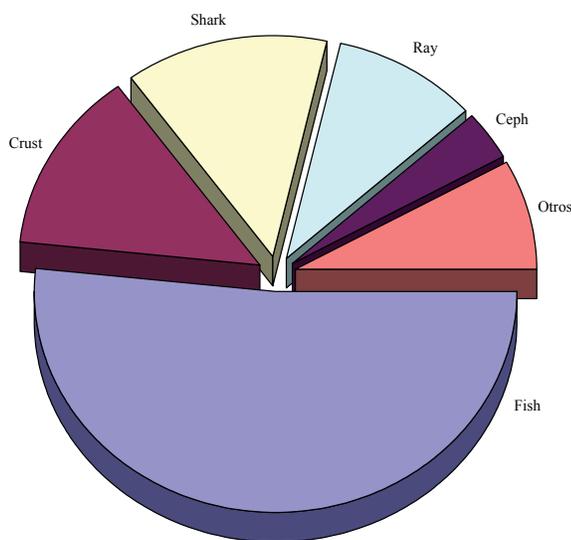


Figura 10. Proporción global (%) de taxas encontrados en las evaluaciones directas de merluza común (*Merluccius gayi*) entre el año 2000 y 2007.

Tabla 10. Listado de especies concurrentes en los cruceros de evaluación directa de merluza común (*Merluccius gayi*), su respectivo acrónimo y tipo de especie (detalles en el texto).

Nombre científico	Acron.	Tipo	Nombre científico	Acron.	Tipo
<i>Aculeola nigra</i>	Acunig	Shark	<i>Loxechinus albus</i>	Loxealb	Echin
<i>Anoplogaster cornuta</i>	Anopcor	Fish	<i>Macrourus carinatus</i>	Macrcar	Fish
Actinias	Anthozoa	Actin	<i>Macrourus holotrachys</i>	Macrhol	Fish
<i>Aphos porosus</i>	Aphopor	Fish	<i>Macruronus magellanicus</i>	Macrmag	Fish
<i>Apristurus nasutus</i>	Aprinas	Shark	<i>Merluccius australis</i>	Merlaus	Fish
<i>Arbacea spatuligera</i>	Arbaspa	Echin	<i>Merluccius gayi gayi</i>	Merlgay	Fish
<i>Argyroteleus olfersii</i>	Argyolf	Fish	<i>Micromesistius australis</i>	Micraus	Fish
<i>Aristostomias lunifer</i>	Arislun	Fish	<i>Mursia gaudichaudii</i>	Mursgau	Crust
Asteroidea	Asteroidea	Aster	<i>Mustelus mento</i>	Mustmen	Shark
<i>Avocettina bowersii</i>	Avocbow	Fish	<i>Myctophum sp</i>	Myctophum	Fish
<i>Bajacalifornia megalops</i>	Bajameg	Fish	<i>Myliobatis chilensis</i>	Mylichi	Ray
<i>Bathyraja albomaculata</i>	Bathalb	Ray	<i>Myliobatis peruvianus</i>	Myliper	Ray

Nombre científico	Acron.	Tipo	Nombre científico	Acron.	Tipo
<i>Bathyraja griseocauda</i>	Bathgri	Ray	<i>Nemadactylus gayi</i>	Nemagay	Fish
<i>Bathyraja multispinis</i>	Bathmul	Ray	<i>Nemichthys scolopaceus</i>	Nemisco	Fish
<i>Beryx splendens</i>	Beryspl	Fish	<i>Nezumia convergens</i>	Nezucon	Fish
<i>Brama australis</i>	Bramaus	Fish	<i>Nezumia pulchella</i>	Nezupul	Fish
<i>Callorhynchus callorynchus</i>	Callcal	Fish	<i>Normanichthys crockeri</i>	Normcro	Fish
<i>Cancer edwardsi</i>	Cancedw	Crust	<i>Notacanthus sexspinis</i>	Notasex	Fish
<i>Cancer porteri</i>	Cancpor	Crust	<i>Notorynchus cepedianus</i>	Notocep	Shark
<i>Centroselachus crepidater</i>	Centcre	Shark	Octopodidae	Octopodid	Ceph
<i>Centroscyllium nigrum</i>	Centnig	Shark	<i>Ophichthus remiger</i>	Ophirem	Fish
<i>Cervimunida johni</i>	Cervjoh	Crust	<i>Paralomis granulosa</i>	Paragra	Crust
<i>Chauliodus vassnetzovi</i>	Chauvas	Fish	<i>Paralichthys microps</i>	Paramic	Fish
<i>Chorus giganteus</i>	Chorgig	Gastr	<i>Pleuroncodes monodon</i>	Pleumon	Crust
<i>Coelorinchus aconcagua</i>	Coelaco	Fish	<i>Polyprion yanezi</i>	Polyyan	Fish
<i>Coelorinchus chilensis</i>	Coelchi	Fish	<i>Prolatilus jugularis</i>	Proljug	Fish
<i>Coelorinchus fasciatus</i>	Coelfas	Fish	<i>Psammobatis sp</i>	Psammobatis	Ray
<i>Congiopodus peruvianus</i>	Congper	Fish	<i>Psammobatis scobina</i>	Psamsco	Ray
<i>Deania calcea</i>	Deancal	Shark	<i>Pseudoxenomystax albescens</i>	Pseualb	Fish
<i>Dipturus trachyderma</i>	Dipttra	Ray	<i>Rhynchocinetes typus</i>	Rhyntip	Crust
<i>Discopyge tschudii</i>	Disctsc	Fish	<i>Salilota australis</i>	Saliaus	Fish
<i>Dosidicus gigas</i>	Dosigig	Ceph	<i>Sardinops sagax</i>	Sardsag	Fish
<i>Engraulis ringens</i>	Engrrin	Fish	<i>Schroederichthys bivius</i>	Schrbiv	Shark
<i>Epigonus crassicaudus</i>	Epigcra	Fish	<i>Schroederichthys chilensis</i>	Schrchi	Shark
<i>Eptatretus polytrema</i>	Eptapol	Fish	<i>Scieaena deliciosa</i>	Sciadel	Fish
<i>Etmopterus granulosus</i>	Etmogra	Shark	<i>Scomber japonicus</i>	Scomjap	Fish
<i>Genypterus blacodes</i>	Genybla	Fish	Scyphozoa	Scyphozoa	Sciph
<i>Genypterus chilensis</i>	Genychi	Fish	<i>Sebastes oculatus</i>	Sebaocu	Fish
<i>Genypterus maculatus</i>	Genymac	Fish	<i>Serirolella caerulea</i>	Sericae	Fish

Nombre científico	Acron.	Tipo	Nombre científico	Acron.	Tipo
<i>Glyphocrangon alata</i>	Glypala	Crust	<i>Seriolaella violacea</i>	Servio	Fish
<i>Halaelurus canescens</i>	Halacan	Shark	Spongia	Spongia	Spong
<i>Haliporoides diomedea</i>	Halidio	Crust	<i>Squalus acanthias</i>	Squaaca	Shark
<i>Helicolenus lengerichi</i>	Helilen	Fish	<i>Squalus mitsukurii</i>	Squamit	Shark
<i>Heterocarpus reedi</i>	Heteree	Crust	Stomatopoda	Stomatop	Crust
<i>Hexanchus griseus</i>	Hexagri	Shark	<i>Stromateus stellatus</i>	Stroste	Fish
<i>Hippoglossina macrops</i>	Hippmac	Fish	Suberitidae	Suberitidae	Spong
<i>Histioteuthis hoylei</i>	Histhoy	Ceph	<i>Lamna nasus</i>	Lamnna	Shark
<i>Homalaspis plana</i>	Homapla	Crust	<i>Libidoclaea granaria</i>	Libigra	Crust
<i>Hydrolagus macrophthalmus</i>	Hydrmac	Fish	<i>Lithodes santolla</i>	Lithsan	Crust
<i>Idiacanthus atlanticus</i>	Idiaatl	Fish	<i>Loligo gahi</i>	Loligah	Ceph
<i>Isacia conceptionis</i>	Isacson	Fish	<i>Lophorochinia parabranchia</i>	Lophpar	Crust
<i>Sympterygia brevicaudatus</i>	Sympbre	Ray	<i>Trigonolampa miriceps</i>	Trigmir	Fish
<i>Sympterygia lima</i>	Symplim	Ray	<i>Vinciguerra lucetia</i>	Vincluc	Fish
<i>Thyrsites atun</i>	Thyratu	Fish	<i>Xanthochorus cassidiformis</i>	Xantcas	Gastr
<i>Torpedo tremens</i>	Torptre	Fish	<i>Xenomystax atrarius</i>	Xenoatr	Fish
<i>Trachurus murphyi</i>	Tracmur	Fish	<i>Zearaja chilensis</i>	Zearchi	Ray

Interanualmente, los peces óseos representaron entre 45,3% de los taxa encontrados en las evaluaciones directas (año 2004) y 55,4% en el año 2000. La proporción de taxa de peces condriictios fluctuó entre 28,4% en los años 2000 y 2005, y 37,7% en el año 2004 (Figura 11).

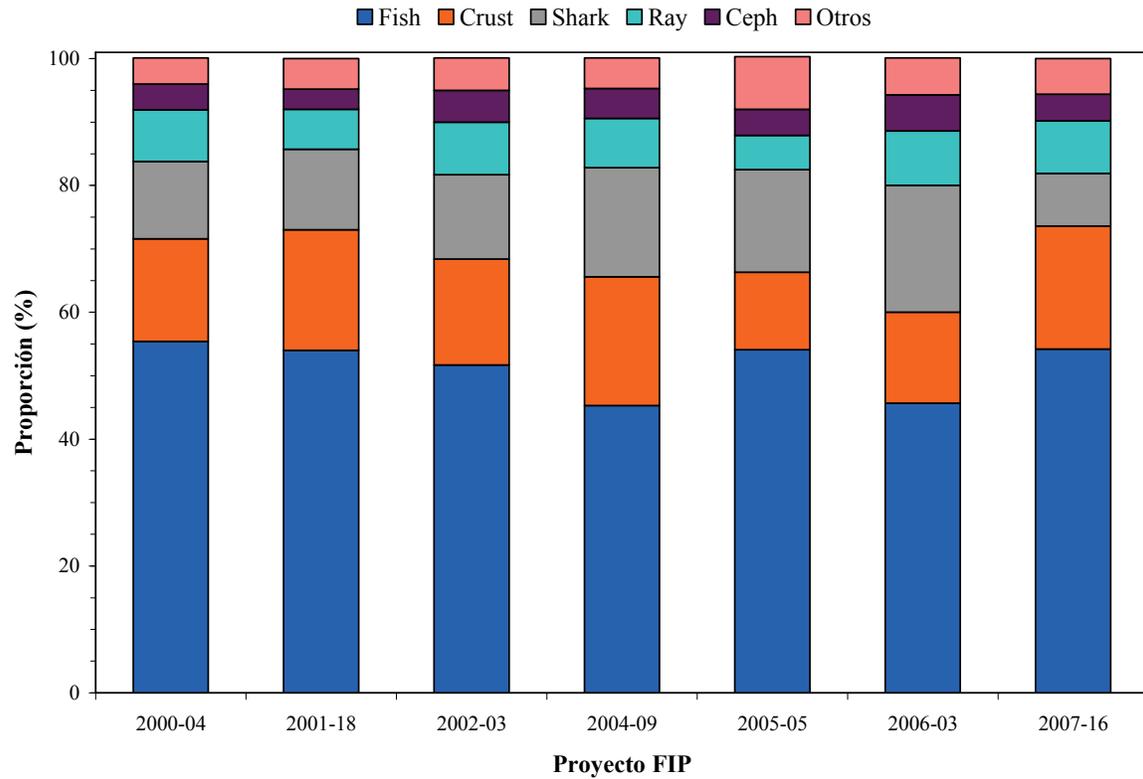


Figura 11. Proporción anual (%) de taxas encontrados en las evaluaciones directas de merluza común (*Merluccius gayi*) entre el año 2000 y 2007.

La Tabla 11 indica la presencia/ausencia de los 112 taxa encontrados en las evaluaciones directas de merluza común frente a Chile centro-sur entre los años 2000 y 2007

Tabla 11. Presencia/ausencia de los 112 taxa encontrados como fauna concurrente en las evaluaciones directas de merluza común (*Merluccius gayi*) entre 2000 y 2007. Para detalle de los acrónimos (Acron.) ver Tabla 10. X = presencia.

Acron.	Proyecto FIP						
	2000-04	2001-18	2002-03	2004-09	2005-05	2006-03	2007-16
Aculnig	X	X	X		X		
Anopcor		X					
Anthozoa					X		
Aphopor	X	X	X				X
Aprinas	X	X	X	X	X	X	X
Arbaspa	X	X	X	X	X	X	
Argyolf					X		
Arislun					X		
Asteroidea			X	X			X
Avocbow		X					
Bajameg					X		
Bathalb	X		X				X
Bathgri	X						X
Bathmul				X			X
Beryspl	X	X	X	X			
Bramaus	X	X	X	X		X	X
Callcal	X	X	X	X	X	X	X
Cancedw		X	X	X	X		
Cancpor	X			X			
Centcre				X	X		X
Centnig	X			X	X		
Cervjoh	X	X	X	X			X
Chauvas	X						

Acron.	Proyecto FIP						
	2000-04	2001-18	2002-03	2004-09	2005-05	2006-03	2007-16
Chorgig		X					
Coelaco	X	X	X	X	X	X	X
Coelchi	X	X	X	X	X		
Coelfas	X		X	X	X	X	X
Congper	X	X	X		X		
Deancal	X	X	X	X	X	X	X
Dipttra	X	X	X	X	X	X	
Disctsc					X	X	
Dosigig	X	X	X	X	X	X	X
Engrrin	X			X	X	X	X
Epigcra	X	X	X	X			X
Eptapol	X	X					
Etmogra	X		X	X	X	X	
Genybla	X	X	X	X	X		X
Genychi	X		X		X	X	
Genymac	X	X	X	X	X		
Glypala	X	X	X	X	X	X	
Halacan	X	X	X	X	X	X	
Halidio	X	X	X	X	X		X
Helilen	X	X	X	X	X	X	X
Heteree	X	X	X	X	X	X	X
Hexagri	X	X	X	X		X	
Hippmac	X	X	X	X	X		X
Histhoy	X						
Homapla	X	X	X	X	X	X	
Hydrmac	X	X	X	X			

Acron.	Proyecto FIP						
	2000-04	2001-18	2002-03	2004-09	2005-05	2006-03	2007-16
Idiaatl	X				X		
Isaccon					X		
Lamnna					X		
Libigra	X	X	X	X	X		
Lithsan	X	X	X	X	X	X	X
Loligah	X	X	X	X	X	X	X
Lophpar	X						
Loxealb					X		
Macrcar				X	X	X	X
Macrhol					X		X
Macrmag	X	X	X	X	X	X	X
Merlaus	X	X	X	X	X	X	X
Micraus	X						
Mursgau	X	X	X	X			X
Mustmen				X	X	X	X
Myctophum					X		
Mylichi					X	X	
Myliper		X					
Nemagay	X						
Nemisco					X		
Nezucon	X	X	X	X	X	X	
Nezupul					X		X
Normcro					X		X
Notasex					X		
Notocep		X					
Octopodid			X	X	X		X

Acron.	Proyecto FIP						
	2000-04	2001-18	2002-03	2004-09	2005-05	2006-03	2007-16
Ophirem	X	X					X
Paragra				X			X
Paramic	X	X	X		X		X
Pleumon	X	X	X	X	X		X
Polyyan	X						
Projug	X	X	X	X	X		X
Psammobatis			X	X	X		
Psamsco	X	X					
Pseualb	X	X	X	X	X	X	
Rhyntip		X					
Saliaus	X	X	X	X	X	X	X
Sardsag	X	X	X				
Schrbiv	X						
Schrchi		X	X	X	X		
Sciadel	X	X	X	X	X	X	X
Scomjap	X	X		X			
Scyphozoa					X		X
Sebaocu	X	X	X		X		X
Sericae	X	X	X	X	X		X
Servio	X			X	X	X	
Spongia	X	X	X	X	X	X	
Squaaca	X	X	X	X	X	X	X
Squamit				X	X		
Stomatop	X	X		X	X	X	
Stroste	X	X	X	X	X		X
Suberitidae	X						

Acron.	Proyecto FIP						
	2000-04	2001-18	2002-03	2004-09	2005-05	2006-03	2007-16
Sympbre	X						
Symplim			X	X			
Thyratu	X	X	X	X	X		X
Torptre		X	X	X			
Tracmur	X	X	X	X			X
Trigmir	X						
Vincluc					X		
Xantcas					X		
Xenoatr					X		
Zearchi	X	X	X	X	X	X	X

5.2.2.- Recopilación de información mediante encuestas

Las encuestas realizadas indistintamente a los usuarios de las embarcaciones mayores y menores de 1.000 HP permitieron identificar, de acuerdo a su propia percepción, las especies que son frecuentes, ocasionales y rara vez encontradas en lances de pesca que tiene por objetivo merluza común, merluza de cola y besugo. Se obtiene que en los viajes con pesca objetivo merluza común, el recurso que aparece como fauna acompañante más comúnmente corresponde a jibia, en un 30,8% de las encuestas, seguido por lenguados y jaibas con un 23,1 y 15,4 % respectivamente (Fig. 12). De manera ocasional en los lances de pesca aparecen una gran variedad de especies, entre las que destaca la raya volantín con un 9,2% de ellos. Así mismo, los usuarios declaran como recursos que aparecen rara vez a casi 36 especies, destacándose como la más mencionada a centolla y gamba, ambas con un 4,6% de las encuestas. (Fig.12).

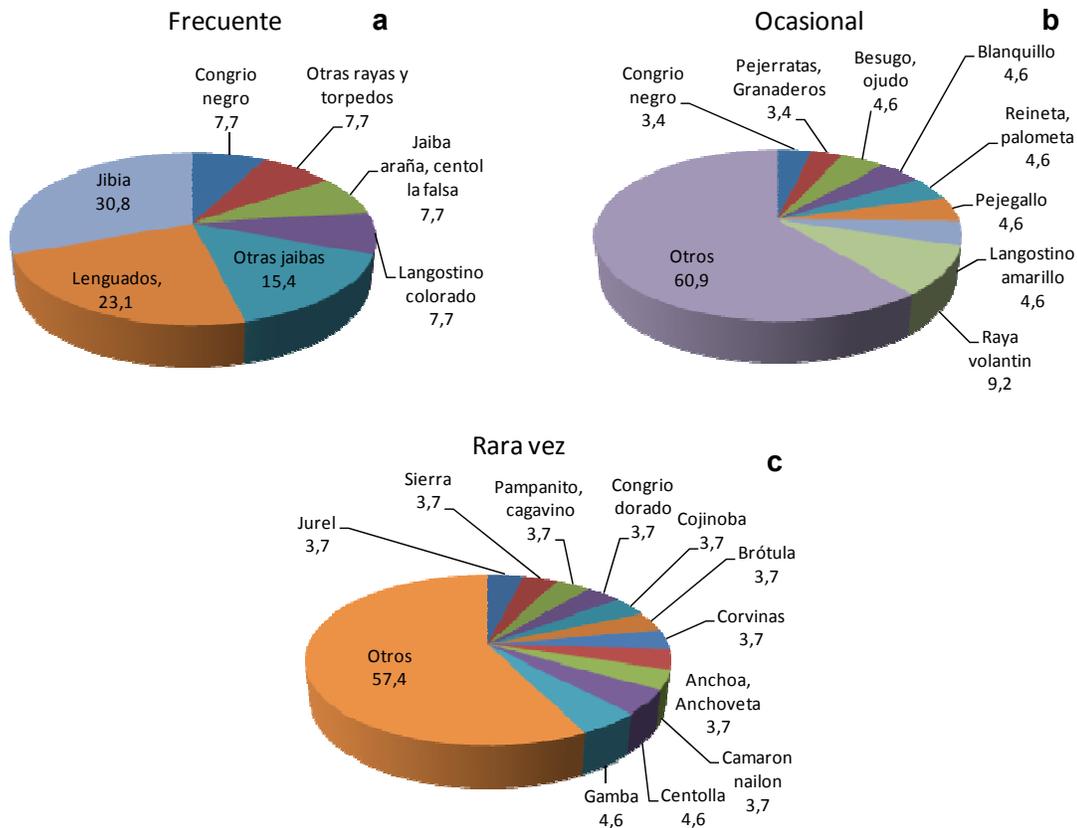


Figura 12. Respuesta de las encuestas. Ocurrencia de especies de fauna acompañante de la captura de merluza común. a) especies que aparecen frecuentemente en las capturas, b) especies que aparecen ocasionalmente en las capturas y, c) especies que aparecen rara vez en las capturas.

Al realizar en las mismas preguntas pero dirigidas a la captura de merluza de cola, las respuestas de los usuarios dan indiscutidamente como la especie más recurrente como fauna acompañante de merluza de cola a la jibia, en la que todos los encuestados indicaron a esta especie como participando del 100% de los lances de pesca. Indican a la merluza común como la especie que aparece ocasionalmente en un 14,3% de las encuestas, seguido con un 9,5% de rayas, tiburones, merluza austral, congrio dorado y reineta. De esta misma forma indican como recursos raramente participantes de las capturas a langostinos y jaibas, ambos en un 7,2% de las encuestas (Fig. 13)

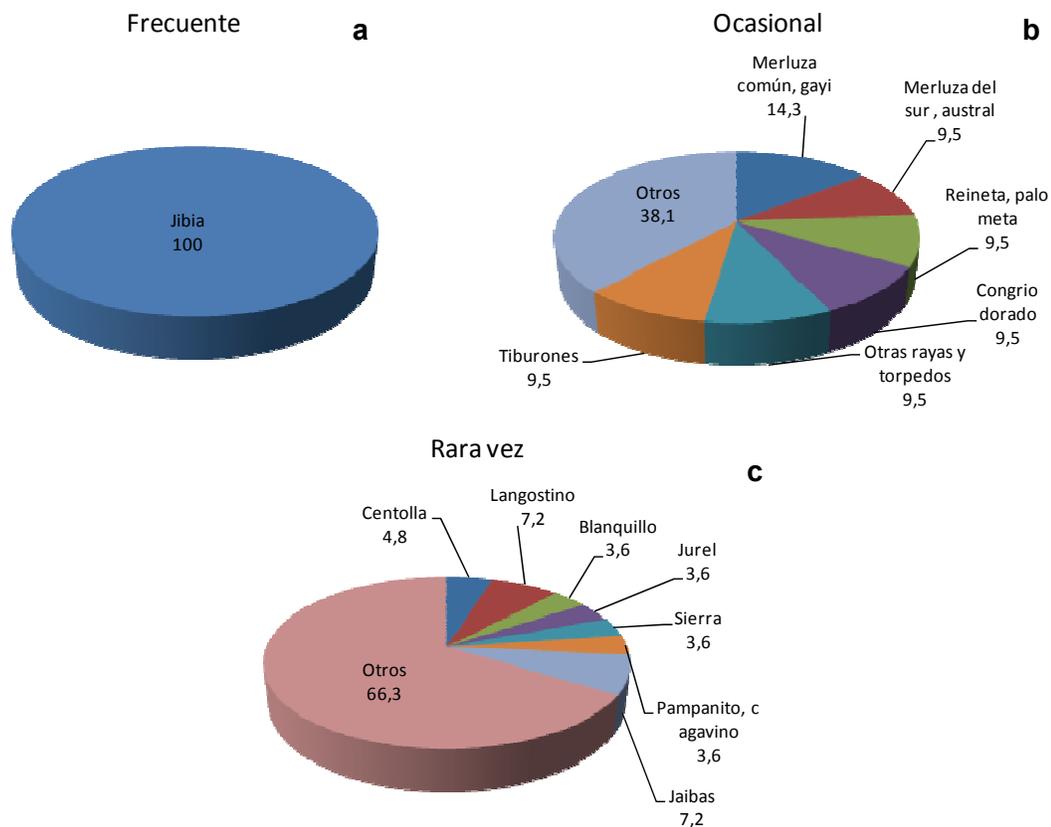


Figura 13. Respuesta de las encuestas. Ocurrencia de especies de fauna acompañante de la captura de merluza de cola. a) especies que aparecen frecuentemente en las capturas, b) especies que aparecen ocasionalmente en las capturas y, c) especies que aparecen rara vez en las capturas.

Los usuarios que realizan capturas dirigidas a la especie objetivo besugo, que considerando su experiencia en temporadas de pesca de años anteriores, indicaron que las especies más frecuentemente relacionadas con su captura corresponden a jibia, merluza de cola y pejerratas, en proporciones iguales. De manera ocasional el 9,7% de las encuestas coinciden en indicar a la merluza común y rayas como los recursos que más son registrados en las capturas. Y el Banquillo es la única especie que es mayoritariamente indicada como la especie que rara vez aparece en las capturas de besugo (Fig. 14).

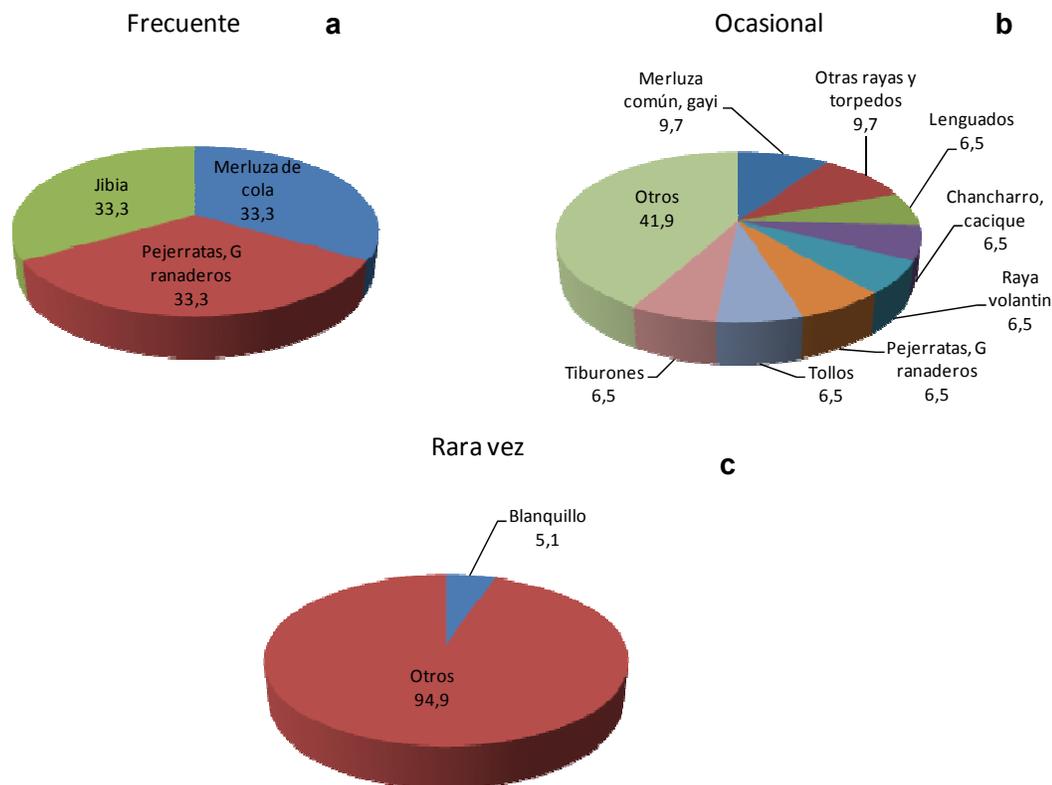


Figura 14. Respuesta de las encuestas. Ocurrencia de especies de fauna acompañante de la captura de besugo. a) especies que aparecen frecuentemente en las capturas, b) especies que aparecen ocasionalmente en las capturas y, c) especies que aparecen rara vez en las capturas.

Al comparar los resultados de las encuestas de los usuarios de embarcaciones mayores a 1.000 HP con las de menor envergadura se observa que las embarcaciones menores identifican dos especies más como recursos frecuentes en las capturas de merluza común. Esto obedece principalmente a las zonas de pesca frecuentadas por cada flota y las profundidades a las que operan, en consideración a las distintas dimensiones y configuración de sus redes de pesca, y a que la flota de menor envergadura opera generalmente en el área norte de la distribución de la pesquería y la flota mayor abarca la zona sur. La flota mayor reconoce a la jibia y a los lenguados como los más frecuentes con un 42,9 y 28,6% respectivamente de las encuestas, seguido de jaibas con un 28,6 % en total. Por su parte los usuarios de la flota de menor envergadura reconoce a jibia (con un 54,2%) y lenguados (16,7%) como los recursos más frecuentemente capturados en lances dirigidos a merluza común, seguidos por jaibas, langostino colorado, congrio negro y rayas con un 8,8%, 8,3%, 6,2%, y 5,8% respectivamente (Fig. 15).

No es posible hacer esta comparación con otras especies objetivo, debido a que las embarcaciones menores no dirigen esfuerzo hacia merluza de cola y besugo como especie objetivo.

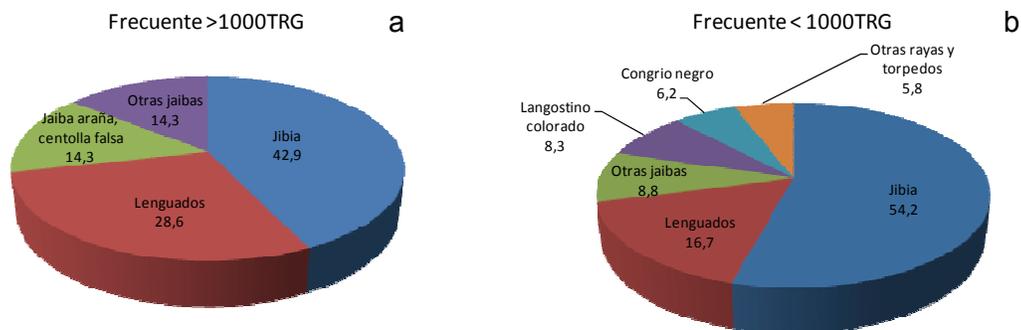


Figura 15. Respuesta de las encuestas. Especies de fauna acompañante indicadas como de aparición frecuente en los lances dirigidos a merluza común. a) Naves > a 1.000 HP, b) Naves < a 1.000 HP.

Ante la pregunta de las especies que deben ser evitadas en las capturas y su justificación, la mayoría coincidió en indicar que la jibia era la especie que más problemas les provocaba, al dañar las redes y las capturas, situación similar respecto de los crustáceos, ya que éstos recursos son duros y rígidos, con estructuras cortantes en su cuerpo que no sólo dañan los artes de pesca si no que producen lesiones en los músculos de la especie objetivo que se traduce en pérdidas.

Se observa una coincidencia entre los usuarios al responder respecto a las modificaciones que podrían realizarse a las redes para evitar la captura de especies no deseadas, relacionadas con; disminuir el peso de las redes, experimentar constantemente en virtud de aumentar el conocimiento del comportamiento de las especies, y realizar mejoras tecnológicas que permitan despegarlas del fondo ante la presencia de crustáceos y disminuir su altura en la boca en ante la presencia de cordones de jibia.

Es importante destacar que la mayoría de los encuestados, usuarios de la flota industrial de mayor envergadura, dio cuenta de la práctica de cambiar de zona de pesca ante la presencia en las capturas de peces de la especie objetivo de tallas pequeñas. Lo que respondería al mejor aprovechamiento de las cuotas de captura, a los problemas operacionales que trae consigo, con pescados enmallados que genera problemas de calidad en los próximos lances de pesca, y a un acuerdo de buenas prácticas que indica que se debe informar al resto de la flota evitando que opere en la misma zona. Por su parte los usuarios de la flota industrial de menor envergadura, indicaron tener una práctica similar, aunque no coordinada con otras naves, sino más bien por los problemas operacionales que contrae la captura de ejemplares de tallas pequeñas que generan pérdidas de tiempo entre lances al tener que limpiar las redes y extraer a los peces agallados.

5.2.3.- Muestreo de la fauna acompañante

Fauna concurrente en la pesquería de merluza común

En los registros de captura por lance colectados en el marco del Programa SIMEC (Sistema de Información de Merluza Común) del Instituto de Investigación Pesquera entre enero de 2001 y septiembre de 2009, se identificaron 50 taxa, en la mayoría clasificados al nivel de especies, de los cuales, 28 correspondieron a peces óseos, 11 crustáceos, 3 cefalópodos, 2 rajiformes y 5 escualiformes (Tabla 12).

Tabla 12. Número de taxa por tipo de especie en la pesquería de merluza común (*Merluccius gayi*) entre el año 2001 y 2009, y global para todo el período.

Taxa	AÑO									
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Global
Actin										
Aster										
Ceph	3	3	3	2	3	3	3	2	2	3
Crust	9	9	9	10	11	10	10	9	9	11
Echin									1	
Fish	20	23	24	24	26	26	24	23	28	28
Gastr										
Ray	2	1	1	2	2	2	2	2	3	3
Sciph										
Shark	3	3	3	2	3	3	3	3	5	5
Spong										
Total	37	39	40	40	45	44	42	39	48	50

Al respecto, lo primero que destaca de los datos de la pesquería industrial de merluza común, para el período analizado, es las ausencias de actinias, asteroideas, equinodermas, medusas y

esponjas. Por otro lado, se destaca que el número de taxa presentes es las capturas comerciales el significativamente inferior al número de taxa encontrados en los cruceros de evaluación directa (Tabla 13).

Sin embargo, cabe señalar que en los registros de la fauna concurrente en la pesquería comercial de merluza varias especies han sido agrupadas en taxa mayores (al nivel de familias) dada la complejidad de su identificación a bordo de las embarcaciones o por su escasa representatividad.

Este es el caso de las centollas, que puede incluir al menos dos especies, y que fueron agrupadas en el taxón **Lithodidae**. En el taxón **Macruridae**, se encuentran 4 a 5 especies de pejerratas o granaderos, mientras que en el taxón **Rajidae**, se encuentran 6 a 8 especies de rajiformes. Un número similar de especies está agrupado en el taxón **Sharks**, con 6 a 7 especies de tiburones, mayoritariamente de profundidad, y que presentan serias dificultades de identificación, así como de sinonimia tanto a nivel de su nombre común como científico. Finalmente, en el taxón **Octopodidae**, se incluye a 1-2 especies de pulpos no identificados (Tabla 13).

En atención a lo anterior, si se asume que cada taxón mayor (Lithodidae, Macruridae, Rajidae, Sharks y Octopodidae) agrupa el número máximo de especies agrupadas por taxón, en la pesquería de merluza común se encontrarían al menos 64 especies representadas, número que sigue siendo significativamente menor (al menos 40% menor) que el número de taxa encontrados en las evaluaciones directas.

Por otro lado, de la misma manera que con las evaluaciones directas, en la pesquería de merluza común, los peces óseos corresponden al taxón más representado, fluctuando entre 54,1% de los taxa en el año 2001 y 60% en los años 2003 y 2004. En el año 2009, los peces representaron 60,4% de los taxa, mientras que para todo el período analizado, los peces óseos representaron 56,9% de los taxa concurrentes en las capturas industriales (Fig. 16), seguido de los crustáceos (21,6%).

Tabla 13. Presencia/ausencia de los 50 taxa de la fauna concurrente en la pesquería de merluza común (*Merluccius gayi*) entre 2001 y 2008. X = presencia.

Acron.	Tipo Especie	AÑO								
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Beryspl	Fish	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Bramaus	Fish	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Callcal	Fish	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cancedw	Crust					X				
Cancpor	Crust				X	X	X	X		X
Cervjoh	Crust	X	X	X	X	X	X	X	X	
Cilugil	Fish	X	X	X	X	X	X		X	X
Disctsc	Fish	X	X	X	X	X	X	X		X
Dosigig	Ceph	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Elegmac	Fish					X	X	X		
Epigcra	Fish	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Genybla	Fish	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Genychi	Fish	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Genymac	Fish	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Halidio	Crust	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Helilen	Fish	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Heteree	Crust	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Hippmac	Fish	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Homapla	Crust	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Isaccon	Fish		X	X	X	X	X		X	X
Libigra	Crust	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Lithodid	Crust	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Loligah	Ceph	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Macrmag	Fish	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Acron.	Tipo Especie	AÑO								
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Macrouridae	Fish	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Merlaus	Fish	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Merlgay	Fish	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mursgau	Crust	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mustmen	Shark	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Octopodid	Ceph	X	X	X		X	X	X		X
Parahum	Fish					X	X	X		
Paramic	Fish		X	X	X	X	X	X	X	X
Pleumon	Crust	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Proljug	Fish	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Rajidae	Ray	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Schrchi	Shark	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Scomjap	Fish			X	X	X	X	X	X	X
Sebaocu	Fish	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sericae	Fish	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sharks	Shark	X	X	X		X	X	X	X	X
Stomatop	Crust	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Stroste	Fish		X	X	X	X	X	X	X	X
Thyratu	Fish	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Tracmur	Fish	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Zearchi	Ray	X			X	X	X	X	X	X

Interanualmente, los peces óseos estuvieron representados por 20 a 28 especies, mientras que los crustáceos por 9 a 11 (22,7% a 25% de los taxa) y los peces condriictios (rayas y tiburones) por 4 o 5 (Fig. 16).

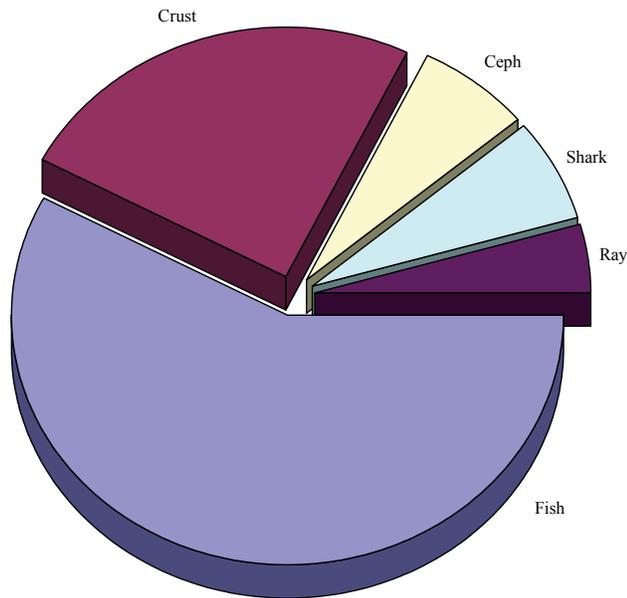


Figura 16. Proporción global (%) de taxas encontrados en la pesquería de merluza común (*Merluccius gayi*) entre el año 2001 y 2009.

5.2.4.- Índices de importancia de la fauna acompañante

En el año 2008, el Instituto de Investigación Pesquera registró y cuantificó la captura de la fauna concurrente en la pesquería de merluza común y merluza de cola (*Macruronus magellanicus*). Al respecto, se analizaron 825 lances de pesca dirigidos a merluza común realizados entre 33°40'S y 41°30'S (Fig. 17), y 150 lances de pesca dirigidos a merluza de cola realizados entre 36°40'S y 41°30'S.

En la pesquería de merluza común en el año 2008, la principal especie de la fauna acompañante fue la jibia (*Dosidicus gigas*), la que representó 2,32% de las capturas en peso y 0,12% en número, encontrándose en 44,4% de los lances de pesca (Tabla 14).

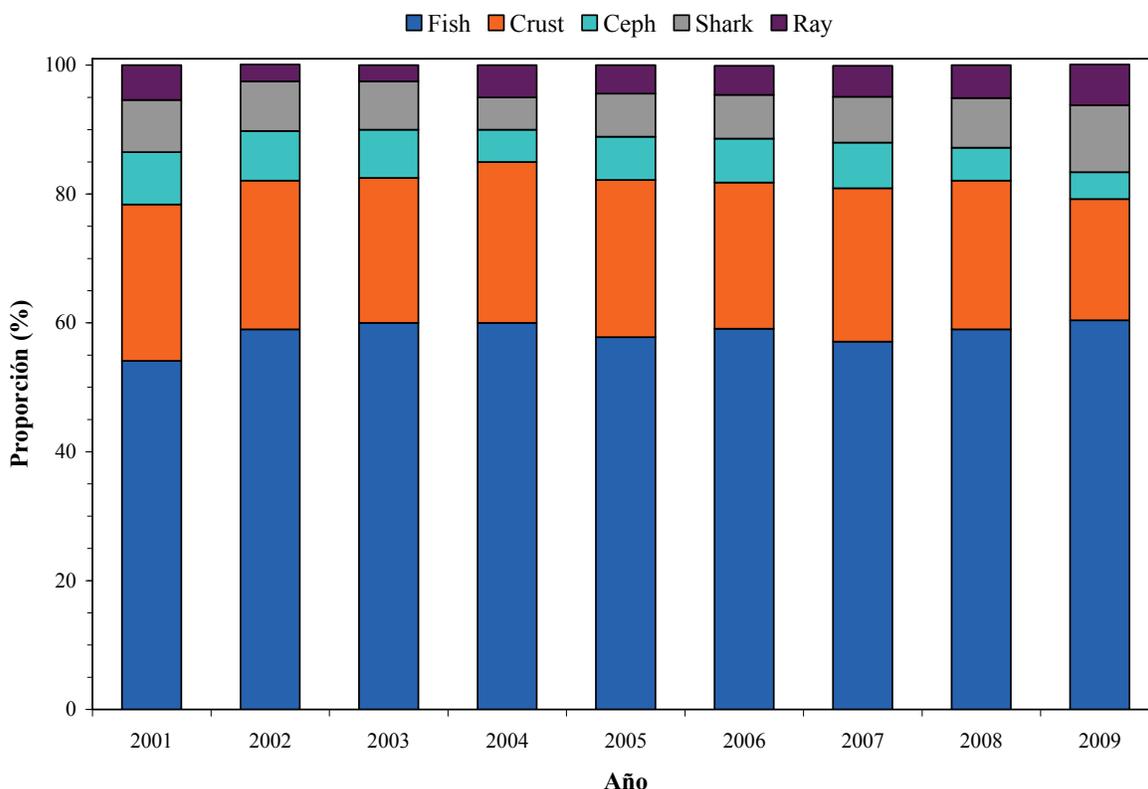


Figura 17. Proporción anual (%) de taxas encontrados en la pesquería de merluza común (*Merluccius gayi*) entre el año 2001 y 2009.

La segunda especie más importante fue langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) que representó 0,8% de las capturas en peso y 1,12% en número, encontrándose presente en 17,3% de los lances de pesca (Tabla 14). En términos de presencia de ocurrencia, luego de la jibia, la especie más frecuentemente encontrada fue jaiba paco (*Mursia gaudichaudi*) y lenguado de ojos grandes (*Hippoglossina macrops*), con 35,8 y 35,6% respectivamente.

En el año 2009, entre la última semana de enero y el 30 de septiembre, se analizaron 576 lances de pesca dirigidos a merluza común realizados entre 33°40'S y 41°30'S (Fig. 19), encontrándose que la especie de fauna acompañante más importante nuevamente fue la jibia, que representó 3,01% de las capturas en peso, estando presente en 46,4% de los lances de pesca analizados (Tabla 15).

Tabla 14. Captura en peso (tons) y número (individuos) de la fauna concurrente en la pesquería de merluza común (*Merluccius gayi*), frecuencia de ocurrencia e índice de Importancia Relativa Porcentual (%IIR) en el año 2008.

Especie	Peso		Número		Presencia		%IIR
	(tons)	%	Indiv.	%	Frec.	%	
Beryspl	0,12	*	201	**	1	0,12	***
Bramaus	2,03	0,04	1612	0,01	43	5,21	0,001
Callcal	0,07	*	18	**	6	0,73	***
Cervjoh	14,81	0,27	424073	2,46	82	9,94	0,148
Cilugil	0,03	*	11	**	4	0,48	***
Dosigig	127,99	2,32	19837	0,12	366	44,36	0,590
Epigcra	8,31	0,15	16633	0,10	48	5,82	0,008
Genybla	0,06	*	37	**	6	0,73	***
Genychi	0,21	*	55	**	11	1,33	***
Genymac	10,58	0,19	6251	0,04	192	23,27	0,029
Halidio	0,01	*	425	**	2	0,24	***
Helilen	7,43	0,13	14753	0,09	37	4,48	0,005
Heteree	2,03	0,04	124731	0,72	53	6,42	0,027
Hippmac	7,74	0,14	33650	0,20	294	35,64	0,065
Homapla	6,03	0,11	49279	0,29	224	27,15	0,059
Isacson	1,48	0,03	3182	0,02	37	4,48	0,001
Libigra	4,47	0,08	42443	0,25	80	9,70	0,017
Lithodid	0,37	0,01	737	**	6	0,73	***
Loligah	0,23	*	3056	0,02	26	3,15	***
Macrmag	13,49	0,24	20081	0,12	27	3,27	0,006
Macrouridae	6,20	0,11	76306	0,44	126	15,27	0,046
Merlaus	0,14	*	55	**	5	0,61	***
Merlgay	5228,98	94,74	16039827	93,04	794	96,24	98,646
Mursgau	7,92	0,14	64679	0,38	295	35,76	0,101

Especie	Peso		Número		Presencia		%IIR
	(tons)	%	Indiv.	%	Frec.	%	
Mustmen	0,79	0,01	290	**	4	0,48	***
Paramic	4,40	0,08	11249	0,07	130	15,76	0,012
Pleumon	44,24	0,80	192307	1,12	143	17,33	0,181
Proljug	1,07	0,02	2313	0,01	73	8,85	0,002
Rajidae	9,97	0,18	1499	0,01	185	22,42	0,023
Schrchi	0,10	*	52	**	12	1,45	***
Scomjap	0,08	*	97	**	8	0,97	***
Sebaocu	2,98	0,05	3487	0,02	43	5,21	0,002
Sericae	0,13	*	97	**	8	0,97	***
Sharks	0,06	*	218	**	3	0,36	***
Stomatop	0,78	0,01	82526	0,48	83	10,06	0,027
Stroste	0,78	0,01	2215	0,01	37	4,48	0,001
Thyratu	2,40	0,04	1109	0,01	55	6,67	0,002
Tracmur	0,70	0,01	971	0,01	48	5,82	***
Zearchi	0,07	*	21	**	1	0,12	***

* < 0,01% en peso

** < 0,01% en número

*** < 0,001 IIR

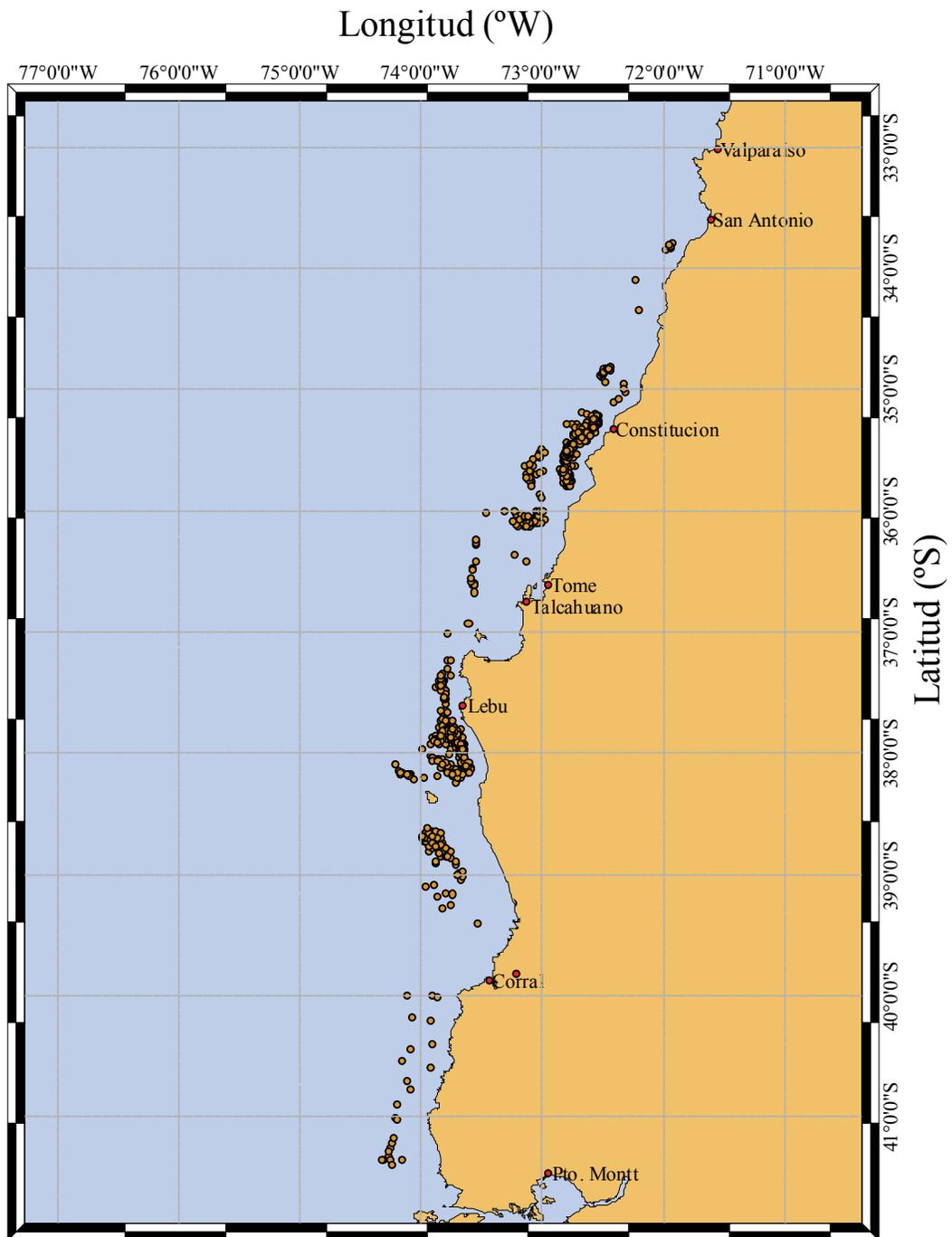


Figura 18. Distribución espacial de los lances de pesca de merluza común (*Merluccius gayi*) en los que se identificó y cuantificó la fauna concurrente de la pesquería en el año 2008.

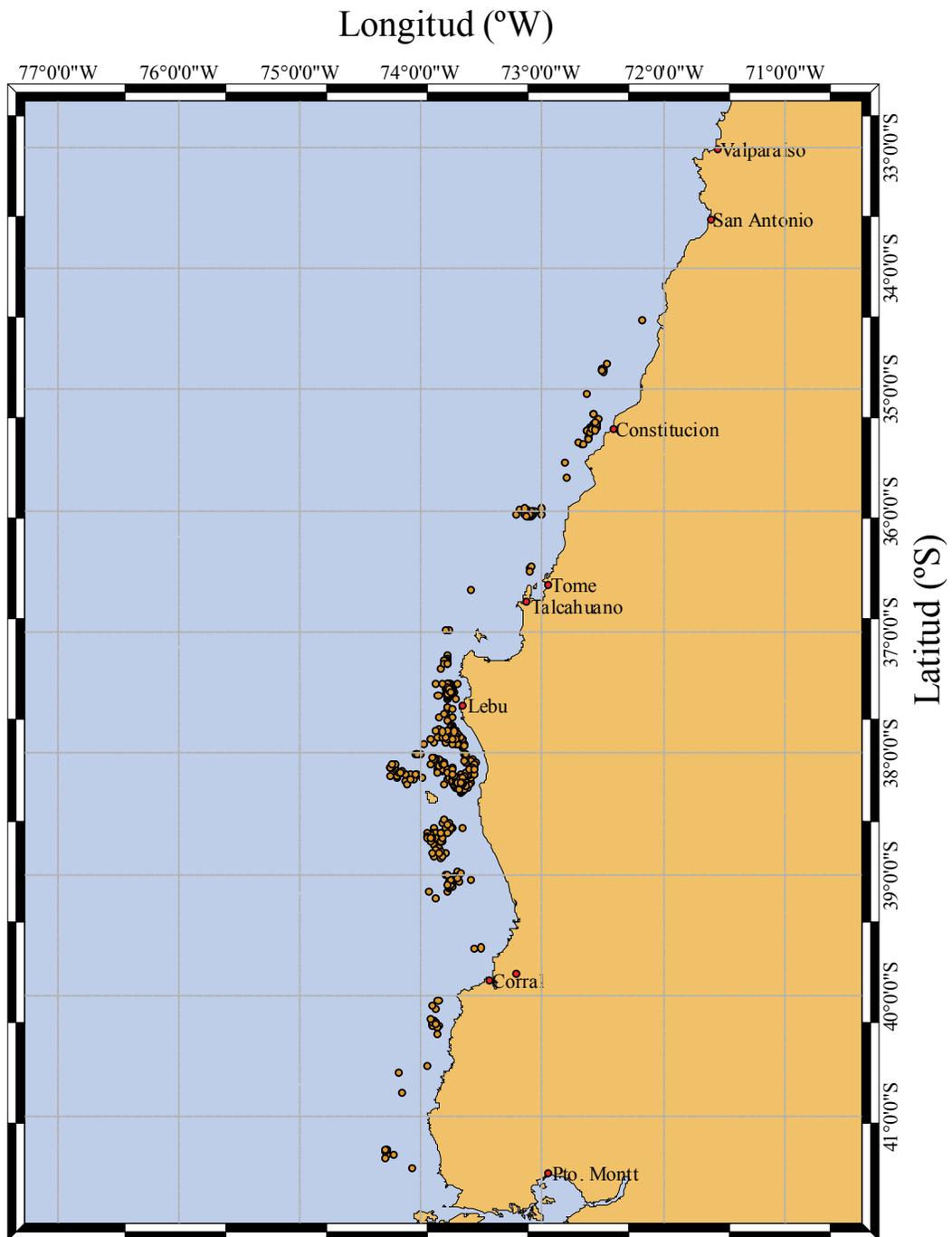


Figura 19. Distribución espacial de los lances de pesca de merluza común (*Merluccius gayi*) en los que se identificó y cuantificó la fauna concurrente de la pesquería entre enero y septiembre de 2009.

Tabla 15. Captura en peso (tons) y número (individuos) de la fauna concurrente en la pesquería de merluza común (*Merluccius gayi*), frecuencia de ocurrencia e índice de Importancia Relativa Porcentual (%IIR) entre enero y septiembre de 2009.

Especie	Peso		Número		Presencia		%IIR
	(tons)	%	Indiv.	%	Frec.	%	
Bramaus	1,54	0,09	1226	0,02	31	11,23	0,007
Cervjoh	10,87	0,61	311398	5,52	28	10,14	0,342
Cilugil	0,02	*	5	**	2	0,72	***
Dosigig	53,35	3,01	8267	0,15	128	46,38	0,805
Epigcra	7,17	0,40	14345	0,25	20	7,25	0,026
Genybla	0,02	*	10	**	2	0,72	***
Genymac	3,22	0,18	1904	0,03	58	21,01	0,025
Halidio	0,01	*	425	0,01	2	0,72	***
Helilen	1,40	0,08	2780	0,05	16	5,80	0,004
Heteree	0,71	0,04	43496	0,77	21	7,61	0,034
Hippmac	1,62	0,09	7031	0,12	75	27,17	0,032
Homapla	1,18	0,07	9604	0,17	69	25,00	0,033
Libigra	0,79	0,04	7521	0,13	28	10,14	0,010
Lithodid	0,03	*	50	**	3	1,09	***
Loligah	0,11	0,01	1428	0,03	12	4,35	0,001
Macrmag	1,75	0,10	2604	0,05	9	3,26	0,003
Macrouridae	2,20	0,12	27100	0,48	61	22,10	0,073
Merlaus	0,05	*	20	**	3	1,09	0,000
Merlgay	1652,27	93,31	5068301	89,79	269	97,46	98,130
Mursgau	1,01	0,06	8225	0,15	78	28,26	0,032
Paramic	2,04	0,11	5208	0,09	44	15,94	0,018
Pleumon	24,35	1,38	105866	1,88	60	21,74	0,389
Proljug	0,04	*	89	**	5	1,81	***

Especie	Peso		Número		Presencia		%IIR
	(tons)	%	Indiv.	%	Frec.	%	
Rajidae	4,67	0,26	708	0,01	49	17,75	0,027
Schrchi	0,02	*	8	**	2	0,72	***
Sebaocu	0,03	*	30	**	3	1,09	***
Stomatop	0,16	0,01	16565	0,29	18	6,52	0,011
Stroste	0,05	*	140	**	6	2,17	***
Thyratu	0,05	*	25	**	2	0,72	***
Tracmur	0,11	0,01	149	**	11	3,99	***

* < 0,01% en peso

** < 0,01% en número

*** < 0,001 IIR

La segunda especie más importante en los muestreos de enero a septiembre de 2009, de manera similar al año 2008, fue langostino colorado, encontrándose en 21,7% de los lances de pesca, representando 1,38% de las capturas. En el caso de jaiba paco, que se encontró en 28,3% de los lances de pesca (ocupando el segundo lugar en ocurrencia), pero en bajo número, solo representó 0,06% de las capturas (Tabla 15).

En la pesquería de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) en el año 2008 (Fig. 20), la principal especie de la fauna acompañante fue merluza común, la que representó 28,7% de las capturas en peso y 47, 2% en número, encontrándose en un tercio de los lances de pesca. La segunda especie más importante fue jibia que representó 7,7% de las capturas en peso y 0,64% en número, encontrándose presente en 44,7% de los lances de pesca (Tabla 16). En términos de presencia de ocurrencia, luego de la jibia, la especie más frecuentemente encontrada fue merluza austral (*Merluccius australis*) con 17,3% de presencia, aunque con una importancia muy poco significativa en peso (0,26%, Tabla 16)

Tabla 16. Captura en peso (tons) y número (individuos) de la fauna concurrente en la pesquería de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*), frecuencia de ocurrencia e índice de Importancia Relativa Porcentual (%IIR) en el año 2008.

Especie	Peso		Número		Presencia		%IIR
	(tons)	%	Indiv.	%	Frec.	%	
Bramaus	0,30	0,03	240	0,01	16	10,67	0,004
Callcal	0,15	0,01	41	**	3	2,00	***
Dosigig	82,60	7,73	12802	0,64	67	44,67	3,578
Epigcra	0,07	0,01	139	0,01	4	2,67	***
Genybla	0,05	*	32	**	4	2,67	***
Halidio	0,02	*	507	0,03	1	0,67	***
Helilen	0,57	0,05	1123	0,06	5	3,33	0,003
Heteree	0,03	*	1915	0,10	1	0,67	0,001
Hippmac	0,11	0,01	486	0,02	4	2,67	0,001
Homapla	0,10	0,01	780	0,04	2	1,33	0,001
Libigra	2,06	0,19	19598	0,98	8	5,33	0,060
Loligah	0,01	*	79	**	1	0,67	***
Macrmag	671,04	62,79	998796	50,16	100	66,67	72,046
Macrouridae	0,58	0,05	7172	0,36	14	9,33	0,037
Merlaus	2,73	0,26	1072	0,05	26	17,33	0,051
Merlgay	306,41	28,67	939894	47,20	50	33,33	24,198
Mursgau	0,23	0,02	1890	0,09	6	4,00	0,004
Paramic	0,05	*	131	0,01	5	3,33	***
Proljug	0,02	*	37	**	2	1,33	***
Rajidae	1,53	0,14	232	0,01	12	8,00	0,012
Schrchi	0,02	*	12	**	3	2,00	***
Sebaocu	0,01	*	9	**	1	0,67	***
Stomatop	0,04	*	4330	0,22	2	1,33	0,003

* < 0,01% en peso ** < 0,01% en número *** < 0,001 IIR

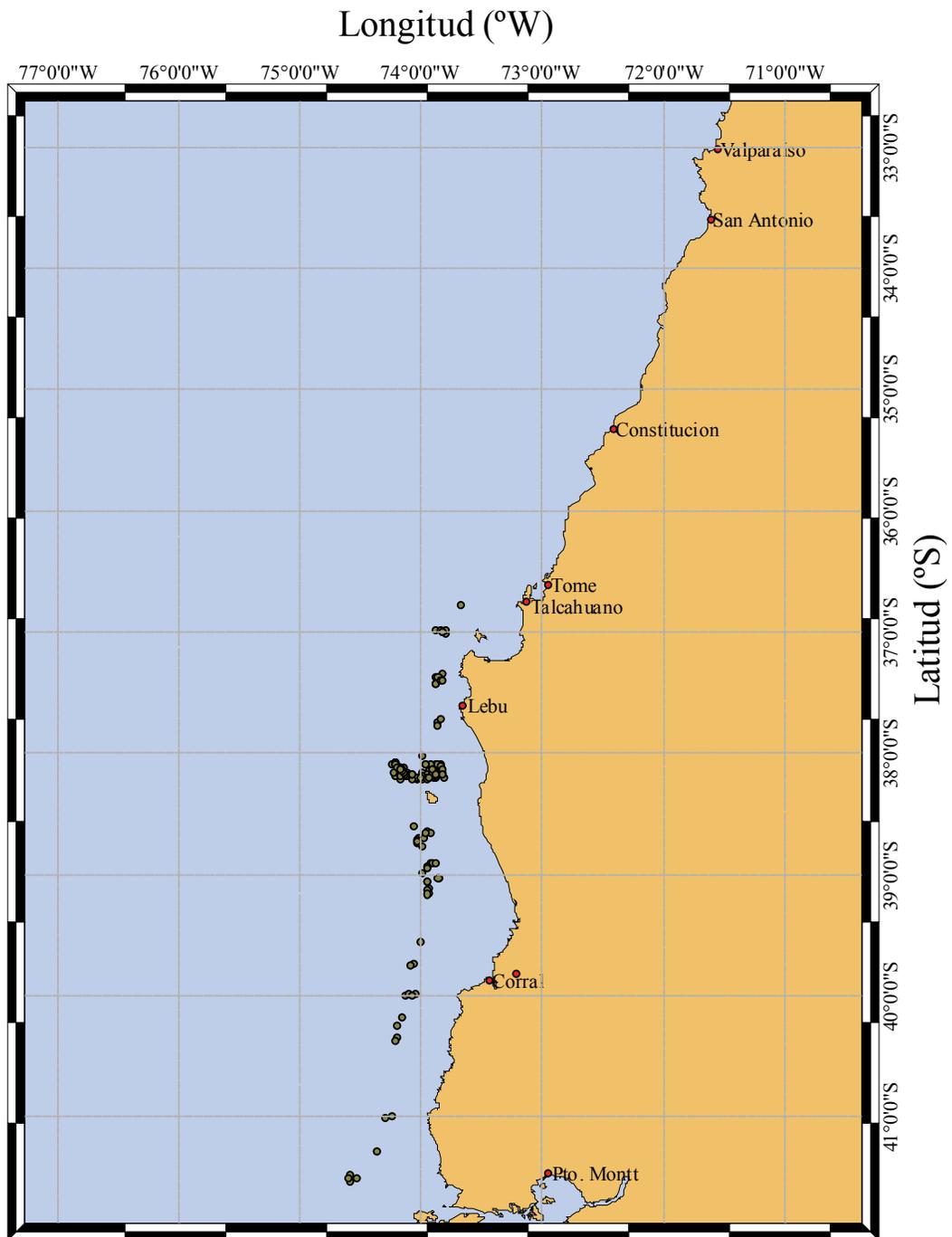


Figura 20. Distribución espacial de los lances de pesca de merluza de cola (*Macrurus magellanicus*) en los que se identificó y cuantificó la fauna concurrente de la pesquería en el año 2008.

5.2.5.- Análisis comunitario

El área de estudio fue a aquella donde operó la flota industrial de arrastre de fondo de merluza común entre las latitudes del 33°00'S y los 42°00'S entre 2001 y septiembre de 2009. A su vez, la zona de estudio fue dividida en el sentido latitudinal y batimétrico, para efecto de los análisis. Latitudinalmente se consideró toda la unidad de pesquería de la merluza común dividida cada un grado de latitud en catorce zonas (Tabla 17), de las cuales sólo fueron consideradas las capturas obtenidas entre los paralelos 33°00'S y 42°00'S correspondientes a lances desde la zona 5 al 14. No fueron consideradas en los análisis las zonas 1 a la 4, debido a la baja cantidad de lances. Batimétricamente fue dividida arbitrariamente en cinco estratos de profundidad, a saber: (1) <100 m; (2) 100-200 m; (3) 200-300 m; (4) 300-400 m; (5) > 400 m (Tabla 18). En lo sucesivo, tanto en el texto como en las figuras, será utilizada la nomenclatura anteriormente explicada, como se muestra en las siguientes tablas en el sentido latitudinal y batimétrico.

Tabla 17. Nomenclatura para las zonas latitudinales.

Latitud	Limite	Zona
29 - 30	29	1
30 - 31	30	2
31 - 32	31	3
32 - 33	32	4
33 - 34	33	5
34 - 35	34	6
35 - 36	35	7
36 - 37	36	8
37 - 38	37	9
38 - 39	38	10
39 - 40	39	11
40 - 41	40	12
41 - 42	41	13
42 - 43	42	14

Tabla 18. Nomenclatura de los estratos de profundidad (m).

Estrato de profundidad (m)	Código
< 100	1
100 - 200	2
200 - 300	3
300 - 400	4
> 400	5

Para el análisis de la fauna concurrente presente en las capturas de la merluza común, se consideraron todos los lances de pesca por año, en el área de estudio. Las especies analizadas correspondieron a aquellas que representaron un porcentaje mayor al 1% de la captura anual de la fauna acompañante, ya que esto reduce el número de valores ceros en las matrices de datos (Lillo *et al*, 1993)

Los datos fueron estandarizados en una unidad de rendimiento Kg/ hora de arrastre y luego se extrajo la raíz cuarta para así disminuir la magnitud de los valores. Ésta unidad de medida es un reflejo aproximado de la abundancia de las especies en el medio. Esta información analizada con métodos numéricos, permite distinguir asociaciones específicas, cuya importancia radica en que son una representación de la estructura del conjunto al que se asocia la especie principal. Las matrices de datos fueron ordenadas de la siguiente forma: especies componentes de la fauna concurrente y su ubicación en latitud/profundidad

Se identificó en la escala espacial las asociaciones específicas por medio del Método de Clasificación Numérica (Análisis de Conglomerado o Análisis de Cluster), ya que este análisis permite agrupar elementos en grupos homogéneos y así poder establecer asociaciones entre variables múltiples. El algoritmo de agregación utilizado fue el UPGA (unweighted pair-group average) y como medida de similitud la función de distancia euclidiana (Manly, 1994) expresada como:

$$d_{ij} = \sqrt{\left\{ \sum_{k=1}^p (x_{ij} - x_{ik})^2 \right\}}$$

donde p = puntos de muestreos; x_{ij} = captura de la especie i en el punto de muestreo j, x_{ik} = captura de la especie i en el punto de muestreo k.

El criterio utilizado para determinar el nivel de corte en los dendrogramas fue representado por el promedio de la matriz de similitud (Lillo *et al*, 1993).

La comparación interanual de fauna concurrente con el análisis de cluster (Fig. 21) permitió establecer dos grupos de acuerdo a un nivel de similitud 0,57. El Grupo 1: compuesto por los años 2005 a 2009. Las especies asociantes merluza común (*M. gayi*), reineta (*B. australis*), lenguado de ojos grandes (*H. macrops*), jaiba araña (*L. granaria*) y jibia (*D.gigas*). Las especies disociantes en estos dos años son cabrilla (*S. oculatus*), cabinza (*I. conceptionis*), congrio negro (*G. maculatus*) y lenguado de ojos chicos (*P. microps*). Mientras que el Grupo 2 estuvo compuesto por los años 2001 a 2004. Las especies asociantes son pejegallo (*C. callorhyncus*), lenguado de ojos grandes (*H. macrops*), chancharro (*H.*

lengerichi), merluza común (*M. gayi*) y jaiba mora (*H. plana*). Las especies disociantes entre años son merluza de cola (*M. magellanicus*), lenguados de chicos (*P. microps*), blanquillo (*P. jugularis*), cabinza (*I. conceptionis*) y reineta (*B. australis*).

El nivel de significancia de las agrupaciones resultantes fue comparado a través del análisis de similitud (ANOSIM) de una vía (Clarke & Green, 1988), que estimó un valor global de $R = 0,703$ ($p\text{-value} = 0,001$), lo que indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre las éstas.

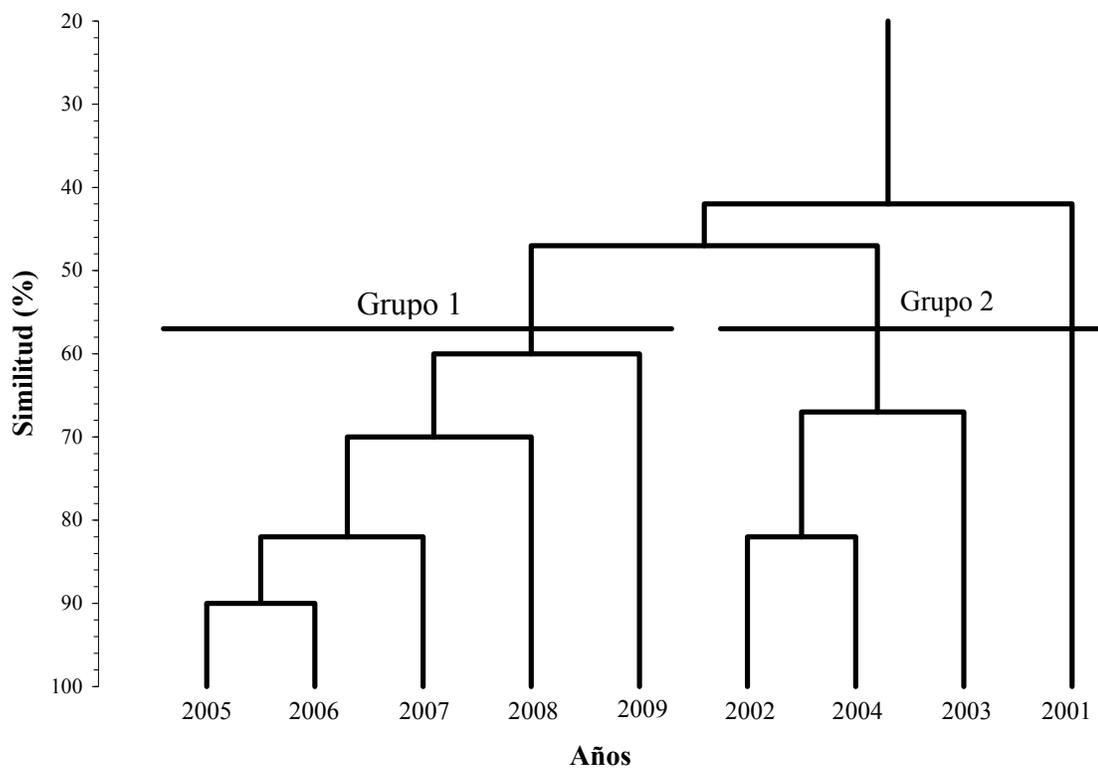


Figura 21. Dendrograma resultante del análisis de clasificación a partir de la matriz de abundancia de la fauna acompañante de merluza común transformada a la raíz cuarta.

El análisis de escalamiento multidimensional MDS (Multi-Dimensional Scaling) es una técnica multivariante de interdependencia que trata de representar en un espacio geométrico de pocas dimensiones las proximidades (similitudes) existentes entre un conjunto de objetos. Al respecto, los resultados de este análisis aplicado a la fauna acompañante de la pesquería de merluza común entre 2001 y 2009, arrojó resultados equivalentes al análisis de clasificación.

En el análisis MDS fue posible identificar dos agrupaciones principales con niveles de similitud superiores al 68%. La primera agrupación está conformada por los años 2001 a 2004, y la segunda por los años 2005 a 2009 (Figura 22).

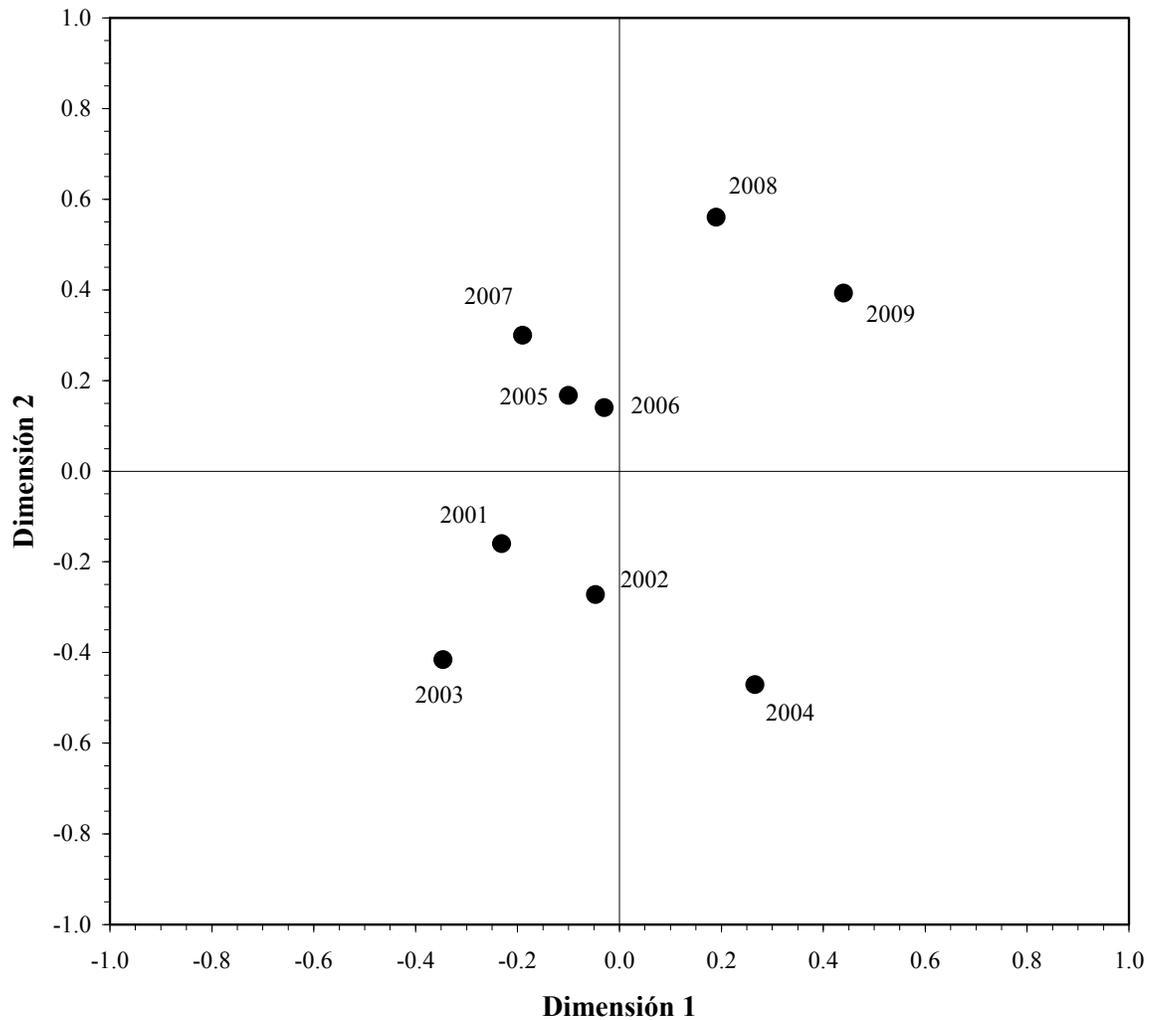


Figura 22. Representación del análisis de escalamiento multidimensional de la similitud-disimilitud de la fauna acompañante de merluza común entre 2001 y 2009.

5.2.6.- Pesca de Investigación flota menor a 1.000 HP

Los muestreos realizados provienen de la V región en la zona comprendida entre el 33°21' y el 33°52' LS y hasta el 71°58' de LW. Realizándose un total de 56 lances de pesca en 13 viajes de pesca (Fig. 23).

En cada uno de los lances se realizó la cuantificación de la captura, encontrándose que en promedio se registran 4 especies distintas como fauna acompañante por lance de pesca, identificándose como la más importante la presencia de jaiba paco (*Mursia gaudichaudii*), langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*), lenguado (*Hippoglossina macrops*), y jaiba limón (*Cancer porteri*), como las especies más recurrentes en los lances de pesca dirigidos a merluza común.

En términos de aparición, solo 10 especies aparecen como más comunes, encontrándose en más de 10% de los lances de pesca, entre las que se encuentran: jaiba paco (*Mursia gaudichaudii*), lenguado (*Hippoglossina macrops*), langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*), jaiba limón (*Cancer porteri*), congrio negro (*Genypterus maculatus*), raya volantín (*Zearaja chilensis*), blanquillo (*Prolatilus jugularis*), raya mariposa (*Gurgesiella furvescens*), raya torpedo (*Torpedo tremensy*) y, jaiba reina (*Cancer Coronatus*).

Sin embargo lo anterior, de la frecuencia en número y en peso de la fauna acompañante se obtiene que la única especie que destaca es el langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) que representa el 83,7% en número y el 26,1% en peso del total de la captura. Mientras que las especies que obtiene un lugar, aunque sólo en % en peso, corresponden a lenguado (1,0%), jaiba limón (0,5%) y congrio negro (0,5%), con una baja participación en las capturas (Tabla 19)

Tabla 19. Captura en peso (tons) y número (individuos) de la fauna concurrente en la pesquería de merluza común (*Merluccius gayi*), frecuencia de ocurrencia e índice de Importancia Relativa Porcentual (%IIR) en el año 2009.

Especie	Peso		Número		Presencia		%IIR
	(tons)	%	Indiv.	%	Frec.	%	
Merlgay	56,00	70,72	158670	14,76	48	100,00	85,48
Pleumon	20,70	26,14	899969	83,69	43	89,58	9,84
Hippmac	0,80	1,02	1786	0,17	46	95,83	1,13
Cancport	0,42	0,53	1617	0,15	37	77,08	0,52
Genymac	0,38	0,48	222	0,02	28	58,33	0,29
Mursgau	0,28	0,35	1476	0,14	47	97,92	0,48
Cervjoh	0,26	0,32	11091	1,03	4	8,33	0,11
Cilugil	0,08	0,10	108	0,01	3	6,25	0,01
Rajidae	0,22	0,27	172	0,02	37	77,08	0,05
Proljug	0,03	0,04	117	0,01	12	25,00	0,01
Schrochi	0,00	0,00	4	0,00	3	6,25	0,00
Cancoro	0,00	0,00	17	0,00	5	10,42	0,00
Cancedw	0,00	0,00	5	0,00	4	8,33	0,00

Es importante destacar que como resultado de las actividades realizadas a bordo, que a diferencia de lo que se ha creído, las redes utilizadas no son viejas, los adelantos de materiales, configuraciones y la utilización de dispositivos de ayuda a la captura, han llegado a ésta flota desde hace más de tres años, actualmente las redes que son utilizadas regularmente en la pesquería de merluza común por las embarcaciones industriales menores a 1.000 TRG están construidas íntegramente por paños de polietileno (PE), de dos paneles, cielo pequeño, relación entre las alas y el cuerpo menor a las utilizadas por embarcaciones de mayor envergadura, poseen alrededor de 70 metros de perímetro en la boca y un largo total 52 metros (incluye el copo).

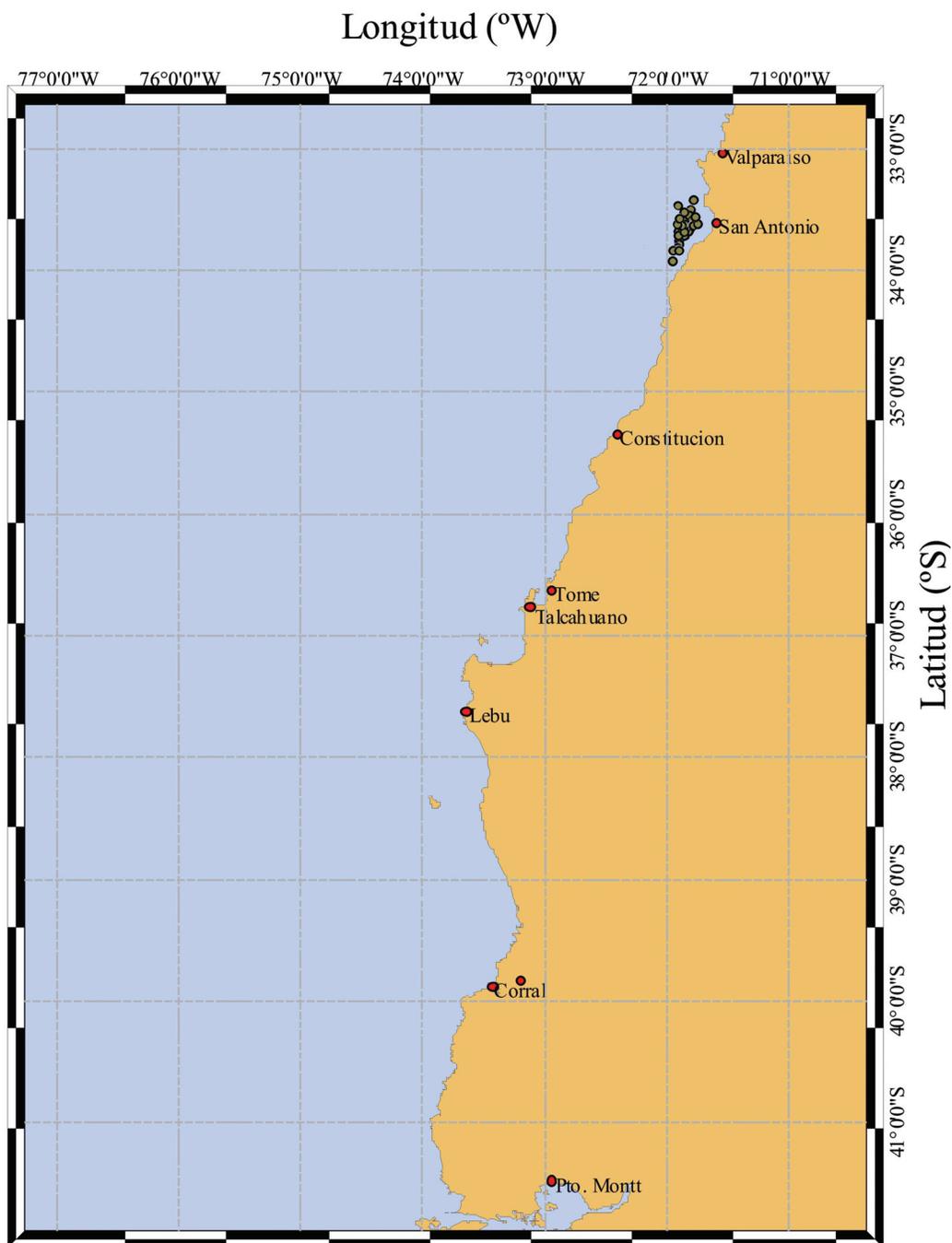


Figura 23. Distribución espacial de los lances de pesca de merluza de merluza común (*Merluccius gayi*) en los que se identificó y cuantificó la fauna concurrente de la pesquería, en naves menores a 1.000 HP, V Región, 2009.

5.2.7.- Caracterización morfológica de la fauna acompañante

La caracterización morfológica de la fauna acompañante se realizó para nueve especies para las cuales se consiguió obtener ejemplares en buen estado desde los lances de pesca comercial. Las especies utilizadas fueron: tollo negro narigón o tollo de cachos (*Centroscyllium nigrum*, Centnig), chancharro o cabrilla (*Helicolenus legerichi*, Helilen), lenguado de ojos grandes (*Hippoglossina macrops*, Hippmac), jaiba mora (*Homalaspis plana*, Homapla), jaiba paco (*Mursia gaudichaudi*, Mursgau), cabrilla común (*Paralabrax humeralis*, Parahum), lenguado de ojos chicos (*Paralichthys microps*, Paramic), pampanito o cagavino (*Stromateus stellatus*, Strote) y raya volantín (*Zearaja chilensis*, Zearchi. Ex: *Dipturus chilensis*).

En el caso del tollo de cachos (Centnig), se encontraron relaciones significativas de tipo potencial entre el peso total (PT, gr) y las variables longitud total (LT, cm), altura máxima (HM, cm), ancho máximo (AM, cm), perímetro de la sección más ancha (PSMA, cm), ancho ocular (AO, cm) y perímetro en la sección opercular (PO, cm). El volumen potencial (VP, cm³) también mostró relaciones potenciales con las variables de longitud y perímetro antes señaladas, mientras que entre esas se encontraron relaciones significativas de tipo lineal, al igual que con la variable razón peso-volumen (W/V, gr/cm³) (Tabla 20). Sin embargo, dado el reducido tamaño de muestra obtenido (n = 12), los resultados de estas relaciones deben ser tomadas con cautela.

Las relaciones de tipo lineal, por ejemplo entre la longitud total y la longitud estándar (LS), están caracterizadas por la siguiente expresión:

$$LT = a + b \cdot LS$$

Mientras que las de tipo potencial, por ejemplo entre la longitud total y el peso total, corresponden a siguiente formulación:

$$PT = a \cdot LT^b$$

La longitud total promedio de los ejemplares de tollo de cachos colectados alcanzó a 36,3 cm (D.E. = 5,73 cm), y se encontró en el rango 22,5 a 42,5 cm. Mientras, el peso promedio fluctuó entre 40,6 y 384,5 g, alcanzando un valor promedio de 215,9 g.

En el caso de la raya volantín (*Zearaja chilensis*, n = 15), la variable razón peso-volumen (W/V) no mostró relaciones significativas (lineales o potenciales) con ninguna otra variable medida (Tabla 21).

En el caso de chancharro (*Helicolenus lengerichi*, n = 99) se incorporó la medida de la longitud estándar (LS, cm), la que para esta especie mostró relaciones significativas con el peso total y con el volumen potencial (VP) (Tabla 22). De la misma manera que con tollo de cachos (*Centroscyllum nigrum*, Centrig), dado el reducido tamaño de muestra obtenido (n = 15), los resultados de estas relaciones deben ser tomadas con cautela.

En el caso del lenguado de ojos grandes (*Hippoglossina macrops*, n = 2004) y en el caso del lenguado de ojos chicos (*Paralichthys microps*, n = 60), de manera similar a lo observado en el caso de la raya volantín, la variable W/V no mostró relaciones significativas con ninguna otra variable medida (Tabla 23 y Tabla 24). Esta situación se observó también en el caso de la cabrilla común (*Paralabrax humeralis*, n = 73) respecto de la relación AO-W/V donde la medida de bondad de ajuste alcanzó a $r = 0,489$ (Tabla 25).

En el caso de pampanito (*Stromateus stellatus*, n = 55), dado el carácter pélagico de esta especie, se incorporó la medida de la longitud horquilla (LH, cm), la que mostró relaciones significativas con el peso total (relación potencial) y con el volumen potencial (VP), y relaciones lineales respecto de otras variables, a excepción de la variable W/V (Tabla 26).

Para las dos especies de crustáceos analizadas, esto es, jaiba mora (*Homalaspis plana*) y jaiba paco (*Mursia gaudichaudi*) se utilizaron los siguientes descriptores morfológicos:

- longitud total (LT, cm),
- longitud del cefalotórax (LCT, cm),
- altura máxima (HM, cm),
- ancho máximo del caparazón (AMC, cm) medido entre los borde del caparazón en sentido perpendicular a la posición de los ojos (en el caso de jaiba paco se incluyen las espinas laterales) (Fig. 24),
- ancho estándar del caparazón (ASC, cm)
- perímetro de la sección más ancha (PSMA, cm): 1 = medido en a dirección de la longitud total (PSMA1), y 2 = medido en la dirección del ancho máximo (PSMA2).
- volumen potencial (VP, cm³), y
- razón peso-volumen (W/V, gr/cm³)

En el caso de jaiba mora, la razón peso-volumen, mostró relaciones no significativas respecto de los descriptores morfológicos de longitud o perímetro. Estos últimos mostraron relaciones lineales significativas entre ellos, y respecto del peso total y volumen potencial donde la relación fue de tipo potencial (Tabla 27).

En jaiba paco, se encontraron relaciones potenciales significativas de tipo potencial entre el peso total y el volumen potencial respecto de los descriptores de longitud y perímetro, entre los cuales se observaron relaciones significativas de tipo lineal. Sólo la relación lineal entre la razón peso-volumen y el ancho máximo del caparazón resultó no significativa (Tabla 28).

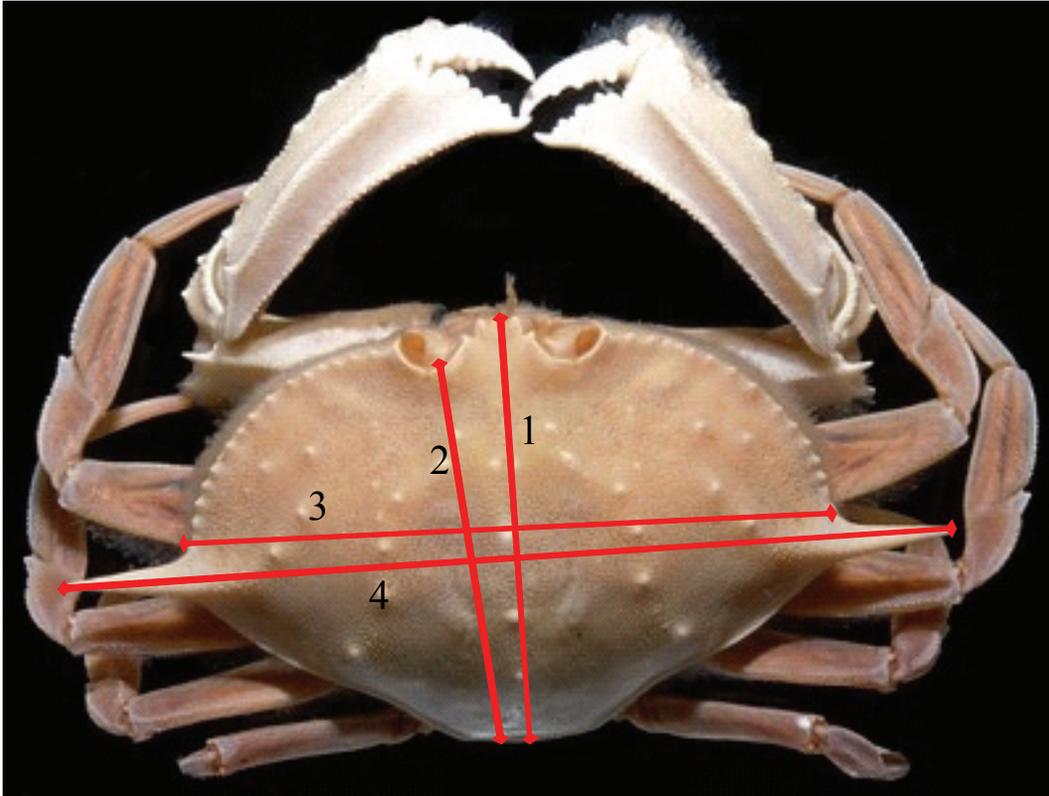


Figura 24. Descripción de las medidas morfológicas tomadas sobre el caparazón de los crustáceos tipo jaiba. 1: longitud total (LT), 2: longitud del cefalotórax (LCT), 3: ancho estándar del caparazón (ASC), y 4: ancho máximo del caparazón (AMC).

Tabla 20. Relaciones lineales y potenciales entre pares de descriptores morfológicos (n = 12 ejemplares) de tallo de cachos (*Centrocyllium nigrum*). Func. = tipo de función; r = coeficiente de regresión; a y b = parámetros de la función lineal/potencial.

Parámetros	Variables									
	PT	HM	AM	PSMA	AO	PO	VP	W/V		
LT	Func.	Potencial	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal	Potencial	Lineal
	a	1,241 x 10 ⁻³	-0,564	-1,735	-3,042	-0,945	-0,587	5,741 x 10 ⁻⁴	0,568	
	b	3,337	0,157	0,135	0,458	0,361	0,101	3,846	-0,006	
r	0,992	0,949	0,937	0,941	0,974	0,954	0,989	0,732		
HM	Func.	Potencial	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal	Potencial	Lineal
	a	2,103		-0,758	-0,609	1,119	0,094	3,095	0,522	
	b	0,743		0,764	2,768	2,153	0,583	3,202	-0,033	
r	2,790		0,877	0,939	0,960	0,909	0,970	0,674		
AM	Func.	Potencial	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal	Potencial	Lineal
	a	25,707			4,323	5,103	0,887	51,168	0,498	
	b	1,806			2,930	2,232	0,695	2,135	-0,047	
r	0,961			0,865	0,866	0,943	0,983	0,821		
PSMA	Func.	Potencial	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal	Potencial	Lineal
	a	0,214			2,239	2,239	0,477	2,593 x 10 ⁻¹	0,478	
	b	2,625			0,730	0,730	0,192	2,958	-0,009	
r	0,964			0,959	0,959	0,881	0,939	0,556		
PO	Func.	Potencial	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal	Potencial	Lineal
	a	0,120					-0,151	0,130	0,514	
	b	2,972					0,266	3,363	-0,013	
r	0,978					0,930	0,957	0,608		
VP	Func.	Potencial	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal	Potencial	Lineal
	a	10,367					19,042	0,518		
	b	2,634					3,037	-0,054		
r	0,966					0,963	0,702			

Tabla 21. Relaciones lineales y potenciales entre pares de descriptores morfológicos (n = 15 ejemplares) de raya volantín (*Zearaja chilensis*).
 Func. = tipo de función; r = coeficiente de regresión; a y b = parámetros de la función lineal/potencial

Parámetros	Variables									
	PT	HM	AM	PSMA	AO	PO	VP	W/V		
Func.	Potencial	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal		
LT	3,557 x 10 ⁻³	-2,232	-0,641	-4,393	-0,269	4,845	0,023	0,145		
a	3,141	0,832	0,068	1,677	0,111	0,585	3,163	-6,588 x 10 ⁻⁵		
b	0,997	0,997	0,983	0,995	0,993	0,987	0,997	0,106		
r										
Func.	Potencial	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal		
HM	0,011		-0,463	0,057	0,031	6,669	0,069	0,145		
a	3,044		0,082	2,017	0,134	0,698	3,068	-8,177 x 10 ⁻⁵		
b	0,998		0,987	0,998	0,995	0,982	0,999	0,110		
r										
Func.	Potencial			Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal		
AM	49,510			13,676	0,944	11,122	335,545	0,146		
a	2,701			23,846	1,577	8,330	2,741	-1,542 x 10 ⁻³		
b	0,987			0,983	0,978	0,976	0,995	0,173		
r										
Func.	Potencial				Lineal	Lineal	Potencial	Lineal		
PSMA	1,163 x 10 ⁻³				0,047	6,976	7,450 x 10 ⁻³	0,145		
a	3,063				0,066	0,342	3,086	-3,932 x 10 ⁻⁵		
b	0,996				0,994	0,974	0,996	0,107		
r										
Func.	Potencial					Lineal	Potencial	Lineal		
AO	5,197					6,987	36,826	0,143		
a	3,004					5,141	3,004	-1,815 x 10 ⁻⁴		
b	0,996					0,972	0,989	0,033		
r										
Func.	Potencial						Potencial	Lineal		
PO	2,616 x 10 ⁻³						0,017	0,145		
a	3,565						3,590	-1,047 x 10 ⁻⁴		
b	0,983						0,983	0,100		
r										

Tabla 22. Relaciones lineales y potenciales entre pares de descriptores morfológicos (n = 99 ejemplares) de chancharro (*Helicolenus legerichi*).

Func. = tipo de función; r = coeficiente de regresión; a y b = parámetros de la función lineal/potencial.

Parámetros	Variables									
	PT	LS	HM	AM	PSMA	AO	PO	VP	W/V	
LT	Func.	Potencial	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal	
	a	5,503 x 10 ⁻³	0,065	-1,662	-1,532	-2,532	-2,580	1,711 x 10 ⁻³	0,755	
	b	3,314	0,815	0,338	0,213	0,780	0,264	4,000	-0,017	
r	0,971	0,986	0,906	0,926	0,900	0,933	0,871	0,957	0,636	
LS	Func.	Potencial	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal	
	a	1,369 x 10 ⁻²		-1,345	-1,354	-1,742	-2,346	5,648 x 10 ⁻³	0,729	
	b	3,224		0,392	0,249	0,902	0,308	3,857	-0,019	
r	0,950		0,869	0,893	0,860	0,898	0,827	0,588		
HM	Func.	Potencial		Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal	
	a	3,258		-0,269	-0,269	1,679	-1,010	3,168	0,693	
	b	2,170		0,585	0,585	2,231	0,726	2,738	-0,055	
r	0,949		0,948		0,960	0,955	0,950	0,766		
AM	Func.	Potencial			Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal	
	a	17,919			3,292	-0,535	1,379	27,207	0,659	
	b	1,828			3,576	1,184	3,891	2,307	-0,090	
r	0,958				0,950	0,961	0,940	0,775		
PSMA	Func.	Potencial				Lineal	Lineal	Potencial	Lineal	
	a	0,180				-1,402	-1,805	0,107	0,684	
	b	2,501				0,313	1,056	3,052	-0,020	
r	0,965					0,956	0,961	0,664		
AO	Func.	Potencial					Lineal	Potencial	Lineal	
	a	27,600					3,336	48,521	0,594	
	b	1,419					3,206	1,750	-0,066	
r	0,965					0,954	0,972	0,700		
PO	Func.	Potencial						Potencial	Lineal	
	a	0,835						0,658	0,644	
	b	1,967						2,421	-0,019	
r	0,938						0,943	0,675		

Tabla 23. Relaciones lineales y potenciales entre pares de descriptores morfológicos (n = 204 ejemplares) de lenguado de ojos grandes (*Hippoglossina macrops*). Func. = tipo de función; r = coeficiente de regresión; a y b = parámetros de la función lineal/potencial.

Parámetros	Variables									
	PT	LS	HM	AM	PSMA	AO	PO	VP	W/V	
LT	Func.	Potencial	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal	
	a	2,388 x 10 ⁻³	-1,143	-0,205	-3,283	-0,661	-0,637	0,007	0,365	
	b	3,382	0,405	0,068	0,902	0,098	0,593	3,336	8,845 x 10 ⁻⁴	
r	0,996	0,984	0,971	0,984	0,962	0,966	0,995	0,151		
LS	Func.	Potencial	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal	
	a	1,057 x 10 ⁻²	-0,434	-0,088	-1,937	-0,547	0,641	3,206 x 10 ⁻²	0,362	
	b	3,130	0,466	0,079	1,049	0,115	0,671	3,078	1,234 x 10 ⁻³	
r	0,992	0,973	0,962	0,984	0,976	0,939	0,988	0,181		
HM	Func.	Potencial	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal	
	a	2,207 x 10 ⁻¹		0,030	-0,417	-0,316	1,378	0,604	0,374	
	b	2,906		0,164	2,190	0,234	1,426	2,882	1,362 x 10 ⁻³	
r	0,988		0,959	0,984	0,947	0,956	0,992	0,096		
AM	Func.	Potencial	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal	
	a	43,423			0,532	-0,243	1,878	112,928	0,384	
	b	3,771			12,466	1,350	8,196	2,704	1,914 x 10 ⁻³	
r	2,705			0,957	0,934	0,939	0,989	0,023		
PSMA	Func.	Potencial	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal	
	a	3,222 x 10 ⁻²				-0,273	1,978	9,528 x 10 ⁻²	0,365	
	b	2,809				0,107	0,634	2,765	1,129 x 10 ⁻³	
r	0,991				0,963	0,946	0,987	0,177		
PO	Func.	Potencial	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal	
	a	37,157					4,429	98,725	0,365	
	b	2,226					5,469	2,182	1,231 x 10 ⁻²	
r	0,975					0,906	0,967	0,214		
VP	Func.	Potencial	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal	
	a	3,231 x 10 ⁻²						9,056 x 10 ⁻²	0,381	
	b	3,124						3,095	1,410 x 10 ⁻⁵	
r	0,962						0,965	0,121		

Tabla 24. Relaciones lineales y potenciales entre pares de descriptores morfológicos (n = 60 ejemplares) de lenguado de ojos chicos (*Paralichthys microps*). Func. = tipo de función; r = coeficiente de regresión; a y b = parámetros de la función lineal/potencial.

Parámetros	Variables									
	PT	LS	HM	AM	PSMA	AO	PO	VP	W/V	
LT	Func.	Potencial	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal	
	a	4,301 x 10 ⁻³	-0,293	-1,454	-0,053	-2,767	0,044	-0,165	0,011	
	b	3,245	0,862	0,426	0,064	0,937	0,098	0,419	3,236	
r	0,987	0,991	0,972	0,911	0,983	0,965	0,969	0,984	0,948	
LS	Func.	Potencial	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal	
	a	1,019 x 10 ⁻²		-0,989	-5,680 x 10 ⁻³	-1,996	0,129	0,101	0,024	
	b	3,137		0,480	0,073	1,068	0,112	0,481	3,139	
r	0,973		0,953	0,906	0,974	0,955	0,967	0,973	0,925	
HM	Func.	Potencial		Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal	
	a	0,381			0,220	1,059	0,480	1,985	0,933	
	b	2,698			0,145	2,138	0,221	0,912	2,685	
r	0,991			0,904	0,983	0,951	0,924	0,985	0,958	
AM	Func.	Potencial			Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal	
	a	48,098				1,795	0,590	2,258	107,972	
	b	2,650				12,333	1,253	5,285	2,766	
r	0,929				0,912	0,868	0,861	0,969	0,270	
PSMA	Func.	Potencial				Lineal	Lineal	Potencial	Lineal	
	a	2,896 x 10 ⁻²					0,395	1,419	0,071	
	b	2,824					0,102	0,432	2,816	
r	0,986					0,957	0,951	0,983	0,035	
AO	Func.	Potencial					Lineal	Potencial	Lineal	
	a	8,675					0,372	21,131	0,406	
	b	3,108					3,994	3,083	6,284 x 10 ⁻³	
r	0,962					0,940	0,953	0,083		
PO	Func.	Potencial						Potencial	Lineal	
	a	0,151						0,361	0,416	
	b	2,958						2,957	6,812 x 10 ⁻⁴	
r	0,937						0,936	0,038		

Tabla 25. Relaciones lineales y potenciales entre pares de descriptores morfológicos (n = 73 ejemplares) de cabrilla común (Paralabrax humeralis). Func. = tipo de función; r = coeficiente de regresión; a y b = parámetros de la función lineal/potencial.

Parámetros	Variables									
	PT	LS	HM	AM	PSMA	AO	PO	VP	W/V	
LT	Func.	Potencial	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal	
	a	1,550 x 10 ⁻²	-2,687 x 10 ⁻³	-1,101	-0,154	-0,610	-0,222	7,916 x 10 ⁻³	0,765	
	b	2,968	0,898	0,192	0,613	0,132	0,469	3,399	-1,069 x 10 ⁻²	
r	0,983	0,971	0,930	0,947	0,939	0,944	0,915	0,985	0,550	
LS	Func.	Potencial	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal	
	a	3,275 x 10 ⁻²		-0,442	-0,845	0,185	0,024	1,742 x 10 ⁻²	0,764	
	b	2,831		0,237	0,203	0,668	0,511	3,263	-1,184 x 10 ⁻²	
r	0,964		0,933	0,924	0,946	0,923	0,972	0,972	0,564	
HM	Func.	Potencial		Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal	
	a	3,826		-0,173	2,099	0,035	1,721	4,065	0,730	
	b	2,560		0,799	2,688	0,545	2,012	2,974	-4,772 x 10 ⁻²	
r	0,959		0,923	0,965	0,917	0,921	0,974	0,974	0,576	
AM	Func.	Potencial			Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal	
	a	14,298			3,967	0,364	3,143	18,224	0,716	
	b	2,096			3,028	0,627	2,261	2,458	-5,875 x 10 ⁻²	
r	0,961			0,941	0,913	0,896	0,986	0,986	0,614	
PSMA	Func.	Potencial				Lineal	Lineal	Potencial	Lineal	
	a	7,981 x 10 ⁻²				-0,249	0,353	4,977 x 10 ⁻²	0,743	
	b	2,911				0,194	0,735	3,347	-1,619 x 10 ⁻²	
r	0,965				0,907	0,937	0,971	0,971	0,545	
AO	Func.	Potencial					Lineal	Potencial	Lineal	
	a	23,681					2,698	36,510	0,680	
	b	2,266					3,289	2,581	-6,814 x 10 ⁻²	
r	0,960					0,895	0,957	0,957	0,489	
PO	Func.	Potencial						Potencial	Lineal	
	a	0,290						0,229	0,718	
	b	2,714						3,103	-1,923 x 10 ⁻²	
r	0,939						0,939	0,939	0,507	

Tabla 26. Relaciones lineales y potenciales entre pares de descriptores morfológicos (n = 55 ejemplares) de pampanito (*Stromateus stellatus*).
 Func. = tipo de función; r = coeficiente de regresión; a y b = parámetros de la función lineal/potencial.

Parámetros	Variables									
	PT	LS	LH	HM	AM	PSMA	AO	PO	VP	W/V
LT	Potencial 4,843 x 10 ⁻³	0,081	Lineal 0,860	Lineal -0,508	Lineal -0,689	Lineal -2,226	Lineal -0,077	Lineal 0,808	Potencial 0,020	Lineal 0,391
a	3,263	0,777	0,841	0,329	0,127	0,767	0,091	0,474	3,110	-3,731 x 10 ⁻⁴
b	0,985	0,972	0,974	0,927	0,913	0,953	0,943	0,937	0,970	0,027
r										
LS	Potencial 1,929 x 10 ⁻²		Lineal 1,162	Lineal -0,225	Lineal -0,586	Lineal -1,781	Lineal 0,028	Lineal 1,308	Potencial 0,084	Lineal 0,373
a	3,056		1,059	0,404	0,156	0,955	0,110	0,577	2,871	6,845 x 10 ⁻⁴
b	0,975		0,979	0,910	0,897	0,948	0,911	0,910	0,947	0,040
r										
LH	Potencial 1,420 x 10 ⁻³		Lineal -0,544	Lineal -0,712	Lineal -0,712	Lineal -2,491	Lineal -0,100	Lineal 0,709	Potencial 4,779 x 10 ⁻³	Lineal 0,375
a	3,836		0,374	0,145	0,884	0,884	0,104	0,543	3,748	4,806 x 10 ⁻⁴
b	0,898		0,912	0,912	0,901	0,948	0,933	0,926	0,907	0,030
r										
HM	Potencial 0,810			Lineal -0,296	Lineal -0,296	Lineal 0,083	Lineal 0,196	Lineal 2,400	Potencial 2,479	Lineal 0,429
a	2,588			0,354	0,354	2,154	0,255	1,305	2,501	-7,255 x 10 ⁻³
b	0,958			0,904	0,904	0,949	0,938	0,914	0,957	0,189
r										
AM	Potencial 20,807					Lineal 3,290	Lineal 0,580	Lineal 4,357	Potencial 51,112	Lineal 0,431
a	2,364					5,344	0,630	3,232	2,455	-0,025
b	0,840					0,923	0,909	0,887	0,902	0,250
r										
PSMA	Potencial 0,112						Lineal 0,278	Lineal 2,497	Potencial 0,416	Lineal 0,390
a	2,580						0,111	0,595	2,445	-4,558 x 10 ⁻⁴
b	0,977						0,932	0,946	0,958	0,027
r										
AO	Potencial 19,562							Lineal 1,805	Potencial 54,634	Lineal 0,412
a	2,681							4,897	2,561	-1,592 x 10 ⁻²
b	0,961							0,931	0,949	0,113
r										
PO	Potencial 0,014								Potencial 0,052	Lineal 0,379
a	3,751								3,594	4,835 x 10 ⁻⁴
b	0,959								0,950	0,018
r										

Tabla 27. Relaciones lineales y potenciales entre pares de descriptores morfológicos (n = 111 ejemplares) de jaiba mora (*Homalaspis plana*).
 Func. = tipo de función; r = coeficiente de regresión; a y b = parámetros de la función lineal/pote.

Parámetros	Variables									
	PT	LCT	HM	AMC	PSMA1	PSMA2	VP	W/V		
Func.	Potencial	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal		
LT	3,808 x 10-5	-1,848	-1,790	-7,431	-10,992	-13,647	5,105 x 10-4	0,284		
a	3,641	0,977	0,598	1,741	2,405	3,461	3,143	4,897 x 10-3		
b	0,968	0,991	0,948	0,980	0,976	0,981	0,988	0,524		
r										
Func.	Potencial	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal		
LCT	9,630 x 10-5		-0,402	-3,668	-5,306	-6,023	1,044 x 10-3	0,307		
a	3,460		0,607	1,772	2,439	3,521	3,008	4,744 x 10-3		
b	0,960		0,949	0,983	0,976	0,984	0,987	0,501		
r										
Func.	Potencial	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal		
HM	1,655 x 10-3			4,961	4,232	7,343	1,116 x 10-2	0,346		
a	3,151			2,686	3,770	5,455	2,769	6,702 x 10-3		
b	0,942			0,952	0,964	0,974	0,979	0,452		
r										
Func.	Potencial	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal		
AMC	3,434 x 10-5				2,688	1,892	4,242 x 10-4	0,322		
a	3,281				1,343	1,979	2,853	2,620 x 10-3		
b	0,963				0,969	0,997	0,990	0,498		
r										
Func.	Potencial	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal		
PSMA1	1,618 x 10-5					7,196	2,204 x 10-4	0,327		
a	3,221					1,398	2,801	1,872 x 10-3		
b	0,955					0,976	0,982	0,494		
r										
Func.	Potencial	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal		
PSMA2	2,977 x 10-6						4,848 x 10-5	0,324		
a	3,313						2,889	1,299 x 10-3		
b	0,967						0,997	0,491		
r										

Tabla 28. Relaciones lineales y potenciales entre pares de descriptores morfológicos (n = 71 ejemplares) de jaiba paco (*Mursia gaudichaudi*).
 Func. = tipo de función; r = coeficiente de regresión; a y b = parámetros de la función lineal/potencial.

Parámetros	Variables									
	PT	LCT	HM	AMC	ASC	PSMA1	PSMA2	VP	W/V	
LT	Func.	Potencial	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal	
	a	1,456 x 10 ⁻⁴	-0,242	-1,357	-5,855	4,597	-3,451	2,008 x 10 ⁻³	0,273	
	b	3,369	0,954	1,973	1,675	2,358	3,333	2,883	4,317 x 10 ⁻³	
r	0,986	0,995	0,967	0,982	0,990	0,983	0,974	0,995	0,617	
LCT	Func.	Potencial	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal	
	a	2,212 x 10 ⁻⁴		0,341	-4,431	6,891	-0,759	2,866 x 10 ⁻³	0,278	
	b	3,308		2,046	1,737	2,440	3,459	2,831	4,452 x 10 ⁻³	
r	0,981		0,960	0,976	0,985	0,975	0,990	0,990	0,610	
HM	Func.	Potencial		Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal	
	a	2,353 x 10 ⁻⁴		-8,305	-11,406	-7,908	-19,513	2,405 x 10 ⁻³	0,288	
	b	3,649		3,261	2,759	4,016	5,631	3,186	6,265 x 10 ⁻³	
r	0,951		0,949	0,953	0,978	0,961	0,980	0,523		
AMC	Func.	Potencial			Lineal	Lineal	Lineal	Potencial	Lineal	
	a	3,022 x 10 ⁻⁵			-2,870	10,343	3,883	5,258 x 10 ⁻⁴	0,282	
	b	3,225			0,832	1,156	1,642	2,758	2,128 x 10 ⁻³	
r	0,981			0,988	0,968	0,964	0,990	0,611		
ASC	Func.	Potencial				Lineal	Lineal	Potencial	Lineal	
	a	1,253 x 10 ⁻⁴				15,113	10,656	1,932 x 10 ⁻³	0,279	
	b	3,064				1,381	1,961	2,601	2,683 x 10 ⁻³	
r	0,988				0,974	0,969	0,989	0,649		
PSMA1	Func.	Potencial					Lineal	Potencial	Lineal	
	a	5,551 x 10 ⁻⁶					-6,717	1,118 x 10 ⁻⁴	0,280	
	b	3,422					1,389	2,947	1,713 x 10 ⁻³	
r	0,974					0,974	0,989	0,587		
PSMA2	Func.	Potencial						Potencial	Lineal	
	a	9,019 x 10 ⁻⁶						1,678 x 10 ⁻⁴	0,301	
	b	3,136						2,703	1,166 x 10 ⁻³	
r	0,963						0,979	0,570		

5.3.- Objetivo específico 3. Identificar los estímulos generados por el arte de pesca y los tipos de respuesta de la fauna íctica.

5.3.1.- Revisión de los estímulos externos generados por el arte y la nave

Los artes de pesca de arrastre durante su proceso de captura, principalmente en su régimen operacional, producen diversos estímulos que están condicionados por la velocidad de arrastre, el estado de mar y la relación buque-arte, esto último en términos de desplazamiento másico relativo. Principalmente el arte de arrastre genera estímulos del tipo visual y sonoro, provocando en sí cambios en el comportamiento de cada especie en particular. Más específicamente aún, los componentes del arte de arrastre, ya sean malletas, estándares, cables de cala, portalones, estructuras intermedias, cadenas, borlones y red, generan durante su operación estímulos que derivan en sonidos, turbulencias, turbidez y obstáculos (móviles) (Foster *et al.*, 1981). Se han realizado estudios relacionados a la reacción de los peces a los distintos componentes de un arte de pesca y los variados estímulos que éstos generan, de manera que se pueda determinar el o los sentidos (visión, tacto, audición y/u olfato) utilizados por los peces y sus comportamientos de respuesta (Main & Sangster, 1981).

a) Embarcación

El sonido de los motores de las embarcaciones que están realizando un lance o simplemente navegando, será escuchado por los peces más allá de la posibilidad de visualizarlo. En aguas claras y en profundidades no más allá de los 40 metros los peces podrían distinguir una silueta en la superficie. A grandes distancias el barco será percibido por los peces por los sonidos que éste emite; se sabe que estos sonidos pueden hacer que los peces cambien de profundidad, acercándose más al lecho marino (Wardle, 1993). Aunque los buques y artes de pesca raramente son vistos por los peces, el sonido que éstos producen son sentidos por los peces debido a los diferentes rangos de sonido que se producen en el agua (Hawkins, 1973).

b) Portalones

Así como el sonido de remolque del barco de pesca comienza a disminuir, un nuevo sonido proveniente de los portalones comienza a crecer. Este sonido es generado por el paso y golpes de los portalones sobre el fondo marino, variando de acuerdo al tipo de fondo. Las observaciones realizadas en peces cerca del área de los portalones sugieren que el rango de visibilidad que exista en ese momento, determinará la distancia a la cual los peces reaccionan al portalón. Por ejemplo en condiciones de baja visibilidad se puede observar a los peces nadando cerca de los portalones y solo reaccionan para evitar un choque, en cambio en aguas claras, se ha visto que los peces reaccionan a una distancia lejos de los

portalones haciendo que éstos se agrupen hacia el centro evitando cualquier contacto con las puertas (Wardle, 1993).

El arreo de los peces debido a los portalones, nubes de arena y cables de red puede ayudar a mejorar las capturas en los cruceros de arrastre (Dickson, 1993), para lo cual Strange (1984) ha recomendado trabajar con ángulos de los cables entre 12 y 20° para crear una nube de sedimento en el sentido de arrastre. El conocimiento de este proceso es importante para determinar la capturabilidad de las redes (Somerton *et al.*, 1999), así como reducir la variabilidad en la captura entre lances y sus variaciones debidos a los estímulos del arte de pesca y los diferentes comportamientos de los peces. Un método para cuantificar la conducta de arreo de los peces es realizar experimentos diseñados para estimar los cambios en la captura por unidad de esfuerzo (cpue) realizando cambios en los cables de red y en el área de barrido (Engås & Godo, 1989; Ramm & Xiao, 1995; Somerton & Munro, 2001).

Main & Sangster (1981) postulan que los estímulos generados por la barrera de sedimento (fondos blandos) desprendido por su paso sobre el fondo marino, es más importante que otros estímulos generados simultáneamente por el mismo portalón, específicamente referido a las ondas sonoras. Ahora bien, estos autores establecen que portalones con una alta eficiencia hidrodinámica generan una nube de sedimento estrecha y de baja densidad en comparación a portalones con menor eficiencia hidrodinámica.

c) Cables, cadenas y borlones

Desde el punto de vista del estímulo sonoro, las estructuras o componentes flexibles del arte de pesca como los cables de cala, malletas, estándares, cadenas, entre otros generan flujos turbulentos en su superficie y vibraciones, que de acuerdo con la velocidad, su composición, el diámetro y su longitud puede alcanzar un amplio rango de frecuencia, mayor que el de audición de los peces, lo que hace que estos puedan percibir sonidos incluso a distancias mayores de 80 m. Desde el punto de vista de la intensidad del estímulo sonoro, los fondos de tipo rocoso generan frecuencias de sonido altamente perceptibles por los peces (Korotkov, 1984).

Adicionalmente, si las condiciones de turbidez del agua y visibilidad lo permiten, estas estructuras pueden ser percibidas por los peces, generando un estímulo visual que tendería a hacerlos reaccionar para evitar su contacto o proximidad. A lo anterior se suma el paso de los componentes del arte sobre el fondo marino, lo cual puede generar una barrera visual de sedimentos en suspensión que impide el paso de los peces, produciéndose un efecto de arreo. En particular, se reconoce la participación de cables de cala, estructuras intermedias, portalones y borlones en la generación de barreras visuales, siendo estos últimos componentes los de mayor relevancia en el proceso.

En la boca de la red de arrastre, si la velocidad de remolque lo permite, los peces tienden a nadar en la misma dirección que la red, tratando de mantenerse por delante del borlón (Rain y Sangster, 1981). En el caso del escape de bacalao (*Gadus morhua*), el eglefino (*Melanogrammus aeglefinus*) y el carbonero (*Pollachius virens*) por debajo de una red de arrastre de fondo, equipada con un rockhopper, determina que, para el caso del bacalao, este tipo de escape es muy dependiente de su talla a diferencia del eglefino y el carbonero, los que no presentan dependencia de esta variable para escapar por debajo de la red de arrastre (Ingólfsson & Jørgensen 2006). Resultados similares fueron obtenidos por Munro *et al.* (1997) para el bacalao del Pacífico (*Gadus macrocephalus*) y por Engas & Godo (1989) y Walsh (1992) para el bacalao del Atlántico, quienes señalan que el escape a través del borlón es inversamente proporcional a la longitud de los peces. El comportamiento de búsqueda de la parte inferior de la red por parte del bacalao es el principal factor determinante de su captura en las redes de arrastre ya que un gran porcentaje podría fácilmente escapar a través de las grandes mallas de los paneles de escape en la parte superior de la red, sin embargo no lo hacen (Madsen *et al.*, 2006).

También hay estudios que han demostrado que el rockhopper es más eficiente en capturar peces cercanos al fondo que aquel borlón que utiliza solo bobinas de acero (Main & Stanger, 1985; Engas & Godø, 1989), sin embargo se reconoce que la eficiencia del borlón relacionado con el escape de peces por debajo del arte aún no ha sido bien investigada (Ingólfsson & Jørgensen, 2006).

d) Paños de red

Otro estímulo visual relevante es generado por la red, correspondiente al grado de contraste en el color entre los paños que se utilizan en su construcción, estímulo que los peces pueden incluso responder favorablemente para el proceso de escape a través de paneles de diferentes color (Wardle, 1983).

También en la red se produce un problema de espacio entre la captura, más específicamente en el área del túnel y copo, en donde los peces comienzan a chocar entre sí provocando que éstos traten de evitarse, logrando que algunos escapen, en la mayoría de menor tamaño, por los dispositivos de escape o por las mallas del copo.

Los experimentos que investigaron el comportamiento de los peces frente a las estructuras de las redes de arrastre (Glass & Wardle, 1995 a; Glass *et al.*, 1995; Olla *et al.*, 2000), demostraron que los peces tienden a mantenerse cerca de los paneles a menos que sean estimulados. Este tipo de reacción es claramente observable cuando los peces están cerca de las ventanas de escape, en las paredes, en el cielo entre el túnel y copo. Los peces que descienden en la red no reaccionan frente a los paneles y siguen descendiendo por un pasillo central del túnel que forman las paredes de la red, sin acercarse a

éstos. En esta posición los peces están lejos del copo, solo ven un pasillo que los guía a través del túnel de la red.

Este comportamiento puede variar si por ejemplo se cambian los colores de los paneles a un color fuerte u oscuro, bajo estas condiciones se puede observar a los peces nadando en el centro y evitando las partes oscuras, este tipo de comportamiento ha llevado a colocar un lienzo oscuro justo por delante de las ventanas de escape, así los peces evitan este panel oscuro y hace que se dirijan hacia el dispositivo de escape, permitiendo que aquellos peces más pequeños pasen a través de las mallas (Glass & Wardle, 1995 a). Creándole al pez una ilusión visual de un bloqueo de la red a través del túnel, se estimula a los peces a que pasen a través de las ventanas de escape (Glass, 2000).

Estas observaciones se confirmaron en un tanque experimental, mostrando a los peces que evitaban pasar por un túnel negro de un metro de diámetro, utilizando rutas alternativas o pasando a través de las mallas. Hay varios reportes sobre la reacción de los peces a estímulos específicos de las redes de arrastre en tanques experimentales, tales como el movimiento de diferentes paneles (Kushnarenko, 1975; Nambiar *et al.*, 1970a, b; Arimoto *et al.*, 1984) y un modelo de redes de arrastre (Blaxter *et al.*, 1963; Matuda *et al.*, 1988). Se han realizado algunos simples modelos del comportamiento de escape de los peces considerando dirección y una velocidad constante de nado (Blaxter *et al.*, 1963; Wardle, 1983; He, 1993).

5.3.2.- Revisión de la respuesta de los peces frente a los estímulos

En general, el conocimiento del comportamiento de peces no es exhaustivo, no obstante se ha realizado un avance sobre la materia desde la Primera Conferencia de la FAO en 1969 (Foster, 1969). En este sentido, parte de la investigación se ha centrado en conocer el comportamiento y su relación con el desempeño del arte de pesca, siendo la tendencia reciente, trabajar sobre reacciones específicas y distintivas para cada especie.

La información sobre el comportamiento de los peces y la geometría de la red es necesaria con el fin de evaluar la eficiencia de captura del arte, y para el diseño y aplicación de sistemas de selectividad (Ona, 1989). Las observaciones del comportamiento de peces y crustáceos en redes de arrastre mediante diferentes métodos indican la existencia de diferencias significativas en el comportamiento entre especies y al interior de las mismas, las que se relacionan generalmente con la habilidad de nado de éstas, en función del tamaño del pez, su anatomía, fisiología y temperatura del medio (Watson, 1989).

Uno de los componentes básicos del comportamiento natural (innato) de los peces, está asociado a los movimientos, especialmente la natación y en particular la velocidad. Se destaca en este contexto la velocidad de escape para peces demersales o necto-bentónicos con valores del orden de 10 BL/s (Body Length/second), mientras que el rango para velocidades de crucero oscila entre 2 y 3 BL/s para agregaciones y cardúmenes (Wardle, 1977). Los peces demersales suelen huir del centro de perturbación en un plano horizontal hacia abajo, a velocidades de hasta 6 BL/s (tiende a disminuir en individuos grandes). Por su parte, los peces bentónicos presentan una velocidad de escape levemente inferior, de hasta 5 BL/s (Bjordal, 2005).

Kim & Wardle (2003) mediante filmaciones submarinas, analizaron que los movimientos de los peces pueden ser descritos a través de mediciones de espacio y tiempo por cuatro parámetros: velocidad de nado, aceleración, velocidad angular y la distancia de un estímulo como por ejemplo un panel de red. Estos cuatro parámetros son utilizados para identificar las características de una típica respuesta optomotora y una respuesta errática. Una respuesta optomotora es fácil de reconocer, ya que los peces se mantienen en pausa o van avanzando junto con el arte de pesca, en contraste con la respuesta errática que se reconoce en aquellos peces que muestran movimientos irregulares e impredecibles (Harden-Jones, 1963) (Fig. 25).

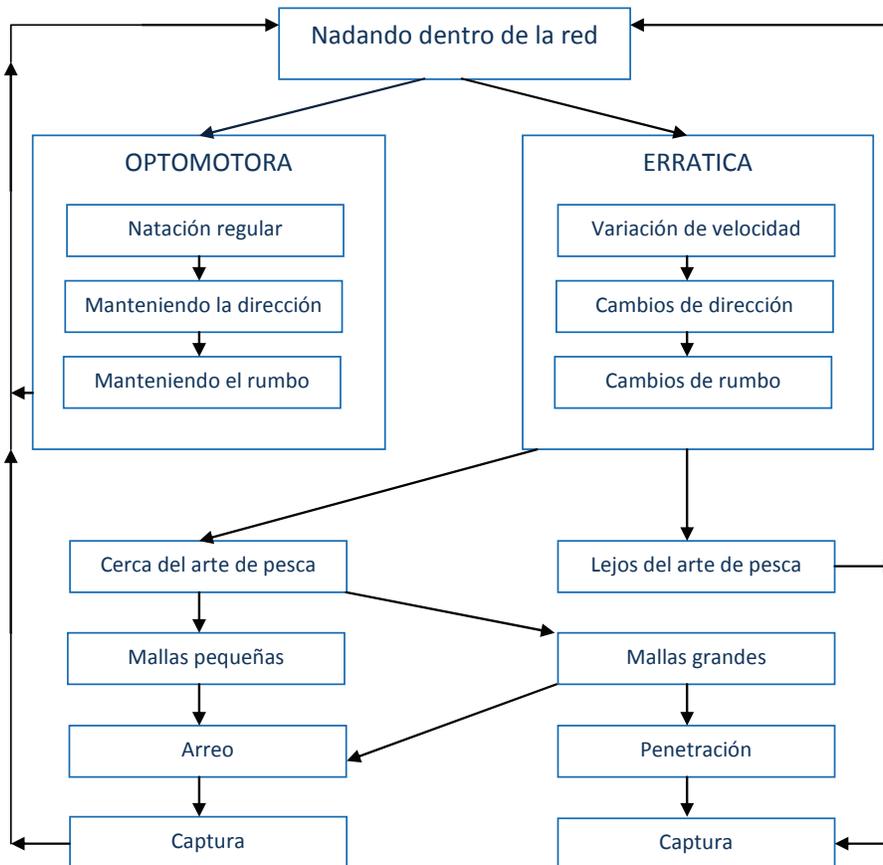


Figura 25. Resumen de respuestas optomotoras y/o erráticas de los peces frente a un lance de pesca de arrastre. Modificado de Suuronen (2005).

Tipos de respuestas y/o reacciones

Los peces son animales complejos que muestran un amplio repertorio de respuestas a los estímulos naturales y antropogénicos. Estos animales multisensoriales son capaces de recibir y transmitir diferentes y variadas señales, y son capaces de aprender, estresarse, comunicarse y sentir dolor. Es necesario recordar esta complejidad cuando se desarrollan hipótesis, diseños de experimentos y la ejecución de los estudios. No se puede hablar sólo de respuestas de los peces al sonido, por ejemplo al ruido de los barcos o sonidos producto de movimientos sísmicos, porque las reacciones envuelven otros sentidos y deben ser consideradas también las respuestas al medio ambiente (Jones *et al.*, 2004).

El comportamiento de un pez en respuesta al arrastre ha sido descrito como una combinación de respuesta optomotoras y rheotaxis, ambas contribuyendo a la capacidad de los peces para escapar a la captura de la red (Watson, 1993). Una respuesta optomotoras es fácil de reconocer, ya que los peces se mantienen en pausa o van avanzando junto con el arte de pesca (Harden-Jones, 1963). La rheotaxis se

define como el movimiento de un organismo en respuesta a un corriente de agua o aire, y permite a los peces demersales detectar mediante su línea lateral y responder de manera diferente a flujos de agua turbulentos y gradientes de presión cuando la visibilidad es escasa (Wardle, 1993). Ahora bien, Kim & Wardle (2003) y Kim & Jang, (2005) mediante filmaciones submarinas, analizaron el comportamiento de los peces, identificando respuestas optomotoras y erráticas, estas últimas descritas como desplazamientos irregulares e impredecibles de sus movimientos.

Del mismo modo, Jones *et al.* (2008) estudiaron el comportamiento del eglefino y también dividieron el comportamiento en optomotor y errático de la natación. La mantención del comportamiento optomotor es más pronunciada cuando la densidad es alta y/o el flujo de agua interno es bajo o a velocidades bajas de arrastre. La respuesta optomotora fue el comportamiento más común observado, incrementado su frecuencia con el incremento de la densidad de los peces.

Los factores que determinan si un pez tiene una respuesta optomotora o errática en una situación particular puede ser una combinación de detalles tanto de estímulos como habilidades del pez. Algunos estímulos pueden ser modificados por varios parámetros que se pueden medir y modificar tales como el nivel de la luz, el ángulo de vista de la parte trasera de la red, el rango de visibilidad y contraste de un objeto (Kim & Wardle, 1998), condiciones del agua, sonidos y flujo del agua (Kim, 1997).

A baja densidad antes de la acumulación de la captura, el pez tiene un comportamiento más errático, con una mayor variación en la orientación y el comportamiento de natación, que en cualquier otro momento (Jones *et al.* 2008). Este comportamiento puede igualarse al descrito por Kim & Wardle (2003) y a lo observado por Engas *et al.* (1988) en la parte anterior del copo. Los escapes se concentraron en las áreas donde las mallas estaban más abiertas en la “fila” justo delante de la captura. La tasa de escape de la red fue generalmente mayor a mayores velocidades de arrastre y bajas densidades (Jones *et al.*, 2008).

El comportamiento de la agregación o cardumen se verá afectado por el sistema de pesca de arrastre, tanto por su capacidad de arreo, como por la velocidad de captura y por la dirección de arrastre, que se ven afectados por la táctica de pesca. Los peces al ser arreados a la trayectoria de la red, independiente del grado de agregación inicial, usualmente se estratifican al llegar a la boca de la red, luego de su reacción refleja inicial. La forma hidrodinámica del pez, la boca supera o ínfera, el tipo de nadado y la conformación muscular marcan la diferencia, así habrán especies que se pegarán al fondo (<1 m), otras se levantarán de este (>3 m) y otros cercanos a este (1~2 m), lo que permitiría mejorar por la vía tecnológica la selectividad intraespecífica (Main & Sangter, 1981b).

Al interior de una red de arrastre en movimiento se pueden generar áreas de aguas turbulentas, especialmente cerca de objetos como dispositivos de reducción de fauna acompañante (BRD's), los

cuales interrumpen o alteran los flujos normales del agua. Los peces demersales con rheotaxis bien desarrollada pueden sentir/detectar estas áreas de cambios de velocidad, alineándose en el sentido de éstos flujos, y eventualmente escapando por las salidas que proveen los BRD's mientras continúa el arrastre. Steele *et al.* (2002) explican que un gran porcentaje de los peces que logran escapar en las redes equipadas con BRD's son peces demersales y muy probablemente utilizan la rheotaxis para ayudar en el escape.

Broadhurst *et al.* (1999) señalan que un pequeño incremento relativo en el desplazamiento del agua hacia delante puede ser suficiente para: 1) ayudar a peces pequeños a nadar hacia delante y atravesar las mallas cuadradas de una ventana de escape y/o, 2) permitirles reducir sus frecuencias de coleteo y mantener su posición en el copo por un período más largo, incrementando su probabilidad de escape aleatorio a través de la ventana de escape y/o, 3) estimular los receptores de la línea lateral y así favorecer su escape. Estos autores destacan también que sin observaciones directas de la natación de los peces al interior del copo, es difícil determinar el comportamiento específico para el escape.

Las barreras sónicas y visuales, producen en una primera etapa una reacción refleja de escape gobernada por la forma de la especie, y que para el caso de la pesca con redes de arrastre de fondo esta puede darse hacia abajo o hacia los lados. Las barreras sónicas producen agregaciones gobernadas por la presión sobre la línea lateral (Glass *et al.*, 1989). Al asustarse los peces, muestran una reacción rápida a estímulos intermitentes o que aparecen repentinamente, ésta puede ser una reacción refleja y/o condicionada. Esta reacción es diferente para individuos y cardúmenes; en el primer caso da inicio a una reacción refleja, mientras que en el segundo implica algún tipo de decisión de masa, ya sea movimientos verticales o fragmentación.

Es importante considerar que el mar es un ambiente ruidoso, producto de fuentes internas y externas, entre estas las producidas por los buques, sistema propulsor y el arte de pesca. La audición de los peces es en un rango de baja frecuencia (50-550 Hz). Fay & Popper (1980) señalan que la reacción a un estímulo sónico se puede esperar cuando el sonido es entre un 5 y 15% superior al nivel del ambiente de fondo. Así, los sonidos de las embarcaciones y los generados por el arte incidirán en las reacciones de los peces, los cuales tenderán a nadar para alejarse de la fuente, hacia los lados o la misma dirección de ésta, cambiando la velocidad de nado, junto también a un cambio de profundidad, comportamiento típico en el arrastre de mediagua.

Ahora bien, en su intento de escape los peces pueden imprimir una velocidad mayor (velocidad de escape) pero por distancia finitas, debiendo realizar una alternancia entre ésta y la de crucero, para no caer exhausto en un corto tiempo. Cuando las velocidades de arrastre son mayores, los peces no pueden mantener la alternancia, siendo capturados por el cambio axial de rumbo (Wardle, 1977). De este modo, se reconoce que el nivel de cansancio de los peces es uno de los factores que influye en su

escape a través de dispositivos de selectividad y haciendo que se vayan hacia el copo. De acuerdo a lo planteado por Broadhurst & Kennelly (1996), se cree que los peces son acorralados cerca de la sección anterior del copo, alterando el balance normal del cardumen, iniciando una respuesta de escape hacia los lados y parte superior de la red a través de los paneles de mallas cuadradas.

Con la ayuda de las observaciones submarinas se puede concluir que muchos de los peces de forma redonda muestran una respuesta optomotora, sosteniendo un nado constante, hasta el momento en que se cansan y entran al copo. En otros peces se han observado un comportamiento errático o de pánico, caracterizado por una conducta irregular, con cambios bruscos en la velocidad y dirección de nado, escapando a través de las mallas aquellos que pueden hacerlo. El comportamiento de escape involuntario en respuesta a estímulos de la red se puede explicar a través de la visión (Kim, 1998), flujos de agua y habilidad de nado (Main & Sangster, 1991; Videler & Wardle, 1991; Kim & Wardle, 1997; Breen *et al.*, 2004; Winger *et al.*, 2000; Winger *et al.*, 2004) y puede incluir memoria y aprendizaje (Soria *et al.*, 1993; Özbilgin & Glass 2004). En consecuencia, el comportamiento de los peces en el copo es un importante elemento que puede afectar a la selectividad (Chen *et al.*, 1991; Omoto *et al.*, 1998; O'Neill *et al.*, 2006; He, 2007; Herrmann & O'Neill, 2006). Así, se reconoce que algunos peces reaccionan inmediatamente a los cambios de penetración de la luz y reorientan su natación en dirección hacia las mallas abiertas en la salida del dispositivo de escape, es decir, el pez trata de escapar tan pronto como entra en contacto con éste. (Ferro *et al.* 2008).

En la pesquería de arrastre del sureste de Australia, Piasente *et al.* (2004) observaron mediante filmaciones submarinas el comportamiento de blue grenadier (*Macruronus novaezelandiae*), pink ling (*Genypterus blacodes*), whiptalis (*Coelorinchus spp.*), tigre flathead (*Neoplatycephalus richardsoni*), ocean perch (*Helicolenus spp.*), New Zeland dory (*Cyttus novaezelandiae*) y jackass morwong (*Nemadactylus macropterus*). Para clasificar el comportamiento de estas especies, definieron 10 categorías basadas en la natación de los peces, dada por su dirección y velocidad relativa con respecto a la velocidad de arrastre. Cada categoría fue descrita como un “evento” o un “estado”. Un “evento” es una acción discreta e instantánea, tales como un nado brusco o un giro repentino. Por su parte, un “estado” corresponde a una acción continua y de larga duración, como nadar a velocidad crucero (Lehner, 1979; Martin & Bateson, 1986).

Según Piasente *et al.* (2004), *Platycephalus bassensis* usa una velocidad máxima de natación (ruptura) en diferentes etapas del proceso de su captura en la red de arrastre: para escapar, para acercarse a la red de arrastre y para entrar en el copo. Sin embargo, la ruptura de natación se deriva de un metabolismo anaeróbico, proceso que conduce al agotamiento rápido, por lo que esta ruptura tiende a concluir en un breve período de tiempo, generalmente menos de 15 segundos en función de la especie, el tamaño y condición del pez, y temperatura del agua (Webb, 1975).

5.3.3.- Condiciones fisiológicas y del medio que influyen en la selectividad

Las respuestas de algunas especies son generalmente particulares y determinadas por factores tales como la visión, habilidades de percepción auditiva, capacidad natatoria, morfología y condición fisiológica del pez (Kim & Wardle, 2003). Las observaciones del comportamiento de peces y crustáceos en redes de arrastre mediante diferentes métodos indican la existencia de diferencias significativas en el comportamiento entre especies y al interior de las mismas especies a distintos tamaños, las que se relacionan generalmente con la habilidad de nado de las especies, la cual está en función del tamaño, anatomía, fisiología y temperatura (Watson, 1989).

El ambiente de los peces es rara vez estático, y las condiciones, particularmente del ambiente acuático, pueden variar significativamente a lo largo del tiempo, desde una variabilidad horaria, tal como la marea, a una variabilidad estacional en, por ejemplo, la temperatura del agua y las corrientes, hasta una variabilidad de décadas como la ocurrencia de eventos de El Niño y cambios de régimen. Estos cambios frecuentemente afectan la dinámica de las poblaciones de peces, dando como resultado una variabilidad en las tasas de crecimiento, el reclutamiento, las tasas de mortalidad natural o cualquier combinación de éstas. Esta variabilidad también puede afectar la disponibilidad de recursos pesqueros para un tipo específico de arte de pesca, afectando no sólo el éxito de la industria pesquera, sino también la forma en que el científico pesquero debe interpretar la información sobre capturas y tasas de captura de la pesquería (Cochrane, 2005). Los peces están por lo tanto sometidos a variaciones y perturbaciones en las condiciones del medio, tales como cambios de temperatura, oxígeno disuelto, turbidez, luz, corrientes, etc. los que afectarían en conjunto a las respuestas de éstos frente a los artes de pesca.

a) *Epoca del año*

Los peces escapan más fácilmente de las redes de arrastre en ciertas épocas del año, por lo que es necesario determinar cuando son más vulnerables y así la selectividad de los artes se podría modificar durante del año (Ferro *et al.* 2008). Esto está validado por estudios de selectividad realizados con los mismos copos y sobre la misma especie, determinando alta variabilidad en los resultados (Özbilgin *et al.*, 2007). En este sentido, Tschernij *et al.* (1996) observó en una temporada de pesca variaciones de una magnitud significativamente importante de la longitud de retención (L50) en bacalao con experimentos de pesca realizados con los mismos artes de arrastre y en los mismos terrenos de la zona de pesca. Debido a que el bacalao tiene un mayor factor de condición en ciertos momentos del año, se sugirió que era este factor de condición, en lugar del perímetro, más importante para la capacidad de escapar a través de las mallas (Tschernij & Suuronen, 2002). La misma argumentación fue realizada por Özbilgin *et al.* (2006) quien encontró que el factor de condición era el mayor factor de

selección, que era cuando el eglefino estaba en mejores condiciones, debido al volumen máximo de tejido somático, y cuando la temperatura del agua estaba en su punto más alto. Se examinó la diferencia de la selectividad del copo y la variación de estacionalidad en el estado biológico del eglefino en crecimiento por alimento y desove (condición física y desarrollo gonadal) (Ferro *et al.*, 2008. Özbilgin *et al.*, 2006), determinándose que estas diferencias tienen implicaciones en la efectividad selectiva en la explotación en diferentes épocas del año (Ferro *et al.*, 2008).

Özbilgin *et al.* (2005 b) informaron de una tendencia decreciente en la selectividad del copo para besugo (*Diplodus annularis*) en el mar egeo a partir del verano hasta la primavera, pero no a un nivel estadísticamente significativo. Sin embargo, Özbilgin *et al.* (2006) informaron que la selectividad del copo en eglefino en el mar del norte aumenta al final del periodo de alimentación de verano, que coincidió con el punto más alto de la temperatura del agua anual del ciclo. Por otra parte la selectividad se redujo en el periodo posterior a la etapa de desove, que tiene lugar en el rango de temperatura baja del agua en abril.

b) Temperatura

La resistencia y velocidad de nado de un pez está cercanamente relacionada a la temperatura y a su tamaño (Wardle, 1983) y en la boca de la red esta velocidad dependerá de la velocidad de arrastre del arte de pesca (Wardle, 1976). Cuando ocurre un cambio en la temperatura del agua, se espera que afecte a la velocidad de escape de los peces y por lo tanto a la selectividad del arte de pesca (Özbilgin & Wardle, 2002). Estos autores comprobaron lo anterior realizando experiencias en diferentes estaciones del año filmando a la especie haddock, el cual tuvo diferentes comportamientos de escape tratando de salir del copo.

De acuerdo a lo realizado por Özbilgin & Wardle (2002), los resultados muestran que los pequeños cambios en la temperatura del agua puede influir en la habilidad de los peces para realizar ciertos movimientos. Las redes de arrastre son remolcadas prácticamente a la misma velocidad, indistintamente la estación del año, pero la temperatura alterará el rendimiento de los umbrales de natación de los peces. Al reducir la temperatura también se reducirá la capacidad de un pez para moverse en los paneles y por sobre todo pasar o no a través de las mallas del copo. Esto podría dar lugar a que el pez trate de hacer varios intentos de escapar pero siempre limitado por sus propias restricciones y la temperatura del agua en las diferentes estaciones del año.

Es bien sabido que un aumento en la temperatura del agua aumenta la velocidad de natación y por lo tanto el rendimiento de escape del pez (He, 1993; Videler, 1993; Özbilgin, 2002; Özbilgin & Wardle, 2002). Luego, mientras más cálida el agua se espera un aumento de la selectividad en el copo de la red de arrastre (Özbilgin *et al.*, 1996; Özbilgin *et al.*, 2007). Así también, la resistencia de nado de un pez está relacionada a la temperatura y a su tamaño (Wardle, 1983) y en la boca de la red esta

velocidad dependerá de la velocidad de arrastre del arte de pesca (Wardle, 1976). Con un aumento de la temperatura del agua, aumenta la frecuencia del movimiento de la cola (coleteo) y la velocidad de natación se relaciona directamente con la frecuencia del ritmo de la cola, por lo tanto aumenta la velocidad al aumentar la temperatura del agua (Yanase *et al.*, 2007). Así, a mayor temperatura del agua hay una mayor actividad de escape (Jones *et al.*, 2008).

c) Luz y visibilidad

La disponibilidad de capturar a un pez dependerá de sus movimientos, que aunque muy diferentes en tamaño, rara vez son al azar. Actividades rutinarias, tales como alimentarse, desovar, agregarse, descansar y evadir predadores son usualmente relacionadas a cambios en el medio ambiente, como la estación de año, estado de la marea y niveles de luz. La mayoría de los peces pueden dividirse en tres grupos de alimentación: diurnos, nocturnos o crepusculares. A veces se produce una flexibilidad lo que refleja el oportunismo en muchas especies. Los peces que forrajean son más activos, y este comportamiento determina la disponibilidad a determinados artes de pesca (Jones *et al.*, 2004).

La luz afecta las migraciones nictamerales de los peces, así como la orientación de los cardúmenes. Se estima que la distancia normal de avistamiento está en el rango de los 5-10 m. La relación entre las capturas de peces día-noche es difícil de generalizar, pues está relacionada al comportamiento endógeno, la disponibilidad al arte y la evasión a la red utilizando la visión, la audición y el sentido táctil (Hobson *et al.*, 1981). La evasión del arte y el escape visual decrece con una intensidad de la luz bajo 0,5-0,005 lux. En subsidio, los sentidos acústicos y táctiles son usados en éstos casos (Walsh & William, 1993).

De acuerdo a lo señalado por Wardle (1993), cuando los niveles de luz están por sobre el umbral de visión hay una secuencia de eventos de la conducta de los peces principalmente limitado por la natación de éstos lo que hace que sea más fácil su ingreso al copo. Por lo tanto, el aumento en la intensidad de la luz mejora la capacidad de los peces para escapar del arrastre, y en especial a baja velocidad. A mayores velocidades de arrastre algunos pocos peces podrían escapar bajo condiciones de luz (Gabr *et al.*, 2007b).

Cuando los niveles de luz son suficientes, se cree que la visión es la principal modalidad sensorial (Jones *et al.*, 2008). Entonces el escape de los peces está dado por su poder de natación y posiblemente la agudeza visual (Douglas & Hawryshyn, 1990). Los resultados de los estudios muestran que la visión es esencial para los peces para estar pendientes, atentos y activos, orientados a escapar a través de los dispositivos (Gabr *et al.*, 2007a).

Por lo tanto, la visión juega un papel importante en la actividad de los peces, ya que en condiciones de oscuridad no son capaces de reaccionar en forma ordenada a la aproximación de una malla de arrastre o no pueden nadar para mantener su posición en una red de arrastre, a pesar de que puede mantener el sentido de natación en la oscuridad, al interior de la red, utilizando su oído interno para la orientación espacial, pero el pez pueden no escapar a través del mecanismo de selección bajo condiciones de oscuridad mostrando una respuesta mínima al escape (Gabr *et al.*, 2007b). Sin visión el pez no puede determinar la tasa de acercamiento de los componentes de la red y en consecuencia no pueden decidir la velocidad de natación necesaria para escapar y solo responde con una reacción de alarma cuando se pone en contacto con los componentes de la red (Glass & Wardle, 1989, Walsh & Hickey, 1993).

Bajo el agua un objeto visible está determinado por su contraste y brillo, y los ojos de un pez son tan buenos como los de los seres humanos en la detección del contraste y el brillo (Kim & Wardle, 1998). Se ha observado que el comportamiento en el área de arreo responde a la visión de los peces de los componentes de arte de arrastre, tratando de evitar la red que es visible, y en su lugar eligen una ruta que consideran menos peligrosa (Glass *et al.*, 1993, 1995; Jones *et al.*, 2004).

d) Morfología y fisiología

Hay otros aspectos distintos al diseño de las artes que también pueden influir en la selectividad, como la forma del cuerpo y la estructura de talla (Efanov *et al.*, 1987; Willeman *et al.*, 1996). Relaciones morfométricas relativamente diferentes en las dimensiones del cuerpo (longitud, altura, anchura y grosor) deben ser consideradas (Stegiou & Karpouzi, 2003; Tosunoglu *et al.*, 2003a; Mendes *et al.*, 2006; Santos *et al.*, 2006), especialmente para mejorar la selectividad de los artes (Tosunoglu *et al.*, 2003c; Broadhurst *et al.*, 2006 a) y usar esta información para estimar el tamaño y formas adecuadas.

Para las distintas especies de peces, la circunferencia del cuerpo o perímetro es considerada como el principal rasgo morfológico determinante de la retención de un determinado tamaño de malla (Hamley, 1975; Wileman *et al.*, 1996; Reis & Pawson, 1992; Hovgard & Lassen, 2000). En consecuencia el perímetro y sus dimensiones asociadas (altura y ancho) se consideran parámetros críticos en la comprensión del proceso de selección de los artes (Efanov *et al.*, 1987; Reis & Pawson, 1999).

Ahora bien, Özbilgin *et al.* (2006) sugieren que dentro de un determinado periodo, el pez siempre tiene un efecto en la selectividad ya sea por condiciones biológicas (estado de madurez) o condiciones físicas (volumen máximo de tejido somático), en ambos casos hay un aumento constante de la longitud y de la de circunferencia del pez aun cuando el nivel de retención varía, siendo mayor la retención cuando hay un crecimiento por el estado de madurez del individuo que por una condición física.

El cambio en la circunferencia del pez también puede asociarse al proceso de descompresión, ya que algunos gádidos como eglefinos y merlán, debido a su fisiología no pueden evacuar el exceso de volumen de gas de la vejiga cuando se expone a descompresión (Alexander, 1993), lo cual afecta la selectividad al modificar su volumen corporal (Madsen *et al.*, 2008). Este aumento de volumen reflejado también en un aumento en el grado de volumen estomacal, o producto de las variaciones estacionales que afectan a la condición del pez, parecen afectar a la selectividad de la malla romboidal más que a la selectividad de la grilla (Jørgensen *et al.*, 2006).

El volumen muscular de los peces también afecta la velocidad máxima y potencia y capacidad de natación puede ser un factor significativo en la determinación de selectividad. En el copo un intento de escape por parte de los peces requiere una potente capacidad de natación, en particular en la etapa de penetración de la malla (He, 1993; Breen *et al.*, 2004), esta función es una cuantía de la masa muscular (Wardle, 1980), así como su canalización. Por lo tanto un aumento de la masa muscular aumenta las probabilidades de escape de los peces (Ferro *et al.*, 2008). También incidirá la condición reproductiva, ya que por ejemplo las hembras pueden quedar agotadas después del desove, hecho que puede determinar una dificultad mayor de escape del copo, pudiendo explicarse entonces su mayor presencia en las capturas (Ferro *et al.*, 2008).

5.3.4.- Resultados de las filmaciones submarinas

Entre abril y mayo se realizaron embarques en la flota industrial arrastrera de mayor envergadura de la zona centro sur, obteniéndose imágenes en tres posiciones distintas del arte de pesca, con mareas dirigidas a merluza de cola y merluza común. Las que sumadas a las filmaciones de actividades anteriores alcanzan un total de 850 minutos de filmación efectiva (Tabla 29).

No ha sido posible registrar imágenes durante el presente año al recurso besugo, debido a que la flota no ha realizado viajes dirigidos a la captura de este recurso, sin embargo las horas comprometidas en el proyecto a ésta actividad han sido reorientadas a lances de las otras especies objetivo del arrastre centro-sur.

Tabla 29. Filmaciones disponibles para análisis de comportamiento, según proyecto de origen.

Proyecto	Especie objetivo	Posición cámara	Tiempo filmación (min)
DI-PUCV 2004	Merluza de cola	copo	75
DI-PUCV 2002	Merluza de cola	túnel	158
FIP 2005-61	Merluza común	cielo	220
Queirolo <i>et al.</i> 2008(a)	Merluza común	borlón	62
Queirolo <i>et al.</i> 2008(a)	Merluza común	túnel	13
FIP 2008-36	Merluza común	cielo	94
FIP 2008-36	Merluza común	túnel	94
FIP 2008-36	Merluza común	copo	75
FIP 2008-36	Merluza de cola	cielo	27
FIP 2008-36	Merluza de cola	túnel	50
FIP 2008-36	Merluza de cola	copo	12
Total FIP 2008-36			352
TOTAL			880

En la Figura 26 se puede observar la posición exacta en la que fue instalada la Cámara Submarina en la red que permitió cumplir con la posición en la que se observa el comportamiento de las especies en el copo de la red (posición c). Mientras que en la Figura 27, se muestran una instantánea de cuatro de las filmaciones obtenidas en distintas secciones de la red durante el desarrollo de este proyecto.



Figura 26. Posición en la que se instaló la Cámara Submarina para dar cumplimiento con la posición c) correspondiente a la observación de la especie en el copo de la red.

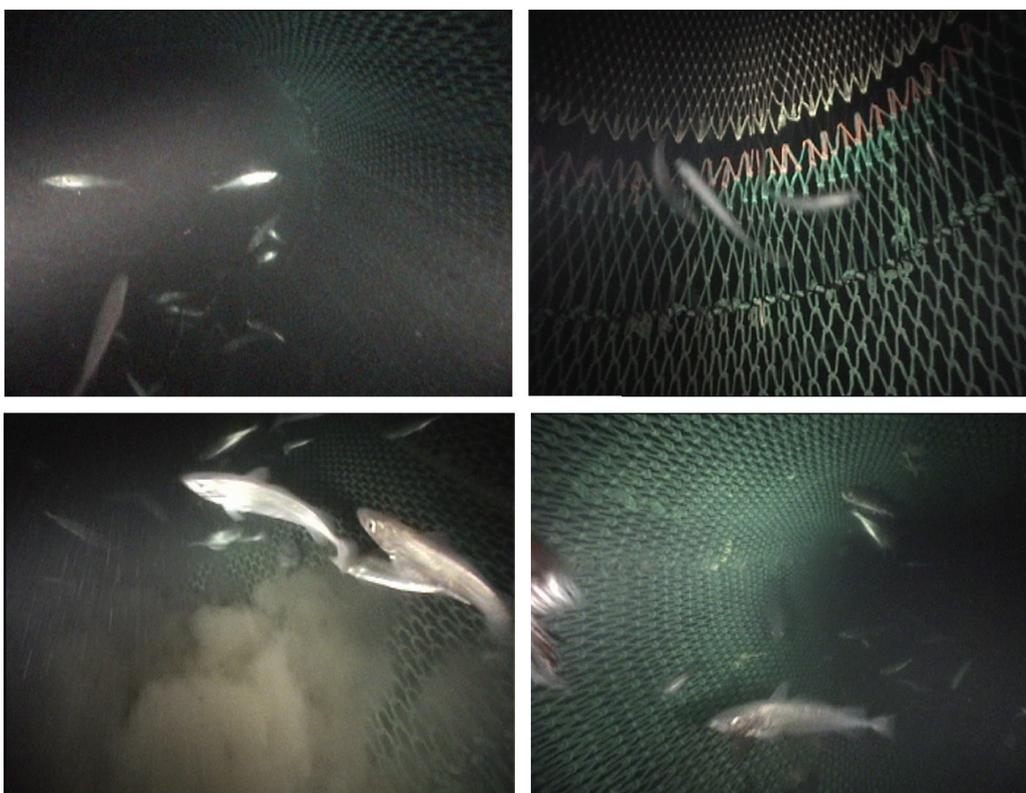


Figura 27. Distintas tomas de las filmaciones realizadas en la ejecución de este proyecto, obtenidas en distintas posiciones de la red.

Análisis de comportamiento

Se revisaron y analizaron las filmaciones realizadas durante la ejecución del proyecto FIP N° 2005-61, se tomaron como base las categorías descritas por Piasente *et al.*, (2004) siendo modificadas de acuerdo a lo observado en las filmaciones. En este proyecto la cámara se ubicó en el cielo hacia la boca de la red; las filmaciones utilizadas en Queirolo *et al.*, 2008 (a) fueron filmadas en la sección de la boca de la red con la cámara ubicada en el borlón y en la primera sección del túnel, en esta última parte la cámara ubicada hacia la boca de la red.

En el marco del presente proyecto se efectuaron filmaciones entre lo 33° 44'S-73° 42'W y 33° 47'S-71° 56'W a la altura de San Antonio. En esta zona se realizaron tres lances con 2,5 horas efectivas de filmación en un rango de profundidad entre 65 y 120 metros. Debido al fango presente en este sector, no se pudo distinguir a las especies dentro de la red.

También se realizaron filmaciones en la zona comprendida entre los 37° 49' - 73° 42' y 40° 15' - 73° 54', donde se realizaron 8 lances con 6 horas efectivas de filmación en las cuales la cámara fue ubicada en la boca y túnel de la red. Se efectuaron 7 lances dirigidos a merluza común en rango de profundidades entre 105 y 252 metros. Se caracterizaron de acuerdo a las categorías descritas anteriormente la especie objetivo y su fauna acompañante.

El lance realizado a merluza de cola se efectuó en una profundidad promedio de 399 m, con una red de media agua Motueka 230.

Merluza común

- Ubicación:

a) Posición respecto al fondo

De las filmaciones analizadas se observó que el 92% de la especie objetivo estaba despegada del fondo marino, mientras que el 8% restante se registró sobre éste (Fig. 28).

b) Posición al interior de la red

Se determinó que el 53% de los ejemplares se ubicaron en la parte inferior de la red, mientras que un 30% se observó en la parte central de ésta. Los ejemplares restantes (15%) se ubican en la sección superior de la red y el 2% en el costado izquierdo de ésta (Fig 29 y 30)

- Orientación

Con respecto a su orientación, se observó que en la parte anterior de la red el 64% de los ejemplares presentaron una orientación igual a la del arrastre, esto es, mostrando una posición relativa en el mismo sentido que se realiza el arrastre. Un 17% de los peces estaban orientados de forma perpendicular al movimiento de la red. Asimismo, en la sección del túnel se observó que el 49% de las merluzas se enfrentaban a la red orientadas en forma perpendicular a ella, el 37% en esta parte lo hacía en la misma dirección que la dirección de arrastre de la red y el 14% tenía una orientación en contra del arrastre.

- Intensidad de movimiento

En las filmaciones realizadas en la boca de la red se observó que el 43% tenía una velocidad mayor que la velocidad del arrastre y un 36% presentó una velocidad acelerada durante un periodo corto de tiempo.

A diferencia de lo ocurrido en la boca de la red, en la sección del túnel se observó que el 60% de las merluzas tenía una intensidad de movimiento no determinada debido a que éstas nadaban en contra de la velocidad del arrastre, la cual es desconocida. Un 32% se observó con una velocidad menor o igual que el arrastre (Fig. 29 y 30)

- Dirección de desplazamiento

En relación a su dirección de desplazamiento se registró un 72% de las merluzas en la boca con su dirección igual a la dirección del arrastre, el resto del porcentaje se distribuyó entre las categorías diagonal al arrastre, perpendicular y sin desplazamiento propio.

Por el contrario, en la parte del túnel se observó un comportamiento distinto un 39% perpendicular a la red, un 32% igual a la dirección del arrastre y un 22% en dirección contraria a la red (Fig. 28, 29 y 30).

- Otros

En lo que respecta a cambios de rumbo y choque entre especies, estos comportamientos no fueron en número muy relevantes, se observaron a 101 merluzas en la boca de la red realizar cambios de rumbo y 20 en el túnel. En la boca de la red se observaron a 40 merluzas chocando entre si, en cambio en el túnel fue muy difícil cuantificar este tipo de comportamiento debido al gran número de ejemplares (Fig. 31).

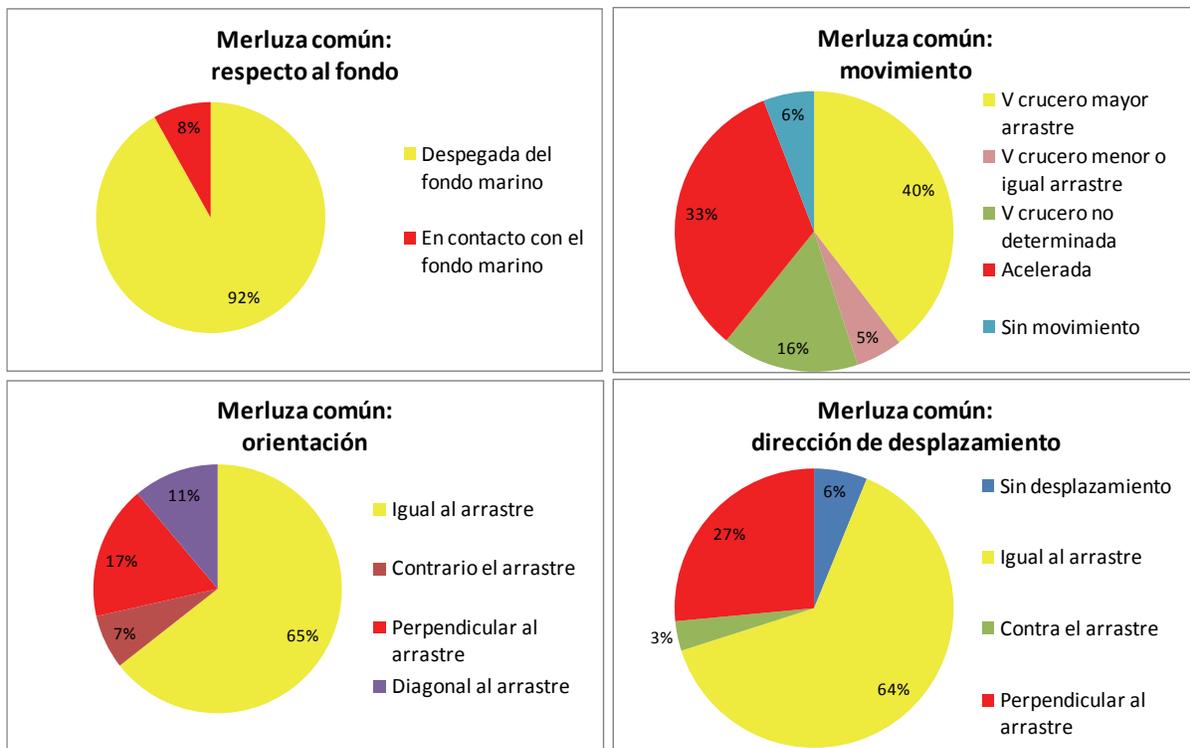


Figura 28. Comportamiento observado de merluza común (*Merluccius gayi*) en la boca de la red, de acuerdo a tabla de comportamiento modificado de Piasente *et al.*, 2004.

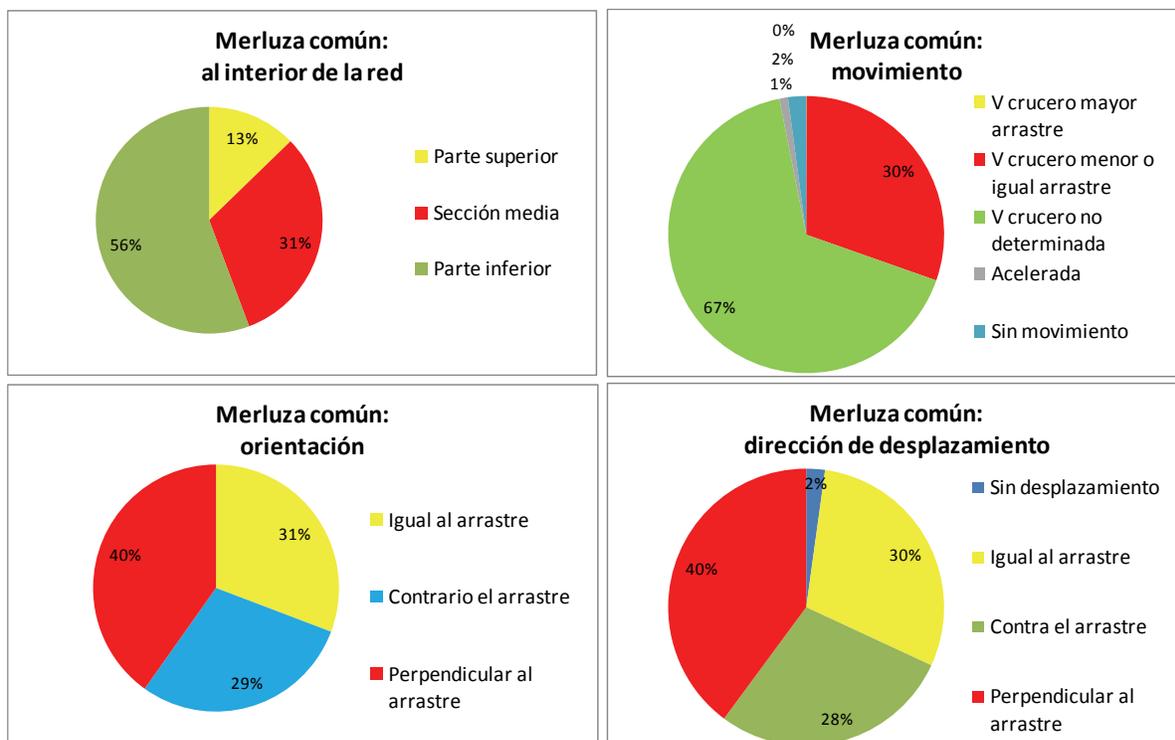


Figura 29. Comportamiento observado de merluza común (*Merluccius gayi*) en el inicio del túnel de la red, de acuerdo a tabla de comportamiento modificado de Piasente *et al.*, 2004.

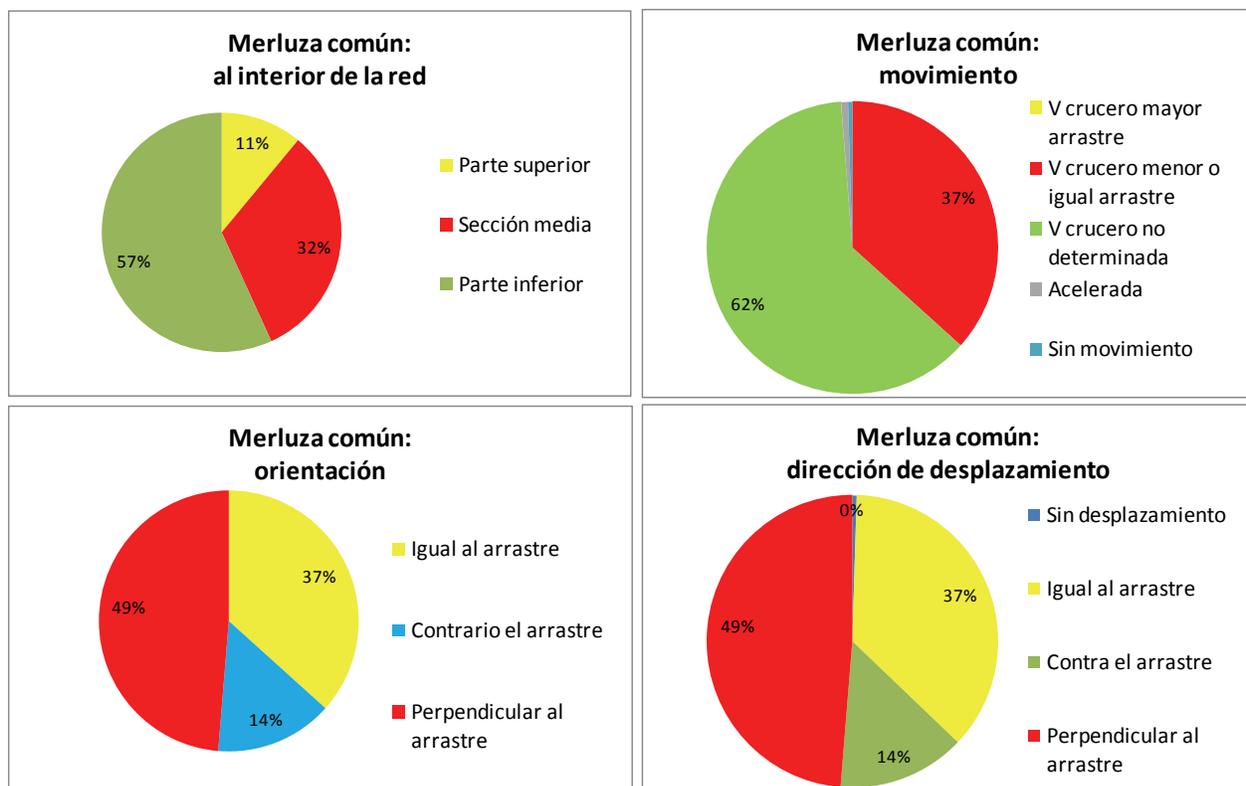


Figura 30. Comportamiento observado de merluza común (*Merluccius gayi*) al final del túnel e inicio del copo, de acuerdo a tabla de comportamiento modificado de Piasente *et al.*, 2004.

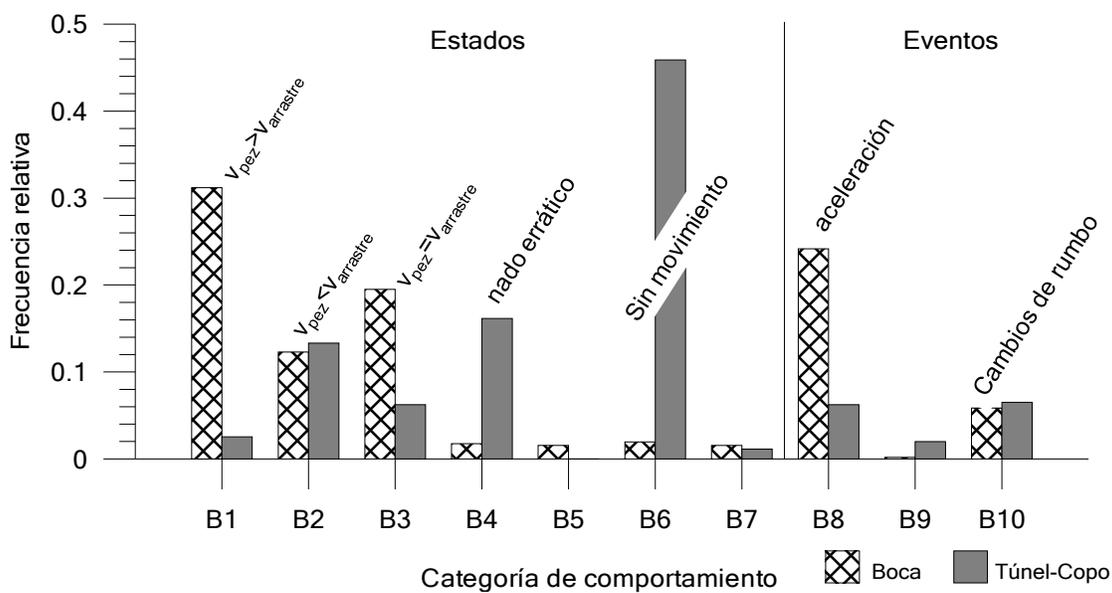


Figura 31. Comportamiento observado de merluza común (*Merluccius gayi*) en distintas posiciones de la red de acuerdo a tabla de comportamiento modificado de Piasente *et al.*, 2004.

Fauna acompañante

Utilizando las categorías para caracterizar a merluza común se determinaron los comportamientos de la fauna que acompaña a esta pesquería, es así que se observó a pejerratas y tiburones en la boca de la red, cabrilla y lenguado en la sección del túnel.

Pejerratas

- Ubicación

a) Posición respecto al fondo

De los 664 individuos observados el 89% estaba pegado al fondo marino, en cambio el 11% se observó despegado de éste (Fig. 32).

- Orientación

El 57% de los individuos observados estaban orientados en contra de la dirección del arrastre, el 28% estaba posicionado en la misma orientación que la red de arrastre y el 14% estaba perpendicular a la dirección del arrastre (Fig. 32).

- Intensidad de movimiento

Con respecto a la intensidad de movimiento de estos ejemplares se observó que el 83% de éstos estaban sobre el fondo marino sin movimiento alguno, casi sin reaccionar ante la red de arrastre, mientras que el 7% se observó con movimientos en contra del arrastre con una velocidad indeterminada.

- Dirección de desplazamiento

El 86% de los individuos observados no tuvo desplazamiento alguno, solo se observaron sobre el fondo marino, mientras que un 11% se observó con una dirección de desplazamiento en contra de la dirección del arrastre (Fig. 32).

- Otros

Se observaron solo 6 individuos cambiando su rumbo al acercarse la red de arrastre, éstos se alejaron de la red de arrastre.

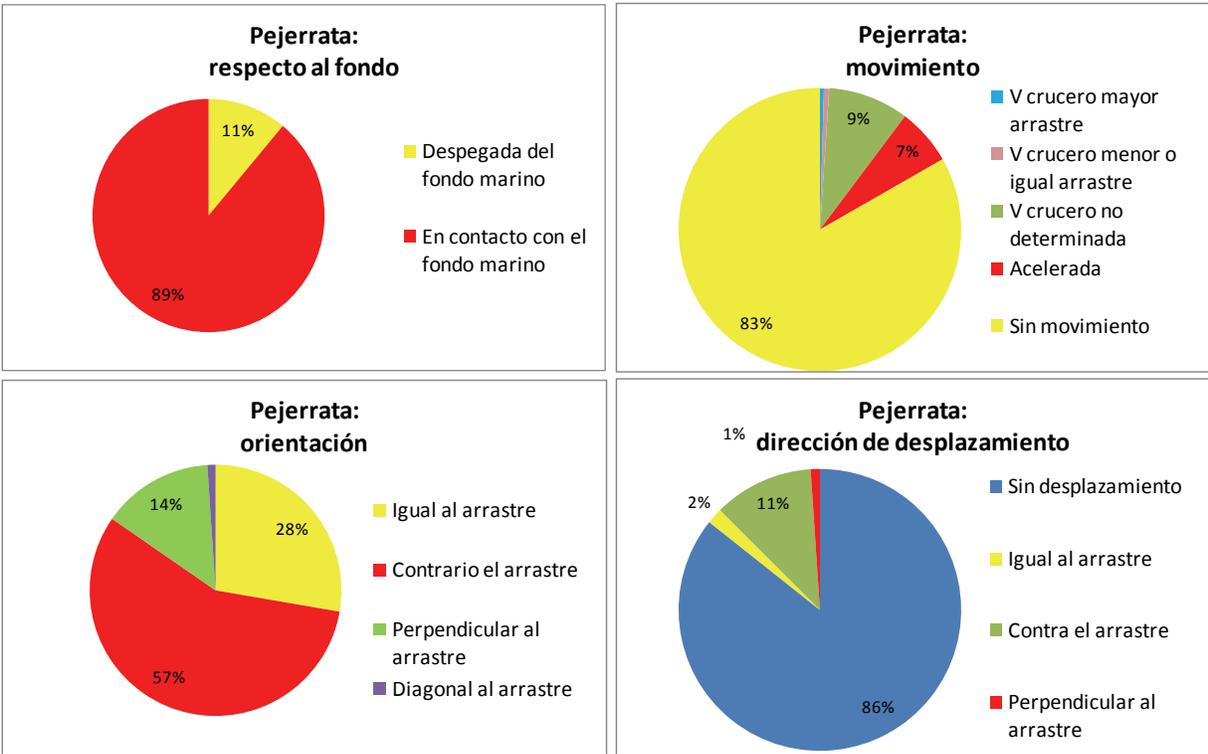


Figura 32. Comportamiento observado de pejerrata (*Coelorhynchus sp.*) en la boca de la red, de acuerdo a tabla de comportamiento modificado de Piasente *et al.*, 2004.

Tiburones

- Ubicación

a) Posición respecto al fondo

Se observaron 40 ejemplares de los cuales el 90% estaba pegado al fondo el resto se encontraba sobre el fondo marino.

- Orientación

En relación a la orientación con respecto a la red de arrastre se observó un 38% de los tiburones orientados de forma perpendicular al arrastre; un 30% orientado al mismo sentido que la red y un 18% en la dirección contraria al arrastre.

- Intensidad de movimiento

Un 83% de los individuos observados no presentó movimiento alguno, solo estaban sobre el fondo marino, el resto de los ejemplares presentó intensidades de velocidad crucero menor o igual que el arrastre (3 individuos) y movimientos acelerados por unos cuantos segundos (3 tiburones).

- Dirección de desplazamiento

En la mayoría no hubo observaciones de dirección de desplazamiento, estaban en el fondo marino sin movimiento alguno (83%).

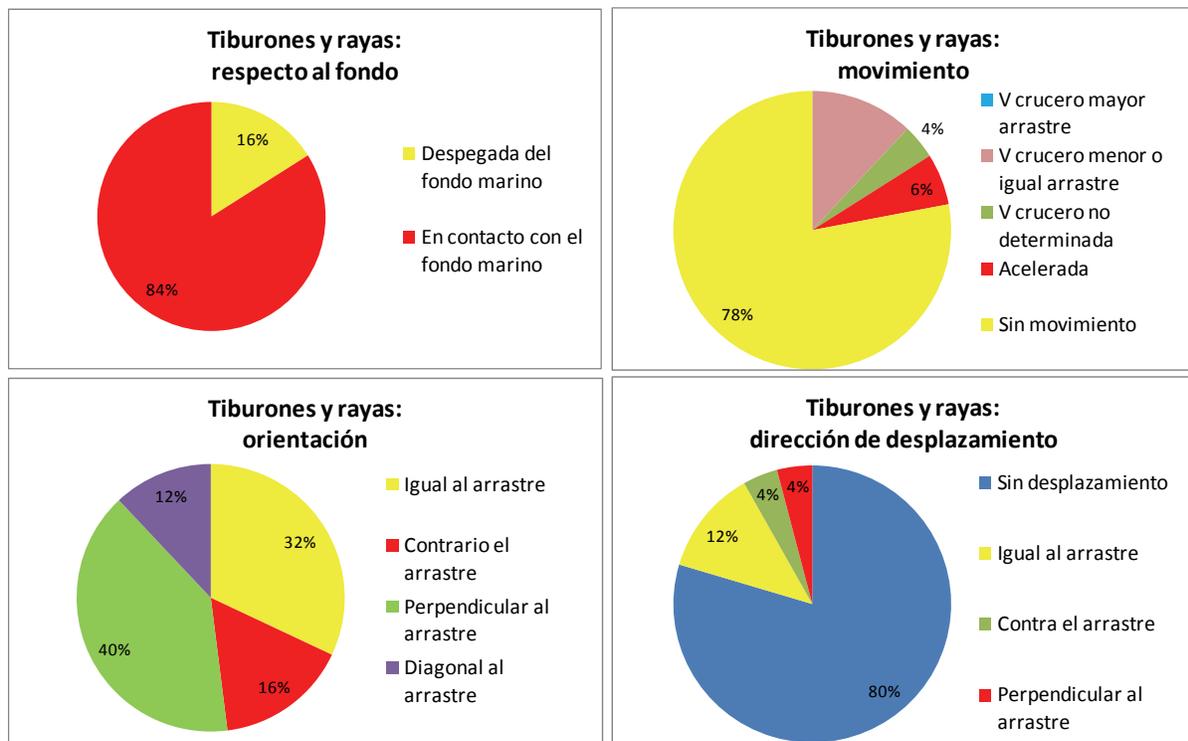


Figura 33. Comportamiento observado en tiburones en la boca de la red, de acuerdo a tabla de comportamiento modificado de Piasente *et al.*, 2004.

Cabrilla

- Ubicación

b) Posición al interior de la red

En la sección del túnel se observó a 159 ejemplares, de los cuales el 48% se categorizó en la parte media de la red, el 26% en la parte inferior y el 13% en la parte superior de la red de arrastre.

- Orientación

Con respecto a su orientación el 80% de los individuos se observó orientados en contra del arrastre, 16% en la misma dirección que la red de arrastre y un 7% perpendicular a ésta.

- Intensidad de movimiento

Debido a que se orientaban al contrario que el arrastre, se categorizó al 57% de los lenguados con una velocidad de crucero no determinada y a un 27% llevados solo por el flujo interno producido dentro de la red (Fig. 34).

- Dirección de desplazamiento

Se observó que el 47% de los ejemplares tuvo una dirección de desplazamiento en contra de la dirección de la red de arrastre y un 27% no presentó una dirección propia de desplazamiento.

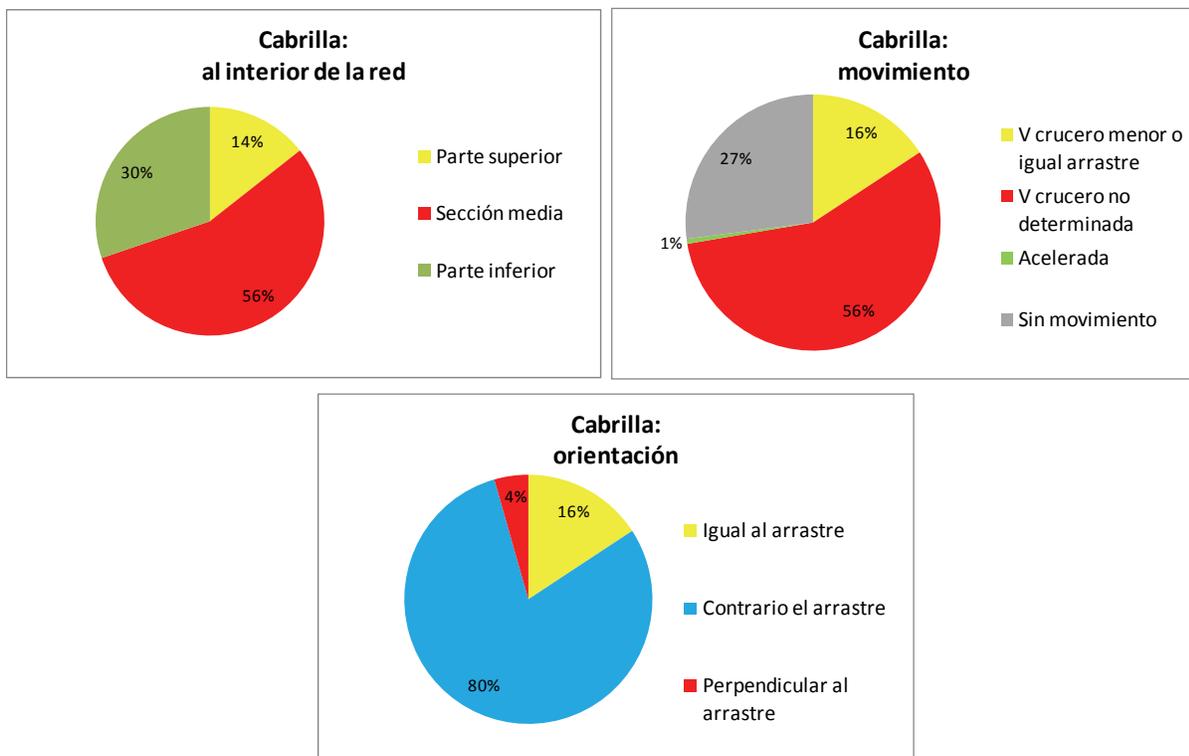


Figura 34. Comportamiento observado cabrilla (*Paralabrax humeralis*) al interior del túnel, de acuerdo a tabla de comportamiento modificado de Piasente *et al.*, 2004.

Lenguado

- Ubicación

b) Posición al interior de la red

Se observaron 15 ejemplares en la sección del túnel, de los cuales el 80% se ubicó en la parte superior de la red y el 13% en la parte central de ésta.

- Orientación

Un 87% de los individuos observados tuvo una orientación contraria al arrastre, el 13% restante presentó una orientación igual a la de la red.

- Intensidad de movimiento

Con respecto a la intensidad de movimiento se destaca que los lenguados observados el 87% de ellos se categorizaron sin movimiento, debido a que éstos eran llevados por el flujo interno producido en la red y no con movimiento propio, mientras que el 13% se observó con una velocidad crucero igual o menor que la velocidad de arrastre de la red.

- Dirección de desplazamiento

Debido a que no tuvieron intensidad de movimiento el registro de dirección de desplazamiento fue categorizado como "sin desplazamiento" (87%), y solo se observó a dos individuos nadando en una dirección igual a la del arrastre.

Merluza de cola

- Ubicación

b) Posición al interior de la red

De los 298 individuos observados se categorizó al 60% de ellos, los cuales se ubicaron en la parte inferior de la red, un 19% en la parte media de la red y un 9% en el costado izquierdo de ésta.

- Orientación

En relación a la orientación de los ejemplares observados, un 43% estaba en la misma dirección que la red de arrastre, un 29% perpendicular y un 28% en orientación contraria a la del arrastre.

- Intensidad de movimiento

El 46% de las merluzas de cola observadas presentaron una velocidad de crucero desconocida, mientras que el 43% tuvo una velocidad igual o menor a la velocidad de la red de arrastre.

- Dirección de desplazamiento

Con respecto a su desplazamiento, el 44% de los ejemplares observados se desplazó en la misma dirección que la red de arrastre, el 25% en dirección contraria al arrastre y el 22% en forma perpendicular a ésta.

5.4.- Objetivo específico 4. Describir, analizar y proponer alternativas de diseño y construcción que permitan mejorar la selectividad a la talla de la especie objetivo y disminuir la fauna acompañante en las capturas.

5.4.1.- Revisión de estudios de selectividad de merluza común

Los estudios de selectividad de merluza común realizados entre 1968 y 2009 han considerado el uso de diferentes metodologías para la estimación de la longitud de primera captura. Entre estas se reconoce el uso de lances alternados, con copo cubierto, con sobrecopo y túnel dividido, lo cual de una manera u otra puede llevar a una incorrecta estimación de los parámetros relevantes. Así también, se reconoce el uso de diferentes diseños de artes de arrastre en términos del número paneles, tamaños, color y grosor de hilos, entre otros. Se destaca también que las velocidades de arrastre han sido bastante variables (entre 2 y 4,5 nudos), en diferentes zonas de pesca (V a X Regiones), diferentes períodos (meses y años) y a diferentes profundidades de operación (70 a 330 m). En la tabla 30 se presentan los principales parámetros estimados en estos trabajos, observándose el uso de luz o claros de malla entre 50 y 140 mm, variando la longitud de primera captura entre 17,8 y 43,7 cm respectivamente (Fig. 35).

Tabla 30. Resumen de estudios de selectividad de merluza común realizados con redes de arrastre entre 1968 y 2009. Luz de malla en mm, Lc: longitud de primera captura (cm), FS: factor de selección, alfa y beta: parámetros de ajuste de la función logita, SR: rango de selección (cm).

Luz de Malla	Lc o L50%	FS	alfa	beta	SR	Modelo	Autor
97	39.0	4.0					Saetersdal & Villegas (1968)
114	51.5	4.5					Saetersdal & Villegas (1968)
50	17.8	3.6	-10.3	0.58	3.81	Logit	Arana (1970)
60	22.2	3.7	-13.79	0.62	3.53	Logit	Arana (1970)
80	32.5	4.1	-17.99	0.55	3.97	Logit	Arana (1970)
80	32.9	4.1					Arana (1970)
60	22.2	3.7	-5.64	0.25	8.63	Logit	Klenner (1978)
80	31.6	3.9	-7.54	0.24	9.19	Logit	Klenner (1978)
100	39.4	3.9	-7.66	0.19	11.29	Logit	Klenner (1978)
100	39.4	3.9	-13.43	0.341	6.42	Logit	Gálvez et al. (2000)
110	39.7	3.6	-11.86	0.302	7.92	Logit	Gálvez et al. (2000)
130	41.1	3.2	-7.226	0.176	12.2	Logit	Gálvez et al. (2000)
140	43.7	3.1	-10.95	0.251	9.09	Logit	Gálvez et al. (2000)
62	25.6	4.1	-4.31	0.17	13.04	Logit	Queirolo et al. (2009a)
100	31.6	3.2	-5.45	0.17	12.72	Logit	Queirolo et al. (2009b)
90	31.4	3.5	-9.56	0.3	7.2	Logit	Melo et al. (2005)

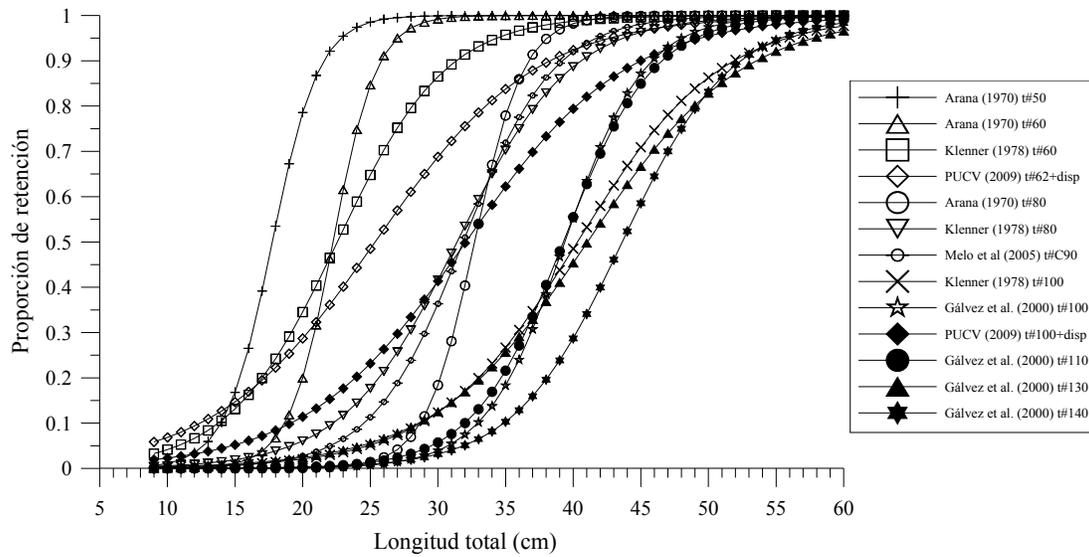


Figura 35. Curvas de selectividad de merluza común obtenidas en los estudios realizados entre 1968 y 2009.

Si bien es posible reconocer diferencias relevantes entre los métodos utilizados, la longitud de primera captura presenta una relación directa respecto al tamaño de luz de malla, siendo posible estimar una función lineal que describe la relación entre ambas variables. Así, se determinó que $L_{50}=5,72+0,31*Luz\#$ siendo $R^2=0,79$ (Fig. 36).

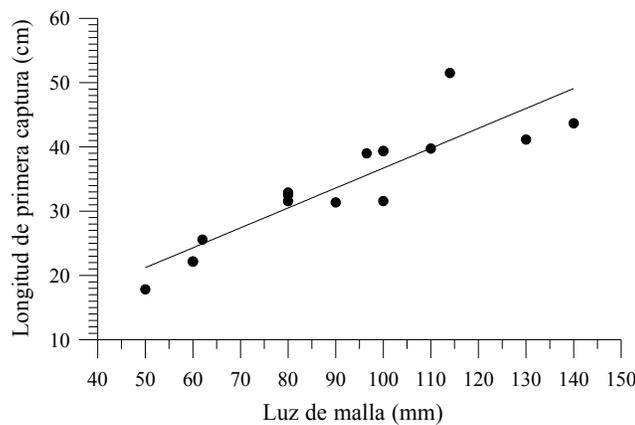


Figura 36. Relación entre la luz de malla (mm) y la longitud de primera captura de merluza común (cm).

5.4.2.- Selectividad teórica de merluza común

La muestra de ejemplares considerados en el presente análisis presenta una longitud total variable entre 195 y 700 mm, con longitud media de 384 mm y mayormente representada en el rango entre 260 y 500 mm (Fig. 37). Se destaca que el método aplicado no requiere establecer relaciones entre las dimensiones morfológicas de los ejemplares muestreados, sin embargo se realizaron los ajustes lineales del perímetro y del ancho post-opercular respecto a la longitud total para sustentar la validez del análisis (Fig. 38).

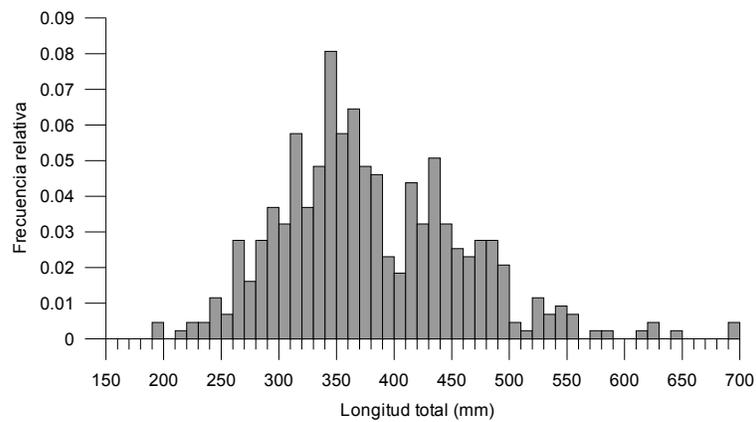


Figura 37. Distribución de frecuencia de talla de la muestra de merluza común utilizada en el análisis.

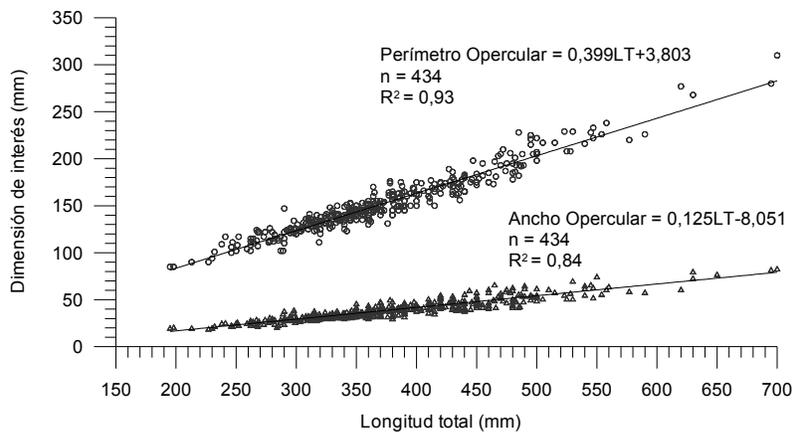


Figura 38. Relaciones entre longitud total (LT) y perímetro post-opercular, y entre longitud total (LT) y ancho post-opercular.

En el caso de la grilla rígida, el ajuste de la curva de selección permitió obtener coeficientes de determinación entre 0,97 y 0,99, variando el parámetro adimensional a entre -17,20 y -29,51, mientras que el parámetro b fluctuó entre 0,042 y 0,079 mm^{-1} (Tabla 31). A partir de estos ajustes se determinó que las longitudes de retención al 50% fluctuaron entre 301 y 470 mm para separaciones de barra de 30 y 50 mm respectivamente. Respecto al cumplimiento del objetivo biológico de retención, la grilla selectiva de 38 mm de separación de barra permitiría el escape del 50% de la fracción inmadura del stock ($LT=370$ mm), mientras que la separación de barra de 40 mm permitiría el escape del 75% de esta fracción (Fig. 39). Por su parte, el rango de selección (RS) presentó una variación entre 27,7 y 52,7 mm de longitud (Tabla 31).

Tabla 31. Parámetros selectivos para separación entre barras entre 30 y 50 mm.

Parámetro	Separación entre barras (mm)										
	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
A	-20,78	-17,41	-17,20	-21,48	-29,51	-23,52	-18,12	-17,98	-18,26	-22,08	-27,19
b (mm^{-1})	0,069	0,055	0,050	0,059	0,079	0,061	0,045	0,042	0,042	0,049	0,058
R^2	0,98	0,99	0,98	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,97	0,98	0,97
l_{25} (mm)	285	299	325	343	358	368	380	399	412	432	451
l_{50} (mm)	301	319	347	362	372	386	404	425	438	454	470
l_{75} (mm)	317	339	370	380	385	404	429	451	464	477	489
RS (mm)	31,8	40,2	44,4	37,0	27,7	36,0	49,0	51,9	52,7	45,2	37,9
FS	10,0	10,0	10,2	10,0	9,8	9,6	9,6	9,7	9,5	9,5	9,4

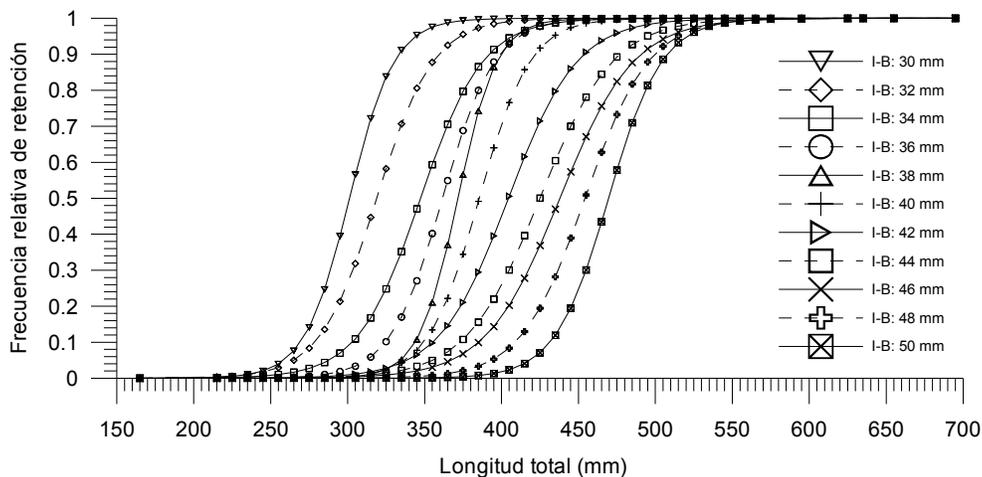


Figura 39. Curvas de selección para separaciones de barras (I-B) entre 30 y 50 mm.

En paneles de escape de malla cuadrada se determinó mediante el ajuste que los coeficientes de determinación varían entre 0,92 y 0,99, a excepción de los ajustes para los perímetros de malla menores (110 y 120 mm), lo cual puede explicarse por el bajo número de ejemplares pequeños en la muestra. En cuanto a los ajustes, el parámetro adimensional a varía entre -25,99 y -56,60, mientras que el parámetro b fluctuó entre 0,072 y 0,120 mm^{-1} (Tabla 32). A partir de estos ajustes se determinó que las longitudes de

retención al 50% fluctúan entre 257 y 485 mm de longitud total para mallas con un perímetro interno de 110 y 200 mm respectivamente. Respecto al cumplimiento del objetivo biológico de retención, el panel de escape de 150 mm de perímetro interno de malla permitiría el escape del 50% de la fracción inmadura del stock (LT=370 mm), mientras que un perímetro interno de 160 mm permitiría el escape del 75% de esta fracción (Fig. 40). Por su parte, el rango de selección (RS) varió en un rango estrecho de longitudes fluctuando entre 18,3 y 30,5 mm (Tabla 32).

Tabla 32. Parámetros selectivos para perímetros internos de malla entre 110 y 200 mm.

Parámetro	Perímetro interno de malla (mm) / Claro de malla (mm)									
	110 / 55	120 / 60	130 / 65	140 / 70	150 / 75	160 / 80	170 / 85	180 / 90	190 / 95	200 / 100
A	-25,99	-26,58	-31,74	-34,36	-27,33	-28,39	-30,37	-36,07	-56,60	-48,97
b (mm ⁻¹)	0,101	0,094	0,102	0,101	0,073	0,072	0,072	0,079	0,120	0,101
R ²	0,78	0,85	0,92	0,95	0,98	0,98	0,98	0,99	0,99	0,97
<i>l</i> ₂₅ (mm)	246	271	300	329	359	379	407	443	463	474
<i>l</i> ₅₀ (mm)	257	283	311	340	374	394	422	457	472	485
<i>l</i> ₇₅ (mm)	268	294	322	351	389	410	437	470	481	496
RS (mm)	21,7	23,4	21,5	21,8	30,1	30,5	30,5	27,8	18,3	21,8
FS	2,3	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,4

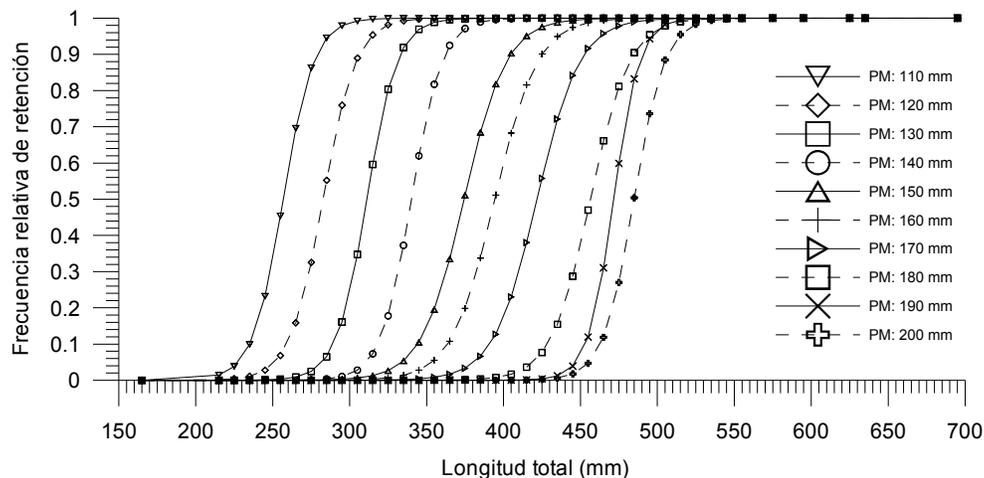


Figura 40. Curvas de selección para perímetros internos de malla (PM) entre 110 y 200 mm.

El factor de selección (FS) permitió demostrar la existencia de una relación lineal entre la longitud media de captura y la dimensión característica de cada sistema de selección. En el caso de la grilla rígida el factor de selección es 9,68, mientras que el factor de selección para el panel de escape es 2,45, en ambos casos con valores altos de coeficientes de determinación (R²), siendo 0,96 y 0,98 respectivamente (Fig. 41).

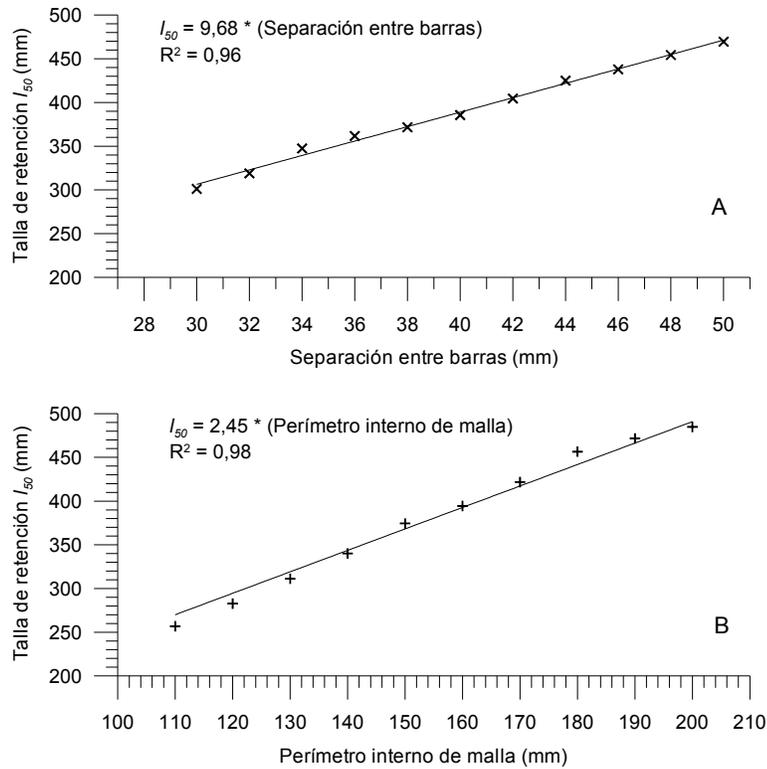


Figura 41. Talla media de retención (I_{50}) para diferentes separaciones de barra en grilla rígida (A) y perímetros internos de malla en panel de escape (B).

Complementariamente, mediante las pruebas de selección práctica en laboratorio, fue posible determinar una matriz de estimación de la talla de primera captura empleando mallas entre 50 y 100 mm, y coeficientes de abertura de las mallas entre 0,2 y 0,707 (Tabla 33). A partir de dicha información, fue posible ajustar una ecuación general que permite estimar la longitud de primera captura, correspondiente a $L_{50} = -406,07 + Luz\# * 45,53 - 265,13 * \mu_1 + 1113,13 * (\mu_1 * \mu_2)$ siendo $R^2 = 0,98$ (Tabla 33).

Tabla 33. Longitud de primera captura obtenida mediante pruebas en laboratorio.

Claro de malla (mm)	Coeficiente de abertura de la malla (Miu1)				
	0.20	0.30	0.45	0.60	0.707
50	---	---	149.6	196.8	190.7
60	---	---	195.1	242.4	236.3
70	---	151.7	240.7	287.9	281.8
80	123.3	197.2	286.2	333.4	327.3
90	168.8	242.8	331.8	379.0	372.9
100	214.4	288.3	377.3	424.5	418.4

5.4.3.- Selectividad de merluza común mediante simulación

Se realizaron simulaciones con el programa PRESEMO empleando cuatro configuraciones de perímetro del túnel y copo, específicamente con 80, 100, 150 y 200 mallas de perímetro, con tamaños de luz de malla (claro de malla) de 100, 110 y 120 mm. Además, se incorporó una tercera variable que correspondió al uso de cinturones restrictores del perímetro del copo. Así, se obtuvieron los estimados de la talla de primera captura (L50) de merluza común, valores que fluctuaron entre 16,3 y 43,0 cm de longitud total, asociándose los valores más bajos a 200 mallas de perímetro, con luz de malla de 100 mm y utilizando cinturones. Por el contrario, los mayores valores de L50 se relacionan con el menor número de malla de perímetro, mallas de 120 mm de luz y sin el uso de cinturones (Tabla 34).

Tabla 34. Longitud de primera captura (L50) en función al número de mallas de perímetro en el túnel/copo (NMP), la luz o claro de malla (LUZ#) y el uso de cinturones o cabos restrictores, estimada mediante simulación.

NMP	LUZ#(mm)	CON CINTURONES		SIN CINTURONES	
		L50	SR	L50	SR
80	100	36.1	8.4	42.7	12.94
100	100	31.0	7.71	33.6	10.37
150	100	22.1	5.81	24.5	7.08
200	100	16.3	5.05	18.5	5.9
80	110	38.0	9.33	41.2	13.25
100	110	32.3	7.93	35.4	10.67
150	110	22.5	5.97	25.3	7.46
200	110	16.3	5.14	19.0	5.63
80	120	40.0	10.81	43.0	13.78
100	120	33.5	8.89	36.4	11.95
150	120	23.1	5.93	25.5	7.78
200	120	17.2	4.79	19.5	5.78

En la figura 41 se observa el efecto en la deformación del copo debido al uso de cinturones o cabos restrictores del perímetro, los cuales se utilizan principalmente con fines de facilitar la maniobra de virado del arte y captura. Por su parte, la figura 43 muestra la relación inversa que se obtiene mediante simulación entre el número de mallas en el perímetro de la red y la talla de primera captura que se obtendría.

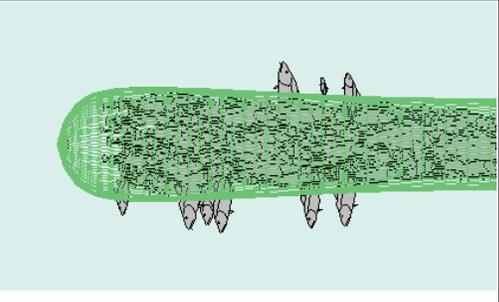
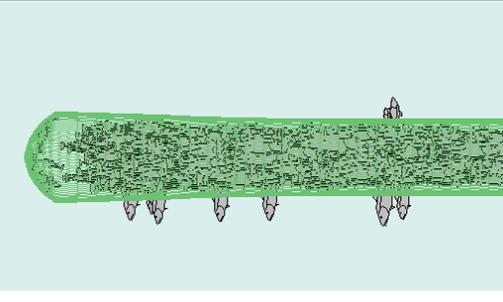
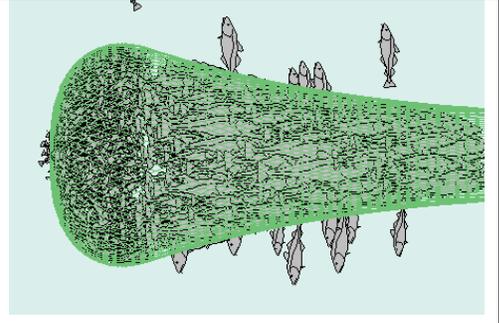
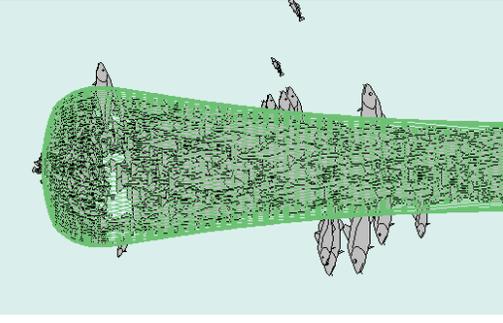
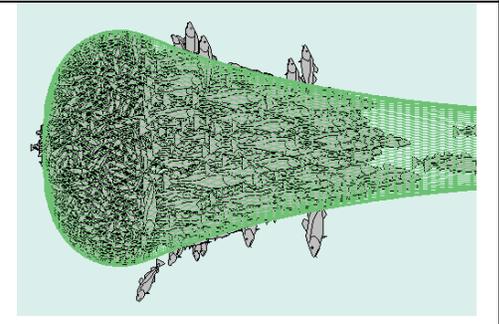
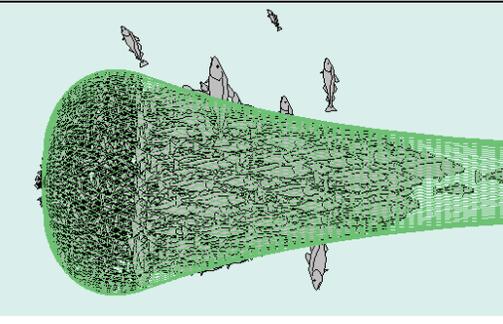
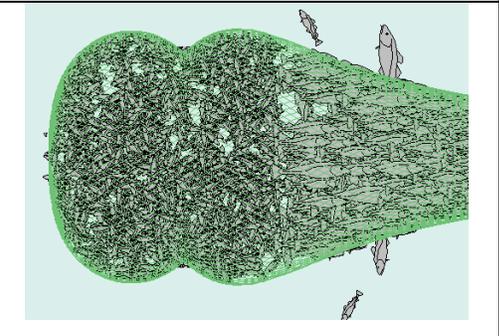
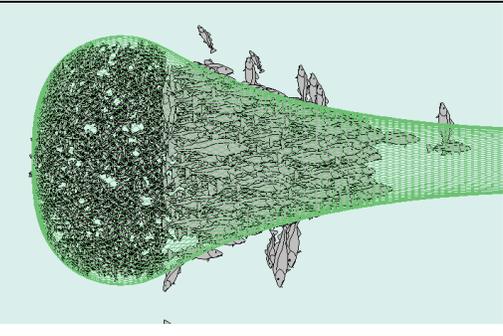
Tiempo (min)	Con cinturón restrictor	Sin cinturón restrictor
12		
25		
40		
100		

Figura 42. Visualización de la deformación del copo en distintas etapas de un lance simulado, con y sin uso de cinturones restrictores.

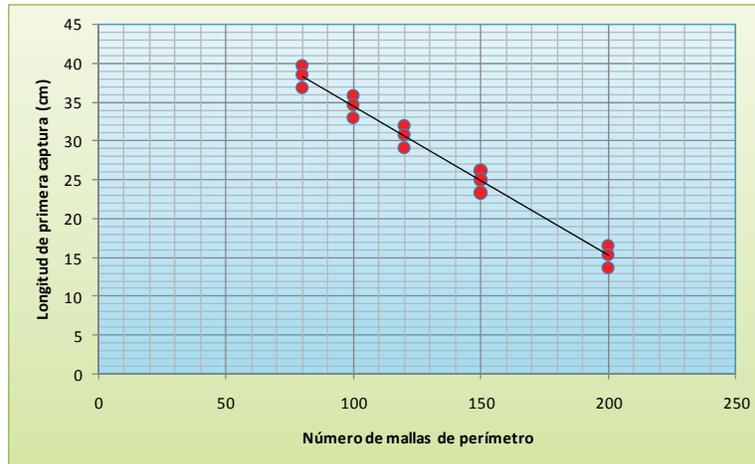


Figura 43. Relación entre el número de mallas de perímetro en el túnel/copo y la longitud de primera captura.

Si bien se evaluó el aporte de otras variables como el largo del túnel y copo, se determinó que el número de mallas del perímetro junto con el tamaño de luz de malla y el uso de cinturones fueron aquellas variables que permiten explicar la longitud de primera captura, siendo posible estimar una función lineal que describe la relación correspondiente a $L_{50}=40,883-0,192*NMP+0,084*Luz\#+2,828*CINT^2$ siendo $R^2=0,96$ (Tabla 35).

Tabla 35. Coeficientes y significancia del modelo de regresión lineal que explica la longitud de primera captura (L50).

Modelo		Coeficientes		t	Sig.
		B	Std. Error		
(Constante)	b0	40.883	3.15	12.990	0.000
NMP	b1	-0.192	0.01	-26.391	0.000
LUZ#	b2	0.084	0.02	3.456	0.002
CINT	b3	2.828	0.68	4.188	0.000

² Se utiliza el valor 1 si utiliza cinturones y valor 2 si no utiliza cinturones

5.5.-Objetivos específico 5. Someter a juicio experto las alternativas selectivas identificadas, mediante lo cual se deberá seleccionar las modificaciones y/o dispositivos a desarrollar.

La realización del presente objetivo ha permitido no sólo buscar la orientación hacia los sistemas de selección tradicionales, sino también hacia las buenas prácticas en la extracción del recurso objetivo, considerando también modificaciones que permitan evitar el ingreso de especies no deseadas en el arte de pesca. En términos generales, el alcance del objetivo específico 5 se divide en dos; a) selección a la talla respecto a la especie objetivo y b) selección de especies.

5.5.1.- Selección a la talla.

a.- Formalización del programa de vigilancia de la operación de la flota de merluza común (PVOF) implementado por un grupo de armadores en conjunto con INPESCA.

Los expertos reconocen que el PVOF es un avance sustantivo para la protección de los ejemplares más juvenil del stock de merluza común, dado que cuenta tanto con objetivos, procedimientos y acciones de respuesta concretos. Estos son:

- i) Evitar la captura de la fracción más juvenil del stock, esto es cuando la proporción en número de ejemplares bajo 30 cm sea mayor al 35% en el lance.
- ii) Impedir la realización de un nuevo lance de pesca en la misma zona cuando se supere la proporción anterior.
- iii) Impedir la realización de operaciones extractivas en dicha zona en los 4 días posteriores al evento.

Sin embargo, para su implementación a toda la flota, y dado lo exitoso de la ejecución actual del proyecto, se ha recomendado lo siguiente:

- i) Establecer una talla de referencia según objetivos biológicos de administración pesquera.
- ii) Fundamentar la proporción de captura bajo talla de referencia permisible por lance.
- iii) Precisar el área alrededor de la cual se impedirá temporalmente la actividad extractiva.

- iv) Fundamentar el tiempo de “descanso” de la zona de pesca luego de haberse registrado un lance con resultados que no cumplan los objetivos establecidos.
- v) Establecer protocolos de registro a bordo y comunicación a toda la flota arrastrera merlucera.
- vi) Reconocer el procedimiento descrito como parte de un protocolo de buenas prácticas.

Por su parte, los usuarios señalan que este programa ha sido de gran utilidad para el sector, ya que junto con mejorar las tallas medias de captura se ha logrado un cambio en la forma de hacer las cosas, lo que puede ser entendido como un cambio cultural al interior de la industria.

Al respecto los presentes en taller de discusión de resultados con la administración pesquera en taller llevado a cabo el 9 de diciembre del 2009, recomendaron que ésta iniciativa pudiera ser llevada al sector industrial que opera con las embarcaciones de menor envergadura, que aunque dan cuenta de una fracción menor de las capturas de merluza común, tienen una mayor participación en la captura de fauna acompañante en términos relativos a su propia captura, dada sus áreas de operación.

b.- Evaluar mejoras del desempeño de los paneles de mallas cuadradas.

Se identificaron tres aspectos con los cuales es posible mejorar el desempeño de los paneles de mallas cuadradas, correspondientes a:

- i) Ampliar el área de cobertura de los paneles en la red, dado que la probabilidad de escape estará en directa relación al área disponible para poder atravesar en forma efectiva el panel. En la práctica, es posible llegar incluso a emplear la totalidad de la sección posterior de la red de mallas cuadradas, con lo cual la probabilidad de escape aumenta.
- ii) Incorporar paños de distinto color de tal manera que se generen contrastes, en particular usando materiales que produzcan diferencias de tonalidades que puedan ser detectables por los peces. Por ejemplo, empleando hilos de color blanco en las mallas que conforman el panel de escape.
- iii) Incorporar “fondos falsos” en la sección posterior (de popa) del panel, de tal forma que se estimulen las reacciones de escape de los peces. Esto se basa en la existencia de bajos niveles de reacciones en la sección del túnel observados mediante filmación submarina.

Algunos usuarios ya han incorporado cambios significativos en cuanto al área de cobertura de los paneles de escape, ya sea en el túnel y copo como también en las últimas secciones o cuerpos con corte de la red (antecopos). Así también, se advierte que paños de distintos colores y fondos falsos podrían contribuir en mejorar el desempeño de estos sistemas de selección.

c.- Evaluar mejoras en el diseño de túneles-copos.

Se identificaron cuatro aspectos que contribuyen de manera significativa en la selectividad a la talla en túneles y copos de redes de arrastre, correspondientes a:

- i) El aumento en el claro de malla (luz de malla) permite aumentar la longitud de primera captura, sin embargo inclinarse por esta alternativa debe considerar la composición de tallas poblacional. Se debe cautelar en este caso que los peces que se deseen dejar en el medio deberán escapar en la profundidad de operación del arte, y no en la superficie como consecuencia de la menor tensión de las mallas.
- ii) El número de mallas de perímetro parece corresponder a una de las principales variables que determinan la probabilidad de escape, ya que al disminuir las mallas en el perímetro se incrementa la deformación del copo y, a su vez, la abertura de las mallas.
- iii) La existencia de cinturones, tanto en términos de cantidad y su separación, inciden en la selectividad intraespecífica de merluza común, ya que se restringe la deformación de las mallas debido a la captura en su interior.
- iv) Evaluar el uso de mallas rotadas en 90°, comúnmente conocidas como T90, las que permiten una mayor área interna utilizable para el escape de peces pequeños. Esto se debe a la imposibilidad de deformación o cierre total de la malla producto del tamaño y orientación de los nudos que conforman los paños.

A juicio de los usuarios, un aumento en el claro de malla no es beneficioso para la pesquería, debido a que podría generarse la salida de la captura muerta en superficie durante el proceso de virado del arte, esto asociado a la menor tensión en los hilos de la red. El número de mallas por su parte debería evaluarse para saber si aporta en mejorar la selectividad del arte, pero se reconoce a priori que también podría generar escape de peces muertos en superficie. En cuanto al uso de cinturones, los

usuarios consideran que es una variable sensible ya que es una limitación condicionada por la maniobra de pesca asociada a la rampa, y que no alternativas respecto a su uso.

La administración pesquera, propone en éste caso, una evaluación de un diseño piloto que recoga las modificaciones propuestas. Obteniéndose de ésta forma una cuantificación de los impactos en la reducción intraespecífica y de la fauna recurrente.

5.5.2.- Selección a la especie

a.- Evaluar modificaciones en la sección frontal de las redes de arrastre (boca de la red), para reducir captura principalmente de fauna sensible y/o recurrente tales como a) Rayas, b) Tiburones, c) Pejerratas, d) Jaibas y e) Lenguados.

Al respecto, se propone:

- i) Diseño modificado de las redes de arrastre de fondo, las cuales deberán poseer mallas de mayor tamaño en la sección frontal.
- ii) Diseño modificado del tren de arrastre o rockhopper, buscando considerar al menos un 50% de espacios libres entre discos de caucho para facilitar el paso de la fauna no deseada. Así también, se deberá evaluar la distancia óptima entre el tren de arrastre y la relinga inferior de la red.

Los usuarios reconocen que la magnitud de la fauna acompañante es baja y quizás la cantidad no sea mérito suficiente para realizar modificaciones mayores al arte que pudiesen condicionar el éxito de captura de la especie objetivo. Se destaca que experiencias realizadas en este sentido, en forma experimental por una empresa, no llevaron a resultados alentadores, evidenciándose bajos rendimientos de captura objetivo, lo cual exige tomar con precaución cualquier modificación.

5.6.-Objetivos específico 6. Elaborar los planos técnicos de las alternativas seleccionadas y documentos de divulgación que incorporen las modificaciones y/o dispositivos para reducir la captura no deseada.

5.6.1. Propuestas de modificaciones para evaluar.

a.- Planos técnicos

Considerando el amplio uso actual de redes de arrastre de fondo de dos paneles, se modificó el modelo tradicional Engel 130 (130 m de tela estirada de perímetro a nivel de la boca inferior de la red) para naves mayores a 1000 TRG, particularmente respecto al número y tamaños de malla en la sección frontal de la red. Para ello, se emplearon los tamaños de malla usados en la red “Eliminator trawl”, diseño exitosamente evaluado en el Atlántico Norte para la pesquería de haddock, con el cual fue posible reducir drásticamente la captura de otras especies como el cod, rayas, monkfish y peces planos.

Los tamaños de malla corresponden en este caso a 2.400 mm en las alas de los paneles superior e inferior, disminuyendo luego a 800 mm en un cuerpo de transición antes de cielo en el panel superior y el primer cuerpo del vientre en el panel inferior. Posteriormente, las mallas se reducen a 200, 160 y 120 mm de manera gradual para favorecer el desempeño hidrodinámico del arte (Figura 44). Cabe destacar que el plano adjunto esta confeccionado en el software DynamiT, el cual emplea el valor del tamaño de barra o tamaño de media malla (mesh side), razón por la cual debe interpretarse cuidadosamente.

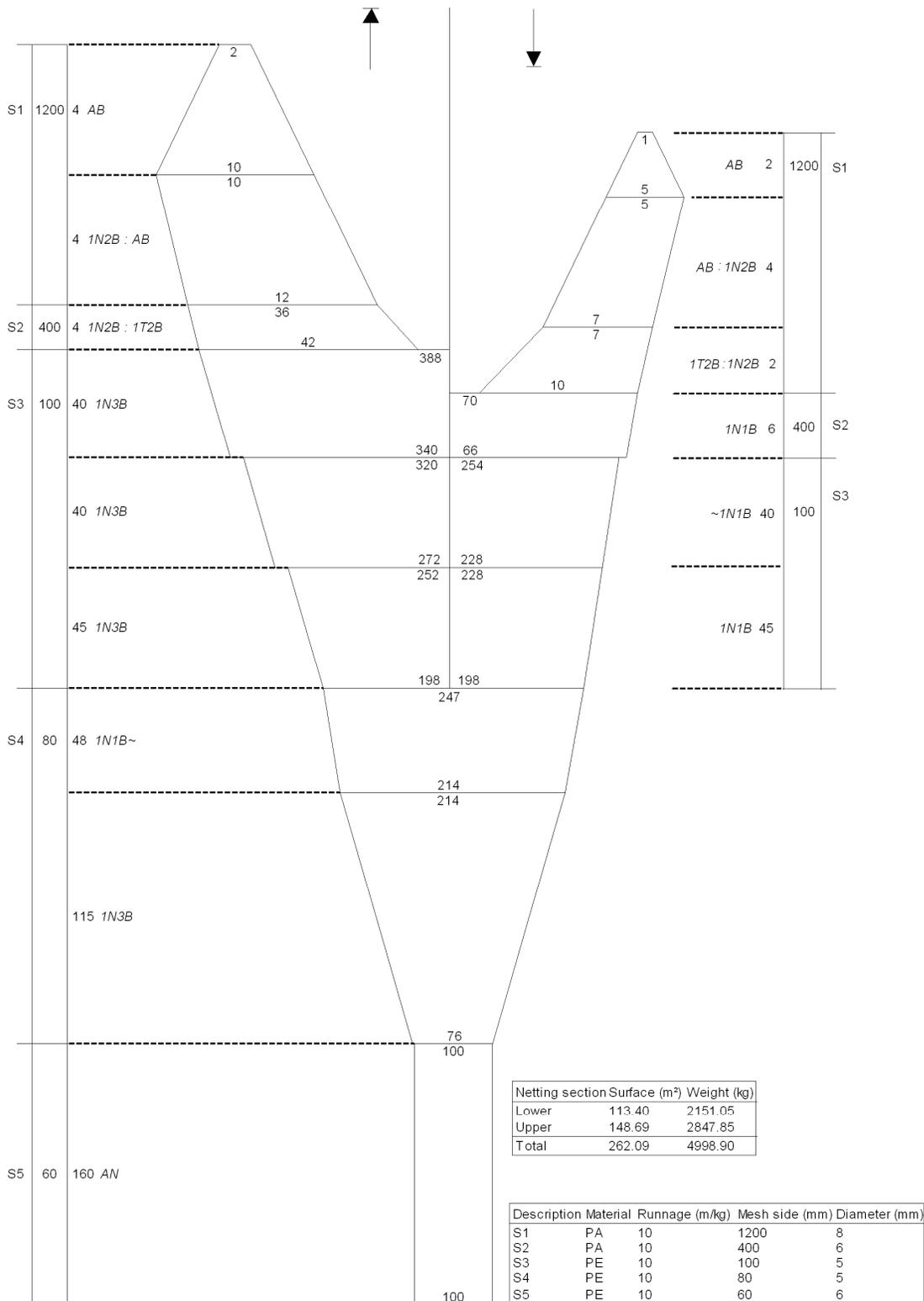
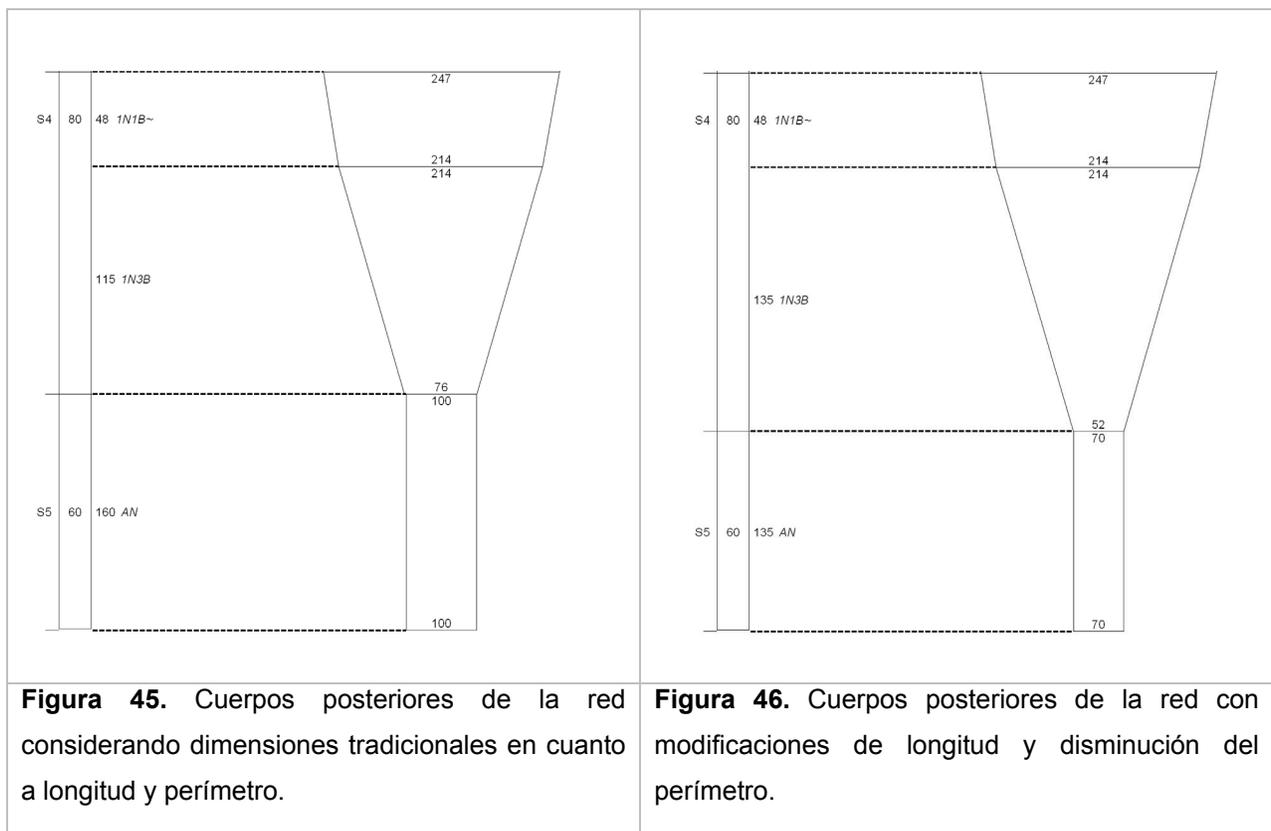


Figura 44. Plano de una red de arrastre de fondo de dos paneles modelo Engel modificada.

b.- Perímetro del túnel y copo

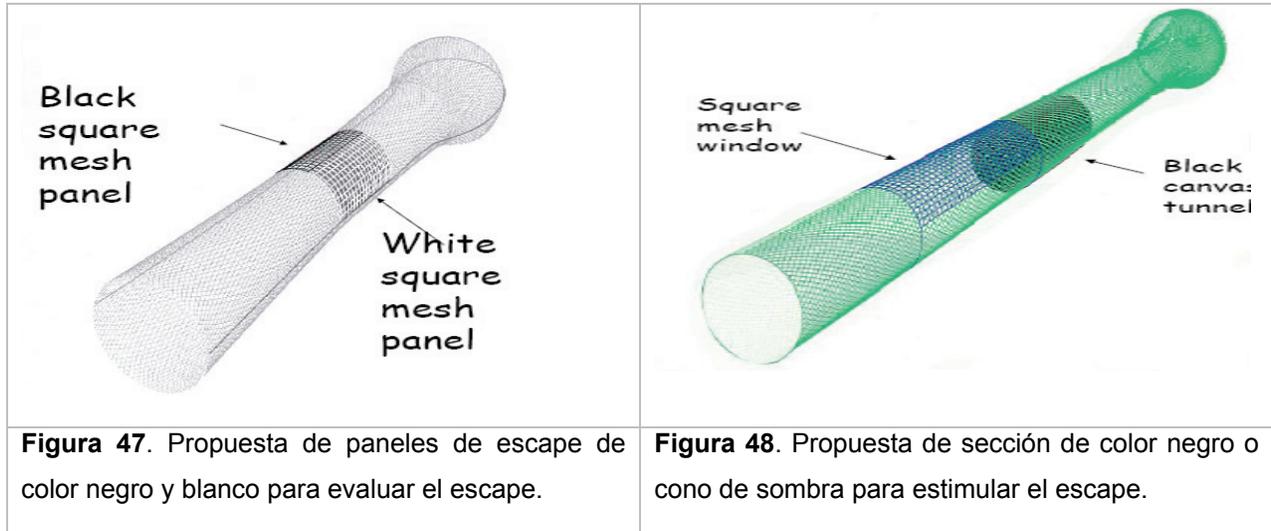
Para aumentar la probabilidad de escape y aumentar la talla de primera captura, se propone evaluar la reducción del perímetro del túnel y copo de la red. Para el caso anterior de la red Engel 130, se propone evaluar con un 30% menos de perímetro, equivalente a 140 mallas de 120 mm frente a la situación actual (Figuras 45 y 46). Dada la envergadura de las redes, lo más factible en términos metodológicos es operar con dos naves de manera simultánea; una con la red actual sin modificar y la otra con una disminución en el perímetro del túnel y copo del 30%.



c.- Experiencias con contrastes de colores y fondo falso

Se propone evaluar el uso de paños de color blanco en la mitad longitudinal del panel de escape de malla cuadrada, mientras que la otra mitad se mantiene con paños de color negro como se ha utilizado hasta ahora (Fig. 47). De esta manera será posible verificar si el efecto del color del paño incide en el éxito de escape. Para ello se debería ubicar sobrecopos en cada una de las secciones de paño de

los paneles de escape. Así también, la evaluación debería considerar en forma simultánea el uso de una sección de paño negro o un cono de color oscuro (Fig. 48), ubicado en la parte posterior del panel de escape, esto con la función de estimular el escape en el área en que se ubica el panel de malla cuadrada.



5.6.2. Documentos de divulgación.

a.- Artículo científico en revista Fisheries Research: Artículo en etapa final de revisión.

Título

Direct observation of Chilean hake (*Merluccius gayi gayi*) behaviour in response to trawling in a South Central Chilean fishery

Abstract

The behaviour of Chilean hake (*Merluccius gayi gayi*) in a bottom trawl was observed with an underwater camera positioned in the trawl mouth and in the front of the codend extension. Significant differences were observed in the fish behaviour in the two sections, demonstrating that this species is more active in the mouth of the net. The fish activity was lower in the trawl extension, where the fish were merely carried by the flow into the net.

b.- Artículo científico en revista Latin American Journal of Aquatic Research: Artículo en etapa final de revisión.

Título

Selectividad teórica de grillas rígidas y paneles de escape en la pesquería de arrastre de merluza común (*Merluccius gayi gayi*)

Resumen

Se estudia la selectividad teórica de dos sistemas de selección de captura, basándose en la relación entre morfología y probabilidad individual de escape según la dimensión característica de cada sistema selectivo. El primero corresponde a una grilla rígida, en cuyo caso se empleó el ancho post-opercular para determinar la separación entre barras que permite disminuir la retención de ejemplares juveniles, estimándose que una separación de 40 mm permitiría una talla de retención al 25% de 368 mm y al 50% de 386 mm, con un rango de selección de 36 mm. El segundo sistema corresponde a paneles de escape de malla cuadrada, empleándose en este caso el perímetro post-opercular como factor determinante de la probabilidad de escape, estimándose que el uso de un tamaño de malla de 80 mm permitiría una talla de retención al 25% de 379 mm y al 50% de 394 mm, con un rango de selección de 30 mm. Se discute el alcance de los estimados y la aplicabilidad de estos sistemas en la pesquería de arrastre de merluza común con fines de sustentabilidad.

c.- Seminario Internacional “Selectividad para la sustentabilidad de pesquerías demersales”

El evento tuvo por objetivo exponer y discutir alternativas tecnológicas destinadas al mejoramiento de la pesca de recursos demersales, como son las especies de merluza sudamericanas, a fin de hacerla ambientalmente más limpia y asegurar la sustentabilidad de la actividad extractiva. Entre las distintas exposiciones destacaron las experiencias de modificación de artes de arrastre mediante dispositivos de escape de fauna acompañante, cambios de configuraciones de mallas para permitir el escape de ejemplares de pequeño tamaño y el desarrollo de protocolos para modificar la operación de la flota de pesca a fin de no vulnerar peces juveniles. En esta actividad contó con la participación de cerca de 100 asistentes y relatores nacionales y extranjeros de instituciones de investigación y empresas privadas.

d.- Difusión

La difusión en la página web del Laboratorio de Tecnología Pesquera está en etapa preliminar de diseño y revisión de contenidos. Se espera por cierto que el proyecto en su etapa de revisión formal sea aprobado por el CIP para proceder a la difusión de los principales resultados. En esta web se entregarán también los planos técnicos contenidos en el presente informe.

6.- ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

Las propiedades de selectividad del arte de arrastre varían en función a diversos elementos, como son la forma y el tamaño de malla (MacLennan, 1992; Robertson & Stewart 1988; Thorsteinsson, 1992; Suuronen, 1995; Halliday *et al.*, 1999), el claro de malla y el coeficiente de abertura de la malla (Glass & Wardle, 1995 b; Yanase *et al.*, 2007; Madsen, 2007), lo que se asocia a la morfología transversal del pez en relación a la disponibilidad de la abertura de las mallas (Wileman *et al.*, 1996; Madsen *et al.*, 2006). Sin embargo se reconoce que los copos también varían en tamaño, diseño y construcción, en los materiales usados (Tokac, *et al.*, 2004), diámetro de los hilos (Lowry & Robertson, 1996; Özbilgin & Tosunoglu, 2003; Herrmann & O'Neill, 2006, Sala *et al.*, 2007), relación de aspecto, junto con otras características que pueden tener un efecto sobre la selección (Kynoch *et al.*, 1999; Lowry, 1995; Lowry & Robertson, 1996; Sala *et al.*, 2006, 2007a,b; Shevtson, 1979; Herrmann, 2005; Sala *et al.*, 2006). Así, el desempeño de la red cambia durante el arrastre debido a variaciones temporales y espaciales (Özbilgin *et al.*, 2006), por el tipo y tamaño del buque (Bohl, 1980; Tschernij & Holst, 1999; Tschernij & Suuronen, 2002), la configuración y extensión del copo (Robertson & Ferro, 1988; Reeves *et al.*, 1992; Galbraith *et al.*, 1994; Broadhurst & Kennelly, 1996; Lok *et al.*, 1997; Broadhurst *et al.*, 2006 a), el volumen de captura (Erickson *et al.*, 1996, Campos *et al.*, 2003; Herrmann, 2005), la velocidad de arrastre (Broadhurst, 2006 b; Pope *et al.*, 1975; Robertson & Stewart 1988; Wardle, 1983; Lowry *et al.*, 1998; Madsen *et al.*, 1998, 2002; Madsen & Holst 2002), la configuración del borlón (Engas & Godo, 1989; Walsh, 1992) y un conjunto de otros factores ambientales, operativos y variaciones de diseño (Wileman *et al.*, 1996; Tschernij & Suuronen, 2002).

La malla de forma romboidal en algunas secciones del arte tiene una tendencia a cerrarse, lo que reduce su eficacia a la selectividad en comparación con mallas cuadradas, que permanecen abiertas durante el arrastre (Robertson, 1986; Isaksen & Valdemarsen 1986, Robertson & Stewart 1988; Halliday *et al.*, 1999; Suuronen & Millar 1992; Lehman *et al.*, 1993; Fonteyne & M'Rabet, 1992; Walsh *et al.*, 1992; Broadhurst, 2000; Catchpole & Revill, 2008), y se ejerce una menor resistencia al avance del buque (Sarda & Bahamon, 2008). Por su parte, las mallas rotadas del copo, son las mallas estándar romboidales que se utilizan en los diferentes paneles de las redes que se rotan en 90° en dirección al arrastre, aumentando el área interna de las mallas, superficie que puede ser utilizada por los peces para escapar (Moderhak & Wienbeck, 2003).

Los materiales usados en la construcción pueden influir en la selectividad (Catchpole & Revill, 2008), reconociéndose que las redes de PE presentan baja selectividad comparadas con redes de PA, lo cual se relaciona con la extremada rigidez y su menor porcentaje de elongación (Holden, 1974; Klust, 1982; Ferro & O'Neill 1994; Sala *et al.*, 2007). El grosor de los hilos afecta la abertura de las mallas, la rigidez de los hilos, la fuerza necesaria para deformar las mallas, el área sólida como barrera visual (Herrmann & O'Neill, 2006; Lowry & Robertson, 1996; Glass *et al.*, 1993). La visibilidad del hilo varía de acuerdo a su diámetro, el color y el ángulo en relación con la superficie del agua (Glass *et al.*, 1993; Kim & Wardle, 1998; Catchpole & Revill, 2008). Por lo tanto, el diámetro del hilo y/o el color empleado en la construcción de las mallas de un copo como de un panel de malla cuadrada influiría en su eficacia (Polet & Redant, 1994; Briggs *et al.*, 1992; Revill *et al.*, 2007).

Los dispositivos de escape (BRDs) son una opción que permite reducir la captura de ejemplares juveniles y/o fauna acompañante según sus propios objetivos de selección, encontrándose entre ellos dos categorías; la primera incluye diseños que mecánicamente excluyen organismos que son de tamaño más grande (Isaksen *et al.*, 1992; Larsen & Isaksen, 1993; Maartens *et al.*, 2002; Suuronen *et al.*, 1996; Kvalsik *et al.*, 2002; Christian & Harrington 1987) o más pequeño (Larsen e Isaksen 1993; Graham *et al.*, 2004) que la especie objetivo. La segunda categoría son aquellos diseños que emplean el comportamiento activo de los peces para escapar a través del arte (Robertson & Stewart, 1988; Walsh *et al.*, 1992; Dahm *et al.*, 1995; Grimaldo *et al.*, 2009; Robertson & Stewart, 1988; Tschernij *et al.*, 1996; Madsen *et al.*, 1999; Madsen *et al.*, 2002), siendo relevante la posición y el tamaño de malla utilizado en este último caso (Graham *et al.*, 2003; Madsen *et al.*, 2002; Madsen *et al.*, 1999; Graham & Kynoch, 2001; Briggs, 1992; Arkley, 1990; O'Neill *et al.*, 2006)

Diversas variables de la operación también pueden incidir sobre la selectividad del arte de pesca, como son el movimiento del buque debido al estado del mar (Pichot *et al.*, 2009; Madsen *et al.*, 2008; O'Neill *et al.*, 2002; Polet y Redant, 1994; Madsen *et al.*, 2008), la duración de los lances (Wardle, 1983, 1986; Fonseca *et al.*, 2007; Dahm *et al.*, 2002), la velocidad de arrastre (Jones *et al.*, 2008; Gabr *et al.*, 2007b), y a velocidad del flujo dentro de la red (Pichot *et al.*, 2009; Engas *et al.*, 1999; Broadhurst *et al.*, 2002).

Respecto a los artes utilizados en la pesquería de merluza común en la zona centro-sur, se identificó el uso preferente de ocho diseños de redes por parte de la flota arrastrera, de dos y cuatro paneles, empleando principalmente paños de PE trenzado con nudo, con hilos entre 3 y 6 mm. Estas redes se caracterizan por poseer una longitud de relinga que fluctúa en un amplio rango entre 29,3 y 84,3 m, longitud total de las redes varía entre 50,0 y 111,1 m, perímetro entre 68,8 y 225,0 m, longitud de las alas del panel superior entre 10,4 y 37,4 m, longitud del cuerpo superior fluctúa entre 24,5 y 71,1 m y longitud del cielo en tanto fluctúa entre 2,0 y 10,6 m. Lo anterior determina diferencias considerables en el desempeño de las redes determinado mediante simulación dinámica. Así, se estima que su altura a

nivel de la boca inferior fluctúa entre 2,0 y 6,7 m, existiendo una correlación directa de esta variable con el perímetro de las redes. La magnitud de la resistencia total, consecuencia de la velocidad de arrastre y el área sólida de la red, fluctúa en un amplio rango, específicamente entre 7.000 y 30.000 kg.

En las capturas de merluza común participa una variedad de especies que constituyen la fauna acompañante de la pesquería de esta especie. Al respecto, existe una enorme diferencia entre el número de especies que son recurrentes en la pesquería respecto de aquellas que se han detectado en los cruceros de evaluación directa, y que son común y frecuentemente consignadas como la fauna acompañante de la merluza. En tal sentido, se debe hacer la diferencia entre la fauna asociada al hábitat de merluza común, respecto de la fauna acompañante de la pesquería propiamente tal, o by-catch.

En el caso de la fauna asociada al hábitat de merluza común, el análisis de la información colectada como “fauna acompañante” en los cruceros de evaluación directa entre los años 2000 y 2007, realizados en el marco de Proyectos del Fondo de Investigación Pesquera (FIP) se identificaron 112 taxa, de los cuales 58 correspondieron a peces óseos (51,8% de los taxa identificados), 26 a peces condriictios (23,2%), 15 crustáceos (13,4%), 4 cefalópodos (3,6%), 2 equinodermos, 2 gastrópodos, 2 esponjas, 1 actínido, 1 asteroideo y 1 scyphozoo.

En el segundo caso, a partir de la información contenida en las bases de datos del Programa SIMEC (Sistema de Información de Merluza Común) del Instituto de Investigación Pesquera entre enero de 2001 y septiembre de 2009, se identificaron 50 taxa, correspondiendo a 29 taxa de peces óseos, 11 crustáceos, 3 cefalópodos, 2 rajiformes y 5 escualiformes, destacándose inmediatamente que el número de taxa presentes en las capturas comerciales es significativamente inferior al número de taxa encontrados en los cruceros de evaluación directa.

Según la apreciación de los usuarios de las pesquerías de merluza común, merluza de cola y besugo, la especie más recurrente en los lances de merluza común corresponde a Jibia, seguida de lenguados, en merluza de cola la jibia en un 100% de los lances, mientras que en besugo se dividen en partes iguales jibia, merluza común y pejerratas.

Una comparación entre los usuarios de naves mayores y menores a 1.000 HP, no arrojó diferencias en cuanto a la principal especie (jibia), pero si entre los restantes recursos, asociado a la cobertura espacial, las dimensiones y características de las redes usadas, y a los caladeros frecuentados por cada tipo de flota.

En la pesquería de merluza común, tanto en el año 2008 como entre enero y septiembre de 2009, la especie de la fauna concurrente en la pesquería más importante fue la jibia, seguida de langostino colorado, mientras que en la pesquería de merluza de cola en el año 2008, la principal

especie acompañante fue merluza común, seguida de jibia. Esta situación se corresponde con la apreciación de los usuarios de las pesquerías de merluza común, merluza de cola y besugo, quienes señalan que la especie más recurrente en los lances de merluza común corresponde a jibia, seguida de lenguados, en merluza de cola la jibia en un 100% de los lances, mientras que en besugo se dividen en partes iguales jibia, merluza común y pejerratas. A la vez, la comparación entre los usuarios de naves mayores y menores a 1.000 HP, no arrojó diferencias en cuanto a la principal especie (jibia), pero sí entre los restantes recursos, asociado a la cobertura espacial, las dimensiones y características de las redes usadas, y a los caladeros frecuentados por cada tipo de flota.

La comparación interanual de fauna concurrente con el análisis de cluster permitió establecer dos grupos de acuerdo a un nivel de similitud de 0,57, a saber: el Grupo 1 compuesto por los años 2005 a 2009 con las especies asociantes merluza común, reineta, lenguado de ojos grandes, jaiba araña y jibia, y el Grupo 2 compuesto por los años 2001 a 2004, donde las especies asociantes fueron pejegallo, lenguado de ojos grandes, chancharro, merluza común y jaiba mora, y jibia.

Los resultados de este análisis difieren de los presentados por Molina *et al.* (2009) derivados del análisis de la fauna acompañante de merluza común a partir de los datos de los cruceros de evaluación directa, quienes señalan que la situación histórica de similitud de la fauna asociada al hábitat de merluza común, pone en evidencia que no se han producido grandes perturbaciones en el ecosistema marino demersal de la zona centro-sur que alteren la estructura de la fauna, ya que las especies que estructuran estas comunidades son siempre las mismas.

Al respecto, existe coincidencia entre los resultados de Molina *et al.* (2009) y los presentados en este documento en cuanto a que las especies que componen la comunidad demersal de la zona centro-sur de Chile son las mismas, en consecuencia, las diferencias entre ambos estudios, que se evidencian en la conformación de dos grupos de años, se deben a la participación que tienen algunas especies en la estructura de dicha comunidad, destacándose el caso de la jibia, especie que se constituyó como especie clave en la clasificación del Grupo 1.

En términos del comportamiento de los peces es necesario considerar que estos son animales complejos que muestran un amplio repertorio de respuestas a los estímulos naturales y antropogénicos. Estos animales multisensoriales son capaces de recibir y transmitir diferentes y variadas señales, y son capaces de aprender, estresarse, comunicarse y sentir dolor. El comportamiento de un pez en respuesta al arrastre ha sido descrito como una combinación de respuesta optomotora y rheotaxis, ambas contribuyendo a la capacidad de los peces para escapar a la captura de la red (Watson, 1993). Una respuesta optomotora es fácil de reconocer, ya que los peces se mantienen en pausa o van avanzando junto con el arte de pesca (Harden-Jones, 1963). La rheotaxis se define como el movimiento de un organismo en respuesta a un corriente de agua o aire, y permite a los peces demersales detectar

mediante su línea lateral y responder de manera diferente a flujos de agua turbulentos y gradientes de presión cuando la visibilidad es escasa (Wardle, 1993).

El comportamiento de escape involuntario en respuesta a estímulos de la red se puede explicar a través de la visión (Kim, 1998), flujos de agua y habilidad de nado (Main & Sangster, 1991; Videler & Wardle, 1991; Kim & Wardle, 1997; Breen *et al.*, 2004; Winger *et al.*, 2000; Winger *et al.*, 2004) y puede incluir memoria y aprendizaje (Soria *et al.*, 1993; Özbilgin & Glass 2004). En consecuencia, el comportamiento de los peces en el copo es un importante elemento que puede afectar a la selectividad (Chen *et al.*, 1991; Omoto *et al.*, 1998; O'Neill *et al.*, 2006; He, 2007; Herrmann & O'Neill, 2006). Así, se reconoce que algunos peces reaccionan inmediatamente a los cambios de penetración de la luz y reorientan su natación en dirección hacia las mallas abiertas en la salida del dispositivo de escape, es decir, el pez trata de escapar tan pronto como entra en contacto con éste. (Ferro *et al.* 2008).

Las respuestas de algunas especies son generalmente particulares y determinadas por factores tales como la visión, habilidades de percepción auditiva, capacidad natatoria, morfología y condición fisiológica del pez (Kim & Wardle, 2003). Se ha indicado que en ciertas épocas los peces escapan más fácilmente de las redes de arrastre (Ferro *et al.*, 2008), lo que podría asociarse a procesos biológicos de la especie (Tschernij & Suuronen, 2002) y a factores propios del medio, como la temperatura. El rendimiento de natación de un pez, establecido a partir de su resistencia y velocidad de nado está cercanamente relacionada a la temperatura del mar y a su tamaño (Wardle, 1983) y en la boca de la red esta velocidad dependerá de la velocidad de arrastre del arte de pesca (Wardle, 1976). Cuando ocurre un cambio en la temperatura del agua, se espera que afecte a la velocidad de escape de los peces y por lo tanto a la selectividad del arte de pesca (Özbilgin & Wardle, 2002; He, 1993; Videler, 1993; Özbilgin, 2002).

De acuerdo a lo señalado por Wardle (1993), cuando los niveles de luz están por sobre el umbral de visión hay una secuencia de eventos de la conducta de los peces principalmente limitado por la natación de éstos lo que hace que sea más fácil su ingreso al copo. Por lo tanto, el aumento en la intensidad de la luz mejora la capacidad de los peces para escapar del arrastre, y en especial a baja velocidad. A mayores velocidades de arrastre algunos pocos peces podrían escapar bajo condiciones de luz (Gabr *et al.*, 2007b; Kim & Wardle, 1998; Glass *et al.*, 1993, 1995; Jones *et al.*, 2004).

Hay otros aspectos distintos al diseño de las artes que también pueden influir en la selectividad, como la forma del cuerpo y la estructura de talla (Efonov *et al.*, 1987; Willeman *et al.*, 1996; Stegiou & Karpouzi, 2003; Tosunoglu *et al.*, 2003a; Mendes *et al.*, 2006; Santos *et al.*, 2006). Para las distintas especies de peces, la circunferencia del cuerpo o perímetro es considerada como el principal rasgo morfológico determinante de la retención de un determinado tamaño de malla (Hamley, 1975; Willeman *et al.*, 1996; Reis & Pawson, 1992; Hovgard & Lassen, 2000). En consecuencia el perímetro y sus

dimensiones asociadas (altura y ancho) se consideran parámetros críticos en la comprensión del proceso de selección de los artes (Efanov *et al.*, 1987; Reis & Pawson, 1999).

Mediante las filmaciones submarinas realizadas en el presente proyecto, queda de manifiesto que existen diversas tallas que participan en las capturas y podrían eventualmente ser seleccionadas por comportamiento antes de su ingreso al arte de pesca. Así, jaibas, pejerratas, lenguados, rayas y tiburones no presentan reacciones de escape significativas, razón por la cual algunas modificaciones en la sección frontal del arte permitirían su salida del arte de pesca, evitando de este modo hacer la selección a nivel del túnel y copo.

Los resultados del estudio teórico demuestran la importancia de emplear las características morfológicas de los peces para el correcto diseño de dispositivos de selección de captura. Aunque aparentemente corresponda a un procedimiento básico, es común constatar la prueba y error como medio para precisar las características selectivas de dispositivos de escape, no obstante es factible realizar una simple estimación previa para disminuir el riesgo de fracaso y reducir los costos involucrados en fases experimentales posteriores. Este estudio supone la misma probabilidad de encuentro para todos los individuos capturados, reconociéndose como una debilidad del procedimiento aplicado, ya que en el caso de grillas rígidas esta probabilidad es superior a la de paneles de escape donde el encuentro entre el pez y el panel depende de otros factores como el enmascaramiento visual y la proximidad (Graham & Kynoch, 2001). No obstante lo anterior, la estimación de separaciones de barra y perímetros internos de malla según objetivos biológicos de sustentabilidad son ampliamente válidos para ser evaluados en terreno, sólo pudiendo determinarse el éxito real bajo un diseño experimental adecuado.

Las comparaciones directas entre experiencias de selectividad son difíciles de realizar debido a los distintos diseños de dispositivos, y del comportamiento y morfología de los recursos objetivo de captura. Bajo esta consideración es posible indicar que los resultados obtenidos por Ercoli *et al.* (2000) con grilla rígida en merluza argentina (*Merluccius hubbsi*) son bastantes similares a los obtenidos en el presente trabajo, determinando que el valor de L_{50} es de 350 mm con una separación entre barras de 36 mm, mientras que este trabajo estimó en 362 mm la talla de retención al 50% para esa misma configuración de grilla. Se destaca que la grilla rígida presenta desventajas operacionales que son difíciles de superar, generando gran resistencia de la tripulación para su uso en Sudamérica.

Respecto a los paneles de escape, Salazar *et al.* (2004) determinaron que el uso de paneles de malla cuadrada de 90 y 120 mm permite el escape de peces juveniles de merluza (*Merluccius gayi peruanus*), llegando incluso a permitir el escape de ejemplares de 420 mm de longitud con el panel de mayor tamaño de malla. Sin embargo, la fracción retenida en el copo posee una estructura de tallas similar en ambos casos, lo cual puede explicarse por la estructura poblacional vulnerada por el arte de pesca. Un caso similar puede extrapolarse del trabajo realizado por Melo *et al.* (2005), quienes estimaron

que el valor de I50 en la captura de merluza común (*M. gayi gayi*) fluctúa entre 314 y 328 mm empleando malla cuadrada de 90 mm (180 mm de perímetro interno), valor cercano a la media poblacional observada del recurso en ese período (Gálvez, 2005). Sin embargo, la dimensión de la malla cuadrada utilizada permitiría el escape de ejemplares superiores a dicha longitud, estimándose por vías indirectas en 413 mm el I50 y registrándose escapes de ejemplares hasta 460 mm de longitud, superando ampliamente la media poblacional.

El análisis de los trabajos de selectividad por tamaño de malla que se han realizado en la pesquería de merluza común, conducen a confirmar que el uso de 100 mm de claro o luz de malla es un valor apropiado conforme a un talla referencial de 37 cm de longitud total. Por lo tanto, valores mayores podrían llevar a escape de peces muertos durante el proceso de virado del arte de pesca debido al aflojamiento (disminución de tensiones) en los hilos del copo.

Por su parte, mediante la simulación del proceso de escape de merluza común mediante el software PRESEMO, se determinó que las variables claro de malla, número de mallas de perímetro y el uso de cinturones en la red contribuyen en forma significativa en la talla de primera captura. El número de mallas de perímetro es quizás la variable que sea más relevante en evaluar a corto-mediano plazo, ya que las otras (claro de malla y cinturones) son difícilmente modificables dados los argumentos presentados en los resultados.

Los especialistas de Perú, Argentina y Chile que participaron en las consultas reconocen que el mayor aporte para lograr aumentar la talla media de captura es mediante el programa de vigilancia de la operación de la flota de merluza común (PVOF), ya que los sistemas de selección físicos (mecánicos o por comportamiento) no logran alcanzar alta eficacia. Se reconoce que este programa genera cambios en la conducta de la flota, y por lo tanto, en la cultura de los pescadores, siendo un avance sustancial en la obtención de ejemplares sobre tallas referenciales (biológicamente establecidas). Ellos también señalaron que una iniciativa de este tipo debe ser reconocida por todos, e idealmente debería ser implementada en la flota completa como buenas prácticas de extracción.

La opinión de los expertos respecto a la fauna acompañante se refiere a que las proporciones de captura de otras especies es baja, razón por la cual no existe mérito suficiente para realizar cambios en cuanto a incorporar sistemas de selección al interior de la red. Esto se basa en la dificultad de seleccionar una baja proporción de fauna acompañante, estimándose que seguramente se produciría demasiada pérdida de captura objetivo. Si eventualmente se debiera avanzar en la reducción de la fauna acompañante, los expertos reconocen que la propuesta de modificar la sección frontal de la red podría contribuir de mejor forma a los objetivos perseguidos, no obstante requiere de su evaluación en terreno. Los usuarios mediante reuniones y encuestas perciben que la proporción de fauna acompañante es muy baja, siendo variable por zona de pesca en cuanto a cantidad y diversidad.

7.- CONCLUSIONES

Objetivo 1

- Se identificaron las principales características de diseño que incidirían en la selectividad de las redes de arrastre, correspondiendo al ángulo de entrada de la red, perímetro de la red, perímetro del copo, altura en la boca, longitud del copo, tipo y longitud de estructuras anexas (malletas y estándares), tipo de borlón, entre otras.
- La principal característica de armado de la red se refieren al coeficiente de embande que determina la abertura de las mallas, mientras que las características de construcción corresponderían al tamaño, forma y claro de malla, diámetro y color de los hilos, torsión y construcción de los hilos, material de los paños (PA-PE), otras estructuras generadoras de sonido, entre otras.
- Las variables asociadas al pez que influirán en la selectividad se refieren a su morfología y velocidad de natación, el desarrollo sensorial, tipo de musculatura y masa corporal, desarrollo reproductivo, entre otras.
- Algunas variables del medio corresponden a la profundidad, luminosidad, temperatura, condiciones del mar, mientras que las variables de operación relevantes corresponden a la velocidad de arrastre y los movimientos del barco debido a la condición de mar.
- Los principales diseños de redes utilizados durante los años 2008 y 2009 corresponden a redes de dos paneles, debido a la baja distribución vertical del recurso merluza común. Se observa también el uso de redes de cuatro paneles pero de bajo desempeño vertical.
- Las mallas empeladas en las redes de arrastre de fondo poseen distintos tamaños según las secciones que la conforman, disminuyendo gradualmente desde las alas hasta el copo, en un rango general entre 300 y 110 mm.
- Los hilos usados en el túnel y copo corresponden principalmente a materiales de PE trenzados con nudo, con diámetros de hilos variables entre 3 y 6 mm, con hilos simples y dobles según las dimensiones de la red.
- Se constató el uso de cinturones separados cada 0,8 o 1,0 m para restringir el perímetro del túnel y copo de la red, lo cual facilita la operación de virado por la rampa de las naves.
- Las redes usadas poseen longitudes de relinga que fluctúan entre 29,3 y 84,3 m, con longitud de las alas del panel superior entre 10,4 y 37,4 m y perímetros en la boca inferior entre 68,8 y 225 m.

Objetivo 2

- En las evaluaciones directas de merluza común en el marco de Proyectos del Fondo de Investigación Pesquera (FIP) entre los años 2000 y 2007 se reconoció 112 taxa de fauna acompañante.
- El 51,8% de los taxa identificados en las evaluaciones directas correspondió a peces óseos (n = 58), 26 taxa a peces condricios, 15 crustáceos, 4 cefalópodos, 2 equinodermos, 2 gastrópodos, 2 esponjas, 1 actínido, 1 asteroideo y 1 scyphozoo.
- En los registros de captura por lance de la pesquería de merluza común entre 2001 y 2009, se identificó solo 50 taxa, número significativamente inferior a lo observado en los cruceros de evaluación directa.
- De los 50 taxa identificados, 29 taxa correspondieron a peces óseos, 11 crustáceos, 3 cefalópodos, 3 rajiformes y 5 escualiformes.
- En la pesquería de merluza común en el año 2008, la principal especie de la fauna acompañante fue *Dosidicus gigas*, representando 2,32% de las capturas en peso y 0,12% en número, encontrándose en 44,4% de los lances de pesca analizados (825 lances). La segunda especie más importante fue *Pleuroncodes monodon* que representó 0,8% de las capturas en peso, encontrándose presente en 17,3% de los lances de pesca.
- Entre enero y septiembre de 2009, en la pesquería de merluza común la principal especie de la fauna acompañante nuevamente fue *Dosidicus gigas*, representando 2,32% de las capturas en peso, encontrándose en 44,4% de los lances de pesca analizados (576 lances).
- En la pesquería demersal de merluza de cola, en el año 2008, la principal especie de la fauna acompañante fue merluza común, la que representó 28,7% de las capturas en peso y 47,2% en número. La segunda especie más importante fue jibia que representó 7,7% de las capturas en peso, encontrándose presente en 44,7% de los lances de pesca.
- El análisis de clasificación de la fauna acompañante por años muestra la conformación de dos grupos, el primero con los años 2005 a 2009, donde la jibia resulta una especie clave dentro de la asociación y el segundo por los años 2001 a 2004 con las especies determinantes lenguado de ojos grandes y chancharro.
- En la caracterización morfológica de la fauna acompañante se encontraron relaciones significativas de tipo potencial entre las variables peso total y volumen potencial respecto de caracteres morfológicos de longitud y perímetro en el caso del tollo de cachos (*Centroscyllium nigrum*), chancharro (*Helicolenus legerichi*), lenguado de ojos grandes (*Hippoglossina macrops*), jaiba mora (*Homalaspis plana*), jaiba paco (*Mursia gaudichaudi*),

cabrilla común (*Paralabrax humeralis*), lenguado de ojos chicos (*Paralichthys microps*), pampanito (*Stromateus stellatus*) y raya volantín (*Zearaja chilensis*).

- Relaciones significativas de tipo lineal se encontraron entre las variables de longitud y perímetro en todas las especies estudiadas. En cambio, la variable razón peso-volumen, no se relacionó significativamente con otra variable en el caso de la raya volantín, lenguado de ojos grandes, lenguado de ojos chicos, pampanito, y jaiba mora.

Objetivo 3.

- Los peces son animales complejos que muestran un amplio repertorio de respuestas a los estímulos naturales y antropogénicos. Estos animales multisensoriales son capaces de recibir y transmitir diferentes y variadas señales, y son capaces de aprender, estresarse, comunicarse y sentir dolor.
- El comportamiento de un pez en respuesta al arrastre ha sido descrito como una combinación de respuesta optomotora y rheotaxis, ambas contribuyendo a la capacidad de los peces para escapar a la captura de la red.
- El comportamiento de escape de un pez está determinado por factores tales como la visión, habilidades de percepción auditiva, capacidad natatoria, morfología, condición fisiológica, flujos de agua, habilidad de nado, resistencia y velocidad de natación, intensidad de la luz, forma del cuerpo y la estructura de talla.
- Las reacciones de escape de merluza común son significativas a nivel de la boca de la red, pero disminuyen a medida que los peces se agotan en su aproximación al copo.
- Las especies de rayas, tiburones, jaibas, pejerratas y lenguados observados mediante filmaciones submarinas a nivel de la boca de la red no presentan reacciones de escape significativas.

Objetivo 4.

- Se establece que el tamaño de luz de malla establecido (100 mm) es pertinente conforme la tala referencial utilizada (37 cm) y la composición de tallas poblacional.
- Aumentar la talla de primera captura se logra en primer lugar con la implementación del programa de vigilancia de operación de la flota (PVOF) en la pesquería de merluza común.
- El mejoramiento de la talla de captura por la vía del arte de pesca se puede mejorar reduciendo el número de mallas en el perímetro de la red y aumentando el área de cobertura de los paneles de escape. Se propone evaluar también el uso de paneles de

distinto color (blanco y negro), así como cono de sombra, en ambos casos para aumentar los estímulos de escape.

Objetivo 5.

- Los expertos recomiendan apoyar y ampliar la cobertura del PVOF ya que reconocen su importancia y buenos resultados en el aumento de la talla media de captura.
- Los expertos señalan que las proporciones de fauna acompañante en las capturas son bajas, encontrándose en rangos aceptables de cualquier pesquería.
- Los usuarios reconocen que el PVOF ha sido exitoso en su implementación, y que junto al uso de paneles de malla cuadrada han permitido aumentar las tallas de captura.
- Algunos usuarios ya han aumentado el área de cobertura de sus paneles de escape, demostrando que esta variable es relevante para aumentar la probabilidad de escape de peces pequeños.

Objetivo 6.

- A modo de ejemplo, se desarrolló un plano técnico en base a la modificación de una red tradicional de dos paneles, la cual considera el uso de mallas grandes en la sección frontal (2.400 y 800 mm) para favorecer el escape de fauna acompañante.
- Se propone evaluar también la reducción del perímetro del túnel y copo para aumentar la probabilidad de escape a través de las mallas romboidales que lo conforman.

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 donde va Chile?. Editorial Universitaria S.A. Capitulo IX: 395-495.
- Alexander, R.M. 1993.** Buoyancy. In: Evans, D.H. (Ed.), The Physiology of Fishes. CRC Press, USA, p. 580.
- 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., 1(1): 39 pp.
- Arimoto, T., Park, J.S., Inoue, M., 1984.** Reaction of Ugui, *Tribolodon hakonensis* is toward the moving net. J. Tokyo Univ. Fish. Res. 71 (2), 81–89. (in Japanese).
- Arkley, K. 1990.** Fishing trials to evaluate the use of square mesh selector panels fitted to Nephrops trawls MFV Heather Sprig (BCK 181) November/December 1990, SFIA, Seafish Report, 383.
- Arkley, K. 2001.** Improving selectivity in towed fishing gears—Guidelines on the rigging of square mesh panels, July 2001, Seafish, Hull.
- Armstrong, M., R. Briggs & D. Rihan. 1998.** A study of optimum positioning of square-mesh escape panels in Irish Sea Nephrops trawls. Fish. Res 34:179–189.
- Aydin, C., Z. Tosunolu & A. Tokac. 2008.** Sorting grid trials to improve size selectivity of red mullet (*Mullus barbatus*) and annular sea bream (*Diplodus annularis*) in Turkish bottom trawl fishery. Journal of Applied Ichthyology 24 (3), pp. 306-310.
- Bahamon, N., Sardà, F., & Suuronen, P. 2006.** Improvement of trawl selectivity in the NW Mediterranean demersal fishery by using a 40 mm square mesh codend. Fisheries Research 81 (1), pp. 15-25.
- Bahamon, N., Sardà, F., & Suuronen, P. 2007a.** Selectivity of flexible size-sorting grid in Mediterranean multispecies trawl fishery. Fisheries Science 73 (6), pp. 1231-1240 .
- Bahamon, N., Sardà, F., & Suuronen, P. 2007b.** Potential benefits from improved selectivity in the northwest Mediterranean multispecies trawl fishery ICES Journal of Marine Science 64 (4), pp. 757-760.
- 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.

- Beutel, D. L. Skrobe & K. Castro. 2006.** Bycatch reduction in the directed haddock bottom trawl fishery.
- Beutel, D., L. Skrobe, K. Castro, P. Ruhle Sr. P. Ruhle Jr., J.O'Grady, & J. Knighte. 2008.** Bycatch reduction in the Northeast USA directed haddock bottom trawl fishery. *Fish. Res.* 94: 190–198
- Bjordal, A. 2005.** Uso de medidas técnicas en la pesca responsable: Regulación de artes de pesca. En guía del administrador pesquero. Medidas de ordenación y su aplicación. FAO. Doc. Tec. Pesca, 424.
- Blaxter., J.H.S., Parrish, B.B., & Dickson, W., 1963.** The importance of vision in the reaction of fish to driftnets and trawls. In: Proceedings of the Second World Fishing Gear Congress, London, May 25–31, 1963, Working Papers II (69), 1–18.
- 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
- 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*) at prolonged and sustained swimming speeds and its role in their
- Brewer, D., Rawlinson, N., Eayrs, S., & BurrIDGE, C., 1998.** An assessment of bycatch reduction devices in a tropical Australian prawn trawl fishery. *Fish. Res.* 36, 195–215.
- Briggs, R. 1992.** An assessment of nets with a square mesh panel as a whiting conservation tool in the Irish Sea Nephrops fishery. *Fish. Res.* 13:133–152.
- Broadhurst, M. K. & S. J. Kennelly. 1996.** Effects of the circumference of codends and a new design of square-mesh panel in reducing unwanted by-catch in the New South Wales oceanic prawn-trawl fishery, Australia. *Fish. Res.* 27:203–214.
- Broadhurst, M., R. Millar, S. Kennelly, W. Macbeth, D. Young & C. Gray. 2004.** Selectivity of conventional diamond- and novel square-mesh codends in an Australian estuarine penaeid-trawl fishery. *Fish. Res.* 67: 183-194.
- Broadhurst, M., S. Kennelly & S. Eayrs. 1999.** Flow-related effects in prawn-trawl codends: potential for increasing the escape of unwanted fish through square-mesh panels *Fish. Bull.* 97:1–8.
- Broadhurst, M.K., 2000.** Modifications to reduce by-catch in prawn trawls: a review and framework for development. *Rev. Fish Biol. Fish.* 10 (1), 27–60.

- Broadhurst, M.K., D.J. Young, C.A. Gray & M.E.L. Wooden. 2005.** Improving selection in south eastern Australian whiting (*Sillago* spp.) trawls: effects of modifying the body, extension and codend. *Scientia Marina* 69, 301–311.
- Broadhurst, M.K., Kennelly, S.J. and Gray, C.A. 2002.** Optimal positioning and design of behavioural-type bycatch reduction devices (BRDs) involving squaremesh panels in penaeid prawn-trawl codends. *Marine and Freshwater Research* 53, 813–823.
- Broadhurst, M.K., Millar, R.B., Wooden, M.E.L., & Macbeth, W.G. 2006a.** Optimising codend configuration in a multispecies demersal trawl fishery. *Fisheries Management and Ecology* 13 (2), pp. 81-92.
- Broadhurst, M.K., Suuronen, P., & Hulme, A. 2006b.** Estimating collateral mortality from towed fishing gear. *Fish and Fisheries* 7 (3), pp. 180-218.
- Bullough, L.W., Napier, I.R., Laurenson, C.H., Riley, D., Fryer, R.J., Ferro, R.S.T., & Kynoch, R.J. 2007.** A year-long trial of a square mesh panel in a commercial demersal trawl. *Fish. Res.* 83 (1): 105-112.
- Campos, A., P. Fonseca & V. Henriques. 2003.** 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(2): 213-233.
- Catchpole, T.L., & Reville, A.S. 2008.** Gear technology in Nephrops trawl fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 18 (1), pp. 17-31.
- Catchpole, T.L., A.N. Tidd, L.T. Kell, A.S. Reville & G. Dunlin. 2007.** The potential for new Nephrops trawl designs to positively effect North Sea stocks of cod, haddock and whiting. *Fish. Res.* 86 (2-3): 262-267.
- Chen C, K. Matuda & M. Honda. 1991.** Comparison of the mesh selectivity of diamond and square-mesh codend with a model trawl net in an outdoor water tank. *Nippon Suisan Gakkaishi.* 57: 1313–1319.
- Christian, P. & D. Harrington.1987.** Loggerhead turtle, finfish and shrimp retention studies on four excluder devices (TEDs). In: *Proceedings of the Nongame and Endangered Wildlife Symposium*, 8–10 September 1987. Georgia DNR, Social Circle, GA, pp. 114–127.
- 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.H. Green. 1988.** Statistical design and analysis for a biological effects study. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, Vol 46, pp.213-226.

- Clifford, H. T.; W. Stephenson. 1975.** An introduction to numerical classification. Academic Press. 229 + xii pp. New York
- Cochrane, K. 2005.** Guía del administrador pesquero. Medidas de ordenación y aplicación. Doc. Tec. FAO, 424.
- Cotter, A.J.R., Boon, T.W., & Brown, C.G., 1997.** Statistical aspects of trials of a separator trawl using a twin rig trawler. Fish. Res. 29, 25–32.
- Dahm, E., 2004** (convener). Evaluate the recent (last 5 years) codend mesh selection experiments dealing with bottom trawls used in the Baltic Sea for cod which used either turned meshes and/or BACOMA windows. With emphasis on estimating selectivity parameters, experimental design and modelling/statistical analysis. Report of the ICES Fisheries Technology Committee Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour, Gdynia (Poland), ICES CM 2004/B.05 Ref. ACE: 24 pp.
- Dahm, E., Metin, C., Ho & İsucu, H. 1995.** On the effect of square meshes on fishes with irregular body shape (in German). Inf. Fischwirtsch. 42: 197-201.
- Dahm, E., Weinbeck, H., West, C. W., Valdermarsen, J. W., and O'Neill, F. G. 2002.** On the influence of towing speed and gear size on the selective properties of bottom trawls. Fish. Res. 55, 103-119.
- Dickson, W. 1993.** Estimation of the capture efficiency of trawl gear II: Testing a theoretical model. Fish. Res. 16: 255-272.
- Douglas RH, Hawryshyn CW 1990.** Behavioural studies of fish vision: an analysis of visual capabilities. Chapman & Hall, London
- Dunlin, G., 1998.** Evaluation of bycatch reduction devices in UK Nephrops fisheries: use of separator trawls. Seafish Report SR522. Sea Fish Industry Authority, Hull, England.
- Efanov, S. F.; Istomin, I. G.; Delmatov, A. A., 1987.** Influence of the form of fish body and mesh on selective properties of trawls. ICES C. M. B:13, Fish Capture Committee, pp. 22.
- Engas, A., & Godø, O. R. 1989.** The effect of different sweep lengths on the length composition of bottom-sampling trawl catches. Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer, 45: 263-268.
- Engas, A., 1994.** The effects of trawl performance and fish behaviour on the catching efficiency of demersal sampling trawls. In: Fernö, A., Olsen, S. (Eds.), Marine Fish Behaviour in Capture and Abundance Estimation. Fishing News Books, London, pp. 45–68.

- Engas, A., Foster, D., Hataway, B.D., Watson, J.W. and Workman, I. 1999.** The behavioral response of juvenile red snapper (*Lutjanus campechanus*) to shrimp trawls that utilize water flow modifications to induce escapement. *Marine Technology Society Journal* 33, 43–50.
- Engas, A., Jørgensen, T., & West, C.W., 1998.** A species selective trawl for demersal gadoid fisheries. *ICES J. Mar. Sci.* 55, 835–845.
- Ercoli R., García J., Salvini L., Izzo A., & Bartozzetti. J., 1997.** Manual del dispositivo de selectividad de langostino con doble grilla Disela II. INIDEP, Inf. Téc. Int., pp 1-7.
- Ercoli R., Salvini L., García J., Izzo A., Roth R., Bartozzetti. J., 2000.** Manual técnico del dispositivo para el escape de juveniles de peces en las redes de arrastre (DEJUPA) aplicado a la merluza (*Merluccius hubbsi*). INDEP, Inf. Téc. 39, 16.
- Erickson, D.L., J. Perez-Comas, E. Pikitch & J. 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.
- Fay, R.R. & A.N. Popper. 1980.** Structure and function in teleost auditory systems. In: *Comparative studies of hearing in vertebrates* (eds. A.N. Popper and R.R. Fay), Springer-Verlag, New York, 3-42.
- Ferro, R.S.T., & F.G. O'Neill. 1994.** An overview of the characteristics of twines and netting that may change codend selectivity. *ICES C.M.* 1994/B:35.
- Ferro, R.S.T., Ozbilgin, H., & Breen, M. 2008.** The potential for optimizing yield from a haddock trawl fishery using seasonal changes in selectivity, population structure and fish condition. *Fisheries Research* 94 (2), pp. 151-159
- Fonseca, P., A. Campos, B. Mendes & R. Larsen. 2005a.** Potential use of a Nordmøre grid for by-catch reduction in a Portuguese bottom-trawl multispecies fishery. *Fish. Res.* 73 (1-2): 49-66.
- Fonseca, P., Campos, A., & Millar, R.B. 2007.** Codend selection in the deep-water crustacean trawl fishery in Portuguese southern waters. *Fish. Res.* 85 (1-2), pp. 49-60.
- Fonseca, P., Campos, A., Larsen, R.B., Borges, T.C., Erzini, K., 2005b.** Using a modified Nordmøre grid for by-catch reduction in the Portuguese crustacean-trawl fishery. *Fish. Res.* 71, 223–239.
- Fonteyne, R., & M'Rabet, R., 1992.** Selectivity experiments on sole with diamond and square mesh codends in the Belgian coastal beam trawl fishery. *Fish. Res.* 13 (3), 221–233.
- Foster, J.J., C.M. Campbell & G.C.W. Sabin. 1981.** The fish catching process relevant to trawl. In: *Bottom trawl survey* (eds. W.G. Doubleday & D. Rivards). *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, 58: 229-246.

- Foster, J.S. 1969.** The influence of fish behaviour on trawl design with special reference to mathematical interpretation of observations on the swimming speeds of fish and results of comparative fishing experiments. In: Ben-Tuvia, A. and W. Dickson (eds), Proceedings of the FAO Conference on fish behaviour in relation to fishing technics and tactics. FAO Fisheries Report N° 62, vol. 3, 731-774.
- Gabr, M., Fujimori, Y., Shimizu, S., & Miura, T. 2007a.** Behaviour analysis of undersized fish escaping through square meshes and separating grids in simulated trawling experiment. Fish. Res. 85 (1-2), pp. 112-121.
- Gabr, M., Y. Fujimori, S. Shimizu & T. Miura. 2007b.** Trawling experiment in a circular water tank to assess the effects of towing speed, light intensity, and mesh shape on active escape of undersized fish.
- Galbraith, R.D., R.J. Fryer & K.M.S. Maitland, 1994.** Demersal pair trawl cod-end selectivity models. Fish. Res. 20: 13-27.
- Gálvez, M., & H. Rebolledo. 2005.** Estimating codend size selectivity of bottom trawl net in Chilean hake (*Merluccius gayi gayi*) fishery. Invest. Mar., Valparaíso, 33(2): 151-165.
- Galvez, M., 1999.** Método para determinar la separación entre barras y la curva de selección teórica de sistemas de grilla selectiva en redes de arrastre para peces. Invest. Mar, Valparaíso, 27: 25-38
- Gálvez, M., H. Rebolledo & S. Lillo. 1996.** Análisis de la selectividad en la pesquería de merluza común en la zona centr-sur. Informe Final, FIP N° 96-25. Ins. Invest. Pesq., Talcahuano, 100 pp.
- Gálvez, M., H. Rebolledo & S. Lillo. 2000.** Análisis de selectividad en la pesquería de merluza común en la zona centro sur. Informe Final FIP N° 96-25: 100 pp.
- García-Rodríguez, & M., Fernández, Á.M. 2005.** Influence of trawl cod-end mesh geometry on catches, selectivity and yields of some commercial fish species in the Gulf of Alicante (Southeastern Iberian Peninsula) | [Influencia de la geometría de la malla del copo en las capturas, la selectividad y el rendimiento de algunas especies de peces comerciales en el golfo de Alicante (sureste de la Península Ibérica)]. Informes Técnicos del Instituto Español de Oceanografía (185), pp. 1-26.
- Glass, C. W., Wardle, C. S., and Mojsiewicz, W. R. 1986.** A light intensity threshold for schooling in the Atlantic mackerel, *Scomber scombrus*. Journal of Fish Biology 29, 71-81.
- Glass, C.W., & C.S. Wardle, 1989.** Comparison of the reactions of fish to a trawl gear, at high and low light intensities. Fisheries Res 7:249–266

- Glass, C.W., & C.S. Wardle. 1995a.** A review of fish behaviour in relation to species separation and bycatch reduction in mixed fisheries. Pp. 243-250, In *Solving Bycatch: Considerations for Today and Tomorrow: Proceedings of the Solving Bycatch Workshop, September 25-27, 1995*. Seattle, WA. Alaska Sea Grant College Program Report No. 96-03. University of Alaska, Fairbanks, AK.
- Glass, C.W., 2000.** Conservation of fish stocks through bycatch reduction: A review *Northeastern Naturalist*. 7 (4): 395-410.
- Glass, C.W., B. Sarno, O.M. Henry, G.D. Morris and H.A. Carr. 1999.** Bycatch reduction in Massachusetts Inshore Squid (*Loligo pealeii*) trawl fisheries. *Marine Technology Society Journal*, vol. 33, N° 2, pp 35-42.
- Glass, C.W., C.S. Wardle, & S.J. Gosden. 1993.** A behavioural study of the principles underlying mesh penetration by fish. Vol. 196, 92-97, In C.S. Wardle and C. Hollingworth (Eds.). 1992. ICES Marine Science Symposia. *Fish Behavior in Relation to Fishing Operations*, Bergen, Norway.
- Glass, CW., & C.S. Wardle. 1995b.** Studies on the use of visual stimuli to control fish escape from codends. II. The effect of a black tunnel on the reaction behaviour of fish in otter trawl codends. *Fish. Res.* 23: 165-174.
- Glass, CW., C.S. Wardle, S.J. Gosden, & D.N. Racey. 1995a.** Studies on the use of visual stimuli to control fish escape from codends. I. Laboratory studies on the effect of a black tunnel on mesh penetration. *Fish. Res.* 23: 157-164.
- Graham N., 2003.** By-catch reduction in the brown shrimp (*Crangon crangon*) fisheries using a rigid sorting Nordmore grid (grate). *Fish. Res.* 59, 393-407.
- Graham, K.J., Broadhurst, M.K., & Millar, R.B. 2009.** Effects of codend circumference and twine diameter on selection in south-eastern Australian fish trawls. *Fish. Res.* 95 (2-3), pp. 341-349.
- Graham, N., & Fryer, R.J. 2006.** Separation of fish from *Nephrops norvegicus* into a two-tier cod-end using a selection grid. *Fish. Res.* 82 (1-3), pp. 111-118.
- Graham, N., & Kynoch, R.J. 2001.** Square mesh panels in demersal trawls: some data on haddock selectivity in relation to mesh size and position. *Fish. Res.* 49: 207-218.
- Graham, N., & R.S.T. Ferro. 2004.** The *Nephrops* Fisheries of the Northeast Atlantic and Mediterranean—A Review and Assessment of Fishing Gear Design. ICES, Copenhagen (ICES Coop. Res. Rep. No. 270).
- Graham, N., Jones, E.G. & Reid, D.G. 2004.** Review of technological advances for the study of fish behaviour in relation to demersal fishing trawls. *ICES J. of Mar. Sci.* 61, 1036-1043.
- Graham, N., R.J. Kynoch, & R.J. Fryer. 2003.** Square mesh panels in demersal trawls: further data relating haddock and whiting selectivity to panel position. *Fish. Res.* 62: 361–375.

- Grimaldo, E., Larsen, R.B., Holst, R. 2007a.** Exit Windows as an alternative selective system for the Barents Sea Demersal Fishery for cod and haddock. *Fisheries Research* 85 (3), pp. 309-319
- Grimaldo, E., Larsen, R.B., Sistiaga, M., Madsen, N., & Breen, M. 2009.** Selectivity and escape percentages during three phases of the towing process for codends fitted with different selection systems. *Fish. Res.* 95 (2-3), pp. 198-205.
- Grimaldo, E., Larsen, R.B., & Holst, R. 2007b.** Exit Windows as an alternative selective system for the Barents Sea Demersal Fishery for cod and haddock. *Fisheries Research* 85 (3), pp. 309-319
- Grimaldo, E., Sistiaga, M., & Larsen, R.B. 2008.** Evaluation of codends with sorting grids, exit windows, and diamond meshes: Size selection and fish behavior *Fish. Res.* 91 (2-3), pp. 271-280.
- Guijarro, B., & Massutí, E. 2006.** Selectivity of diamond- and square-mesh codends in the deepwater crustacean trawl fishery off the Balearic Islands (western Mediterranean). *ICES J. of Mar. Sci.* 63 (1), pp. 52-67
- Halliday, R.G., Cooper, C.G., Fanning, P., Hickey, W.M., & Gagnon, P., 1999.** Size selection of Atlantic cod, haddock and Pollock (saithe) by otter trawls with square and diamond mesh cod-ends of 130–155 mm mesh size. *Fish. Res.* 41 (3), 255–271.
- Hamley, J.M., 1975.** Review of Gill-net selectivity. *J. Fish. Res. Board Can.* 32, 1943–1969.
- Harden-Jones, F.R., 1963.** The reaction of fish to moving backgrounds. *J. Exp. Biol.* 40, 437–440.
- Hawkins, A.D. 1973.** The sensitivity of fish sounds. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 11: 291-340.
- He, P. 2006.** Selectivity of large mesh trawl codends in the Gulf of Maine. I. Comparison of square and diamond mesh. *Fish. Res.* 83 (1), pp. 44-59
- He, P. 2007.** Selectivity of large mesh trawl codends in the Gulf of Maine. 1. Comparison of square and diamond mesh. *Fish. Res.* 83: 44–59.
- He, P., 1993.** Swimming performance of marine fish in relation to fishing gears. In: Wardle, C.S., Hollingworth, C.E. (Eds.), *Fish Behaviour in Relation to Fishing Operations*. ICES Marine Symposia, Vol. 196, pp. 183–189.
- Herrmann B., & F.G. O'Neill. 2006.** Theoretical study of the influence of twine thickness on haddock selectivity in diamond mesh cod-ends. *Fish. Res.* 80: 221–229.
- Herrmann, B. 2005.** Modelling and simulation of size selectivity in diamond mesh trawl cod-ends. Ph.D. thesis, Department of Production Aalborg University. Danish Institute for Fisheries Research.
- Herrmann, B., Priour, D., & Krag, L.A. 2007.** Simulation-based study of the combined effect on cod-end size selection of turning meshes by 90° and reducing the number of meshes in the circumference for round fish. *Fish. Res.* 84 (2), pp. 222-232

- Hobson, E.S., J.R. Chess & W.N. McFarland. 1981.** Crepuscular and nocturnal activities of California nearshore fishes, with consideration of their scotopic visual pigments and the photic environments. U.S. Fish. Bull., 79: 1-30.
- Holden, M. J. (Ed.), 1971.** Report of the ICES / ICNAF Working Groups on selectivity analysis. ICES Coop. Res. Rep. Ser. A25, pp. 144.
- Holden, M.J. 1974.** Problems in the rational exploitation of elasmobranch populations and some suggested solutions. In F.R. Harden Jones, ed. Sea Fisheries Research. J. Wiley and Sons, New York. pp. 117-137.
- Hovgard, H., & Lassen, H., 2000.** Manual on estimation of selectivity for gillnet and longline gears in abundance estimation. FAO Fish. Tech. Paper 397, 84 pp.
- Hyslop, E.J. 1980.** Stomach contents analysis: a review of methods and their application. J. Fish Biol. 17: 411-429.
- Ingólfsson, O.A., & Jørgensen, T. 2006.** Escapement of gadoid fish beneath a commercial bottom trawl: Relevance to the overall trawl selectivity. Fisheries Research 79 (3), pp. 303-312
- Isaksen B., Valdemarsen J.W., Larsen R.B., & Karlsen L., 1992.** Reduction of fish by-catch in shrimp trawl using a rigid sorting grid in the aft belly. Fish. Res. 13, 335-352.
- Isaksen, B & J.W. Valdemarsen. 1986.** Selectivity experiments with square mesh codends in bottom trawl. ICES CM 1986/B:28
- Isaksen, B., & Valdemarsen, J.W., 1994.** Bycatch reduction in trawls by utilizing behaviour differences. In: Fernö, A., Olsen, S. (Eds.), Marine Fish Behaviour in Capture and Abundance Estimation. Fishing News Books, London, pp. 69-83
- Jones, E., C. Glass & H. Milliken. 2004.** The reaction and behaviour of fish to visual components of fishing gears and the effect on catchability in survey and commercial situations. International Council for the Exploration of the Sea. WGFTFB Working Paper, 20-23 April 2004 Gdynia, Poland.
- Jones, E.G., Summerbell, K., & O'Neill, F. 2008.** The influence of towing speed and fish density on the behaviour of haddock in a trawl cod-end. Fisheries Research 94 (2), pp. 166-174
- Jørgensen, T., Ingólfsson, O.A., Graham, N., & Isaksen, B. 2006.** Size selection of cod by rigid grids-Is anything gained compared to diamond mesh codends only?. Fish. Res. 79 (3), pp. 337-348
- Kelso, J. & Ch. Minns. 1996.** 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.
- Kim, Y.H & C. Jang. 2005.** Swimming characteristics of the black porgy *Acanthopagrus schlegelii* in the towing cod-end of a trawl. J. Fish. Sci. Tech. 8: 177-181.

- Kim, Y.H., & C. S. Wardle. 2003.** Optomotor response and erratic response: quantitative analysis of fish reaction to towed fishing gears. *Fish. Res.* 60: 455–470.
- Kim, Y.H., & C.S. Wardle 1997.** Modelling of swimming ability limits for marine fish. *J. Kor. Fish. Soc.* 30: 929–935
- Kim, Y.H. & C. Yang. 2005.** Swimming characteristics of the black porgy *Acanthopagrus schlegeli* in the towing cod-end of a trawl. *J. Fish. Sci. Tech.* 8: 177–181.
- Kim, Y.H., & C.S. Wardle. 1998.** Modelling the visual stimulus of towed fishing gear. *Fish. Res.* 34(2), 165–177.
- Kim, Y.H., 1997.** Modelling relative water flow and its sensitivity of fish in a towed fishing gear. *Bull. Korean Soc. Fish. Technol.* 33 (3), 226–234.
- Kim, Y.H., 1998.** Modelling on contrast threshold and minimum resolvable angle of fish vision. *Bull. Kor. Soc. Fish. Technol.* 33 (3), 43–51.
- Kim, Y.H. Wardle, C.S., 2003.** Optomotor response and erratic response: quantitative analysis of fish reaction to towed fishing gears. *Fish. Res.* 60, 455–470.
- King, S.E., R.W. Hannah, S.J. Parker, K.M. Matteson, & S.A. Berkeley. 2004.** Protecting rockfish through gear design: development of a selective flatfish trawl for the U.S. west coast bottom-trawl fishery. *Can. J. Fish. and Aqua. Sci.* 61, 487–496.
- Klenner, R.A. 1978.** Selectividad de copo cubierto en red de arrastre de merluza en la zona de Valparaíso. Tesis, Esc. Cs. Mar y Alim. Univ. Católica de Valparaíso, 95 pp.
- Klust, G., 1982.** *Netting Materials for Fishing Gear*, second ed. Fishing News Books Ltd., England, p. 175.
- Kong, I y R. Meléndez. 1991.** Estudio taxonómico y sistemático de la ictiofauna de aguas profundas capturadas entre Arica e Isla Mocha (18°30'–30°30' Lat.S). *Estud. Oceanol.*, 10: 1-81.
- Korotkov, V.K. 1984.** Fish behavior in a catching zone and influence of bottom trawl rig elements on selectivity. *ICES CM* 1984/B:15.
- Krag, L.A., Frandsen, R.P. & Madsen, N. 2008.** Evaluation of a simple means to reduce discard in the Kattegat-Skagerrak Nephrops (*Nephrops norvegicus*) fishery: Commercial testing of different codends and square-mesh panels *Fisheries Research* 91 (2-3), pp. 175-186
- Kushnarenko, A.I., 1975.** The behaviour of juvenile fish around the webbing of a fingerling trawl and in the operational zone of the trawl. *J. Ichthyol.* 15 (5), 782–793.
- Kvalsik K., Misud O.A., Engas A., Gamst K., Holst R., Galbraith D., & Vederhus H. 2002.** Size selection of large catches using sorting grid in pelagic mackerel trawl. *Fish. Res.* 59, 129-148.
- Kvalsvik, K., Huse, I., Misund, O.A., & Gamst, K. 2006.** Grid selection in the North Sea industrial trawl fishery for Norway pout: Efficient size selection reduces bycatch. *Fish. Res.* 77 (2), pp. 248-263

- Kvamme, C. & B. Isaksen. 2004.** Total selectivity of a commercial cod trawl with and without a grid mounted: grid and codend selectivity of north-east Arctic cod. *Fish. Res.* 68, 305–318.
- Kynoch, R.J., R.S.T. Ferro & G. Zuur. 1999.** The effect on juvenile haddock bycatch of changing codend thickness in EU trawl fisheries. *Mar. Tech. Soc. J.* 33 (2), 61–72.
- Lamilla, J. 1986.** *Bathyrāja albomaculata* (Norman, 1937): Primer registro para las costas de Chile (Chondrichthyes, Rajidae). *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción, Chile, Tomo 57:* 177-182.
- Larsen, R.B., & Isaksen, B., 1993.** Size selectivity of rigid sorting grids in bottom trawls for Atlantic cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*). *ICES Mar. Sci. Symp.* 196, 178–182.
- Lehman, K, J.W. Valdemarsen & F. Riget. 1993.** Selectivity in shrimp trawl codends tested in a fishery in Greenland. *ICES Mar Sci Symp* 196:80–85
- Lehner, P. N. 1979.** “Handbook of Ethological Methods”. (Garland STPM Press: New York).
- Lentonen, E., V. Tschernij & P. Suuronen. 1998.** An improved method for studying survival of fish that escape through meshes of trawl codends. *Fish. Res.* 38, 303-306.
- Lillo, S., I. Giakoni, S. Mora, I. Paya, A. Paillaman, H. Umanzor, C. Cerda, J. Blanco, R. Bahamonde, J. Cordova, H. Miranda, G. Ortega, M. Rojas, J. Sateler, H. Reyes, R. Duran, H. Arancibia, L. Cubillos, L. Vilugrón, E. Yáñez, H. Peña, R. Alarcón & P. Sobarzo. 1993.** Evaluación directa del stock de merluza común en la zona centro sur. Informe Final Proyecto FIP 93-03.
- 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 N° 2005-05.
- Lök, A., A. Tokac, Z. Tosunoglu & C. Metin. 1997.** The effects of different cod-end design on bottom trawl selectivity in Turkish fisheries of the Aegean Sea. *Fish. Res.* 32, 149–156.
- Lowry, N, D. Wileman & D. Ferro. 1998.** Factors affecting the variability of cod-end selectivity. Fishing gear technology and fish behaviour working group meeting. La Coruña, Spain 1998.
- Lowry, N. & J.H.B. Robertson, 1996.** The effect of twine thickness on cod-end selectivity of trawls for haddock in the North Sea. *Fish. Res.* 26: 353-363.
- Lowry, N. 1995.** The effect of twine size on bottom trawl codend selectivity. *ICES CM* 1995/B: 6.
- Maartens, L., Gamst, K., & Schneider, P.M., 2002.** Size selection and release of juvenile monkfish *Lophius vomerinus* using rigid sorting grids. *Fish. Res.* 57, 75–88.
- Macbeth, W.G., Millar, R.B., Broadhurst, M.K., Hewitt, C.W., & Wooden, M.E.L. 2007.** Intra-fleet variability in the size selectivity of a square-mesh trawl codend for school prawns (*Metapenaeus macleayi*). *Fish. Res.* 86 (2-3), pp. 92-98

- MacLennan, D., 1992.** Fishing gear selectivity: an overview. *Fish. Res.* 13, 201–204.
- Madsen, N. 2007.** Selectivity of fishing gears used in the Baltic Sea cod fishery *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 17 (4), pp. 517-544
- Madsen, N., & R. Holst, R. 2002.** Assessment of the cover effect in trawl codend selectivity experiments. *Fish. Res.* 56, 289–301.
- Madsen, N., R. Holts, R., & L. Foldager. 2002.** Escape windows to improve size selectivity in the Baltic cod trawl fishery. *Fish. Res.* 57, 223–235.
- Madsen, N., Skeide, R., Breen, M., Krag, L.A., Huse, I., & Soldal, A.V. 2008.** Selectivity in a trawl codend during haul-back operation-An overlooked phenomenon. *Fish. Res.* 91 (2-3), pp. 168-174
- Madsen, N., T. Moth-Poulsen & N. Lowry. 1998.** Selectivity experiments with window codends fished in the Baltic Sea cod (*Gadus morhua*) fishery. *Fish. Res.* 36, 1–14.
- Madsen, N., Tschernij, V., Hansen, K., & Larsson, P.O. 2006.** Development and testing of a species-selective flatfish ottertrawl to reduce cod bycatches. *Fish. Res.* 78 (2-3), pp. 298-308.
- Main J. & Sangster G. 1982.** A study of separating fish from *Nephrops norvegicus* in a bottom trawl, DAFS, MAFF, Scottish Fisheries Research Report, 24
- Main, J., & G.i Sangster. 1981.** A Study of the Fish Capture Process in a Bottom Trawl by Direct observations from a Towed Underwater Vehicle. *Scottish Fish. Res. Report*, No 23.
- Main, J., & G.I, Sangster. 1991.** A study of Haddock (*Melanogrammus aeglefinus* (L)) behavior in diamond and square mesh cod-ends. *Scottish Fish Working paper*, 19:8 pp.
- Main, J., G.I. Sangster, 1985.** Trawling experiments with a two-level net to minimize the undersized gadoid bycatch in a *Nephrops* fishery. *Fish. Res.* 3, 131–145.
- Manly, B. 1994.** *Multivariate statistical methods: a primer.* Chapman & Hall. 159 pp.
- Martin, P., & Bateson, P. 1986.** “Measuring Behaviour”. (Cambridge University Press: London).
- Massutí, E., Guijarro, B., Mas, R., Guardiola, Ma.M. 2005.** Trawl selectivity in waters off Majorca (Balearic Islands) | [Selectividad de artes de arrastre en aguas de Mallorca (Illes Balears)] *Informes Tecnicos del Instituto Espanol de Oceanografia* (184), pp. 1-58
- Matuda, K., Kanehito, H., & Hirayama, N., 1988.** Experiment on behaviour of rainbow trawl models in water tank. *J. Tokyo Univ. Fish.* 75 (2), 375–391. (in Japanese).
- Meléndez, R. & D. Meneses. 1989.** Tiburones del talud continental recolectados entre Arica (18°19'S) e Isla Mocha (38°30'S), Chile. *Invest. Mar., Valparaíso*, 17: 3-73.

- Melo, T., C. 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. Estud. Doc. N° 15/2002: 45 pp.
- Melo, T., C. Hurtado, D. Queirolo, E. Gaete, I. Montenegro, V. Zamora, J. Merino & R. Escobar. 2008.** Rediseño de las redes de arrastre de crustáceos. Informe de Final Proyecto FIP N° 2006-20. Estud. Doc. N° 10/2008. 144 pp.
- Melo, T., D. Queirolo, C. Hurtado, I. Montenegro & E. Gaete. 2005.** Evaluación del uso de paneles de escape de malla cuadrada en la pesquería de arrastre de merluza común. Informe Final. Estud. Doc., Pont. Univ. Católica de Valparaíso, 31/2005: 82 pp.
- Melo, T., N. Silva, P. Muñoz, J. Díaz-Naveas, J. Sellanes, A. Bravo, J. Lamilla, J. Sepúlveda, R. Vögler, Y. Guerrero, C. Bustamante, M.A. Alarcón, D. Queirolo, F. Hurtado, E. Gaete, P. Rojas, I. Montenegro, R. Escobar & V. Zamora. 2007.** Caracterización del fondo marino entre la III y X Regiones. Informe Final Proyecto FIP N° 2005-61. Estud. Doc. N° 22/2007: 287 pp.
- Melo, T., P. Arana, P. Pavez, C. Hurtado & D. Queirolo. 2003.** Evaluación de dispositivos de reducción de fauna acompañante en las pesquerías de crustáceos demersales. Informe Final Proyecto FIP N° 2001-23. Estud. Doc. N° 02/2003: 304 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.
- Mendes, B.; Fonseca, P.; & Campos, A., 2006.** Relationships between opercula girth and total length of fish species caught in gillnet and trammel net selectivity surveys off the Portuguese coast. *J. Appl. Ichthyol.* 22, 209–213.
- Metin, C., Ozbilgin, H., Tosunoglu, Z., Gokce, G., Aydin, C., Metin, G., Ulas, Tokac, A. 2005.** Effect of square mesh escape window on codend selectivity for three fish species in the Aegean Sea. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 29 (2), pp. 461-468
- Millar, B.R., & R.J. Fryer. 1999.** Estimating the size-selection curves of towed gears, traps, nets and hooks. *Rev. Fish Biol. Fisher.* 9, 89-116.
- Millar, R.B. y S.J. Walsh. 1992.** Analysis of trawl selectivity studies with an application to trouser trawls. *Fish. Res.*, 13: 205-220.
- Moderhak, W., & H. Wienbeck. 2003.** Selective properties of 90° Turned Mesh cod-ends. ICES-FAO Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour. Bergen, Norway.
- Molina, E., S. Lillo & M. San Martín, 2009.** Análisis de la fauna acompañante capturada durante evaluaciones directas de merluza común (*Merluccius gayi gayi*, Guichenot, 1848. Gadiformes: Merluccidae) entre 1993 y 2008, en la zona centro sur de Chile. En: Libro de Resúmenes del XXIX Congreso de Ciencias del Mar. 25-28 de Mayo de 2009. Talcahuano, Chile

- Munro, P.T., Weinberg, K.L., & Somerton, D., 1997.** Estimating size dependent capture rates at the footrope of two different kinds of survey trawls. ICES C.M. 1997/W: 06, 18 pp.
- Nambiar, K.P.P., Hiyama, Y., & Kusaka, T., 1970a.** Behaviour of fishes in relation to moving nets—I. Effect of differently coloured lights on the catch by a model nets. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 36 (2), 135–138.
- Nambiar, K.P.P., Hiyama, Y., & Kusaka, T., 1970b.** Behaviour of fishes in relation to moving nets—II & III. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 36 (5), 469–480.
- 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., 1997.** Differential equations governing the geometry of diamond mesh cod-end of a trawl net. Journal of applied mechanics, Vol. 64/7, 453: 1631-1648.
- O'Neill, F.G., S. J. McKay, J.N. Ward, A. Strickland, R.J. Kynoch, & A. Zuur. 2003.** An investigation of the relationship between sea state induced vessel motion and cod-end selection. Fish. Res. 60, 107–130.
- Ojeda, P. y S. Avilés. 1987.** Peces oceánicos chilenos. Islas oceánicas chilenas. Conocimiento científico y necesidades de investigaciones. J.C. Castilla (Ed.) 1987. Ediciones Universidad Católica de Chile, 247-270.
- Olla, B.L., Davis, M.W., & Rose, C., 2000.** Differences in orientation and swimming of walleye pollock *Theragra chalcogramma* in a trawl net under light and dark conditions: concordance between field and laboratory observations. Fish. Res. 44, 262– 266.
- Omoto, S., T. Tokai, M. Tanda, T. Nishikawa & K. Matuda. 1998.** Comparison of selectivity curve between square-mesh and diamond-mesh codends by AIC. Nippon Suisan Gakkaishi. 64: 447–452.
- Ona, E. 1989.** Fish behaviour and trawl geometry observed with a scanning net-sonde sonar. In “Proceeding World Symposium on Fishing Gear and Fishing Vessel Design” (Eds. G. Fox and J. Huntington) pp. 412-416. (The New Foundland and Labrador Institute of Fisheries and Marine Technology: Canada)
- Ondines, F., Massutí, E., Guijarro, B., & Mas, R. 2006.** Diamond vs. square mesh codend in a multi-species trawl fishery of the western Mediterranean: Effects on catch composition, yield, size selectivity and discards. Aquatic Living Resources 19 (4), pp. 329-338
- O'Neill FG, McKay SJ, Ward JN, Strickland A, Kynoch RJ, Zuur AF 2003.** An investigation of the relationship between sea state induced vessel motion and codend selection. Fish. Res. 60: 107–130.

- O'Neill, F.G., Graham, N., Kynoch, R.J., Ferro, R.S.T., Kunzlik, P.A. & Fryer, R.J. 2008.** The effect of varying cod-end circumference, inserting a 'flexi-grid' or inserting a Bacoma type panel on the selectivity of North Sea haddock and saithe. *Fish. Res.* 94 (2), pp. 175-183
- O'Neill, F.G., Kynoch, R.J., Fryer, R.J. 2006.** Square mesh panels in North Sea demersal trawls: Separate estimates of panel and cod-end selectivity. *Fisheries Research* 78 (2-3), pp. 333-341
- O'Neill, F.G., McKay, S.J., Ward, J.N., Strickland, A., Kynoch, R.J., Zuur, A.F., 2002.** An investigation of the relationship between sea state induced vessel motion and cod-end selection. *Fish. Res.* 60, 107–130.
- Özbilgin H., & C.S. Wardle. 2002.** Effect of seasonal temperature changes on the escape behaviour of haddock, *Melanogrammus aeglefinus*, from the codend. *Fish. Res.* 58: 323–331.
- Özbilgin, H. 2002.** Effect of temperature change on the maximum swimming speed of whiting, *Merlangius merlangus* (Linnaeus, 1758). *Turkish Journal of Zoology*, 26: 255–262.
- Özbilgin, H., & C.W. Glass. 2004.** Role of learning in mesh penetration behaviour of haddock (*Melanogrammus aeglefinus*). *ICES J. Mar. Sci.* 61: 1190–1194.
- Özbilgin, H., & Z. Tosunoglu. 2003.** Comparison of the selectivities of double and single codends. *Fish. Res.* 63, 143–147.
- Özbilgin, H., Ferro, R.S.T., Robertson, J.H.B., Holtrop, G., & Kynoch, R.J. 2006.** Seasonal variation in trawl codend selection of northern North Sea haddock. *ICES J. of Mar. Sci.* 63 (4), pp. 737-748
- Özbilgin, H., Ferro, R.S.T., Robertson, J.H.B., Hutcheon, J.R., Kynoch, R.J., Holtrop, G., 1996.** Seasonal variation in codend selectivity of haddock. *Int. Coun. Explor. Sea CM 1996/B: 18*, 7 pp.
- Özbilgin, H., Tosunoglu, Z., Aydin, C., Kaykac, H., & Tokac, A. 2005a.** Selectivity of standard, narrow and square mesh panel trawl codends for hake (*Merluccius merluccius*) and poor cod (*Trisopterus minutus capelanus*). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 29 (4), pp. 967-973.
- Özbilgin, H., Tosunoglu, Z., Tokac, A., & Metin, G. 2005b.** Seasonal variation in trawl codend selectivity for annular sea bream (*Diplodus annularis* L., 1758). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 29 (4), pp. 959-965.
- Özbilgin, H., Tosunoglu, Z., Tokac, A., & Metin, G. 2007.** Seasonal variation in the trawl codend selectivity of picarel (*Spicara smaris*). *ICES J. of Mar. Sci.* 64 (8), pp. 1569-1572
- Pequeño, G & E D'Ottone. 1987.** Diferenciación taxonómica de los lenguados comunes de Valdivia, Chile (*Osteichthyes*, *Bothidae*). *Revista de Biología Marina (Chile)* 23: 107-137.
- Pequeño, G. 1971.** Sinopsis de Macruriformes de Chile. *Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile*, 32: 269-298 pp.

- Petrakis, G., & K. Stergiou. 1997.** Size selectivity of diamond and square mesh codends for four commercial Mediterranean fish species. *ICES J. Mar. Sci.* 54, 13–23.
- Piasente, M., Knuckey, I. A., Eayrs, S., & McShane, P. E. 2004.** In situ examination of the behaviour of fish to response to demersal trawl nets in an Australian trawl fishery. *Mar. and Fresh. Res.* 55, 825-835.
- Pichot, G., Germain, G., Priour, D. 2009.** On the experimental study of the flow around a fishing net. *European Journal of Mechanics, B/Fluids* 28 (1), pp. 103-116
- Pinkas, L., M. Oliphant & L. Iverson. 1971.** Foods habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California water. California Department of Fisheries and Game, Fishery Bulletin 152: 1-105.
- Polet H., 2002.** Selectivity experiments with sorting grids in the North Sea brown shrimp (*Crangon crangon*) fishery. *Fish. Res.* 54, 217-233.
- Polet. H, & F. Redant. 1994.** Selectivity experiments in the Belgian Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) fishery, ICES CM 1994/B:39.
- Pope, J.A., A.R. Margetts, J.M. Hamley & E.F. Akyuz. 1975.** Manuel of methods for fish stock assessment. Part III selectivity of fishing gear. *FAO Fish Tech Pap.* (41) revision 1.
- Popper, A. N., & Carlson, T. J. 1998.** Application of sound and other stimuli to control fish behaviour. *Transactions of the American Fisheries Society* 127, 673-707.
- Queirolo, D., H. DeLouche & C. Hurtado. 2010.** Comparison between dynamic simulation and physical model testing of new trawl design for Chilean crustacean fisheries. *Fisheries Research*, Volume 97, Issues 1-2, April 2009, Pages 86-94
- Queirolo, D., I. Montenegro, E. Gaete & G. Plaza. 2009.** Direct observation of Chilean hake (*Merluccius gayi gayi*) behaviour in response to trawling in a South Central Chilean fishery. *Fisheries Research*, Volume 102, Issue 3, March 2010, Pages 327-329
- Queirolo, D., T. Melo, C. Hurtado, I. Montenegro, E. Gaete, J. Merino, V. Zamora & R. Escobar. 2008.** 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. 2008.** Caracterización de agregaciones de merluza de cola (*Macrurus magellanicus*) en la zona centro-sur de Chile. *Revista Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 36(2): 259-269.
- Ramm, D. C., & Y. Xiao. 1995.** Herding in groundfish and effective path width of trawls. *Fish. Res.* 24: 243-259.

- Reeves, S.A., D.W. Armstrong, R.J. Fryer & K.A. Coull, 1992.** The effect 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. G.; & Pawson, M. G., 1999.** Fish morphology and estimating selectivity by gillnets. *Fish. Res.* 39, 263–273.
- Reis, E.G., & Pawson, M.G., 1992.** Determination of gill-net selectivity for bass (*Dicentrarchus labrax* L.) using commercial catch data. *Fish Res.* 13, 173–187.
- Retamal, M. 1981.** Catálogo Ilustrado de los Crustáceos Decápodos de Chile. *Gayana (zool.)*, 44: 1-110.
- Retamal, M. 1994.** Los Decápodos de Chile. Universidad de Concepción, Dirección de Docencia, 256 pp.
- Revill, A., Dunlin, G., Holst, R. 2006.** Selective properties of the cutaway trawl and several other commercial trawls used in the Farne Deep North Sea Nephrops fishery. *Fisheries Research* 81 (2-3), pp. 268-275
- Revill, A.S., Catchpole, T.L., & Dunlin, G. 2007.** Recent work to improve the efficacy of square-mesh panels used in a North Sea Nephrops norvegicus directed fishery. *Fish. Res.* 85 (3), pp. 335-341
- Robertson J, & Shanks A.M. 1997.** Experiments with rigid grids in the Nephrops and whitefish fisheries, Marine Laboratory, Aberdeen Report, 4/97
- Robertson, J. H. B. 1989.** The effect of trawl codend design on selection characteristics. In “Proceedings of the World Symposium on Fishing Gear and Fishing Vessels”. (Ed. C. M. Campbell.) pp. 48-51. (Marine Institute: St. Johns, NF, Canada.)
- Robertson, J. H. B., & Ferro, R. S. T. 1988.** Mesh selection within the codend of trawls. The effect of narrowing the codend and shortening the extension. *Scottish Fisheries Research report* 39, Fish. Res. Services, Aberdeen, UK.
- Robertson, J.H.B., & Stewart, P.A.M., 1988.** A comparison of size selection of haddock and whiting by square and diamond mesh codends. *J. Cons. Int. Expl. Mer.* 44, 148–161.
- Robertson, J.H.B., 1986.** Design and construction of square mesh cod-ends. *Scottish Fisheries Information Pamphlet* No. 12. Department of Agriculture and Fisheries for Scotland, Marine Laboratory, Aberdeen, UK. ISSN 03099105, 10 pp.
- Rose, C. S. 1993.** Behaviour of north pacific groundfish encountering trawls: applications to reduce bycatch. In “Solving the Bycatch: Considerations for Today and Tomorrow”. *Alaska Sea Grant College Program Report* No. 96-03. University of Alaska, Fairbanks, AK.
- Ryer, C.H. & B.L. Olla. 2000.** Avoidance of an approaching net by juvenile walleye pollock *Theragra chalcogramma* in the laboratory: the influence of light intensity. *Fish. Res.* 45, 195–199.

- Saetersdal, G. and L. Villegas. 1968.** Estudio del tamaño, crecimiento y madurez de la merluza (*Merluccius gayi*) en aguas chilenas. Publ. Inst. Fom. Pesq. (34):52 p.
- Sala, A., Lucchetti, A., & Buglioni, G. 2007.** The influence of twine thickness on the size selectivity of polyamide codends in a Mediterranean bottom trawl. *Fish. Res.* 83 (2-3), pp. 192-203.
- Sala, A., Lucchetti, A., De Carlo, F., Palumbo, V., 2007a.** Critical review of selectivity studies for *Mullus barbatus* (Red mullet) and *Merluccius merluccius* (European hake) in Mediterranean trawl fisheries. Report of the Transversal Workshop on Selectivity in the Mediterranean Trawl Fisheries, Barcelona, Spain, 2–4 April: 47 pp.
- Sala, A., Lucchetti, A., Piccinetti, C., & Ferretti, M. 2008.** Size selection by diamond- and square-mesh codends in multi-species Mediterranean demersal trawl fisheries *Fish. Res.* 93 (1-2), pp. 8-21.
- Sala, A., O'Neill, F.G., Buglioni, G., Lucchetti, A., Palumbo, V., Lucchetti, A., 2007b.** Experimental method for quantifying resistance to the opening of netting panels. *ICES J. Mar. Sci.* 64, 1573–1578.
- Sala, A., Priour, D., & Herrmann, B. 2006.** Experimental and theoretical study of red mullet (*Mullus barbatus*) selectivity in codends of Mediterranean bottom trawl. *Aquatic Living Resources* 19 (4), pp. 317-327.
- Salazar, C.C, Ganoza, F. Chacon, G. 2004.** Selectividad de las redes de enmalle y el uso del zumbador para la captura del coco (*Paralonchurus peruanus*) en la zona de Pacasmayo. *Inf. Int. Inst. Mar Perú*, 17 pp.
- Santos, M. N.; Canas, A.; Lino, P. G.; & Monteiro, C. C., 2006.** Length–girth relationships for 30 marine fish species. *Fish. Res.* 78, 368–373.
- Sardà, F & Bahamon, N. 2008.** El uso de las mallas cuadradas y rejillas separadoras de pescado para mejorar la selectividad de la pesca de arrastre demersal: Ventajas e inconvenientes. Instituto de Ciencias del mar de Barcelona
- Sardà, F., B. Moli, & F. Palomera. 2004.** Preservation of juvenile hake (*Merluccius merluccius* L.) in the western Mediterranean multispecies demersal trawl fishery by using sorting grids. *Sci. Mar.* 68, 435–444.
- Sardà, F., Bahamon, N., Molí, B., & Sardà-Palomera, F. 2006.** The use of a square mesh codend and sorting grids to reduce catches of young fish and improve sustainability in a multispecies bottom trawl fishery in the Mediterranean. *Scientia Marina* 70 (3), pp. 347-353
- Sardà, F., N. Bahamon, F. Sardà-Palomera & B. Molí. 2005.** Commercial testing of a sorting grid to reduce catches of juvenile hake (*Merluccius merluccius*) in the western Mediterranean demersal trawl fishery. *Aquat. Living Resour.* 18, 87-91.

- Shevtsov, S.E., 1988.** Selective properties of trawl cod-ends with various mesh shapes for Baltic herring fishery. ICES CM 1988/B: 10.
- Shevtsov, S.E., 1979.** The effect of twine thickness and size of catch on the selectivity of trawl codends. Rybnokhoz. Issled. Bass. Bal. Morya 14, 140–154.
- Sistiaga, M., Grimaldo, E., & Larsen, R.B. 2008.** Size selectivity patterns in the North-east Arctic cod and haddock fishery with sorting grids of 55, 60, 70 and 80 mm. Fish. Res. 93 (1-2), pp. 195-203
- Sobrinho, I., T. García & J. Baro. 2000.** Trawl gear selectivity and the effect of mesh size on the deep-water rose shrimp (*Parapenaeus longirostris*, Lucas, 1846) fishery off the Gulf of Cadiz (SW Spain). Fish. Res. 44: 235-245.
- Somerton, D. A., & P. Munro. 2001.** Bridle efficiency of a survey trawl for flatfish. Fishery Bulletin, 99: 641-652.
- 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 Journal of Marine Science, 56: 200-302.
- Soria, M., F. Gerlotto & P. Freon. 1993.** Study of learning in response to trawl fishing. In: Wardle CS, Hollingworth CE (eds). Fish behaviour in relation to fishing operations. ICESMar. Symp. 196: 17–20.
- Steele, P., T.M. Bert, K.H. Johnston & S. Levett. 2002.** Efficiency of bycatch reduction devices in small otter trawls used in the Florida shrimp fishery. Fish. Bull. 100: 338-350.
- Stergiou, K. I.; & Karpouzi, V. S., 2003.** Length–girth relationships for several marine fishes. Fish. Res. 60, 161–168.
- Stewart, P.A.M. & J.H.B. Robertson. 1985.** Scottish Fisheries Research Report No. 33, 15 pp.
- Stewart, P.A.M., 2002.** A review of studies of fishing gear selectivity in the Mediterranean. FAO COPEMED, 57 pp.
- Strange, E.S. 1984.** Review of the fishing trial with Granton and Saro deep sea trawl gear 1963-1967. Scott. Fish. Work pap., 8/84.
- Suuronen P., Pérez-Comas J.A., Lehtonen E., & Tsechernij V., 1996.** Size-related mortality of herring (*Clupea harengus*) escaping through a rigid and trawl cod-end meshes. ICES J. Mar. Sci. 53, 691-700.
- Suuronen, P. & R. Millar. 1992.** Size selectivity of diamond and square mesh codends in pelagic herring trawls: only small herring will notice the difference. Can J Fish Aquat Sci 49:2104–2117
- Suuronen, P. 2004.** Stress, injury and mortality of fish associated with fishing processes: technical and operational solutions to improve survival, FAO Report, pp. 68.

- Suuronen, P. 2005.** Mortality of fish escaping trawl gears, FAO Fish. Tech. Paper. Rome–Italy. 478. 72 pp.
- Suuronen, P., 1995.** Conservation of young fish by management of trawl selectivity. *Finish Fish. Res.* 15, 97–116.
- Suuronen, P., Kuikka, S., Lehtonen, E., Tschernij, V., Madsen, N., and Holst, R. 2000.** Improving technical management in Baltic cod fishery (BACOMA). Final Report (EC 4th Framework Programme, Contract FAIR CT 96–1994). 106 pp.
- Suuronen, P., Tschernij, V., Jounela, P., Valentinsson, D., & Larsson, P.O. 2007.** Factors affecting rule compliance with mesh size regulations in the Baltic cod trawl fishery. *ICES J. of Mar. Sci.* 64 (8), pp. 1603-1606
- 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 N° 2005-07.
- Thomsen, B. 1993.** Selective flatfish trawling. In: Wardle, C.S., Hollingworth, C.E.(Eds.), *Fish Behaviour in Relation to Fishing Operations*. ICES Marine Science Symposia 196, pp. 161–164.
- Thorsteinsson, G., 1992.** The use of square mesh codends in the Icelandic shrimp (*Pandalus borealis*) fishery. *Fish. Res.* 13 (3), 255–266.
- Tokac, A., H. Özbilgin & Z. Tosunoglu. 2004.** Effect of PA and PE material on codend selectivity in Turkish bottom trawl. *Fish. Res.* 67, 317–327.
- Tokac, A., Lök, A., Tosunoglu, Z., Metin C. & Ferro R.S.T. 1998.** Cod-end selectivities of a modified bottom trawl for three fish species in the Aegean Sea. *Fisheries Research* 39, 17–31.
- Tosunoglu, Z. 2007.** Trawl codend design (44 mm diamond PE mesh) and the effect on selectivity for *Pagellus erythrinus* and *Pagellus acarne*, two species with different morphometrics. *Journal of Applied Ichthyology* 23 (5), pp. 578-582
- Tosunoglu, Z., Aydin, C., & Ozaydin, O. 2008.** Selectivity of a 50-mm diamond mesh knotless polyethylene codend for commercially important fish species in the Aegean Sea. *Journal of Applied Ichthyology* 24 (3), pp. 311-315
- Tosunoglu, Z., Özbilgin, Y. D. & H. Özbilgin. 2003a.** Body shape and trawl codend selectivity for nine commercial fish species. *J. Mar. Biol. Assoc. UK.* 83, 1309–1313.
- Tosunoglu, Z., Özbilgin, Y. D. & H. Özbilgin. 2003b.** Determination of the appropriate hanging ratios to ease the escape of juvenile red mullet (*Mullus barbatus* L., 1758) and annular sea bream (*Diplodus annularis* L., 1758) from trawl codend. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 27, 1193–1199.
- Tschernij, V. & P. Suuronen. 2002.** Improving trawl selectivity in the Baltic. Nordic Council of Ministers. Fisheries. TemaNord 2002, No. 512.

- Tschernij, V., & Holst, R., 1999.** Evidence of factors at vessel-level affecting codend selectivity in Baltic cod demersal fishery. ICES CM 1999/R:02.
- Tschernij, V., P.O. Larsson, P. Suuronen & R. Holts. 1996.** Swedish trials in the Baltic Sea to improve selectivity in demersal trawls. ICES C.M., B25.
- Valdermarsen J.W., & Suuronen P., 2003.** Modifying fishing gear to achieve ecosystem objectives. In: Sinclair M., Valdimarsson G. (Eds.). *Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem*. FAO, Rome, pp. 321-341.
- Valentinsson, D., & Ulmestrand, M. 2008.** Species-selective Nephrops trawling: Swedish grid experiments *Fish. Res.* 90 (1-3), pp. 109-117
- van Marlen, B. 2003.** Improving the selectivity of beam trawls in The Netherlands: The effect of large mesh top panels on the catch rates of sole, plaice, cod and whiting.
- van Marlen, B., 1993.** Research on improving the species-selectivity of bottom trawls in The Netherlands. *ICES mar. Sci. Symp.* 196,165–169.
- Videler, J. J. 1993.** *Fish Swimming*. Chapman and Hall, London. 260 pp.
- Videler, J.J., & C.W. Wardle 1991.** Fish swimming stride by stride: speed limits and endurance. *Rev. Fish Fish.* 1: 23–40.
- Villaseñor, R., 1997.** Dispositivos excluidores de tortugas marinas. *FAO Doc. Téc. Pesca* 372, 1-116.
- Walsh, S.J., & W.M. Hickey. 1993.** Behavioural reactions of demersal fish to bottom trawls at various light conditions. *ICES Mar. Sci. Symp.* 196, 68–76.
- Walsh, S.J., 1992.** Size-dependent selection at the footgear of a groundfish survey trawl. *N. Am. J. Fish. Man.* 12, 625–633.
- Walsh, S.J., C. Cooper & W. Hickey. 1989.** Size selection of plaice by square and diamond mesh codends. *ICES CM* 1989/B.22
- Walsh, S.J., Millar, R.B., Cooper, C.G., & Hickey, W.M., 1992.** Codend selection in American plaice: diamond versus square mesh. *Fish. Res.* 13 (3), 235–254.
- Wardle, C. S. 1989.** Understanding fish behaviour can lead to more selective fishing gears. In "Proceedings of the World Symposium on Fishing Gear and Fishing Vessels". (Ed. C. M. Campbell.) pp. 12-18. (Marine Institute: St. Johns, NF, Canada).
- Wardle, C. S., and He, P. 1988.** Burst swimming speeds of mackerel *Scomber scombrus* L. *Journal of Fish Biology* 32, 471-478.
- Wardle, C.S. 1976.** Fish reactions to fishing gears. *Scottish Fish. Bull.* (43), 16-20.

- Wardle, C.S. 1977.** Effects of size on swimming speed of fish. In: Pedley, T.J. Eds. Scale effects of animal locomotion. London and New York Academic Press, New York, pp 167-195.
- Wardle, C.S. 1983.** Fish reaction to towed fishing gears. In: Macdonald, A.G., Priede, I.G. (Eds.), Experimental Biology at Sea. Academic Press, New York, pp. 167–196.
- Wardle, C.S. 1986.** Fish Behaviour. In: Behaviour of Teleost Fishes. Tony Pitcher (ed). Croom Helm, London. 609-641 pp.
- Wardle, C.S. 1993.** Fish behaviour and fishing gears. In: Pitcher, T.J. (Ed.), The Behaviour of Teleost Fishes, 2nd Edition. Fish and Fisheries Series 7. Chapman & Hall, London, pp. 609–643.
- Wardle, C.S., 1980.** Effects of temperature on the maximum swimming speeds of fish. In: Ali, M.A. (Ed.), Environmental Physiology of Fishes, Series A, 35. NATO Advanced Study Institute, pp. 519–532.
- Watson, J., Workman, I., Foster, D., Taylor, C., Shah, A., Barbour, J., & Hataway, D., 1993.** Status report on the potential of gear modifications to reduce finfish bycatch in shrimp trawls in the southeastern United States 1990–1992. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-327, 131 pp.
- Watson, J.W. 1989.** Fish behaviour and trawl design: Potential for selective trawl development. In “Proceedings of the World Symposium on Fishing Gear and Fishing Vessels”. (Ed. C. M. Campbell.) pp. 25-29. (Marine Institute: St. Johns, NF, Canada.)
- Webb, P.W., 1975.** Hydrodynamics and energetics of fish propulsion. Bull. Fish. Res. Bd Can. 190, 159 pp.
- Wileman, D.A., R. Ferro, R. Fonteyne, & R. Millar. 1996.** Manual of methods of measuring the selectivity of towed fishing gears. ICES Coop. Res. Rep., 215.
- Winger, P.D., P. He & S.J. Walsh. 2000.** Factors affecting the swimming endurance and catchability of Atlantic cod (*Gadus morhua*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 57: 1200–1207.
- Winger, P.D., S.J. Walsh, P. He & J.A. Brown. 2004.** Simulating trawl herding in flatfish: the role of fish length in behaviour and swimming characteristics. ICES J. Mar. Sci. 61: 1179–1185.
- Wootton, R.1989.** Ecology of Teleost Fishes. Chapman and Hall. Chapter 12: 308-342
- Yanase, K., Eayrs, S., & Arimoto, T. 2007.** Influence of water temperature and fish length on the maximum swimming speed of sand flathead, *Platycephalus bassensis*: Implications for trawl selectivity. Fish. Res. 84 (2), pp. 180-188.
- Zhang, X. M., and Arimoto, T. 1993.** Visual physiology of walleye Pollock (*Theragra chalcogramma*) in relation to capture by trawl nets. ICES Marine Science Symposium 196, 113-116.

ANEXO I



Universidad Austral de Chile

Conocimiento y Naturaleza

HERRAMIENTAS DE APOYO PARA EL RECONOCIMIENTO DE LA CAPTURA INCIDENTAL EN LA PESQUERÍA DEMERSAL CENTRO SUR

TITULO DEL PROYECTO:	Sistemas de selección de las capturas en la pesquería demersal centro sur
REQUIRENTE:	FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA, PROYECTO FIP 2008-36
CONTRAPARTE:	SUBSECRETARÍA DE PESCA
UNIDAD EJECUTORA:	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO
JEFE DE PROYECTO:	Dante queirolo palma

ANTECEDENTES GENERALES

En términos generales, la captura incidental se refiere a la captura de especies no objetivo o “bycatch”, más toda aquella captura que es izada a bordo pero descartada posteriormente debido a criterios autónomos de cada pesquería (Alverson *et al.*, 1994). La “captura objetivo” es la captura intencionalmente de una especie, o un ensamble de especies, por parte de una pesquería en particular; mientras que la captura “no-objetivo” es aquella compuesta por una especie, o un grupo de ellas, que no es propósito de la pesquería. La “captura incidental” es la porción de la captura no-objetivo que es retenida a bordo mientras que el “descarte” es retornado al mar (Alverson *et al.*, 1994).

Los efectos económicos en las pesquerías por causa de la captura incidental incluyen la imposición de restricciones, cierre de zonas de pesca, embargo de capturas e incluso el decomiso de embarcaciones y artes de pesca. Las interacciones en las pesquerías, donde la captura incidental en una pesquería reduce la captura objetivo en otro, y la captura incidental de juveniles y ejemplares bajo talla de especies comerciales, pueden ambas afectar adversamente futuros niveles de captura comercial (Hall *et al.*, 2000).

La captura incidental descartada produce efectos sociales más allá del desperdicio de potencial materia prima. Alverson *et al.* (1994), estiman que cerca de 27 millones de toneladas métricas (27% de la captura mundial), variando entre 17.9 y 39.5 millones de toneladas de peces por año fueron descartados al mar. FAO (1999) estimó que la captura global marina en el año 1998, descartó un total de 20 millones de toneladas métricas.

Desde el año 2000, se han realizado progresos para identificar métodos efectivos, viables comercialmente e incluso operacionalmente eficientes para reducir significativamente la captura de aves y tortugas marinas en las pesquerías de cerco y palangres pelágicos de altura (Gilman *et al.*, 2003, 2005, 2006, 2007; Watson *et al.*, 2005). Por otra parte, se ha visto un lento avance para reducir la interacción pesquera con tiburones y mamíferos marinos (Gilman *et al.*, 2006). Se ha demostrado en algunas pesquerías que con el fin de disminuir la captura incidental de aves y tortugas marinas, se han implementado acciones colaborativas y conjuntas que involucran la experiencia y el conocimiento adquirido por los propios pescadores, las que pueden reducir con éxito la interacción y captura indeseada, mejorando la selectividad de las especies objetivo (Gilman *et al.*, 2005, 2006; Martin *et al.*, 2006).

Antes de poder realizar estimaciones comparativas, se hace necesaria la obtención de parámetros biológicos desde la captura total, con el fin de establecer parámetros comparativos de selectividad y/o descarte. Mediante un esfuerzo conjunto y transversal, dos proyectos del Fondo de Investigación Pesquera adjudicados a la P. Universidad Católica de Valparaíso y a la Universidad Austral de Chile, han apostado por la estandarización de contenidos al momento de registrar variables asociadas a la captura comercial de organismos marinos. El proyecto “estimación del descarte de condrictios en pesquerías artesanales” (Lamilla *et al.*, 2009), dentro de sus objetivos busca el mejorar la toma de información a bordo de embarcaciones artesanales, así como mejorar el registro de desembarques mediante la utilización de materiales de apoyo unificados respecto a metodologías y guías de identificación (Bustamante *et al.*, 2009). Como resultado de este proyecto, se han confeccionado “cartillas de

reconocimiento de especies” de tiburones, rayas y quimeras presentes en las capturas artesanales a lo largo de Chile; iniciativa que pretende replicarse en la fauna marina del talud continental donde se realiza la pesquería de Merluza común (*Merluccius gayi*).

OBJETIVO

Mejorar la competencia profesional de los observadores científicos a través del desarrollo de herramientas que permitan reconocer de forma práctica las principales especies componentes de la captura incidental.

METODOLOGÍA

En concordancia con iniciativas similares desarrolladas en Chile, orientadas a mejorar la capacidad de reconocimiento y registro de especies componentes de la captura incidental, se desarrollarán herramientas dirigidas a los observadores científicos para mejorar el registro de las especies componentes de la captura incidental en la pesquería.

La información que ha sido analizada durante este proyecto proviene de la pesquería industrial de merluza común, besugo y merluza de cola, donde a partir de información histórica se ha revisado la diversidad de especies registradas como captura incidental las que para efectos de análisis se han separado para efectos prácticos, en tres grandes taxa, “peces óseos”, “invertebrados marinos” y “peces cartilagosos”. Con la información disponible en Chile y a bases de datos bibliográficas internacionales, se ha confeccionó una matriz sobre con información biológica básica que permita una rápida y certera identificación ya sea a bordo de embarcaciones artesanales e industriales, como al momento de registrar la captura y desembarque, así como una asignación cualitativa de abundancia relativa para discriminar aquellas especies comúnmente capturadas en las operaciones de pesca (alta abundancia), especies raras o con pocas densidades naturales (media o baja abundancia, respectivamente).

La información contenida en la matriz de información fue contrastada mediante la revisión de muestras obtenidas directamente desde faenas dentro de las pesquerías objeto de estudio. En cada ejemplar se revisaron en fresco sus características diagnosticas y se les tomaron fotografías estandarizadas con correcciones de color y tamaño (Fig. 1 escala colorimétrica). Luego, las especies identificadas fueron depositadas en la colección de peces marinos del Instituto de Zoología (IZUA-PM) de la Universidad Austral de Chile para futuras referencias.

Con los antecedentes sobre las especies componentes de la captura incidental, se confeccionarán guías de reconocimiento para los grandes taxa capturados comúnmente por la pesquería demersal sur (especies abundantes) presentes en el talud continental entre Valparaíso y Valdivia, hábitat circunscrito donde se realiza esta pesquería.. Las cartillas de identificación, servirán como herramientas de apoyo para los observadores científicos en su trabajo a bordo, al igual que para patrones de pesca, tripulantes y fiscalizadores para estandarizar registros de captura y/o desembarque.

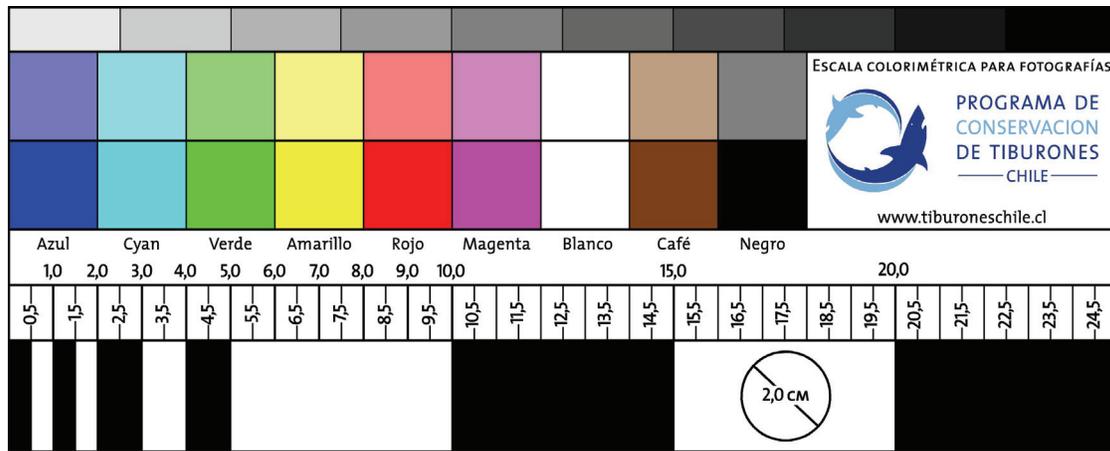


Figura 1: Escala colorimétrica y de tamaño, graduada para corrección digital de color.

1. MATRIZ BIOLÓGICA Y PESQUERA DE LA CAPTURA INCIDENTAL

La información relativa a la captura incidental de la pesquería demersal centro-sur, obtenida a través de proyectos del Fondo de Investigación Pesquera y seguimientos pesqueros del Instituto de Fomento Pesquero, evidencia la captura de al menos 67 especies agrupadas en 26 peces óseos, 5 pejerratas, 2 mixines, 11 crustáceos, 3 cefalópodos y 20 peces cartilagosos (Tabla 1). A nivel general se observa un bajo nivel de conocimiento biológico específicos, especialmente en lo referido a talla de nacimiento (se desconoce en el 75,4% de las especies) y talla de primera madurez (se desconoce en el 23% de las especies).

Respecto al tipo de hábitat (Fig. 2), se observa que un alto porcentaje de especies habita en la columna de agua (42%), consecuente con el hábitat de las especies comerciales objetivo de esta pesquería. Aunque se evidencia la interacción de especies que habitan el fondo marino (17%) o están asociadas a el talud continental (20%) o fondos blandos de la plataforma continental (21%).

Tabla 1: Especies comunes capturadas incidentalmente por la pesquería demersal centro sur, registradas en informes técnicos y publicaciones nacionales.

Especie	Nombre común	Nombre FAO	Código ASFIS	Abundancia relativa	
OST (Peces óseos)					
1	<i>Beryx splendens</i>	Alfonsino	Splendid alfonsino	BSP	ALTA
2	<i>Brama australis</i>	Reineta	Southern rays bream	BAU	ALTA
3	<i>Cilus gilberti</i>	Corvina	Corvina	CGI	ALTA
4	<i>Eleginops maclovinus</i>	Róbalo	Patagonian blennie	ELF	ALTA
5	<i>Engraulis ringens</i>	Anchoveta	Anchoveta	ERI	ALTA
6	<i>Epigonus crassicaudus</i>	Besugo	Cardinal Fish	EGV	ALTA
7	<i>Genypterus blacodes</i>	Congrio dorado	Pink cusk-eel	GBL	ALTA
8	<i>Genypterus chilensis</i>	Congrio colorado	Red cusk-eel	GCH	ALTA
9	<i>Genypterus maculatus</i>	Congrio negro	Black cusk-eel	GMA	ALTA
10	<i>Helicolenus lengerichi</i>	Chancharro	Red rockfish	HET	ALTA
11	<i>Hippoglossina macrops</i>	Lenguado de ojo grande	Bigeye flounder	HMA	ALTA
12	<i>Isacia conceptionis</i>	Cabinza	Cabinza grunt	ICO	ALTA
13	<i>Macruronus magellanicus</i>	Merluza de cola	Patagonian grenadier	MMA	MEDIA
14	<i>Merluccius australis</i>	Merluza austral	Southern Hake	MAU	BAJA
15	<i>Paralabrax humeralis</i>	Cabrilla común	Peruvian seabass	PHU	MEDIA
16	<i>Prolatilus jugularis</i>	Blanquillo	Tilefish	PJU	ALTA
17	<i>Salilota australis</i>	Brótula	Tadpole codling	SAU	BAJA
18	<i>Sciaena deliciosa</i>	Corvinilla	Lorna drum	SCI	BAJA
19	<i>Scomber japonicus</i>	Caballa	Chub mackerel	SJA	MEDIA
20	<i>Sebastes capensis</i>	Cabrilla española	False jacopever	SCA	ALTA
21	<i>Seriolella caerulea</i>	Cojinoba del sur	White warehou	SCA	MEDIA
22	<i>Seriolella punctata</i>	Cojinoba moteada	Silver warehou	SPU	BAJA
23	<i>Seriolella violacea</i>	Cojinoba azul	Palm ruff	SVI	MEDIA
24	<i>Trachurus murphyi</i>	Jurel	Chilean jack mackerel	TMU	MEDIA
25	<i>Stromateus stellatus</i>	Pampanito	Starry butterfish	SST	MEDIA
26	<i>Thyrsites atun</i>	Sierra	Snoek	TAT	MEDIA

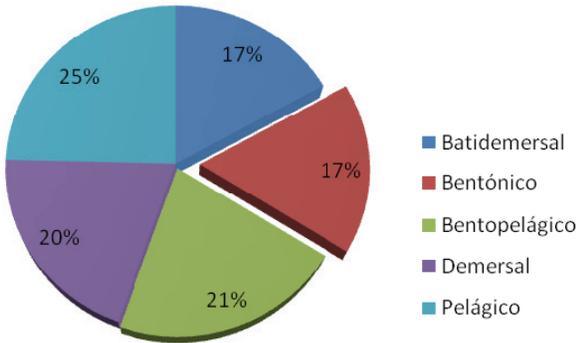
Tabla 1: continuación

Especie	Nombre común	Nombre FAO	Código ASFIS	Abundancia relativa	
GRA (Pejeratas)					
27	<i>Coelorinchus chilensis</i>	Granadero chileno	Chilean grenadier	CQO	ALTA
28	<i>Coelorinchus aconcagua</i>	Granadero narigón	Aconcagua grenadier	CQC	ALTA
29	<i>Coelorinchus fasciatus</i>	Granadero chico	Banded whiptail	CQF	ALTA
30	<i>Nezumia pulchella</i>	Granadero pulgar	Thumb grenadier	NEV	ALTA
31	<i>Macrourus holotrachys</i>	Granadero grande	Bigeye grenadier	MCH	ALTA
MIX (Mixines)					
32	<i>Eptatretus polytrema</i>	Anguila babosa	Fourteen-gill hagfish	MYP	MEDIA
33	<i>Myxine glutinosa</i>	Anguila común	Hagfish	MYG	MEDIA
CRU (Crustáceos)					
1	<i>Pleuroncodes monodon</i>	Langostino colorado	Carrot squat lobster	PQG	ALTA
2	<i>Cervimunida johni</i>	Langostino amarillo	Blue squat lobster	CZI	ALTA
3	<i>Heterocarpus reedi</i>	Camarón nailon	Chilean nylon shrimp	CHS	ALTA
4	<i>Haliporoides diomedea</i>	Gamba de profundidad	Chilean knife shrimp	HJD	ALTA
5	<i>Cancer edwardsi</i>	Jaiba marmola	Mola rock crab	CWE	MEDIA
6	<i>Cancer porteri</i>	Jaiba limón	Chilean lemon crab	CRM	ALTA
7	<i>Homalaspis plana</i>	Jaiba mora	Giant stone crab	HWP	ALTA
8	<i>Libidoclaea granaria</i>	Jaiba araña	Spider Crab	LEA	ALTA
9	<i>Mursia gaudichaudii</i>	Jaiba paco	Armed box crab	MAU	ALTA
10	<i>Lithodes santolla</i>	Centolla	Southern king crab	LIZ	MEDIA
11	<i>Pterygosquilla armata</i>	Zapateador	Mantis Shrimp	PEP	BAJA
CEF (Cefalopodos)					
12	<i>Loligo gahi</i>	Calamar común	Patagonian squid	SQP	MEDIA
13	<i>Dosidicus gigas</i>	Jibia	Giant Squid	GIS	ALTA
14	<i>Octopus mimus</i>	Pulpo	Common octopus	OCW	BAJA

Tabla 1: continuación

	Especie	Nombre común	Nombre FAO	Código ASFIS	Abundancia relativa
CON (tiburones, rayas y quimeras)					
1	<i>Bathyraja griseocauda</i>	Raya austral	Graytail skate	BGR	ALTA
2	<i>Gurgesiella furvescens</i>	Raya mariposa	Dusky finless skate	RFU	ALTA
3	<i>Zearaja chilensis</i>	Raya volantín	Yellownose skate	ZRC	ALTA
4	<i>Dipturus trachyderma</i>	Raya espinosa	Roughskin skate	ZTR	ALTA
5	<i>Rajella nigerrima</i>	Raya negra	Blackish skate	BXN	ALTA
6	<i>Discopyge tschudii</i>	Raya eléctrica	Apron ray	TNY	ALTA
7	<i>Torpedo tremens</i>	Torpedo	Torpedo	TOR	ALTA
8	<i>Myliobatis chilensis</i>	Raya águila	Chilean eagle ray	MYC	ALTA
9	<i>Callorhynchus callorynchus</i>	Pejegallos	Elephantfish	CHJ	ALTA
10	<i>Squalus acanthias</i>	Tollo de cachos	Picked dogfish	DGS	MEDIA
11	<i>Deania calcea</i>	Tollo pajarito	Birdbeak dogfish	DCA	MEDIA
12	<i>Mustelus mento</i>	Tollo fino	Speckled smooth-hound	MUG	ALTA
13	<i>Aculeola nigra</i>	Tollo negro	Hooktooth dogfish	ACN	ALTA
14	<i>Hexanchus griseus</i>	Tiburón gris	Bluntnose sixgill shark	SBL	BAJA
15	<i>Centroscyllium granulatum</i>	Tollo negro raspa	Granular dogfish	CYG	ALTA
16	<i>Centroscymnus crepidater</i>	Sapata negra	Longnose velvet dogfish	CYP	MEDIA
17	<i>Centroscyllium nigrum</i>	Tollo negro peine	Combtooth dogfish	CYN	ALTA
18	<i>Bythaelurus canescens</i>	Gata café	Dusky catshark	HAN	ALTA
19	<i>Apristurus brunneus</i>	Pejegato café	Brown catshark	CSN	MEDIA
20	<i>Apristurus nasutus</i>	Pejegato hocicón	Largenose catshark	APW	MEDIA

Tipo de Habitat



Nivel de Endemismo

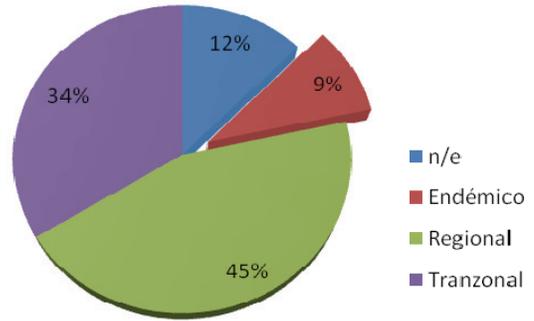


Figura 2: Tipo de hábitat y nivel de endemismo de las especies capturadas incidentalmente en la pesquería demersal centro-sur.

Respecto al nivel de endemismo (Fig. 2), se observa un alto porcentaje de especies regionales (45%), es decir, compartidas en el límite norte con Perú o al sur con Argentina. Al contrario de especies “transzonales” (34%), quienes pueden ser encontradas a lo largo de grandes extensiones geográficas. En contraste, un bajo número de especies endémicas (9%) son capturadas por esta pesquería.

En cuanto a las variables derivadas de la pesquería, existe muy poca información para especies no comerciales. Respecto al destino de la captura incidental (Fig. 3), podemos observar que un bajo porcentaje de las especies capturadas incidentalmente (32%) no tienen un interés comercial directo y son descartadas sin aprovechamiento. La mayoría de las especies (68%) presentan un alto potencial de utilización y pueden ser comercializadas en mercados nacionales o internacionales. Aunque actualmente solo se desembarcan aquellas especies más abundantes, se podrían incorporar pequeñas mejoras tecnológicas con el fin de aprovechar integralmente la fracción capturada incidentalmente pero descartada debido al desconocimiento para el procesamiento y posterior comercialización.

Tipo de captura

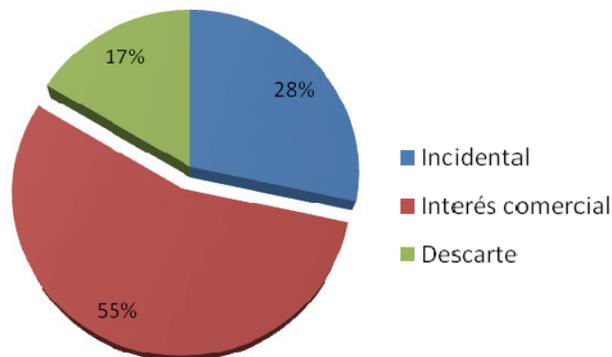


Figura 3: Tipo de captura de las especies capturadas incidentalmente en la pesquería demersal centro-sur.

2. HERRAMIENTAS DE IDENTIFICACIÓN

Se revisaron 45 ejemplares de 21 especies provenientes de operaciones de pesca normales de la flota demersal centro-sur. Se realizaron fotografías e ilustraciones a 12 peces óseos, 14 peces condriictios y 9 invertebrados marinos, identificados como aquellas especies comúnmente capturadas incidentalmente. Se realizaron tres cartillas de identificación de especies, una para los grandes grupos taxonómicos (peces óseos y cartilagosos, e invertebrados marinos) para los principales componentes de la captura en la pesquería demersal centro-sur. La información contenida en estas cartillas condensa información biológica y pesquera relativa a la talla y a su diagnosis con énfasis en aquellas características que permitan individualizar un taxa dentro de un conjunto similar. Además cada unidad taxonómica, incorpora su nombre común, su nombre científico (válido y vigente), su nombre FAO y un código de tres letras, establecido según la norma internacional (ISO 639) y la lista ASFIS de especies para los fines de estadísticas de pesca, la cual es utilizada para estandarizar los nombre comunes y científicos en los registros de observación) y captura.

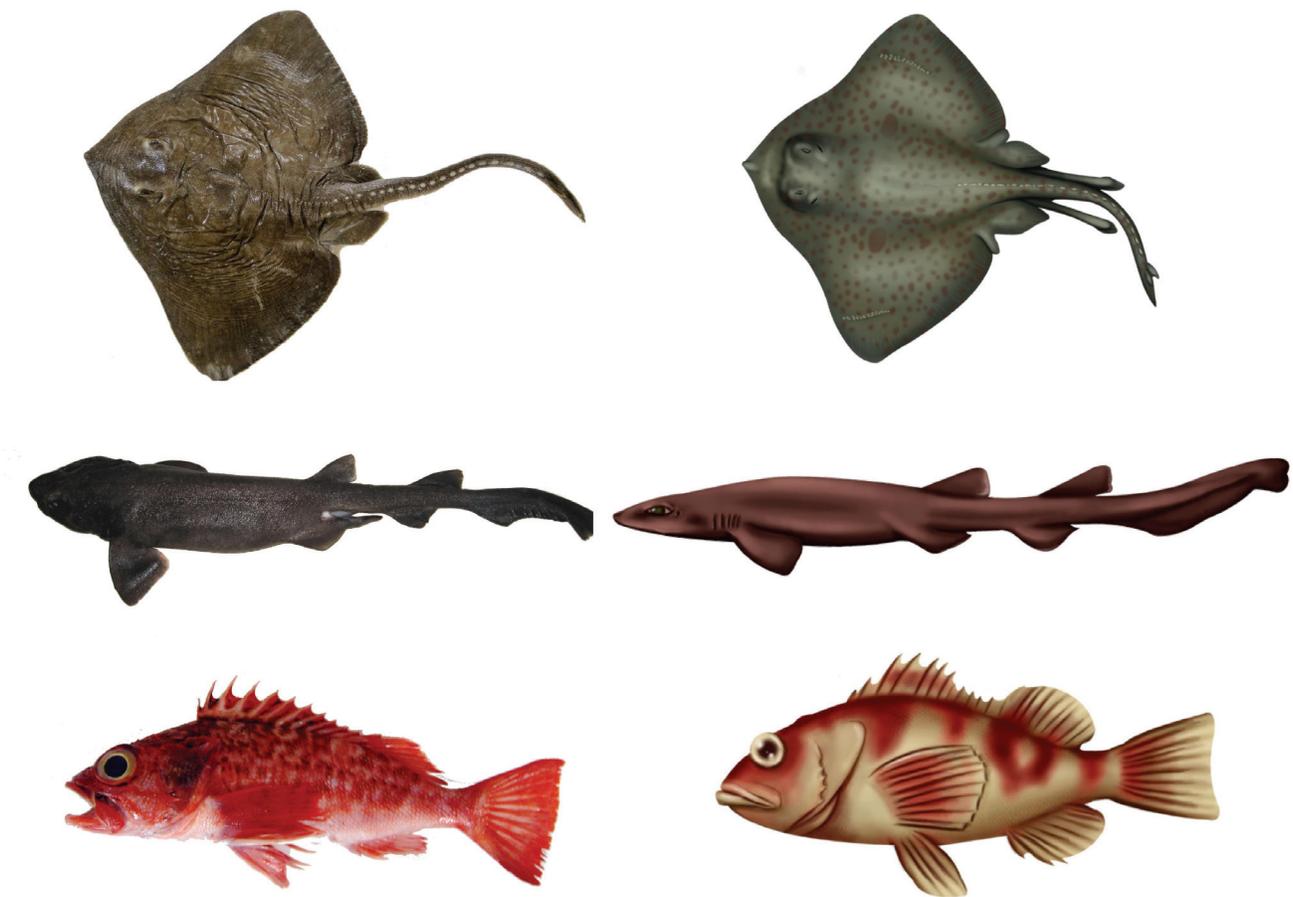


Figura 4. Fotografías e ilustraciones esquemáticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alverson DL, MH Freeberg, SA Murawski & JG Pope. 1994. A Global Assessment of Fisheries Bycatch and Discards. Fisheries Technical Paper No. 339. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy. 233 p.

Bustamante C, H Flores, R Saldivia, MA Alarcón MA & J Lamilla. 2009. Manual del observador científico para las pesquerías de descarte de condriictios. Programa de Conservación de Tiburones: Subsecretaría de Pesca y Universidad Austral de Chile, 37 p.

FAO. 1999. The State of World Fisheries and Aquaculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

Gilman E, C Boggs & N Brothers. 2003. Performance assessment of an underwater setting chute to mitigate seabird bycatch in the Hawaii pelagic longline tuna fishery. *Ocean and Coastal Management* 46(11-12): 985-1010.

Gilman E, E Zollett, S Beverly, H Nakano, D Shiode, K Davis, P Dalzell, I Kinan. 2006. Reducing sea turtle bycatch in pelagic longline gear. *Fish and Fisheries* 7(1): 2-23.

Gilman E, N Brothers & D Kobayashi. 2005. Principles and approaches to abate seabird bycatch in longline fisheries. *Fish and Fisheries* 6(1): 35-49.

Gilman E, S Clarke, N Brothers, J Alfaro-Shigueto, J Mandelman, J Mangel, S Petersen, S Piovano, N Thomson, P Dalzell, M Donoso, M Goren & T Werner. 2007. Shark Depredation and Unwanted Bycatch in Pelagic Longline Fisheries: Industry Practices and Attitudes, and Shark Avoidance Strategies. Western Pacific Regional Fishery Management Council, Honolulu, USA. 203 pp

Hall MA, DL Alverson & KI Metzuzals. 2000. By-catch: problems and solutions. *Marine Pollution Bulletin* 41(1-6), 204-219.

Lamilla J, C Bustamante, R Roa, F Concha, E Acuña, G Aedo, R Melendez, S López, MA Alarcon, H Flores & R Saldivia. 2009. Estimación del descarte de condriictios en pesquerías artesanales. Informe de avance Proyecto FIP 2008- 60. Subsecretaría de Pesca, Valparaíso, 139p.

Martin S, E Gilman & P Dalzell. 2006. Meeting Hawaii longline industry needs to reduce fisheries bycatch through cooperative research. In: Read AN & TW Hartley (Eds.). *Partnerships for a Common Purpose: Cooperative Fisheries Research and Management. Proceedings of the American Fisheries Society/Sea Grant Symposium 52. American Fisheries Society 135th Annual Meeting, 11-15 September 2005, Anchorage, Alaska.*

Watson, J., Foster, D., Epperly, S., Shah, A. 2005. Fishing methods to reduce sea turtle mortality associated with pelagic longlines. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 62.

PECES CARTILAGINOSOS



Universidad Austral de Chile
Conocimiento y Naturaleza



ACN | Tollo negro / Hooktooth dogfish
Aculeola nigra 60 cm.



MUG | Tollo Fino / Speckled smooth-hound
Mustelus mento 130 cm.



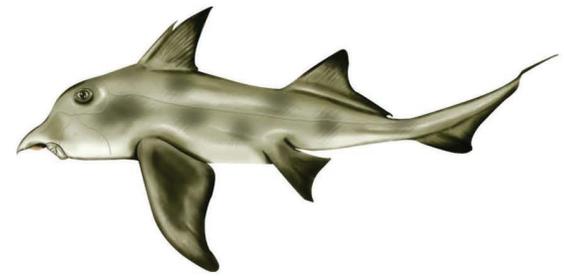
CYN | Tollo negro peine / Combtooth dogfish
Centroscyllum nigrum 30 cm.



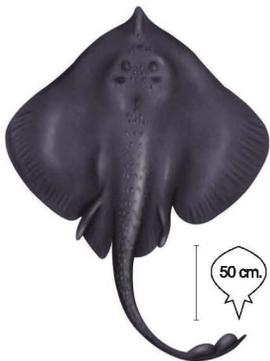
CYG | Tollo negro raspa / Granular dogfish
Centroscyllum granulatum 50 cm.



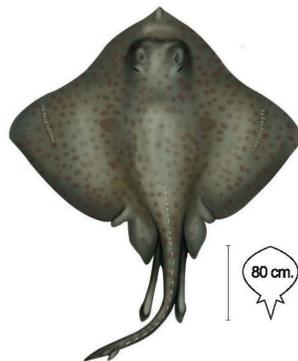
HAN | Gata café / Dusky catshark
Bythaelurus canescens 70 cm.



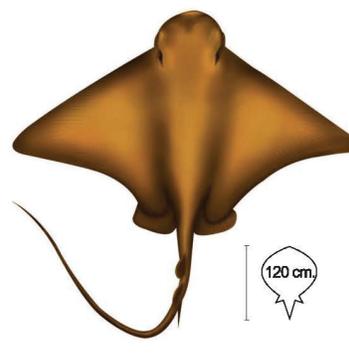
CHJ | Pejegallo / Elephantfish
Callorhynchus callorynchus 100 cm.



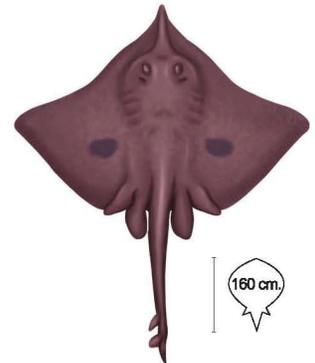
BXN | Raya negra / Blackish skate
Rajella nigerrima 50 cm.



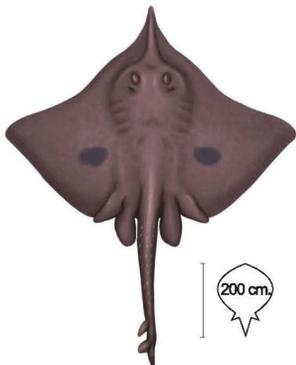
BGR | Raya austral / Graytail skate
Bathyraja griseocauda 80 cm.



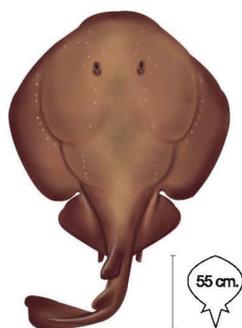
MYC | Raya águila / Chilean eagle ray
Myliobatis chilensis 120 cm.



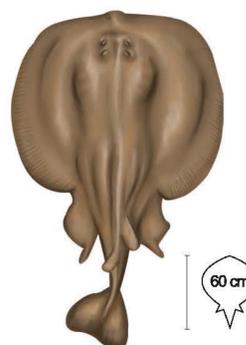
ZRC | Raya volántin / Yellownose skate
Zearaja chilensis 160 cm.



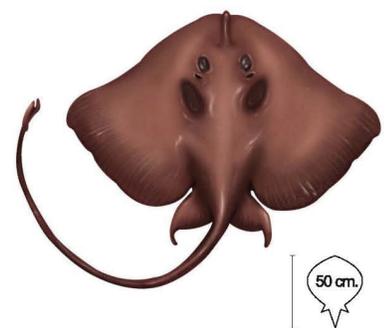
ZTR | Raya espinosa / Roughskin skate
Dipturus trachyderma 200 cm.



TNY | Raya eléctrica / Apron ray
Discopyge tschudii 55 cm.



TTW | Torpedo / Torpedo
Torpedo tremens 60 cm.



RFU | Raya mariposa / Dusky finless skate
Gurgesiella furvescens 50 cm.

FAUNA COMÚN EN LA PESQUERÍA DE ARRASTRE DE MERLUZA (*Merluccius gayi*)

PECES CARTILAGINOSOS

Proyecto del Fondo de Investigación Pesquera (FIP2008-36):
Sistemas de selección de las capturas en la pesquería demersal centro sur

Código FAO

Nombre común

BSP

Alfonsino / Splendid alfonsino — Nombre FAO
Beryx splendens

Nombre científico



GOBIERNO DE CHILE
SUBSECRETARÍA DE PESCA



Universidad Austral de Chile
Conocimiento y Naturaleza

ACN

Tollo negro / Hooktooth dogfish
Aculeola nigra

Hocico corto y redondeado, pequeñas espinas en ambas aletas dorsales; cuerpo de textura blanda; dientes en ambas mandíbulas unicúspides; distancia preoral es 1/3 la distancia desde la boca al origen de las aletas pectorales.

CYN

Tollo negro peine / Combtooth dogfish
Centroscyllium nigrum

Hocico corto y redondeado, pequeñas espinas en ambas aletas dorsales; cuerpo de textura blanda; dientes en ambas mandíbulas unicúspides; distancia preoral es 1/3 la distancia desde la boca al origen de las aletas pectorales.

HAN

Gata café / Dusky catshark
Bythaelurus canescens

Hocico corto, sin poros notorios; distancia preoral casi la mitad o menor que el ancho de la boca; dorso negro grisáceo a pálido.

BXN

Raya negra / Blackish skate
Rajella nigerrima

Hocico es plano y muy corto; la cola es más larga que la longitud del disco; dorsales similares y unidas en su base; un parche triangular de 11 agujijones sobre la región nucal y escapular.

MYC

Raya águila / Chilean eagle ray
Myliobatis chilensis

Dientes como placa con 8 a 11 hileras verticales, los del centro sólo un poco más grandes que los laterales; una espina en la base de la cola; cola aproximadamente la mitad de la longitud total.

ZTR

Raya espinosa / Roughskin skate
Dipturus trachyderma

Disco con márgenes anteriores profundamente cóncavos; superficie ventral y dorsal del disco áspera; una hilera de agujijones nucales y espinulas a lo largo de todo el hocico; una fila de agujijones medianos en el disco y dos interdorsales.

TTW

Torpedo / Torpedo
Torpedo tremens

Disco oval, con borde rostral en suave curva y ángulos posteriores de las pectorales redondeados; dorsales desiguales; la primera dorsal de la base más corta que su altura y borde anterior amplio; segunda dorsal notablemente más pequeña que la primera.

MUG

Tollo Fino / Speckled smooth-hound
Mustelus mento

Dientes pequeños pavimentosos con bordes no cortantes sin cúspides. Segunda dorsal notoriamente mayor que la aleta anal. Dorso con numerosos lunares (motas) blancas en adultos. Dorso manchado en juveniles.

CYG

Tollo negro raspa / Granular dogfish
Centroscyllium granulatum

Espinas de las aletas dorsales muy prominentes y casi totalmente libres de la aleta; piel muy áspera por los denticulos dérmicos muy pronunciados; dientes de la mandíbula superior con 3 ó más cúspides angostas; distancia entre la base de la aleta pectoral y la base de la aleta pélvica, mayor que la longitud de la cabeza.

CHJ

Pejegallo / Elephantfish
Callorhynchus callorhynchus

Una espina grande al inicio de la primera dorsal; probóscide en la punta del hocico; los machos presentan ganchos cartilagosos anteriores a las pélvicas y un gancho frontal.

BGR

Raya austral / Graytail skate
Bathyraja griseocauda

El hocico no se proyecta anteriormente, la cloaca esta más cerca de la punta del hocico que del extremo de la cola; aletas dorsales muy próximas entre sí; 27 agujijones fuertes sobre la línea media; cola blanca con rayas marginales de puntos negros irregulares sobre toda su longitud.

ZRC

Raya volatín / Yellownose skate
Zearaja chilensis

Rostro triangular pronunciado y puntiagudo; superficie ventral y dorsal del disco suave; una espina nucal y espinulas a presentes sólo en el extremo del hocico; longitud preoral comprendida 3,5 veces en el ancho del disco.

TNY

Raya eléctrica / Apron ray
Discopyge tschudii

Margen posterior de las aletas pélvicas unido a la base de la cola por una membrana continua; cuerpo con hileras de puntos claros en el dorso de la cola; aletas dorsales pequeñas, con el borde anterior redondeado y el posterior casi recto.

RFU

Raya mariposa / Dusky finless skate
Gurgesiella furvescens

Disco notablemente más ancho que largo; el extremo del hocico no es saliente y existe apenas una corta punta triangular y roma; las aletas pélvicas no están cubiertas por el ángulo posterior de las pectorales.

PECES OSEOS



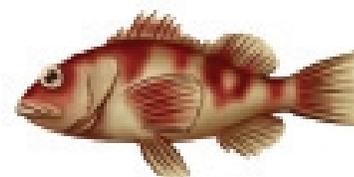
Universidad Austral de Chile
Oceanografía y Acuicultura



BSP | Alfonso / Splendid alfonsino
Geryo splendens 



EGV | Besugo / Cardinal fish
Epiplatys crassicaudus 



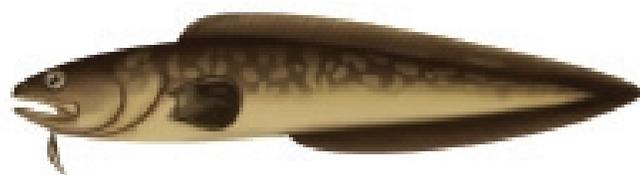
HET | Chancharro / Red rockfish
Heterostichus rostratus 



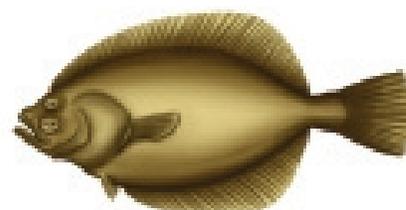
PJU | Blanco / Tilefish
Prolatilus jugularis 



SCA | Cabrilla española / False jacobiner
Sebastes capensis 



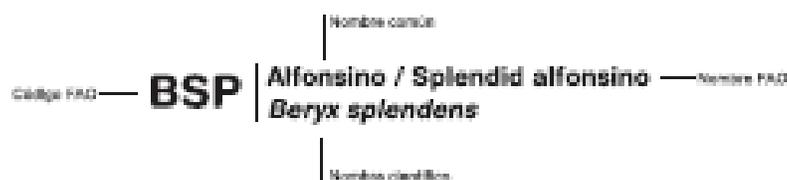
GMA | Congrio negro / Black cusk-eel
Genypterus blacodes 



HMA | Lenguado de ojo grande / Bigeye flounder
Hippoglossus macrocephalus 

PECES OSEOS

Proyecto del Fondo de Investigación Pesquera (FIP2008-36):
Sistemas de selección de las capturas en la pesquería demersal centro sur



Indica la longitud promedio de captura de cada especie

BSP | Alfonsino / Splendid alfonsino

Beryx splendens

Cuerpo fusiforme, grandes ojos que ocupan casi un tercio de la cabeza, coloración rojo intenso; origen de la aleta anal anterior al borde posterior de la aleta dorsal; origen de las aletas pélvicas es anterior al término de las base de las aletas pectorales.

HET | Chancharro / Red rockfish

Heliocolenus lengerichi

Pez de color anaranjado con una gran aleta dorsal con espinas (12) y radios (15); con crestas y espinas craneales bien desarrolladas, aleta caudal truncada; origen aleta pélvica posterior al origen de las pectorales.

SCA | Cabrilla española / Falso jacobover

Sobastes capensis

Aleta dorsal grande con 12 a 14 espinas e igual número de radios; aleta caudal truncada; aletas pectorales se insertan por detrás del origen de la dorsal y anterior al origen de las pélvicas.

HMA | Lenguado de ojo grande / Bigeye flounder

Hippoglossina macrops

Pez plano comprimido lateralmente; aleta dorsal se origina a la mitad del ojo; espacio interorbital menor al diámetro del ojo; coloración del lado ocular es café oscuro, lado ciego de color crema.

EGV | Besugo / Cardinal Fish

Epigonus crassicaudus

Cuerpo fusiforme, dos aletas dorsales, la primera compuesta de espinas, la segunda con una espina y 10 a 12 radios; primera dorsal se origina a la misma altura que las pectorales y anterior al borde posterior de las pélvicas; la aleta anal se origina posterior al origen de la segunda dorsal.

PJU | Blanquillo / Tilefish

Protilatus jugularis

Pez con labios moderadamente gruesos; aleta dorsal con cuatro espinas y 27 a 28 rayos; las aletas pectorales se insertan por detrás del origen de las pélvicas; aleta anal se inserta por detrás del borde posterior de las aletas pectorales; aleta caudal truncada; boca terminal.

GMA | Congrio negro / Black cusk-eel

Coryphopterus maculatus

Congrio de color café con manchas blancas; aletas dorsal caudal y anal fusionadas; origen de la dorsal es posterior al origen de las pectorales.



GOBIERNO DE CHILE
DIRECCIÓN DE PESCA



Universidad Austral de Chile
Conocimiento y Sustentabilidad

ANEXO II

Personal participante por actividad

Nombre	Actividad	Horas Hombre										
		M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11
Dante Queirolo P.	Objetivo 4.1	20	40	40								
	Objetivo 4.2			10	10	10	10	10				
	Objetivo 4.3					10	10	20	20			
	Objetivo 4.4							40	50	50		
	Objetivo 4.5									30	30	
	Objetivo 4.6										20	20
		20	40	50	10	20	20	70	70	80	50	20
Carlos Hurtado F.	Objetivo 4.1	40	40	40								
	Objetivo 4.2											
	Objetivo 4.3					30	40	40	40			
	Objetivo 4.4							20	20	20		
	Objetivo 4.5									20	30	
	Objetivo 4.6										20	10
		40	40	40	0	30	40	60	60	40	50	10
Teófilo Melo F.	Objetivo 4.1	20	20	20								
	Objetivo 4.2											
	Objetivo 4.3					30	30	40	40			
	Objetivo 4.4							10	10	10		
	Objetivo 4.5									20	20	
	Objetivo 4.6											
		20	20	20	0	30	30	50	50	30	20	0
Erick Gaete A.	Objetivo 4.1											
	Objetivo 4.2											
	Objetivo 4.3					80	80	80	80			
	Objetivo 4.4											
	Objetivo 4.5									40	40	
	Objetivo 4.6											
		0	0	0	0	80	80	80	80	40	40	0
Victor Zamora A.	Objetivo 4.1											
	Objetivo 4.2											
	Objetivo 4.3					80	80	80	80			
	Objetivo 4.4											
	Objetivo 4.5									40	40	
	Objetivo 4.6											
		0	0	0	0	80	80	80	80	40	40	0
Roberto Escobar H.	Objetivo 4.1											
	Objetivo 4.2											
	Objetivo 4.3					80	80	80	80			
	Objetivo 4.4											
	Objetivo 4.5									40	40	
	Objetivo 4.6											
		0	0	0	0	80	80	80	80	40	40	0
Ivonne Montenegro U.	Objetivo 4.1											
	Objetivo 4.2			10	10	10	10	20				
	Objetivo 4.3					20	50	50	70			
	Objetivo 4.4											
	Objetivo 4.5											
	Objetivo 4.6											
		0	0	10	10	30	60	70	70	0	0	0
José Merino D.	Objetivo 4.1	20	20	20								
	Objetivo 4.2			10	20	20	20	20				
	Objetivo 4.3					20	20	30	30			
	Objetivo 4.4											
	Objetivo 4.5											
	Objetivo 4.6											
		20	20	30	20	40	40	50	30	0	0	0
Luis Cassasus	Objetivo 4.1	60	60	60								
	Objetivo 4.2											
	Objetivo 4.3											
	Objetivo 4.4											
	Objetivo 4.5											
	Objetivo 4.6										50	50
		60	60	60	0	0	0	0	0	0	50	50