

ESTUDIOS Y DOCUMENTOS

N° 05/2011

INFORME FINAL

**"CARACTERIZACIÓN DE LAS REDES DE ENMALLE
EN LA PESQUERÍA ARTESANAL DE MERLUZA COMÚN"**

FIP: 2009-23



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS DEL MAR

VALPARAÍSO - CHILE

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Facultad de Recursos Naturales

Escuela de Ciencias del Mar

Valparaíso – Chile

INFORME FINAL

**CARACTERIZACIÓN DE LAS REDES DE ENMALLE
EN LA PESQUERÍA ARTESANAL DE MERLUZA COMÚN**

(Proyecto FIP N° 2009-23)

Valparaíso, abril de 2011



Título : “Caracterización de las redes de enmalle en la
pesquería artesanal de merluza común”
Proyecto FIP N° 2009-23

Requirente : Consejo 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

Jefe de Proyecto : Dante Queirolo Palma

Jefe de Proyecto Alterno : Erick Gaete Alfaro
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Fono : 56-32-274264
Fax : 56-32-274206
E-mail: erick.gaete@ucv.cl

EQUIPO DE TRABAJO

INVESTIGADORES	TÍTULO	AREA DE TRABAJO
Dante Queirolo Palma PUCV	Ingeniero Pesquero - PUCV	Coordinación general, análisis de artes y selectividad de los aparejos de pesca
Erick Gaete Alfaro PUCV	Ingeniero Pesquero - PUCV	Jefe de proyecto alterno, Coordinación general, diseño, evaluación y análisis de aparejos y pesca fantasma
Mauricio Ahumada Escobar PUCV	Ingeniero Pesquero – PUCV Ingeniero Civil Industrial-UTFSM	Análisis de curvas de retención y composición de capturas
Teófilo Melo Fuentes PUCV	Ingeniero de Ejecución en Pesca PUCV	Análisis de artes de pesca

CO-INVESTIGADORES	INSTITUCION	AREA DE TRABAJO
José Merino Díaz PUCV	Tecnólogo Marino – PUC (Sede Talcahuano)	Levantamiento de información de capturas y análisis de resultados
Roberto Escobar H. PUCV	Ingeniero Pesquero - PUCV	Levantamiento de información de artes de pesca

COLABORADORES	INSTITUCION	AREA DE TRABAJO
Víctor Zamora Abarca PUCV	Ingeniero Pesquero - PUCV	Filmaciones submarinas en experiencias de pesca fantasma
Ivonne Montenegro Urbina PUCV	Ingeniero Pesquero - PUCV	Procesamiento y análisis de información de estructuras de talla y capturas
Jaime Aguilera Fritis PUCV	Ingeniero Pesquero - PUCV	Sistema de información geográfico (SIG)
Gonzalo Valenzuela Ferreira PUCV	Ingeniero Pesquero - PUCV	Levantamiento de información de artes de pesca y embarques
David Valdés Ramírez PUCV	Ingeniero Pesquero - PUCV	Levantamiento de información de artes de pesca y embarques
Julio Lamilla Gómez UACH	Dr. Ciencias (Zoología), Universidad de Concepción	Guía de apoyo para identificación de especies
Carlos Bustamante Díaz UACH	Biólogo Marino, Universidad Austral de Chile (UACH)	Guía de apoyo para identificación de especies

Distribución de ejemplares impresos:

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

RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe contiene los resultados obtenidos en el marco de la ejecución del proyecto FIP 2009-23 “Caracterización de las redes de enmalle en la pesquería artesanal de merluza común” orientado a identificar, caracterizar y cuantificar este aparejo en términos de su diseño, construcción y armado, además de su desempeño en términos de las curvas de retención asociadas a su operación y su posible efecto de “pesca fantasma” que pudiera seguir ejecutando. La cobertura de la operación extractiva de merluza común (*Merluccius gayi gayi*) por parte del sector artesanal comprendió entre las Regiones de Valparaíso y Bío-Bío. Para dar cumplimiento a los objetivos planteados en la investigación se consideró el levantamiento de información base para identificar las caletas que utilizan redes de enmalle en la extracción de merluza común (Obj. 1), para luego indagar sobre las características técnicas con mediciones *in situ* en las caletas seleccionadas de acuerdo a la actividad que presentaban con este aparejo (Obj. 2). También se monitoreó la actividad comercial que se efectuaba en esos lugares para caracterizar, identificar y cuantificar las especies que son retenidas en la operación con redes de enmalle, pudiéndose de esta forma determinar el principio de captura (Obj. 5) y las curvas de retención asociadas a la especie objetivo (Obj. 3), así como la fauna acompañante que se registra en esta pesquería (Obj. 4) para las distintas zonas y tipo de redes que se encontraran en la operación de esta flota.

Se realizaron también dos experiencias empíricas para poder determinar: a) la pesca fantasma que seguirían ejecutando las redes que se perdieran, además de indagar sobre la frecuencia y causas de estos eventos (Obj. 6), y b) un experimento para estimar la selectividad de las redes de enmalle utilizadas en la Región de Valparaíso (Obj. 7), ambas con un carácter exploratorio.

Durante la ejecución del proyecto se visitaron 34 caletas de la zona, registrándose información de 722 naves que potencialmente podrían participar de la pesquería (55,4% del total de las embarcaciones de las caletas), de las cuales 383 operan frecuentemente sobre merluza común como recurso objetivo. Las caletas Maguillines y Duao en la Región del Maule, y Portales y San Antonio en la Región de Valparaíso presentaron el mayor número de embarcaciones destinadas a la captura de merluza con 42, 40, 41 y 45 embarcaciones, respectivamente.

El aparejo mayormente utilizado para la extracción de merluza en las caletas visitadas fue el enmalle y sólo se pudo constatar la esporádica operación con espinel en Caleta Portales y San Antonio en la Región de Valparaíso, con no más de tres embarcaciones que ocasionalmente realizan faenas de pesca con este aparejo.

Respecto de las características y dimensiones de los aparejos de enmalle, se observó que mayoritariamente usan como sistema de flotación trozos de flotadores de cerco en desuso, concepto que se considera precario en términos técnicos pero que cumple la funcionalidad que requieren los pescadores y sus redes. Respecto de las longitudes de los aparejos, se observó una gran diferencia para esta variable entre caletas, con valores registrados entre 158 (Membrillo) y 3960 m (Bucalemu), que corresponden a 3 y 70 cuerpos respectivamente.

El tipo de material que componen las mallas de las redes fue monofilamento de PA con diámetros de hilos entre 0,3 - 0,7 mm y tamaños de malla entre 6,17 - 7,76 cm, siendo los valores mínimos y máximos registrados en las Regiones de Valparaíso y Bío-Bío, respectivamente. Los resultados obtenidos en el objetivo específico 3 (curvas de retención) muestran que existe una relación directa entre el tamaño de malla utilizado y la talla media de captura de merluza común. Lo anterior sugiere que las redes de enmalle están trabajando bajo el principio de captura esperado (enganchados, agallados o acuñados, y no por enredo), procesos de captura en los cuales se observó una variación en sus proporciones de acuerdo a diferentes tamaños de malla utilizados en las experiencias de selectividad realizadas.

El uso de tamaños de malla similares en las diferentes caletas podría responder a la composición de tallas de la población en las distintas zonas de pesca. Así, se observó que el tamaño de malla tiende a aumentar en el eje norte-sur, empleándose los menores tamaños de malla en las caletas de la V Región (2 y 2,5") y los mayores en caletas de la VIII Región (3 y 3 ¼").

Dada la información recopilada y los lances monitoreados se determinó que la captura de especies que componen la fauna acompañante de las capturas de merluza común con enmalle es inferior al 5% en peso (10,8% en número), siendo las principales

especies jaiba limón (*Cancer porteri*), langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) y corvinilla (*Sciaena deliciosa*).

En lo referido a las experiencias de pesca fantasma, se determinó que la pérdida de aparejos de enmalle durante las faenas de pesca es poco frecuente en esta pesquería de acuerdo a la información recopilada, y en los casos en que esto ocurre fue asociada principalmente a condiciones de tiempo adversas sumado a tiempos de reposo superiores a 1 día. Mediante experiencias realizadas en el sector de Laguna Verde en la Región de Valparaíso se estimó que la pérdida total del área funcional de las redes de enmalle ocurre aproximadamente a los 120 días desde el momento que fueron caladas. También con estas experiencias se pudo determinar que la pérdida de área funcional está estrechamente relacionada con la cantidad de jaibas presente en el aparejo y el número de éstas a su vez con la cantidad de captura o “alimento” disponible en el enmalle que las atrae hacia él.

Mediante análisis de regresión se determinó que tanto el tamaño de malla como el factor “región” influyen directamente sobre la talla media de captura de merluza. Cabe señalar que la relación obtenida puede ser empleada de manera referencial para comprender la situación de captura sólo durante el período de estudio (año 2010), ya que cambios en la distribución poblacional y la dinámica del stock necesariamente dejarán obsoleta dicha relación. Sin embargo, la relación obtenida a partir del factor de selectividad ($SF= 0,185$) es más confiable y puede ser contrastada con otros estudios formales de selectividad.

EXECUTIVE SUMMARY

The results obtained during the execution of the Project FIP 2009-23 “Characterisation of gill nets for the artisanal fishery of common hake” are here presented, which was directed towards the identification, characterisation and quantification of the tackle in terms of design, construction and assembly, as well as its performance with respect to the retention curves associated to the operation and possible effect of the continuing “ghost fishing”.

Common hake (*Merluccius gayi gayi*) artisanal commercial operations covered Valparaíso and Bío-Bío regions. In order to comply with the established objectives for this study, the collection of base information was considered to identify the fishing coves using gill nets for common hake fishing (Obj. 1), to subsequently investigate the technical characteristics through *in situ* measurements in the chosen coves according to the activity developed with the gear (Obj. 2). The commercial activity done in such places was also monitored to characterise, identify and assess the species held during operations with gill nets, therefore establishing the catch principle (Obj. 5) and the retention curves related to the target species (Obj. 3), along with bycatch recorded for this fishery (Obj. 4) for the different areas and net types operated by this fleet.

Two empirical experiences were also carried out to determine: a) the ghost fishing executed by lost nets and establish the frequency and causes of such events (Obj. 6), and b) an assay to estimate gill nets selectivity in Valparaíso (Obj. 7), both experiences with an exploratory nature.

During the study, 34 coves in the area were visited, obtaining information on 772 vessels that may be possibly participating of this fishery (55.4% of the total cove boats), out of which 383 frequently operate on common hake as target objective. Maguillines and Dúo Coves at the Maule Region, and Portales and San Antonio at the Valparaíso Region presented the higher number of boats used for hake catches with 42, 40, 41 and 45 boats, respectively.

The gear mainly used for hake extraction at the visited coves was the gill net, while long line was only sporadically seen in Caleta Portales and San Antonio, Valparaíso, with up to three boats occasionally using this gear during the job.

Regarding the characteristics and dimensions of the entangle gears, it was generally observed they use float pieces from disused fences as floating system, a concept considered precarious in technical terms although it complies with the functionality required by fishermen and nets. In relation to gear length, a significant difference was observed for this variable among coves, with values between 158 (Membrillo) and 3,960 m (Bucalemu), which correspond to 3 and 70 lengths, respectively.

Net meshes were made from Polyamide (PA) monofilament, with 0.3-0.7 mm strings and mesh sizes between 6.17 and 7.76 cm, and whose minimum and maximum values were observed at Valparaíso and Bío-Bío, respectively. Results from the specific objective 3 (retention curves) show there is a direct relationship between the mesh size used and the mean catch size of the common hake. The latter suggests gill nets work under the expected catch principle (gilled, snagged, wedged and not entangled), catch processes where a proportion variation was observed with regards to the different mesh sizes used during the selectivity assays performed.

The use of similar mesh sizes in the different coves may result from the size composition of the population in the fishing areas. Therefore, it was observed the mesh size tends to increase at the northern-southern axis, using smaller meshes at the coves from the Valparaíso Region (2" and 2.5") and the largest at the coves from the Bío Bío Region (3" and 3 ¼").

Given the collected data and monitored casts it was possible to establish the species catch comprising the bycatch of common hake catches using gill net does not exceed 5% of weight (10.8% in number), where the main species are chilean lemon crab (*Cancer porteri*), squat lobster (*Pleuroncodes monodon*) and lorna drum (*Sciaena deliciosa*).

In relation to ghost fishery experiences, it was established the gill net loss during fishing works results infrequent in this fishery according to the collected information and

when this happens, it was mainly associated to adverse weather conditions and soak times higher than 1 day. Through the experiences done in Laguna Verde, Valparaiso region, it was possible to estimate the total loss of the functional area of the gill nets occurs approximately 120 days after they were drawn. Furthermore, these experiences allowed determining the loss of functional area is closely related to the crab quantity in the gear and their number in turn with the catch quantity or available “feed” in the gill net bringing them.

Through a regression analysis it was established both the mesh size and “region” factor directly influence over the mean size of the hake catch. It is worth noting the resulting relationship may be used as a reference to understand the catch situation only for the study period (2010), as changes in the population distribution and stock dynamics necessarily will leave such relationship obsolete. However, the relationship obtained from the selectivity factor ($SF= 0.185$) is more reliable and may be contrasted with other formal selectivity studies.

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
1 INTRODUCCIÓN	1
2 OBJETIVOS	2
Objetivo General	2
Objetivos Específicos	2
3 METODOLOGIA	3
3.1.- Identificar las caletas artesanales en las cuales se utiliza redes de enmalle en la captura de merluza común.	4
3.2.- Caracterizar las redes de enmalle utilizadas en términos de su diseño, armado y construcción.	10
3.3.- Determinar las curvas de retención asociadas a las diferentes redes utilizadas por la flota artesanal.	20
3.4.- Identificar, caracterizar y cuantificar las especies que componen la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza común con redes de enmalle y comparar los resultados respecto a la operación con espinel.	23
3.5.-Determinar el principio de captura en el cual se basan las redes utilizadas por la flota artesanal, y proponer soluciones a los eventuales problemas que sean detectados.	25
3.6.- Medir y cuantificar la mortalidad por pesca no aprovechada por estos artes durante su operación y, determinar la pesca fantasma que seguirían ejecutando.	27

	Pág.
3.7.- Objetivo Adicional: Estimar la selectividad de las redes de enmalle utilizadas en la captura de merluza común (<i>Merluccius gayi gayi</i>) en la Región de Valparaíso.	33
4 RESULTADOS	36
4.1.- Identificar las caletas artesanales en las cuales se utiliza redes de enmalle en la captura de merluza común.	36
4.2.- Caracterizar las redes de enmalle utilizadas en términos de su diseño, armado y construcción.	54
4.3.- Determinar las curvas de retención asociadas a las diferentes redes utilizadas por la flota artesanal.	63
4.4.- Identificar, caracterizar y cuantificar las especies que componen la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza común con redes de enmalle y comparar los resultados respecto a la operación con espinel.	69
4.5.- Determinar el principio de captura en el cual se basan las redes utilizadas por la flota artesanal, y proponer soluciones a los eventuales problemas que sean detectados.	79
4.6.- Medir y cuantificar la mortalidad por pesca no aprovechada por estos artes durante su operación y, determinar la pesca fantasma que seguirían ejecutando.	83
4.7.- Objetivo adicional: Estimar la selectividad de las redes de enmalle utilizadas en la captura de merluza común (<i>Merluccius gayi gayi</i>) en la Región de Valparaíso.	96
5 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	102

	Pág.
6 CONCLUSIONES	110
7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapas temáticos generados a partir de distintas capas de información georreferenciada.	10
Figura 2. Tamaño de una malla (Fuente: FUNCAP (1993)).	13
Figura 3. Ejemplo de plano de red de enmalle.	20
Figura 4. Perfil corporal de merluza común. El proceso de captura se señala con líneas verticales a lo largo del cuerpo.	26
Figura 5. Posición georeferenciada de cada banderín señalizador de los enmalles utilizadas en las actividades realizadas en el sector de Laguna Verde, V región.	29
Figura 6. Esquema de la red de enmalle y las boyas de demarcación superficial que se utilizarán en el experimento 1.	30
Figura 7. Distribución de caletas visitadas en la zona centro-sur.	41
Figura 8. Actividad comercial monitoreada y cajas muestreadas en la Región de Valparaíso.	42
Figura 9. Actividad comercial monitoreada y cajas muestreadas en la Región de O'higgins	42
Figura 10. Actividad comercial monitoreada y cajas muestreadas en la Región del Maule.	43
Figura 11. Actividad comercial monitoreada y cajas muestreadas en la Región del Bío-Bío.	43
Figura 12. Caracterización de la actividad de pesca por caleta en la Región de Valparaíso.	44
Figura 13. Caracterización de la actividad de pesca por caleta en la Región de O'higgins.	44
Figura 14. Caracterización de la actividad de pesca por caleta en la Región del Maule.	45
Figura 15. Caracterización de la actividad de pesca por caleta en la Región del Bío-Bío.	45
Figura 16. Embarcaciones totales y enmalleras por caleta en la Región de Valparaíso.	46
Figura 17. Embarcaciones totales y enmalleras por caleta en la Región de O'higgins.	46
Figura 18. Embarcaciones totales y enmalleras por caleta en la Región del Maule	47

	Pág.
Figura 19. Embarcaciones totales y enmalleras por caleta en la Región del Bío-Bío.	47
Figura 20. Plano técnico de red de enmalle con características promedio para la zona centro-sur.	62
Figura 21. Frecuencias relativas de retención de merluza común con redes de enmalle por caleta y tamaño de malla.	64
Figura 22. Análisis de agrupamiento considerando los tamaños de malla utilizados en cada caleta y la talla media de captura registrada durante el proyecto.	65
Figura 23. Relación entre la talla media retenida y el tamaño de malla empleado en su captura. Las líneas grises muestran el ajuste (línea continua) y las bandas de confianza al 95% (en línea discontinua)	68
Figura 24. Composición de la captura de las principales especies capturadas con red de enmalle A) en peso y B) en número	70
Figura 25. Proceso de captura observado según tamaño de malla utilizado. A: 2"; B: 2 1/2"; C: 2 5/8"; D: 2 3/4"; E: 3"; F: 3 1/4".	81
Figura 26. Relación entre longitud total y perímetro opercular de merluza común.	82
Figura 27. Curvas logísticas de retención estimada de merluza común a partir del perímetro corporal (girth) y de la característica de la malla (perimeter).	83
Figura 28. Secuencias de imágenes captadas en filmaciones submarinas en enmalle con un 1 día de reposo (Filmación A), Laguna Verde, V Región.	86
Figura 29. Secuencias de imágenes captadas en filmaciones submarinas en enmalle con 19 días de reposo (Filmación B), Laguna Verde, V Región.	87
Figura 30. Secuencias de imágenes captadas en filmaciones submarinas en enmalle con 42 días de reposo (Filmación C), Laguna Verde, V Región.	88
Figura 31. Secuencias de imágenes captadas en filmaciones submarinas en enmalle con 64 días de reposo (Filmación D), Laguna Verde, V Región.	89
Figura 32. Secuencias de imágenes captadas en filmaciones submarinas en enmalle con 115 días de reposo (Filmación E), Laguna Verde, V Región.	90

	Pág.
Figura 33. Gráfica del porcentaje de área funcional del enmalle filmada versus días de permanencia en el mar con ajuste de función logarítmica con y sin incluir el valor cero observado en la última filmación (E).	91
Figura 34. Gráfica de la variación y ajuste logarítmico del número de jaibas (paco y limón) retenidas en los enmalles versus días de permanencia en el mar de la red.	93
Figura 35. Frecuencias de talla total y por sexo según el tamaño de malla utilizado.	96
Figura 36. Sex ratio for the combined catches with all gill nets.	97
Figura 37. Proceso de captura por sexo según el tamaño de malla utilizado.	98
Figura 38. Log normal curves to the combined sexes of <i>M. gayi gayi</i> and deviance residuals plot for the curves fit.	99
Figura 39. Binormal curves to the males of <i>M. gayi gayi</i> and deviance residuals plot for the curves fit.	100
Figura 40. Normal location curves to the females of <i>M. gayi gayi</i> and deviance residuals plot for the curves fit.	101

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Número de embarcaciones inscritas en el Registro Pesquero Artesanal, autorizados para capturar merluza común con redes de enmalle entre la V y VIII Región.	5
Tabla 2. Número de caletas por región y provincia, y número de caletas seleccionadas que fueron consideradas para ser visitadas durante la ejecución del proyecto.	6
Tabla 3. Listado de caletas seleccionadas por región y provincia que fueron seleccionadas para visitar durante la ejecución del proyecto.	8
Tabla 4. Descripción general de las características de los 7 enmalles “gemelos” construidos para las experiencias de revisión continua y filmaciones submarinas.	31
Tabla 5. Descripción general de las actividades de revisión y levantamiento de enmalles en sector de Laguna Verde (V Región).	32
Tabla 6. Número de caletas, fecha, especies capturadas y aparejos empleados, visitadas durante la ejecución del proyecto	38
Tabla 7. Caletas seleccionadas para la realización de embarques	39
Tabla 8. Número datos recopilados de información de operación detallada por caletas, características embarcaciones, aparejos de pesca, y número de embarques conseguidos.	40
Tabla 9. Resumen del tipo de aparejo y los principales aspectos operacionales, por caleta.	52
Tabla 10. Capturas y rendimientos medios por viaje, longitud promedio de relinga superior, por caleta de pescadores.	53
Tabla 11a. Características y rangos de valores que describen las redes de enmalle presentes en las caletas visitadas en Región de Valparaíso (V).	54
Tabla 11b. Características y rangos de valores que describen las redes de enmalle presentes en las caletas visitadas en Región de Valparaíso (V).	55
Tabla 12. Características y rangos de valores que describen las redes de enmalle presentes en las caletas visitadas en la Región de O’higgins (VI).	56
Tabla 13a. Características y rangos de valores que describen las redes de enmalle presentes en las caletas visitadas en la Región del Maule (VII).	57

	Pág.
Tabla 13b. Características y rangos de valores que describen las redes de enmalle presentes en las caletas visitadas en la Región del Maule (VII).	58
Tabla 14a. Características y rangos de valores que describen las redes de enmalle presentes en las caletas visitadas en la Región del Bío Bío (VIII).	59
Tabla 14b. Características y rangos de valores que describen las redes de enmalle presentes en las caletas visitadas en la Región del Bío Bío (VIII).	60
Tabla 15. Valores promedios de las principales características de diseño de redes de enmalle agrupadas por región.	61
Tabla 16. Descripción general de los datos registrados en las 14 caletas visitadas para la caracterización de los tamaños de retención de merluza común.	63
Tabla 17. Talla media de captura según caleta de origen y tamaño de malla utilizado.	66
Tabla 18. Resultados de la prueba K-S para la comparación de distribuciones de frecuencia de tallas entre configuraciones usadas al interior de una misma caleta.	67
Tabla 19. Resultados de la prueba Student-Newman-Keuls (SNK) de comparación múltiple de tallas medias según tamaño de malla utilizado	67
Tabla 20. Factor de selectividad (SF) de merluza común capturada con redes de enmalle según el tamaño de malla empleado.	68
Tabla 21. Composición de la fauna acompañante capturada mediante redes de enmalle durante los lances de merluza común monitoreados	69
Tabla 22. Rendimientos de pesca e índice de ocurrencia por especie en los lances de merluza común monitoreados.	72
Tabla 23a. Índice de ocurrencia (So%) por caleta y especie	73
Tabla 23b. Índice de ocurrencia (So%) por caleta y especie	74
Tabla 23c. Índice de ocurrencia (So%) por caleta y especie	75
Tabla 24a. Capturas por caleta y porcentajes de la captura en peso por especie respecto a la captura total (RT%) y a la captura de la especie objetivo (RS%)	76
Tabla 24b. Capturas por caleta y porcentajes de la captura en peso por especie respecto a la captura total (RT%) y a la captura de la especie objetivo (RS%).	77

	Pág.
Tabla 24c. Capturas por caleta y porcentajes de la captura en peso por especie respecto a la captura total (RT%) y a la captura de la especie objetivo (RS%).	78
Tabla 25. Índices de ocurrencia (%) y categorización por región para las principales especies encontradas en los muestreos de captura realizados	79
Tabla 26. Información general del número de lances y peces muestreados por cada tamaño de malla.	79
Tabla 27. Número de peces retenidos de acuerdo al proceso de captura observado, por tamaño de malla. Entre paréntesis se indica el porcentaje de peces respecto al total por cada tamaño de malla. La fila inferior muestra el porcentaje de retenidos por enganche, agallamiento y acuñamiento respecto al total de peces observados.	80
Tabla 28. Parámetros de la curva logística y tallas estimada y observada de retención para las características de artes observados en terreno.	82
Tabla 29. Resultados de aplicación de las consultas específicas respecto de la pérdida de aparejos de enmalle en el último año.	84
Tabla 30. Descripción general de las actividades de filmación submarina exitosas.	85
Tabla 31. Resultados del número de especies (nombre común) capturadas en las actividades de levantamiento de redes gemelas con los días de reposo para cada red.	92
Tabla 32. Resultados de los ensayos de resistencia a la ruptura de los hilos de las mallas que componían los diferentes enmalles rescatados y nuevos.	95
Tabla 33. Results of the Kolmogorov-Smirnov test used to compare size frequency distributions for <i>M. gayi gayi</i> . The values in the parentheses show the average size.	97
Tabla 34. Results of the models fitting with SELECT method for the estimation of gill net selectivity for <i>M. gayi gayi</i> , both sexes combined. The standard deviation is between parentheses.	99
Tabla 35. Results of the models fitting with SELECT method for the estimation of gill net selectivity for males of <i>M. gayi gayi</i> . The standard deviation is between parentheses	100
Tabla 36. Results of the models fitting with SELECT method for the estimation of gill net selectivity for females of <i>M. gayi gayi</i> . The standard deviation is between parentheses	101

	Pág.
Tabla 37. Estimations of modal length and selectivity factor (SF) by gill net selectivity models for <i>Merluccius merluccius</i> and <i>Merluccius gayi</i> gayi.	108
Tabla 38 Maximum girth (Gmax)–total length (TL) relationships parameters for <i>Merluccius merluccius</i> and <i>Merluccius gayi</i> gayi	109
Tabla 39 Capturas de merluza común (MC) en número y peso, según tamaño de malla, y reducción de sus capturas en número y peso respecto de la captura de referencia (con tamaño de malla de 2")	109
Tabla 40 Capturas de juveniles de merluza común (MC), según tamaño de malla, considerando dos tallas de primera madurez sexual promedio, 34 cm LT (Lillo et al., 2009) y 37 cm LT (Alarcón y Arancibia, 1993).	109

INDICE DE ANEXOS

- Anexo I. Taller de resultados del Proyecto.
- Anexo II. Características de embarcaciones y dimensiones de aparejos medidos en terreno.
- Anexo III. Personal participante por actividad.
- Anexo IV. Fechas y lugares de muestreo de las diferentes visitas a caletas del país
- Anexo V. Cartas de Solicitud y aprobación por parte del FIP para reprogramar el “Taller de presentación de Resultados”.
- Anexo VI. Registro fotográfico del estado de la red enmalle en los diferentes períodos en que fue revisada.
- Anexo VII. Borrador de manuscrito para ser publicado
“Estimación de la selectividad de redes de enmalle para merluza común (Merluccius gayi gayi) en Chile central”.

INTRODUCCIÓN

La actividad pesquera artesanal ha reflejado la reducción en la biomasa del recurso merluza común en los últimos años, producto de lo cual los pescadores han debido modificar sus sistemas de extracción para mejorar los rendimientos de captura. En este sentido, algunos pescadores han optado por reemplazar el uso de espineles por redes de enmalle para disminuir costos de operación y aumentar las capturas por salida. Junto con ello, y dada la disminución en la talla media de la población de merluza común, se observa que también se ha decidido reducir los tamaños de malla en las redes de enmalle.

Nuestro país posee un programa de seguimiento anual de las pesquerías, entre las cuales está la pesquería demersal centro-sur. Sin embargo, los cambios tecnológicos en esta materia no han sido debidamente consignados en los informes técnicos respectivos y menos aún han sido evaluados. La escasa información disponible indica que existiría evidencia que sustenta la hipótesis que las redes de enmalle actualmente utilizadas no califican plenamente como tales, dado que los embandes utilizados, la boyantez y el peso lineal hacen suponer que su principio de captura pudiese distanciarse del agallamiento para el que originalmente fueron diseñados, todo lo cual reduce tanto la selectividad a la talla en la especie objetivo como la selección entre especies.

Lo anterior no debe llevar a una sobre reacción en cuanto a efectos de largo plazo en la pesquería, sino que exige su consideración para mejorar algunos elementos o características de los artes de pesca que recomendarían revisión. En este contexto es valioso conocer quienes operan con qué arte de pesca, dónde se utilizan, cuál es la magnitud de su uso, cómo están compuestos, cuáles son sus limitantes, qué resultados se obtienen en operación, entre otros aspectos a saber. Será relevante también llevar a cabo las primeras experiencias en terreno tendientes a evaluar tópicos como la selectividad de estos aparejos o la eventual pesca fantasma que estos ejecuten al quedar calados en el fondo por tiempos prolongados.

Dado lo anterior y otros elementos que se agregan al presente proyecto, se espera los resultados constituyan un real aporte para lograr la sustentabilidad de la pesquería de merluza común.

OBJETIVOS

Objetivo general

Caracterizar las redes de enmalle utilizadas por la flota artesanal en las principales caletas de Chile central (V-VIII Región), en términos de su diseño, construcción y armado, lo cual deberá ser relacionado con las curvas de retención del recurso objetivo.

Objetivos específicos

- 1.- Identificar las caletas artesanales en las cuales se utiliza redes de enmalle en la captura de merluza común.
- 2.- Caracterizar las redes de enmalle utilizadas en términos de su diseño, armado y construcción.
- 3.- Determinar las curvas de retención asociadas a las diferentes redes utilizadas por la flota artesanal.
- 4.- Identificar, caracterizar y cuantificar las especies que componen la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza común con redes de enmalle y comparar los resultados respecto a la operación con espinel.
- 5.- Determinar el principio de captura en el cual se basan las redes utilizadas por la flota artesanal, y proponer soluciones a los eventuales problemas que sean detectados.
- 6.- Medir y cuantificar la mortalidad por pesca no aprovechada por estos artes durante su operación y, determinar la pesca fantasma que seguirían ejecutando.
- 7.- Objetivo adicional: Estimar la selectividad de las redes de enmalle utilizadas en la captura de merluza común (*Merluccius gayi gayi*) en la V Región.

METODOLOGÍA

La propuesta metodológica ha sido formulada buscando dar articulación y complementariedad a los objetivos del proyecto, y así responder eficientemente a su objetivo general. En primer lugar, se consideró el levantamiento de información base, la cual corresponde a la identificación de las caletas artesanales que utilizan redes de enmalle (Objetivo 1), las características de este arte (Objetivo 2) y la frecuencia de pérdida de redes durante la operación (pesca fantasma, Objetivo 6), todo lo cual permitirá establecer un marco referencial para selección de caletas y, en base a ellas, realizar una comparación de captura, a la talla y a la especie. Igualmente, se propuso el registro del número de embarcaciones que utilizan otros artes, en particular espinel.

En este sentido, el proyecto contempla un monitoreo en tierra (al desembarque) en algunas caletas que utilicen más de dos configuraciones distintas de redes de enmalle, o bien, distintos artes de pesca, en particular enmalle y espinel. El Objetivo 3 busca responder a la obtención de las curvas de retención a la talla en redes de enmalle debido a diferencias en tamaños de malla, embandes, flotación, entre otros, así como debido al uso de distintos tamaños de anzuelos en espineles, si corresponde.

Paralelamente se contempla el levantamiento de información de captura directa, preferentemente a bordo si la captura total no es desembarcada. Esta información es fundamental para la identificación, caracterización y cuantificación de las capturas, tanto de la pesca objetivo como de su fauna acompañante, lograda con enmalle y espinel (Objetivo 4). La información directa también es relevante para la determinación del principio de captura de las redes utilizadas (agallamiento, enredo, etc.), favoreciendo la obtención de frecuencias relativas de cada principio de captura que pueden vincularse con las características del arte (Objetivo 5). Igualmente, se planifica observar y cuantificar la captura no aprovechada por viaje de pesca, información que permite estimar la mortalidad total de cada especie en las distintas caletas consideradas en la muestra (captura no aprovechada, Objetivo 6).

Por último, se incluyen dos experiencias con un aporte significativo a la investigación: una es tendiente a caracterizar la pesca fantasma que generan las redes de enmalle una vez que éstas quedan en el fondo marino (comprometido en el Objetivo 6 de

la oferta técnica), y la otra corresponde a un estudio realizado en caleta El Membrillo para estimar la selectividad de las redes de enmalle utilizadas en la Región de Valparaíso, a modo de objetivo adicional de lo comprometido para la investigación, en el cual se evaluó el desempeño selectivo de aparejos con tres tamaños de malla distintos. Ambas experiencias serán el primer esfuerzo de investigación en Chile dirigido a cuantificar estos aspectos, razón por la cual poseen un carácter exploratorio y en el caso de de las experiencias de selectividad realizadas, se suma su carácter restrictivo a la zona y período en que fue realizado, no pudiéndose en ningún caso extrapolar sus resultados a otras zonas del país por las diferencias significativas en la talla de los recursos capturados y diferentes parámetros de diseño que se emplean en la construcción de estos aparejos a lo largo del país.

3.1.- Identificar las caletas artesanales en las cuales se utiliza redes de enmalle en la captura de merluza común.

En primer lugar, se consideró el levantamiento de información base, la cual corresponde a la identificación de las caletas artesanales que utilizan redes de enmalle para lo cual se realizó un monitoreo en tierra (al desembarque) en las caletas que utilicen configuraciones distintas de redes de enmalle, o bien, distintos artes de pesca, en particular enmalle y espinel.

Para establecer el universo de embarcaciones artesanales que potencialmente usan redes de enmalle en la pesquería artesanal de merluza común entre la V y VIII Regiones, se consideró en primer lugar el Registro Pesquero Artesanal disponible en el sitio web del Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA). En este registro se contabiliza un total de 1.532 embarcaciones y sus respectivos armadores, indicándose el puerto asociado (no se indica específicamente la caleta) (Tabla 1).

Tabla 1. Número de embarcaciones inscritas en el Registro Pesquero Artesanal, autorizados para capturar merluza común con redes de enmalle entre la V y VIII Región.

PUERTO	V	VI	VII	VIII	Total
Quintero	162				162
Valparaíso	185				185
San Antonio	209				209
Pichilemu		34			34
Constitución			262		262
Lirquén				200	200
Lota				148	148
Coronel				106	106
Lebu				93	93
Talcahuano				88	88
San Vicente				45	45
Total	556	34	262	680	1532

Fuente: Sernapesca (2009).

Respecto a las caletas, el DS N° 240 de la Subsecretaría de Marina fija la nómina oficial de caletas de pescadores artesanales por provincia, estableciendo 121 caletas continentales entre la V y VIII Regiones (Tabla 2). Ahora bien, para precisar el número de caletas que deberían ser consideradas en el presente proyecto, se revisó la información de desembarque artesanal de merluza común entre los años 2003 y 2008, independiente de la embarcación y el arte de pesca. A partir de esta revisión, se seleccionaron 36 caletas distribuidas en 9 provincias entre la V y VIII regiones (Tabla 2), la que representan el 30% de las caletas en número y el 85% en términos de desembarque de merluza común. El detalle de caletas que en el marco del proyecto ocuparon la categoría de “por visitar” para establecer el uso de redes de enmalle y otros artes en la captura merluza común, se señalan en la Tabla 3.

Tabla 2. Número de caletas por región y provincia, y número de caletas seleccionadas que fueron consideradas para ser visitadas durante la ejecución del proyecto.

Región	Provincia	Caletas N°	
		Total	Seleccionadas
V	Valparaíso	16	9
	San Antonio	8	3
	Petorca	5	1
VI	Cardenal		
	Caro	5	2
VII	Curicó	4	2
	Talca	6	2
	Cauquenes	4	2
VIII	Ñuble	3	0
	Concepción	43	10
	Arauco	27	5
Total		121	36

En términos de tamaño muestral, es importante destacar que en la mayoría de los casos no existe un registro oficial disponible de la cantidad de embarcaciones que operan por caleta, y menos aún, del arte de pesca utilizado. Por lo tanto, el tamaño de muestra mínimo a considerar será equivalente al 25% de las embarcaciones operativas por cada caleta seleccionada.

Fueron consideradas como embarcaciones válidas o representativas aquellas que extraen merluza común regularmente, esto es, que más del 50% de su esfuerzo de captura sea orientado sobre este recurso, considerando el esfuerzo en términos de viajes de pesca según lo indicado por el armador. Posteriormente se consultó mediante encuestas y entrevistas sobre el arte de pesca utilizado en términos generales, esto es para hacer una macro-agrupación del arte principal, a partir de lo cual se procedió a registrar información detallada de cada arte conforme al procedimiento indicado en la propuesta técnica del objetivo 2.

En una primera etapa se puso hincapié en la obtención del número de embarcaciones totales por caleta visitada en operación y del arte de pesca principal en la captura de merluza común. Así también, se registró la frecuencia de uso de cada arte de pesca, el rango global de captura por viaje y el esfuerzo efectivo (pañes calados, anzuelos virados, etc.) por arte.

Tabla 3. Listado de caletas seleccionadas por región y provincia que fueron seleccionadas para visitar durante la ejecución del proyecto.

Región	Provincia	Caleta
Valparaíso (V)	Valparaíso	El Membrillo
		Portales
		Quintay
		Horcón
		Loncura-El Manzano
		El Embarcadero
		San Pedro de ConCon
	Higuerilla	
	San Antonio	Algarrobo
El Quisco		
Pacheco Altamirano		
Petorca	Papudo	
O'higgins (VI)	Cardenal Caro	Pichilemu
		Bucalemu
Maule (VII)	Curicó	Llico
		Duao
	Talca	Constitución
		Maguillines
	Cauquenes	Pelluhue
	Curanipe	
Bío Bío (VIII)	Concepción	Dichato
		Coliumo
		Tomé-Los Bagres-Cocholgue
		Talcahuano-Tumbes
		San Vicente
		Lo Rojas
		Lota Bajo (La Playa de Lota)
	Arauco	Arauco-Laraquete
		Tubul
		Pta. Lavapié
	Lebu	

La identificación de caletas artesanales y sus características, en términos del arte utilizado, se incorporaron a un Sistema de Información Geográfica (SIG) que integra la información levantada en gabinete (digitalización) y aquella de terreno, almacenando, manipulando, analizando y desplegando la información geográficamente referenciada.

Para este fin, se cuenta con un visualizador de información geográfica que permite componer mapas superponiendo información. Así, para el posicionamiento geográfico de caladeros y artes sobre cartas náuticas (SHOA), se emplea el programa ArcView 8.3 (ESRI ®). Las herramientas de Arcview permiten una exploración de los datos mediante selecciones sobre los atributos de las áreas de pesca, como por ejemplo, la distribución espacial del esfuerzo (de manera cualitativa). Además, es posible establecer interacciones entre la distribución espacial antes mencionada y los intervalos de batimetría.

Es necesario señalar que la información de gabinete se ha ido contrastando con aquella obtenida en terreno, específicamente aquella levantada a través de cuestionarios (complementado con el uso de GPS) a fin de incorporar información de los segmentos de flota (características técnicas) y prácticas de pesca. Los SIG disponen de herramientas que emplean operadores métricos y topológicos, permitiendo interpretar los resultados de estas encuestas para delimitar los contornos de las “zonas de pesca” donde las embarcaciones trabajan, su cercanía al puerto base (caleta) y su relación con otras actividades.

Finalmente, se procedió a la exportación de bases de datos georreferenciadas, la generación de mapas temáticos, todo ello como plataforma base para el presente objetivo y los restantes objetivos de la propuesta (Fig. 1).

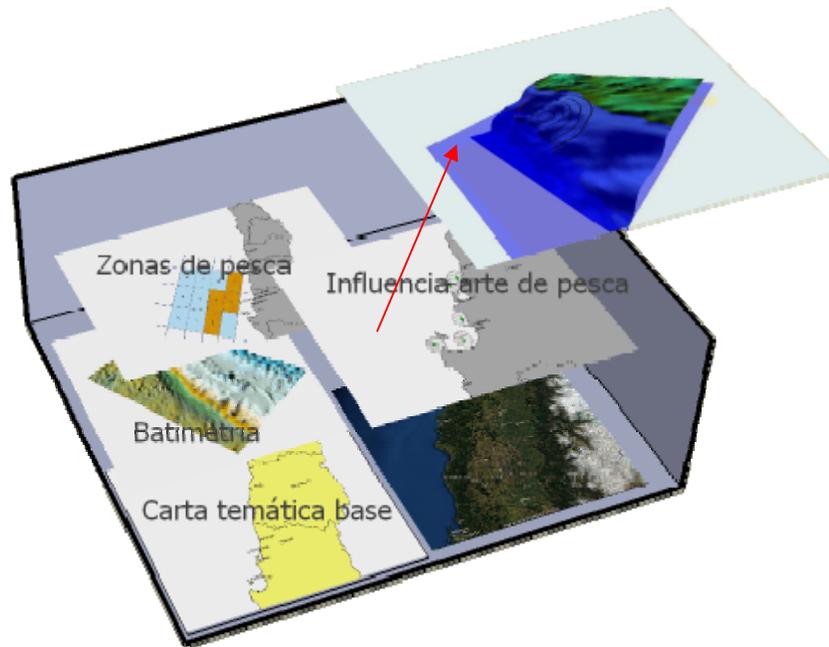


Figura 1. Mapas temáticos generados a partir de distintas capas de información georreferenciada.

3.2.- Caracterizar las redes de enmalle utilizadas en términos de su diseño, armado y construcción.

La información necesaria para caracterizar las redes de enmalle utilizadas en términos de su diseño, armado y construcción proviene del registro mediante la aplicación de encuestas y mediciones *in situ* de los componentes que conforman los artes de pesca en cada una de las caletas visitadas entre la V y VIII regiones. El levantamiento de esta información se efectuó en el período comprendido entre los meses de noviembre de 2009 y marzo de 2010.

Los antecedentes previos para la definición de las caletas a visitar en la ejecución del proyecto consideraron la revisión de información de desembarque artesanal de merluza común entre los años 2003 y 2008, independientemente de las embarcación y el arte de pesca utilizados. A partir de esta revisión, se seleccionaron inicialmente 36 caletas distribuidas en 9 provincias entre la V y VIII regiones, las que representan el 30% de las

caletas en número y el 85% en términos de desembarque de merluza común para la zona.

A partir del levantamiento de información en terreno, se corrigió dicha lista inicial a fin de actualizar la información con lo obtenido *in situ*. La información que se recopiló caracteriza en forma general al arte de enmalle como lo es el tamaño de malla, el número de paños calados o largos de estos y el embande. Sin embargo con el objetivo de conocer el principio de captura y asociarla a las especies vulneradas (objetivo y fauna acompañante), existen diversos aspectos adicionales que fueron revisados, los cuales cubren desde los materiales empleados hasta la distribución de la flotación que determina la correcta configuración operacional y desempeño del arte.

Es así que se reconocieron dos tipos de datos que fueron registrados para la caracterización de las redes de enmalle, diferenciándolos según la relevancia que cumplen en el proceso de selección y captura. Un primer grupo está compuesto por aquellos datos de incidencia directa en estos procesos, mientras que el segundo grupo corresponde a todos aquellos datos que influirían en menor grado en la selección y captura, pero que deben estar consignados por su posible explicación de diferencias en la captura. Siguiendo la guía definida por Holst *et al.* (1996), se señalan a continuación todos aquellos datos que permiten caracterizar el arte de enmalle, diferenciando con un número uno (1) los de incidencia directa y con un número dos (2) los opcionales de menor grado de influencia. Así también, se señala con la letra D las características de diseño, con C las de construcción y con A las de armado. Los datos se registraron en formularios *ad hoc* diseñados para estos efectos y las variables contempladas en esta actividad fueron las siguientes:

a.- Tipo de red (1 D)

b.- Tamaño de malla nominal y real (1 C), para lo cual se empleará el protocolo de medición de mallas definido por ICES (2004)

c.- Dimensiones de la red

- Número de mallas de alto (1 D)
- Número de mallas de largo (por paño o cuerpo) (1 D)
- Número de cuerpos (1 D)
- Relación de aspecto (1 D)

d.- Características del hilo

- Material de la red y tipo de hilo (1 C)
- Con o sin nudo (1 C)
- Color (1 C)
- Diámetro del hilo (1 C)
- Densidad lineal (2 C)
- Flexibilidad y resistenc. a la ruptura (2 C)

e.- Línea de flotación o relinga superior

- Longitud (1 D)
- Material y diámetro (1 C)
- Construcción (2 C)
- Densidad lineal (2 C)
- Resistencia a la ruptura (2 C)
- Número y separación de de flotadores (1 D)
- Dimensión de los flotadores (1 C)
- Material de los flotadores (1 C)
- Boyantez unitaria y total de los flotadores (1 C)

f.- Línea de plomos o relinga inferior

- Longitud (1 D)
- Material (1 C)
- Diámetro (1 C)
- Construcción (2 C)
- Longitud (1 D)
- Material y diámetro (1 C)
- Construcción (1 C)
- Número de mallas en la unión (1 A)
- Relación de encabalgue o embande (1 A)

g.- Línea de encabalgue

- Longitud (1 D)
- Material y diámetro (1 C)
- Construcción (1 C)
- Número de mallas en la unión (1 A)
- Relac. de encabalgue o embande (1A)

h.- Cabos laterales

- Longitud (1 D)
- Material y diámetro (1 C)
- Construcción (1 C)
- Densidad lineal (2 C)
- Resistencia a la ruptura (2 C)

i.- Cabos de virado u orinques

- Longitud (2 D)
- Material y diámetro (1 C)
- Construcción (1 C)
- Densidad lineal (2 C)
- Resistencia a la ruptura (2 C)

j.- Boyas de señalización

- Número (1 D)
- Diámetro (1 C)
- Material (2 C)
- Boyantez (2 C)

k.- Anclas

- Tipo (1 D)
- Número (1 C)
- Material (2 C)
- Peso (2 C)

Para el levantamiento y registro de esta información, se procedió a solicitar autorización a los respectivos armadores que estaban operando al recurso merluza común, para hacer una inspección detallada de sus respectivos artes de pesca, considerando un tamaño de muestra representativo conforme a la diversidad de artes presentes en cada caleta. En este proceso se emplearon diferentes instrumentos para realizar las correspondientes mediciones, conforme a:

- Longitudes: En el caso de longitudes mayores, se empleó una cinta de medir Stanley de 60 m, mientras que para longitudes menores se empleó una cinta de medir de 5 m.
- Pesos: Se empleó una balanza digital de mano con capacidad de 25 kg y precisión de 10 g.
- Diámetros: Se empleó pies de metro con visor digital de precisión 0,1 mm.
- Flotación: Dada la diversidad de flotadores que se observó en terreno, se definió un protocolo basado en el volumen del flotador (por ejemplo, por desplazamiento de agua), su peso y su densidad.

Características particulares redes de enmalle

Para determinar el tamaño de malla (Fig. 2) que represente de mejor manera al total de las mallas constituyentes de un paño de red, se consideró una muestra de 10 mallas consecutivas en diversas secciones del paño, por fuera del área de influencia de estructuras, uniones y remiendos. De esta forma, se logro una mayor representatividad en las mallas y, mediante un promedio simple, se calculó el tamaño de malla característico usado por cada red.

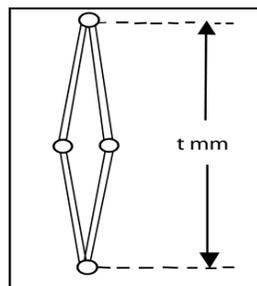


Figura 2. Tamaño de una malla (Fuente: FUNCAP (1993)).

Diámetro de cabos estructurales

Para obtener el diámetro de relinga superior y relinga inferior y otros cabos que componían la estructura del enmalle, se efectuó un total de 10 mediciones en distintos tramos del cabo en cuestión, utilizando el pie de metro. Mediante esto, se obtuvo los registros necesarios para estimar una medida de tendencia central, representando el diámetro del los cabo.

En el sistema de toma de datos se veló porque las normas y pautas técnicas se cumplieran, siguiendo los estándares y procedimientos definidos anteriormente.

Análisis estático

Longitud de relinga superior LRS (m): Corresponde a la longitud total de cabo utilizado en la línea de flotación por paño, multiplicado por el número de paños del enmalle.

Altura de tela estirada HTE (m): Corresponde a la longitud vertical de la red (altura), y se mide cuando permanece la tela totalmente estirada. Para obtener el valor de altura de tela estirada (HTE), se multiplico la cantidad de mallas de alto presente en un cuerpo por el tamaño de malla determinada para cada red medida.

$$HTE = N_{\#} \times T_{\#}$$

donde,

$N_{\#}$: Numero de mallas de alto en un cuerpo de la red

$T_{\#}$: Tamaño de malla (m)

Coefficiente de embande (E): Para la obtención de este valor, se efectuaron mediciones en distintas secciones de la red, con el propósito de representar de mejor forma el embande total de la red, obteniendo un coeficiente de embande ponderado. Estas mediciones consistieron en tomar un metro lineal de longitud de cabo, tanto en relinga de flotación como en relinga de plomos, y se contabilizó el número de mallas que se encuentren en esta distancia (longitud de la red asociada al tamaño de malla). Conociendo los datos de

la configuración de la malla, fue posible calcular el coeficiente de embande o de armado, que Sparre & Venema (1997) definen como:

$$E = \frac{LRS}{(N_m \times T_m)}$$

donde,

LRS : Longitud de la relinga (cm)

N_m : Número de mallas

T_m : Tamaño de mallas (cm)

Embande base-tela (E_t): Corresponde al coeficiente que representa el excedente de tela estirada, medida en relación a la longitud del cabo, tomando como base la longitud de la tela. Para la obtención de este valor, se efectuó mediciones en distintas secciones de la red, con el propósito de representar de mejor forma el embande base-tela total de la red. Estas mediciones consistieron básicamente tomar un metro lineal de longitud de cabo, tanto en relinga de flotación como en relinga de plomos, y contabilizar el número de mallas que se encuentren en esta distancia (longitud de la red), la diferencia con el coeficiente de embande radica en que el embande base tela representa la relación de la diferencia que existe entre estos componentes, respecto del largo de la tela estirada, la expresión para calcular este coeficiente se define como:

$$E_t = \frac{(L_t - L_c)}{L_t}$$

donde,

L_c : Longitud del cabo (m)

L_t : Longitud de tela (m)

Características combinadas

Coefficientes de abertura y altura

Corresponde a la relación que existe entre la longitud de malla estirada y longitud de la malla trabajando. Para la obtención de los coeficientes de abertura y de altura, μ_1 y μ_2 respectivamente, se realizó el siguiente procedimiento:

Para el caso de μ_1 , se registro la cantidad de mallas que se encuentran en un tramo de un metro lineal relinga, para luego aplicar la siguiente expresión:

$$\mu_1 = \frac{L_c}{L_f}$$

donde,

L_c : Longitud del cabo (m)

L_f : Longitud de la tela (m)

Nótese que numéricamente μ_1 tiene el mismo valor que el embande, pero en términos conceptuales este último se asocia con las propiedades de armado o “encabalgue” de la red de enmalle en términos globales y μ_1 se asocia a la forma que adopta la malla una vez armada, estando directamente relacionado con la altura o forma que adopta esta trabajando.

Respecto del coeficiente de altura (μ_2) y considerando la inexistencia de cabos laterales que funcionen como estructura, el valor para este coeficiente se obtiene empleando la relación existente con μ_1 , fundamentado conceptualmente en términos de la forma que adopta cada malla, así el cálculo de μ_2 se obtiene a partir de la relación:

$$\mu_2 = \sqrt{1 + \mu_1^2}$$

donde:

μ_1 : Coeficiente de abertura

Con la información anteriormente recopilada se procedió a determinar las componentes y relaciones más representativas de las redes en estudio, en términos de armado y construcción. De esta manera los principales parámetros de diseño y construcción registrados y/o calculados son:

Altura de Tela Armada (HTA): Corresponde al valor teórico que representa el alto que tendrá el arte de enmalle una vez en operación. El valor se calcula multiplicando el número de mallas de alto del enmalle ($N_{\#alto}$) por el tamaño de malla ($T\#$) y finalmente por el coeficiente de altura de la malla (μ_2).

$$HTA = N_{\#alto} \times T\# \times \mu_2$$

Boyantez total B_t (kg): Corresponde a la sumatoria total del número de flotadores por cuerpo o sección, multiplicado por su boyantez unitaria (kg).

$$B_t = \sum_{i=1}^n B_i \times n_i$$

donde:

B_t : Boyantez total (kg)

B_i : Boyantez unitaria del flotador en el cuerpo i (kg)

n_i : Número de flotadores en el cuerpo i

Boyantez lineal (kg/m): Equivalente al número de flotadores en un metro de cabo de la relinga superior, multiplicado por su boyantez unitaria (kg).

Peso total plomos $W_{\#pb}$ (kg): Corresponde a la sumatoria total del número de plomos de cada cuerpo o sección, multiplicado por su peso unitario (kg).

$$W_{\#pb} = \sum_{i=1}^n W_i \times n_i$$

donde:

W_{tPB} : Peso total plomos (kg)

W_i : Peso unitario del plomo en el cuerpo i (kg)

n_i : Número de plomos en el cuerpo i

Peso lineal (kg/m): Equivalente al número de plomos en un metro de cabo de relinga inferior, multiplicado por su peso unitario (kg).

Relación peso/boyantez (W_{tPB} / B_t): Corresponde al cociente entre el peso total de los plomos y la boyantez total, entregada por los flotadores. Cabe señalar que si este valor es igual a 1, esta relación nos indica que el cuerpo teóricamente tiene una flotación neutra en la columna de agua. Frecuentemente esta relación también se utiliza como relación Boyantez/Peso (B_t/W_t) que es nada más que la relación inversa expuesta, siendo igualmente usado y conocido bajo esta expresión.

Relación de aspecto de la red (RA): Representa el cociente entre la longitud de la relinga superior (m) y la altura de tela estirada (m).

$$RA = \frac{LRS}{HTE}$$

donde,

LRS : Longitud de relinga superior (m)

HTE : Altura de tela estirada (m)

Elaboración de planos

Se presentan planos técnicos para los valores promedios y/o intervalos encontrados para los diversos componentes del aparejo de enmalle utilizado en la zona de estudio de la investigación. Para la elaboración de estos se empleó un procedimiento

estándar establecido por FAO (Fig. 3) cuyas indicaciones particulares fueron consignadas por Nédélec & Prado (1987), correspondientes a:

- Longitud: corresponde a la longitud de la relinga de flotadores
- Altura: si poseen estructuras laterales, la altura corresponde a su longitud, de lo contrario se expresa como la altura de tela estirada
- Dimensiones: las dimensiones mayores se expresan en metros (m), como son estructuras, y en milímetros (mm) para dimensiones menores como tamaños de malla, diámetros de cabos e hilos.
- La masa y el peso se expresan en kilogramos (kg)
- Abreviaturas: se emplean las tradicionales de uso internacional común, detallados en los apéndices 1 y 3 del catálogo.
- Dimensiones de hilos: se expresan en sistema tex y el R-tex se emplea como unidad única por ser de aplicación general. En el caso de monofilamentos, se indica el diámetro en milímetros. Con todo, se debe cumplir con lo indicado en los apéndices 2 y 4 del catálogo.
- Dimensiones de las mallas: se expresan en milímetros correspondientes a la dimensión de la mala estirada, distancia medida entre los centros de los nudos opuestos de la misma malla totalmente estirada en la dirección "N".
- Dimensiones de los paños: se expresan en número de mallas de largo y alto.
- Coeficiente de armadura o embande (E): es la relación entre la longitud de la relinga y la del paño de red que va a soportar, siendo esencial en redes de enmalle, por lo cual se deberá seguir lo indicado en el apéndice 6 del catálogo.
- Cabos: se representan en líneas gruesas y se designa su longitud en metros, el material y su diámetro en milímetros (por ejemplo 37,20 PES ϕ 12).

GILLNET
Bottom set
Cod, Flatfish
Newfoundland, Canada

FILET MAILLANT
Calé sur le fond
Morue, poissons plats
Terre-Neuve, Canada

RED DE ENMALLE
De fondo, calada
Bacalao, peces planos
Terranova, Canadá

REFERENCE
A.J. Provan, R.G. Kingsley
College of Fisheries
St. John's, Newfoundland, Canada

VESSEL	BATEAU	BARCO	
Loo	Lht	Et	12-15 m
GT	TJB	TB	15-20
hp	ch	cv	50-100

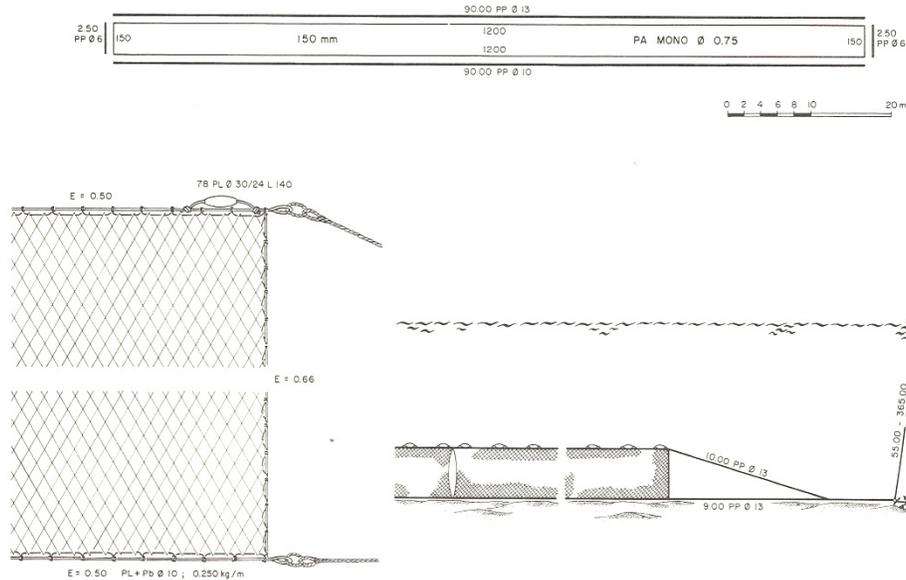


Figura 3. Ejemplo de plano de red de enmalle.

3.3.- Determinar las curvas de retención asociadas a las diferentes redes utilizadas por la flota artesanal.

Las bases especiales señalan el requerimiento de recabar información de las estructuras de talla capturadas con redes de enmalle para construir curvas de retención de cada configuración de este arte utilizado por la flota artesanal. Por su parte, para la metodología del objetivo 4, referido a la fauna acompañante, se indica que se valorará positivamente la comparación de estructuras de tallas de merluza común obtenidas con enmalle y espinel. Por lo tanto, se consideró apropiado abordar ambos requerimientos en la propuesta metodológica del objetivo 3, el cual correspondería a “Determinar las curvas de retención asociadas al uso de enmalle y espinel por la flota artesanal”.

Es fundamental indicar explícitamente que este objetivo no corresponde propiamente tal a un análisis selectivo de estos artes de pesca, ya que para ello es

imprescindible un diseño experimental *ad hoc* que permita obtener los parámetros selectivos de cada arte (Holst et al., 1996). Por ejemplo, en el caso del enmalle, se requeriría emplear a lo menos tres tamaños de malla para estudiar la selectividad, esto sin considerar diferencias en el armado (embande) de la red, hecho que obliga a modificar el diseño experimental y llevar a un espacio multifactorial. Una comparación selectiva de este tipo sólo sería posible en aquellas caletas en las que operen embarcaciones con más de una característica relevante sobre la selectividad de captura, hecho que estará condicionado a los resultados obtenidos en los objetivos 1 y 2.

Habida consideración de lo anterior, el presente objetivo se orientó a registrar información relativa a las estructuras de talla capturadas con redes de enmalle y espineles, considerando las diferentes configuraciones de éstos. En particular, para las redes de enmalle se vinculó la composición de la captura con la información registrada en el objetivo 2, mientras que en el caso de espineles se vinculó con el tamaño de anzuelo. Respecto al tamaño de anzuelo en particular, Valdés (2009) determinó que en las caletas Portales y El Membrillo se emplean 5 tamaños de anzuelos distintos (No 7, 8, 9, 10 y 12), pudiéndose encontrar en un mismo espinel hasta cuatro tamaños de anzuelos. Además, es común observar el uso de anzuelos de distintos fabricantes, por lo tanto la numeración del anzuelo propiamente tal es un tema absolutamente secundario dada su falta de estandarización. Por ello, en cada viaje de pesca a realizarse con fines de comparación de estructuras de talla, se consideraba medir al azar un mínimo equivalente al 5% de los anzuelos utilizados, específicamente el largo total del anzuelo y el ancho de la garganta, medidas que pueden determinar el éxito de retención/escape del pez. Lo anterior ha sido demostrado por Valenzuela (2009), quien pudo vincular las diferencias de tallas de merluza común a las dimensiones características de los anzuelos. Sin embargo, la tendencia al reemplazo del espinel por las redes de enmalle dejó en evidencia que sólo en una caleta fue posible registrar operación con anzuelos.

Del total de caletas seleccionadas en el objetivo 1, se consideró una sub-selección de de 14 caletas, 4 más de las ofertadas en la propuesta técnica, hecho que se debió a la escasa diferencia de artes y características al interior de cada caleta. Las diferencias relevantes en redes de enmalle se refieren al tamaño de malla, altura de los cuerpos, material de la red, flotación lineal y embande, sumándose la profundidad de operación

como variable que puede explicar estratificación por tallas y diversidad de fauna acompañante.

Si bien se esperaba que la sub-selección de caletas contara con diferentes configuraciones o características distintas en los artes de pesca, en el mejor de los casos se observaron 2 casos distintos para su contraste. De manera general, se empleó un número variable entre 250 y 650 ejemplares para relacionar las características particulares de un arte de enmalle y/o espinel y la composición de tallas conforme a estudios anteriores (Madsen et al., 1999; Holst et al., 2002; Santos et al., 2003).

Para cada configuración identificada (*i*) del arte (*j*) en una caleta (*k*), se realizó un muestreo de tallas (*l*) de la especie objetivo, de tal manera que sea posible aplicar el procedimiento de comparación propuesto por Santos et al. (2001). Luego, se realizaron los contrastes de hipótesis de normalidad para todas las distribuciones de frecuencia de talla, y de similitud de distribuciones entre muestras de distintas embarcaciones de una misma caleta, empleando para ello las respectivas pruebas no paramétricas de Kolmogorov-Smirnov (Conover, 1999). Una vez comprobado lo anterior, en la exploración de los datos se utilizó un análisis de clúster para apreciar el agrupamiento de las caletas consideradas en función al tamaño de malla utilizado y la talla media de captura.

Posteriormente, se aplicó un análisis de varianza y de regresión para comprobar el efecto de los factores relevantes observados. Así también, las diferencias significativas detectadas se analizaron con la prueba de Student-Newman-Keuls (SNK) para la comparación múltiple de medias. La significancia de la dócima en todos los análisis se establecerá con criterio valor- $p < 0.05$, empleando el programa SPSS versión 10.0.

En la oferta técnica se indicó el uso de la función logística para ajustar las distribuciones de captura de cada tamaño de malla. Sin embargo, se consideró de acuerdo a la literatura disponible que el factor de selectividad (SF) es de mayor utilidad en estos casos. El factor de selectividad corresponde a la razón entre el tamaño de malla y la talla media de captura (o modal de captura, según el caso), ambos en una misma unidad de medida (cm), lo cual se basa en el principio de similaridad geométrica descrito por Baranov (1948) y a la aplicación práctica establecida por Pope et al. (1975).

3.4.- Identificar, caracterizar y cuantificar las especies que componen la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza común con redes de enmalle y comparar los resultados respecto a la operación con espinel.

En las faenas de pesca extractiva es frecuente observar que los artes de pesca vulneran, junto al recurso objetivo, otras especies con las cuales comparten hábitat, las que comúnmente son denominadas *fauna acompañante*. La magnitud de la fauna acompañante está determinada por gran cantidad de variables, tanto desde el punto de vista de la distribución y abundancia de cada especie como por la acción propia del arte de pesca en un área y período determinados.

Se planificó un mínimo de 6 embarques en cada una de las 10 caletas que conforman el sub-grupo de muestreo (definidas en el objetivo 3 a partir de los resultados obtenidos en los objetivos 1 y 2). Se registró en cada lance la información relativa al arte de pesca utilizado (enmalle o espinel), la fecha, posición de inicio y fin del calado, tiempo de reposo, esfuerzo efectivo (número de paños en enmalle y número de anzuelos en espinel), profundidad del fondo y estado del mar.

En cuanto a la captura, se registró el número total de ejemplares capturados por especie¹, pesándose una muestra representativa (mayor al 20%) para estimar el peso total de cada especie y su participación relativa en las capturas. Se registró en terreno todas las especies que conforman la captura objetivo y sub-objetivo, estas últimas definidas como aquellas que habiendo sido capturadas en calidad de fauna acompañante son efectivamente aprovechadas para su comercialización. Del mismo modo, se registraron todas las especies que no son aprovechadas durante el viaje de pesca.

La identificación de especies se realizó a bordo con la ayuda de una guía de campo elaborada con este fin, que incluye el nombre común y científico de las especies que se sabe de su captura, o bien, se cree que pudiesen aparecer como fauna acompañante de merluza común en enmalle y espinel. Para ello se utilizaron los trabajos de Pequeño (1997), Lamilla (2003), Ojeda & Avilés (1987), Pequeño & D'Ottone (1987), Meléndez & Meneses (1989), Kong & Meléndez (1991) y Retamal (1981, 1994). En el

¹ En el caso del enmalle, de existir magnitudes de captura en número elevadas que dificultan su conteo, se realizará una estimación en base al número de ejemplares de cada especie por unidad lineal de red.

caso de las especies que no pudieron ser identificadas en terreno se estableció su registro fotográfico y posterior envío al Instituto de Zoología de la Universidad Austral de Chile.

Respecto a la caracterización de las especies, se realizan muestreos de talla (longitud total, longitud horquilla o longitud cefalotorácica según corresponda), elaborándose una ficha con su distribución, comportamiento y hábitos conocidos, lo cual se relacionará con las razones de su captura tanto en enmalle como en espinel. Lo anterior es relevante por ejemplo para el caso de crustáceos (jaibas y langostinos) que son retenidos en redes de enmalle, probablemente capturados por enredo en los paños, sin embargo no se puede desconocer el comportamiento natatorio de algunos crustáceos, en particular langostinos.

En términos de la cuantificación de las capturas y su importancia relativa, se emplearon cuatro índices: i) proporción en peso relativo a la captura total (RT), proporción en peso relativo a la captura de la especie objetivo (RS), proporción en peso relativo a la captura total de fauna acompañante (RF) y frecuencia de ocurrencia (FO). En este último caso, el procedimiento fue similar al empleado para merluza europea por Santos *et al.* (2002), específicamente referido a la proporción de ocurrencia de cada especie capturada por arte de pesca (o combinación *i, j, k*). Así, para las capturas obtenidas por caleta, se usó el índice de ocurrencia de especies (S_o), expresado como:

$$S_o = \frac{n_s}{N} \cdot 100$$

donde:

n_s es el número de veces en que cada especie es capturada por cada arte de pesca,

N es el número total de viajes de pesca realizados por arte de pesca.

De este modo, se considera emplear cuatro clases o categorías para el índice de ocurrencia (S_o), definidos como *R* especies raras ($S_o < 25\%$), *U* especies poco comunes ($25\% \leq S_o < 50\%$), *C* especies comunes ($50\% \leq S_o < 75\%$) y *V* especies muy comunes ($S_o \geq 75\%$).

Para comparar los rendimientos de pesca, la participación relativa y la frecuencia de ocurrencia de cada especie en lances con redes de enmalle y espinel, se empleará el

test de Mann-Whitney (rank-sum test) para grupos no pareados con distribución asimétrica (no Gaussiana) (Fowler & Cohen, 1990).

3.5.- Determinar el principio de captura en el cual se basan las redes utilizadas por la flota artesanal, y proponer soluciones a los eventuales problemas que sean detectados.

La talla de captura de una red de enmalle es dependiente de las características del arte y de la morfología y comportamiento del pez, razón por la cual la información referente a la manera en que estos quedan retenidos es altamente relevante para modelar la selección e interpretar el proceso de captura (Hovgård & Lassen, 2000). Ahora bien, el nombre de red de enmalle (en inglés *gill net*) indica que los peces quedan retenidos de la agalla. Sin embargo, el término es engañoso, ya que los peces también son atrapados por varios otros procesos o maneras. Los procesos más comunes descritos en literatura son cuatro y corresponden a (Fig. 4):

- Agallamiento (*Gilled*): El pez es retenido inmediatamente detrás de la cubierta de la agalla.
- Acuñaamiento (*Wedged*): El pez es retenido en alguna parte del cuerpo detrás de la cubierta de la agalla. El acuñaamiento es difícilmente distinguible del agallado cuando la máxima circunferencia está próxima a la agalla.
- Enganche (*Snagged*): El pez es enganchado en la malla en alguna parte de la cabeza, en la zona preopercular.
- Enredo (*Entangled*): El pez se enreda en la red, ya sea por dientes, aletas, espinas u otras proyecciones. Es importante considerar que muchos peces que ya están capturados por otros procesos de captura pueden enredarse en la red mientras luchan por escapar, razón por la cual es fundamental identificar el proceso primario de captura durante el registro en terreno.

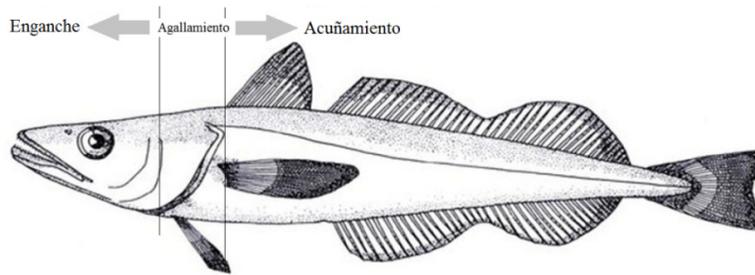


Figura 4. Perfil corporal de merluza común. El proceso de captura se señala con líneas verticales a lo largo del cuerpo.

En términos metodológicos, se aplicó un procedimiento para determinar el proceso de retención o captura de merluza común en las diferentes redes de enmalle identificadas. En forma paralela a la realización del objetivo 4, se registró durante la operación de pesca la ubicación en la cual los peces quedaron retenidos en la red (cabeza, agalla o cuerpo), procurando identificar el proceso primario de retención (agallamiento, acuñamiento, enganche o enredo) según lo descrito por (Hickford & Schiel, 1996; Methven & Schneider, 1998; Hovgård et al., 1999). Así, se elaborará una distribución de frecuencias del proceso de retención observado para cada combinación (i, k), lo cual permitirá establecer aquel proceso principal de captura vinculado a la configuración del enmalle en cada caleta.

Para la propuesta de soluciones es fundamental contar con información adicional, específicamente relacionada a la morfología de los peces y su relación con el tamaño de las mallas. Para ello, en laboratorio se llevó a cabo la medición del perímetro de más de 400 ejemplares distribuidos entre 160 y 700 mm de longitud total. En particular, se midió la longitud total del pez, su peso, el perímetro opercular y el perímetro máximo. A partir de esta información se propuso originalmente ajustar regresiones lineales de cada perímetro (opercular y máximo) respecto a la longitud y el peso (McCombie & Fry, 1960; Kurkilahti et al., 2002; Mendes et al, 2006). Sin embargo, dada la información obtenida, se consideró de mayor utilidad realizar un análisis de la selectividad teórica en función a la morfología de los peces, esto es, utilizando el perímetro opercular y su contraste con el perímetro de cada malla potencialmente utilizable para su retención. Así, la matriz resultante fue ajustada a una función logística del tipo $p(l) = \frac{e^{(a+b \cdot l)}}{1 + e^{(a+b \cdot l)}}$, donde los parámetros a y b fueron determinados por máxima verosimilitud. La talla referencial de captura

correspondiente al 50% de la distribución para cada combinación se estableció mediante la expresión $l_{50} = \frac{-a}{b}$, variable que puede ser favorablemente contrastada con la talla media de retención obtenida durante la etapa de monitoreo.

3.6.- Medir y cuantificar la mortalidad por pesca no aprovechada por estos artes durante su operación y, determinar la pesca fantasma que seguirían ejecutando.

Mortalidad por pesca no aprovechada

La mortalidad por pesca no aprovechada no es un concepto reconocido propiamente tal, por lo cual en esta propuesta será entendida como la diferencia entre la captura total efectiva y la captura desembarcada con fines comerciales. La clasificación de “aprovechada” es entendida entonces como la captura que es utilizada por el pescador para generar ingresos económicos en un viaje de pesca, por lo tanto, lo “no aprovechado” es todo aquello que no tiene valor comercial. Esto último puede incluir también la fracción de la pesca objetivo que no es útil debido, por ejemplo, al daño generado por el arte de pesca o por predadores.

Durante el desarrollo del objetivo 4 se realizó un monitoreo de la actividad extractiva artesanal para la identificación, caracterización y cuantificación de las especies que conforman la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza común, tanto con enmalle y/o espinel, considerando las posibles configuraciones que se encontraron. En este sentido y dados los resultados que se exponen en este objetivo sobre la fauna acompañante y la prácticamente nula actividad con espinel encontrada en las visitas a las diferentes caletas, no se consideró pertinente la aplicación del estimador de captura por especie, caleta y arte (\hat{C}) contemplado inicialmente en la oferta técnica (diseño de muestreo estratificado con submuestreo aleatorio de conglomerados en etapas). Lo anterior se fundamenta en el escaso aporte de este tipo de capturas en los lances monitoreados durante la investigación, que en total no superó el 5% en peso de las capturas registradas para estas actividades.

Pesca fantasma

La pesca fantasma se refiere al abandono del arte de pesca, voluntaria o involuntariamente, el cual continua su función de captura en el agua, induciendo a la mortalidad de organismos acuáticos sin el control humano (Breen, 1990). El Código de Conducta para la Pesca Responsable de la FAO, señala a la pesca fantasma como uno de los más serios y negativos impactos de las pesquerías, al mismo nivel que la captura incidental, el descarte y la destrucción del hábitat.

La metodología para abordar este objetivo se centró principalmente en experiencias *in situ* relacionadas con la pérdida de funcionalidad en el tiempo de este tipo de aparejos y las eventuales capturas que logran en estos períodos (filmaciones y revisión de enmalles gemelos), además de encuestas a los usuarios y/o pescadores respecto de la pérdida o no recuperación de este tipo de aparejos.

Estimación del número de paños perdidos por zona de pesca

Se aplicó el procedimiento descrito por Santos et al. (2003b), el cual se basa en la consulta directa a los patrones de pesca respecto a la cantidad anual de paños de redes perdidos en términos absolutos. Sin embargo, es relevante conocer también el número medio anual de paños perdidos por embarcación en términos relativos (EPL), lo cual se calcula tomando en cuenta el número de paños perdidos (LP), la tasa de éxito en los intentos de recuperación (SPR) y la proporción de paños perdidos respecto al total de paños utilizados (PPL), así como las causas que generan este tipo de situaciones. Se consultó también respecto a la longitud media de los paños utilizados (objetivo 2), lo que permitiría conocer la longitud lineal total anual de paños perdidos por caleta. A partir de la información anterior, será posible establecer un índice de EPL para las diferentes áreas de pesca por caleta, información que será ingresada como capa temática al SIG.

Estimación de la mortalidad por pesca fantasma de redes de enmalle

Se realizaron dos experimentos para estimar la mortalidad por pesca fantasma y caracterizar la pérdida y/o cambio en la funcionalidad de las redes de enmalle en este tipo de circunstancias (redes perdidas). El primer método se basó en una revisión periódica mediante observación submarina de una red calada sobre el fondo, mientras que el segundo consistió en el levantamiento periódico de redes gemelas caladas y revisadas en distintos lapsos de tiempo.

Estos experimentos se realizaron en las inmediaciones de Laguna Verde (V Región), en profundidades que variaron entre 35 y 86 metros. Todas las experiencias se realizaron calando los enmalles al interior de una sub-zona de 0,8 mn², de forma tal que sus resultados fueran comparables entre sí (Figura 5).



Figura 5. Posición georreferenciada de cada banderín señalizador de los enmalles utilizadas en las actividades realizadas en el sector de Laguna Verde, V región.

La zona en particular seleccionada no se caracteriza por ser una de los caladeros mayormente utilizado por las flotas artesanales especializadas en merluza común de Portales o El Membrillo por ejemplo, aún cuando existe actividad extractiva por parte de embarcaciones del sector (Laguna Verde). El criterio para seleccionar este lugar se sustenta en la dificultad de utilizar los calderos tradicionalmente empleados por las flotas especializadas en este recurso de la zona, dados los conflictos que se generarían al ocupar estos espacios comunes que los pescadores de estas caletas consideran como

“propios”. Esta área de pesca seleccionada permitió una vigilancia continua de las condiciones de los experimentos, minimizando la probabilidad de que fueran movidos y/o alterados por botes de la flota artesanal que operan sobre el recurso habitualmente.

Los experimentos tuvieron una duración entre 2 horas y 156 días para el caso de la revisión de los enmalles gemelos y de 1 a 115 días con 5 filmaciones exitosas en el caso del monitoreo mediante el uso de filmaciones submarinas, lo que además guarda relación con realizado por Erzini et al. (1997), Santos et al. (2003c) y Ayaz et al. (2006).

Para la realización de las experiencias de revisión continua (levantamiento) y filmaciones submarinas se construyeron 7 redes “gemelas” de enmalle con sus respectivos accesorios necesarios como arpeos (anclas), banderines señalizadores y fondeos para cada una de ellas (figura 6). La longitud y altura armada de cada uno de las redes fue 60 m y 2,16 m respectivamente, un resumen de las dimensiones y características técnicas se presenta en la Tabla 4. Cabe señalar que para el diseño y construcción de estos aparejos se consideró la idea de replicar los enmalles utilizados por la flota artesanal de la V Región, variando sólo el largo (sólo de 1 cuerpo) y el sistema de flotación que aquí se utiliza, para lo cual se procedió a reemplazar las tradicionales botellas de vidrio de 300cc (empleados principalmente sólo en esta región), por trozos de flotadores de cerco en desuso que es el sistema mayormente utilizado en el resto del país.

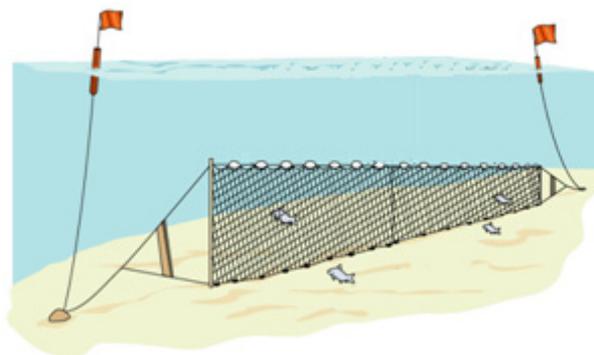


Figura 6. Esquema de la red de enmalle y las boyas de demarcación superficial que se utilizarán en el experimento 1.

Tabla 4. Descripción general de los características de los 7 enmalles “gemelos” construidos para las experiencias de revisión continua y filmaciones submarinas.

Característica o parámetro	Valor
Tamaño de malla	2"
Diam. monofilamento	0,3 mm
N# de alto	50
Altura nominal	2,54 m
Largo nominal	120 m
Altura red armada	2,16 m
Largo de tela armado	63 m
u1 (relación horizontal)	0,52
u2 (relación vertical)	0,85
Nro plomos de 130 gr.	35 unid.
Nro Flotadores	30 unid.

Método 1: Revisión mediante observación submarina

Para esta actividad se utilizaron 2 de las 7 redes gemelas construidas, las cual fueron caladas entre 25 y 40 m de profundidad. El sistema de filmación que se utilizó fue un cilindro estanco que contiene en su interior una cámara digital marca Sony modelo Handycam TRV-17, a la cual se le incorporó un lente “gran angular” que permite una mayor área de enfoque en las filmaciones. La operación del sistema y filmaciones de las redes se realizó con buceo semi-autónomo o hookah (con compresor).

Se realizaron 5 experiencias de filmación exitosas entre el 11 de agosto y 23 de diciembre de 2010 y el tiempo de reposo en que estaba la red en el agua fueron de 1, 19, 42, 64 y 115 días respectivamente. Cabe señalar que la turbidez del agua junto con condiciones ambientales adversas (viento y oleaje), dificultaron notablemente la realización de estas actividades.

Así, en estas revisiones periódicas del experimento, fue posible estimar mediante los registros de las filmaciones los siguientes aspectos:

- Una descripción cualitativa del estado de la red (configuración, altura, fouling, etc.),

- Contabilización de peces y crustáceos que se encuentran retenidos (vivos y muertos),
- Una descripción de la pérdida de altura de la red (y por lo tanto su pérdida de área útil).
- Explorar el grado de asociación de los valores del área funcional estimada del enmalle respecto del tiempo transcurrido (días) mediante ajustes regresionales de los valores encontrados (lineal, exponencial, logarítmica u otra).

Método 2: Levantamiento de redes gemelas

Se emplearon cinco de las siete redes gemelas construidas para estas actividades (60 m de longitud total), de las cuales 4 fueron caladas consecutivamente en un mismo veril de profundidad (80 m aproximadamente) y la 5^{ta} se usó para efectuar los lances control y de reemplazo cuando los enmalles salían con enredos importantes. Las redes fueron viradas y revisadas en diferentes períodos de tiempo que abarcaron desde 13 a 169 días (tabla5)

Tabla 5. Descripción general de las actividades de revisión y levantamiento de enmalles en sector de Laguna Verde (V Región).

Actividad Nº	Profundidad (m)	Fecha calado	Fecha revisión	Nº días calados	Testigo
1	77	11-08-2010	24-08-2010	13	si
2	86	11-08-2010	22-09-2010	42	si
3	35	06-12-2010	27-01-2011	52	si
4	81	11-08-2010	13-10-2010	63	si
5	81	13-10-2010	27-01-2011	106	si
6	61	11-08-2010	05-12-2010	116	no
7 *	86	22-09-2010	27-01-2011	127	si
8	77	24-08-2010	27-01-2011	156	si
9 *	84	11-08-2010	27-01-2011	169	si

(*) Estos enmalles no pudieron ser recuperados (hundidos y/o enterrados completamente).

Las experiencias control consistieron en el calado de una red de enmalle previo al levantamiento-revisión de cada uno de los aparejos calados al inicio de las experiencias (4), dejándolo con un tiempo de reposo de al menos dos horas en cada oportunidad con la

finalidad de chequear y comparar los resultados de captura de una red en buen estado respecto a una red que está en proceso de deterioro.

Posteriormente para la contabilización de la captura o individuos retenidos en la red, los enmalles se estiraban y limpiaban en la playa, en muchos casos por los enredos mayores que presentaban. Para reemplazar este enmalle levantado se utilizaba uno limpio y reparado que se llevaba desde tierra una vez que había cumplido con la función de control (calado al menos 2 horas previas), procurándose mantener la misma condición del calado y profundidad de operación del enmalle retirado. Cabe señalar que el período de reposo normal empleado y monitoreado en la operación de los pescadores de las caletas en la región no supera en ningún caso el período señalado de dos horas.

Una vez finalizada esta experiencia y ya retiradas definitivamente del mar las redes de enmalle, se procedió a sacar muestras para la realización de análisis de los materiales en tierra. Este último análisis consistió en estudiar las propiedades de los hilos que constituyen los paños, en particular respecto a la resistencia a la ruptura de aquellos paños que pudieron ser retirados o rescatados en el final de la experiencia. Se tomaron 20 muestras de cada paño y se sometieron a ensayos de tracción mediante el uso de un dinamómetro Buraschi 400D, permitiendo establecer los valores de las propiedades resistivas de estos paños en el tiempo.

3.7.- Objetivo adicional: Estimar la selectividad de las redes de enmalle utilizadas en la captura de merluza común (*Merluccius gayi gayi*) en la Región de Valparaíso.

Se construyó una red experimental considerando las principales variables de diseño y armado de las redes de la flota artesanal. Para evaluar simultáneamente la selectividad de tres tamaños de malla (5.2, 6.8 y 7.6 cm), la red experimental estuvo compuesta de seis secciones, dos con cada tamaño de malla, dispuestos de manera aleatoria. La longitud de cada sección fue 52 m, mientras que la altura de tela estirada fue 3.8 m. La flotación en cada sección estuvo compuesta de 27 flotadores de PVC de 150 gf, mientras que el lastre correspondió a 35 plomos de 125 gf. Los paños utilizados fueron de PA monofilamento, con diámetro de los hilos de 0.3 mm en el caso de los hilos de los

pañños de tamaño de malla de 5.2 cm y 0.4 mm para los hilos de los paños restantes (6.8 y 7.6 cm de $t\#$). El embande utilizado para todas las mallas fue 0.525.

Se realizaron 6 salidas de pesca frente a la costa de Valparaíso (33° 00' LS) entre el 28 de septiembre y el 7 de octubre de 2010 a bordo de una embarcación artesanal de 7.8 m de eslora. La profundidad de trabajo estuvo comprendida entre 100 y 180 m, mientras que el tiempo de reposo fluctuó entre 40 y 60 min, calando siempre al amanecer (06:00- 06:45). Durante el virado de cada lance, los peces fueron clasificados según el proceso de captura y el tamaño de malla, siendo separados en recipiente previamente demarcados. Para el proceso de captura se empleó la misma clasificación usada en el objetivo específico N° 5 (Hovgård and Lassen, 2000) y que corresponde a:

- i) Snagged, peces retenidos en la región de cabeza, delante de la cubierta de las agallas.
- ii) Gilled, peces retenidos por las mallas en la zona de la cubierta de las agallas.
- iii) Wedged, peces retenidos por las mallas alrededor del cuerpo, detrás de la cubierta de las agallas.
- iv) Entangled, peces retenidos en la red que no penetraron las mallas.

Los peces clasificados fueron llevados a laboratorio para contabilizar la captura, realizar las mediciones de peso (g), perímetro máximo y longitud total, y establecer el sexo de cada individuo. El test de Kolmogorov-Smirnov (K-S) fue usado para comparar las distribuciones de frecuencia de talla de las capturas, tanto entre tamaños de malla como entre sexos en un mismo tamaño de malla. Debido a que no existe un tamaño mínimo legal en la pesquería, la talla de primera madurez sexual de 37 cm TL (Alarcón and Arancibia, 1993) fue usada como talla de referencia de la especie.

Los parámetros de cinco curvas de selectividad (normal location, normal scale, gamma, log-normal, and binormal) fueron ajustados mediante las funciones “gillnetfit” y “netfit” disponibles en www.stat.auckland.ac.nz/~millar/selectware/code.html, las cuales se basan en el método SELECT (Share Each Length Catch Total) (Millar, 1992). Para cada modelo los datos fueron ajustados bajo los supuestos de igual esfuerzo y esfuerzo proporcional al tamaño de malla. El ajuste de las curvas se basa en la función R glm (generalized linear model) para modelos log-lineales según lo recomendado por Millar and Fryer (1999). Goodness of fit statistics in the form of model deviance was used with the residual plots to choose the best model (lowest deviance). Los análisis fueron

desarrollados usando la version 2.12.0 del paquete R (R Development Core Team, 2004). El principio de similaridad geométrica (Baranov, 1969) establece que la selectividad de redes de enmalle depende de la relación entre la geometría del pez y el tamaño de malla, por lo cual el factor de selectividad (SF) (Pope et al., 1975) fue calculado conforme a $SF=ms/ml$, donde ms es el tamaño de malla y ml es la longitud media.

RESULTADOS

4.1.- Identificar las caletas artesanales en las cuales se utiliza redes de enmalle en la captura de merluza común.

Levantamiento de información base, encuestas y entrevistas

Se seleccionó de forma preliminar las caletas más relevantes en términos de participación en las capturas de merluza común de la flota artesanal, a partir de lo cual se realizaron dos recorridos desde la V a la VIII Región; el primero entre noviembre del 2009 y febrero 2010 y, un segundo recorrido en agosto y septiembre 2010. A pesar de ello algunas de las localidades debieron ser censadas en dos o tres ocasiones, debido a que el día de la visita no se registró operación pesquera artesanal dirigida al recurso merluza común. La decisión de volver a visitar una caleta se basó en los registros de captura históricos, la que junto a información recabada con distintos pescadores, sindicatos y otras fuentes, indicaban que efectivamente existe actividad en la localidad y que particularmente ese día no se evidenció. Con todo, las visitas realizadas permitieron obtener una visión general representativa de la actividad pesquera que se origina en cada localidad artesanal.

Se visitaron 34 caletas distribuidas entre Papudo (V Región) y Tirúa (VIII Región), en las cuales opera un total de 1394 naves, de las cuales 772 estaban en condiciones de operación en el momento de ser encuestadas. Específicamente en el caso de merluza común, se constató que 383 naves operan en forma regular en dicha pesquería, usando en la gran mayoría de los casos redes de enmalle (87% del total). Sólo fue posible observar el uso de espinel en dos caletas de la Región de Valparaíso (V) durante la ejecución del proyecto, mientras que en todas las restantes caletas sólo se registra el uso de enmalle (Tabla 6).

De acuerdo a la información colectada en terreno hasta septiembre de 2010, el espinel prácticamente dejó de ser empleado en las caletas de la zona prospectada debido a, según los entrevistados, los costos de encarnado, reparación y reposición de las secciones dañadas, además de problemas asociados a fluctuaciones en la disponibilidad de carnada junto con una baja abundancia de la especie objetivo. Las últimas actividades en terreno evidenciaron que a la fecha de término de las actividades

en terreno sólo en San Antonio se continúa operando con espineles tan sólo por tres embarcaciones (botes). Lo anterior obedece a una estrategia económica de un grupo familiar, en donde los familiares directos o parientes de estos pescadores participan en las labores de encarnado, empelado de anzuelos y reparaciones, manteniendo de forma colaborativa una actividad económica que beneficia a todos sus integrantes.

En la tabla 6 es posible evidenciar el dinamismo observado en las caletas visitadas, presentándose los resultados encontrados en periodos distintos en; San Antonio, Bucalemu, Coliumo, Cocholgue, Tumbes, Lo Rojas y Laraquete, en las cuales el número de embarcaciones en operación varió debido a la renovación de embarcaciones debido al sismo, el cambio de lugares de desembarque y al aumento de la flota artesanal en el periodo de desove de la merluza común.

Tabla 6. Número de caletas, fecha, especies capturadas y aparejos empleados, visitadas durante la ejecución del proyecto

N°	CALETA	MES/AÑO	APAREJO	RECURSO OBJETIVO	TOTAL NAVES CALETA	NAVES EN OPERACIÓN	NAVES OPERAN MERLUZA	NAVES MERLUZA ENMALLE	NAVES MERLUZA ESPINEL
1	El Membrillo	Nov-09	enmalle-espinel-buceo	mer-jib-con-tib-lap	24	22	22	21	1
2	Portales	Nov-09	enmalle-espinel	mer-jib	65	41	41	12	29
3	Quintay	Dic-09	enmalle-buceo	mer-con-lap	17	7	1	1	-
4	Horcon	Nov-09	enmalle-buceo-trampas	mer-con-jai	13	6	2	2	-
5	El Manzano	Nov-09	enmalle	jib-rei-jur-are	15	2	-	-	-
6	Loncura	Nov-09	enmalle	jib-rei-jur-are-mer	10	-	-	-	-
7	San Pedro	Nov-09	enmalle	con-pej-len-pam-jur-mer-jai-tib	6	4	1	1	-
8	Higuerillas	Nov-09	enmalle-buceo	mer-con-pej-len-pam-jur	23	19	20	20	-
9	Algarrobo	Nov-09	enmalle	con-cor-pej-sie-rei-mer	32	2	-	-	-
10	San Antonio	Dic-09	enmalle-espinel	mer-rei	81	30	-	-	-
11	San Antonio	Sep-10	enmalle-espinel	mer-rei	94	94	45	45	3
12	Quisco	Dic-09	enmalle	mer-rei-con	20	18	-	-	-
13	Papudo	Dic-09	enmalle-buceo	mer-con-lap	19	2	1	1	-
14	Pichilemu	Dic-09	enmalle	jpe	17	6	4	4	-
15	Bucalemu	Dic-09	enmalle	mer-rei	19	7	7	7	-
16	Bucalemu	Sep-10	enmalle	mer-ray-jb	17	15	13	13	-
17	Llico	Dic-09	enmalle	mer-rei	19	1	1	1	-
18	Duao	Dic-09	enmalle	mer-rei-con-ray	90	60	40	20	-
19	Maguillines	Dic-09	enmalle	mer-rei	42	42	42	42	-
20	Pelluhue	Feb-10	enmalle-buceo	mer-cor-jai	34	34	34	34	-
21	Pellines	Feb-10	enmalle-buceo	mer-cor-jai	16	14	14	14	-
22	Curanipe	Feb-10	enmalle	mer-cor-jai	35	28	24	24	-
23	Cobquecura	Feb-10	enmalle	cor	7	-	-	-	-
24	Dichato	Feb-10	cerco-enmalle	sar-anc-coc-rei	12	10	-	-	-
25	Coliumo	Feb-10	cerco-enmalle	sar-anc-coc-rei-pey	13	8	-	-	-
26	Coliumo	Sep-10	enmalle-cerco	mer-sar-jai	5	5	5	5	-
27	Cochoigue	Feb-10	enmalle-buceo	mer-alg-mol	20	15	15	15	-
28	Cochoigue	Sep-10	enmalle-buceo-pinche	mer-sie-alg-jai	215	100	22	22	-
29	Tome	Feb-10	cerco-buceo-enmalle	sar-anc-coc-rei-mol	19	9	-	-	-
30	Tumbes	Feb-10	cerco-enmalle	sar-anc-coc-bac-sie-mer	70	40	6	6	-
31	Tumbes	Sep-10	cerco-enmalle	sar-anc-coc-bac-sie-mer	70	40	15	15	-
32	Lo Rojas	Feb-10	cerco	sar-anc-mer	100	-	5	5	-
33	Lo Rojas	Sep-10	buceo-enmalle-cerco	mer-piu-alm-cho-jai-sie	50	15	15	15	-
34	Maule	Feb-10	enmalle-buceo	sar-anc-coc-mol	8	2	-	-	-
35	Lota	Feb-10	cerco	sar-anc	100	-	-	-	-
36	Laraquete	Feb-10	enmalle-buceo	jai-coc-cor-pey-mer	38	7	2	2	-
37	Laraquete	Sep-10	buceo-enmalle	jai-coc-cor-pey-mer	12	7	2	2	-
38	Lebu	Feb-10	enmalle	rei-sie-mer	100	50	6	6	-
39	Tubul	Sep-10	buceo-enmalle-espinel	nav-alm-pui-cho-sie-pej-mer	135	83	8	8	-
40	Quidico	Sep-10	enmalle	rei-sie-mer	25	22	6	6	-
41	Tirua	Sep-10	espinel-enmalle	con-sie-rei-pej-mer	28	12	8	8	-

alg=algas, alm=almeja, anc=anchoveta, are=arenque, bac=bacalao de profundidad, cho=cholga, coc=congrio colorado, con=congrio negro, cor=corvina, jai=jaiba, jib=jibia, jpe=jaiba peluda, jur=jurel, lap=lapa, len=lenguado, mer=merluza común, mol=moluscos, nav=navajuela, pam=pampano, pej=pejegallos, pey=pejerrey, piu=puire, ray=raya, rei=reineta, sar=sardina, sie=sierra, tib=tiburón

Procesamiento de datos

A partir de los datos recopilados en terreno se generaron las respectivas bases de datos. Se recolectó información detallada de un total de 149 embarcaciones y sus aparejos de pesca, llevándose a cabo el embarque de personal técnico en un total de 102 mareas de pesca en las caletas seleccionadas (Tabla 7). En este sentido, se observó recurrentemente que en algunas localidades sólo fue posible obtener información respecto de la operación, especies objetivos, y otros a través de encuestas y entrevistas, dada la poca o nula actividad extractiva observada hacia merluza común, imposibilitando la obtención de datos referidos a artes de pesca o características de naves, entre otros.

Sub-selección de caletas

Considerando la información registrada en visita a las caletas, se procedió a seleccionar una muestra, empleando como criterios el nivel de operación, la frecuencia de uso de distintas configuraciones de aparejos de pesca, considerando además dar representatividad regional a los datos. Esto tuvo como finalidad identificar los lugares en los cuales llevar a cabo embarques para registrar la operación, capturas, identificación de zonas de pesca, etc., el detalle de las caletas seleccionadas se presenta en la Tabla 7 y el detalle de las actividades realizadas y los datos recopilados en la Tabla 8.

Tabla 7. Caletas seleccionadas para la realización de embarques.

N°	Región	Provincia	Caleta
1			El Membrillo
2	V	Valparaíso	Portales
3			San Antonio
4	VI	Cardenal Caro	Bucalemu
5		Curicó	Duao
6	VII	Talca	Maguillines
7		Cauquenes	Curanipe
8			Cochohgüe
9		Concepción	Coliumo
10	VIII		Talcahuano - Tumbes - San Vicente
11		Arauco	Arauco - Laraquete - Tubul
12			Lebu - Quidico - Tirúa

Tabla 8. Número datos recopilados de información de operación detallada por caletas, características embarcaciones, aparejos de pesca, y número de embarques conseguidos.

CALETA	DATOS INFORMACIÓN CALETA	DATOS DETALLADOS NAVES	DATOS APAREJOS DETALLADOS	NÚMERO EMBARQUES
Algarrobo	completos			
Bucalemu	completos	11	8	8
Cobquecura	completos			
Cocholgue	completos	14	8	17
Coliumo	completos	3	3	6
Coronel	completos	3	3	
Curanipe	completos	8	8	6
Dichato	completos			
Duao	completos	18	19	10
El Manzano	completos			
El Membrillo	completos	8	10	13
Higuerillas	completos	3	3	
Horcon	completos	2	3	
Laraquete	completos	1	1	2
Lebu	completos			
Llico	completos	1	1	
Lo Rojas	completos	7	6	6
Loncura	completos			
Lota	completos			
Maguillines	completos	12	13	8
Maule	completos			
Papudo	completos	1	2	
Pellines	completos	3	3	
Pelluhue	completos	6	6	
Pichilemu	completos	1	2	
Portales	completos	13	13	2
Quidico	completos	2	2	2
Quintay	completos	1	2	
Quisco	completos			
San Antonio	completos	23	23	12
San Pedro	completos			
Tirua	completos	1	1	2
Tome	completos			
Tubul	completos	2	2	2
Tumbes	completos	5	5	6
TOTALES	35	149	147	102

A partir de la información precitada, y mediante el empleo de un SIG, se generaron figuras ilustrativas para el global de las caletas visitadas (Figura 7), como también separadamente por región y caleta para diversos aspectos como la actividad comercial

monitoreada y cajas de merluza muestreadas (Figs. 8 a 11), tipo de actividad pesquera que se desarrolla en cada lugar (Figs. 12 a 15) y respecto del número de embarcaciones totales y de aquellas que se dedican a la extracción de merluza con redes de enmalle (Figs. 16 a 19).



Figura 7. Distribución de caletas visitadas en la zona centro-sur.

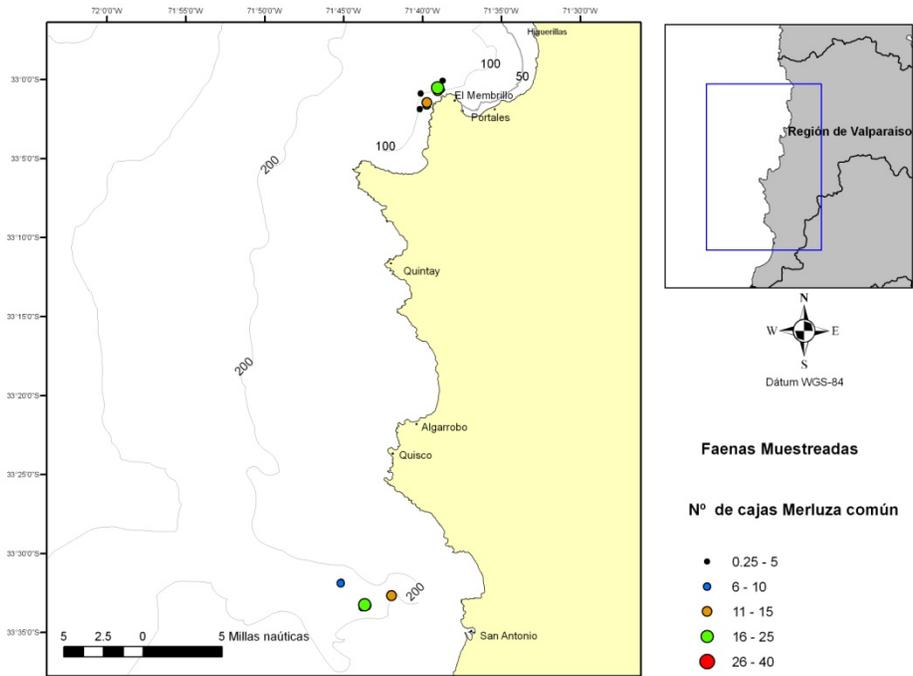


Figura 8. Actividad comercial monitoreada y cajas muestreadas en la Región de Valparaíso.

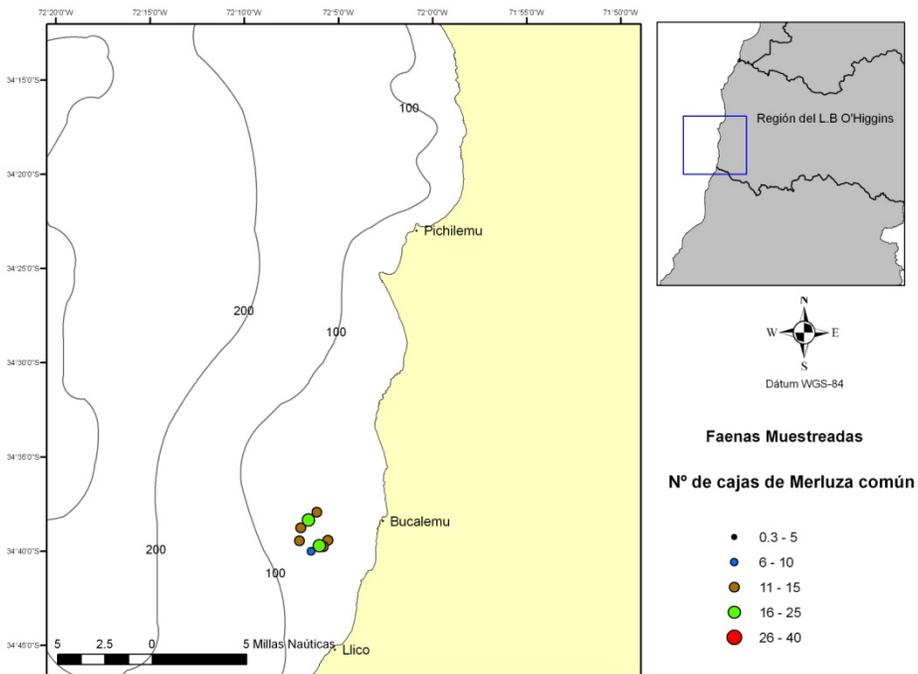


Figura 9. Actividad comercial monitoreada y cajas muestreadas en la Región de O'Higgins.

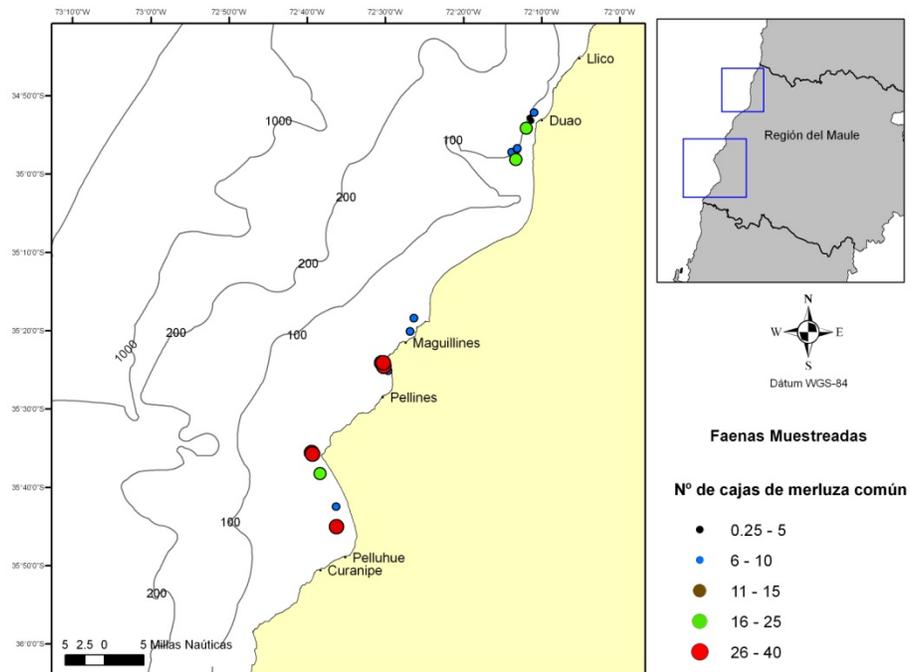


Figura 10. Actividad comercial monitoreada y cajas muestreadas en la Región del Maule.

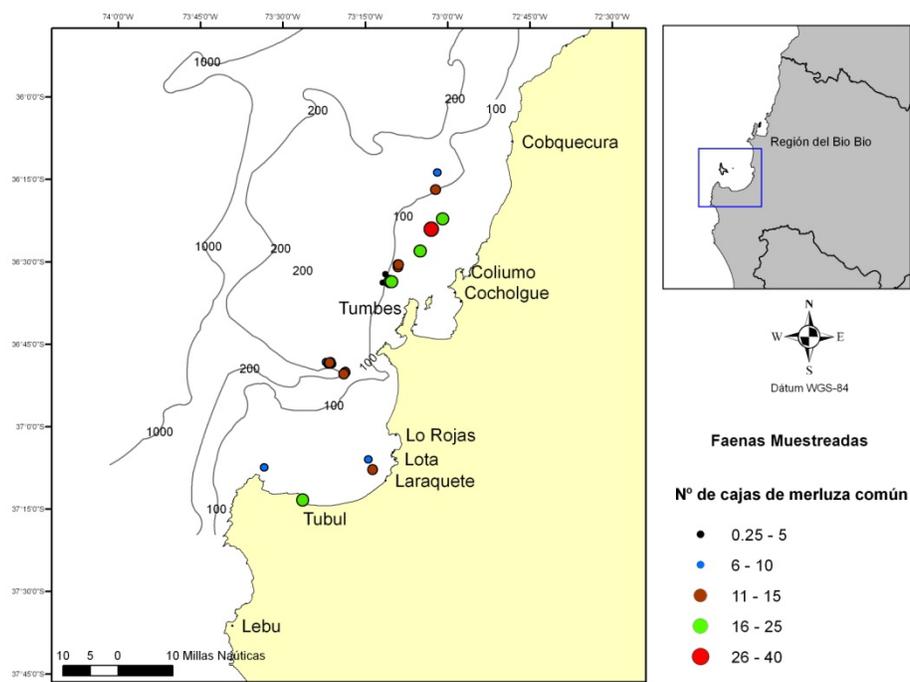


Figura 11. Actividad comercial monitoreada y cajas muestreadas en la Región del Bío-Bío.

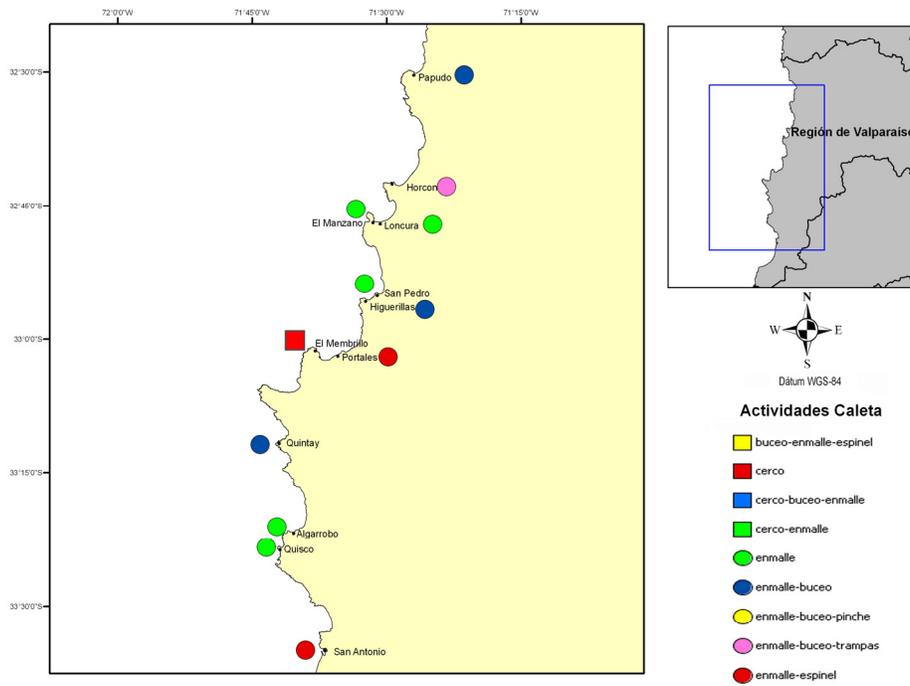


Figura 12. Caracterización de la actividad de pesca por caleta en la Región de Valparaíso.

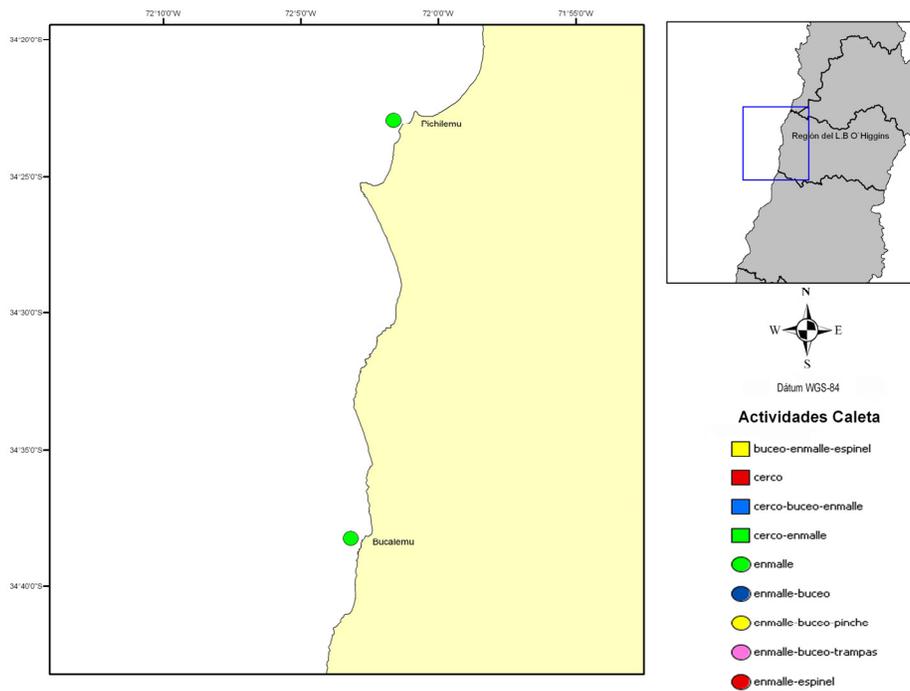


Figura 13. Caracterización de la actividad de pesca por caleta en la Región de O'higgins.

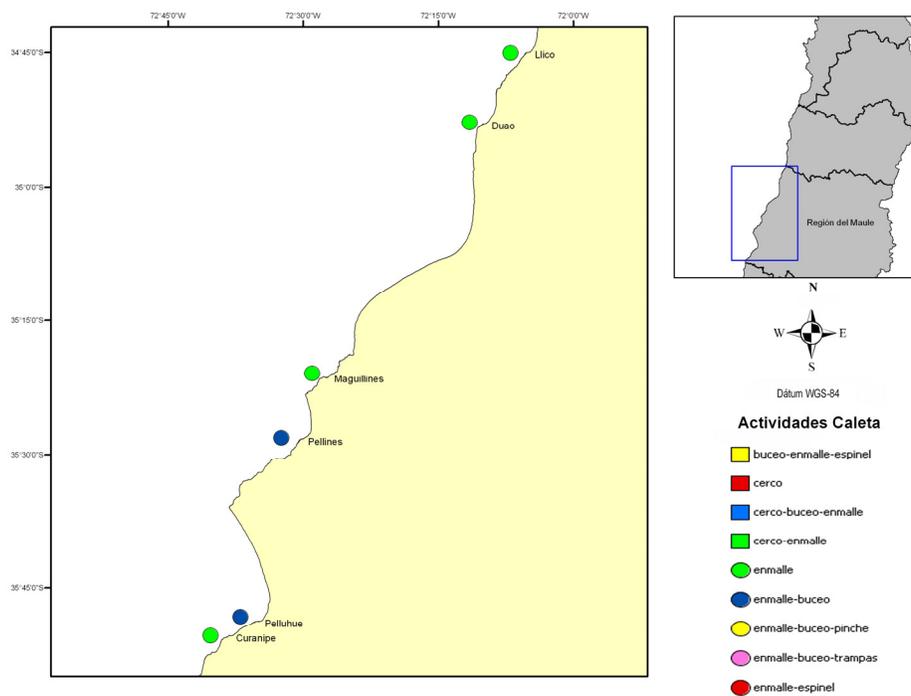


Figura 14. Caracterización de la actividad de pesca por caleta en la Región del Maule.

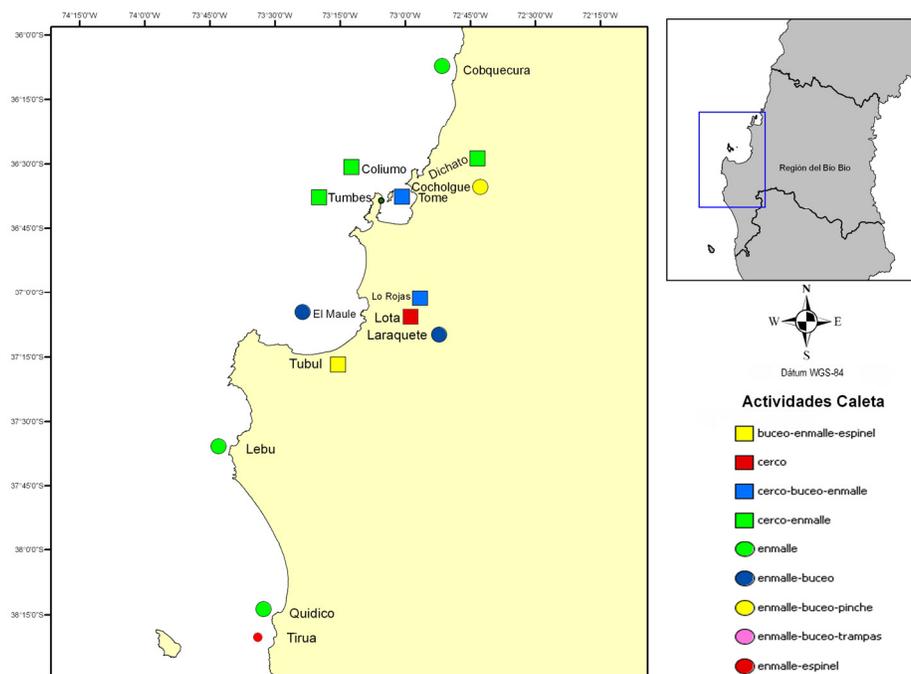


Figura 15. Caracterización de la actividad de pesca por caleta en la Región del Bío-Bío.

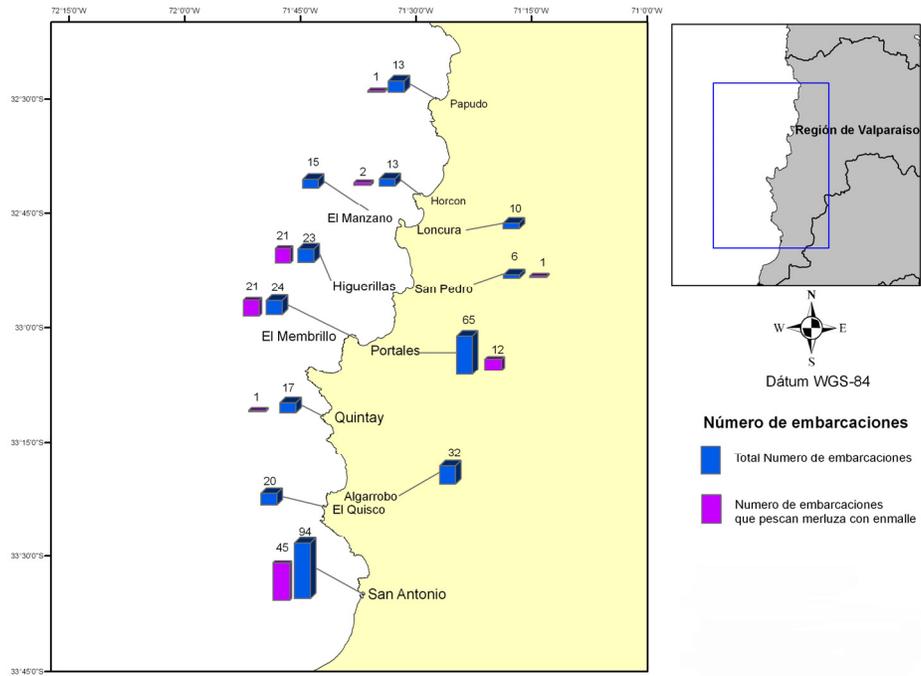


Figura 16. Embarcaciones totales y enmalleras por caleta en la Región de Valparaíso.

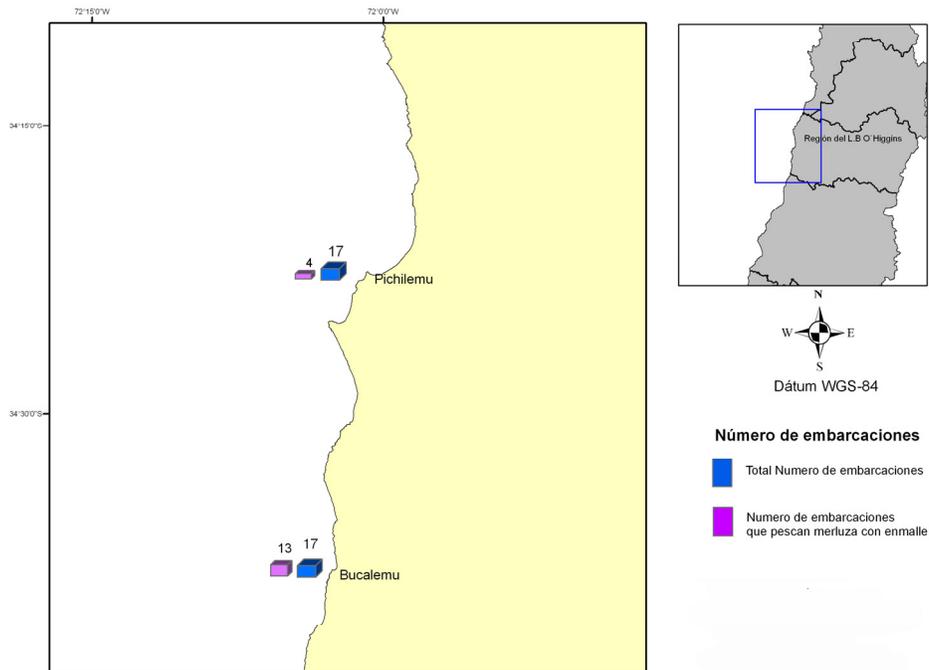


Figura 17. Embarcaciones totales y enmalleras por caleta en la Región de O'higgins.

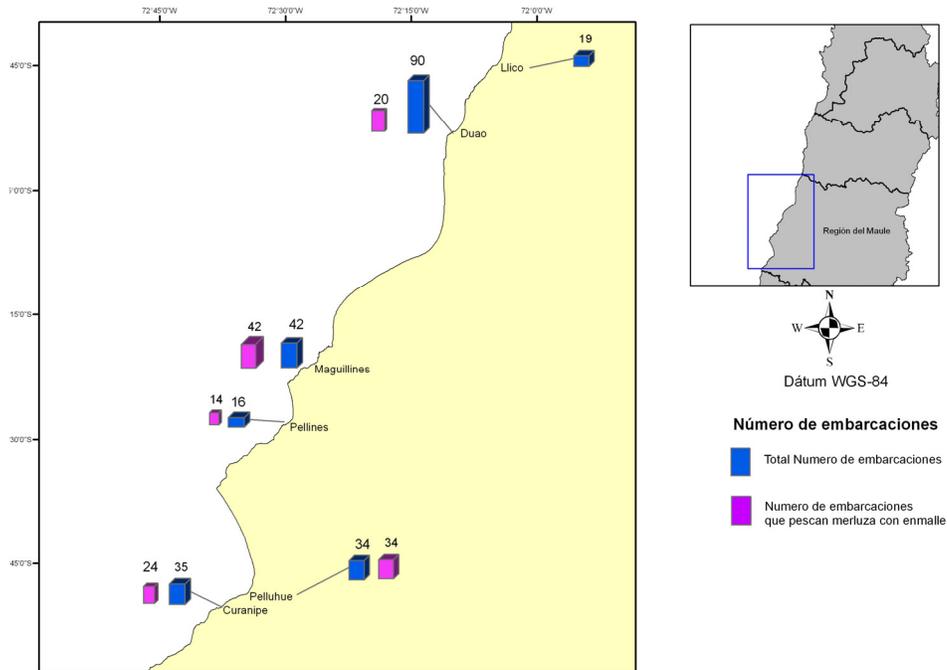


Figura 18. Embarcaciones totales y enmalleras por caleta en la Región del Maule

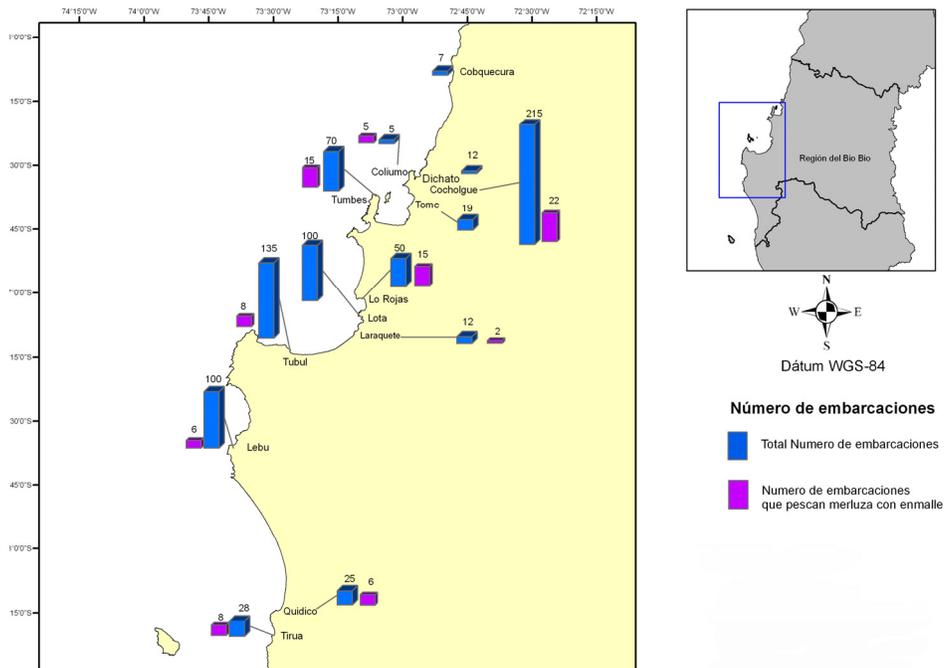


Figura 19. Embarcaciones totales y enmalleras por caleta en la Región del Bío-Bío.

Descripción de las caletas más relevantes

Se consideraron es esta descripción aquellas caletas más relevantes en términos de importancia en el desembarque y que presentan una actividad continua al interior del año.

Cabe indicar que en las caletas Duao, Maguillines, Curanipe, Cocholgue, El Membrillo y Portales el principal aparejo de pesca es el enmalle, obteniendo mayoritariamente capturas de merluza común. Sólo en Portales y San Antonio una fracción de las embarcaciones hace uso ocasional de espineles.

a) Caleta Duao

La operación de pesca comienza en las primeras horas del día, entre 05:30 y 06:30 horas, se zarpa apenas aclara, por autorización del Alcalde de Mar. La puesta en el mar de la embarcación se realiza por tracción animal, mediante bueyes y/o utilizando un tractor. Empleando la máxima capacidad del motor la nave se dirige a zona de pesca, la cual está alejada entre 2,5 y 9 km hacia el norte o sur de la caleta, y a una distancia de la costa entre 2 a 3 millas al oeste, preferentemente frente a lloca o al sector "pozones".

Una vez en la zona, se localiza el caladero posicionando la embarcación mediante GPS y la experiencia de los pescadores, considerando el éxito de pesca en días anteriores. El tiempo de reposo varía entre 1 y 2,5 h, aproximadamente. El virado es mecánico-manual, siendo izado el arte utilizando virador o reductor, éste, levanta la red a través de la relinga ubicada en la línea de flotación de la red.

De acuerdo al éxito de pesca comienza el retorno a puerto, o la búsqueda de un nuevo caladero para iniciar el proceso de calado de la red. El retorno al puerto es generalmente a las 10:30 h. donde las redes son ordenadas, revisadas para desenmallar el pescado e identificar roturas y faltas de flotadores o plomadas con el fin de repararlos posteriormente.

b) Caleta Maguillines (Constitución)

Las naves que zarpan se rigen bajo la modalidad de sorteo previo semanal, y la operación de pesca comienza en las primeras horas del día, entre 05:00 y 06:00 h, siendo los botes remolcados en carros uno a uno hacia la grúa que los coloca sobre el mar. La zona de pesca se localiza entre los 3,7 y 13 km hacia el norte o sur de la caleta, y a una distancia de la costa entre 2 a 3 millas, preferentemente al Este de Constitución.

En la zona de pesca, la nave se posiciona mediante GPS a fin de localizar el caladero escogido conforme al éxito de pesca de días anteriores. Al aparejo calado se le da un reposo promedio de 1,5 horas dependiendo de la intuición del patrón de la nave, para posteriormente comenzar el virado apoyado por un virador.

El retorno al puerto generalmente ocurre entre las 09:30 y 10:00 h. La embarcación es izada al muelle, y posicionada en un sector asignado mediante el empleo de carros. En ese lugar se desembarca la pesca, y se termina de desenmallar los peces ubicándolos en contenedores externos y cajas para la venta.

c) Caleta Curanipe

La operación de pesca comienza en las primeras horas del día, entre 06:30 y 07:20 h y siempre bajo la autorización del Alcalde de Mar de la caleta. Se sortean diariamente las naves a zarpar y el orden cronológico de salida, dadas las restricciones de tractor o yunta de bueyes.

Los botes son remolcados uno a uno hacia la orilla del mar e internados mediante bueyes. La zona de pesca se encuentra a una distancias entre 13 y 28 km hacia el norte o sur de la caleta, y a una distancia de la costa de entre 2 a 3 millas, preferentemente al norte de Curanipe en el sector denominado por los lugareños como "reloca".

A diferencias de las otras localidades visitadas, el tiempo de reposo es bastante corto, el que va entre los 30 a 80 min. El aparejo es virado con la ayuda de un virador, para retornar a la caleta entre las 10:20 y 10:40 h. Una vez en puerto, la pesca se desenmalla en la playa,

depositando la captura en cajas plásticas, las que son cargadas manualmente para llevarlas al sector de recepción para su comercialización.

d) Caleta Cocholgue

La operación de pesca comienza entre las 06:00 y 07:00 h. Las embarcaciones se encuentran a la gira, por lo cual los tripulantes emplean un bote de acercamiento a remo. Las embarcaciones tienen una mayor envergadura que aquellas observadas en las caletas del área norte de la zona de estudio. La zona de pesca que se encuentra entre 19 y 22 km de San Vicente y a unas 12 millas de la costa al SW de San Vicente o, al interior del Golfo de Arauco.

En la zona de pesca, se localizan las boyas de superficie de las redes caladas previamente, generalmente bidones, posicionando la nave mediante GPS. El arte calado el día anterior mantiene un reposo de 24 h, comienza a ser virado hacia superficie a través de un reductor o virador por la banda, levantándose primero el orinque de alrededor de 90 bz de longitud, luego se sube el arpeo y comienza a ser virada la relinga la cual levanta la red.

Así, un pescador se encarga del levantar la línea de flotación y otro la línea de plomos, dos pescadores comienzan a desenmallar los peces de la red y ordenar los paños, en tanto un quinto pescador se encarga del virador. Al momento de levantar la red se efectúa la operación de cambio de paños o añadir uno nuevo si es que fuese necesario deteniendo el virador y cambiando el cuerpo de red.

Finalizado el virado el patrón busca el caladero ayudándose de un sonar y GPS y da la orden de calar nuevamente la red recién virada, esto se realiza de forma manual donde primero botan al mar los bidones de señalización, luego comienza el calado del orinque, terminado este se lanza el arpeo y comienza el calado de la red encargándose un pescador de la línea de flotadores y otro de la línea de plomos. Se finaliza el extremo botando el arpeo al mar, calando el orinque y finalmente botando los bidones de señalización. El retorno al puerto es entre las 12:30 -13:00 h, y una vez en puerto se desembarca la pesca encajonada o luego de ser encajonada en el lugar de recalada atracando la embarcación al muelle. Es en este momento que el patrón realiza la comercialización.

e) Caleta El Membrillo y Portales

El principal arte utilizado en ambas caletas corresponde al enmalle, aunque es posible diferenciar ambas caletas de la ciudad de Valparaíso, porque en Caleta Portales una fracción minoritaria de la flota estacionalmente se cambia a utilizar espineles, aunque de acuerdo a lo registrado en las encuestas el espinel se encuentra en retirada debido a costos operativos mayores y baja abundancia de la especie objetivo. En ambos casos la operación de pesca comienza entre las 04:30 y 05:30 h dependiendo de las condiciones del mar. El orden de llegada de la tripulación de las embarcaciones determina la secuencia de zarpe.

La zona de pesca se encuentra generalmente a unas 2 millas de la caleta, el posicionamiento de la nave se realiza generalmente mediante GPS. Los aparejos de pesca alcanzan tienen un reposo de entre 1 y 1,5 h, retornando las naves a puerto entre las 09:00 y 10:00 h.

En caleta Portales, los peces son generalmente desemmallados o quitados de los espineles cuando la nave se encuentra en zona de pesca durante el virado de los aparejos. En caleta El Membrillo en tanto, la pesca es desemmallada una vez que la nave izada al muelle.

Resumen global

A partir de la información procesada se ha obtenido la descripción de las operaciones por caleta, las cuales son resumidas en la Tabla 9.

Tabla 9. Resumen del tipo de aparejo y los principales aspectos operacionales, por caleta.

	El Membrillo y Portales	Duao	Maguillines	Curanipe	Cocholgue
Arte	Enmalle-Espinel	Enmalle	Enmalle	Enmalle	Enmalle
Hora zarpe	04:30 y 05:30	05:30 y 06:30	05:00 y 06:00	06:30 y 07:20	06:00 y 07:00
Distancia zona de pesca/sector	2 mn	2,5 y 9 km/Iloca-Pozones	3,7 y 13 km/ E de Constitución	13 y 28 km/N de Curanipe-Reloca	19 y 22 km/SW Sn Vicente, Golfo de Arauco
Tiempo reposo (h)	1-1,5	1 y 2,5	1,5	0,5-1,3	24
Hora recalada	09:00 y 10:00	10:30	09:30 y 10:00	10:20 y 10:40	12:30 -13:00

Igualmente, se determinó un rango global de captura por viaje de pesca en las principales localidades donde se han realizado nuestros a bordo de las naves, y si bien la operación con espinel es mínima en la zona, se estableció preliminarmente dos índices de rendimiento; kilogramo de captura por paño de red de enmalle o kilogramo de captura por número de anzuelos calados, igualmente, el volúmenes capturados en razón de la longitud de lineal de cada aparejo de pesca.

También es posible observar que en el caso de enmalles que el rendimiento promedio obtenido en Caleta Portales es similar al de las caletas Maguillines y Curanipe que obtiene los mejores rendimientos medidos por viaje de pesca, captura por paño, y captura por longitud total de la línea madre (Tabla 10). Respecto a lo observado en febrero en la caleta de Cocholgue, se evidenció una disminución de sus rendimientos en septiembre del mismo año, lo que de acuerdo a lo indicado por los pescadores correspondería a la concentración de la flota de la VIII Región en el último periodo, debido a la obligatoriedad de desembarcar la captura en sólo dos localidades, Coliumo y Tumbes, y como es tradicional, la flota opera en las cercanías del puerto de descarga.

Tabla 10. Capturas y rendimientos medios por viaje, longitud promedio de relinga superior, por caleta de pescadores.

CALETA	APAREJO	PERIODO MUESTREOS (año 2010)	N° PROMEDIO paños / anzuelos	LONGITUD PROM. RELINGA SUPERIOR (m)	CAPTURA PROM. POR VIAJE (k)	RENDIMIENTO PROM. (k/paño o anzuelo)	RENDIMIENTO PROM. (k/long. relinga superior)
Bucalemu	Enmalle	6 al 10 sep	21,5	2.001,7	362,5	16,86	0,18
Cocholgue	Enmalle	23 feb al 8 sep	9,4	1.083,0	230,9	24,53	0,21
Coliumo	Enmalle	2 al 3 sep	13,3	1.813,8	583,3	43,75	0,32
Curanipe	Enmalle	16 al 18 feb	24,2	1.252,3	645,8	26,69	0,52
Duao	Enmalle	7 al 21 ene	16,4	1.205,8	254,6	15,52	0,21
El Membrillo	Enmalle	27 mar al 22 abr	14,0	537,4	206,3	14,74	0,38
Laraquete	Enmalle	31 ago al 1 sep	23,0	1.150,0	225,0	9,78	0,20
Lo Rojas	Enmalle	31 ago al 3 sep	24,0	1.200,0	125,0	5,21	0,10
Maguillines	Enmalle	3 al 7 feb	20,0	1.170,4	587,5	29,38	0,50
Portales	Enmalle	1 abr al 6 may	17,3	825,4	363,9	21,03	0,44
Quidico	Enmalle	2 al 3 sep	24,0	1.200,0	150,0	6,25	0,13
San Antonio	Enmalle	13 al 15 sep	14,2	2.006,7	231,3	16,32	0,12
Tubul	Enmalle	3 al 6 sep	24,0	1.512,0	362,5	15,10	0,24
Tumbes	Enmalle	3 al 8 sep	30,0	1.400,0	387,5	12,92	0,28
Portales	Espinel	30 abril al 6 mayo	2.400,0	936,0	87,5	0,04	0,09

4.2.- Caracterizar las redes de enmalle utilizadas en términos de su diseño, armado y construcción.

De acuerdo a la información obtenida de las encuestas y mediciones *in situ* a los enmalles presentes en las caletas visitadas, se presentan en las Tablas 11a a 14b las características más representativas del arte para cada región.

Tabla 11a. Características y rangos de valores que describen las redes de enmalle presentes en las caletas visitadas en Región de Valparaíso (V).

Región de Valparaíso	El Membrillo	Higuerillas	Horcón	Papudo	Portales	Quintay	San Antonio
Registros	10	3	3	2	12	2	23
Tamaño de Malla (cm)	5.10-6.62	6.55-6.68	5.27-8.40	6.65	5.07-6.49	7.60-7.60	6.31-6.87
Numero de paños	3-14	12-17	4-8	14	11-19	12	20-55
Longitud del Paño (m)	43.8-61.3	49-52.5	57.8-59.5	42	48.0-64.8	47.3	43.0-60.0
Longitud total de relinga superior 1 tranca (long. de la red) (m)	158-858	588-893	238-462	588	578-1166	567	1060-3190
Altura de la Red HTE (m)	2.6-3.6	3.3	2.6-4.2	3.3	2.5-3.2	3.8	3.2-6.5
Tipo Material	PA Mono con nudo						
Color Material	Verde						
Diámetro Material (mm)	0.26-0.37	0.31-0.32	0.29-0.51	0.32	0.28-0.33	0.46	0.30-0.38
Tipo Hilo de Encabalgue	PA Tor						
Diámetro del Hilo de Encabalgue (mm)	0.7-0.9	0.8-0.9	0.13	0.8	0.8-1.2	0.5	0.6-1.0

Tabla 11b. Características y rangos de valores que describen las redes de enmalle presentes en las caletas visitadas en la Región de Valparaíso (V).

Región de Valparaíso (V)	EI Membrillo	Higuerillas	Horcón	Papudo	Portales	Quintay	San Antonio
Tipo Cabo Línea Flotación	PP Tor	PP Tor	PP Tor	PP Tor	PP Tor	PP Tor	PP Tor
Diámetro Cabo Línea Flotación (mm)	0.59-0.67	0.73-0.83	0.75-1.0	0.65	0.54-0.97	0.88	0.58-0.74
Tipo de Flotación	Botella de vidrio-plumavit	Botella de vidrio	Botella de vidrio-Trozo Goma eva (desecho cerco)	Botella de vidrio-flotador de PVC	Botella de vidrio	Flotador de PVC-Trozo Goma eva (desecho cerco)	Trozo Goma eva (desecho cerco)
Boyantez Lineal (Kg/m)	0.01-0.06	0.02	0.03-0.06	0.03-0.04	0.02-0.03	0.04-0.1	0.05-0.17
Tipo Cabo Línea de Peso	PP Tor	PP Tor-Trenz	PP Tor	PP Tor	PP Tor	PP Tor	PP Tor
Diámetro Cabo Línea de Peso (mm)	0.58-0.68	0.77-0.82	0.75-1.00	0.85	0.54-0.80	0.66	0.64-0.98
Tipo de Peso	Plomo-fierro	Plomo	Plomo	Plomo	Plomo	Plomo	Plomo
Peso Lineal (kg/m)	0.05-0.12	0.05-0.07	0.05	0.08	0.02-0.07	0.06	0.05-0.19
Relación Peso/Boyantez	0.14-0.74	0.21-0.47	0.67-1.27	0.41-0.48	0.24-0.84	0.58-1.53	0.5-3.35
Coefficiente Embande	0.40-0.61	0.45-0.48	0.26-0.51	0.44	0.32-0.67	0.66	0.46-0.58
Relación de aspecto del paño (HTE/LTE)	0.04-0.07	0.06-0.07	0.04-0.07	0.08	0.04-0.05	0.08	0,06-0.13
Tipo de Fondeo	Arpeo	Arpeo	Arpeo	Arpeo	Arpeo-piedra	Arpeo	Arpeo-Ancla
Material Fondeo	Fierro	Fierro	Fierro	Fierro	Fierro	Fierro	Fierro
Reductor o Virador	No	No	No	Si	No	Si	Si

Tabla 12. Características y rangos de valores que describen las redes de enmalle presentes en las caletas visitadas en la Región de O'higgins (VI).

Región de O'higgins (VI)	Bucalemu	Pichilemu
Registros	8	2
Tamaño de Malla (cm)	6.27-6.99	6.37
Numero de paños	20-70	8
Longitud del Paño (m)	46.8-56.0	47.3
Longitud total de relinga superior 1 tranca (long. de la red) (m)	936-3.920	378
Altura de la Red (m)	2.1-3.5	3.2
Tipo Material	PA Mono con nudo	PA Mono con nudo
Color Material	Verde	Verde
Diámetro Material (mm)	0.35-0.52	0.30
Tipo Hilo de Encabalgue	PA Tor	PA Tor
Diámetro del Hilo de Encabalgue (mm)	0.8-0.9	0.3
Tipo Cabo Línea Flotación	PP Tor	PP Tor
Diámetro Cabo Línea de Flotación (mm)	5.60-6.60	6.50
Tipo de Flotación	Flotador de PVC	Flotador de PVC- Trozo Goma eva (desecho cerco)
Boyantes Lineal (Kg/m)	0.02-0.04	0.04
Tipo Cabo Línea de Peso	PP Tor	PP Tor
Diámetro Cabo Línea de Peso (mm)	5.60-6.60	6.50
Tipo de Peso	Plomo	Plomo
Peso Lineal (kg/m)	0.05-0.07	0.05
Relación Peso/Boyantez	0.36-0.79	0.72-0.82
Coefficiente de embande	0.42-0.52	0.72-0.80
Relación de aspecto del paño de red	0.04-0.07	0.07
Tipo de Fondeo	Arpeo – Ancla-Botella aena	Arpeo
Material Fondeo	Fierro	Fierro
Reductor o Virador	Si	Si

Tabla 13a. Características y rangos de valores que describen las redes de enmalle presentes en las caletas visitadas en la Región del Maule (VII).

Región del Maule (VII)	Curanipe	Duao	Llico	Maguillines	Pellines	Pelluhue
Registros	8	19	1	13	3	6
Tamaño de Malla (cm)	6.30-6.69	6.36-6.65	6.60	6.31-6.92	6.38-6.47	6.39-6.51
Numero de paños	25	20-40	20	8-30	20-26	25
Longitud del Paño (m)	43.8-52.5	35.0-64.0	52.5	26.3-55.0	49.0-52.5	49.0-56.0
Longitud total de relinga superior 1 tranca (long. de la red) (m)	1093-1312	700-1960	1050	420-1650	1050-1274	1225-1400
Altura de la Red (m)	3.5-3.7	2.2-6.7	3.3	3.2-4.3	3.5-3.6	3.5-3.6
Tipo Material	PA Mono con nudo					
Color Material	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Diámetro Material (mm)	0.30-0.36	0.30-0.40	0.35	0.29-0.44	0.32-0.35	0.32-0.35
Tipo Hilo de Encabalgue	PA Tor					
Diámetro del Hilo de Encabalgue (mm)	0.9-1.0	0.7-1.1	0.6	0.5-1.0	1.0	0.9-1.0

Tabla 13b. Características y rangos de valores que describen las redes de enmalle presentes en las caletas visitadas en la Región del Maule (VII).

Región del Maule (VII)	Curanipe	Duao	Llico	Maguillines	Pellines	Pelluhue
Tipo Cabo Línea Flotación	PP tor	PP tor	PP tor	PP tor	PP tor	PP tor
Diámetro Cabo Línea de Flotación (mm)	6.1-7.0	5.6-9.3	5.9	5.6-7.2	6.2-6.8	6.4-7.0
Tipo de Flotación	Trozo Goma eva (desecho cerco)	Flotador de PVC- Trozo Goma eva (desecho cerco)	Trozo Goma eva (desecho cerco)			
Boyantez Lineal (Kg/m)	0.06-0.08	0.05-0.15	0.10	0.03-0.08	0.07-0.08	0.07-0.08
Tipo Cabo Línea de Peso	PP tor	PP tor	PP tor	PP tor-PP trenzado	PP tor	PP tor
Diámetro Cabo Línea de Peso (mm)	5.40-8.40	6.00-9.20	5.90	5.60-12.00	6.20-7.00	7.00-8.00
Tipo de Peso	Plomo	Plomo	Plomo	Plomo	Plomo	Plomo
Peso Lineal (kg/m)	0.08-0.14	0.07-0.19	0.15	0.03-0.15	0.18-0.19	0.10-0.12
Relación Peso/Boyantez	0.53-0.76	0.39-1.43	0.69	0.39-2.11	0.39-0.46	0.54-0.77
Coefficiente de enbando	0.46-0.56	0.45-0.59	0.38	0.43-0.55	0.43-0.44	0.46-0.54
Relación de aspecto del paño de red	0.07-0.08	0.03-0.19	0.06	0.06-0.13	0.07	0.06-0.07
Tipo de Fondeo	Ancla	Ancla	Ancla	Ancla-Arpeo	Ancla	Ancla
Material Fondeo	Fierro	Fierro	Fierro	Fierro	Fierro	Fierro
Reductor o Virador	Si	SI	No	SI	Si	Si

Tabla 14a. Características y rangos de valores que describen las redes de enmalle presentes en las caletas visitadas en la Región del Bío Bío (VIII).

Región del Maule (VII)	Cocholgue	Coliumo	Coronel	Laraquete	Lo Rojas	Quidico	Tirua	Tubul	Tumbes
Registros	8	3	3	1	6	2	1	2	5
Tamaño de Malla (cm)	7.30-7.32	6.50-6.52	6.67-6.71	7.0	7.71-8.64	7.70-8.40	11.90	7.32	8.64
Numero de paños	12-24	24-27	18-27	23	23-25	23-25	10	24	24-300
Longitud del Paño (m)	52.5-66.5	68.0-76.0	21.3-66.5	50	50	100	100	63	50
Longitud total de relinga superior 1 tranca (long. de la red) (m)	756-1512	1768-1836	1103-1701	1150	1150-1250	1150-1250	1000	1512	1200-1500
Altura de la Red (m)	4.7-4.8	3.3	4.3-4.4	3.1	3.1-4.3	3.1-4.2	3.6	4.8	3.5
Tipo Material	PA Mono con nudo								
Color Material	Verde								
Diámetro Material (mm)	0.49-0.50	0.50	0.33	0.5	0.5	0.5	0.7	0.5	0.5
Tipo Hilo de Encabalgue	PA Tor								
Diámetro del Hilo de Encabalgue (mm)	1.0-2.0	1.0-2.0	1.0-1.2	1.0	1.5-1.5	1.0	2.0	1.0	1.5

Tabla 14b. Características y rangos de valores que describen las redes de enmalle presentes en las caletas visitadas en la Región del Bío Bío (VIII).

Región del Maule (VII)	Cocholgue	Coliumo	Coronel	Laraquete	Lo Rojas	Quidico	Tirua	Tubul	Tumbes
Tipo Cabo Línea Flotación	PP tor								
Diámetro Cabo Línea de Flotación (mm)	11.0-12.0-	10	11.0-12.0	8.0	6.0-10.5	8.0	7.0	12.0	10.5
Tipo de Flotación	Trozo Goma eva (desecho cerco)								
Boyantez Lineal (Kg/m)	0.19-0.28	0.20-0.22	0.19-0.23	0.29	0.29-0.53	0.36	0.18	0.19	0.26-0.37
Tipo Cabo Línea Peso	PP Tor								
Diámetro Cabo Línea de Peso (mm)	11.4-13.0	10.0-12.0	15.0	13.0	11.0-13.0	13.0	13.0	13.0	11.0-13.0
Tipo de Peso	Plomo cilíndrico								
Peso Lineal (kg/m)	0.20-0.25	0.32	0.21-0.26	-	-	-	-	0.21	-
Relación Peso/Boyantez	0.93-1.16	0.66	0.90-0.91	-	-	-	-	0.93	-
Coefficiente de enbände	0.34-0.45	-	0.36-0.45	-	-	-	-	0.41	-
Relación de aspecto del paño de red	0.07-0.09	0.04-0.05	0.07	0.06	0.06-0.09	0.06-0.08	0.04	0.08	0.07
Tipo de Fondeo	Ancla	Ancla	Ancla	Arpeo	Arpeo	Arpeo	Arpeo	Ancla	Arpeo
Material Fondeo	Fierro								
Reductor o Virador	Si								

Para incorporar una visión global, en términos latitudinales, se presenta en la Tabla 15 los valores promedio de las principales características de diseño agrupados por región. En este contexto, se destacan el número de mallas de alto y la altura de tela armada (HTA), por presentar una marcada variación latitudinal, con un aumento en sus valores a medida que se avanza hacia el sur de la zona de estudio. El tamaño de malla promedio por región también marca una tendencia respecto de incrementos en su valor a medida que se aumenta la latitud. Del mismo modo se presenta en la Figura 20 el plano técnico para los valores promedios y/o intervalos encontrados en los aparejo de enmalle utilizado en la zona Centro-Sur.

Tabla 15. Valores promedios de las principales características de diseño de redes de enmalle agrupadas por región.

	Valparaíso (V)	O'higgins (VI)	Maule (VII)	Bío-Bío (VIII)
Nº Registros	55	10	50	31
Largo total por Tranca enmalle prom. (m)	1211.91	1695.52	1210.61	1297.60
Tamaño de malla (T#)(cm)	6.17	6.66	6.52	7.76
N# alto	57.64	46.00	55.60	52.42
Altura de Tela Armada HTA (m)	2.65	2.43	2.70	3.29
Embande (u1)	0.67	0.67	0.67	0.71
Diámetro promedio de los Hilos utilizados (mm)	0.32	0.43	0.34	0.49
Flotación Unitaria Promedio (kg)	0.22	0.16	0.19	0.19
Flotación lineal promedio (kg/m)	0.06	0.03	0.08	0.29
Pesos Unitarios promedio (kg)	0.13	0.13	0.13	0.12
Peso lineal Promedio (kg/m)	0.08	0.05	0.12	0.23
Relac. Peso/Boyantez	0.77	0.61	0.72	1.01
Embande_base-tela	51.07	51.31	49.92	58.84

GILLNET
 Bottom set
 Hake Merluccius (Gayl), Gadidae
 Zona centro Sur, Chile

RED DE ENMALLE
 De Fondo, calada
 Merluza común, gádido
 Zona centro-sur, Chile

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

Plano para un cuerpo de 24 que componen
 un aparejo completo de enmalle (zona Centro Sur)

Vessel		Embarcación	
Loa	Et	7,4 - 15,9 m	
GT	TB	10 - 30	
hp	cv	40 - 320 HP	

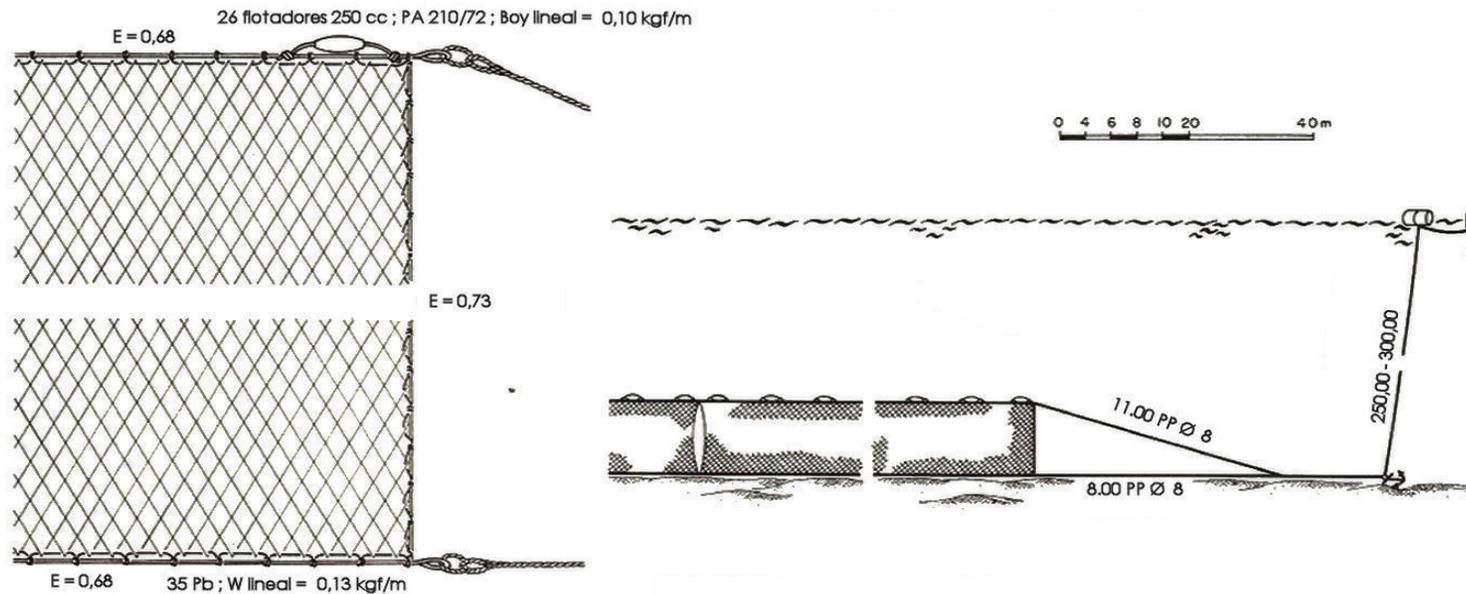
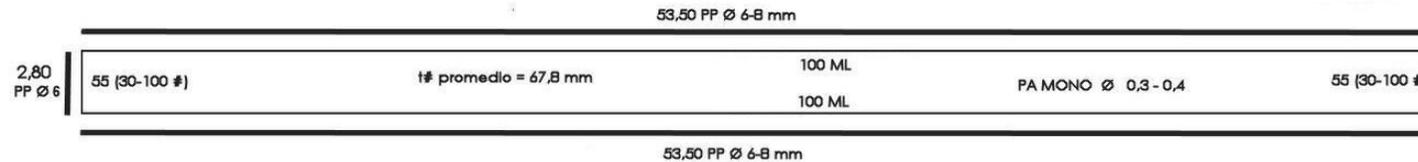


Figura 20. Plano técnico de red de enmalle con características promedio para la zona centro-sur.

4.3.- Determinar las curvas de retención asociadas a las diferentes redes utilizadas por la flota artesanal.

A partir de los resultados obtenidos en los objetivos anteriores, se seleccionaron 14 caletas en las cuales se emplean configuraciones distintas en las redes de enmalle, principalmente en función del tamaño de malla. Estas caletas se distribuyen de la siguiente manera; tres de la V Región (Portales, El Membrillo y San Antonio), una de la VI Región (Bucalemu), tres de la VII Región (Duaó, Maguillines y Curanipe) y siete de la VIII Región (Coliumo, Tumbes, Cocholgue, Lo Rojas, Laraquete, Tubul y Quidico).

Se realizaron mediciones de los tamaños de malla empleados para la captura de merluza común, junto con las mediciones de longitud total de una muestra de 9697 ejemplares capturados en 84 viajes de pesca. Los registros fluctuaron entre 18 y 70 cm LT, con una moda de 36 cm y una media de 36,4 cm. La Tabla 16 muestra un resumen de la información registrada por caleta y tamaño de malla utilizado.

Tabla 16. Descripción general de los datos registrados en las 14 caletas visitadas para la caracterización de los tamaños de retención de merluza común.

Región	Caleta	Tamaño de malla (plg)	Moda (cm)	Media (cm)	n	Mín (cm)	Máx (cm)
V	Portales	2.00	28	27.8	626	18	38
	El Membrillo	2.00	28	28.4	685	23	61
	El Membrillo	2.50	31	30.2	228	22	40
	San Antonio	2.50	34	34.9	1077	29	54
	San Antonio	2.63	40	37.2	503	30	47
VI	Bucalemu	2.50	38	37.7	249	26	52
	Bucalemu	2.75	38	39.4	622	26	70
VII	Duaó	2.50	34	35.0	653	22	43
	Maguillines	2.50	34	34.2	343	30	44
	Maguillines	2.75	34	34.6	244	30	42
	Curanipe	2.50	34	35.3	407	27	61
	Curanipe	2.63	34	35.5	259	30	52
VIII	Coliumo	2.50	39	38.9	421	28	51
	Tumbes	3.25	40	41.1	650	34	58
	Cocholgue	2.75	37	37.9	1315	29	53
	Lo Rojas	3.00	41	40.7	291	34	61
	Lo Rojas	3.25	43	44.4	336	34	65
	Laraquete	3.00	41	40.6	262	35	58
	Tubul	2.75	40	40.2	264	33	56
	Quidico	3.00	37	40.3	138	32	59
Quidico	3.25	43	43.6	124	35	61	
Total			36	36.4	9697	18	70

Mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov (K-S) se determinó que las distribuciones de frecuencia de talla presentan normalidad, a excepción de las distribuciones obtenidas en las caletas Portales con espinel y Quidico con malla de 3", hecho que puede asociarse al bajo tamaño de muestreo (Fig. 21).

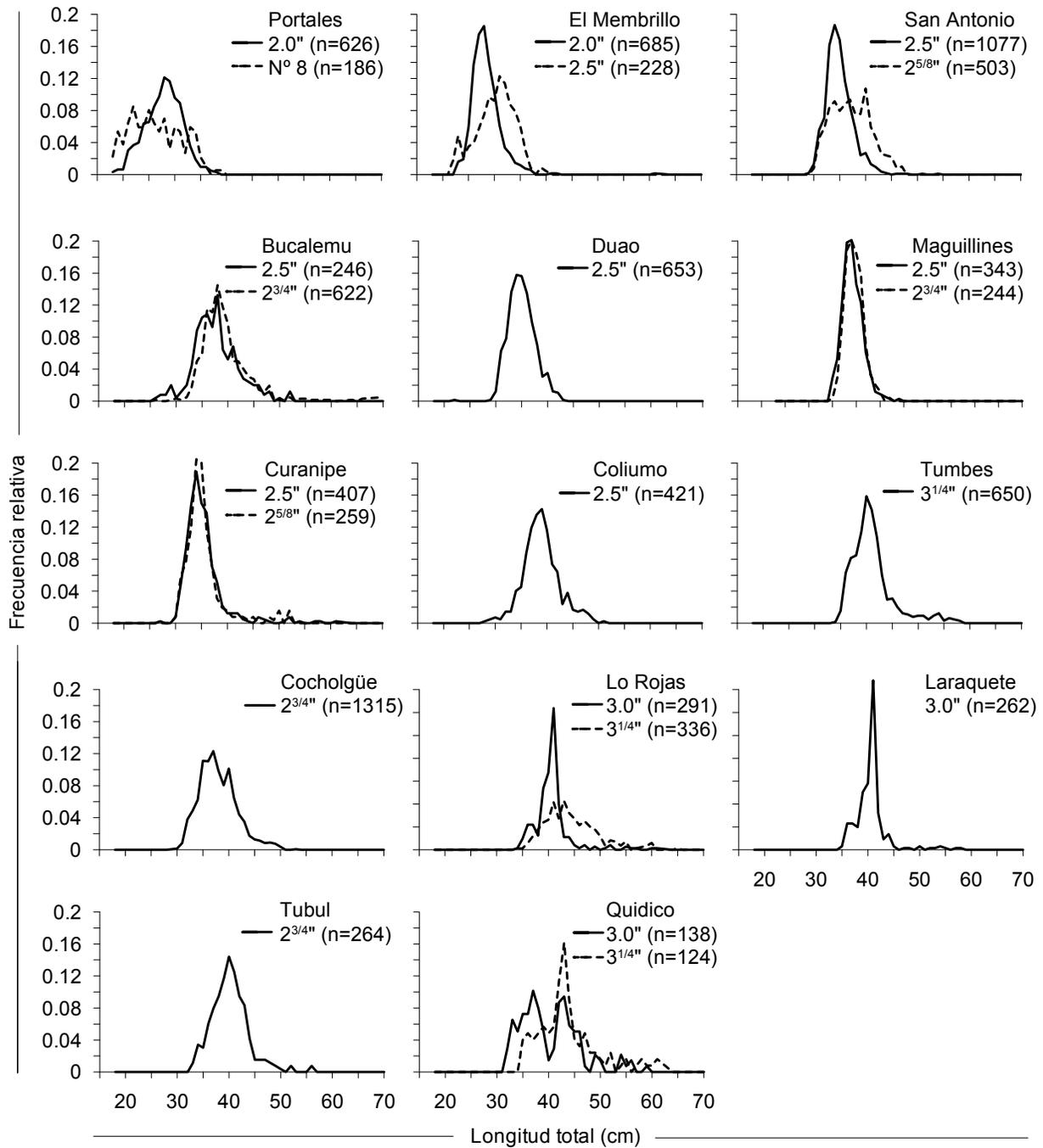


Figura 21. Frecuencias relativas de retención de merluza común con redes de enmalle por caleta y tamaño de malla.

De manera exploratoria se aplicó un análisis de agrupamiento (clúster) para identificar las relaciones entre caletas, usando como variables asociadas la característica principal de la red (tamaño de malla) y la característica principal de la captura (longitud media de retención). A partir de la conformación de 7 grupos (destacados con línea roja en la Fig. 22) es posible apreciar una tendencia a agruparse caletas con similares tamaños de malla, siendo las mayores distancias (menor similitud) la de los grupos F y G respecto al resto. El grupo E, compuesto por dos caletas que emplean mallas de 3 ¼”, también presentan una distancia significativa respecto a los restantes grupos (Fig. 22).

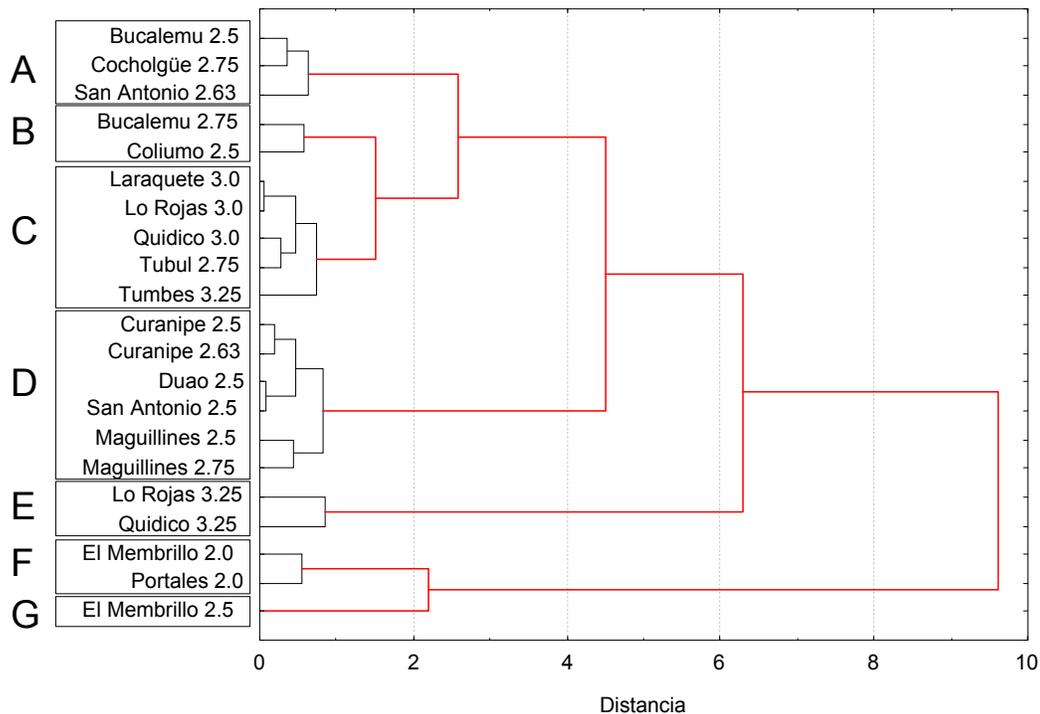


Figura 22. Análisis de agrupamiento considerando los tamaños de malla utilizados en cada caleta y la talla media de captura registrada durante el proyecto.

Las menores tallas medias de captura se obtuvieron en las caletas Portales (27,8 cm LT) y El Membrillo (28,4 cm LT) al emplear redes de 2” de tamaño de malla. Al aumentar el tamaño de malla, la talla media tiende a aumentar, fluctuando entre 30,3 y 38,9 cm LT al usar redes de 2,5”, mientras que con 2 5/8” la talla media varía entre 35,6 y 37,2 cm LT. Con malla de 2 ¾” el rango de tallas medias fluctúa entre 34,6 y 40,2” cm LT, mientras que con 3” fluctúa entre 40,3 y 40,7 cm LT. Las mayores tallas de captura se registraron con redes de 3 ¼”, fluctuando entre 41,1 y 44,4 cm LT, correspondiendo a caletas de la VIII Región (Tabla 17).

Tabla 17. Talla media de captura según caleta de origen y tamaño de malla utilizado.

Región	Caleta	Tamaño de malla (plg)					
		2	2.5	2.625	2.75	3	3.25
V	Portales	27.84					
	El Membrillo	28.38	30.25				
	San Antonio		34.92	37.21			
VI	Bucalemu		37.70		39.39		
VII	Duao		35.00				
	Maguillines		34.20		34.56		
	Curanipe		35.35	35.49			
VIII	Coliumo		38.88				
	Tumbes						41.12
	Cocholgue				37.95		
	Lo Rojas					40.70	44.43
	Laraquete					40.64	
	Tubul				40.19		
	Quidico					40.29	43.57

Debido al aumento de las tallas medias de captura (tm) tanto por el tamaño de malla ($t\#$) como por el ubicación de la caleta, se procedió a realizar un análisis de regresión, determinándose que los factores “*región*” (empleado como un número ordinal) y “ $t\#$ ” son significativos ($p < 0.05$). El coeficiente de determinación de la regresión fue ($R^2 = 0,83$), mientras que la ecuación es la siguiente: $tm = 5,421 + 0,684 * región + 9,904 * t\#$. La variable “*región*” lleva intrínseco el efecto de las diferencias en la composición poblacional de merluza común en el sentido norte-sur, siendo usada en este caso como una simplificación de efectos más complejos que no pueden ser incorporados en el presente análisis (por la naturaleza del mismo).

Considerando sólo aquellas caletas en que se usó más de un arte y/o característica distinta, se aplicó un análisis no paramétrico (Kolmogorov-Smirnov) para comparar la composición de las capturas. En 5 caletas se determinaron diferencias de las distribuciones de frecuencia de tallas entre las características de artes usadas (El Membrillo, San Antonio, Lo Rojas, Quidico y Portales), mientras que las restantes (Bucalemu, Maguillines y Curanipe) no se observaron diferencias (Tabla 18). Sin embargo, en todos los casos la talla media fue superior cuando se empleó el mayor tamaño de malla en cada comparación. En caleta Portales fue el único caso en que se registró operación con espinel, correspondiendo a anzuelos de numeración 8, determinándose que la distribución de frecuencias retenidas con este arte fue significativamente distinta de la registrada con red de enmalle de 2” (Tabla 18). Debido a la baja representatividad del espinel en el presente proyecto, los análisis realizados se enfocaron principalmente al caso de redes de enmalle.

Tabla 18. Resultados de la prueba K-S para la comparación de distribuciones de frecuencia de tallas entre configuraciones usadas al interior de una misma caleta.

Caleta	Tamaño de malla (plg)		Muestra (n)	K-S Z	p-value	Talla media (LT) (cm)	
	Menor	Mayor					
El Membrillo	2.00	2.50	913	2.49	<0.001	28.38	30.25
San Antonio	2.50	2.63	1580	2.39	<0.001	34.92	37.21
Bucalemu	2.50	2.75	871	1.21	0.108	37.70	39.39
Maguillines	2.50	2.75	587	0.57	0.903	34.20	34.56
Curanipe	2.50	2.63	666	0.40	0.997	35.35	35.49
Lo Rojas	3.00	3.25	627	3.48	<0.001	40.70	44.43
Quidico	3.00	3.25	262	2.08	<0.001	40.29	43.57
Portales	Nº 8*	2.00	812	1.61	<0.001	26.18	27.84

* número de anzuelo

El análisis de comparación múltiple (SNK) permitió establecer la existencia de 4 grupos en función al tamaño de malla utilizado; i) el primero está compuesto únicamente por lances realizados con malla de 2"; ii) el segundo corresponde a lances con malla de 2,5"; iii) el tercero corresponde a lances con mallas de 2 5/8" ($\approx 2,63$ ") y 2 3/4"; iv) el cuarto está compuesto por lances realizados con mallas de 3" y 3 1/4" (Tabla 19). En el caso de las mallas de 2 5/8" y 2 3/4", la escasa diferencia de tamaño ayudaría a comprender la similitud en las tallas capturadas. Por su parte, en el caso de las mallas de mayor tamaño (3" y 3 1/4"), la similitud podría explicarse por la composición poblacional del stock de merluza común. Con todo, existe una clara tendencia lineal de los resultados de captura (talla media) en función al tamaño de malla empleado (Fig. 23).

Tabla 19. Resultados de la prueba Student-Newman-Keuls (SNK) de comparación múltiple de tallas medias según tamaño de malla utilizado.

Tamaño de malla (plg)	Lances	Grupos			
		1	2	3	4
2	17	28.09			
2.5	29		34.82		
2.625	5			36.94	
2.75	17			37.60	
3	6				40.99
3.25	10				42.30
p-value		1.00	1.00	0.49	0.17

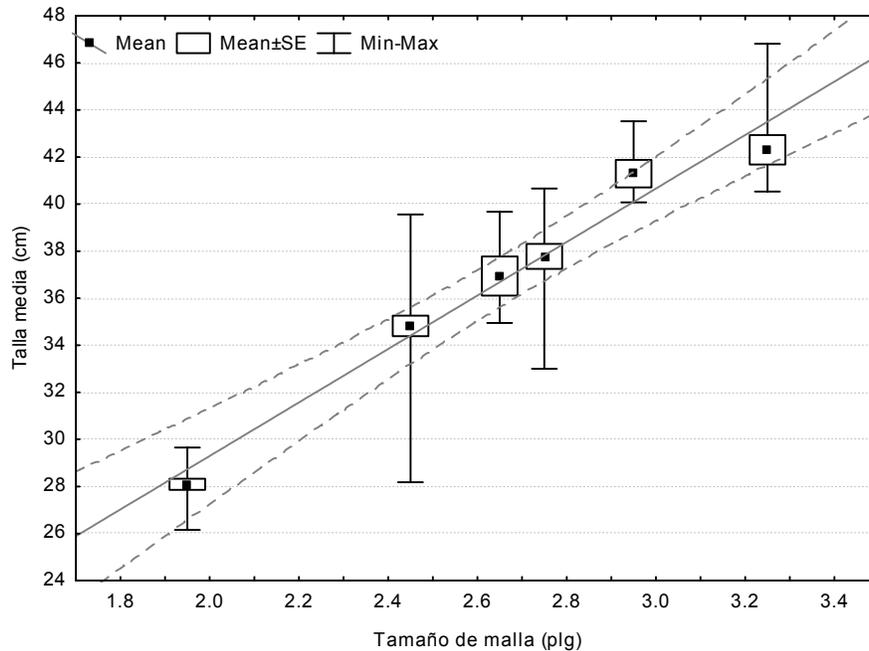


Fig. 23. Relación entre la talla media retenida y el tamaño de malla empleado en su captura. Las líneas grises muestran muestra el ajuste (línea continua) y las bandas de confianza al 95% (en línea discontinua).

Para complementar los resultados anteriores, se utilizó el factor de selectividad (SF) correspondiente a la razón entre el tamaño de malla y la talla media de captura, cuyo valor medio fue 0,185, fluctuando entre 0,161 y 0,215 (Tabla 20), no existiendo diferencias significativas entre grupos ($p < 0,05$). De esta manera es posible establecer que la talla media (tm) de captura de merluza común con redes de enmalle corresponderá aproximadamente a $tm(cm) = 5,4 * t\#(cm)$.

Tabla 20. Factor de selectividad (SF) de merluza común capturada con redes de enmalle según el tamaño de malla empleado.

Tamaño de malla		Factor de selectividad (SF)		
(plg)	(cm)	Mínimo	Promedio	Máximo
2.00	5.1	0.171	0.181	0.194
2.50	6.4	0.161	0.183	0.215
2.63	6.7	0.168	0.181	0.191
2.75	7.0	0.172	0.187	0.213
3.00	7.6	0.175	0.186	0.189
3.25	8.3	0.176	0.196	0.204
Promedio		0.161	0.185	0.215

4.4.- Identificar, caracterizar y cuantificar las especies que componen la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza común con redes de enmalle y comparar los resultados respecto a la operación con espinel.

Durante el monitoreo se registró un total de 28 especies de fauna acompañante, en su gran mayoría especies bentodemersales, estas especies fueron capturadas en su totalidad en la pesca con enmalle, no registrándose fauna acompañante en la pesca con espinel. Dicho total estuvo compuesto en su mayoría por ejemplares de osteíctios (peces óseos) y crustáceos, con un total de 11 especies y 5 especies, respectivamente (Tabla 21).

Tabla 21. Composición de la fauna acompañante capturada mediante redes de enmalle durante los lances de merluza común monitoreados

Nombre	Nombre científico	Clase	Nº individuos
Almeja peluda	<i>Limopsis mareonensis</i>	Molusco	26
Anguila	<i>Myxine</i> sp	Agnato	1
Blanquillo	<i>Prolatilus jugularis</i>	Osteíctio	287
Cabrilla	<i>Sebastes capensis</i>	Osteíctio	4
Caracol	<i>Aeneator fontainei</i>	Molusco	3
Congrio colorado	<i>Genypterus chilensis</i>	Osteíctio	1
Congrio negro	<i>Genypterus maculatus</i>	Osteíctio	30
Coral	s/i	Anthozoa	6
Corvina	<i>Cilus gilberti</i>	Osteíctio	2
Corvinilla	<i>Sciaena deliciosa</i>	Osteíctio	461
Erizo negro	<i>Tetrapyrgus niger</i>	Equinodermo	7
Estrella de mar	<i>Paralophaster antarcticus</i>	Equinodermo	1
Jaiba limón	<i>Cancer porteri</i>	Crustáceo	1307
Jaiba mora	<i>Homalaspis plana</i>	Crustáceo	1
Jaiba paco	<i>Mursia gaudichaudia</i>	Crustáceo	224
Jibia	<i>Dosidicus gigas</i>	Molusco	9
Jurel	<i>Trachurus murphyi</i>	Osteíctio	14
Langostino amarillo	<i>Cervimunida johni</i>	Crustáceo	942
Langostino colorado	<i>Pleuroncodes monodon</i>	Crustáceo	9852
Lenguado	<i>Hippoglossina macrops</i>	Osteíctio	308
Pampanito	<i>Strometeus strellatus</i>	Osteíctio	33
Pejegallo	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>	Condriectio	2
Pintarroja	<i>Schroederichthys chilensis</i>	Condriectio	19
Piure	<i>Pyura chilensis</i>	Ascidiáceo	1
Pulpo	<i>Benthoctopus</i> sp	Molusco	9
Sierra	<i>Thyrsites atun</i>	Osteíctio	15
Tollo	<i>Schroederichthys chilensis</i>	Condriectio	1
Torito	<i>Bovichtus chilensis</i>	Osteíctio	9

Globalmente, el conjunto de individuos de fauna acompañante representó un 4,55% de la captura total en peso. En tanto que en número de individuos, la fauna acompañante correspondió al 10,76% (Fig. 24).

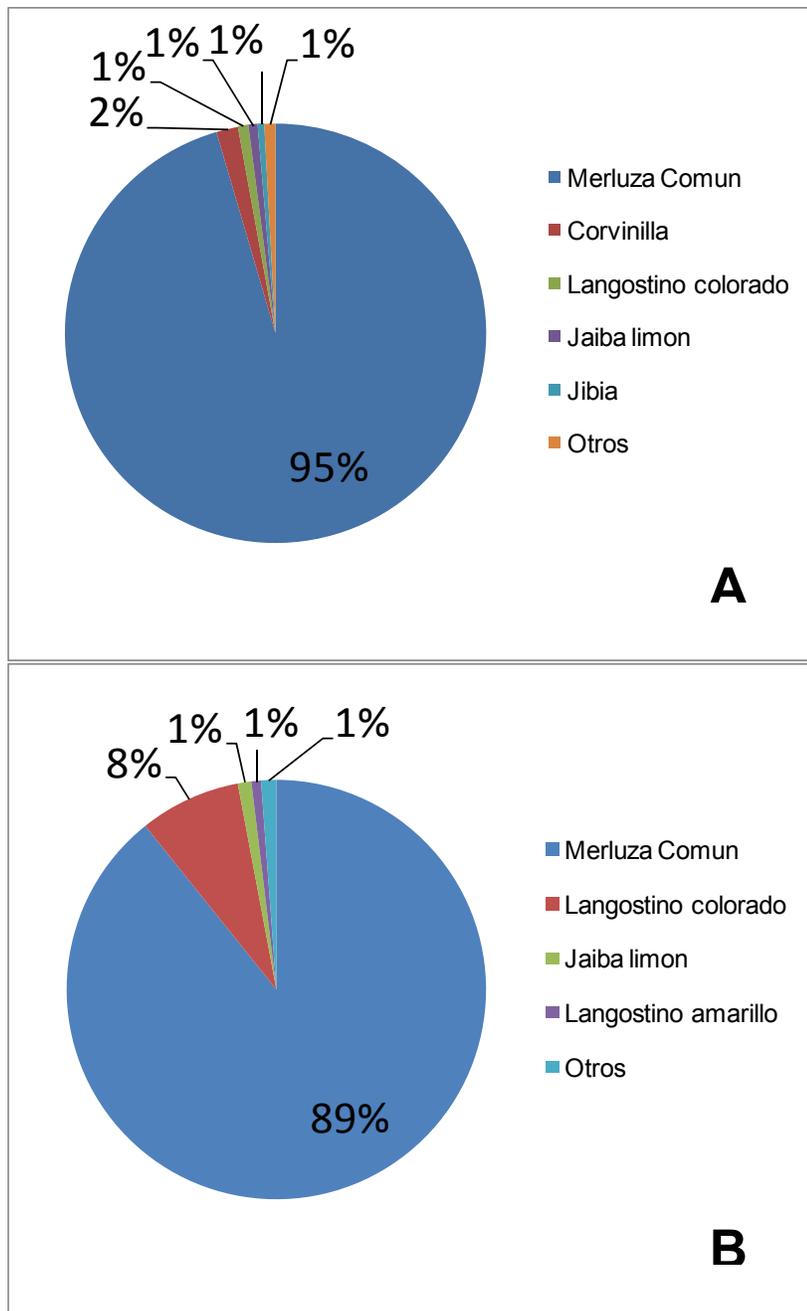


Figura 24. Composición de la captura de las principales especies capturadas con red de enmalle A) en peso y B) en número.

En términos de peso, ninguna especie de fauna acompañante superó el 1,7% de la captura total. En términos de número de individuos por especie en tanto, la mayor cantidad de ejemplares de fauna acompañante correspondió a langostino colorado (*Pleuroncondes monodon*) y jaiba limón (*Cancer porteri*), con 9852 y 1307 individuos, respectivamente, representando el 7,8% y el 1% de la captura total, respectivamente.

Al tomar en cuenta el índice de ocurrencia en tanto (So%), esto es, el porcentaje de lances en el cual estuvo presente una cierta especie, se determinó que la mayor parte de las especies (24 de ellas) fue clasificada como “rara”, debido a que estuvo presente en menos del 25% de los lances muestreados. Así, sólo el congrio negro (*Genypterus maculatus*), jaiba paco (*Mursia gaudichaudi*), langostino colorado (*P. monodon*), lenguado (*Hippoglossina macrops*) y jaiba limón (*C. porteri*) se observaron en más del 25% de los lances.

Específicamente, cuatro de las especies mencionadas se clasificaron como “poco común” (congrío negro, jaiba paco, langostino colorado y lenguado). En tanto la jaiba limón (*C. porteri*) fue la especie más recurrentemente capturada en lances de enmalle orientados a *M. gayi*, específicamente en un 50,45% de los lances monitoreados, por lo cual fue clasificada como “común” (Tabla 22).

Analizando el índice de ocurrencia por caleta, en las Regiones de Valparaíso y O’higgins (caletas El Membrillo, Portales, San Antonio y Bucalemu), las especies capturadas con más frecuencia son jaiba limón, langostino amarillo, langostino colorado, blanquillo, jibia y jaiba paco. Más al sur en tanto, en la Región del Maule (Duafo, Maguillines, Curanipe), éstas son jaiba paco, lenguado, congrio negro, sierra, pampanito y jaiba limón, en tanto que en la Región del Bío-Bío (tomando como base Cocholque por mayor número de lances monitoreados), el langostino colorado y lenguado (Tablas 23a, b y c).

Tabla 22. Rendimientos de pesca e índice de ocurrencia por especie en los lances de merluza común monitoreados.

Nombre	Nombre científico	Nº Indiv/lance	Índice de ocurrencia (So%)	Categoría
Almeja peluda	<i>Limopsis mareonensis</i>	26.0	1.0	R
Anguila	<i>Myxine</i> sp	1.0	1.0	R
Blanquillo	<i>Prolatilus jugularis</i>	12.5	22.8	R
Cabrilla	<i>Sebastes capensis</i>	4.0	1.0	R
Caracol	<i>Aneator fontainei</i>	1.5	2.0	R
Congrio colorado	<i>Genypterus chilensis</i>	1.0	1.0	R
Congrio negro	<i>Genypterus maculatus</i>	1.6	18.8	R
Coral	s/i	6.0	1.0	R
Corvina	<i>Cilus gilberti</i>	1.0	2.0	R
Corvinilla	<i>Sciaena deliciosa</i>	461.0	1.0	R
Erizo negro	<i>Tetrapygus niger</i>	2.3	3.0	R
Estrella de mar	<i>Paralophaster antarcticus</i>	1.0	1.0	R
Jaiba limón	<i>Cancer porteri</i>	25.6	50.5	C
Jaiba mora	<i>Homalaspis plana</i>	1.0	1.0	R
Jaiba paco	<i>Mursia gaudichaudia</i>	6.6	33.7	U
Jibia	<i>Dosidicus gigas</i>	1.3	6.9	R
Jurel	<i>Trachurus murphyi</i>	2.3	5.9	R
Langostino amarillo	<i>Cervimunida johni</i>	72.5	12.9	R
Langostino colorado	<i>Pleuroncodes monodon</i>	205.3	47.5	U
Lenguado	<i>Hippoglossina macrops</i>	6.3	48.5	U
Pampanito	<i>Strometeus strellatus</i>	4.7	6.9	R
Pejegallo	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>	1.0	2.0	R
Pintarroja	<i>Schroederichthys chilensis</i>	3.2	5.9	R
Piure	<i>Pyura chilensis</i>	1.0	1.0	R
Pulpo	<i>Benthoctopus</i> sp	4.5	2.0	R
Sierra	<i>Thyrsites atun</i>	3.0	5.0	R
Tollo	<i>Schroederichthys chilensis</i>	1.0	1.0	R
Torito	<i>Bovichtus chilensis</i>	9.0	1.0	R

R: especies raras (So < 25%), U: especies poco comunes (25% ≤ So < 50%), C: especies comunes (50% ≤ So < 75%) y V: especies muy comunes (So ≥ 75%).

Tabla 23a. Índice de ocurrencia (So%) por caleta y especie

		Nombre	Nºlances	Índice de ocurrencia (So%)	Categoría
Región de Valparaíso (V)	Portales	Blanquillo	1	9.1	S
		Jaiba limón	9	81.8	V
		Jaiba paco	5	45.5	U
		Langostino amarillo	8	72.7	C
		Langostino colorado	8	72.7	C
	El Membrillo	Anguila	1	7.7	R
		Blanquillo	3	23.1	R
		Congrio colorado	1	7.7	R
		Congrio negro	2	15.4	R
		Erizo	1	7.7	R
		Jaiba limón	13	100.0	V
		Jaiba mora	1	7.7	R
		Jaiba paco	3	23.1	R
		Jibia	1	7.7	R
		Jurel	2	15.4	R
San Antonio	Langostino amarillo	5	38.5	U	
	Langostino colorado	9	69.2	C	
	Lenguado	1	7.7	R	
	Pintarroja	1	7.7	R	
	Blanquillo	8	66.7	C	
	Congrio negro	1	8.3	R	
	Corvina	1	8.3	R	
	Jaiba limón	2	16.7	R	
	Jaiba paco	2	16.7	R	
	Jibia	6	50.0	C	
Región de O'Higgins (VI)	Bucalemu	Langostino colorado	3	25.0	U
		Lenguado	5	41.7	U
		Congrio negro	1	12.5%	R
		Jaiba limón	3	37.5%	U
		Jaiba paco	7	87.5%	V
		Langostino colorado	8	100.0%	V
		Lenguado	3	37.5%	U

R: especies raras ($So < 25\%$), U: especies poco comunes ($25\% \leq So < 50\%$), C: especies comunes ($50\% \leq So < 75\%$) y V: especies muy comunes ($So \geq 75\%$).

Tabla 23b. Índice de ocurrencia (So%) por caleta y especie

		Nombre	N°lances	Índice de ocurrencia (So%)	Categoría
Región del Maule (VII)	Duao	Blanquillo	7	77.8	C
		Congrio negro	2	22.2	R
		Corvina	1	11.1	R
		Estrella de mar	1	11.1	R
		Jaiba limón	6	66.7	C
		Jaiba paco	8	88.9	V
		Jurel	2	22.2	R
		Lenguado	10	100.0	V
		Pampanito	1	11.1	R
		Sierra	2	22.2	R
	Maguillines	Almeja peluda	1	12.5	R
		Blanquillo	1	12.5	R
		Caracol	1	12.5	R
		Congrio negro	4	50.0	C
		Corvinilla	1	12.5	R
		Jaiba limón	8	100.0	V
		Jaiba paco	1	12.5	R
		Jurel	1	12.5	R
		Lenguado	4	50.0	C
		Pampanito	6	75.0	V
		Pejegallo	2	25.0	U
		Pintarroja	3	37.5	U
		Piure	1	12.5	R
		Pulpo	2	25.0	U
		Sierra	1	12.5	R
		Tollo	1	12.5	R
		Torito	1	12.5	R
		Curanipe	Blanquillo	1	20.0
	Caracol		1	20.0	R
	Congrio negro		5	100.0	V
	Coral		1	20.0	R
	Erizo		2	40.0	U
	Jaiba limón		5	100.0	V
Jurel	1		20.0	R	
Lenguado	3		60.0	C	
Sierra	5		100.0	V	

R: especies raras (So < 25%), U: especies poco comunes (25% ≤ So < 50%), C: especies comunes (50% ≤ So < 75%) y V: especies muy comunes (So ≥ 75%).

Tabla 23c. Índice de ocurrencia (So%) por caleta y especie

	Nombre	N°lances	Índice de ocurrencia (So%)	Categoría	
Región del Bpio Bio (VIII)	Cocholgue	Congrio negro	2	11.8	R
		Jaiba limón	2	11.8	R
		Langostino colorado	16	94.1	V
		Lenguado	13	76.5	V
		Pintarroja	1	5.9	R
	Coliumo	Congrio negro	1	33.3	U
		Pintarroja	1	33.3	U
		Sierra	1	33.3	U
	Tumbes	Langostino colorado	3	50.0	C
		Lenguado	3	50.0	C
	Lo Rojas	Cabrilla	1	33.3	U
		Congrio negro	1	33.3	U
		Jaiba limón	1	33.3	U
		Jaiba paco	3	100.0	V
		Lenguado	2	66.7	C
	Laraquete	Jaiba paco	1	50.0	C
		Lenguado	1	50.0	C
	Tubul	Jaiba limón	1	50.0	C
Jaiba paco		2	100.0	V	
Langostino colorado		1	50.0	C	
Lenguado		2	100.0	V	
Quidico	Blanquillo	2	100.0	V	
	Jaiba limon	1	50.0	C	
	Jaiba paco	2	100.0	V	
	Lenguado	2	100.0	V	

R: especies raras ($So < 25\%$), U: especies poco comunes ($25\% \leq So < 50\%$), C: especies comunes ($50\% \leq So < 75\%$) y V: especies muy comunes ($So \geq 75\%$).

Cabe indicar que los porcentajes en peso de las especies de fauna acompañante, respecto a la captura total (RT%) fueron bajos, globalmente alcanzó un 4,6%. En tanto la captura de fauna acompañante correspondió al 4,8% de la captura de merluza común (Tablas 24a, b y c).

Tabla 24a. Capturas por caleta y porcentajes de la captura en peso por especie respecto a la captura total (RT%) y a la captura de la especie objetivo (RS%)

	Captura (kg)	RT(%)	RS(%)
Portales	3469.384		
Blanquillo	80.64	2.32	2.66
Jaiba limón	111.94	3.23	3.69
Jaiba paco	18.46	0.53	0.61
Langostino amarillo	25.648	0.74	0.84
Langostino colorado	196.696	5.67	6.48
El Membrillo	1489.628		
Anguila	0.15	0.01	0.01
Blanquillo	1.12	0.08	0.08
Congrio colorado	0.32	0.02	0.02
Congrio negro	0.48	0.03	0.03
Erizo	0.01	0.00	0.00
Jaiba limón	49.84	3.35	3.57
Jaiba mora	0.16	0.01	0.01
Jaiba paco	3.93	0.26	0.28
Jibia	15	1.01	1.07
Jurel	3.66	0.25	0.26
Langostino amarillo	2.568	0.17	0.18
Langostino colorado	13.75	0.92	0.98
Lenguado	0.04	0.00	0.00
Pintarroja	1.6	0.11	0.11
San Antonio	2573.84		
Blanquillo	2.95	0.11	0.12
Congrio negro	0.48	0.02	0.02
Corvina	1.12	0.04	0.05
Jaiba limón	0.98	0.04	0.04
Jaiba paco	0.92	0.04	0.04
Jibia	124.1	4.82	5.08
Langostino colorado	0.3	0.01	0.01
Lenguado	0.99	0.04	0.04
Bucalemu	2560.355		
Congrio negro	0.255	0.01	0.01
Jaiba limón	0.3	0.01	0.01
Jaiba paco	4.4	0.17	0.17
Langostino colorado	3.1	0.12	0.12
Lenguado	0.3	0.01	0.01

Tabla 24b. Capturas por caleta y porcentajes de la captura en peso por especie respecto a la captura total (RT%) y a la captura de la especie objetivo (RS%)

	Captura (kg)	RT(%)	RS(%)
Duao	1766.625		
Blanquillo	6.58	0.37	0.38
Congrio negro	1.16	0.07	0.07
Corvina	2.06	0.12	0.12
Estrella de mar	0	0.00	0.00
Jaiba limón	1.82	0.10	0.11
Jaiba paco	7.765	0.44	0.45
Jurel	1.04	0.06	0.06
Lenguado	7.045	0.40	0.41
Pampanito	0.15	0.01	0.01
Sierra	6.505	0.37	0.38
Maguillines	3571.485		
Almeja peluda	0	0.00	0.00
Blanquillo	0.16	0.00	0.01
Caracol	0	0.00	0.00
Congrio negro	1.42	0.04	0.05
Corvinilla	461	12.91	14.96
Jaiba limón	6.86	0.19	0.22
Jaiba paco	0.2	0.01	0.01
Jurel	1	0.03	0.03
Lenguado	2.74	0.08	0.09
Pampanito	4.75	0.13	0.15
Pejegallo	0.6	0.02	0.02
Pintarroja	3.62	0.10	0.12
Piure	0.01	0.00	0.00
Pulpo	1.23	0.03	0.04
Sierra	4.585	0.13	0.15
Tollo	0.36	0.01	0.01
Torito	0.96	0.03	0.03
Curanipe	3105.34		
Blanquillo	0.36	0.01	0.01
Caracol	0.02	0.00	0.00
Congrio negro	1.82	0.06	0.06
Coral	0.06	0.00	0.00
Erizo	0.06	0.00	0.00
Jaiba limón	21.2	0.68	0.69
Jurel	0.5	0.02	0.02
Lenguado	1.2	0.04	0.04
Sierra	0.12	0.00	0.00

Tabla 24c. Capturas por caleta y porcentajes de la captura en peso por especie respecto a la captura total (RT%) y a la captura de la especie objetivo (RS%)

	Captura (kg)	RT(%)	RS(%)
Cochoigue	3646.936		
Congrio negro	1.35	0.04	0.04
Jaiba limón	0.39	0.01	0.01
Langostino colorado	3.674	0.10	0.10
Lenguado	4.402	0.12	0.12
Pintarroja	0.12	0.00	0.00
Coliumo	1545.835		
Congrio negro	3.5	0.23	0.23
Pintarroja	0.5	0.03	0.03
Sierra	1.835	0.12	0.12
Tumbes	2048.01		
Langostino colorado	0.41	0.02	0.02
Lenguado	1.6	0.08	0.08
Lo Rojas	336.387		
Cabrilla	1.532	0.46	0.46
Congrio negro	0.255	0.08	0.08
Jaiba limón	0.1	0.03	0.03
Jaiba paco	2.61	0.78	0.79
Lenguado	1.89	0.56	0.57
Laraquete	397.13		
Jaiba paco	0.23	0.06	0.06
Lenguado	0.9	0.23	0.23
Tubul	640.37		
Jaiba limón	0.2	0.03	0.03
Jaiba paco	0.72	0.11	0.11
Langostino colorado	0.42	0.07	0.07
Lenguado	1.03	0.16	0.16
Quidico	268.86		
Blanquillo	1.8	0.67	0.68
Jaiba limón	0.23	0.09	0.09
Jaiba paco	0.96	0.36	0.36
Lenguado	1.87	0.70	0.71

En el caso de agrupar las especies que tienen una mayor aparición por región en base a sus índices de ocurrencia se observa una gran correspondencia entre las especies que aparecen y que fueron caracterizadas por caleta, destacándose jaiba limón como la única especie que presenta una aparición significativa en todas las regiones (Tabla 25), resultado absolutamente concordante al revisar el total general de las regiones estudiadas.

Tabla 25. Índices de ocurrencia (%) y categorización por región para las principales especies encontradas en los muestreos de captura realizados.

Región	Índice de ocurrencia (%)				Salidas
Valparaíso (V)	Blanquillo 33.33 (U)	Jaiba limón 66.67 (C)	Jaiba paco 27.78 (U)	Langostino colorado 55.56 (C)	36
O'higgins (VI)	Lenguado 37.50 (U)	Jaiba limón 37.5 (U)	Jaiba paco 87.5 (V)	Langostino colorado 100 (V)	8
Maule (VII)	Blanquillo 40.91 (U)	Jaiba limón 86.37 (V)	Lenguado 77.27 (V)	Congrio negro 50 (C)	22
Bio-Bio (VIII)	Lenguado 65.71 (C)	Jaiba limón 14.29 (R)	Jaiba paco 22.86 (R)	Langostino colorado 57.14 (C)	35

4.5.- Determinar el principio de captura en el cual se basan las redes utilizadas por la flota artesanal, y proponer soluciones a los eventuales problemas que sean detectados.

En 38 lances con redes de enmalle se procedió a la observación del proceso de retención. En estos lances se capturó un total de 46661 ejemplares, de los cuales se muestreo el 3,5% para clasificar el principio básico de retención del arte de pesca. Así, a partir de una muestra de 1621 ejemplares, se procedió a su clasificación según los procesos de captura señalados en la metodología (Tabla 26).

Tabla 26. Información general del número de lances y peces muestreados por tamaño de malla.

Tamaño de malla (plg)	No de lances	No de peces capturados	Talla media (cm)	No de peces muestreados	% de peces muestreados
2	2	2476	28.11	106	4.3
2.5	9	10203	35.45	356	3.5
2.63	4	11267	36.62	210	1.9
2.75	7	10437	38.81	279	2.7
3	7	1955	40.60	294	15.0
3.25	9	10323	42.43	376	3.6
Total	38	46661	38.19	1621	3.5

Del total de peces observados, 235 fueron retenidos por enganche, 683 por agallamiento, 139 por acuñamiento, 260 por enredo y 304 fueron clasificados como indeterminados (o inciertos). En todos los tamaños de malla, la mayor proporción de ejemplares fueron retenidos por agallamiento, fluctuando entre un 38 y 50% del total. Tanto los peces agallados como aquellos retenidos por enganche y acuñamiento corresponden en su totalidad a peces capturados por efecto del tamaño de malla, o sea, que su proporción a la talla es variable según el tamaño de malla. Así, este grupo de peces (agallados, enganchados y acuñados) representaron el 66% de las retenciones. Una proporción menor (entre 6,5 y 18,6%) fue capturada por enredo, todo lo cual indica que las redes operan en base al agallamiento como principio básico de captura, independiente del tamaño de malla utilizado (Tabla 27; Fig. 25).

Los peces clasificados como “indeterminados” representan una fracción de la muestra sobre la cual existieron dudas al momento de observar el proceso de captura, o bien, por presentarse algunos peces agallados y enredados sin poderse discriminar cual fue el proceso principal. Si se excluyeran del análisis, la proporción de peces agallados, enganchados y acuñados aumentaría al 83% del total, mientras que la fracción de enredados correspondería al 17%. Con todo, se deja constancia de esta situación que permite comprender de mejor modo las observaciones de terreno.

Tabla 27. Número de peces retenidos de acuerdo al proceso de captura observado, por tamaño de malla. Entre paréntesis se indica el porcentaje de peces respecto al total por cada tamaño de malla. La fila inferior muestra el porcentaje de retenidos por enganche, agallamiento y acuñamiento respecto al total de peces observados.

Proceso de captura	Tamaño de malla (plg)						Total
	2	2.5	2.63	2.75	3	3.25	
1) Enganche	25 (23.6)	43 (12.1)	32 (15.2)	36 (12.9)	37 (12.6)	62 (16.5)	235 (14.5)
2) Agallamiento	40 (37.7)	152 (42.7)	91 (43.3)	138 (49.5)	115 (39.1)	147 (39.1)	683 (42.1)
3) Acuñamiento	10 (9.4)	35 (9.8)	21 (10.0)	29 (10.4)	24 (8.2)	38 (10.1)	157 (9.7)
4) Enredo	14 (13.2)	64 (18.1)	39 (18.6)	18 (6.5)	31 (10.5)	58 (15.4)	224 (13.8)
5) Indeterminado	17 (16.0)	62 (17.4)	27 (12.9)	58 (20.8)	87 (29.6)	71 (18.9)	322 (19.9)
Total	106	356	210	279	294	376	1621
(1+2+3)/Total	71%	65%	69%	73%	60%	66%	66%

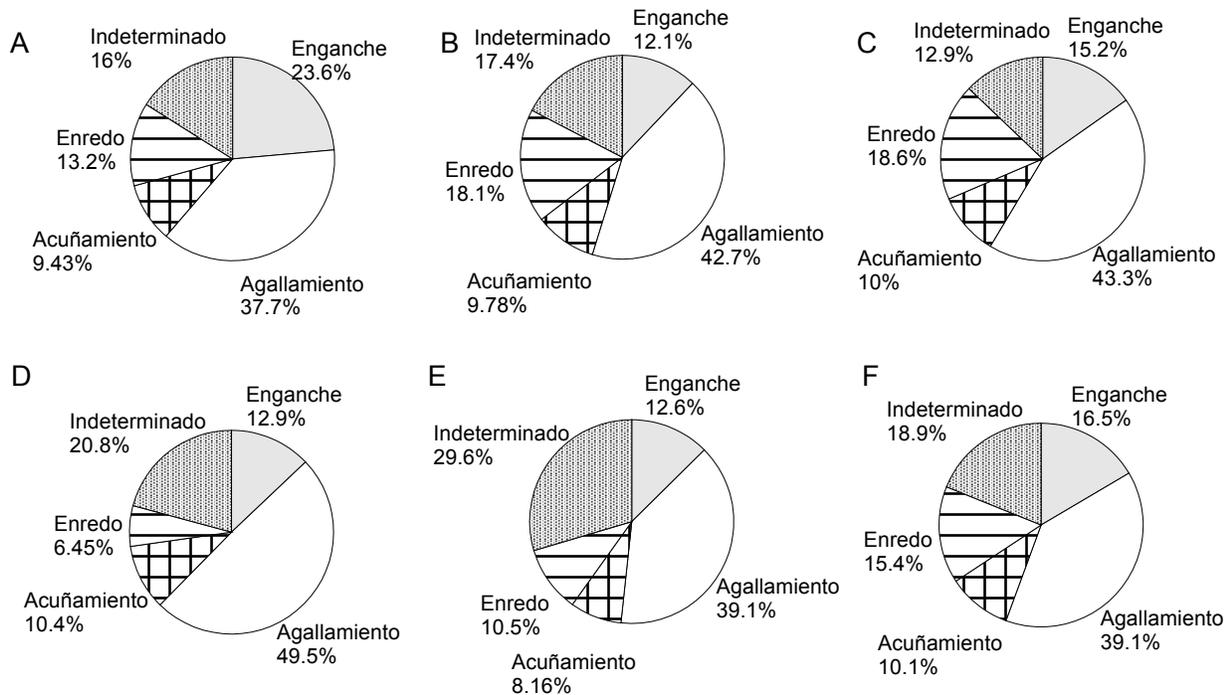


Figura 25. Proceso de captura observado según tamaño de malla utilizado. A: 2"; B: 2 1/2"; C: 2 5/8"; D: 2 3/4"; E: 3"; F: 3 1/4".

Por su parte, en laboratorio se realizó la medición de perímetro opercular a 478 ejemplares en un rango entre 160 y 700 mm de longitud total, a partir de lo cual se estimó que el perímetro equivale al 40,95% de la longitud total del pez (Fig. 26). Con esta información fue posible elaborar las curvas entre la relación de perímetros (del pez y de la malla) respecto a la longitud total. Así, un pez quedaría retenido cuando la relación entre ambos perímetros es igual a la unidad, aún cuando peces más pequeños podrían ser capturados por enganche (pre-opercular) y peces mayores por acuñamiento (post-opercular). En el caso del espinel, sólo se presenta un ajuste de la curva logística de manera complementaria al análisis anterior, sin embargo dicha curva no responde a una característica del arte utilizado.

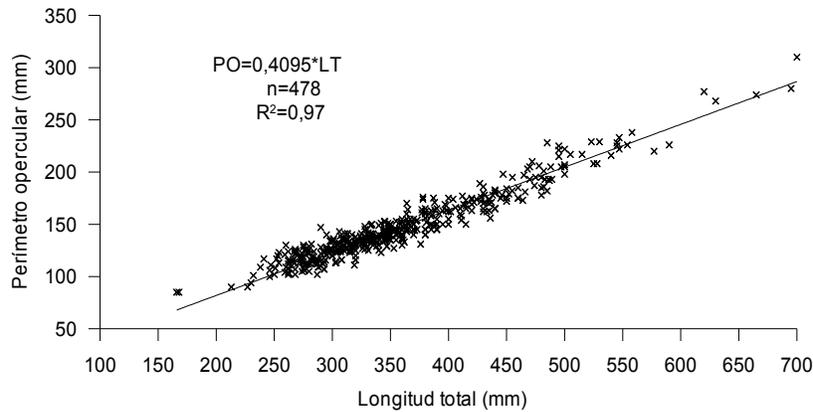


Figura 26. Relación entre longitud total y perímetro opercular de merluza común.

En la Fig. 27 se presentan las curvas logísticas de retención esperadas a partir de la morfología de los peces, mientras que en la Tabla 28 se resume los parámetros de los ajustes y las tallas de retención estimada y observada. En enmalle, en todos los casos las tallas medias estimadas mediante la morfología de los peces son menores a las medias observadas en los lances monitoreados (ver objetivo 3), hecho que puede asociarse con tanto con la elasticidad del monofilamento de nylon como por la capacidad de compresión del cuerpo de la merluza. Aún cuando existan diferencias en las tallas medias de retención, la tendencia de los datos observados y esperados hace suponer que el principio de captura básico está dado por el agallamiento.

Tabla 28. Parámetros de la curva logística y tallas estimada y observada de retención para las características de artes observados en terreno.

Arte	No de anzuelo o tamaño de malla	Parámetros de la curva		Talla de retención estimada (cm)	Talla de retención observada (cm)
		a	b		
Espinel	8	-7.71	0.30	25.50	26.18
	2	-32.16	1.38	23.27	28.12
Enmalle	2.5	-26.33	0.85	30.83	35.30
	2.63	-23.09	0.71	32.38	36.62
	2.75	-29.54	0.86	34.39	38.22
	3	-31.25	0.82	38.22	40.60
	3.25	-25.57	0.62	41.38	42.40

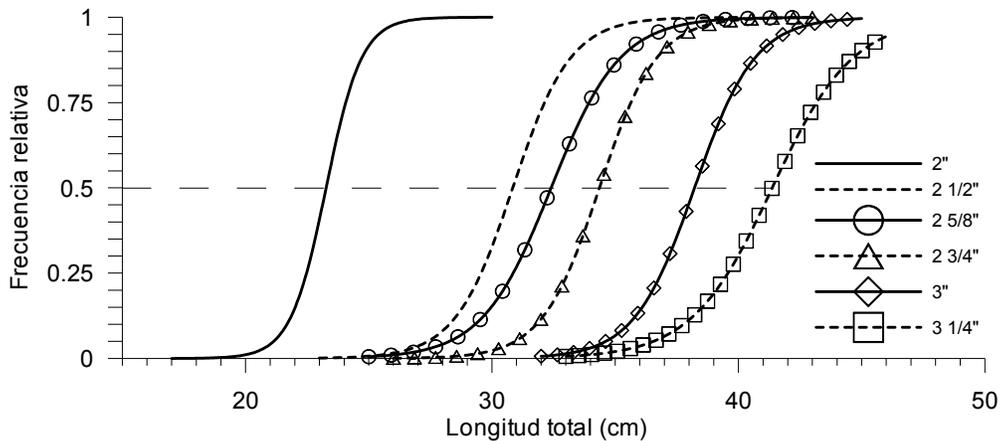


Figura 27. Curvas logísticas de retención estimada de merluza común a partir del perímetro corporal (girth) y de la característica de la malla (perimeter).

4.6.- Medir y cuantificar la mortalidad por pesca no aprovechada por estos artes durante su operación y, determinar la pesca fantasma que seguirían ejecutando.

Estimación del número de paños perdidos por zona de pesca

Los resultados para la estimación de paños de enmalle en las zonas de pesca dan cuenta de que la pérdida voluntaria es un evento muy poco frecuente, ya que cuando se realizaron las preguntas sobre este aspecto, sólo 2 personas respondieron haber perdido su aparejo en el transcurso del último año (3,9%) y ambas acusaron el “mal tiempo” como causal del suceso. El detalle del número de pescadores encuestados por caleta específicamente sobre este aspecto se presenta en la Tabla 29, donde se constata además que ambas respuestas afirmativas se dieron en la Región del Bío-Bío que es la única región en Chile donde el tiempo de reposo es mayor a 6 horas de acuerdo a las faenas de pesca monitoreadas en el desarrollo del proyecto, llegando incluso a 45 hrs. de reposo, donde ellos “abandonan” o dejan calados sus aparejos en la zona de pesca y regresan a puerto, para en un viaje posterior en 1 o 2 días salir a buscarlos y virarlos en una nueva salida o zarpe.

Tabla 29. Resultados de aplicación de las consultas específicas respecto de la pérdida de aparejos de enmalle en el último año.

Caleta	Región	Nº encuestados	Perdieron aparejos	Promedio de Nº de cuerpos	Promedio de Long por cuerpo (m)
El Membrillo	5	7	0	10,0	53,2
Horcón	5	1	0	6,0	58,9
Portales	5	5	0	15,7	52,8
San Antonio	5	6	0	38,0	52,9
Bucalemu	6	3	0	39,9	50,2
Curanipe	7	4	0	25,0	50,1
Llico	7	3	0	20,0	52,5
Maguillines	7	4	0	24,0	49,1
Pelluhue	7	1	0	25,0	51,9
Coliumo	8	1	0	25,7	70,7
Coronel	8	2	0	23,0	63,6
Quidico	8	1	0	24,0	50,0
Tirua	8	1	0	10,0	100,0
Tubul	8	1	0	24,0	63,0
Tumbes	8	3	0	28,0	50,0
Cochoigue	8	4	1	17,3	62,8
Lo Rojas	8	4	1	24,0	50,0

En las misma instancia y en visitas posteriores, se indagó sobre otras causales de pérdidas de materiales de pesca que les hubiera afectado directamente a ellos o algún conocido, ante esto se refirieron más que a la pérdida de aparejos en la zona de pesca a aquellos eventos que motivaban el reemplazo o deterioro de sus aparejos citando en primera instancia roturas por ataques de lobos marinos, luego el robo por parte de otras embarcaciones y finalmente la destrucción de estos al ser arrastrados por embarcaciones pesqueras que operan en la zona, obviamente que estos respuestas no consideraron los eventos del terremoto y posterior tsunami ocurridos en Chile el 27 de febrero de 2010, en el cual muchos de estos pescadores perdieron sus implementos de pesca y embarcaciones.

A partir de la información recopilada sobre los escasos eventos de pérdidas de aparejos, sólo se puede inferir que los eventos de pérdida se dan principalmente cuando el tiempo de reposo supera la jornada diaria (situación observada en la VIII Región). Por lo tanto si se quisiera hacer una proyección del número de aparejos perdidos y de acuerdo a los resultados, en el resto de las regiones objeto del estudio sería nula y en el caso de la VIII región sería de

0,12 enmalles perdidos por año lo que involucraría a 156 m lineales de enmalle perdidos por cada bote anualmente (3 paños aprox.). Dado los resultados anteriores, no se consideró la inclusión de estos índices en las capas temáticas de los SIG elaborados (cartografías). Finalmente, respecto de la tasa de recuperación de los enmalles perdidos, resultó nula para los casos encuestados que habían sufrido la pérdida de este tipo de aparejos.

Estimación de la mortalidad por pesca fantasma de redes de enmalle

Los resultados para la estimación de mortalidad por pesca fantasma realizados se presentan por separado para los dos métodos propuestos.

Método 1: Revisión mediante observación submarina

Las 5 filmaciones submarinas consideradas para los resultados de este objetivo se realizaron entre el 11 de agosto y 23 de diciembre de 2010 (Tabla 30).

Tabla 30. Descripción general de las actividades de filmación submarina exitosas.

Filmación	calado	revisado	Días caladas
A	04-12-2010	05-12-2010	1
B	04-12-2010	23-12-2010	19
C	11-08-2010	22-09-2010	42
D	11-08-2010	14-08-2010	64
E	11-08-2010	04-12-2010	115

En términos de la descripción de la funcionalidad del aparejo en los diferentes momentos o tiempos en que se realizaron las filmaciones, se destaca que para la Filmación A (Día 1) se observa una funcionalidad plena en términos de su altura y correcta disposición de éste en el fondo (Figura 28), se observaron también 8 capturas ícticas retenidas en la red (jureles, caballas y merluzas), y una leve inclinación originada probablemente por la acción de corrientes submarinas. También se aprecian 2 grupos o conglomerados de crustáceos (jaibas paco y limón) alimentándose de peces muertos capturados por la red, actividad con la cual

inician el proceso de enredos en la red de enmalle al quedar retenidos en esta (imágenes d y e de la secuencia).

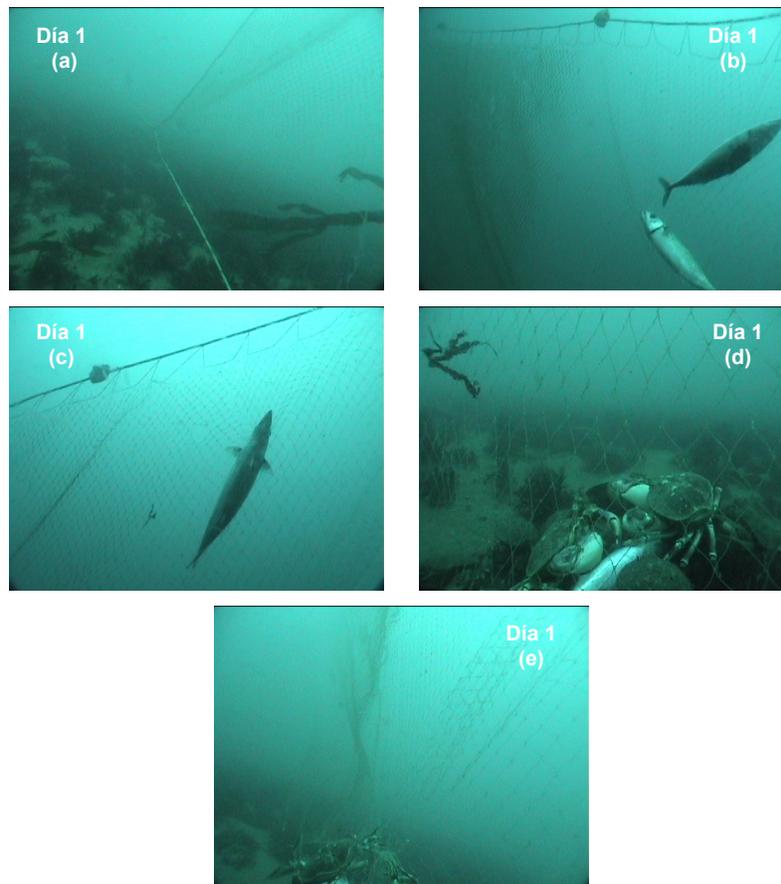


Figura 28. Secuencias de imágenes captadas en filmaciones submarinas en enmalle con un 1 día de reposo (Filmación A), Laguna Verde, V Región.

Para la filmación B, efectuada 19 días después de calado el aparejo, se apreció una altura de la red estimada entre 0,2 (9%) a 1 m (50 %) en los diversos sectores filmados de la red (Figura 29). Se pudo constatar una presencia significativa de algas enredadas, además de un número superior a 30 individuos de jaibas (paco y limón) alimentándose de carroña en la sección inferior de la red (algunas ya muertas y enredadas en esta zona de la red). Respecto de la fauna íctica presente se puede mencionar la presencia de 3 tollos pintarroja (1 vivo) y un par de peces no identificados en el enmalle, aunque la presencia de jaibas indica obviamente capturas ícticas que las atraen para alimentarse en la red. También se observaron otros crustáceos no identificados como un tipo de araña mimetizado con las algas (f).

La pérdida o disminución del área funcional del enmalle se estimó en un 40% de su capacidad inicial y esta disminución está fuertemente asociada a la retención y enredo de jaibas que acuden a alimentarse de los cadáveres de peces retenidos en el aparejo.

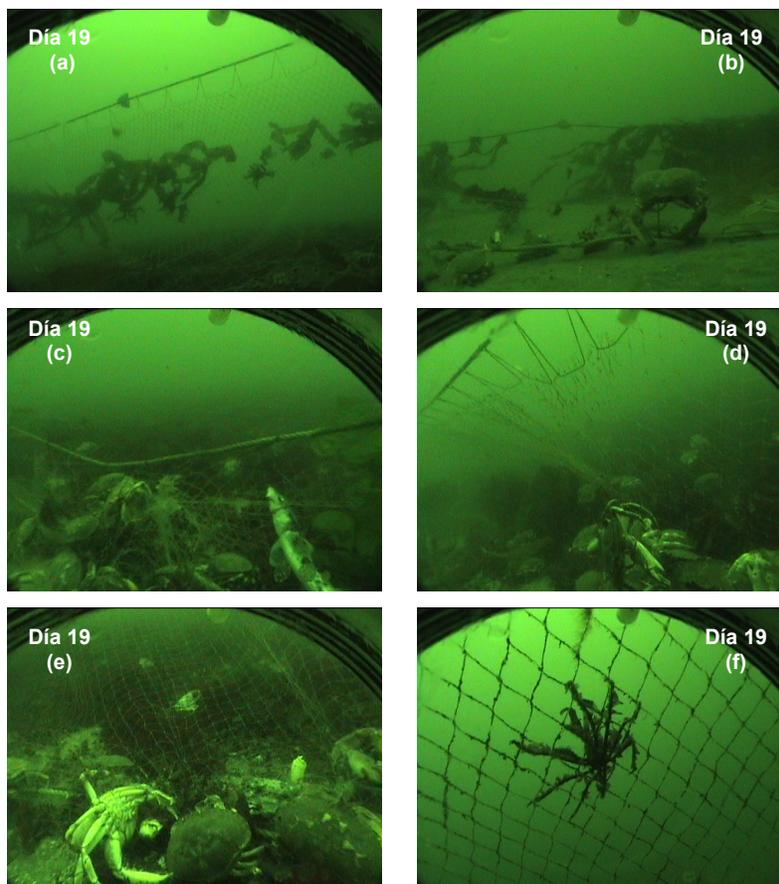


Figura 29. Secuencias de imágenes captadas en filmaciones submarinas en enmalle con 19 días de reposo (Filmación B), Laguna Verde, V Región.

Para la filmación C, realizada a los 42 días de calado, se evidencia una pérdida completa de funcionalidad de la red en un 50% de su extensión o largo, secciones en las cuales el enmalle se encuentra completamente colapsado y enredado en el fondo. En el 50% restante se observa una altura aproximada de 1 m, que corresponde alrededor de un 50% de su altura original (Figura 30). Se observa además que después del período transcurrido los flotadores no han perdido su funcionalidad, aún cuando técnicamente estos flotadores están diseñados para trabajar sólo en la superficie (cerco) y que son materiales de desecho de otra pesquería.

Respecto del área funcional de la red, se estima que después de este período de 42 días el área alcanza aproximadamente sólo un 25% de la que poseía inicialmente.

Respecto de la fauna, sólo se pueden distinguir jaibas muertas (paco y limón), algunas enredadas en los “rollos” de red y otras vivas que se acercan a alimentarse en esta sección que posee una altura prácticamente nula.

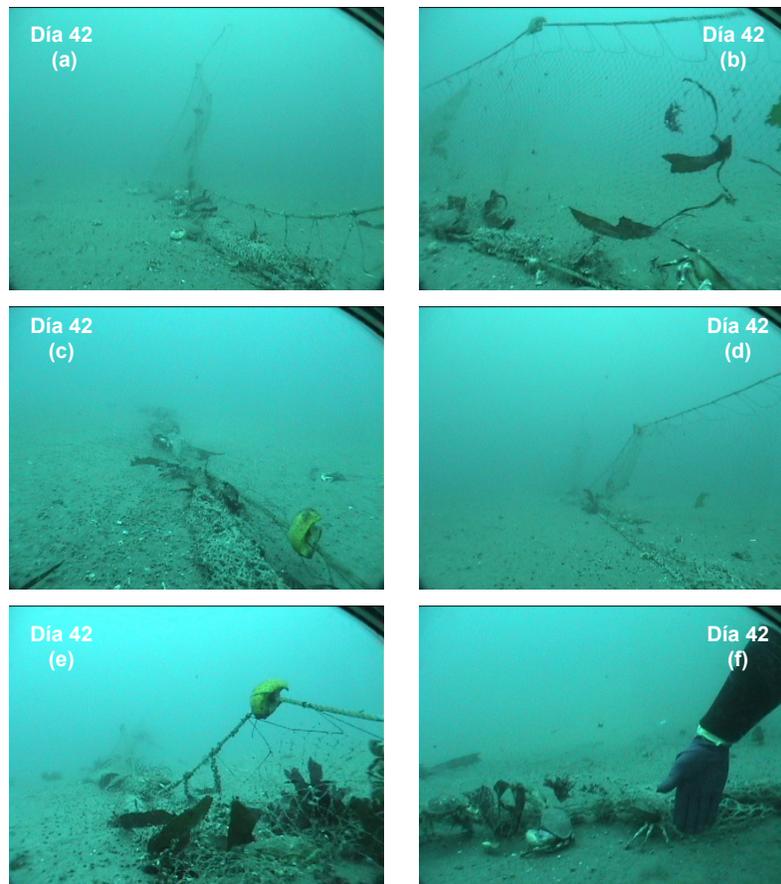


Figura 30. Secuencias de imágenes captadas en filmaciones submarinas en enmalle con 42 días reposo (Filmación C), Laguna Verde, V Región.

En la filmación D, con 64 días de calado el enmalle, se observó una área funcional aproximada de un 10% respecto de la inicial, se observan 3 especies ícticas retenidas recientemente en la red en las secciones que aún presentan alguna altura (1 lenguado y 2 peces no distinguibles). En las secciones colapsadas es muy difícil distinguir las especies

retenidas, aún cuando se observa varias jaibas enredadas en estos “rollos” de red depositados sobre el fondo marino (Figura 31).

En esta filmación aparecen claramente partes de la red que han iniciado el proceso de “enfangamiento”, en el cual derechamente el aparejo comienza a enterrarse en el fondo quedando cubierto con sedimento. Si bien la presencia de fouling adosado al monofilamento existe, no se considera como la principal causa de la pérdida de funcionalidad del aparejo en términos de su altura vertical, sino más bien los enredos y “peso” de los crustáceos (jaibas) que quedan retenidos en este.

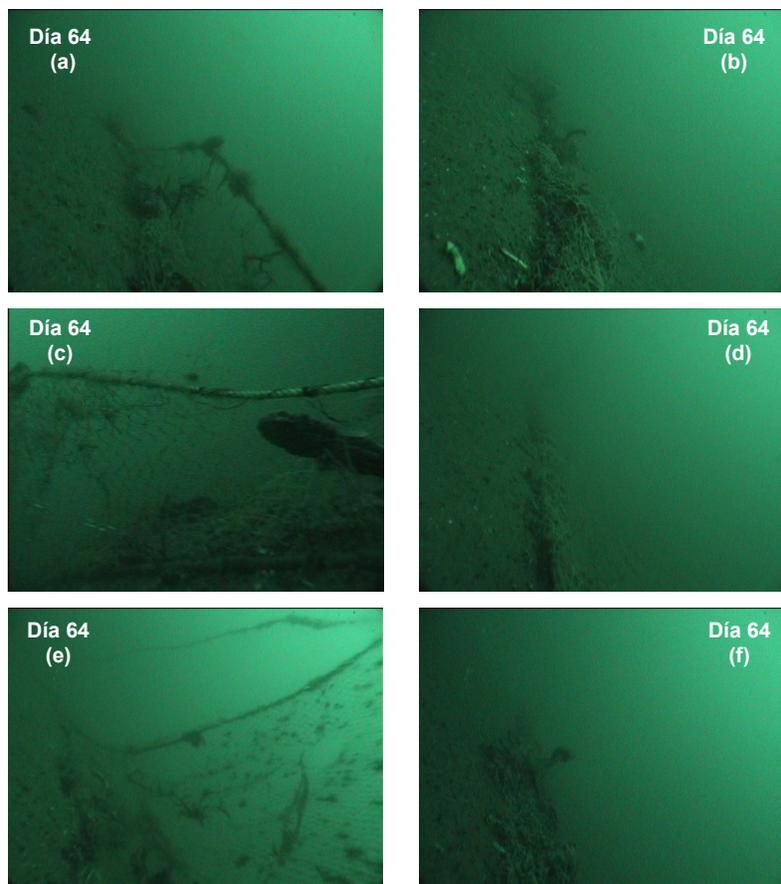


Figura 31. Secuencias de imágenes captadas en filmaciones submarinas en enmalle con 64 días de reposo (Filmación D), Laguna Verde, V Región.

En la última filmación exitosa, realizada a los 115 días de iniciado el experimento (Filmación E), se observa la red en un 100% colapsada-enredada en el fondo, con un 0% de área funcional para seguir capturando recursos ícticos. En términos de especies se observan

sólo 7 jaibas paco, en su mayoría muertas que se enredaron según se observa al final del período ya que se ubican en el borde exterior del “rollo” o “montón” de red. El proceso de “enfangamiento” ya está notoriamente iniciado para más del 50% del enmalle, donde se evidencia claramente que la red se encuentra parcialmente o totalmente enterrada en el sedimento (Figura 32).

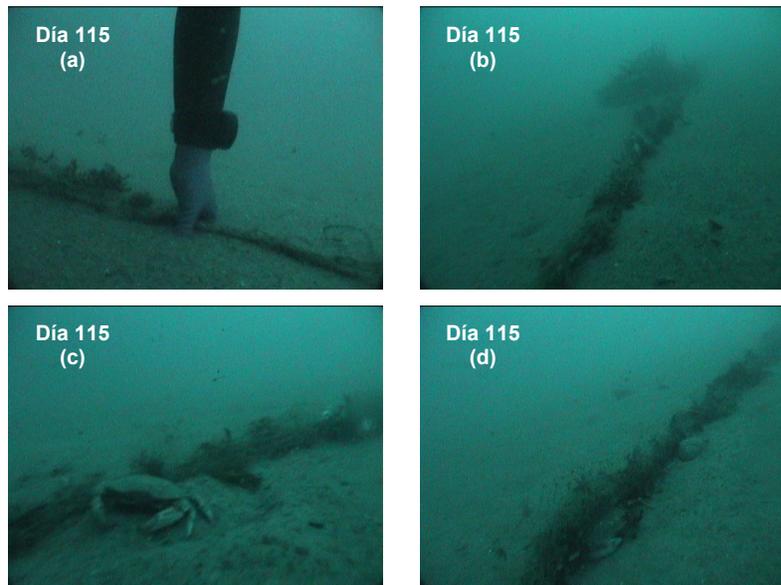


Figura 32. Secuencias de imágenes captadas en filmaciones submarinas en enmalle con 115 días de reposo (Filmación E), Laguna Verde, V Región.

Para una mejor comprensión del proceso de pérdida de área funcional, se graficaron los valores de esta área estimada mediante filmaciones submarinas versus los días de calado que tenían las redes en las filmaciones (Figura 33). El mejor ajuste logrado se obtuvo con una función logarítmico ($R^2 > 0,995$), y para corroborar la validez de los resultados se incluyeron ajustes con y sin incluir el valor cero de la última área funcional registrada (Filmación E a los 115 días), lográndose en ambos casos funciones muy similares entre sí y que proyectaron el valor “cero área funcional” a los 120,91 y 118,54 días respectivamente, validando de esta manera los resultados de las experiencias realizadas *in situ* para el sector y profundidad en que se realizaron las experiencias.

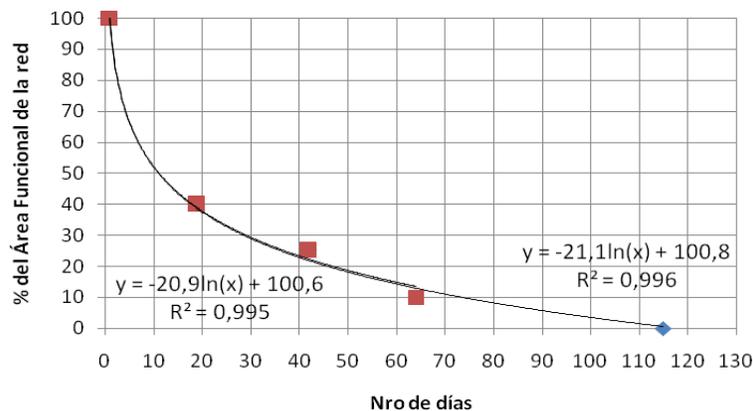


Figura 33. Gráfica del porcentaje de área funcional del enmalle filmada versus días de permanencia en el mar con ajuste de función logarítmica con y sin incluir el valor cero observado en la última filmación (E).

Método 2: Levantamiento de redes gemelas

Los resultados de las experiencias de levantamiento de redes gemelas se presentarán por separado en términos del enfoque que se otorgue a los análisis de las actividades realizadas, considerándose resultados cualitativos y cuantitativos. De esta forma los análisis y resultados cuantitativos estarán asociados a todas aquellas especies que pudieron ser identificadas (nombre común) y contadas al revisar los enmalles en las diferentes oportunidades, y los resultados de características cualitativas estarán asociadas a todas aquellas variables que no se cuantificaron como por ejemplo la cantidad de algas presentes en el enmalle o las dificultades para poder subir a bordo los aparejos por estar enredados o enterrados en el fondo.

Es importante señalar que tal como se había mencionado en la metodología de este objetivo (Tabla 5), no fue posible la revisión de los enmalles en las actividades N° 7 y 9 (127 y 169 días de reposo respectivamente), dado que no se pudieron recuperar debido a que se habían hundidos los banderines señalizadores de ambos extremos de estos aparejos, situación que se repitió para la actividad de levantamiento y revisión del enmalle N° 8, pero que afortunadamente pudo ser izado después de lanzar y rastrear con una “araña” el fondo del sector en que se había calado, lográndose enganchar y recuperar este enmalle con este

artilugio, mostrando claras evidencias de haber estado completamente enterrado en el sedimento.

- Enfoque Cuantitativo:

Se identificaron 16 especies para el total de las actividades realizadas y el principal aporte en número de individuos fue de jaiba limón con 744 individuos (80%), seguido de jaiba paco con 82 individuos (9 %) y merluza común con 26 individuos identificados positivamente (3%). Si se consideran todas las especies de jaibas como un solo grupo, se tiene que aportan un 90% de las especies capturadas para el total de actividades realizadas (Tabla 31). La aparición de jaiba mora se constata sólo en la actividad N° 3 de levantamiento que coincide con que este enmalle es el único que estaba calado en una profundidad más somera que los demás (30 m aprox.), debida a que se utilizó también para algunas de las filmaciones submarinas realizadas.

Tabla 31. Resultados del número de especies (nombre común) capturadas en las actividades de levantamiento de redes gemelas con los días de reposo para cada red.

Especie	Actividad													Total General
	1 13 días	1 T 2 horas	2 42 días	2 T 2 horas	3 52 días	4 63 días	4 T 2 horas	5 106 días	6 116 días	6T 2 horas	8 156 días	3/5/8 T 2 horas		
Anguila común	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
Blanquillo	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
Cabrilla	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	
Caracol blanco	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	9	-	11	
Caracol café	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	13	
Chanchito (trompudo)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
Cojinova	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	
Jaiba paco	18	-	41	-	7	2	-	1	12	-	1	-	82	
Jaiba limón	252	-	137	-	124	115	-	59	54	-	3	-	744	
Jaiba mora	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	8	
Jaiba patas largas	1	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	4	
jurel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	4	
Langostino Colorado	-	-	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	
Merluza común	2	-	13	-	-	10	-	-	-	-	-	1	26	
Sierrilla	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
Tollo pinta roja	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	3	
Total General	278	1	209	0	143	130	1	60	66	0	28	4	920	

■ : Resultados de las experiencias de calado de enmalles de control o testigos (2 horas previo al izado de los enmalles)

Al considerar las jaibas como un solo grupo, y teniendo en cuenta además que son las especies que realizan el mayor aporte en número en lo retenido y subido a bordo en el total de las revisiones de los enmalles, se tiene que en el transcurso de la investigación su número decae paulatinamente a medida que aumentan los días en que el enmalle está en el mar. Lo

anterior tiene estrecha relación con la pérdida de funcionalidad del aparejo dada la disminución del área de trabajo de éste y la disminución de la captura de recursos ícticos asociada, que a final de cuentas es “la carnada” que atrae a individuos de este grupo a alimentarse en la red (con los consecuentes enredos-enganche-retención). Esto puede ser observado claramente al regresionar la presencia de estos individuos versus los días de reposo del enmalle, presentándose una clara correlación con los resultados obtenidos mediante las filmaciones submarinas respecto de la pérdida de área funcional del aparejo (Figura 34). Si se hace el mismo ejercicio que para la suma de las jaibas para las especies ícticas capturadas, se observa un bajo grado de asociación entre esta variable y los días transcurridos para la revisión de cada enmalle en particular ($R^2 = 0,3$).

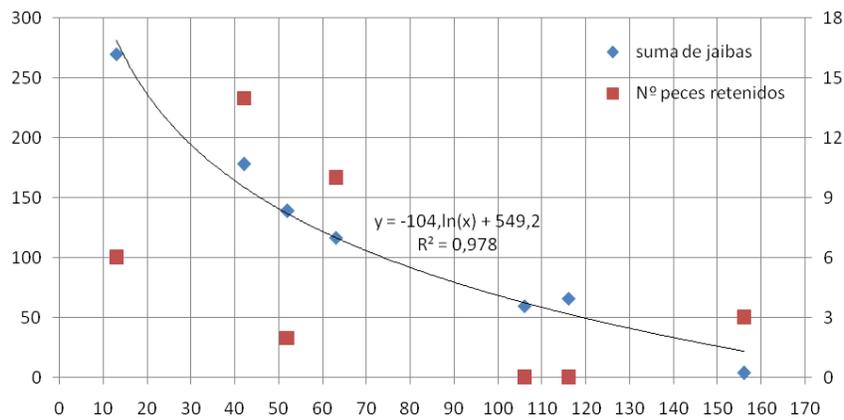


Figura 34. Gráfica de la variación y ajuste logarítmico del número de jaibas (paco y limón) retenidas en los enmalles versus días de permanencia en el mar de la red.

De acuerdo a estos resultados, se puede inferir claramente que el número de individuos de peces encontrados en estas experiencias es un valor que no representa el poder de pesca o capturas logradas por el enmalle, pues la presencia de un elevado número de jaibas en la red es un indicador de especies ícticas retenidas que actúan como cebo y atraen a individuos de este grupo para alimentarse de carroña (haciéndolas desaparecer de los conteos). Lo anterior se transforma en un “círculo vicioso” en el cual a mayor cantidad de peces, mayor cantidad de jaibas que resultan en mayor peso y enredos de la red que va disminuyendo paulatinamente su área funcional y su altura, reduciendo consecuentemente la capacidad de captura de esta. Lo anterior provoca una declinación en la oferta de “carnada”, lo que atrae cada vez menos individuos de estos crustáceos hacia la red, estimándose la pérdida

de funcionalidad para capturar peces (área expuesta igual a cero) aproximadamente a 120 días desde su calado inicial, para finalmente en un momento posterior quedar enterrada completamente bajo el sedimento.

Una hipótesis que se puede establecer es que en caladeros con mayor abundancia de peces el período en que la red colapsa será mucho más breve a lo encontrado en los experimentos realizados, aún cuando esta es una hipótesis necesaria de verificar y válida por el momento sólo para la zona y período de estudio donde se realizaron estos experimentos.

- Enfoque cualitativo:

Para la actividad propuesta como método 2, que corresponde al levantamiento secuencial en el tiempo de redes de enmalle caladas, se pudo observar que en todas las actividades de izado de los aparejos que presentaban un reposo igual o superior a 13 días fue bastante dificultoso, lo anterior principalmente por el peso y condición de enredo en que estos llegaban a bordo. La experiencia N° 3 fue la que presentó la mayor cantidad de macroalgas enredadas en sus mallas y coincidentemente (al igual que el caso de jaibas mora) es este enmalle el que fue calado a una menor profundidad (entre 25 y 35 m considerando sus desplazamientos o arrastre por las corrientes). La recuperación de los enmalles que permanecieron calados en el fondo marino por más de 100 días se hizo extremadamente dificultosa por el proceso de enfangamiento que estos presentaban, lo cual sumado al fouling y fijaciones adheridas a los cabos de orinque y banderines señalizadores, provocó el hundimiento completo de estos últimos, condición que se hizo crítica desde la actividad de revisión N° 5 (106 días) en adelante, terminando incluso con la pérdida de 2 enmalles vinculados a las actividades de revisión N° 7 y 9, rescatándose el aparejo de la actividad N° 8 gracias al arrastre en el fondo y engancho con una “araña” improvisada a bordo para estos efectos.

Los resultados de todos los experimentos de muestran una concordancia entre sí respecto de la pérdida de funcionalidad de los aparejos de enmalle estudiados. En Anexos se presenta una secuencia de imágenes de las actividades en las cuales pudo obtener registros fotográficos, se presentan ordenadas por actividad y tiempo de reposo y dan cuenta del estado en que llegaban los enmalles a bordo de la embarcación artesanal al ser virados.

Resistencia a la ruptura de paños de enmalle rescatados

Una vez finalizadas las experiencias de revisión se procedió a realizar los ensayos de resistencia a la ruptura de los hilos que constituyen los paños de las mallas del enmalle. El máximo valor promedio como era de esperarse se obtuvo para las mallas que no habían sido utilizadas (nuevas) y el valor promedio fue de 4,2 kgf, los restantes valores obtenidos fueron 3,93 kgf para el enmalle que estuvo en reposo 106 días, seguido por el que estuvo 169 días con 3,59 kgf y finalmente por el que estuvo 52 días en el mar en la última experiencia realizada con 3,56 kgf. El error en los ensayos estuvo en torno al 9% para todos los ensayos realizados y la desviación estándar total fue de 0,35 para el total de los casos (Tabla 32).

Tabla 32. Resultados de los ensayos de resistencia a la ruptura de los hilos de las mallas que componían los diferentes enmalles rescatados y nuevos.

<i>Tiempo de Reposo</i>	<i>Muestra</i>	<i>Valor Promedio Ruptura (kf fuerza)</i>	<i>Desv. Est.</i>	<i>error</i>	<i>n ensayos</i>
<i>0 días (nuevo)</i>	1	4,3	0,40	9,4%	11
	2	4,1	0,28	6,7%	12
	Total	4,2	0,34	8,1%	23
<i>52 días</i>	1	3,5	0,39	11,1%	6
	2	3,3	0,28	8,4%	7
	3	3,8	0,32	8,5%	6
	4	3,7	0,38	10,5%	8
	Total	3,56	0,37	10,3%	27
<i>106 días</i>	1	4,0	0,38	9,5%	5
	2	4,0	0,32	7,9%	5
	3	4,0	0,3	7,5%	5
	4	3,7	0,44	11,8%	5
	Total	3,93	0,36	9,1%	20
<i>169 días</i>	1	3,4	0,34	10,2%	6
	2	3,6	0,29	8,3%	6
	3	3,5	0,33	9,4%	6
	4	3,9	0,11	2,8%	7
	Total	3,59	0,33	9,2%	25

Respecto de los valores obtenidos para esta última experiencia para el caso de las mallas que estuvieron trabajando en distintos períodos, en la cual no parece concordar con la lógica esperada de “a mayor tiempo más debilitado”, se presume que los valores se vieron alterados al ir rotando los enmalles en el tiempo, así probablemente el de 52 días en su estadía previa en tierra pudiera haber estado expuesto al sol (radiación UV), situación que deteriora notoriamente las propiedades de este tipo de monofilamentos de Poliamida (PA).

4.7.- Objetivo adicional: Estimar la selectividad de las redes de enmalle utilizadas en la captura de merluza común (*Merluccius gayi gayi*) en la Región de Valparaíso

Durante las experiencias realizadas, un total de 2279 peces fueron capturados, correspondientes a 1027 peces con la malla de 5.2 cm, 707 con la de 6.8 cm y 545 con la de 7.6 cm. Las merluzas capturadas estuvieron en un rango entre 24 y 56 cm TL, siendo las tallas medias de 32.8, 36.5 y 37.4 cm para cada malla, respectivamente (Fig. 35), existiendo diferencias significativas ($p < 0.001$) en las distribuciones de frecuencia de tallas obtenidas (Tabla 33). Así, el porcentaje bajo la talla de referencia en número (37 cm TL) fue 81, 52 y 39% con las mallas de 5.2, 6.8 y 7.6 cm, respectivamente. La relación perímetro-talla (girth-length) correspondió a $G_{max} = 0.4557L - 0.503$ con un coeficiente de determinación (r^2) de 0.83.

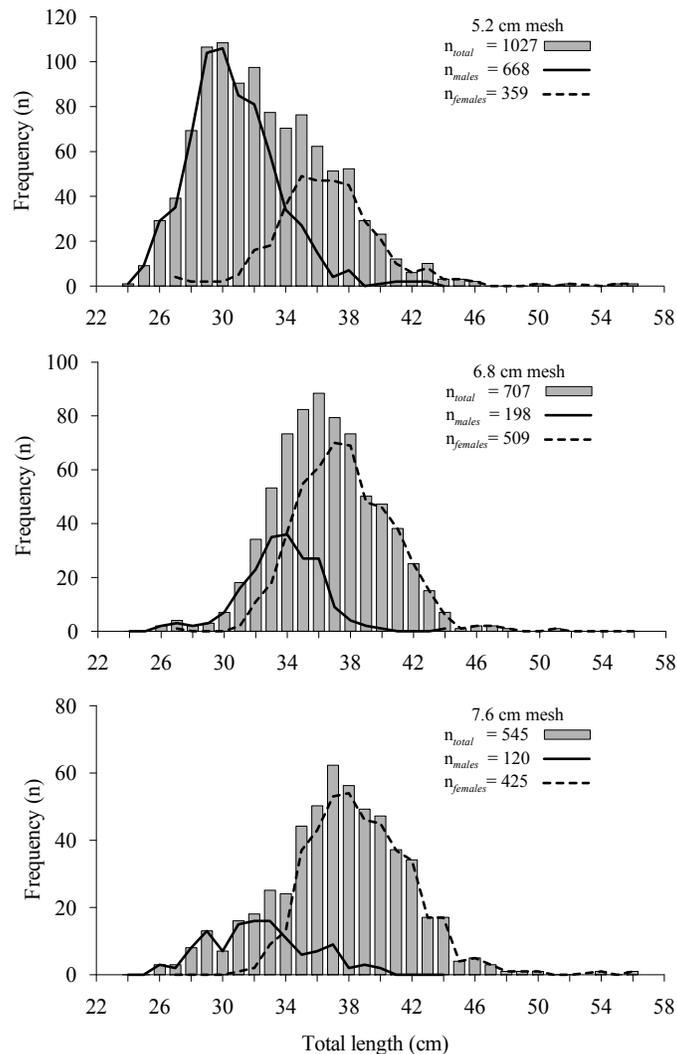


Figura 35. Frecuencias de talla total y por sexo según el tamaño de malla utilizado.

Tabla 33. Results of the Kolmogorov-Smirnov test used to compare size frequency distributions for *M. gayi gayi*. The values in the parentheses show the average size

Mesh size (cm)	m	n	Dmax	p-value
5.2 vs 6.8	1027 (32.8)	707 (36.5)	0.430	<0.001
5.2 vs 7.6	1027 (32.8)	545 (37.4)	0.461	<0.001
6.8 vs 7.6	707 (36.5)	545 (37.4)	0.133	<0.001
5.2M vs 5.2F	668 (30.6)	359 (36.7)	0.723	<0.001
6.8M vs 6.8F	198 (33.5)	509 (37.7)	0.553	<0.001
7.6M vs 7.6F	120 (32.3)	425 (38.9)	0.701	<0.001

Del total capturado, el 43% de los peces fueron machos y el 57% hembras. Los machos dominaron las capturas hasta 33 cm TL, mientras que en tallas mayores dominaron las hembras. A partir de 45 cm TL todos los ejemplares capturados fueron hembras (Fig. 36). En todos los tamaños de malla utilizados se determinaron diferencias significativas ($p < 0.001$) de las distribuciones de frecuencia entre machos y hembras (Tabla 32).

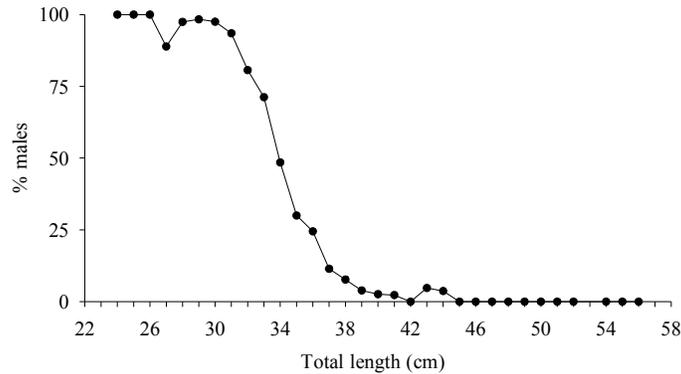


Figura 36. Sex ratio for the combined catches with all gill nets.

El 96.4% de los peces fueron retenidos por agallamiento y acuñamiento (delante o detrás de la cubierta de las agallas), mientras que solo el 3.6% fue retenido por enredo. Este porcentaje fue diferente según sexo y tamaño de malla utilizado. Así, en machos el máximo agallamiento (61.9%) se obtuvo con la malla de 6.8 cm, mientras que el enredo fue mayor (13.3%) usando la malla de mayor tamaño (7.6 cm) (Fig. 37). En hembras el agallamiento fue mayor (66.3%) con la malla de 7.6 cm, mientras que el enredo fue en general inferior al 2%, siendo mayor en la malla de 5.2 cm (Fig. 37).

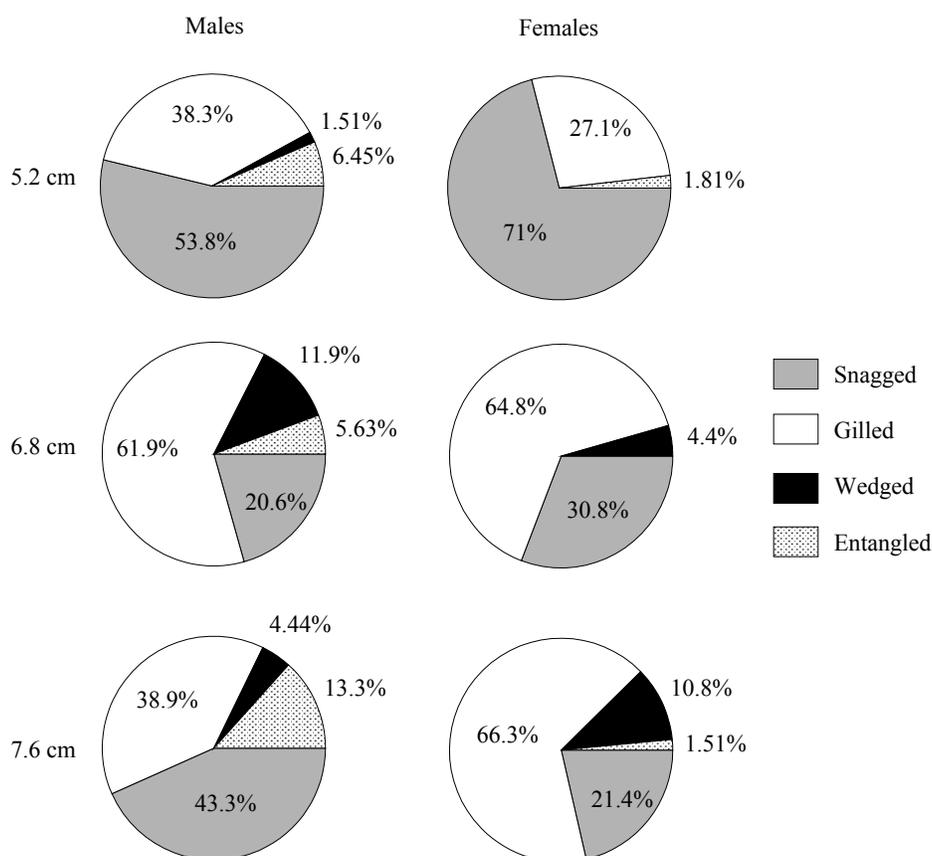


Figura 37. Proceso de captura por sexo según el tamaño de malla utilizado.

El resultado de los modelos ajustados para ambos sexos combinados se presenta en la Tabla 34. El modelo con menor deviance fue el log normal, ya sea con poder de pesca igual o proporcional al tamaño de malla. Las curvas ajustadas del modelo log normal y la deviance residuals se muestran en la Fig. 38. Las modas estimadas para cada tamaño de malla fueron 30.9, 40.2 y 45.2 cm TL, a partir de lo cual se estableció que el factor de selectividad (SF) fue 0.17. En machos el mejor modelo fue el binormal con poder de pesca proporcional al tamaño de malla (Tabla 35). Las modas principales fueron estimadas en 30.7, 40.5 y 43.9 cm TL (Fig. 39). Por su parte, en hembras el mejor modelo fue el normal location con igual poder de pesca (Tabla 36), siendo las modas estimadas 29.9, 39.1 y 43.7 cm TL (Fig. 40).

Tabla 34. Results of the models fitting with SELECT method for the estimation of gill net selectivity for *M. gayi gayi*, both sexes combined. The standard deviation is between parentheses

Model	Parameters	Estimates	Equal fishing power			Fishing power α mesh size			
			Mode 1	Mode 2	Deviance	Estimate	Mode 1	Mode 2	Deviance
Normal (Fixed spread)	$k =$	5.8808	30.58 (6.81)		165.81	6.0854	31.64 (6.95)		173.48
	$\sigma =$	6.8068				6.9455			
Normal (Spread αm_j)	$k_1 =$	6.1028	31.73 (5.47)		168.02	6.2808	32.66 (5.38)		169.33
	$k_2 =$	1.1061				1.0691			
Gamma (Spread αm_j)	$\alpha =$	30.9550	31.19 (5.79)		139.27	31.9550	32.24 (5.89)		139.27
	$k =$	0.2003				0.2003			
Log normal (Spread αm_j)	$\mu =$	3.4672	30.93 (6.19)		134.22	3.5026	32.05 (6.41)		134.22
	$\sigma =$	0.1880				0.1880			
Binormal (Spread αm_j)	$k_1 =$	6.1026	31.73 (5.47)	61.75 (17.54)	168.02	6.2804	32.66 (5.38)	75.69 (12.99)	169.33
	$k_2 =$	1.0519				1.0341			
	$k_3 =$	11.8752				14.5550			
	$k_4 =$	3.3734				2.4989			
	$c =$	13.3047				12.4431			

* Modes are referred to the smaller mesh size

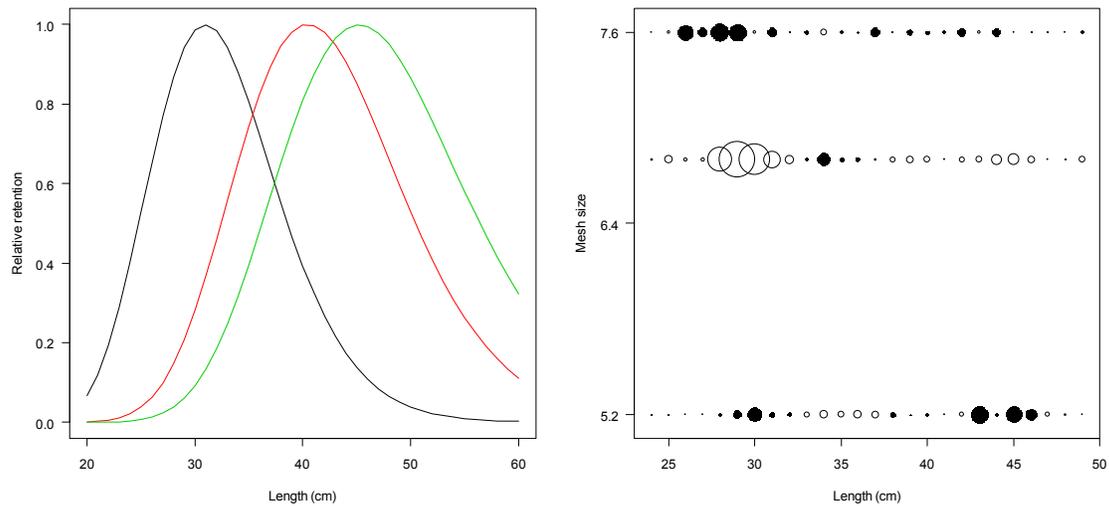


Fig. 38. Log normal curves to the combined sexes of *M. gayi gayi* and deviance residuals plot for the curves fit.

Table 35. Results of the models fitting with SELECT method for the estimation of gill net selectivity for males of *M. gayi gayi*. The standard deviation is between parentheses

Model	Parameters	Estimates	Equal fishing power			Fishing power α mesh size			
			Mode 1	Mode 2	Deviance	Estimate	Mode 1	Mode 2	Deviance
Normal (Fixed spread)	$k =$	5.9800	31.09 (6.67)		132.59	6.1849	32.16 (6.81)		136.20
	$\sigma =$	6.6693				6.8148			
Normal (Spread αm_j)	$k_1 =$	5.9878	31.14 (4.62)		94.05	6.1163	31.80 (4.56)		93.81
	$k_2 =$	0.7910				0.7692			
Gamma (Spread αm_j)	$\alpha =$	35.1251	31.27 (5.43)		104.82	36.1251	32.18 (5.51)		104.82
	$k =$	0.1762				0.1762			
Log normal (Spread αm_j)	$\mu =$	3.4830	31.45 (6.21)		111.35	3.5175	32.56 (6.43)		111.35
	$\sigma =$	0.1859				0.1859			
Binormal (Spread αm_j)	$k_1 =$	5.9876	31.14 (4.62)	43.25 (23.96)	94.05	5.9059	30.71 (3.30)	64.58 (24.16)	75.50
	$k_2 =$	0.8893				0.6351			
	$k_3 =$	8.3173				12.4185			
	$k_4 =$	4.6079				4.6458			
	$c =$	17.1682				1.3274			

* Modes are referred to the smaller mesh size

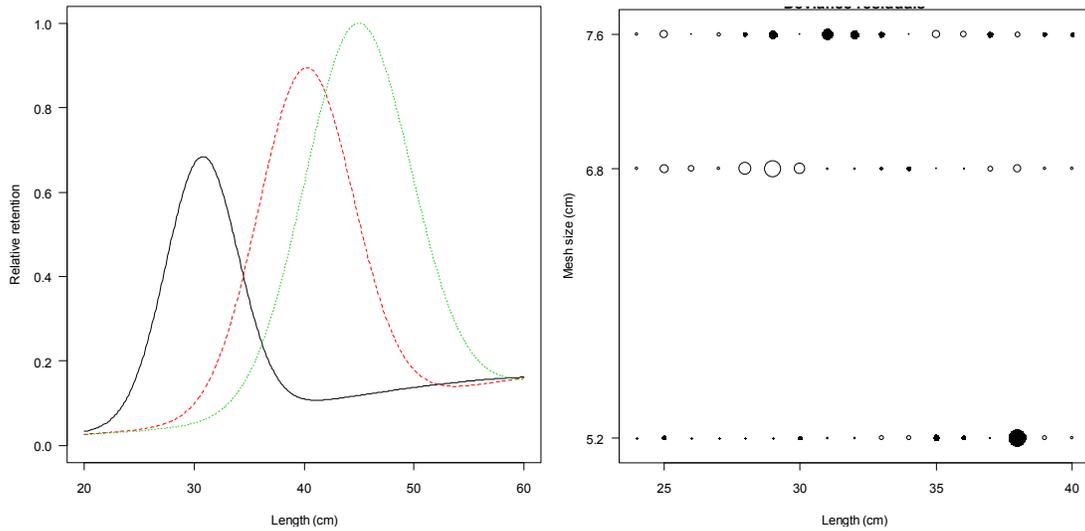


Figure 39. Binormal curves to the males of *M. gayi gayi* and deviance residuals plot for the curves fit.

Table 36. Results of the models fitting with SELECT method for the estimation of gill net selectivity for females of *M. gayi gayi*. The standard deviation is between parentheses.

Model	Parameters	Estimates	Equal fishing power			Fishing power α mesh size			
			Mode 1	Mode 2	Deviance	Estimate	Mode 1	Mode 2	Deviance
Normal (Fixed spread)	$k =$	5.7437	29.87 (7.79)		35.39	6.0113	31.26 (8.07)		36.63
	$\sigma =$	7.7900				8.0725			
Normal (Spread αm_j)	$k_1 =$	5.9552	30.97 (6.97)		47.47	6.2470	32.48 (6.80)		47.93
	$k_2 =$	1.7948				1.7112			
Gamma (Spread αm_j)	$\alpha =$	22.4520	30.54 (6.75)		39.25	23.4520	31.96 (6.89)		39.25
	$k =$	0.2738				0.2738			
Log normal (Spread αm_j)	$\mu =$	3.4564	30.31 (6.94)		35.86	3.5012	31.70 (7.26)		35.86
	$\sigma =$	0.2118				0.2118			
Binormal (Spread αm_j)	$k_1 =$	5.9551	30.97 (6.96)	91.33 (-4.98)	47.47	6.2472	32.49 (6.80)	85.56 (-7.88)	47.93
	$k_2 =$	1.3386				1.3081			
	$k_3 =$	19.4860				16.4545			
	$k_4 =$	-0.9572				-1.5161			
	$c =$	14.5591				12.9296			

* Modes are referred to the smaller mesh size

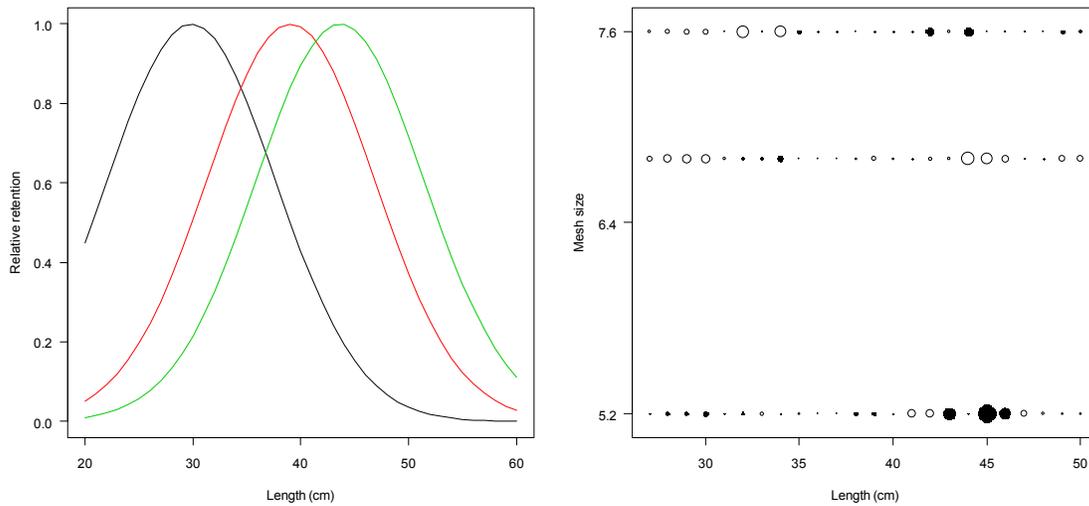


Figure 40. Normal location curves to the females of *M. gayi gayi* and deviance residuals plot for the curves fit.

ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

A partir de la información recopilada a la fecha, se caracterizó operacional y tecnológicamente las actividades artesanales de pesca de merluza común desarrolladas en la zona central de Chile. Cabe indicar que en el transcurso del estudio se produjo el terremoto y posterior tsunami del 27 de febrero de 2010, afectando a una fracción de las embarcaciones, materiales de pesca e infraestructura, con la consecuente alteración de la situación registrada previamente. A pesar de ello, en septiembre de 2010 se realizó un nuevo recorrido por las caletas constatándose las diferencias, aunque en términos operacionales el régimen de trabajo se mantuvo sin variaciones significativas.

Las redes de enmalle merluceras presentaron una construcción bastante homogénea en las caletas visitadas, en términos de materiales de construcción y de su altura. Así, todas las redes emplearon PA monofilamento verde en sus cuerpos, destacando igualmente el empleo de PP torcido en los cabos de flotación y plomos y el uso de flotadores de desecho de redes de cerco para dar flotabilidad a las redes. Respecto de sus dimensiones, sus alturas (HTA estimada) variaron en un estrecho rango promedio, entre 2,7 y 3,3 m en las regiones administrativas visitadas.

Otros aspectos en los que sí se registran variaciones, deben analizarse a la luz de factores operacionales, económicos o del comportamiento del recurso, así, si bien la longitud de las redes de pesca (“trancas”), variaron entre 158 m y 3960 m, dicha adaptación está más bien relacionada con variados factores, como los espacios disponibles a bordo de las embarcaciones o el acceso a capital por parte del armador, entre otros. En este sentido, un factor relevante es la presencia de virador en las embarcaciones, observándose que aquellas naves sin virador poseen redes con un promedio de 15 cuerpos, en tanto aquellas con virador, redes con 26 cuerpos (Anexo II). Por otro lado, las diferencias de tamaño de malla registradas, en particular la existencia de un patrón de aumento hacia el sur, sugieren más bien una adaptación del aparejo a las características de talla del recurso.

Al respecto, cabe indicar que el 76% de los botes (94 unidades) presentó virador abordo, en tanto el 100% de la lanchas (22 unidades) presentaban dicho equipo. Las potencias de los motores de las naves variaron entre 40 y 200 HP en botes y entre 140 y 320 HP en lanchas (Anexo II).

En este sentido, el desglose de la información por tipo de nave (bote-lancha), indica que en los botes (123 unidades en total) se registraron cuerpos de red con dimensiones entre 26 y 100 m de longitud, con un número variable de cuerpos, entre 3 y 70. Así, en los botes las longitudes de las redes variaron entre 158 m y 3920 m, con un promedio de 1256 m. En el caso de las lanchas en tanto (22 unidades en total), el largo de los cuerpos varió entre 50 y 76 m, empleándose entre 12 y 27 cuerpos en trancas entre 756 y 1836 m de largo, con un promedio de 1303 m (Anexo II).

Los resultados obtenidos en el objetivo específico 3 (curvas de retención) muestran que existe una relación directa entre el tamaño de malla utilizado y la talla media de captura de merluza común. Lo anterior sugiere que las redes de enmalle están trabajando bajo el principio de captura esperado, lo cual fue posteriormente confirmado. El uso de tamaños de malla similares en las diferentes caletas podría responder a la composición de tallas de la población en las distintas zonas de pesca. Así, se observó que el tamaño de malla tiende a aumentar en el eje norte-sur, empleándose los menores tamaños de malla en las caletas de la V Región (2 y 2,5") y los mayores en caletas de la VIII Región (3 y 3¼").

Mediante análisis de regresión se determinó que tanto el tamaño de malla como el factor "región" influyen directamente sobre la talla media de captura de merluza. Cabe señalar que la relación obtenida puede ser empleada de manera referencial para comprender la situación de captura sólo durante el período de estudio (año 2010), ya que cambios en la distribución poblacional y la dinámica del stock necesariamente dejarán obsoleta dicha relación. Sin embargo, la relación obtenida a partir del factor de selectividad (SF) es más confiable y puede ser contrastada con estudios formales de selectividad. Así por ejemplo, diversos autores han estimado la selectividad de *M. merluccius* con redes de enmalle, mediante lo cual se determina que los factores de selectividad (SF) fluctúan entre 0,148 y 0,174 (Santos *et al.*, 2003; Fonseca *et al.*, 2005; Sbrana *et al.*, 2007; Revill *et al.*, 2007), siendo levemente menor al obtenido en el presente estudio (SF=0.185). De todos modos, cabe destacar que todas las estimaciones en *M. merluccius* fueron realizadas mediante estudios de selectividad *ad hoc*, mientras que en el caso del presente trabajo el SF fue estimado de manera indirecta a partir de las tallas medias de captura en pesca comercial.

La información recopilada indica que la extracción de la merluza común muestra una especificidad de las captura objetivo que corresponde al 95% en peso y a 89% en número de

ejemplares. Dicha diferencia se explica por el hecho que parte importante de la fauna acompañante de la *M. gayi* extraída con red de enmalle corresponde a crustáceos, especies de pequeño tamaño relativo respecto de la especie objetivo, específicamente, *P. monodon*.

Los porcentajes de fauna acompañante estimados son inferiores a los reportados en estudios llevados a cabo con redes de enmalle, habida consideración de diferencias tecnológicas, biológicas y de diseño experimental entre las distintas experiencias. Así, y a modo de comparación, si se asimila la captura de fauna acompañante a descarte y la captura de especie objetivo a desembarque, internacionalmente la pesquería presentaría proporciones de descarte (kg o unidades descartadas por cada kg o unidad desembarcada) entre los más bajos del mundo (Alverson *et al.*, 1994), equivalente a 0,04 en peso y 0,12 en número. En este sentido, cabe indicar que dichos autores indican que los menores valores mundialmente reportados se encuentran en rangos entre 0,011 - 0,118 en peso y de 0,005-0,18 en número.

Al respecto, datos publicados en otras pesquerías de enmalle para fauna acompañante indican igualmente porcentajes mayores, así, cabe citar la pesquería con enmalle de *Merluccius merluccius* en Portugal, en donde la captura en peso de la especie objetivo corresponde al 85% de la captura total (Santos *et al.*, 2002) o la pesquería de enmalle de rape o monkfish (*Lophius gastrophysus*) en Brasil, donde la especie objetivo es el 40,7% de la captura en número (Alvarez & Wharlich, 2005).

En el presente estudio, y en términos del índice de ocurrencia, la especie de fauna acompañante que aparece en el mayor porcentaje de los lances monitoreados correspondió a jaiba limón (*Cancer porteri*), la cual estuvo presente en el 51% de los lances de pesca. Al respecto, cabe indicar que sólo tres especies más estuvieron presentes en más del 25% de los lances: lenguado (*H. macrops*), langostino colorado (*P. monodon*) y jaiba paco (*M. gaudichaudi*).

En este sentido, las especies que conforman la fauna acompañante de *M. gayi* corresponden a especies bentodemersales, tal cual debiese esperarse dada la distribución de la merluza común. No obstante ello, la presencia recurrente de crustáceos en las redes de enmalle abre interrogantes respecto del diseño y operación de los artes utilizados por la flota artesanal, en términos de existencia de posibilidades de mejora a fin de minimizar la captura,

en particular de aquellas especies cuyo hábitat está más estrechamente ligado al fondo marino, como *C. porteri*, *M. gaudichaudi* y *P. monodon*.

El análisis del proceso de captura permitió confirmar que la retención de merluza común en las redes de enmalle se está produciendo principalmente por efecto del tamaño de malla utilizado, esto es por enganche (en el hocico), agallamiento (a nivel del opérculo) y por acuñamiento (en el cuerpo, detrás del opérculo). Una proporción menor de peces fueron retenidos por enredo, hecho que quizás pueda ser explicado por la baja flotación lineal de las redes que generaría una menor tensión vertical de los paños conforme a lo esperado. Sin embargo, se destaca que la situación actual es beneficiosa para la pesquería ya que indica que efectivamente es posible seleccionar las tallas medias (o modales) de captura en función al tamaño de malla empleado. Esto fue ratificado para todos los tamaños de malla utilizados, lo cual demuestra a su vez que el arte de enmalle retiene un rango estrecho de tallas conforme al principio de similaridad geométrica descrito por Baranov (1969).

Mediante el registro del perímetro opercular de una muestra de peces y el perímetro de las mallas usadas en la pesquería se estimaron diversas curvas de retención. Dichas curvas logísticas dieron como resultado tallas medias (50%) de retención menores a las efectivamente capturadas en los lances de pesca comercial, lo cual sugiere que existen otras variables que también intervienen en este proceso. En particular, se destaca que el hilo de nylon monofilamento que constituye los paños tiene alta capacidad de elongación que incluso puede llegar al 30%, lo que sumado a la compresibilidad del cuerpo de merluza común (Arana, 1970) ayudaría a explicar dichas diferencias. Por lo tanto, se recomienda que este enfoque sólo se utilice como una aproximación estática, mientras que la selectividad real de las redes debe ser evaluada en terreno en las diferentes áreas de pesca de esta especie.

Respecto del objetivo específico referido a la pesca fantasma que ejecutarían enmalles perdidos, Matsuoka *et al.* (1997), Laist (1995) y Humborstad *et al.* (2003) señalan que la prevención de la pérdida de los artes de pesca es la solución fundamental para este tipo de situaciones. Estos autores señalan además que las razones por las que se pierdan los artes son principalmente por: (i) enredo del arte o sus accesorios en el fondo marino que impida virar el arte; (ii) el corte de la línea de flotación debido a la interacción con otros artes de pesca; (iii) pérdida durante su operación, (iv) dejar el arte de pesca accidental o intencionalmente en el agua y (v) condiciones ambientales adversas como fuertes corrientes o fenómenos climáticos.

En el caso de los resultados del presente estudio, los pescadores señalaron que la pérdida de redes de enmalle es un evento poco frecuente en la pesquería, dado que generalmente las embarcaciones realizan toda la operación en una salida de pesca, lo que implica que calan sus redes y no las pierden de vista hasta cuando las levantan para posteriormente dirigirse a puerto. En este sentido se corrobora que en la única zona donde se registraron respuestas positivas ante la pregunta “¿ha perdido alguna red en el último año?” se dió en la VIII Región, zona en la cual las redes son caladas por uno o dos días.

Si bien es cierto que la investigación en décadas pasadas se ha centrado en estimar la pérdida neta de los artes de pesca (e.g. Carr & Cooper, 1987), uso de materiales degradables (Carr *et al.*, 1992) e impacto sobre especies en peligro de extinción, tales como las tortugas (Carr, 1987), mamíferos y aves (Colema & Wehle, 1983), en épocas más recientes se ha estudiado la tasa de captura y la evolución de las redes de enmalle perdidas deliberadamente en aguas someras (Kaiser *et al.*, 1996; Erzini *et al.*, 1997), situación que afortunadamente no aplica en la pesquería artesanal de merluza en Chile, no por un concepto ecológico, sino más bien por un aspecto económico de cuidar los materiales y redes de pescadores que en general son de una condición socio-económica precaria. Cabe señalar que las características y dinamismo de las redes fantasma han sido poco estudiados y poco entendidos, en particular por los desafíos y dificultades técnicas que presentan este tipo de estudios.

De acuerdo a Nakashima & Matsuoka (2005), las consecuencias de pérdidas de redes de enmalle dependen de las condiciones del fondo marino y donde éstas permanecen. Es así como los resultados obtenidos en el presente estudio respecto de la declinación de la funcionalidad de captura por la pérdida de altura es relativamente concordante en los plazos con lo expuesto por Matsuoka *et al.*, 1997, aún cuando difiere sustancialmente en la causa principal de pérdida de altura en las etapas iniciales, en las que más que el fouling que se adhiere a las mallas, es el enredo de crustáceos (jaibas) que incide directamente en la pérdida de altura de la red y la funcionalidad de ésta.

En base a los resultados obtenidos en las experiencias en Laguna Verde (V Región) y al compararlos con los de Nakashima & Matsuoka (2005), se puede mencionar que existe concordancia entre ellos, ya que para estos autores la tasa de mortalidad de la pesca fantasma declina a un 5% de la eficiencia de la captura original en 142 días, para al caso de las experiencias realizadas en este estudio se logró estimar la pérdida de área funcional para las

mallas del aparejo a los 120 días de permanecer en el mar. Se repite también el concepto de cambio de los organismos capturados durante la pesca fantasma respecto de la pesca objetivo inicial del arte, aumentando la captura de otras especies demersales, especialmente de crustáceos.

Se destaca el aporte de las filmaciones submarinas realizadas en distintos períodos y la concordancia de sus resultados con la actividad de levantamiento y revisión de redes gemelas en distintas etapas, observándose claramente la disminución de altura y área funcional a medida que avanzaba el tiempo, así como también los modelos que explican la relación entre la altura y funcionalidad de las mallas versus los días de permanencia en el mar, los que presentaron un importante nivel de correlación ($R^2 = 0,98$).

Uno de los indicadores indirectos para conocer la pérdida de funcionalidad de las redes de enmalle en pesca fantasma fue la cantidad de jaibas retenidas en los distintos períodos, que al asociarlo a las observaciones submarinas de la disminución del área funcional dio cuenta de la siguiente hipótesis: “a mayor captura de peces, mayor cantidad de jaibas acuden a alimentarse de los cadáveres, incidiendo directamente en la pérdida de altura y eficiencia de captura, lo que provoca una disminución progresiva y cíclica de la cantidad de peces retenidos y presencia de jaibas en la red”, además de observarse la presencia de fouling que potencialmente también incide en la pérdida de boyantez del arte.

Respecto del objetivo planteado como adicional, se debe mencionar que este es el primer estudio de selectividad de enmalle en merluza común (*M. gayi gayi*) y pocos estudios similares han sido realizados en el género *Merluccius* a nivel mundial con red de enmalle. La captura de merluza común estuvo comprendida en un mismo rango de tallas para los tres tamaños de malla utilizados, no obstante existen diferencias en las proporciones de retención por sexo en cada malla. Los resultados muestran el predominio de machos en tallas pequeñas y de hembras en tallas mayores, lo que determinó a su vez diferencias en el proceso de captura por sexo, aunque en todos los casos la retención se produjo mayoritariamente por procesos vinculados a la selectividad de la malla (enganche, agallamiento y acuñamiento). Así, las distribuciones de frecuencia de talla muestran la existencia de un efecto selectivo de retención, aumentando la talla media de captura a medida que aumenta el tamaño de malla.

Una opción en el análisis de selectividad es usar sólo aquellos peces retenidos por agallamiento y acuñamiento (Santos *et al.*, 2003), principalmente cuando la distribución de frecuencia de los peces enredados es diferente. Sin embargo, en este caso la proporción de peces retenidos por enredo fue baja, obteniéndose buen ajuste de los modelos de selectividad al usar todos los peces capturados. Respecto a los ajustes de curvas selectivas, bajo el criterio de la menor deviance, los mejores modelos fueron distintos para sexos combinados, machos y hembras (log normal, binormal y normal location, respectivamente), sin embargo las longitudes modales por tamaño de malla no son muy distintas, con diferencias máximas de 1,5 cm TL entre modelos y sexos. En base a lo anterior, y dado que la regulación del arte es independiente del sexo, el modelo log normal (sexos combinados) resulta útil para las recomendaciones para la pesquería.

Diversos autores han estimado la selectividad de *M. merluccius* con redes de enmalle, mediante lo cual se determina que los factores de selectividad (SF) fluctúan entre 0,15 y 0,17 (Tabla 37), similar al obtenido en el presente estudio (SF=0,17). Lo anterior puede explicarse por el principio de similitud geométrica de Baranov y la semejanza en la relación del maximum girth respecto a la longitud total en ambas especies (Tabla 37), todo lo cual refuerza la consistencia de nuestros resultados.

Tabla37. Estimations of modal length and selectivity factor (SF) by gill net selectivity models for *Merluccius merluccius* and *Merluccius gayi gayi*

Author	Specie	Model	Mesh size (mm)	Modal length (cm)	SF
Santos et al. (2003)	<i>M. merluccius</i>	Bi-normal	70	40.1	0.174
			80	46.7	
			90	51.1	
Fonseca et al. (2005)	<i>M. merluccius</i>	Bi-normal	40	23.0	0.174
			60	34.6	
			70	40.3	
			80	46.1	
Sbrana et al. (2007)	<i>M. merluccius</i>	Bi-normal	53	33.0	0.159
			63	39.2	
			70	43.6	
			80	51.0	
Revill et al. (2007)	<i>M. merluccius</i>	Normal scale	80	54.0	0.148
			100	68.0	
			120	81.0	
			140	95.0	
			160	108.0	
Present work	<i>M. gayi gayi</i>	Log normal	52	30.9	0.169
			68	40.2	
			76	45.2	

Tabla 38. Maximum girth (Gmax)–total length (TL) relationships parameters for *Merluccius merluccius* and *Merluccius gayi gayi*

Author	Especie	a	b	r ²	Range (cm)
Arana (1970)	<i>M. gayi gayi</i>	0.014	0.436	?	20 - 45
Fernández and Cárdenas (1985)	<i>M. merluccius</i>	-0.710	0.430	?	?
Campos and Fonseca (2003)	<i>M. merluccius</i>	-0.732	0.455	0.94	16 - 75
Mendes et al. (2006)	<i>M. merluccius</i>	-0.484	0.434	0.91	17 - 68
Santos et al. (2006)	<i>M. merluccius</i>	-1.187	0.463	0.84	16 - 68
Sbrana et al. (2007)	<i>M. merluccius</i>	-1.996	0.507	0.93	20 - 91
Present work	<i>M. gayi gayi</i>	-0.503	0.455	0.83	25 - 45

En términos de aplicación futura para la pesquería, es necesario destacar que la malla más pequeña (2" o 5,2 cm) capturó una alta proporción de juveniles (61%) (según TMS_{50%} de 34 cm LT, (Lillo *et al.*, 2009)) y la longitud modal estimada (30,9 cm TL) se encuentra por debajo de de dicha talla de referencia. Por su parte, la malla de 2 5/8" (6,8 cm) respecto de la malla 2" (5,2 cm), si bien redujo la captura de ejemplares en 31% y la captura de juveniles al 18%, sólo redujo de la captura en peso un 8%. Cabe indicar que los porcentajes de juveniles de la especie objetivo varían entre 81% y 39% en número de la captura total si se considera un TMS_{50%} de 37 cm LT (Alarcón y Arancibia, 1993) (Tabla 39 y 40).

Tabla 39. Capturas de merluza común (MC) en número y peso, según tamaño de malla, y reducción de sus capturas en número y peso respecto de la captura de referencia (con tamaño de malla de 2")

Tamaño de malla		Captura de MC		Reduccion captura de MC	
Nominal (plg)	Real (cm)	Numero	Peso	Numero	Peso
2	5,2	1028	263,7	-	-
2 5/8	6,8	707	242,2	31%	8%
3	7,6	547	204,3	47%	23%

Tabla 40. Capturas de juveniles de merluza común (MC), según tamaño de malla, considerando dos tallas de primera madurez sexual promedio, 34 cm LT (Lillo *et al.*, 2009) y 37 cm LT (Alarcón y Arancibia, 1993).

Tamaño de malla		Juveniles de MC (34 cm TMS)		Juveniles de MC (37 cm TMS)	
Nominal (plg)	Real (cm)	Numero	Porcentaje	Numero	Porcentaje
2	5,2	623	61%	833	81%
2 5/8	6,8	125	18%	365	52%
3	7,6	93	17%	211	39%

CONCLUSIONES

- Durante el periodo de estudio se registró en 34 caletas a 772 naves en condiciones operativas (55,4% del total de embarcaciones de las caletas), de las cuales un 27,5% del total (383 naves) se orienta a la pesca de merluza común.
- Las caletas de Maguillines, Duao (Región del Maule), Portales y San Antonio (Región de Valparaíso) presentaron el mayor número de naves que se dedica principalmente a la captura de merluza común, con 42, 40, 41 y 45, respectivamente.
- El aparejo de pesca empleado por la mayor parte de la flota artesanal para la captura de merluza común es la red de enmalle, observándose sólo el empleo ocasional de espinel en Caleta Portales y San Antonio (Región de Valparaíso).
- El uso de espineles está supeditada, de acuerdo a la opinión de los propios usuarios, a una alta abundancia relativa de la especie objetivo que equipare volúmenes de captura, calidad de la pesca, costos de operación y precios de venta.
- Se determinó que el número de paños o cuerpos promedio utilizados para la captura de merluza común por red (conocidas también como “trancas”) fue de 24, sin embargo varía entre caletas fluctuando entre un mínimo de 3 observado en una embarcación de caleta El Membrillo y un máximo de 70 encontrado en Bucalemu.
- Las redes monitoreadas en embarcaciones particulares presentaron longitudes que variaron entre 158 m (El Membrillo) y 3960 m (Bucalemu).
- Los tamaños de malla utilizados por la redes de enmalle merluceras presentan un aumento latitudinal (hacia el sur), pasando de un valor promedio de 6,17 cm en la Región de Valparaíso a 7,76 cm en la Región del Bío-Bío.
- En las caletas Portales y el Membrillo (Región de Valparaíso) se registraron los menores valores de tamaños de malla observados (2” de tamaño de malla nominal, o 5,07 y 5,1 cm de tamaño de malla real, respectivamente),

- En las caletas Quidico, Lo Rojas y Tumbes se concentraron los mayores tamaños de malla registrados (8,40 y 8,64 cm). Cabe indicar que en caleta Tirúa se registró el mayor valor para esta variable (11,9 cm), pero no se consideró como una tendencia ya que estuvo presente en sólo una red de pesca (out layer).
- Se obtuvieron las curvas de retención de merluza común debido al uso de diversos tamaños de malla, mediante lo cual se determinó que existe una relación directa entre este variable y la talla media de captura.
- Se estimó el factor de selectividad (SF) a partir de las capturas en pesca comercial, siendo su valor medio 0,185. A partir de este valor, es posible estimar de manera referencial que la talla media de captura esperada de merluza común equivale a 5,4 veces el tamaño de malla utilizado.
- Las redes actualmente utilizadas por la flota artesanal entre la V y VIII Regiones basan su principio de captura en el agallamiento. Tanto la proporción de peces enganchados, agallados y acuñados dependen del tamaño de malla utilizado en las redes. La fracción de peces capturados por enredo es, de manera global, inferior al 20% del total capturado.
- Las especies que componen la fauna acompañante de las capturas de merluza común con enmalle corresponden en su mayoría a especies bentodemersales.
- Globalmente la fauna acompañante fue un 4,5% en peso y 10,8% en número, lo que se explica en parte por la presencia de pequeños crustáceos (*P. monodon*).
- Las principales especies en orden de importancia que componen la fauna acompañante en peso son corvinilla, langostino colorado, jaiba limón y jibia.
- Las principales especies en orden de importancia que componen la fauna acompañante en número fueron langostino colorado, jaiba limón y langostino amarillo.
- Si se considera el índice de ocurrencia (So%) para el total de la zona, la mayoría de las especies clasificó su aparición como “rara”, 3 especies como “poco común” (jaiba paco, L. colorado y lenguado) y sólo una como “común” (jaiba limón), existiendo diferencias para estos valores entre las regiones y zonas estudiadas.

- El principio de captura mayoritariamente observado en los lances con redes de enmalle monitoreados fue por “enganche”, seguido por “agallamiento” y “acuñamiento”, siendo una proporción menor los individuos enredados.
- Existe una estrecha relación entre el tamaño de malla y las tallas de los ejemplares de merluza común que son capturados (selectividad), así como en la forma en que éstos son retenidos por la red (proceso de captura).
- Se estimaron las curvas de retención que explican de buena manera la selectividad de los aparejos estudiados, pero dado el carácter exploratorio de la investigación su validez es sólo para la zona y período de estudio señalado.
- La pérdida de aparejos de enmalle (pesca fantasma) es un evento muy poco frecuente, y de acuerdo a las respuestas obtenidas está asociado a la condición de mal tiempo en pescadores que dejan calados sus enmalles por 1 o 2 días.
- En términos de las causales de recambio o reparaciones del aparejo se señala como la principal causa el ataque de lobos y la captura de jibias.
- El tiempo estimado para la pérdida total de área funcional de las redes de enmalle “abandonadas” se estimó en 120 días aproximadamente (Laguna Verde, V Región).
- La pérdida de área funcional está estrechamente relacionada con la cantidad de jaibas presente en el aparejo y el número de éstas a su vez con la cantidad de captura o “alimento” disponible en el enmalle que las atrae.
- Se postula para la descripción del proceso de pérdida de área funcional de enmalles que “a mayor captura de peces, mayor cantidad de jaibas acuden a alimentarse de los cadáveres, incidiendo directamente en la pérdida de altura y eficiencia de captura de ésta, lo que provoca una disminución progresiva y cíclica de la cantidad de peces y jaibas retenidas en el tiempo”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, R., Arancibia, H., 1993.** Talla de primera madurez sexual y fecundidad parcial en la merluza común, *Merluccius gayi gayi* (Guichenot, 1848). *Cienc. Tec. Mar.* 16, 33-45.
- Alvarez, J.A., R. Wahrlich. 2005.** A bycatch assessment of the gillnet monkfish *Lophius gastrophysus* fishery off southern Brazil. *Fish. Res.* 72, 81–95.
- Alverson, D.L., Freeberg, M.G., Murawsky, S.A., Pope, J.G. 1994.** A global assessment of fisheries bycatch and discards. *FAO Fisheries Technical Paper* 330.
- Arana, P., 1970.** Estudio sobre la selectividad de la merluza (*Merluccius gayi gayi*, G.) por las mallas de los artes de arrastre, en la zona de Valparaíso. *Invest. Mar. (Valparaíso)* 1(1), 1-39.
- Ayaz, A., Acarli, D., Altinagac, U., Ozekinci, U., Kara, A., Ozena, O. (2006).** Ghost fishing by monofilament and multifilament gillnets in Izmir Bay, Turkey. *Fisheries Research*, 79: 267-271.
- Baranov, F.I., 1969.** Selected Works on Fishing Gear, Keter, Jerusalem. 1976, 631 pp.
- Breen, P.A., 1990.** A review of ghost fishing by traps and gillnets. In: Shomura, R.S., Godfrey, M.L. (Eds.), *Proceedings of the Second International Conference on Marine Debris*, 2–7 April, 1989, Honolulu, Hawaii. US Department of Commerce, NOAA Tech. Memo NMFS, NOAA-TM-NMFS-SWFSC-154, pp. 571–599.
- Campos, A., Fonseca, P., 2003.** Selectivity of diamond and square mesh cod ends for horse mackerel (*Trachurus trachurus*). European hake (*Merluccius merluccius*) and axillary seabream (*Pagellus acarne*) in the shallow groundfish assemblage off the south-west coast of Portugal. *Sci. Mar.* 67 (2), 249-260.
- Carr, H.A. 1987.** Impact on non-degradable marine debris on the ecology and survival outlook of sea turtles. *Mar. Pollut. Bull.* 18 (6B), 352–356.
- Carr, H.A. & R.A. Cooper. 1987.** Manned submersible and ROV assessment of ghost gillnets in the Gulf of Maine. In: *Proceedings of the Oceans'87, The Ocean—An International Workplace*, vol. 2, Halifax, NS, pp. 622– 624.
- Carr, H.A., Amaral, E.A., Hulbert, A.W., Cooper, R., 1985.** Underwater survey of simulated lost demersal and lost commercial gill nets off New England. In: Shomura, R.S., Yoshida, H.O. (Eds.), *Proceedings of the Workshop on the Fate and Impact of Marine Debris*. US Department of Commerce, Honolulu, Hawaii, NOAA-TM-NMFS-SWFC-54, pp. 438–447.
- Carr, H.A., Blott, A.J. & P.G. Caruso. 1992.** A study of ghost gillnets in the inshore waters of southern New England. In: *Proceedings of the MTS'92: Global Ocean Partnership*. Marine Technology Society, Washington, DC, pp. 361–367.
- Colema, F.C. & D.H.S. Wehle. 1983.** Caught by accident. The fishermen's unwanted harvest. *Oceans* 4, 65–69.

- Conover, J. 1999.** Practical non parametric statistics. 3rd Edition, Wiley, John and Sons.
- Erzini, K., Monteiro, C., Ribeiro, J., Santos, M.N., Gaspar, M., Monteiro, P., Borges, T.C. 1997.** An experimental study of gill and trammel net 'ghost fishing' off the Algarve (southern Portugal). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 158, 257–265.
- Efron, B. & R. Tibshirani. 1986.** Bootstrap methods for standard errors, confidence intervals, and other measures of statistical accuracy. *Statistical Science*, 2(1): 54-77.
- Fernández, A., Cárdenas, E., 1985.** Relaciones entre la longitud total, el contorno y la selectividad de la merluza (*Merluccius merluccius* L.) del Cantábrico y Galicia. *Bol. Inst. Esp. Oceanog.* 2, 69-75.
- Fonseca, P., Martins, R., Campos, A., Sobral, P., 2005.** Gill-net selectivity off the Portuguese western coast. *Fish. Res.* 73 (3), 323-339.
- Fowler, J. & L. Cohen. 1990.** Practical Statistics for Field Biology. Open University Press, Philadelphia.
- Hickford, M.J.H. & Schiel, D.R. 1996.** Gillnetting in southern New Zealand: duration effects of sets and entanglement modes of fish. *Fish. Bull.* 94:669–677.
- Holst, R., N. Madsen, T. Moth-Poulsen, P. Fonseca & A. Campos. 1996.** Manual for gillnet selectivity, ConStat, Denmark, 43 pp.
- Holst, R., D. Wileman & N. Madsen. 2002.** The effect of twine thickness on the size selectivity and fishing power of Baltic cod gill nets. *Fish. Res.* 56: 303-312.
- Hovgård, H. & H. Lassen. 2000.** Manual on estimation of selectivity for gillnet and longline gears in abundance surveys. *FAO Fisheries Technical Paper.* No. 397. Rome, FAO. 84 pp.
- Hovgård, H., Lassen, H., Madsen, N., Poulsen, T.M. & Wileman, D. 1999.** Gillnet selectivity for North Sea cod (*Gadus morhua*): Model ambiguity and data quality are related. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 56: 1307–1316
- Humborstad O.-B., Lokkeborg S., Hareide N.-R. & Furevik D.M. 2003.** Catches of Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) in deepwater ghost-fishing gillnets on the Norwegian continental slope. *Fish. Res.*, 64: 163-170.
- ICES. 2004.** Mesh size measurement revisited. *ICES Cooperative Research Report* No 266. 56 pp.
- Kaiser, M.J., Bullimore, B., Newman, P., Lock, K., Gilbert, S. 1996.** Catches in 'ghost fishing' set nets. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 145, 11–16.
- Kong, I & 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.
- Kurkilahti, M., Appelberg, M., Hesthagen, T., & M. Rask. 2002.** Effects of fish shape on gillnet selectivity: a study with Fulton's condition factor. *Fish. Res.* 54, 153–170.

- Laist, D.W. 1995.** Marine debris entanglement and ghost fishing: a cryptic and significant type of bycatch. In: Proceedings of the Solving Bycatch Workshop, September 25–27, 1995, Seattle, Washington, pp. 33–40.
- Lamilla, J. 2003.** Clave taxonómica para el reconocimiento de especies de rayas chilenas (Chondrichthyes, Batoidei). *Invest. Mar.*, 31(2): 3-16.
- Lillo, S., R. Bahamondes, J. Olivares, J. Saavedra, E. Molina, E. Díaz, M. Braun, S. Nuñez, E. Navarro, S. Vásquez, A. Sepúlveda, R. Alarcón . & A. Saavedra. 2009.** Evaluación hidroacústica de merluza común, año 2007. Informe final proyecto FIP 2007-16.
- Madsen, N. 2007.** Selectivity of fishing gears used in the Baltic Sea cod fishery. *Rev. Fish. Biol. Fisheries*, 17: 517-544.
- Madsen, N., R. Holst., D. Wileman & T. Moth-Poulsen. 1999.** Size selectivity of sole gill nets fished in the North Sea. *Fish. Res.*, 44: 59-73.
- Manly, B. 1997.** Randomization, bootstrap and montecarlo methods in biology. Chapman & Hall. Second edition. Great Britain, 398 pp.
- Matsuoka T., Osako T. & Miyagi M. 1997.** Underwater observation and assessment on ghost fishing by lost fish-traps. In: Zhou Y, Zhou H, Yao C, Lu Y, Hu F, Chui H, Din F (eds). Fourth Asian Fish. Forum. Asian Fisheries Society, Beijing: 179–183.
- Matsuoka T., T. Nakashima & N.A. Nagasawa. 2005.** A review of ghost fishing: scientific approaches to evaluation and solutions. *Fish. Sci.* 71(4): 691-702.
- Matsushita, Y., N. Honda, K. Fujita & T. Watanabe. 2004.** Time series changes in gillnets abandoned at shallow water. *Bull. Fish. Res. Agen.*, 10: 15–17.
- McCombie, A.M. & F.E.J. Fry. 1960.** Selectivity of gill nets for lake whitefish, *Coregonus clupeaformis*. *Trans. Am. Fisheries Soc.*, 89(2):176-184.
- Meléndez, R. & D. Meneses. 1989.** Tiburones del talud continental recolectados entre Arica (18°19'S) e Isla Mocha (38°30'S), Chile. *Invest. Mar.*, 17: 3-73.
- Mendes, B., P. Fonseca & A. Campos. 2006.** Relationships between opercula girth, maximum girth and total length of fish species caught in gillnet and trammel net selectivity surveys off the Portuguese coast. *J. Appl. Ichthyol.* 22 (2006), 209–213.
- Methven, D.A. & Schneider, D.C. 1998.** Gear-independent patterns of variation in catch of juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua*) in coastal habitats. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 55: 1430-1442.
- Millar, R.B., 1992.** Estimating the size-selectivity of fishing gear by conditioning on the total catch. *J. Am. Stat. Assoc.* 87, 962-968.
- Millar, R., Fryer, R.J., 1999.** Estimating the size-selection curves of towed gears, traps, nets and hooks, *Rev. Fish Biol. Fish.* 9, 98-116.

- Nakashima T, Matsuoka T. 2004.** Ghost fishing ability decreasing over time for lost bottom-gillnet and estimation of total number of mortality. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 70:728–737.
- Nakashima T, Matsuoka T. 2005.** Ghost fishing mortality and fish aggregation by lost bottom-gillnet tangled around fish aggregation device. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 71: 178–187.
- Nédélec, C. & J. Prado (eds.). 1987.** *FAO Catalogue of Small Scale Fishing Gear*. Blackwell Science Ltd., Oxford. 224 pp.
- Ojeda, P. & 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.
- Pequeño, G. 1997.** Peces de Chile. Lista sistemática revisada y comentada. *Rev. Biol. Mar., Valparaíso*, 24: 1-132.
- Pequeño, G & E. D'Ottone. 1987.** Diferenciación taxonómica de los lenguados comunes de Valdivia, Chile (Osteichthyes, Bothidae). *Revista de Biología marina, Valparaíso*, 23(1): 107-137 pp.
- Pope, J.A., Margetts, A.R., Hamley, J.M., Akyüz, E.F., 1975.** Manual of methods for fish stock assessment. Part 3. Selectivity of fishing gear. *FAO Fish. Tech. Pap.* 41, 46 pp.
- R Development Core Team, 2004.** R: a language and environment for statistical computing. R foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-00-3, <http://www.R-project.org>.
- Retamal, M.A. 1981.** Catálogo ilustrado de los crustáceos decápodos de Chile. *Gayana (zool.)*, 44: 1-110.
- Retamal, M.A. 1994.** Los Decápodos de Chile. Universidad de Concepción, Dirección de Docencia, 256 pp.
- Revill, A., Cotter, J., Armstrong, M., Ashworth, J., Forster, R., Caslake, G., Holst, R., 2007.** The selectivity of the gill-nets used to target hake (*Merluccius merluccius*) in the Cornish and Irish offshore fisheries. *Fish. Res.* 85 (1-2), 142-147.
- Robotham, H. & J. Castillo. 1987.** Método bootstrap una alternativa para estimar intervalos de confianza de recursos prospectados por medio de técnicas hidroacústicas. *Invest. Pesq. (Chile)*, 34: 79-83.
- Santos M.N., Erzini K., Gaspar M.B., Monteiro C.C., Sá R., Bentes L., Gonçalves J.M.S., Lino P.G., Ribeiro J. 2001.** Comparison of long-line and monofilament gill net selectivity for hake (*Merluccius merluccius*) in the Algarve (Southern Portugal). *NAFO Scientific Council Documents*, NAFO SCR Doc. 01/96, Serial nº N4484: 7 p.
- Santos, M., M. Gaspar, C. Monteiro & P. Vasconcelos. 2002.** Gill net and long-line comparisons in a hake fishery: the case of southern Portugal. *Sci. Mar.*, 66(4): 433-441.

- Santos, M., M. Gaspar, C. Monteiro & K. Erzini. 2003a.** Gill net selectivity for European hake *Merluccius merluccius* from southern Portugal: implications for fishery management. *Fish. Sci.*, 69: 873-882.
- Santos, M., H. Saldanha, M.B. Gaspar & C.C. Monteiro. 2003b.** Causes and rates of net loss off the Algarve (southern Portugal). *Fish. Res.*, 64: 115-118.
- Santos, M., H. Saldanha, M.B. Gaspar & C.C. Monteiro. 2003c.** Hake ghost fishing by gill nets off the Algarve (southern Portugal). *Fish. Res.*, 64: 119-128.
- Santos, M.N., Canas, A., Lino, P.G., Monteiro, C.C., 2006.** Length-girth relationships for 30 marine fish species. *Fish. Res.* 78 (2-3), 368-373.
- Sbrana, M., Belcari, P., De Ranieri, S., Sartor, P., Viva, C., 2007.** Comparison of the catches of European hake (*Merluccius merluccius*, L. 1758) taken with experimental gillnets of different mesh sizes in the northern Tyrrhenian Sea (western Mediterranean). *Sci. Mar.* 71 (1), 47-56.
- Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca). 2009.** Sistema de consultas al registro pesquero artesanal. <https://webmail.sernapesca.cl/sistemas/consrpa/menu.asp>. Revisado: 09 de julio de 2009.
- Siegel, S. & N.J. Castellan. 1988.** Non-Parametric Statistics for the Behavioural Sciences. Statistics Series, 2nd Edition, McGraw-Hill, New York.
- Smolowitz, R.J. 1978.** Trap design and ghost fishing: an overview. *Mar. Fish. Rev.*, 40: 2-8.
- Sparre, P. y S.C. Venema. 1997.** Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. FAO Documento Técnico de Pesca. Nº. 306.1 Rev. 2: 420 pp.
- Valdés, D., 2009.** Caracterización de los artes de pesca artesanal utilizados en las caletas Portales y El Membrillo para la extracción de merluza común. Proyecto para optar al título de Ingeniero Pesquero. En revisión.
- Valenzuela, G. 2009.** Caracterización de las capturas artesanales de merluza común en Valparaíso, en el período de veda biológica 2008. Proyecto para optar al título de Ingeniero Pesquero. En revisión.

ANEXO I

Taller de resultados

Taller técnico de resultados proyecto enmalle

El viernes 8 de abril de 2011, en dependencias de la Escuela de Ciencias del Mar (PUCV) se llevó a cabo el taller técnico de de resultados del proyecto FIP 2009-23. A dicha actividad concurren un total de 17 personas, destacando personas ligadas a la administración pesquera (SUBPESCA), investigación (IFOP, SHOA-CONA) y representantes de organizaciones de pesca industrial (SONAPESCA) y artesanal.(CONAPACH).



Lista de Asistencia



Taller de Presentación de Resultados Proyecto FIP 2009-23

"Caracterización de las redes de enmalle en la pesquería artesanal de merluza común"

Orden	Nombre	Institución	Firma
1	Sergio Lillo Vega	IFOP	[Firma]
2	Petrucio Galvez G	IFOP	[Firma]
3	Michael Dapremont M	Fip	[Firma]
4	FRANCISCO FERNANDEZ U	SONAPESCA	[Firma]
5	Jorge Saterler G.	IFOP	[Firma]
6	Jorge Follis A.	Subpesca	[Firma]
7	Narciso Alacma C.	SUBPESCA	[Firma]
8	Hector Brizuela M	SONAPESCA	[Firma]
9	[Firma]	CONAPACH	[Firma]
10	Ludwig Ziller A.	SUBPESCA	[Firma]
11	Daniela Rojas R.	Subpesca.	[Firma]
12	Felipe Thomas A.	CONAPACH	[Firma]
13	GONZALO OLEA S.	CONAPACH	[Firma]
14	Petrucio Alvarez B.	SHOA / CONA.	[Firma]
15	ERILIO BOASSI R	SHOA / CONA	[Firma]
16	DARIO RIVAS A.	SUBPESCA	[Firma]
17	Hernán Ramírez Pizarra	CONAPACH.	[Firma]
18			
19			
20			

Las exposiciones estuvieron a cargo de los Sres. José Merino, Mauricio Ahumada y Erick Gaete, quienes expusieron tópicos relativos al levantamiento de datos en terreno y caracterización de enmalles; estructura de tallas, principio de captura y una experiencia exploratoria de selectividad; además de fauna acompañante con red de enmalle y una experiencia exploratoria de evaluación de pesca fantasma.

Así, el Sr. Merino expuso cual fue el esquema de trabajo utilizado para levantar la información en terreno, en términos de cobertura y períodos de trabajo. Por otro lado, describió los artes de pesca de enmalle utilizados por la pesca artesanal, destacando elementos de su construcción, como el uso de PA monofilamento entre 0,3 y 0,7 mm de diámetro, tamaños de malla nominales entre 2" y 4", el empleo de cabos PP de 0,5 y 1 cm de diámetro en las relingas de flotación y la utilización mayoritaria de trozos flotadores de EVA de redes de cerco en el sistema de flotación.

El Sr. Ahumada en tanto, describió las estructuras de talla de la captura, por caleta y tamaño de malla utilizada, destacando los incrementos de talla promedio y malla hacia el sur, y la diferencia significativa en las estructuras de tallas al emplear tamaños de malla diferentes en una misma caleta. Igualmente, resaltó que la mayor proporción de los peces retenidos correspondió a ejemplares enmallados y una experiencia de selectividad llevada a cabo en aguas de la Región de Valparaíso con una misma red dotada de tres tamaños de malla diferentes.

El Sr. Gaete finalizó las exposiciones dando a conocer los resultados del análisis de fauna acompañante (FA) mediante enmalle. Resaltó que globalmente la FA estuvo comuesta por 28 especies, representando un 4,6% en peso del total de la captura, y que la principal especie en términos de frecuencia de ocurrencia correspondió a la jaiba limón (*Cancer porteri*), presente en el 50,5% de los lances. Igualmente, explicó los resultados de un experimento destinado a evaluar la pesca fantasma realizada por paños de enmalle calados durante lapsos variables utilizando filmaciones submarinas. En este caso, los resultados indicaron que los paños perdían por completo su superficie de captura aproximadamente a los 120 días, por efecto de la pérdida de flotabilidad y la presencia de FA (jaibas).

Entre los comentarios y sugerencias realizadas por los asistentes, y que fueron incorporadas al Informe Final, destacaron: La necesidad de desglosar la información de las características de las redes conforme a la flota (lanchas, botes), indicando factores como el equipamiento abordo (viradores) e incorporar un desglose de la Fauna acompañante por Región administrativa.

Por otro lado, se comentó sobre el mayor o menor impacto de naves que ingresan a la pesca de la especie objetivo sólo durante el período de veda, en términos de configuración de aparejos de pesca, además de que un análisis más acabado de fauna acompañante incluyera descriptores por batimetría.

Finalmente, se comentó la necesidad de realizar un proyecto específico de selectividad de redes de enmalle, considerando un rango mayor de tamaños de malla y el efecto zona y período en la estructura de tallas del stock, así como la necesidad de evaluar a futuro el impacto de la mejora selectiva en los ingresos del pescador, incorporando las diferentes modalidades de comercialización de la especie objetivo por zona.



Taller técnico de resultados proyecto FIP 2099-23.

ANEXO II

Características de embarcaciones
y dimensiones de aparejos medidos en terreno.

		Virador		Total general
		NO	SI	
Bote	Total bote	29	94	123
	Casco de fibra	28	94	122
	Casco de madera	1	-	1
Lancha	Total lancha	-	22	22
	Casco de madera	-	22	22
	Total general	29	116	145

		Numero	Potencia (HP)		
			Mín	Promedio	Max
Bote	Total bote	123	40.0	84.8	200.0
	Motor centrado	1	75.0	75.0	75.0
	Motor fuera de borda	122	40.0	84.9	200.0
Lancha	Total lancha	22	140.0	218.9	320.0
	Motor centrado	22	140.0	218.9	320.0
	Total general	145	40.0	105.1	320.0

		Virador	
		NO	SI
Nº cuerpos min		3	4
Nº cuerpos prom		15	26
Nº cuerpos max		55	70
Long. tranca min (m)		158	203
Long. tranca prom (m)		836	1370
Long. tranca max (m)		3190	3920

		Long. cuerpos de la red (m)			Número de cuerpos de la red			Longitud tranca (m)		
		Maximo	Promedio	Minimo	Maximo	Promedio	Minimo	Maximo	Promedio	Minimo
Bote Eslora (m)	Total bote	100	52	26	70	24	3	3920	1256	158
	7.6	50	50	50	23	23	23	1150	1150	1150
	7.8	60	51	42	55	20	3	3190	1017	158
	8.2	65	52	26	70	26	8	3920	1380	420
	8.9	100	100	100	10	10	10	1000	1000	1000
	9.2	47	47	47	24	22	20	1123	1030	936
	9.37	53	50	44	25	25	25	1313	1258	1094
Lancha Eslora (m)	Total lancha	76	61	50	27	22	12	1836	1303	756
	11.8	63	63	63	24	24	24	1512	1512	1512
	11.9	76	63	50	24	24	23	1824	1487	1150
	12	68	58	50	27	25	24	1836	1461	1200
	12.9	63	63	63	24	24	24	1512	1512	1512
	13.1	53	53	53	20	20	20	1050	1050	1050
	13.5	67	59	50	23	19	16	1150	1106	1064
	13.8	61	61	61	18	18	18	1103	1103	1103
	14.1	63	63	63	12	12	12	756	756	756
	14.5	63	63	63	15	15	15	945	945	945
	15	67	61	50	25	19	16	1250	1148	1064
	15.1	67	67	67	24	24	24	1596	1596	1596
	15.9	63	63	63	27	27	27	1701	1701	1701
Total general		100	53	26	70	24	3	3920	1264	158

		Longitud tranca (m)			Tamaño malla nominal (plg)		
		Maximo	Promedio	Minimo	Maximo	Promedio	Minimo
Bote Eslora (m)	Total bote	3920	1256	158	4	3	2
	7.6	1150	1150	1150	3	3	3
	7.8	3190	1017	158	3	2	2
	8.2	3920	1380	420	3	3	2
	8.9	1000	1000	1000	4	4	4
	9.2	1123	1030	936	3	3	3
	9.37	1313	1258	1094	3	3	3
Lancha Eslora (m)	Total lancha	1836	1303	756	3	3	3
	11.8	1512	1512	1512	3	3	3
	11.9	1824	1487	1150	3	3	3
	12	1836	1461	1200	3	3	3
	12.9	1512	1512	1512	3	3	3
	13.1	1050	1050	1050	3	3	3
	13.5	1150	1106	1064	3	3	3
	13.8	1103	1103	1103	3	3	3
	14.1	756	756	756	3	3	3
	14.5	945	945	945	3	3	3
	15	1250	1148	1064	3	3	3
	15.1	1596	1596	1596	3	3	3
	15.9	1701	1701	1701	3	3	3
Total general		3920	1264	158	4	3	2

ANEXO III

Personal Participante por actividad (Horas)

ANEXO IV

Fechas y lugares de muestreo de las diferentes visitas a caletas del país

Caleta	Fecha
Duao	07/01/10
Duao	07/01/10
Duao	08/01/10
Duao	09/01/10
Duao	09/01/10
Duao	11/01/10
Duao	12/01/10
Duao	12/01/10
Duao	21/01/10
Duao	21/01/10
Maguillines	03/02/10
Maguillines	03/02/10
Maguillines	04/02/10
Maguillines	04/02/10
Maguillines	04/02/10
Maguillines	05/02/10
Maguillines	05/02/10
Maguillines	05/02/10
Curanipe	16/02/10
Curanipe	16/02/10
Curanipe	17/02/10
Curanipe	17/02/10
Curanipe	18/02/10
Curanipe	18/02/10
Cocholgue	24/02/10
Cocholgue	24/02/10
Cocholgue	26/02/10
Cocholgue	26/02/10
Cocholgue	25/02/10
Cocholgue	23/02/10
Cocholgue	23/02/10
Cocholgue	24/02/10
Cocholgue	24/02/10
Cocholgue	25/02/10
Cocholgue	25/02/10
El Membrillo	27/03/10
El Membrillo	27/03/10
El Membrillo	27/03/10
El Membrillo	30/03/10

Caleta	Fecha
El Membrillo	30/03/10
El Membrillo	30/03/10
El Membrillo	13/04/10
El Membrillo	16/04/10
El Membrillo	16/04/10
El Membrillo	20/04/10
El Membrillo	20/04/10
El Membrillo	22/04/10
El Membrillo	22/04/10
Portales	23/04/10
Portales	23/04/10
Tirua	01/09/10
Tirua	02/09/10
Quidico	02/09/10
Quidico	03/09/10
Tubul	03/09/10
Tubul	06/09/10
Laraquete	31/08/10
Laraquete	01/09/10
Tumbes	03/09/10
Tumbes	03/09/10
Tumbes	07/09/10
Tumbes	07/09/10
Tumbes	08/09/10
Tumbes	08/09/10
Lo Rojas	02/09/10
Lo Rojas	03/09/10
Lo Rojas	31/08/10
Lo Rojas	07/09/10
Lo Rojas	07/09/10
Lo Rojas	08/09/10
Coliumo	02/09/10
Coliumo	03/09/10
Coliumo	03/09/10
Cocholgue	07/09/10
Cocholgue	07/09/10

Caleta	Fecha
Cocholgue	07/09/10
Cocholgue	07/09/10
Cocholgue	08/09/10
Cocholgue	08/09/10
Bucalemu	06/09/10
Bucalemu	07/09/10
Bucalemu	07/09/10
Bucalemu	08/09/10
Bucalemu	08/09/10
Bucalemu	09/09/10
Bucalemu	10/09/10
Bucalemu	10/09/10
San Antonio	13/09/10
San Antonio	14/09/10
San Antonio	15/09/10

ANEXO V

Cartas de Solicitud y Aprobación por parte del FIP para reprogramar el “Taller de presentación de Resultados”



PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATOLICA
DE VALPARAISO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS DEL MAR

ECM N° 04/2011
VALPARAISO, 19 de enero de 2011

Señor
Maximiliano Alarma Carrasco.
Secretario Ejecutivo (S)
Consejo de Investigación Pesquera
Subsecretaría de Pesca
PRESENTE

REF.: Postergación de Actividad Taller de
Presentación Resultados FIP N° 2009-23

De mi consideración:

De acuerdo a las actividades contempladas en el proyecto FIP 2009-23 "Caracterización de las redes de enmalle en la pesquería artesanal de merluza común", me dirijo a Ud. para solicitar su autorización para postergar la realización del "Taller de Presentación de Resultados" para el viernes 25 de marzo de 2011 y que los resultados de esta actividad sean incluidos en el Informe Final del Proyecto. Lo anterior radica en que la Universidad suspende sus actividades en el mes de febrero y también en que la mayoría de los potenciales asistentes se encontrarán de vacaciones en este período estival.

Por lo anteriormente mencionado, es que solicito a Ud. vuestra autorización para reprogramar esta actividad y que esta situación sea considerada en la evaluación respectiva del Pre-Informe Final del proyecto y no represente una causal de reprobación del mencionado informe.

Sin otro particular, se despide atentamente,

Erick Gaete Alfaro
Jefe de Proyecto alterno
TECPES-PUCV

SUBSECRETARIA DE PESCA FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA	
N° INGRESO	_____
FECHA	21 ENE 2011

pucv.cl

Av. Brasil 2950, Valparaíso-Chile
Tel: (56-32) 227 3000
Fax: (56-32) 221 2746
Casilla: 4059



REPÚBLICA DE CHILE
Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción
SUBSECRETARÍA DE PESCA
FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

Valparaíso, 24 de enero del 2011

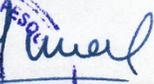
Carta FIP Nº 56

Señor
Erick Gaete
Jefe de Proyecto Alterno
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
VALPARAISO

De mi consideración:

En relación a lo solicitado en su carta del 19/01/11, comunico a Ud. que se autoriza postergar la realización del Taller de presentación de resultados del proyecto FIP 2009-31: "Caracterización de las redes de enmalle en la pesquería artesanal de merluza común", para el día 25 de marzo del 2011.

Saluda atentamente a Ud.,


MAXIMILIANO ALARMA CARRASCO
Secretario Ejecutivo (S)
Consejo de Investigación Pesquera

Bellavista 168
Piso 21, Of. 2103
Valparaíso

Fono:
(32) 2502842

Fax:
(32) 2502840

fip@subpesca.cl
www.fip.cl




MZB/mzb

ANEXO VI

Registro de estado de la red enmalle en los diferentes
períodos en que fue revisada

<p>Actividad N° 0</p> <p>Calado</p> <p>0 días de Reposo</p>			
<p>Actividad N° 1</p> <p>Revisión</p> <p>13 días de Reposo</p>			
<p>Actividad N° 2</p> <p>Revisión</p> <p>42 días de Reposo</p>			
<p>Actividad N° 3</p> <p>Revisión</p> <p>52 días de Reposo</p>			

<p>Actividad Nº 4</p> <p>Revisión</p> <p>63 días de Reposo</p>			
<p>Actividad Nº 5</p> <p>Revisión</p> <p>106 días de Reposo</p>			
			

ANEXO VII

Borrador de manuscrito para ser publicado

“Estimación de la selectividad de redes de enmalle para merluza común (*Merluccius gayi gayi*) en Chile central”

Título

Estimación de la selectividad de redes de enmalle para merluza común (*Merluccius gayi gayi*) en Chile central

Authors and their affiliations

Dante Queirolo^{a,1,*}, Erick Gaete^a, Carlos F. Hurtado^a, Mauricio Ahumada^a, José Merino, Karim Erzini^b

^aEscuela de Ciencias del Mar, Facultad de Recursos Naturales, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile

^bCentro de Ciências do Mar (CCMAR), Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente, Universidade do Algarve, 8005-139, Faro, Portugal

*Corresponding author

Tel.: +34 956016290

Fax: +34 956016747

E-mail address: dante.queirolo@ucv.cl (D. Queirolo)

¹Present address

Centro Andaluz de Ciencia y Tecnología Marina (CACYTMAR), Universidad de Cádiz, Campus Río San Pedro, 11510 Puerto Real, Cádiz, España.

Resumen

Con la finalidad de determinar la selectividad de redes de enmalle utilizadas en la pesquería artesanal de merluza común (*Merluccius gayi gayi*) en la zona central de Chile se construyó una red experimental con tres tamaños de malla (5.2, 6.8 y 7.6 cm), cuya captura fue monitoreada durante seis salidas de pesca entre el 28 de septiembre y el 7 de octubre de 2010. La captura fue de 2279 ejemplares (24 – 56 cm TL) y las tallas medias 32.8, 36.5 y 37.4 cm para cada tamaño de malla. Se determinó que entre el 81%, 52% y 39% de los ejemplares capturados estuvieron bajo 37 cm TL (talla promedio de primera madurez sexual) y que el 96.4% fueron capturados por agallamiento o acuñamiento. El modelo con menor deviance fue el lognormal, con diferencias entre machos y hembras, y se estimaron modas en 30.9, 40.2 y 43.9 cm (TL) para cada tamaño de malla, con un factor de selectividad de 0.17.

Considerando la talla de primera madurez sexual, se considera como apropiado un tamaño de malla de 6.24 cm (2.5”) para la pesquería.

Palabras clave: Size selectivity, mesh size, log-linear models, *Merluccius gayi gayi*, Chile

Introducción

La pesca artesanal de merluza se realiza tradicionalmente con espinel en la zona central de Chile, no obstante ello, dicho aparejo ha sido sustituido crecientemente por el enmalle en años recientes, estimándose que en la actualidad el mayor porcentaje de la flota (>90%) emplea este aparejo. Los antecedentes disponibles sobre enmalle indican que el tamaño de malla se ha reducido gradualmente de 10 cm (~4.0”) en 1985 a un mínimo de 5.2 cm (~2.0”) en la actualidad, siendo una respuesta tanto a la abundancia como a la composición de tallas del stock. No obstante esta disminución, no existe ninguna regulación respecto de las características de las redes de enmalle usadas por la flota artesanal para la captura de la especie.

Materiales y métodos

Se construyó una red experimental considerando las principales variables de diseño y armado de las redes de la flota artesanal. Para evaluar simultáneamente la selectividad de tres tamaños de malla (5.2, 6.8 y 7.6 cm), la red experimental estuvo compuesta de seis secciones, dos con cada tamaño de malla, dispuestos de manera aleatoria. La longitud de cada sección fue 52 m, mientras que la altura de tela estirada fue 3.8 m. La flotación en cada sección estuvo compuesta de 27 flotadores de PVC de 150 gf, mientras que el lastre correspondió a 35 plomos de 125 gf. Los paños utilizados fueron de PA monofilamento, con diámetro de los hilos de 0.3 mm en el caso de los hilos de los paños de tamaño de malla de 5.2 cm y 0.4 mm para los hilos de los paños restantes (6.8 y 7.6 cm de t#). El embande utilizado para todas las mallas fue 0.5.

Se realizaron 6 salidas de pesca frente a la costa de Valparaíso (33° 00' LS) entre el 28 de septiembre y el 7 de octubre de 2010 a bordo de una embarcación artesanal de 7.8 m de eslora. La profundidad de trabajo estuvo comprendida entre 100 y 180 m, mientras que el tiempo de reposo fluctuó entre 40 y 60 min, calando siempre al amanecer (06:00- 06:45). Durante el virado de cada lance, los peces fueron clasificados según el proceso de captura y el tamaño de malla, siendo separados en recipiente

previamente demarcados. Para el proceso de captura se empleó la clasificación de Hovgård and Lassen (2000), correspondiente a: i) Snagged, peces retenidos en la región de cabeza, delante de la cubierta de las agallas; ii) Gilled, peces retenidos por las mallas en la zona de la cubierta de las agallas; iii) Wedged, peces retenidos por las mallas alrededor del cuerpo, detrás de la cubierta de las agallas, y iv) Entangled, peces retenidos en la red que no penetraron las mallas (Fig. 1). Los peces clasificados fueron llevados a laboratorio para contabilizar la captura, realizar las mediciones de peso (g), perímetro máximo y longitud total, y establecer el sexo de cada individuo. El test de Kolmogorov-Smirnov (K-S) fue usado para comparar las distribuciones de frecuencia de talla de las capturas, tanto entre tamaños de malla como entre sexos en un mismo tamaño de malla. Debido a que no existe un tamaño mínimo legal en la pesquería, la talla de primera madurez sexual de 37 cm TL (Alarcón and Arancibia, 1993) fue usada como talla de referencia de la especie.

Los parámetros de cinco curvas de selectividad (normal location, normal scale, gamma, log-normal, and binormal) fueron ajustados mediante las funciones “gillnetfit” y “netfit” disponibles en www.stat.auckland.ac.nz/~millar/selectware/code.html, las cuales se basan en el método SELECT (Share Each Length Catch Total) (Millar, 1992). Para cada modelo los datos fueron ajustados bajo los supuestos de igual esfuerzo y esfuerzo proporcional al tamaño de malla. El ajuste de las curvas se basa en la función R glm (generalized linear model) para modelos log-lineales según lo recomendado por Millar and Fryer (1999). Goodness of fit statistics in the form of model deviance was used with the residual plots to choose the best model (lowest deviance). Los análisis fueron desarrollados usando la version 2.12.0 del paquete R (R Development Core Team, 2004). El principio de similaridad geométrica (Baranov, 1969) establece que la selectividad de redes de enmalle depende de la relación entre la geometría del pez y el tamaño de malla, por lo cual el factor de selectividad (SF) (Pope et al., 1975) fue calculado conforme a $SF=ms/ml$, donde ms es el tamaño de malla y ml es la longitud modal.

Resultados

Durante las experiencias realizadas, un total de 2279 peces fueron capturados, correspondientes a 1027 peces con la malla de 5.2 cm, 707 con la de 6.8 cm y 545 con la de 7.6 cm. Las merluzas capturadas estuvieron en un rango entre 24 y 56 cm TL, siendo las tallas medias de 32.8, 36.5 y 37.4 cm para cada malla, respectivamente (Fig. 2), existiendo diferencias significativas ($p<0.001$) en las distribuciones de frecuencia de tallas obtenidas (Table 1). Así, el porcentaje bajo la talla de referencia en número (37 cm

TL) fue 81, 52 y 39% con las mallas de 5.2, 6.8 y 7.6 cm, respectivamente. La relación perímetro-talla (girth-length) correspondió a $G_{max} = 0.4557TL - 0.503$ con un coeficiente de determinación (r^2) de 0.83.

Del total capturado, el 43% de los peces fueron machos y el 57% hembras. Los machos dominaron las capturas hasta 33 cm TL, mientras que en tallas mayores dominaron las hembras. A partir de 45 cm TL todos los ejemplares capturados fueron hembras (Fig. 3). En todos los tamaños de malla utilizados se determinaron diferencias significativas ($p < 0.001$) de las distribuciones de frecuencia entre machos y hembras (Table 1).

El 96.4% de los peces fueron retenidos por agallamiento y acuñamiento (delante o detrás de la cubierta de las agallas), mientras que solo el 3.6% fue retenido por enredo. Este porcentaje fue diferente según sexo y tamaño de malla utilizado. Así, en machos el máximo agallamiento (61.9%) se obtuvo con la malla de 6.8 cm, mientras que el enredo fue mayor (13.3%) usando la malla de mayor tamaño (7.6 cm) (Fig. 4). En hembras el agallamiento fue mayor (66.3%) con la malla de 7.6 cm, mientras que el enredo fue en general inferior al 2%, siendo mayor en la malla de 5.2 cm (Fig. 4).

El resultado de los modelos ajustados para ambos sexos combinados se presenta en la Table 2. El modelo con menor deviance fue el log normal, ya sea con poder de pesca igual o proporcional al tamaño de malla. Las curvas ajustadas del modelo log normal y la deviance residuals se muestran en la Fig. 5. Las modas estimadas para cada tamaño de malla fueron 30.9, 40.2 y 45.2 cm TL, a partir de lo cual se estableció que el factor de selectividad (SF) fue 0.17. En machos el mejor modelo fue el binormal con poder de pesca proporcional al tamaño de malla (Table 3). Las modas principales fueron estimadas en 30.7, 40.5 y 43.9 cm TL (Fig. 6). Por su parte, en hembras el mejor modelo fue el normal location con igual poder de pesca (Table 4), siendo las modas estimadas 29.9, 39.1 y 43.7 cm TL (Fig. 7).

Discusión

Este es el primer estudio de selectividad de enmalle en merluza común (*M. gayi gayi*) y pocos estudios similares han sido realizados en el género *Merluccius* a nivel mundial con red de enmalle. La captura de *M. gayi* estuvo comprendida en un mismo rango de tallas para los tres tamaños de malla utilizados, no

obstante existen diferencias en las proporciones de retención por sexo en cada malla. Los resultados muestran el predominio de machos en tallas pequeñas y de hembras en tallas mayores, lo que determinó a su vez diferencias en el proceso de captura por sexo, aunque en todos los casos la retención se produjo mayoritariamente por procesos vinculados a la selectividad de la malla (enganche, agallamiento y acuñamiento). Así, las distribuciones de frecuencia de talla muestran la existencia de un efecto selectivo de retención, aumentando la talla media de captura a medida que aumenta el tamaño de malla.

Una opción en el análisis de selectividad es usar sólo aquellos peces retenidos por agallamiento y acuñamiento (Santos et al., 2003), principalmente cuando la distribución de frecuencia de los peces enredados es diferente. Sin embargo, en este caso la proporción de peces retenidos por enredo fue baja, obteniéndose buen ajuste de los modelos de selectividad al usar todos los peces capturados. Respecto a los ajustes de curvas selectivas, bajo el criterio de la menor deviance, los mejores modelos fueron distintos para sexos combinados, machos y hembras (log normal, binormal y normal location, respectivamente), sin embargo las longitudes modales por tamaño de malla no son muy distintas, con diferencias máximas de 1.5 cm TL entre modelos y sexos. En base a lo anterior, y dado que la regulación del arte es independiente del sexo, el modelo log normal (sexos combinados) resulta útil para las recomendaciones para la pesquería.

Diversos autores han estimado la selectividad de *M. merluccius* con redes de enmalle, mediante lo cual se determina que los factores de selectividad (SF) fluctúan entre 0.15 y 0.17 (Table 5), similar al obtenido en el presente estudio (SF=0.17). Lo anterior puede explicarse por el principio de similaridad geométrica de Baranov y la semejanza en la relación del maximum girth respecto a la longitud total en ambas especies (Table 6), todo lo cual refuerza la consistencia de nuestros resultados.

En términos de aplicación futura para la pesquería, es necesario destacar que la malla más pequeña (5.2 cm) capturó una alta proporción de juveniles (61%) y la longitud modal estimada (30.9 cm TL) se encuentra muy por debajo de la talla de primera madurez sexual (37 cm TL). Por su parte, la malla de 6.8 cm respecto de la malla 5.2 cm, si bien redujo la captura de ejemplares en 31% y la captura de juveniles al 18%, sólo redujo de captura en peso en un 8%.

A partir del factor de selectividad (SF) es posible calcular que un tamaño de malla de 6.24 cm (~2.5”) es la recomendación mínima para la pesquería conforme a la talla de primera madurez sexual. Lo ideal es que esta longitud de referencia biológica sea igual (e incluso menor) que la longitud de retención al 50% (I_{50}) de la red, la cual se encuentra a la izquierda de la curva modal (Madsen, 2007), en cuyo caso la recomendación para la pesquería es un tamaño de malla de 6.81 cm (~3.1”).

Referencias

- Alarcón, R., Arancibia, H., 1993. Talla de primera madurez sexual y fecundidad parcial en la merluza común, *Merluccius gayi gayi* (Guichenot, 1848). Cienc. Tec. Mar. 16, 33-45.
- Arana, P., 1970. Estudio sobre la selectividad de la merluza (*Merluccius gayi gayi*, G.) por las mallas de los artes de arrastre, en la zona de Valparaíso. Invest. Mar. (Valparaíso) 1(1), 1-39.
- Baranov, F.I., 1969. Selected Works on Fishing Gear, Keter, Jerusalem. 1976, 631 pp.
- Campos, A., Fonseca, P., 2003. Selectivity of diamond and square mesh cod ends for horse mackerel (*Trachurus trachurus*). European hake (*Merluccius merluccius*) and axillary seabream (*Pagellus acarne*) in the shallow groundfish assemblage off the south-west coast of Portugal. Sci. Mar. 67 (2), 249-260.
- Fernández, A., Cárdenas, E., 1985. Relaciones entre la longitud total, el contorno y la selectividad de la merluza (*Merluccius merluccius* L.) del Cantábrico y Galicia. Bol. Inst. Esp. Oceanog. 2, 69-75.
- Fonseca, P., Martins, R., Campos, A., Sobral, P., 2005. Gill-net selectivity off the Portuguese western coast. Fish. Res. 73 (3), 323-339.
- Hovgård, H., Lassen, H., 2000. Manual on estimation of selectivity for gillnet and longline gears in abundance surveys. FAO Fish. Tech. Pap. 397, 84 pp.
- Madsen, N., 2007. Selectivity of fishing gears used in the Baltic Sea cod fishery. Rev. Fish Biol. Fish. 17: 517-544.
- Mendes, B., Fonseca, P., Campos, A., 2006. Relationships between opercula girth, maximum girth and total length of fish species caught in gillnet and trammel net selectivity surveys off the Portuguese coast. J. Appl. Ichthy. 22 (3), 209-213.
- Millar, R.B., 1992. Estimating the size-selectivity of fishing gear by conditioning on the total catch. J. Am. Stat. Assoc. 87, 962-968.

- Millar, R., Fryer, R.J., 1999. Estimating the size-selection curves of towed gears, traps, nets and hooks, *Rev. Fish Biol. Fish.* 9, 98-116.
- Pope, J.A., Margetts, A.R., Hamley, J.M., Akyüz, E.F., 1975. Manual of methods for fish stock assessment. Part 3. Selectivity of fishing gear. FAO Fish. Tech. Pap. 41, 46 pp.
- R Development Core Team, 2004. R: a language and environment for statistical computing. R foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-00-3, <http://www.R-project.org>.
- Revill, A., Cotter, J., Armstrong, M., Ashworth, J., Forster, R., Caslake, G., Holst, R., 2007. The selectivity of the gill-nets used to target hake (*Merluccius merluccius*) in the Cornish and Irish offshore fisheries. *Fish. Res.* 85 (1-2), 142-147.
- Santos, M.N., Gaspar, M., Monteiro, C.C., Erzini, K., 2003. Gill-net selectivity for European hake *Merluccius merluccius* from southern Portugal: implications for fishery management. *Fish. Sci.* 69, 873-882.
- Santos, M.N., Canas, A., Lino, P.G., Monteiro, C.C., 2006. Length-girth relationships for 30 marine fish species. *Fish. Res.* 78 (2-3), 368-373.
- Sbrana, M., Belcari, P., De Ranieri, S., Sartor, P., Viva, C., 2007. Comparison of the catches of European hake (*Merluccius merluccius*, L. 1758) taken with experimental gillnets of different mesh sizes in the northern Tyrrhenian Sea (western Mediterranean). *Sci. Mar.* 71 (1), 47-56.

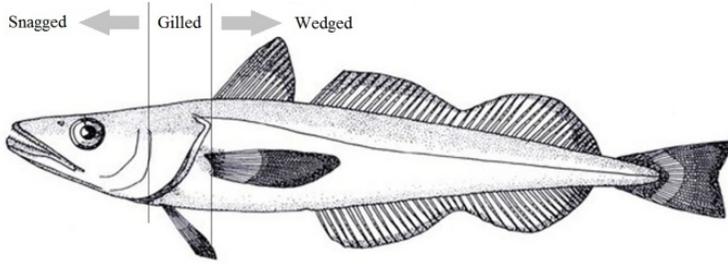


Fig. 1. Body profile of *Merluccius gayi gayi*. Catch process are indicated along the fish body by lines.

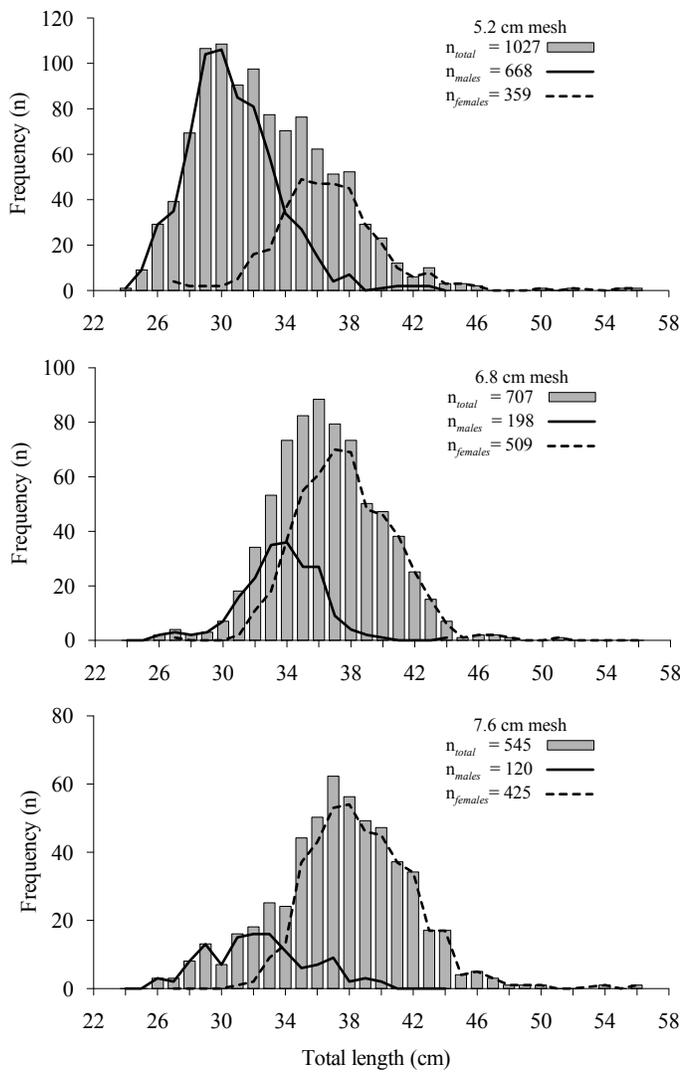


Fig. 2. Frecuencias de talla total y por sexo según el tamaño de malla utilizado.

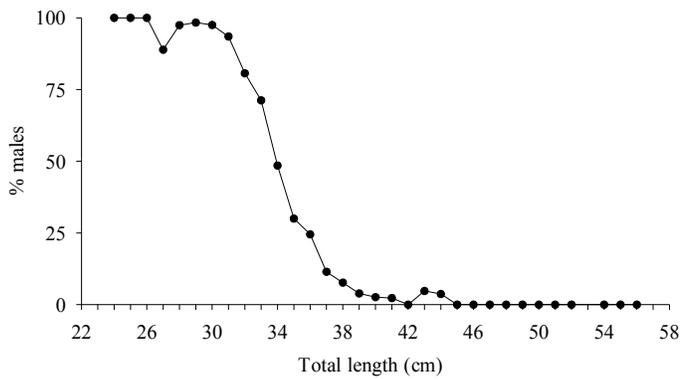


Fig. 3. Sex ratio for the combined catches with all gill nets.

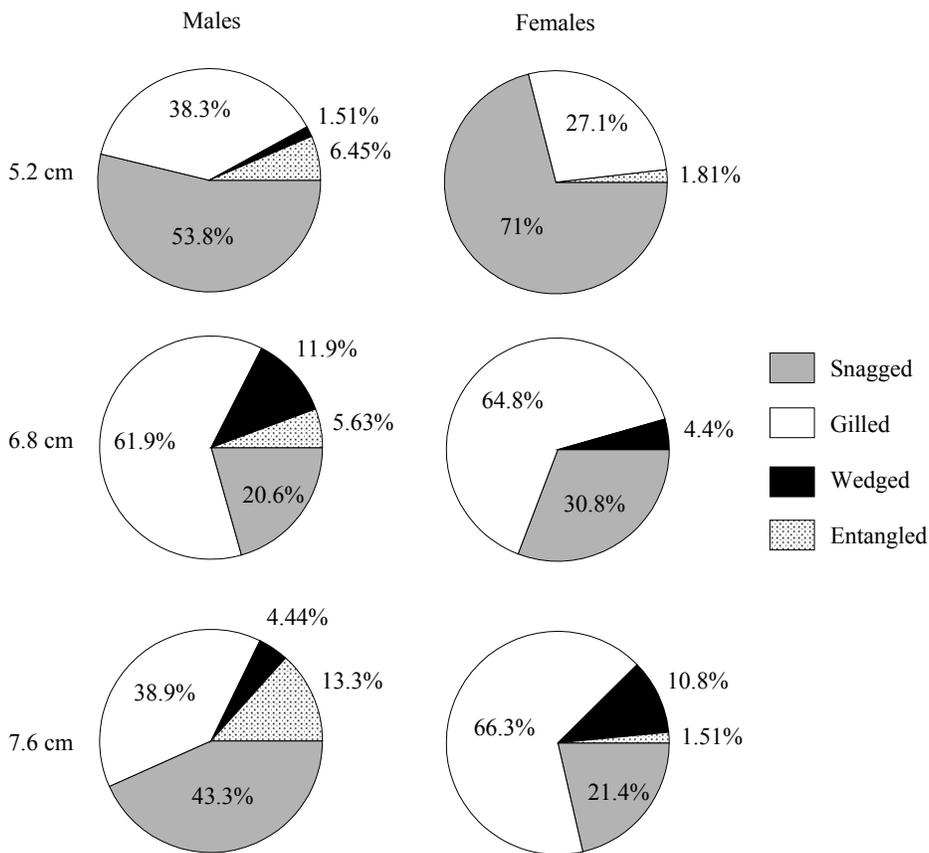


Fig. 4. Proceso de captura por sexo según el tamaño de malla utilizado.

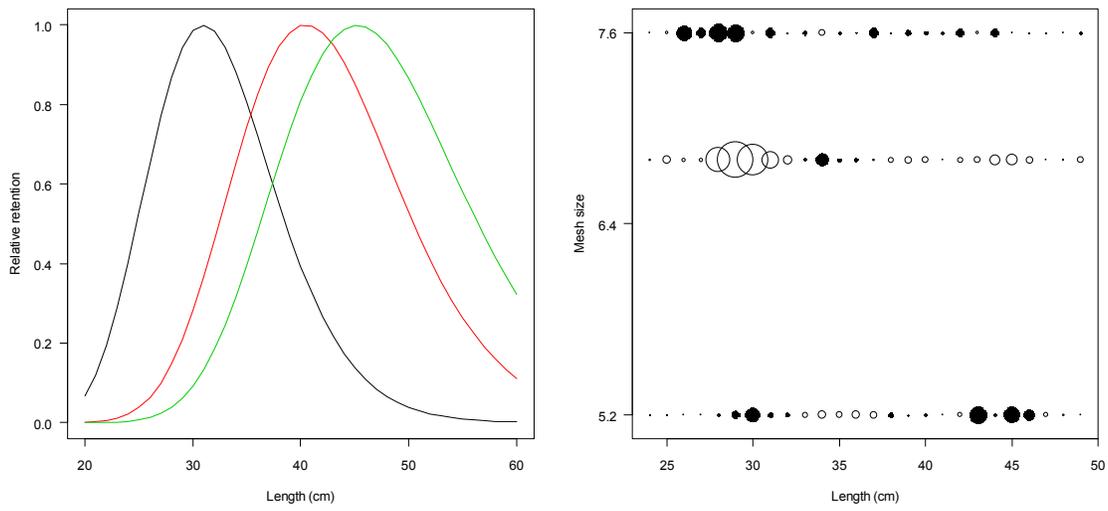


Fig. 5. Log normal curves to the combined sexes of *M. gayi gayi* and deviance residuals plot for the curves fit.

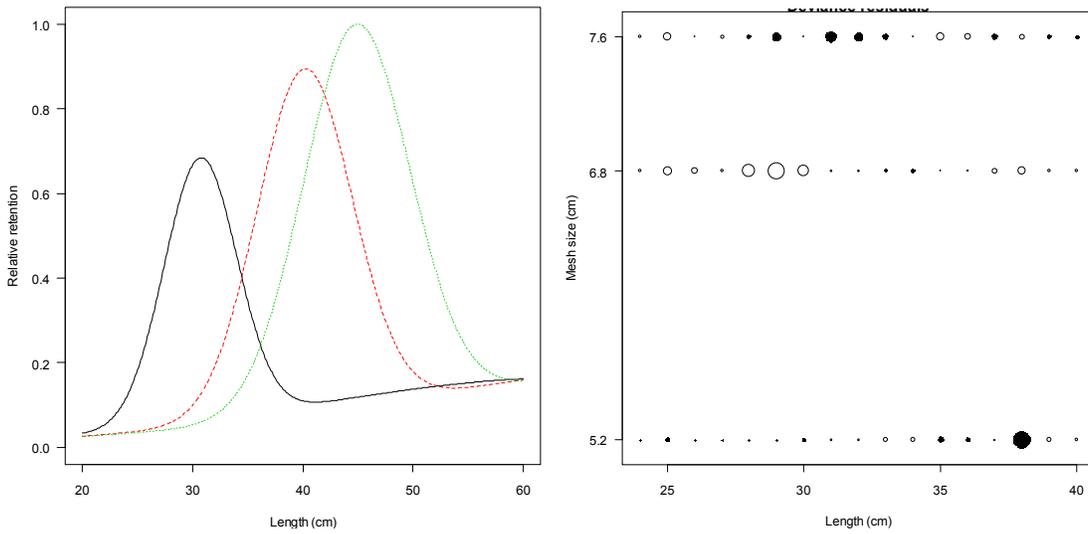


Fig. 6. Binormal curves to the males of *M. gayi gayi* and deviance residuals plot for the curves fit.

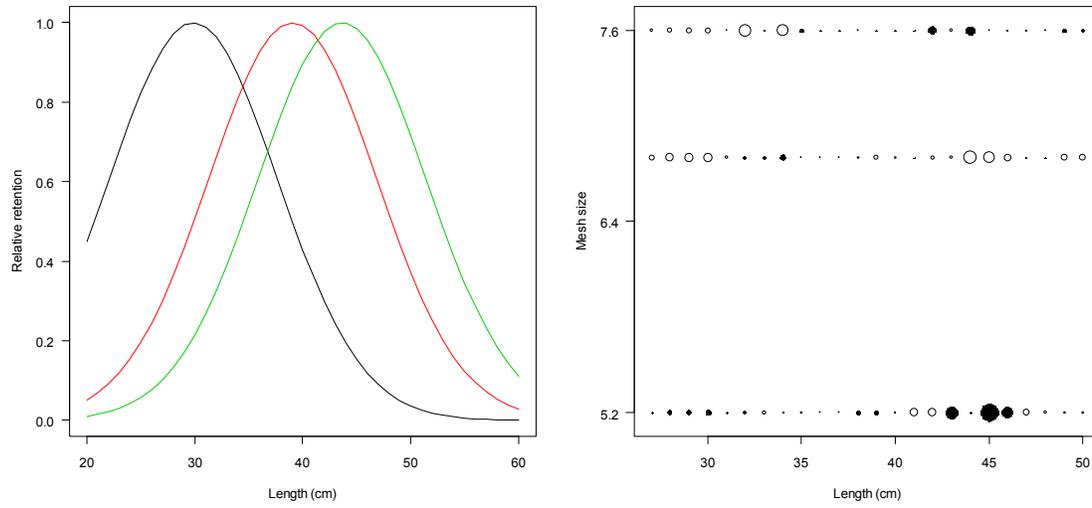


Fig. 7. Normal location curves to the females of *M. gayi gayi* and deviance residuals plot for the curves fit.

Table 1. Results of the Kolmogorov-Smirnov test used to compare size frequency distributions for *M. gayi gayi*. The values in the parentheses show the average size

Mesh size (cm)	m	n	Dmax	p-value
5.2 vs 6.8	1027 (32.8)	707 (36.5)	0.430	<0.001
5.2 vs 7.6	1027 (32.8)	545 (37.4)	0.461	<0.001
6.8 vs 7.6	707 (36.5)	545 (37.4)	0.133	<0.001
5.2M vs 5.2F	668 (30.6)	359 (36.7)	0.723	<0.001
6.8M vs 6.8F	198 (33.5)	509 (37.7)	0.553	<0.001
7.6M vs 7.6F	120 (32.3)	425 (38.9)	0.701	<0.001

Table 2. Results of the models fitting with SELECT method for the estimation of gill net selectivity for *M. gayi gayi*, both sexes combined. The standard deviation is between parentheses

Model	Parameters	Equal fishing power			Fishing power α mesh size				
		Estimates	Mode 1	Mode 2	Deviance	Estimate	Mode 1	Mode 2	Deviance
Normal (Fixed spread)	$k =$	5.8808	30.58 (6.81)		165.81	6.0854	31.64 (6.95)		173.48
	$\sigma =$	6.8068				6.9455			
Normal (Spread αm_j)	$k_1 =$	6.1028	31.73 (5.47)		168.02	6.2808	32.66 (5.38)		169.33
	$k_2 =$	1.1061				1.0691			
Gamma (Spread αm_j)	$\alpha =$	30.9550	31.19 (5.79)		139.27	31.9550	32.24 (5.89)		139.27
	$k =$	0.2003				0.2003			
Log normal (Spread αm_j)	$\mu =$	3.4672	30.93 (6.19)		134.22	3.5026	32.05 (6.41)		134.22
	$\sigma =$	0.1880				0.1880			
Binormal (Spread αm_j)	$k_1 =$	6.1026	31.73 (5.47)	61.75 (17.54)	168.02	6.2804	32.66 (5.38)	75.69 (12.99)	169.33
	$k_2 =$	1.0519				1.0341			
	$k_3 =$	11.8752				14.5550			
	$k_4 =$	3.3734				2.4989			
	$c =$	13.3047				12.4431			

* Modes are referred to the smaller mesh size

Table 3. Results of the models fitting with SELECT method for the estimation of gill net selectivity for males of *M. gayi gayi*. The standard deviation is between parentheses

Model	Parameters	Equal fishing power				Fishing power α mesh size			
		Estimates	Mode 1	Mode 2	Deviance	Estimate	Mode 1	Mode 2	Deviance
Normal (Fixed spread)	$k =$	5.9800	31.09 (6.67)		132.59	6.1849	32.16 (6.81)		136.20
	$\sigma =$	6.6693				6.8148			
Normal (Spread αm_j)	$k_1 =$	5.9878	31.14 (4.62)		94.05	6.1163	31.80 (4.56)		93.81
	$k_2 =$	0.7910				0.7692			
Gamma (Spread αm_j)	$\alpha =$	35.1251	31.27 (5.43)		104.82	36.1251	32.18 (5.51)		104.82
	$k =$	0.1762				0.1762			
Log normal (Spread αm_j)	$\mu =$	3.4830	31.45 (6.21)		111.35	3.5175	32.56 (6.43)		111.35
	$\sigma =$	0.1859				0.1859			
Binormal (Spread αm_j)	$k_1 =$	5.9876	31.14 (4.62)	43.25 (23.96)	94.05	5.9059	30.71 (3.30)	64.58 (24.16)	75.50
	$k_2 =$	0.8893				0.6351			
	$k_3 =$	8.3173				12.4185			
	$k_4 =$	4.6079				4.6458			
	$c =$	17.1682				1.3274			

* Modes are referred to the smaller mesh size

Table 4. Results of the models fitting with SELECT method for the estimation of gill net selectivity for females of *M. gayi gayi*. The standard deviation is between parentheses

Model	Parameters	Equal fishing power				Fishing power α mesh size			
		Estimates	Mode 1	Mode 2	Deviance	Estimate	Mode 1	Mode 2	Deviance
Normal (Fixed spread)	$k =$	5.7437	29.87 (7.79)		35.39	6.0113	31.26 (8.07)		36.63
	$\sigma =$	7.7900				8.0725			
Normal (Spread αm_j)	$k_1 =$	5.9552	30.97 (6.97)		47.47	6.2470	32.48 (6.80)		47.93
	$k_2 =$	1.7948				1.7112			
Gamma (Spread αm_j)	$\alpha =$	22.4520	30.54 (6.75)		39.25	23.4520	31.96 (6.89)		39.25
	$k =$	0.2738				0.2738			
Log normal (Spread αm_j)	$\mu =$	3.4564	30.31 (6.94)		35.86	3.5012	31.70 (7.26)		35.86
	$\sigma =$	0.2118				0.2118			
Binormal (Spread αm_j)	$k_1 =$	5.9551	30.97 (6.96)	91.33 (-4.98)	47.47	6.2472	32.49 (6.80)	85.56 (-7.88)	47.93
	$k_2 =$	1.3386				1.3081			
	$k_3 =$	19.4860				16.4545			
	$k_4 =$	-0.9572				-1.5161			
	$c =$	14.5591				12.9296			

* Modes are referred to the smaller mesh size

Table 5. Estimations of modal length and selectivity factor (SF) by gill net selectivity models for *Merluccius merluccius* and *Merluccius gayi gayi*

Author	Specie	Model	Mesh size (mm)	Modal length (cm)	SF
Santos et al. (2003)	<i>M. merluccius</i>	Bi-normal	70	40.1	0.174
			80	46.7	
			90	51.1	
Fonseca et al. (2005)	<i>M. merluccius</i>	Bi-normal	40	23.0	0.174
			60	34.6	
			70	40.3	
			80	46.1	
Sbrana et al. (2007)	<i>M. merluccius</i>	Bi-normal	53	33.0	0.159
			63	39.2	
			70	43.6	
			80	51.0	
Revell et al. (2007)	<i>M. merluccius</i>	Normal scale	80	54.0	0.148
			100	68.0	
			120	81.0	
			140	95.0	
Present work	<i>M. gayi gayi</i>	Log normal	52	30.9	0.169
			68	40.2	
			76	45.2	

Table 6. Maximum girth (Gmax)–total length (TL) relationships parameters for *Merluccius merluccius* and *Merluccius gayi gayi*

Author	Especie	a	b	r ²	Range (cm)
Arana (1970)	<i>M. gayi gayi</i>	0.014	0.436	?	20 - 45
Fernández and Cárdenas (1985)	<i>M. merluccius</i>	-0.710	0.430	?	?
Campos and Fonseca (2003)	<i>M. merluccius</i>	-0.732	0.455	0.94	16 - 75
Mendes et al. (2006)	<i>M. merluccius</i>	-0.484	0.434	0.91	17 - 68
Santos et al. (2006)	<i>M. merluccius</i>	-1.187	0.463	0.84	16 - 68
Sbrana et al. (2007)	<i>M. merluccius</i>	-1.996	0.507	0.93	20 - 91
Present work	<i>M. gayi gayi</i>	-0.503	0.455	0.83	25 - 45