

## **INFORME FINAL**

**CONTRATO DE INVESTIGACION R. EX. N° E-2131/2020**

**FIPA N° 2020-21: EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA OPERACIONAL Y DEL EFECTO SELECTIVO DEL USO DE REDES DE ENMALLE EN LA PESQUERIA DEMERSAL AUSTRAL.**

**EJECUTOR: CONSULTORA JUAN FERMIN GUTIERREZ  
PEDREROS EIRL (CEPAS: Centro de Estudios  
Pesqueros y Acuícolas Sustentables)**

**PUERTO MONTT, MAYO 2023**

## PROYECTO DE INVESTIGACION DEL FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA Y ACUICULTURA

“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA OPERACIONAL Y DEL EFECTO SELECTIVO DEL USO DE REDES DE ENMALLE EN LA PESQUERÍA DEMERSAL AUSTRAL”

**CODIGO PROYECTO: FIPA 2020-21**

### REQUIRENTE Y UNIDAD EJECUTORA

JUAN FERMÍN GUTIÉRREZ PEDREROS EIRL  
Gerente General  
Juan Gutiérrez Pedreros  
E-mail: jfguty@outlook.cl



### JEFE PROYECTO

PEDRO A. BRUNETTI BARROSO  
Ingeniero Pesquero (PUCV)  
Ingeniero Civil Industrial (Eg., U.Mar)  
Economista (P.G., CeFAS/U.Tuscia-Italia)  
E-mail: pedroabrunetti@gmail.com

### ENTIDAD ASOCIADA MEDIANTE SUBCONTRATO



Universidad Arturo Prat

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe entrega los resultados del proyecto FIPA 2020-21, sobre evaluación de la eficiencia operacional y del efecto selectivo del uso de redes de enmalle en la pesquería demersal austral (PDA), para sus cuatro objetivos.

Para la medición de la eficiencia operacional del enmalle y su selectividad se elaboraron dos redes experimentales bajo el estándar de fabricación de las actuales redes de 5" de malla, utilizadas por los pescadores. Estas redes se armaron con materiales adquiridos por el proyecto, con un embande de ~0,49, con tela de PA mf  $\varnothing$ 0,5mm en mallas de 4, 5 y 6 pulgadas alternadas aleatoriamente entre los 10 cuerpos de cada red, quedando con dimensiones totales de 500x2,6m. Se informa de 11 planos de redes muestreadas y que son representativas de las utilizadas en caletas Dalcahue y Castro.

Los muestreos se organizaron en 12 campañas de muestreo entre diciembre de 2020 y 2021, controlando un total de 54 lances de pesca con redes de enmalle, de las cuales 20 corresponden a pesca realizada con redes experimentales, contando con la participación de 9 embarcaciones: Guerrero Arcoíris, Yanira Fabiola, Emilio Jose, Beatriz, Patricia II, Cristal, Barlovento, Altamar II y Rio Loa.

Para el primer objetivo referido a evaluar la eficiencia operacional en la captura con redes de enmalle y espinel, se definieron 6 factores principales que se jerarquizaron y ponderaron entre sí, mediante un Taller de expertos y análisis jerárquico multicriterio, quedando estas valoradas en un 36,45% para la captura bajo talla de primera madurez sexual (TPMS), 27,99% por fauna acompañante, 19,59% por pesca incidental, 7,51% por calidad de las capturas, 4,31% en rendimiento de pesca y un 4,15% por efecto de costo operacional, para la merluza del sur (*Merluccius australis*) como especie principal de la PDA. Los resultados obtenidos indican que la captura bajo la TPMS de las redes de enmalle de 5" es de 34,1% y para el espinel (con información de IFOP del año 2021) de un 55,0%. La proporción de pesca de congrio dorado como principal fauna acompañante de la PDA en la pesquería de merluza del sur resultó de un 2,2% en peso para el enmalle y 3,3 % para la pesca de espinel. Por su parte la pesca incidental de aves y mamíferos marinos no presentó ningún registro de atrapamiento ni mortalidad en la red de enmalle. La calidad

de las captura muestra que los principales daños que produce la pesca de enmalle en la merluza del sur corresponden a pérdida de escamas en abdomen y pedúnculo en un 62,2% de los casos y un 25,6% de ralladuras en la piel principalmente en cabeza, opérculo y aletas, con mínima pérdidas de piel (2,2%) y de carne con 10% especialmente entre cabeza, abdomen y aleta caudal; esto último, debido al ataque de pulgas cuando los tiempos de reposo son altos y de lobo marino; en cambio, en la pesca de espinel las muestras indican una mejor calidad con mayor afectación en la cabeza y menores efectos de pérdida de piel o carne en el resto del cuerpo con un valor de pérdida de calidad de 1,76 contra los 7,37 que demuestra el enmalle. Los rendimientos de pesca, estimando una relación del área de influencia de un reinal armado de 0,78 veces el área de una malla de 5", determino un rendimiento de 214,61 g/m<sup>2</sup> para el espinel y de 157,30 g/m<sup>2</sup> para el enmalle. Finalmente los costos unitarios de operación se determinaron en 997 \$/Kg para el enmalle y de 1.185 \$/Kg para el espinel. Todo lo cual permitió establecer que, desde el punto de vista del manejo pesquero, el enmalle es más eficiente operacionalmente que el espinel en un 20%.

Respecto del segundo objetivo de evaluar el efecto selectivo a la especie en la captura con redes de enmalle, se determinó para las redes control que la principal especie capturada es la merluza del sur que concurrió en todos los lances totalizando en peso 4.443 Kg, equivalentes al 73,0% del peso de las capturas totales, seguido por el Pejegallo con un 11,6%, los Tollo con 8,6% y el Congrio dorado con un 2,2% del peso y 31,5% de concurrencia en los 54 lances de pesca evaluados.

Respecto de las formas de atrapamiento de las redes control evaluadas, presentaron una mayor captura de peces en la sección superior con 59,6%, siendo el enmalle la principal forma de retención con un 52,3%, seguido del enredo con 28,6%, siendo menor el atrapamiento por la boca (enganche: 9,5%) o el lomo (acuñamiento: 8,1%).

Para el tercer objetivo sobre evaluar el efecto selectivo a la talla de merluza del sur con redes de enmalle bajo diferentes tamaños de malla, se demuestran diferencias estadísticamente significativas entre las tallas promedios retenidas, con  $70,82 \pm 1,44$  cm para redes de 4"; de  $73,94 \pm 1,42$  cm para 5" y de  $75,73 \pm 3,19$  cm para mallas de 6". Las redes control de 5" presentan un promedio de longitud total de  $73,95 \pm 0,63$  cm, estimándose que la probabilidad de pescar hembras con tallas menores a la de primera maduras sexual (TPMS=69,4 cm) es de 34,1%. También se

determinó la efectividad de la red experimental al constatar que no existen diferencias estadísticamente significativas en los promedios en su malla de 5" con las redes control.

Se determina que la red de enmalle cumple con el principio de similaridad entre el perímetro del pez y el tamaño de malla, estimando que, para un poder de pesca igual entre las mallas, el mejor modelo general (MLG) de ajuste de probabilidad de retención sería el BiLogNormal, proporcionando un factor de selectividad (FS) de las mallas al 50% de retención ( $L_{50}$ ) de 0,172 para 4" y de 0,179 para las redes de 5" y 6".

Sobre el último y cuarto objetivo referido a evaluar la pesca incidental de aves y mamíferos marinos, no se observaron retenciones ni mortalidades durante toda la ejecución del proyecto, realizando filmaciones que permiten ver el comportamiento de la red y de los animales en su interacción con el arte de pesca. La presencia de lobos marinos se detectó en el 21% de los lances medidos, actuando en forma solitaria o no más de dos ejemplares juntos; por su parte, las aves marinas se observaron en el 43% de los lances evaluados, con presencia oportunista y mayoritariamente por sobre los 30 ejemplares/lance en el 75% de los casos.

**Agradecimientos** se ofrece un especial agradecimiento a la colaboración desinteresada de los expertos en pesquerías Sres. Sergio Lillo, Ricardo Norambuena, Leonardo Núñez y Dante Queirolo, quienes trabajaron en el panel de expertos diseñado para el presente estudio.

## EXECUTIVE SUMMARY

This report provides the results of the FIPA 2020-21 project, on the evaluation of the operational efficiency and the selective effect of the use of gillnets in the southern demersal fishery (PDA), for its four objectives.

For the measurement of the operational efficiency of the gillnet and its selectivity, two experimental nets were elaborated under the manufacturing standard of the current 5" mesh nets used by fishermen. These nets were assembled with materials acquired by the project, with an embrasure of ~0.49, with PA fabric mf Ø0.5mm in meshes of 4, 5 and 6 inches randomly alternated between the 10 bodies of each net, leaving with total dimensions 500x2.6m. 11 planes of sampled nets are reported and they are representative of those used in Dalcahue and Castro coves.

The samplings were organized in 12 sampling campaigns between December 2020 and 2021, controlling a total of 54 fishing hauls with gillnets, of which 20 correspond to fishing carried out with experimental nets, with the participation of 9 vessels: Guerrero Arcoíris, Yanira Fabiola, Emilio Jose, Beatriz, Patricia II, Cristal, Barlovento, Alatamar II and Rio Loa.

For the first objective referred to evaluating the operational efficiency in the capture with gillnets and spinel, 6 main factors were defined that were ranked and weighted among themselves, through a Workshop of experts and multi-criteria hierarchical analysis, leaving these valued at 36, 45% for capture under size of first sexual maturity (TPMS), 27.99% by accompanying fauna, 19.59% by incidental catch, 7.51% by catch quality, 4.31% in fishing yield and 4.15% due to the effect of operational cost, for southern hake (*Merluccius australis*) as the main species of the FLW. The results obtained indicate that the capture under the TPMS of 5" gillnets is 34.1% and for spinel (with information from IFOP for the year 2021) it is 55.0%. The proportion of golden conger fishery as the main accompanying fauna of the PDA in the southern hake fishery was 2.6% in weight for the gillnet and 3.1% for the longline fishery.

Otherwise, the bycatch of birds and marine mammals did not present any record of entrapment or mortality in the gillnet. The quality of the catches shows that the main damage caused by gillnet fishing in southern hake corresponds to the loss of scales on the abdomen and peduncle in 62.2% of cases and scratches on the skin in 25.6% mainly on the head, operculum and fins, with minimal

loss of skin (2.2%) and meat with 10%, especially between the head and abdomen and caudal fin; the latter, due to the attack of fleas when the rest times are high; instead, in longline fishing, the samples indicate a better quality with greater affectation in the head and less effects of loss of skin or meat in the rest of the body with a quality loss value of 1.76 against 7.37 showing the gillnet. Fishing yields, estimating a ratio of the area of influence of an armed branchline of 0.78 times the area of a 5" mesh, determined a yield of 214.61 g/m<sup>2</sup> for longline and 157.30 for gillnet. Finally, the unit operating costs were determined at \$997/Kg for the gillnet and \$1,185/Kg for the longline. All of which allowed us to establish that, from the point of view of fishing management, gillnetting is more operationally efficient than longline by 20%.

Regarding the second objective of evaluating the selective effect of the species in the catch with gillnets, it was determined for the control nets that the main species captured is the southern hake, which was present in all sets, totaling 4,443 kg in weight, equivalent to 73.0% of the weight of the total catches, followed by Pejegallo with 11.6 %, the Tollo with 8.6% and the Golden Conger with 2.2% of the weight and 31.5% of concurrence in the 54 fishing sets evaluated.

Regarding the forms of entrapment of the evaluated control nets, they presented a greater catch of fish in the upper section with 59.6%, being the gill the main form of retention with 52.3%, followed by entanglement with 28.6 %, with lower entrapment by the mouth (hook: 9.5%) or the loin (wedging: 8.1%).

For the third objective, on evaluating the selective effect on the size of southern hake with gillnets under different mesh sizes, statistically significant differences are shown between the average sizes retained, with  $70.82 \pm 1.44$  cm for nets of 4 ";  $73.94 \pm 1.42$  cm for 5" and  $75.73 \pm 3.19$  cm for 6" meshes. The 5" control nets have an average total length of  $73.95 \pm 0.63$  cm, estimating that the probability of catching females with sizes smaller than that of first sexual maturity (TPMS=69.4 cm) is 34, 1%. The effectiveness of the experimental net was also determined by verifying that there are no statistically significant differences in the averages in its 5" mesh with the control nets.

It is determined that the gillnet fullfills with the principle of similarity between the perimeter of the fish and the size of the mesh, estimating that for an equal fishing power of the meshes, the best general model (MLG) of retention probability adjustment would be the BiLogNormal, providing a

selectivity factor (FS) of the meshes at 50% retention ( $L_{50}$ ) of 0.172 for 4" and 0.179 for the 5" and 6" networks.

Regarding the last and fourth objective referred to evaluating the incidental fishing of birds and marine mammals, no retentions or mortalities were observed during the entire execution of the project, making films that allow to see the behavior of the net and of the animals in their interaction with the fishing art. The presence of sea lions was detected in 21% of the sets measured, acting alone or with no more than two individuals together; on the other hand, seabirds were observed in 43% of the evaluated sets, with an opportunistic presence and mostly above 30 individuals/haul in 75% of the cases.

Acknowledgments Special thanks are offered to the selfless collaboration of the fishery experts Sirs. Sergio Lillo, Ricardo Norambuena, Leonardo Núñez and Dante Queirolo, who worked on the panel of experts designed for this study.

Índice	Pág.
1. Introducción .....	1
2. Objetivos.....	4
2.1 Objetivo General.....	4
2.2 Objetivos Específicos .....	4
3. Metodología .....	5
3.1. Consideraciones iniciales.....	5
3.1.1 Reunión de validación y coordinación del plan de trabajo .....	5
3.1.2 Permisos e informes de pesca de investigación.....	5
3.1.3 Prórrogas y tiempos de ejecución del proyecto.....	6
3.2 Objetivo general .....	7
3.3 Objetivo específico N°1: evaluar la eficiencia operacional en la captura dirigida a los principales recursos demersales de la PDA con redes de enmalle. ....	8
3.3.2. Clasificación de la eficiencia operacional .....	9
3.3.3. Evaluación de la eficiencia operacional.....	10
3.3.4. Método de evaluación de la eficiencia operacional (Análisis Multicriterio).....	11
3.3.5 Estimación de los índices de eficiencia operacional comparada .....	13
Rendimientos de pesca .....	13
Calidad de la captura .....	15
Captura bajo TPMS .....	17
Costos operacionales.....	20
Externalidades por fauna acompañante .....	23
Externalidades por pesca incidental.....	24

3.3.6 Diseño y construcción de redes experimentales.....	24
Tipo de redes experimentales utilizadas.....	24
Tamaños de malla para evaluar la selectividad del arte .....	26
Disposición de las mallas en las redes experimentales.....	26
Consideraciones de construcción.....	27
Materiales de construcción .....	29
Red control o testigo .....	30
Elaboración de planos técnicos .....	30
3.4 Objetivo específico N°2: Evaluar el efecto selectivo a la especie en la captura dirigida a los principales recursos explotados en la PDA con redes de enmalle.....	35
3.4.1 Diseño del trabajo de muestreo experimental .....	35
Zonas de estudio.....	35
Temporadas de muestreos.....	37
Consideraciones del régimen operacional a bordo para el diseño del muestreo .....	38
Muestreadores a bordo y observadores científicos.....	40
Tamaño de muestra para medir selectividad.....	41
3.4.2. Factores relevantes considerados en el efecto selectivo a la especie .....	41
3.4.3 Muestreos para medir el efecto selectivo a la especie.....	43
3.4.4 Bitácora y formulario de muestreo a la especie.....	46
3.4.5 Medición de las capturas totales por especie y su importancia relativa .....	47
3.4.6 Comparación de la composición por especies en la captura con redes de enmalle y espinel .....	48
3.5 Objetivo específico N°3: Evaluar el efecto selectivo a la talla de las principales especies explotadas en la PDA con redes de enmalle bajo diferentes tamaños de malla .....	48

3.5.1 Diseño del trabajo de muestreo .....	49
Clasificación y procedimientos de muestreo a bordo .....	49
Formulario de muestreo de pesca a la talla .....	51
Procesamiento de datos .....	51
3.5.2 Estimación de las curvas de retención de merluza del sur, por tamaño de malla.....	52
Supuestos .....	52
3.5.3 Estimación de la selectividad a la talla de merluza del sur, por tipo de malla evaluada .	54
3.6 Objetivo específico N°4: Evaluar la pesca incidental de aves y mamíferos marinos en la captura dirigida a los principales recursos explotados en la PDA con redes de enmalle.....	55
Cuantificación y análisis de la pesca incidental .....	55
Filmaciones submarinas de interacción y comportamiento animal .....	57
Propuestas orientadas a medidas de mitigación de la pesca incidental.....	57
4. Resultados .....	58
4.1 Objetivo específico N° 1: Evaluar la eficiencia operacional en la captura dirigida a los principales recursos demersales con redes de enmalle.....	58
4.1.1 Clasificación de la eficiencia operacional .....	58
Selección de panelistas.....	58
Ponderadores .....	61
Análisis de consistencia .....	61
Evaluación de consistencia AHP .....	64
Resultado del AHP .....	64
4.1.2 Captura bajo la talla de primera madures sexual .....	66
4.1.3 Fauna acompañante .....	82

4.1.4	Pesca incidental .....	87
4.1.5	Calidad de las capturas .....	87
4.1.6	Rendimiento de pesca .....	92
4.1.7	Costos de la pesca de espinel y enmalle .....	100
4.1.8	Evaluación de la eficiencia operacional complejiva del espinel y enmalle .....	106
4.1.9	Diseño y construcción de redes experimentales.....	107
4.1.10	Muestreo y planos redes control de 5” .....	111
	Pruebas de boyantes y pesos de plomo .....	113
	Planos de redes de pesca muestreadas .....	116
4.2	Objetivo específico N° 2 : Evaluar el efecto selectivo a la especie en la captura dirigida a los principales recursos.....	130
4.2.1	Bitácoras de muestreo.....	130
4.2.2	Zonas y posiciones de lances con muestreo realizados .....	132
4.2.3	Identificación de los lances de pesca .....	133
4.2.4	Registros de muestreo a la especie en aguas interiores .....	134
	Redes control.....	134
	Tipos de retención en redes control .....	136
	Tipos de retención en redes experimentales .....	138
4.2.5	Índices de proporcionalidad .....	139
4.2.4	Registros de muestreo a la especie en aguas exteriores .....	141
4.3	Objetivo específico N° 3.....	144
4.3.1	Exploración y análisis de datos.....	146
4.3.2	Evaluación por sexo y madurez .....	155

4.3.3	Pruebas de hipótesis de validación supuestos estadísticos en red experimental ....	156
4.3.4	Pruebas de hipótesis para la igualdad de medias .....	157
4.3.5	Preparación de la base de datos para SELECT (Millar, 2015) .....	159
4.3.6	Evaluación de supuestos de igualdad de esfuerzo de pesca al tamaño de malla.....	162
4.3.7	Evaluación de modelos de selectividad a la talla por tamaño de malla .....	165
4.3.8	Factor de selectividad.....	168
4.3.9	Análisis exploratorio del efecto en la estructura de tallas debido a otros aspectos tecnológicos con influencia en la selectividad de la red. ....	168
4.4	Objetivo específico N° 4.....	169
4.4.1	Marco de referencia .....	169
4.4.2	Muestreos y censos de pesca incidental .....	171
4.4.3	Filmaciones submarinas de interacción de aves y mamíferos con el arte de enmalle artesanal demersal .....	174
4.4.4	Censo de avistamientos de aves y mamíferos con el arte de enmalle artesanal demersal. ....	176
4.4.5	Revisión bibliográfica para orientar medidas de mitigación de la pesca incidental por efecto de la pesca artesanal de enmalle .....	181
5.	Análisis y discusión .....	196
	Consideraciones generales.....	196
	Objetivo N°1: Evaluar la eficiencia operacional entre redes de enmalle y espinel dirigidas a merluza del sur .....	198
	Objetivo N°2: Evaluación del efecto selectivo a la especie (fauna acompañante) de la pesca dirigida a meluza del sur con redes de enmalle .....	203

Objetivo N° 3: Distribuciones de tallas de las capturas de merluza del sur con redes de enmalle .....	204
Objetivo N°4: efectos de pesca incidental por pesca de enmalle .....	205
6. Conclusiones.....	208
7. Recomendaciones.....	211
8. Taller de difusión .....	212
9. Referencias bibliográficas.....	213
10. Equipo de Trabajo .....	222
10.1 Funciones asignadas .....	222
10.2. Tiempos ejecutados por actividad y objetivo.....	223
11. Anexos.....	225
Jerarquización de factores de eficiencia operacional de enmalle y espinel .....	241
Ponderadores .....	245
Análisis de consistencia .....	245
Evaluación de consistencia AHP .....	249
Resultado del AHP .....	249

<b>Índice de Figuras</b>	<b>pág.</b>
Figura 1. Modelo de interacción de variables AHP .....	11
Figura 2. Escalas de evaluación de calidad .....	16
Figura 3. Ejemplo de presentación de una distribución relativa de talla de merluza europea ( <i>Merluccius merluccius</i> ) de espinel (long-lines) y enmalle (gillnets). Fte.: Santos <i>et al.</i> (2003) .....	18
Figura 4. Plano de red de enmalle general utilizada por pescadores de Chiloé. ....	25
Figura 5. Distribución aleatoria de tamaños de malla de 4, 5 y 6” en las dos redes experimentales construidas e indicadas por su equivalente aproximado de 100, 130 y 150 mm respectivamente. ....	27
Figura 6. Otros materiales utilizados en la construcción de las redes experimentales (huincha y snap) .....	30
Figura 7. Procedimientos de muestreo de redes .....	31
Figura 8. Método de mediciones de flotadores y plomos.....	34
Figura 9. Zonas de pesca de merluza del sur en aguas interiores con redes de enmalle (a) y espinel (b).....	36
Figura 10. Chigres o platos viradores de cabo, usados por la flota artesanal de Chiloé para operar redes de enmalle. ....	39
Figura 11. Tipos de lanchas utilizadas en los muestreos y distribución general de espacio de cubierta bordo .....	39
Figura 12. Instrumentos y materiales de muestreo a bordo.....	45
Figura 13. Especies por tipo de flota pesquera en la PDA, según Arancibia <i>et.al.</i> (2010) .....	49
Figura 14. Ejemplo de gráfico de curvas de frecuencia por clase de talla retenida para 3 tipos de tamaño de malla TM, adaptado de IFOP (2019) .....	51
Figura 15. Relación de coeficientes de abertura de malla y selectividad de la malla según forma de pez. Adaptado de Hamley (1975) y Tosunoglu <i>et al.</i> (2002).....	53
Figura 16. Puertos de desembarque de la pesca de merluza del sur con espinel que muestrea IFOP con observadores a bordo, año 2021, indicados con círculos naranjos ( ). ....	68
Figura 17. Distribución de frecuencia agregada de talla Merluza del sur para espinel y enmalle, comparados a igual escala de marcas de clase, año 2021. ....	70

Figura 18. Curvas logísticas de probabilidad de retención acumulada para espinel y enmalle de merluza del sur .....	72
Figura 19. Histogramas y curva de frecuencia acumulada de tallas de espinel (superior) y enmalle (inferior), para meses mayo y noviembre. ....	74
Figura 20. Histogramas y curva de frecuencia acumulada de tallas de espinel (superior) y enmalle (inferior), por zona norte y sur. ....	76
Figura 21. Curvas logísticas de probabilidad por zona, con referencia a la TPMS=69 cm. ....	77
Figura 22. Histogramas y curva de frecuencia acumulada de tallas de espinel (superior) y enmalle (inferior), por sexo. ....	80
Figura 23. Gráfico circular (XY) de 4 cuadrantes, representando los índices de proporcionalidad de las capturas de fauna acompañante en la pesquería artesanal de merluza del sur, efectuada con los métodos de pesca de enmalle y espinel. ....	86
Figura 24. Relación W-L de merluza del sur de espinel artesanal de muestras a la calidad, caleta Pichipelluco, año 2021. Subcuadro con histogramas por variable L y W. Línea roja de relación potencial IFOP (2022) para $a=0,0022031$ y $b=3,2478014$ , $n=7.703$ y $r^2=0.951$ . ....	88
Figura 25. Distribución de frecuencias de rendimientos de pesca del tipo R1, R2 y R3 en la pesquería artesanal de merluza del sur con espinel, Región de Los Lagos, año 2021. Fte.: propia a partir de información de IFOP/SUBPESCA. ....	93
Figura 26. Distribución de frecuencias de rendimientos de pesca del tipo R1, R2 y R3 en la pesquería artesanal de merluza del sur asociada a la pesca de enmalle, Región de Los Lagos, año 2021. Fte.: propia a partir de información de SERNAPESCA. ....	95
Figura 27. Distribución de frecuencias de rendimientos medios ( $g/m^2$ ) por día de pesca de merluza del sur con redes de enmalle de la flota artesanal participante, años 2020-2021. ....	97
Figura 28. Estudio de área de influencia teórica del espinel según número de anzuelos .....	98
Figura 29. Estructura proporcional de costos según informe de Cerda <i>et al.</i> (2014), Figura 51 de pág. 13. En recuadro se indican las proporciones de costos en merluza del sur, capturada por botes usando espinel. ....	101
Figura 30. Estructura proporcional de costos de pesca de merluza del sur con enmalle. ....	105
Figura 31. Fabricación de redes experimentales. ....	108

Figura 32. Plano de redes experimentales .....	110
Figura 33. Ubicación de lances muestreados .....	132
Figura 34. Ubicación de los lances ejecutados en aguas exteriores .....	142
Figura 35. Análisis exploratorio de los datos atípicos aplicando el test de Cook para determinar los datos fuera de la tendencia de un modelo lineal simple TM y L.....	147
Figura 36. Histogramas de tallas de merluza del sur en redes experimentales, sobrepuestas por tamaño de malla 4", 5" y 6" . .....	148
Figura 37. Gráfico de cajas (boxplot) de tallas de merluza del sur en redes experimentales por tamaño de malla. Mediana (bigote), promedio (◊) y datos atípicos (•) .....	149
Figura 38. Histograma de frecuencias de longitud total de merluza del sur capturadas con red experimental de tamaño de malla 5" .....	150
Figura 39. Identificación de datos atípicos por el método de distancia de Cook para longitudes de redes control.....	151
Figura 40. Histograma de longitudes de redes Control.....	151
Figura 41. Cajas de distribución de longitud por tamaño de malla y sexo .....	152
Figura 42. Cajas de distribución de longitud para cada red control por sexo.....	153
Figura 43. Distribución de cajas de la longitud en función del tamaño de malla de las redes experimentales y por muestreador .....	154
Figura 44. Cajas de distribución de longitudes medidas por los muestreadores, en las diferentes redes control asignadas a ellos.....	154
Figura 45. Resultados de evaluación de supuestos de independencia, homocedasticidad y normalidad entre la longitud y los tamaños de malla de las redes experimentales, indicando el modelo regresivo, los test estadísticos empleados con sus resultados y los gráficos asociados a cada caso.....	156
Figura 46. Boxplot comparado de distribución con mediana (bigote), promedio (▪) y datos atípicos (•) de frecuencias de longitud de merluza del sur atrapadas en redes de 5 pulgadas, de todas las redes muestreadas, experimentales (12) y control (2,4,5,6,9 y 10) .....	158
Figura 47. Agrupamiento y determinación de clases de datos tipo Scott, Sturges y FD, para los tamaños de malla 4", 5" y 6" de la red experimental. ....	161

Figura 48. Relación perímetro observado y elipsoidal teórico de Ramanujan en base al alto y ancho opercular.....	164
Figura 49. Relación longitud total y perímetro opercular .....	165
Figura 50. Desviaciones de residuos y curvas de retención relativa del modelo BiLogNormal (de menor devianza), obtenido del programa SELECT de R de Millar (2015), para la pesca artesanal de enmalle de merluza del sur en mallas de 4” (línea continua), 5” (línea segmentada en rojo) y 6 pulgadas (línea segmentada en verde). .....	167
Figura 51. Referenciación geográfica de las colonias de Lobo Marino Común ( <i>Otaria byronia</i> ) y las zonas de pesca de Merluza del Sur ( <i>Merluccius australis</i> ) con Enmalle. ....	173
Figura 52. Foto desde filmación submarina con red subiendo y pez (tollo sp.) desprendido, sin ataque de ave o mamífero.....	175
Figura 53. Aves próximas a la embarcación a la expectativa de alimento.....	178
Figura 54. Grupo de aves asociadas a actividad de lobo marino mientras se alimenta, alejado a unos 50 m de la embarcación .....	178
Figura 55. Retenida tensada en izamiento y enrollamiento o plegado de ambas relingas. ....	179
Figura 56. Registros pesca afectada por mordidas de lobo marino en muestreos de septiembre, octubre y noviembre de 2021. ....	180
Figura 57. Arte de pesca de “enmalle” utilizado en la pesquería artesanal para la captura de merluza común en Chile. ....	183
Figura 58. Ejemplo de luces led usadas durante el estudio. B. LED fijadas en la parte del fondo de la red de enmalle.....	192

<b>Índice de Tablas</b>	<b>pág.</b>
Tabla 1. Escala de comparación AHP (Saaty, 1980).....	12
Tabla 2. Índice aleatorio <b>RI</b> .....	13
Tabla 3. Porcentajes máximos del ratio de consistencia <b>CR</b> .....	13
Tabla 4. Lista de materiales redes experimentales.....	29
Tabla 5. Estaciones de muestreo ejecutadas.....	38
Tabla 6. Nómina de muestreadores.....	40
Tabla 7. Nómina y código de las especies de peces considerados.....	43
Tabla 8. Escala de madurez sexual de hembras de merluza del sur.....	50
Tabla 9. Orden inicial de factores de eficiencia.....	59
Tabla 10. Orden final de factores de eficiencia.....	59
Tabla 11. Ponderación entre factores.....	61
Tabla 12. Tabla final de ponderadores.....	63
Tabla 13. Resultados de consistencia matrices AHP.....	64
Tabla 14. Matriz pareada de ponderadores entre factores.....	64
Tabla 15. Matriz normalizada y Vector propio.....	65
Tabla 16. Identificación e importancia en los muestreos de pesca de merluza del sur con espinel, en puertos de desembarque en que IFOP trabajo con observadores a bordo durante el año 2021. ...	69
Tabla 17. Distribución de frecuencias de longitud (cm) de pesca artesanal de merluza del sur con espinel y enmalle año 2021 y resultados de test K-S de similitud de distribuciones. ....	71
Tabla 18. Parámetros curva logística, test de ajuste y probabilidad de retención <TPMS del espinel y enmalle.....	72
Tabla 19. Parámetros curva logística, test de ajuste y probabilidad de retención bajo la TPMS del espinel y enmalle, meses de mayo y noviembre 2021.....	75
Tabla 20. Resultados del test K-S de igualdad de distribución de probabilidades de retención para espinel y enmalle por mes-estación.....	75
Tabla 21. Parámetros curva logística, test de ajuste y probabilidad de retención menor a la TPMS del espinel y enmalle, por zonas de pesca norte y sur del mar interior, región de Los Lagos.....	77

Tabla 22. Distribución de frecuencias por sexo de longitud (cm) de merluza del sur capturada con espinel y enmalle .....	79
Tabla 23. Parámetros curva logística, test de ajuste y probabilidad de retención <TPMS del espinel y enmalle, para machos y hembras.....	81
Tabla 24. Composición de las capturas de Merluza del sur con espinel, X Región. Período dic.2020 a dic.2021. ....	83
Tabla 25. Frecuencia observada de tipos de daños por sección del cuerpo de la merluza capturada con espinel.....	89
Tabla 26. Frecuencias observadas de tipos de daños por sección del cuerpo de la merluza capturada con enmalle .....	90
Tabla 27. Valor de pérdida de calidad por sistema de pesca .....	91
Tabla 28. Estadísticos de variables de selección de datos y estimados de rendimiento de pesca de merluza del sur con espinel, año 2021.....	92
Tabla 29. Estadísticos de variables de selección de datos y estimados de rendimiento de pesca de merluza del sur con enmalle, años 2019 y 2020. ....	94
Tabla 30. Distribución de capturas (Kg) de merluza del sur por lance, obtenidas con redes de enmalle control (5”) de la flota artesanal participante, años 2020 y 2021. ....	96
Tabla 31. Estimación de rendimientos promedio por unidad de superficie de la red de enmalle de cada embarcación participante .....	96
Tabla 32. Estimados de rendimientos promedios por sistema de pesca e índice comparado de eficiencia del enmalle sobre el espinel.....	100
Tabla 33. Simulación de estimaciones de porcentajes de costos por ítem y tipo de costo a partir del estudio de Cerda <i>et al.</i> (2014) .....	101
Tabla 34. Estimación de costo unitario de pesca de merluza del sur con espinel, para botes con LOA entre 5,6 a 8,2 m, a partir de estudio de Cerda <i>et al.</i> (2014).....	102
Tabla 35. Parámetros e ítem de costos promedio por categoría a partir de las encuestas realizadas, clasificados por centro de costo corriente, de nave y mano de obra .....	103
Tabla 36. Parámetros para determinar los costos de mano de obra.....	104

Tabla 37. Estimación de costo unitario de pesca de merluza del sur con enmalle, para lanchas de LOA entre 10,2 a 11,9 m. ....	105
Tabla 38. Tabla de evaluaciones de eficiencia operacional e índices comparados priorizados .....	106
Tabla 39. Matriz de decisión de la mejor alternativa (la más eficiente dado los criterios y ponderadores definidos) .....	107
Tabla 40. Rango y promedio de Data Redes .....	112
Tabla 41. Códigos y superficies de redes de enmalle de 5" (control) .....	113
Tabla 42. Dimensiones de flotadores utilizados por las redes de enmalle muestreadas .....	114
Tabla 43. Contraste del método del volumen desplazado con modelos teóricos de volumen de flotadores (cc).....	114
Tabla 44. Propiedades físicas de los flotadores utilizados en las redes de enmalle muestreadas .	115
Tabla 45. Especificaciones técnicas de plomos y tela de redes utilizadas .....	115
Tabla 46. Especificaciones técnicas de cabos e hilos de redes de enmalle .....	116
Tabla 47. Información de bitácoras de cada campaña de pesca .....	131
Tabla 48. Estaciones anuales cubiertas por las campañas de muestreo en aguas interiores .....	131
Tabla 49. Lances ejecutados y muestreados .....	133
Tabla 50. Estadísticos de las variables principales de los lances de pesca evaluados .....	134
Tabla 51. Capturas en número por especie de pesca de enmalle artesanal con merluza del sur como fauna objetivo.....	135
Tabla 52. Capturas en peso muestreadas por especie.....	136
Tabla 53. Frecuencia de formas de retención por sección de redes Control (5").....	137
Tabla 54. Retención en número de especies capturadas con las redes experimentales.....	138
Tabla 55. Frecuencias de tipos de retención por sección en redes experimentales .....	139
Tabla 56. Índices de proporción en peso de especie objetivo y fauna acompañante en redes control .....	140
Tabla 57. Frecuencias de capturas por especie y sección de red de enmalle experimental en aguas exteriores.....	143
Tabla 58. Frecuencias de capturas por especie y tamaño de malla redes experimentales en mar exterior .....	144

Tabla 59. Resumen de datos en formato R (data.frame).....	146
Tabla 60. Estadísticos de posición central para la longitud de cada tamaño de malla evaluado ...	149
Tabla 61. Estadísticos de posición central para la longitud de cada tamaño de malla evaluado...	152
Tabla 62. Frecuencias y proporción de observaciones de sexo de merluza del sur retenidas por las redes de enmalle experimentales. ....	155
Tabla 63 . Frecuencias por sexo y estado de madurez de hembras de todas las merluzas del sur capturadas en la pesca de investigación, año 2021. ....	155
Tabla 64. Evaluaciones de contraste de hipótesis de igualdad de medias para redes experimentales y control con variables relevantes y efectos combinados .....	157
Tabla 65. Pruebas de similaridad entre redes comparando igualdad de medias entre pares, mediante test no paramétrico K-S.....	159
Tabla 66. Base de datos de distribución de frecuencias de talla por TM usado en script R-SELECT .....	162
Tabla 67. Tabla de número de muestras (n) obtenidas de perímetros de merluzas capturadas con redes experimentales, durante las campañas 2020-2021 en aguas interiores. ....	163
Tabla 68. Promedio y variación del coeficiente de Baranov para diferentes tamaños de malla (TM) en pesca de merluza del sur retenida por enmalle, año 2021 en aguas interiores. ....	163
Tabla 69. Promedio y variación del coeficiente de Baranov para redes control TM=5” en pesca de merluza del sur retenida por enmalle, año 2021 en aguas interiores. ....	164
Tabla 70. Parámetros, medias, desviaciones y devianza de los modelos de curvas de selectividad de enmalle de merluza del sur, obtenidos del programa SELECT.....	166
Tabla 71. Factores de selectividad por tamaño de malla, para merluza del sur pescada con enmalle artesanal .....	168
Tabla 72. Resultados de eventos de pesca incidental de aves y mamíferos marinos por campaña de pesca.....	171
Tabla 73. Censo de aves marinas en las zonas de pesca de cada campañas de muestreo .....	177
Tabla 74. Censo de mamíferos marinos en las zonas de pesca de cada campañas de muestreo ..	177
Tabla 75. Medidas de administración aplicables al recurso merluza del sur.....	181

Tabla 76. Número de ejemplares por especie de fauna acompañante en estudio de Queirolo <i>et al.</i> (2013).....	189
Tabla 77. Personal considerado en el proyecto FIPA 2020-21.....	222
Tabla 78. Horas ejecutadas por actividad del equipo de trabajo.....	223
Tabla 79. Horas personal por objetivos.....	224
Tabla 80. Registro de panelistas.....	241
Tabla 81. Jerarquización de factores.....	241
Tabla 82. Orden final de factores de eficiencia.....	242
Tabla 83. Escala de valoración de ponderadores de Saaty.....	243
Tabla 84. Tablas de calificación de ponderadores.....	244
Tabla 85. Ponderación entre factores.....	245
Tabla 86. Tabla final de ponderadores.....	248
Tabla 87. Resultados de consistencia matrices AHP.....	249
Tabla 88. Matriz pareada de ponderadores entre factores.....	249
Tabla 89. Matriz normalizada y Vector propio.....	250
Tabla 90. Vector Propio de Ponderadores de factores de eficiencia.....	250

<b>Índice de Anexos</b>	<b>pág.</b>
Anexo 1. Criterios de selección y ejemplo de compromiso que suscriben los pescadores que participan en el proyecto FIPA 2020-21.....	225
Anexo 2. Acta de reunión inicial proyecto.....	227
Anexo 3. Formularios de muestreo.....	230
Anexo 4. Procedimientos, manejo y cálculos del Taller de expertos AHP.....	241
Anexo 5. Acta de reunión de difusión de resultados del proyecto FIPA 2020-21.....	252

## 1. Introducción

De acuerdo a lo explicitado en el Artículo 1°B de la Ley General de Pesca y Acuicultura “El objetivo de la Ley General de Pesca y Acuicultura es la conservación y el uso sustentable de los recursos hidrobiológicos, mediante la aplicación del enfoque precautorio y un enfoque ecosistémico en la regulación pesquera y la salvaguarda de los ecosistemas marinos en que existan esos recursos”, cuestión que para las pesquerías artesanales que constituyen la Pesquería Demersal Austral, en adelante PDA, como la merluza del sur (*Merluccius australis*), el congrio dorado (*Genypterus blacodes*) y la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*), exige que las pesquerías y sus recursos se lleven o mantengan en torno al rendimiento máximo sostenido, procurando siempre que en la toma de decisiones concurren dos enfoques principales. Primero, el precautorio para que la administración y los programas de manejo cuenten con visión de largo plazo para la sostenibilidad de la actividad, utilizando la mejor información disponible; y segundo, un enfoque ecosistémico que considere, por una parte, los efectos de la pesca en el medio ambiente en su conjunto en torno al recurso principal y la participación de los usuarios pescadores y de su cadena de valor en el proceso de toma de decisiones.

En este contexto, la regulación directa de la mortalidad por pesca mediante control de capturas e indirecta mediante control del esfuerzo, permite evitar procesos de sobrepesca que conduzcan a pesquerías sobreexplotadas, situación en que se encuentran las principales pesquerías de la PDA y cuyo sistema de manejo opera mediante un comité de manejo multisectorial que administra un plan de manejo *ad hoc* y recomienda medidas de manejo de control de esfuerzo y un comité científico que asesora a la autoridad para el establecimiento de normas de límites sostenibles de capturas y de protección a los ciclos de vida de las especies involucradas.

En materia de esfuerzo de pesca, uno de los problemas que presenta actualmente la PDA para el caso de la merluza del sur, es que si bien la pesca industrial está bien normada y sus niveles de descarte y pesca ilegal están suficientemente controlados y documentados, en la pesca artesanal de espinel se ha observado persistentemente una actividad de pesca de subreporte y descarte de ejemplares bajo la talla de 60 cm, que compromete los niveles de riesgo al momento de adoptar una cuota de largo plazo. Por ello, la autoridad sectorial eliminó dicha restricción a partir del año

2019 para poder contar con información fidedigna del desembarque de merluza del sur (Res. Ex. N° 3085/2019) bajo esa talla; siendo por tanto, interesante y necesario explorar alternativas de pesca que ofrezcan mayor selectividad a la talla de las artes o aparejos de pesca en dicho sector, ya que el espinel presenta una baja selectividad a tallas menores, debiendo adaptar la normativa actual para mejorar los estimadores de la pesca bajo talla, siendo la pesca de enmalle una alternativa de pesca por explorar.

Por su parte, la principal pesca artesanal nacional de enmalle para este tipo de peces (gádidos) es la pesquería artesanal de merluza común (*Merluccius gayi gayi*), que se inició con espinel pero que fue reemplazado en el tiempo, como método de pesca, por el enmalle. En otras pesquerías internacionales de gádidos la red de enmalle también se utiliza, por ejemplo para la pesca de merluza europea (*Merluccius merluccius*) que se practica por pescadores de España y Francia, o la pesca de bacalao del Atlántico (*Cod, Gadus morhua*), que es una pesquería con manejo internacional y utiliza redes de enmalle para su captura en el mar Báltico, de Barents y del Norte central por pescadores de Islandia, Noruega, España, Alemania e Inglaterra entre otros (ICESCIEM, 2005). También se registran capturas de Merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) en Usuaia – Argentina, donde la flota de pequeña escala las captura con redes de enmalle (Sánchez-Carnero *et al.*, 2022)

Por ahora, el aparejo de espinel representa la forma de pesca de uso consuetudinario en la pesca artesanal en la PDA y por tanto en el territorio de la región de Los Lagos, pero presenta una serie de problemas operacionales, no solucionables aún, en relación con su selectividad en el mar interior junto a una fuerte interferencia con mamíferos marinos principalmente, pero otorga un producto de alta calidad para el consumo humano en fresco y refrigerado, con una tecnología de pesca y operaciones a bordo accesible para los micro y pequeños empresarios pescadores artesanales.

En función de lo anterior, la autoridad sectorial plantea la necesidad de evaluación de selectividad de las redes de enmalle, ya que por regulación indirecta de la mortalidad es posible implementar regulaciones al esfuerzo de pesca, no solo mediante vedas espaciales y temporales; sino que, a través de las dimensiones y características de los artes y aparejos de pesca, permitiendo introducir

regulaciones que contribuyan al control de la selección de la pesca, tanto de ejemplares por tamaño como por especie.

Por ello, en el desarrollo de la pesquería de merluza del sur en el último tiempo, existe la preocupación de los usuarios pescadores artesanales por el uso no autorizado del arte de pesca de enmalle, que ha sido utilizado por la flota chilota principalmente y que aparentemente permitiría buenos rendimientos y bajos costos de operación, siendo una técnica eficiente y económica, pero que no cuenta con una evaluación de sus capacidades de selectividad. Así, es importante evaluar si este arte de pesca podría permitir mejores niveles de selectividad a la talla y a la especie, desconociéndose su impacto en otras especies relevantes de la PDA y fauna marina de fondo, como de la interacción con mamíferos y aves marinas u otro tipo de pesca incidental y fantasma.

Investigaciones previas realizadas para abordar el presente proyecto indicaron que parte de la flota artesanal merlucera de Dalcahue practica este método de pesca para la captura de pejegallo (*Callorhynchus callorhynchus*) y merluza del sur, lo que está generando incertidumbre en el sector, donde esos pescadores han presentado propuestas de regulación para innovar en las formas de pesca de la merluza del sur, solicitando a la autoridad sectorial aprobar la red de enmalle como nuevo método de pesca para la captura de merluza del sur.

Así y bajo el enfoque precautorio y ecosistémico que sustenta la administración pesquera nacional, se desarrolla la presente investigación aplicada para la evaluación de este nuevo método de pesca de enmalle, por su efecto en la mortalidad y selectividad de la especie objetivo merluza del sur, como del ecosistema por las externalidades que podría generar en la fauna acompañante de otras especies principales que conforman la PDA, como el congrio dorado y la merluza de cola entre otras, junto a evaluar las interacciones y pesca incidental con mamíferos y aves marinas.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo General**

Evaluar la eficiencia operacional y el efecto selectivo a la talla y a la especie del uso de redes de enmalle en la pesquería demersal austral, tanto en aguas exteriores como interiores de la región de Los Lagos

### **2.2 Objetivos Específicos**

- 1) Evaluar la eficiencia operacional en la captura dirigida a los principales recursos demersales de la PDA con redes de enmalle.
- 2) Evaluar el efecto selectivo a la especie en la captura dirigida a los principales recursos explotados en la PDA con redes de enmalle.
- 3) Evaluar el efecto selectivo a la talla de las principales especies explotadas en la PDA con redes de enmalle bajo diferentes tamaños de malla.
- 4) Evaluar la pesca incidental de aves y mamíferos marinos en la captura dirigida a los principales recursos explotados en la PDA con redes de enmalle

### **3. Metodología**

#### **3.1. Consideraciones iniciales**

##### **3.1.1 Reunión de validación y coordinación del plan de trabajo**

El proyecto fue asignado por el FIPA mediante contrato de fecha 1° de octubre de 2020 (Res. Ex. N° 2131/2020) y como estaba previsto se realizó reunión de trabajo inicial de puesta en marcha del proyecto de fecha 19 de octubre de 2020, cuyo objetivo fue presentar el plan de trabajo, metodologías y procedimientos relevantes para fines del estudio y coordinar actividades a realizar con el Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura (FIPA) y la contraparte técnica de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA). El Acta de reunión se entrega en Anexo 2.

Seguidamente se realizaron 3 reuniones con la contraparte técnica representada por los sectorialistas Srs. J.Farías y L.Flores, para coordinar acciones, gestiones de permisos de pesca de investigación e informar del avance del proyecto, a saber:

- 23 de octubre 2020: Reunión vía Zoom para analizar solicitud de pesca de investigación años 2020 y 2021.
- 18 de diciembre 2020: Reunión vía Zoom para programar Panel de Expertos
- 18 de enero 2021: Informar resultados del trabajo con el Panel de Expertos

##### **3.1.2 Permisos e informes de pesca de investigación**

Para implementar la presente investigación se requirió de una autorización de pesca de investigación por parte de Subsecretaría de Pesca y Acuicultura que permitió habilitar la reserva de cuota de investigación solicitada, la operación de al menos tres embarcaciones artesanales necesarias para las pruebas de campo, autorizar el uso de redes de enmalle para capturar merluza del sur y la habilitación de los observadores muestreadores a bordo.

Para el año 2020 se trabajó con la autorización de pesca de investigación otorgada mediante Res. Ex. N° E-2020-621 de 17 de diciembre de 2020. En ella se autorizan 3 zonas de pesca en el mar interior al norte y sur del Grupo Desertores para realizar los muestreos que se encuentran identificados con las coordenadas geográficas de cada vértice del polígono respectivo, incorporando la participación de 4 embarcaciones artesanales (Yanira Fabiola, Barlovento, El Guerrero Arco Iris II

y Emilio José) con autorización exclusiva para pescar con red de enmalle los recursos de la PDA, entregando cuota de pesca de investigación por especies objetivo y fauna acompañante.

Para el año 2021 se trabajó con las autorizaciones de pesca de investigación otorgada mediante Res. Ex. N° E-2021-204 de 15 de abril de 2021 con duración hasta el 31 de diciembre de 2021, del mismo tenor anterior, pero con las embarcaciones Vanessa IV, El Guerrero Arco Iris II, Emilio José, Beatriz y Patricia II, entregando cuota de pesca de investigación por especies objetivo y fauna acompañante para ese año. Esta resolución fue modificada mediante resoluciones E-2021-1987 y E-2021-2995 que incorpora la embarcación Río Lar, que trabajó en el mar exterior.

Los informes finales de pesca de investigación solicitados para dar cumplimiento al presente estudio se entregaron según se detalla:

- 29 de enero 2021. Se entrega Informe de la Pesca de Investigación desarrollada durante el año 2020, autorizada mediante Res.Ex. N° E-621 de 2020 denominada “Caracterización y muestreo en faenas de pesca experimental para la evaluación de la eficiencia operacional y del efecto selectivo de uso de redes de enmalle en la pesquería demersal austral”, que por su fecha de emisión alcanzó para cubrir los primeros muestreos de pruebas y campo del mes de diciembre de ese año.
- 6 de junio 2022. Se entrega Informe de la Pesca de Investigación desarrollada durante el año 2021, autorizada mediante Res.Ex. N° E-204 de 2020 denominada “Caracterización y muestreo en faenas de pesca experimental para la evaluación de la eficiencia operacional y del efecto selectivo de uso de redes de enmalle en la pesquería demersal austral”.

### **3.1.3 Prórrogas y tiempos de ejecución del proyecto**

El proyecto fue adjudicado por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura con fecha de inicio 1° de octubre de 2020, mediante Res. Ex. N° 2131 de 2020, que consideraba un plazo de ejecución de 17 meses; esto es, marzo de 2022, habiendo terminado las actividades de campo en diciembre de 2021. Luego durante el año 2022 el proyecto estuvo en procesos de evaluación y correcciones en sus informes de avance, pre informe final e informe final, que concluyeron con carta FIPA N°64 de abril de 2023 donde el Consejo de Investigación Pesquera y Acuicultura resuelve aprobar el proyecto.

### 3.2 Objetivo general

Para evaluar la eficiencia operacional y el efecto selectivo a la especie y la talla de redes de enmalle en la pesquería demersal austral (PDA) asociada a la pesquería de merluza del sur, se realizaron experimentos de selectividad *in situ* en las principales y regulares zonas de pesca preexistente en el mar interior, utilizando dos redes experimentales especialmente construidas a este propósito, con 3 tipos de tamaños de malla de 4", 5" y 6", junto a las redes de enmalle de 5" de uso habitual y representativas de la flota y que actúan como grupo control de los experimentos.

Considerando el plazo del estudio de 14 meses de duración, se programaron los muestreos dentro de la estacionalidad completa de la pesquería, que incluyen al menos dos estaciones climáticas alternadas para el mar interior, permitiendo evaluar los cambios en la eficiencia operacional y del efecto selectivo, por estas variables.

Se determinó una línea base diagnóstica de los artes de pesca, realizada mediante la descripción y caracterización de las redes de enmalle actualmente en uso por el sector artesanal para pescar pejegallo y merluza del sur, las que se obtuvieron mediante muestreos directos e inspecciones en terreno para el levantamiento de la información completa de los componentes, materiales y construcción de las redes, que permitieron la elaboración de los planos técnicos que se informan.

Los muestreos a la especie y talla se registraron en una base de datos maestra estructurada en el tiempo, con campos de trazabilidad especialmente elaborados al efecto y desde las cuales se generaron las evaluaciones estadísticas que permitieron obtener las curvas de retención y selectividad a la talla. Los muestreos estuvieron a cargo de personal calificado en calidad de observadores científicos a bordo y en subsidio, de muestreadores profesionales integrantes del equipo de trabajo del presente estudio, disponiendo del equipamiento necesario para obtener registros de video submarino en faenas de pesca donde se presente interacción del arte con aves y mamíferos marinos, los que fueron ejecutados por un profesional acreditado como buzo especialista.

Los experimentos de captura se realizaron con seis (6) embarcaciones autorizadas mediante pesca de investigación y que operan regularmente en el mar interior con redes de enmalle autorizadas para la pesquería de pejegallo, programando dos naves por campaña, cada una portando una de las

redes experimentales construidas, más dos de las tres propias que regularmente porta cada embarcación. Estas embarcaciones se encuentran habilitadas para operar en las pesquerías de merluza del sur y congrio dorado con espinel en Régimen Artesanal de Extracción (RAE) asociados al área Chiloé A y forman parte del acuerdo de cooperación suscritos con el STI N°2 de Dalcahue y la A.G. Chiloé Palangre.

Sin perjuicio a que las bases administrativas indican que las capturas efectuadas en el contexto del estudio deberán ser imputadas como capturas comerciales, se consideró y solicitó hacer uso de parte de las cuotas destinadas como reserva de investigación para el año 2020 y 2021 y que fueron otorgadas en los respectivos permisos individualizados en punto 3.1.2 anterior, cuyo consumo es posible constatar en el control de cuota del SERNAPESCA con un registros de 3.347 Kg con cargo a pesca de investigación para el año 2021<sup>1</sup>.

Todas estas consideraciones generales forman parte y se explican en detalle en el desarrollo metodológico de los objetivos específicos y que dan respuesta integral al objetivo general.

### **3.3 Objetivo específico N°1: evaluar la eficiencia operacional en la captura dirigida a los principales recursos demersales de la PDA con redes de enmalle.**

La eficiencia operacional es una comparación entre los resultados del proceso productivo respecto de los factores productivos involucrados, donde las medidas de eficiencia dependerán o estarán determinadas dependiendo del punto de vista del observador; en este caso del Estado, para medir el cumplimiento de metas administrativas específicas respecto de un proceso productivo que regula la función de producción (Capturas máximas-cuota/Esfuerzo en el nivel de máximo rendimiento sostenible).

De esta forma cada estimador de eficiencia ( $E_e$ ) corresponde a un índice que se construye especialmente sobre la base de comparar la función de producción ( $y$ ) con cada uno o varios de los

---

<sup>1</sup> SERNAPESCA, archivo Excel de Control de cuota anual 2021: <http://www.sernapesca.cl/informacion-utilidad/consumo-de-cuotas>, Consumo y Control de Cuotas: Demersales - Merluza del Sur 41°28,6' al 57° y FUP, 06\_cuota\_merluza\_del\_sur\_41deg286\_al\_57deg\_y\_fup\_2021.xls

factores productivos ( $x_i$ ) determinados como relevantes, según sea lo que se requiere medir y que a estos efectos se expresan en la forma:

$$Ee_i = y/x_i$$

### 3.3.2. Clasificación de la eficiencia operacional

Para la comparación de la eficiencia operacional de los sistemas de pesca de enmalle y espinel para la pesquería artesanal de merluza del sur, se miden los siguientes 6 factores determinados como relevantes:

- captura bajo la talla de primera madures sexual (TPMS)
- rendimientos de pesca
- calidad de las capturas
- costos de operación

y externalidades por:

- fauna acompañante
- pesca incidental

La escala de importancia entre estos factores se realiza mediante un grado de clasificación integrada por una escala de magnitud multicriterio, aplicando en este caso el método de Análisis Jerárquico de Procesos (AHP) de Saaty (1980), mediante la evaluación realizada por un panel de expertos que valoran y ponderan la importancia de cada factor de eficiencia considerado. El diseño del panel se estableció conforme a las recomendaciones de Keeney y Raiffa (1976) con efecto de desconocimiento de resultados preliminares de los indicadores (técnica sin información), para el establecimiento de ponderadores objetivos. Así el panel quedó integrado por expertos y actores administrativos que son o han sido parte de la toma de decisiones en el manejo pesquero, seleccionados por su trayectoria profesional como miembros de los comités científicos y de manejo de las pesquerías que conforman la PDA, como autoridades sectoriales relevantes en la toma de decisiones y miembros de las unidades técnicas de la contraparte técnica del presente proyecto, mediante un formato de trabajo guiado por el ejecutor del proyecto, con pautas de trabajo previamente definidas y coordinadas entre las partes.

Para ello en reunión de fecha 18 de diciembre de 2020, se coordinó con la contraparte técnica de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, sectorialistas Sres. Jorge Farías y Lorenzo Flores, para que seleccionaran a los participantes que crean adecuados al efecto, solicitando se consideraran los siguientes criterios de selección de los panelistas:

- La necesaria afinidad de los panelistas en el sentido de haber trabajado o trabajar en la toma de decisiones para el manejo pesquero, pudiendo ser miembros de Comités de Manejo o Científicos, sectorialistas en pesquerías demersales e investigadores y expertos en general en materias de regulación y manejo pesquero.
- Se solicita no menos de 5 ni más de 9 panelistas para implementar la metodología.

### 3.3.3. Evaluación de la eficiencia operacional

Determinados los ponderadores para cada aspecto de eficiencia operacional del proceso productivo que se mide, se genera una matriz de evaluación de Decisión Multicriterio (AMC) donde se optimizan varias funciones objetivos simultáneas respecto de los intereses (ponderadores) de un único agente decisor y que se formula matemáticamente de la siguiente manera:

$$\max F(x) = \Sigma [fp(x_i) \cdot X^T]^{max}$$

donde,

$x$  es el vector  $[x_1, x_2, \dots, x_n]$  de los factores de decisión, en que el problema es asignar los mejores o mayores en importancia.

$X^T$  es el vector transpuesto de la ponderación asociada a cada factor evaluado, determinando la región factible de posibles valores que pueden tomar los factores, índices o variables.

$F(x)$  es el vector  $[f1(x), f2(x), \dots, fp(x)]$  de las  $p$  funciones de índices objetivo, que recogen los criterios u objetivos simultáneos del problema.

El operador  $\max$  se programó en planilla Excel donde se construye la matriz de comparaciones de índices y preferencias, se estandarizan las escalas de los índices de eficiencia operacional en las fronteras de valor dado por los ponderadores y se realizan las evaluaciones obtenidas, asignando la decisión al mayor valor obtenido ( $\max F(x)$ ).

### 3.3.4. Método de evaluación de la eficiencia operacional (Análisis Multicriterio)

El análisis multicriterio aplicado corresponde al Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process, AHP), propuesto originalmente por Thomas L. Saaty (Saaty, 1980) que hoy día se aplica habitualmente a casi todos los ámbitos de evaluación de decisiones en la empresa, la economía o la investigación de operaciones, entre otros ámbitos.

AHP es un método que selecciona alternativas en función de una serie de criterios o variables, normalmente jerarquizados, los cuales suelen entrar en conflicto. En esta estructura jerárquica, el objetivo final se encuentra en el nivel más elevado, y los criterios y subcriterios en los niveles inferiores, tal como se muestra en la Figura 1.

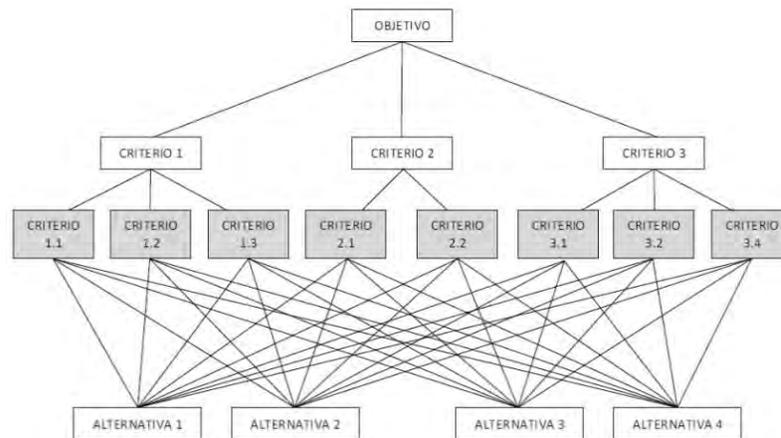


Figura 1. Modelo de interacción de variables AHP

Para que el método sea eficaz, es fundamental elegir bien los criterios y subcriterios, los cuales deben estar muy bien definidos, ser relevantes y mutuamente excluyentes (independencia entre ellos). Es importante que el número de criterios y subcriterios en cada nivel no sea superior a 7, para evitar excesivas comparaciones a pares.

Una vez definida la estructura jerárquica, se compararon los criterios de cada grupo del mismo nivel jerárquico y la comparación directa por pares de las alternativas respecto a los criterios del nivel inferior. Para ello se utilizaron matrices de comparación pareadas usando la Escala Fundamental de Saaty (Tabla 1).

Tabla 1. Escala de comparación AHP (Saaty, 1980)

VALOR	DEFINICION	DESCRIPCION
1	Igual importancia	El criterio A es igual de importante que el criterio B
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el B
5	Importancia grande	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente al criterio A sobre el B
7	Importancia muy grande	El criterio A es mucho más importante que el criterio B
9	Importancia extrema	La mayor importancia del criterio A sobre el B está fuera de toda duda
2,4,6 y 8	Valores intermedios	Cuando es necesario matizar

La comparación de las diferentes alternativas respecto al criterio del nivel inferior de la estructura jerárquica, como la comparación de los diferentes criterios de un mismo nivel jerárquico dan lugar a una matriz cuadrada denominada matriz de decisión. Esta matriz cumple con las propiedades de *reciprocidad* (si  $a_{ij} = x$ , entonces  $a_{ji} = 1/x$ ), *homogeneidad* (si  $i$  y  $j$  son igualmente importantes,  $a_{ij} = a_{ji} = 1$ , y además,  $a_{ii} = 1$  para todo  $i$ ), y *consistencia* (la matriz no debe contener contradicciones en la valoración realizada). La consistencia se obtiene mediante el índice de consistencia (Consistency Index,  $CI$ ) donde  $\lambda_{max}$  es el máximo autovalor y  $n$  es la dimensión de la matriz de decisión. Un índice de consistencia igual a cero significa que la consistencia es completa.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Donde  $RI$  es el índice aleatorio, que indica la consistencia de una matriz aleatoria (Tabla 2):

Tabla 2. Índice aleatorio *RI*

Tamaño de la matriz	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice aleatorio ( <i>RI</i> )	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Una vez obtenido *CI*, se obtiene la proporción de consistencia (Consistency Ratio, *CR*) siendo aceptado siempre que no supere los valores indicados en la Tabla 3. Si en una matriz se supera el *CR* máximo, hay que revisar las ponderaciones.

Tabla 3. Porcentajes máximos del ratio de consistencia *CR*

Tamaño de la matriz (n)	Ratio de consistencia
3	5%
4	9%
5 o mayor	10%

Una vez verificada la consistencia, se obtienen los pesos, que representan la importancia relativa de cada criterio o las prioridades de las diferentes alternativas respecto a un determinado criterio. Para ello el AHP original utiliza el método de los autovalores, donde hay que resolver la siguiente ecuación:

$$A \cdot w = \lambda_{max} \cdot w$$

en que *A* representa la matriz de comparación, *w* el autovector o vector de preferencia, y  $\lambda_{max}$  el autovalor.

### 3.3.5 Estimación de los índices de eficiencia operacional comparada

#### Rendimientos de pesca

Para ambos métodos de pesca de enmalle y espinel, se puede determinar el rendimiento comparado en la forma general como Kg/viaje o Kg/lance, pero se debe tener en cuenta que la unidad de tiempo de un viaje de pesca es muy diferente entre ambos sistemas de pesca, ya que en general en la región de Los Lagos un viaje de pesca de espinel a la merluza del sur en aguas interiores

es de uno a 2 días y del enmalle de 4 a 7 días (con 2 a 5 días efectivos de pesca); de igual forma, comparar los rendimientos de pesca por días de operación (DOP) también genera una diferencia de escala operacional de 1:3 entre el espinel y el enmalle. Igualmente estos rendimientos son estimados y presentados para ambos casos.

Por otra parte, se podría estimar el rendimiento de estos métodos de enmalle y espinel midiendo la unidad estándar de esfuerzo como  $g/m^2$  o  $gr/anzuelo$  respectivamente, pero estas unidades no son comparables. Sin embargo, como se contará con la medición precisa de la superficie de las redes de enmalle, el rendimiento de estas podrá medirse en  $g/m^2$  y para hacerlo comparable con el espinel, se desarrolla un trabajo de evaluación teórico dimensional, en base al área de influencia del reinal con su anzuelo y la carnada, que permitió determinar un coeficiente de equivalencia del reinal-anzuelo-carnada por unidad de área, permitiendo convertir los  $gr/anzuelo$  a  $g/m^2$ .

La información de capturas y desembarques diarios de pesca del espinel se obtuvo del programa de seguimiento de IFOP entre los meses de diciembre de 2020 a diciembre de 2021 y cuya base de datos se entrega adjunta al presente informe en carpeta “ADJUNTOS”. La información de pesca de merluza del sur asociada a pesca con enmalle se obtuvo de la flota artesanal que participó de la presente pesca de investigación y la que se solicitó a SERNAPESCA para los años 2020 y 2021, cuya base de datos se entrega en archivo RESPUESTA SIAC 460178921 adjunto al presente informe.

El índice de eficiencia operacional del rendimiento de pesca comparada es una proporción entre los rendimientos promedios de los dos métodos de pesca evaluados, por zona ( $i$ ), día ( $j$ ) y lance ( $k$ ) determinado, de la forma:

$$f1(x) = Er.enmalle_{i,j,k}/Er.espinel_{i,j,k}$$

Este factor formará parte del vector  $[f1(x), f2(x), \dots, fp(x)]$  previamente explicado sobre las  $p$  funciones objetivo que recogen los criterios u objetivos simultáneos para medir la eficiencia operacional entre ambos métodos de pesca.

### Calidad de la captura

Para este estudio se mide la calidad de la pesca respecto del sistema de pesca, como el resultado directo de los efectos operativos del arte de pesca de enmalle en el cuerpo del pescado, sin considerar efectos posteriores por manipulación en transporte y arribo del producto a planta o mercado fuera de playa. En el caso del espinel, se miden las condiciones de calidad físicas externas del pescado inmediatamente luego de ser entregado en primera venta, midiendo los efectos que el sistema de pesca le ocasiona al pez al sacarlo del anzuelo y subirlo a bordo. Para ello se evalúan macroscópicamente la presencia de magulladuras o ralladuras de la piel, pérdidas de escamas, piel, aletas, daños operculares, desgarros de piel o pérdidas de carne por tracción, presión, roce, erosión o mordeduras por depredadores naturales (pulgas de mar, jaibas, aves o lobo marino) u otros visibles de importancia comercial en la calidad.

De esta forma se miden los siguientes factores de calidad ( $i$ ), con valores de 1 a 4 para la distinción de origen de los siguientes atributos:

1: Magulladuras (M)

2: Pérdida de escamas (E)

3: Pérdida de piel (P)

4: Pérdida de carne o desgarros por mordeduras (C)

Los factores de calidad se anotan además en función de la sección del pez ( $j$ ) donde se producen: cabeza, opérculo, lomo, abdomen, pedúnculo y aletas, donde  $j$  adopta los valores de 1 a 6 para cada sección del pescado respectivamente.

Así, de las capturas totales obtenidas por cada lance de pesca, se anotan la frecuencia observada de cada factor y sección, en un formulario especial de muestreo (Anexo 3 a), explicada por una guía de apoyo en el anverso del formulario confeccionada al efecto, todo lo cual se completa en base a inspección macroscópica y juicio experto del observador a bordo en pesca de enmalle o en playa para pesca de espinel. En este trabajo no se registraron dudas o hallazgos especiales, que ameritaran registro fotográfico especial y posterior envío y examen en laboratorio.

Para la pesca de enmalle, la calidad de la pesca se registró a bordo. Para la pesca de espinel se evaluó la calidad de la pesca en el puesto de mercado de caleta Pichipelluco, inmediatamente arribando las naves a no más de 2 horas de navegación de zona de pesca.

Otros puertos como Anahuac y Puerto Artesanal de Calbuco (aguas Azules), que presentan actividad permanentemente, no se pudieron implementar por problemas de disponibilidad de muestras al momento del desembarque ya que las zonas de Calbuco, Puerto Montt y Chiloé consumieron su cuota muy tempranamente entre enero y marzo del 2021, previo al inicio de nuestros muestreos, siendo cerradas anticipadamente por SERNAPESCA<sup>2</sup>.

Para la evaluación de la calidad se transforman las lecturas del formulario en una escala de grado de pérdida de valor, según el tipo de daño (i) y la sección del cuerpo donde se producen (j). Esta escala está diseñada de forma tal que los valores menores están asociados a daños menores o secciones de menor valor para el consumidor y los valores mayores estén asociados a pérdidas de carne o secciones relevantes del cuerpo que afectarán la apreciación del consumidor respecto del valor del producto. Posteriormente estos grados son sumados y contrastados con una tabla de grado de valor final para cada espécimen, como se indica en Figura 2.

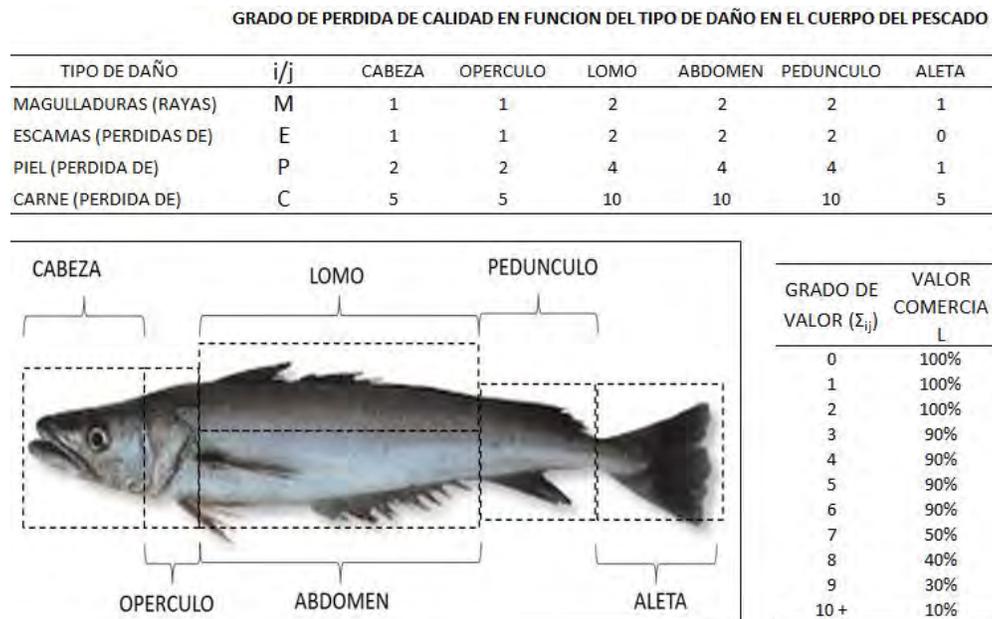


Figura 2. Escalas de evaluación de calidad

<sup>2</sup> SERNAPESCA, agosto 2021. <http://www.sernapesca.cl/informacion-utilidad/consumo-de-cuotas>

El índice general de eficiencia operacional a la calidad se construyó estimando el coeficiente dado por la suma de las frecuencias totales asociadas al factor de calidad-sección, respecto del total de pescados obtenidos en una unidad de tiempo determinada, como:

$$f2(x) = \sum X_{i,j} / N$$

donde,

$f2(x)$ , índice de calidad en un tiempo dado por método de pesca ( $x$ )

$X$ , es la frecuencia acumulada de peces afectados observados

$i$ , es el factor de calidad de 1 a 4

$j$ , es la sección afectada del pescado de 1 a 6

$N$ , total de peces muestreados en el período

Así se compara el índice de calidad de cada método de pesca representando, mediante cálculo de proporciones, evaluando el impacto en la calidad de cada método de pesca.

Este factor formará parte del vector  $[f1(x), f2(x), \dots, fp(x)]$  previamente explicado sobre las  $p$  funciones objetivo que recogen los criterios u objetivos simultáneos para medir la eficiencia operacional entre ambos métodos de pesca.

### **Captura bajo TPMS**

Este es un factor de eficiencia operacional que mide y compara, entre los métodos de pesca de enmalle y espinel, las proporciones de la composición de longitud total bajo la talla de primera madures sexual (TPMS) de las capturas observadas. Para el espinel esta información se obtuvo del programa de seguimiento de IFOP, verificando que el origen de las muestras hubiera sido realizada con observadores a bordo para evitar cualquier efecto no deseado de descarte, cuyas bases de datos se entregan adjuntos al presente informe.

El procedimiento en este caso consiste en comparar las distribuciones de frecuencia a la talla (DFT) de merluza del sur en categorías de forma agregada ( $i$ ), por período estacional ( $j$ ), por zona de pesca ( $k$ ) y sexo ( $l$ ), entre ambos métodos de pesca.

Primero, para cada par de distribución de frecuencias DFT  $(i,j,k,l)$  se realiza una caracterización interpretada mediante análisis estadístico de medidas de distribución central y dispersión, presentando las distribuciones gráficamente (Figura 3), de forma similar a como se ejemplifica en el trabajo de Santos *et al.* (2003).

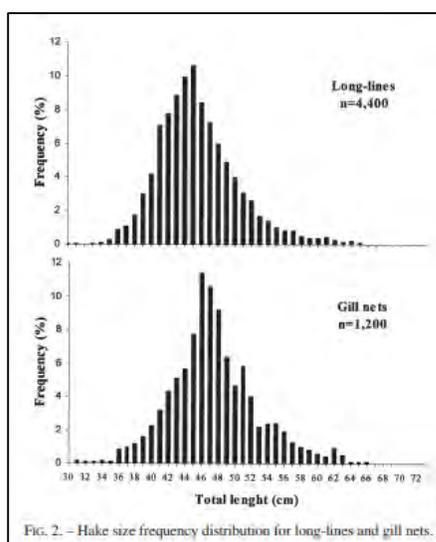


Figura 3. Ejemplo de presentación de una distribución relativa de talla de merluza europea (*Merluccius merluccius*) de espinel (long-lines) y enmalle (gillnets). Fte.: Santos *et al.* (2003)

Luego, a los pares de distribución se les realiza un test estadístico, mediante los contrastes de hipótesis de normalidad y de similitud de las distribuciones para cada par comparable de distribución de frecuencias  $(i,j,k,l)$ , empleando las pruebas no paramétricas de Kolmogorov-Smirnov (citado por Cerda *et al.*, 2014). La prueba o test de contrastes no paramétricos establece la hipótesis nula de similaridad entre las distribuciones para comprobar si la muestra, en este caso si la distribución a la tallas de enmalle para cada categoría  $(i,j,k,l)$  se ajusta o proviene de una población con una determinada distribución de probabilidad dada por la distribución acumulada de frecuencias para cada método de pesca equivalente  $(i,j,k,l)$ , respectivamente. Para ello se comparan las frecuencias relativas acumuladas  $F(x_{i,j,k,l})$  de las dos distribuciones de espinel y enmalle.

De esta forma se construye el estadístico para cada categoría  $i, j, k, l$  como,

$$D^x_{i,j,k,l} = \max |Fe(x) - F(x)|, \text{ con } -\infty < x < \infty,$$

donde,

$D^x_{i,j,k,l}$ , estadístico de Kolmogorov–Smirnov conocido como distancia K-S, que mide la distancia vertical máxima entre las funciones de distribución acumulada empíricas de dos muestras

$Fe(x)$ , es la distribución de frecuencias relativas acumuladas de espinel

$F(x)$ , es la distribución de frecuencias relativas observadas de enmalle

Los resultados obtenidos del estadístico  $D^x$  se compararán con la correspondiente tabla del test K-S con un nivel de significación del 95 % ( $\alpha=0,05$ ) y el tamaño muestral ( $n$ ). Si el  $D_{i,j,k,l} < D(\text{tabla}, n, \alpha)$  no rechazaremos la hipótesis de que las frecuencias de talla de la red de enmalle son iguales a las del espinel, mientras que si  $D_{i,j,k,l} > D(\text{tabla}, n, \alpha)$  rechazaremos dicha hipótesis y acreditaremos que la composición de tamaños de la captura del enmalle es distinto al del espinel.

La tabla  $D(n, 0,05)$  para  $n > 20$  se determinará por la forma:  $D_c = 1,36 * \sqrt{\frac{n_1+n_2}{n_1*n_2}}$ , donde  $n$  corresponde al total de frecuencias observadas del enmalle (1) y espinel (2).

Posteriormente, de verificarse la hipótesis alternativa, se realiza la prueba Z de similitud para comparar los tamaños medios de ambas distribuciones, con un intervalo de confianza del 95%, permitiendo determinar la diferencia proporcional entre ambas medidas centrales, comparadas con la talla de primera madures sexual<sup>3</sup> de 69,4 cm ( $\approx 69$  cm) para hembras (Balbontin y Bravo, 1993).

Si hay similitud entre las distribuciones, el factor de eficiencia comparada a la talla es uno (1), pero si hay diferencias, se determina la proporción (P) de esta sobre la talla de primera madures sexual.

---

<sup>3</sup> Se adopta esta talla de comparación y no la de talla mínima legal de 60 cm, como consecuencia de la propuesta de la contraparte técnica adoptada en primera reunión de coordinación (ver punto 3.1.1)

De tal manera que el factor de eficiencia a la talla ( $E_t$ ) de cada método de pesca quedaría descrito como:

$$Et.enmalle_{i,j,k} = P \cdot F(x)$$

$$Et.espinel_{i,j,k} = P \cdot Fe(x)$$

Donde,

$F(x)$ , es la distribución de frecuencias relativas observadas de enmalle

$Fe(x)$ , es la distribución de frecuencias relativas acumuladas de espinel

$P$ , corresponde a la función del modelo logístico de probabilidad a la talla, determinado a partir de la distribución de frecuencias relativas ( $F$ ) a la talla ( $L$ ) de la forma  $logit(F) = e^{a+b*L}$  que se calcula a través de un modelo lineal generalizado (MGL:  $Fr \sim L$ ) binomial, determinando la ojiva de probabilidad de retención acumulada de la forma  $P(L) = \frac{e^{(a+b*L)}}{1+e^{(a+b*L)}}$ .

El índice de eficiencia operacional comparada entre ambos será el cociente entre ellos, de la forma:

$$f3(x) = Et.enmalle_{i,j,k} / Et.espinel_{i,j,k} , para cada i, j, k \equiv \{1,0,0; 0,1,0; 0,0,1\}$$

Este factor forma parte del vector  $[f1(x), f2(x), f3(x), \dots, fp(x)]$  previamente explicado sobre las  $p$  funciones objetivo que recogen los criterios u objetivos simultáneos para medir la eficiencia operacional entre ambos métodos de pesca.

### Costos operacionales

La comparación de costos entre ambos sistemas de pesca de enmalle y espinel se desarrolla en base a la clasificación de costos propuesta por Cerda *et al.* (2014) para la flota artesanal de la PDA como: *Costos Corrientes*, aquellos relativos al combustible y lubricante, víveres, carnada, zarpe, izado y varado, etc.; *Costos de la Nave*, los asociados a mantención y reparaciones de la nave, del arte de pesca y seguros, debiendo incluir el costo de patente si corresponde y *Costos de Mano de Obra*, que se refieren a remuneraciones fijas o variables de la tripulación. Así, mediante encuestas aplicadas a

cada armador artesanal que desarrolla la pesca de enmalle en Chiloé, se determinaron los costos corrientes ( $C_c$ ), de nave ( $C_n$ ) y mano de obra ( $C_{mo}$ ), obtenidos de planillas especiales al efecto, que comprenden todos los ítems de gastos de acuerdo con la clasificación antes descrita, con la forma  $C_c$ ,  $C_n$  y  $C_{mo}$ .

El tamaño de la muestra ( $n$ ) fue determinado de acuerdo con lo propuesto por Álvarez (2019) en un estudio de tesis sobre selectividad comparada de redes de enmalle y espinel en la pesquería de merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*), aplicada a patrones de pesca para poblaciones pequeñas y finitas, en que el tamaño de muestra ( $n$ ) se determina en base a la ecuación:

$$n = \frac{N \cdot Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}{d^2 (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

$N$  = Total de la población de pescadores que utilizan enmalle

$Z_{\alpha}$  = Nivel de confianza (en este caso 95%) de distribución normal  $Z \sim N(\mu, \sigma)$

$p$  = Proporción esperada (en este caso 5% = 0.05)

$q = 1 - p$  (en este caso  $1 - 0.05 = 0.95$ )

$d$  = precisión (5% = 0.05)

De esta forma para el presente estudio se requiere entrevistar a 10 armadores de un total de 11 establecido como el universo del proyecto, representando la muestra el 91% del total. El formulario de la encuesta aplicada se presenta en Anexo 3b.

Para la flota de enmalle, los costos son comparados con las capturas promedio que consignan y acreditan estos armadores en las mismas encuestas, mediante sus certificados de desembarque ante el SERNAPESCA y de acuerdo con la estacionalidad mensual de la pesquería. Estos costos son agrupados, promediados y caracterizados mediante estimados estadísticos de desviación central, los que son considerados como línea base comparativa respecto de los costos que ejercen las embarcaciones que participan en los experimentos de selectividad, objeto determinar veracidades

e inconsistencias en los mismos. Los costos por armador son agregados y promediados por rango de eslora y caleta base.

Para la flota de espinel, los costos referenciales son los considerados en la estructura de costos del estudio de Cerda *et al.* (2014), que fueron solicitados al FIPA, los cuales están constituidos por 9 encuestas de la flota espinelera merlucera de Puerto Montt de botes de 6 a 8,2 m de eslora, actualizados a la fecha y cuya base de datos se presenta en archivo “Data encuestas de costos del proyecto Cerda PUCV. xls” que se entrega adjunta al presente informe. Estos costos se identifican por zona de procedencia (p) y tamaño de flota (q).

Así, los costos de operación se agrupan como corrientes (Cc), de nave (Cn) y mano de obra (Cmo), identificados por embarcación (i), zona de pesca (j) y mes (k) o zarpe. La captura ( $C_{i,j,k}$ ) será relacionada con los costos totales (CT) operacionales, determinando el rendimiento productivo de los costos o costos unitarios (CU) para cada método de pesca en la forma:

$$CU_{enmalle} = \Sigma (Cc_{i,j,k} + Cn_{i,j,k} + Cmo_{i,j,k}) / C_{i,j,k} = \Sigma CT_{i,j,k} / C_{i,j,k}$$

$$CU_{espinel} = \Sigma (Cc_{p,q} + Cn_{p,q} + Cmo_{p,q}) / C_{p,q} = \Sigma CT_{p,q} / C_{p,q}$$

Los costos, en sus distintas componentes, son agregados y comparados, con estimados de dispersión central y proporcionalidad entre ellos, aplicando pruebas estadísticas de similitud.

En Anexo 3 b, se entregan los formularios de muestreo de costos para los dos tipos de sistemas de pesca.

Finalmente, para comparar ambos métodos de pesca, se determina el índice de eficiencia comparada de costos ( $I_{ec}$ ) de la forma:

$$f4(x) = I_{ec} = CU_{enmalle} / CU_{espinel}$$

Este factor forma parte del vector  $[f1(x), f2(x), f3(x), f4(x), \dots, fp(x)]$  previamente explicado sobre las p funciones objetivo que recogen los criterios u objetivos simultáneos para medir la eficiencia operacional entre ambos métodos de pesca.

### Externalidades por fauna acompañante

Las proporciones por especie de fauna acompañante desarrolladas por la metodología del objetivo 3, permitieron estimar un índice de proporción de impacto o incidencia de la pesca de enmalle sobre la fauna acompañante de especies de importancia para la PDA (principalmente el congrio dorado al ser el más significativo), respecto de la captura total. Para el espinel se obtiene información equivalente de bases de datos facilitada por IFOP en archivo “BITACORAS ESPINEL IFOP ESPINEL 2021 PARA FAUNA ACOMPAÑANTE.xlsx” contenido en carpeta “ADJUNTOS” y que se acompaña adjunta al presente informe.

El índice de proporción en peso ( $I_{p1}$ ) por especie ( $i$ ) respecto de la captura total ( $CT$ ), se estima como:

$$I_{p1(i)} = w_{(i)} / \sum w_{(i)} \quad , \text{con } i = 1, 2, \dots, n \text{ especies}$$

e  $i = 1 = \text{merluza del sur}$   
e  $i = 2 = \text{congrío dorado}$

El índice de eficiencia operacional por efecto en fauna acompañante de la especie ( $x$ ) comparado para cada método de pesca será de la forma:

$$f5(x) = I_{p1(x)}_{\text{enmalle}} / I_{p1(x)}_{\text{espinel}}$$

Este factor forma parte del vector [ $f1(x), f2(x), \dots, f5(x), \dots, fp(x)$ ] previamente explicado sobre las  $p$  funciones objetivo que recogen los criterios u objetivos simultáneos para medir la eficiencia operacional entre ambos métodos de pesca.

### Externalidades por pesca incidental

La pesca incidental determinada por la mortalidad generada por el arte de pesca sobre especies incidentales (mamíferos y aves marinas) es desarrollada en la metodología del objetivo 4 y de la información disponible respecto de los efectos del espinel. Con esto se evalúa el índice de captura ( $IC_{i,j}$ ) a la clase (i) para cada método de pesca (j), determinando el índice de eficiencia operacional por efecto de pesca incidental comparado de la forma:

$$f6(x) = IC_{i, enmalle} / IC_{i, espinel}$$

Este factor forma parte del vector  $[f1(x), f2(x), \dots, f6(x)]$  previamente explicado sobre las p funciones objetivo que recogen los criterios u objetivos simultáneos para medir la eficiencia operacional entre ambos métodos de pesca.

### 3.3.6 Diseño y construcción de redes experimentales

#### Tipo de redes experimentales utilizadas

A partir del conocimiento previo sobre la redes de pesca de enmalle de merluza del sur en la región de Los Lagos, se establece un diseño base de referencia para la red experimental consistente en mantener las mismas configuraciones de diseño, materiales, dimensiones generales, construcción, amarinamiento y operaciones de calado y virado de las redes actualmente en uso por los pescadores, objeto no generar distorsiones distintas a las de determinar la selectividad de las redes en uso y para los tamaños de malla seleccionados.

El diseño de la red experimental se inicia con una referencia a la cual se tuvo acceso en detalle de un trabajo no publicado de la Federación de Pescadores Chiloé Unido (2019), donde se describe técnicamente una red típica de enmalle artesanal para la pesca de pejegallo y que utilizan los pescadores artesanales en Chiloé para pescar merluza del sur, la que se representa en Figura 4.

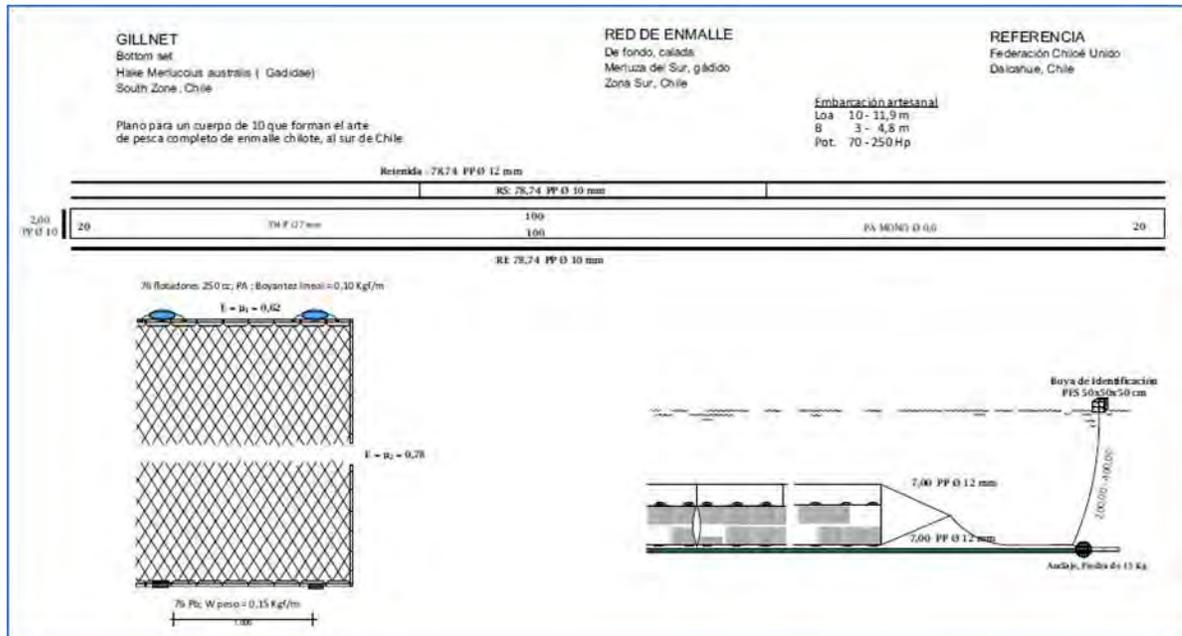


Figura 4. Plano de red de enmalle general utilizada por pescadores de Chiloé.  
Fte.: Federación de Pescadores Chiloé Unido (2019)

Con la guía de este diseño básico, junto a observaciones y muestreos directos a 11 redes disponibles, se verifican los materiales y dimensiones que permiten construir dos redes experimentales en base a los principios generales de construcción ya indicados previamente y que son ejecutados por maestros rederos que poseen sus propios talleres de redes en la ciudad de Dalcahue, seleccionados por cotización previa y que son supervisados por armadores participantes y esta consultoría. Las actividades de fabricación de las redes se verificaron y acreditaron mediante registros fotográficos y filmaciones de las operaciones de armado de las redes experimentales, que forman parte de los resultados del presente estudio.

### **Tamaños de malla para evaluar la selectividad del arte**

La pesquería de merluza del sur no tiene precedentes formales del uso de redes de enmalle y solo la pesca de redes de arrastre de merluza del sur dispone de una norma<sup>4</sup> de tamaño mínimo de malla de 130 mm (igual a 5" menos 3 mm), que es coincidente con las dimensiones de malla de 5" del enmalle que usan los pescadores artesanales y, como el proyecto no pretende evaluar en tamaño de malla óptimo para la pesquería de enmalle de merluza del sur, sino demostrar la selectividad de las redes de enmalle actualmente en uso de 5", se diseñó una red para realizar experimentos de selectividad para tres tamaños de malla de 4", 5" y 6" o su equivalente de referencia de 101,6 mm; 127 mm y 152,4 mm respectivamente, ya que estas son de uso habitual por los pescadores en otras pesquerías como el róbalo (4") o el atún lanzón (6") y poseen fácil disponibilidad en el mercado.

La eficiencia selectiva de la malla de enmalle es evaluada en el presente estudio a partir de la teoría de atrapamiento por enmalle propuesto por Baranov (1948), donde el perímetro opercular del pez debería corresponder aproximadamente al doble del tamaño de malla y presentar una relación de proporcionalidad lineal entre la talla del pez y el tamaño de malla, descritos en los trabajos de Melo *et al.* (2004) y Queirolo *et al.* (2011) sobre selectividad de redes de enmalle en la pesquería de merluza común.

### **Disposición de las mallas en las redes experimentales**

Como las redes o tiras están conformadas por 10 cuerpos cada una, se intercalaron aleatoriamente los tres tamaños propuestos (4", 5" y 6") entre los cuerpos constitutivos, de acuerdo a lo propuesto por Queirolo *et al.* (2013), evitando que queden cuerpos contiguos del mismo tamaño de malla o que los extremos se repitan. La combinación utilizada para las redes construidas en el presente proyecto se indica en Figura 5.

---

<sup>4</sup> D.S. Nº 144-80: Establece normas de selectividad para artes de pesca de arrastre al sur del paralelo 43° L.S.

REDEX-1										
N° cuerpo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TAMAÑO MALLA (mm)	100	130	150	100	150	130	150	100	130	150

REDEX-2										
N° cuerpo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TAMAÑO MALLA (mm)	150	130	100	150	130	100	130	150	100	130

Figura 5. Distribución aleatoria de tamaños de malla de 4, 5 y 6” en las dos redes experimentales construidas e indicadas por su equivalente aproximado de 100, 130 y 150 mm respectivamente.

### Consideraciones de construcción

Las dos redes de enmalle experimental se construyeron manteniendo las principales variables de diseño y armado de las redes de la flota artesanal, objeto no intervenir en variables distintas a las actualmente en uso, sin innovar respecto del tipo de materiales, diámetro de hilo de malla, ni de sus características de armado y amarinamiento, manteniendo en cantidad y calidad el mismo tipo de hilos de costura y cabos de boqueras, puntero, relingas, retenida y orinques, junto al mismo tipo de flotadores, pesos de relingas como de materiales de fondeo. Así, las redes mantienen sus componentes principales como son sus dimensiones generales por cuerpo, flotabilidad, peso, embande, armado estructural y amarinamiento de fondeo. La idea es asimilarse lo más posible a los formatos actuales de construcción de las redes de enmalle utilizadas por los pescadores para capturar merluza del sur, objeto caracterizar lo más fidedignamente posible la selectividad de esas redes actuales en uso y que exista congruencia de similitud entre las redes experimentales confeccionadas y las redes control que utilizan los pescadores.

Así, las redes experimentales se armaron con telas de poliamida (PA) monofilamento de color gris y diámetro de hilo de 0,6 mm, con un embande horizontal ( $\mu_1$ ) entre el 48% al 50%, que se encabalga en las relingas superior e inferior mediante hilo PA 210/36, en cabos de polipropileno (PP) de  $\emptyset$  10mm, quedando cada cuerpo de una longitud entre 48 a 52 m. La relinga superior posee flotadores

de profundidad elipsoidales de 160 cc dispuestos cada 1,5 m y la relinga inferior posee plomos de 150 g de peso cada uno, que van abrazados al cabo de relinga inferior, dispuesto cada 1,15 metros.

El armado de la red está conformado por la unión de 10 cuerpos consecutivos que van unidos entre sí desde los extremos de la relinga de cada cuerpo, mediante la unión por nudo de gazas, formando la tira o red completa propiamente tal.

Para el amarinamiento de la red cada armador posee sus propias concepciones respecto del tipo de boyante o peso que disponen y las redes experimentales quedaron supeditadas a dicha confección, ya que el armado se realiza a bordo en función de las prácticas y materiales propios de cada uno de ellos y cuyas variantes es posible verlas en los planos técnicos confeccionados por embarcación. En cada extremo de la red se instalaron un par de boqueras (patas de gallo), que conectan a las relingas superior e inferior mediante un cabo de 3 m de PP de  $\varnothing$  8 mm y que se unen a su vez al anclaje mediante un cabo denominado puntero de 4 m de  $\varnothing$  12 mm, donde el fondeo consiste usualmente en una o más piedras de unos 25 Kg embarriladas en malla anchovetera. El orinque es de PP de  $\varnothing$  12 mm que se ajusta a una longitud de 50 m por sobre la profundidad de calado. En superficie, el orinque o cabo de boya se une a un flotador o boyante de superficie de poliéster expandido (PES) de 60x50x50 cm, trincado usualmente con red anchovetera o cabo de amarre y una marca impresa o distintivo del propietario de la red.

Las redes experimentales poseen un cabo de maniobra denominado “retenida” de PP de  $\varnothing$  12 mm, que corre paralelo a la relinga superior y que, dependiendo de la longitud de relinga, va conectada a ella cada 15 m mediante un cabo conector (pata) de PP de 2,0 m de largo y  $\varnothing$  10 mm. Esta retenida, cumple la función de jalar e izar la red a alta velocidad y que al no estar conectada directamente con la relinga superior, evita maltratar lo menos posible la tela de cada cuerpo, muy susceptible de enredarse y provocar rupturas de material en los encabalgues o la misma tela.

Las fuerzas de tensión de la maniobra de virado se efectúan a gran velocidad, con apoyo de un plato hidráulico virador que, dependiendo de las condiciones de oleaje, enredos y capturas que se presenten, puede variar entre 15 a 50 m/min.

## Materiales de construcción

Para la confección de las redes se contempló la lista de materiales indicada en Tabla 4.

Tabla 4. Lista de materiales redes experimentales

MATERIALES	Medida	Cantidad	N° cuerpos y tiras
RED PA mf malla de 4" (100 mm) Ø0,6 mm	100x100#	2	 6
RED PA mf malla de 5" (130 mm) Ø0,6 mm	100x100#	2	 7
RED PA mf malla de 6" (150 mm) Ø0,6 mm	100x100#	2	 7
FLOTADORES	250 cc	800	 20
PLOMOS 200 gr . LAS PALMAS DE CONCEPCION FONDO: 982338603 (SRA. RACHEL) HACE LOS PLOMOS QUE NECESITAN PARA CABO DE 10 mm	150 g	1100	 20
CABO POLIPROPILENO (PP) Ø 12mm	220 m/rollo	14	 2 tiras
CABO POLIPROPILENO (PP) Ø 10mm	220 m/rollo	20	 2 tiras
HILO POLIAMIDA (PA) 210D/36 DE 2 LIBRAS (LB)	madeja	8	

Se agregan 6 rollos grandes de huincha aisladora eléctrica de color negro que se utilizan para embarrilado de gazas, estrobos y uniones en general para prevenir enganches y roturas de tela. Se agregan también 4 conectores Snap de gancho - clips de pesca de servicio pesado para conectar

cada potera (muerto de anclaje conformado generalmente por una piedra utilizada para el fondeo) con las gazas de fondeo del orinque (Figura 6).



Figura 6. Otros materiales utilizados en la construcción de las redes experimentales (huincha y snap)

### Red control o testigo

Se consideran como grupo control experimental aquellas redes que ya poseen y que portan las embarcaciones que participan en los experimentos. De las 3 redes que en general disponen estas embarcaciones por cada marea o salida de pesca, una de ellas será reemplazada por la red experimental, de tal manera que con dos embarcaciones en muestreo por campaña, se hacen trabajar las dos redes experimentales en forma simultánea para cada día de pesca. Esto con el fin de asegurar un tamaño de muestras representativo del día de pesca, realizándose los muestreo por censo de las capturas obtenidas tanto en la red experimental, como en las redes control a bordo caladas cada día.

### Elaboración de planos técnicos

El levantamiento de información de las 11 redes de enmalle utilizadas en la pesca de investigación es descrita gráficamente de acuerdo a los estándares y nomenclatura de confección de planos<sup>5</sup> propuesta por Nédélec y Prado (1999) y FAO (1990), mediante el software de gráfica ArchiCAD 19. La información técnica necesaria para la elaboración de los planos de las redes actualmente en uso se obtuvo mediante muestreos *in situ*, aplicándolo obligatoriamente en la flota participante del

---

<sup>5</sup> CAT.FAO 222-ISSCFG/ FAO FISHERMAN'S WORKBOOK/ CAT.FAO CEEAF-ECAF SERIES 84-31

proyecto mediante un formulario de muestreo especial diseñado al efecto y en otras redes que, aunque no participaron de las campañas, sí estuvieron disponibles.

El formulario de muestreo de redes se expone en Anexo 3 c, el cual cuenta al dorso con una guía de referencia para su llenado. Para las mediciones métricas se utilizó pie de metro digital con apoyo analógico y huinchas de 100 m y 10 m, debiendo medir la totalidad de un cuerpo constituyente, extendiéndolo completo en una superficie adecuada. El amarinamiento de la red se verificó a bordo, con apoyo de una balanza portátil profesional digital modelo FerTon de hasta 50 Kg, que permitió el registro de los pesos de los fondeos utilizados por cada embarcación (referencias de los procedimientos y mediciones realizadas en Figura 7).



Figura 7. Procedimientos de muestreo de redes

Si bien las redes poseen en general una configuración similar entre ellas, estas poseen algunas variaciones en los materiales o modelos de flotadores y plomos como variaciones de armado (embande y largo de los encabalgues, mallas de alto, LR), de amarinamiento (longitud de patas o boqueras, tipos de boyantes superficiales, materiales y pesos de los muertos de fondeo) u otras consideraciones que en general son menores pero propias de cada armador, siendo confeccionadas

bajo las instrucciones de éste con variantes adoptadas a juicio experto por sus propios conocimientos y experiencia del trabajo práctico de los materiales y de la red propiamente tal.

La red completa (tira) posee normalmente 10 cuerpos, todos iguales en su confección, por lo que se procedió a muestrear en detalle un cuerpo constitutivo de cada red y el amarinamiento se midió a bordo. Para medir el cuerpo de la red, esta se extendió completa en un espacio adecuado que estuviera disponible (patio, muelle, terreno o playa) y se midió en extenso la longitud de la relinga superior ( $LR$ ), se contaron todos los flotadores ( $N_f$ ) y plomos ( $N_{pb}$ ) del cuerpo y se tomaron muestras en tres secciones del cuerpo (inicio, medio y final) para determinar el número de mallas cada 5 m de relinga superior ( $N_{\#/5m}$ ), número mallas de altura ( $N_{\#A}$ ), número de mallas por cada encabalgue superior e inferior ( $N_{\#/enc}$ ), distancia entre encabalgues ( $D_{enc}$ ) en relingas superior e inferior, distancia entre flotadores ( $D_f$ ), distancia entre plomos  $D_{pb}$  y distancia entre patas  $D_{pata}$ .

Esta información permitió confirmar la consistencia y calidad de los muestreos en terreno y verificar los parámetros principales de construcción, estimados necesarios para la confección de los planos técnicos. Las relaciones verificadas fueron:

Número de mallas totales horizontales del cuerpo ( $N_{\#}$ ):

$$N_{\#} \cong \frac{LR}{D_{enc}} * N_{\#/enc} \cong \frac{LR}{5} * N_{\#/5m}$$

Longitud tela estirada (m):

$$L_T \cong N_{\#} * Tm, \text{ con } Tm = 0.127m = 5 \text{ pulgadas}$$

Embande base tela:

$$E_T \cong \frac{L_T - LR}{L_T} = 1 - \frac{LR}{L_T}$$

Embande base cabo:

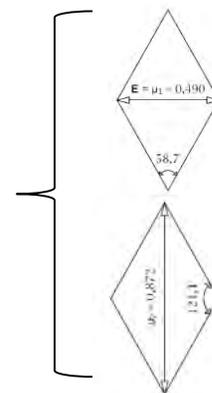
$$E_C \cong \frac{L_T - LR}{LR} = \frac{L_T}{LR} - 1 = \frac{E_T}{1 - E_T}$$

Embande o coeficiente de embande horizontal ( $\mu_1$ ):

$$E = \mu_1 \cong \frac{LR}{L_T} = 1 - E_T = E_C^{-1} - 1 \cong \frac{5}{N_{\#/5m} * Tm} \cong \frac{D_{enc}}{N_{\#/enc} * Tm}$$

Coeficiente de embande vertical ( $\mu_2$ ):

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



Por su parte los flotadores y plomos de la red se muestrearon para disponer de la información de todos los modelos usados por los pescadores. Junto a ello se tomaron muestras de los flotadores de la relinga superior que se midieron y pesaron en laboratorio, determinando su volumen y densidad por mediciones del volumen desplazado en probeta, determinado su boyantes ( $By_f$ ) por registros del peso de cargas reguladas en un recipiente con agua de mar hasta el límite de inmersión total, colocándole al flotador un arnés especial para soportar pesos controlados de carga. Los resultados de volumen se contrastan con estimaciones teóricas de volumen para verificar los resultados obtenidos, utilizando los siguientes cuatro modelos:

$$V1(\text{de Oughtred}) = \frac{\pi}{12} \cdot H \cdot (2D^2 + d^2) - \frac{\pi}{4} \cdot H \cdot D_b^2$$

$$V2(\text{del Tonel}) = 0,5 \cdot H \cdot D^2$$

$$V3(\text{de Práctica}) = 0,089 \cdot H \cdot (2D + d)^2$$

$$V4(\text{de Casillas}) = (0,209 \cdot H \cdot 2D^2 + D \cdot d + 0,75 \cdot d^2)/1000$$

Donde,

$H$ , altura (mm)

$D$ , diámetro mayor (mm)

$d$ , diámetro menor (mm)

$D_b$ , diámetro del buje (mm)

También, los distintos modelos de plomos de relinga inferior se miden y pesan ( $P_{pb}$ ) individualmente (Figura 8).

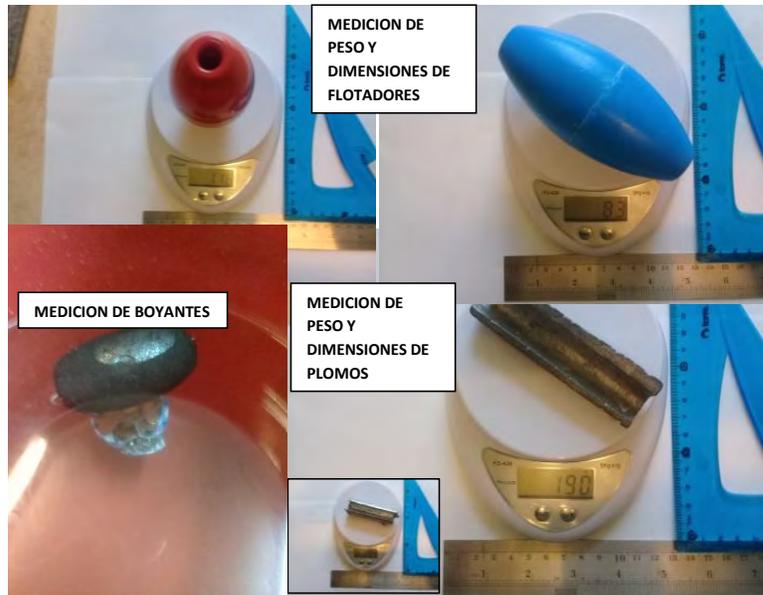


Figura 8. Método de mediciones de flotadores y plomos

Estos resultados permiten estimar la boyantez ( $By_L$ ) y peso lineal ( $P_L$ ) de la red, como:

$$By_L \cong N_f * \frac{By_f}{LRS}$$

donde,

$By_L$  : Boyantes lineal de la red (gf/m)

$N_f$  : Número de flotadores contabilizados por cuerpo

$By_f$  : Boyantes del modelo del flotador que usa la red (gf)

$LRS$  : Longitud relinga superior (m), y

$$P_L \cong N_{pb} * P_{pb}/LRI$$

donde,

$P_L$  : Peso lineal de la red (gf/m)

$N_{pb}$  : Número de plomos contabilizados por cuerpo

$P_{pb}$  : Peso del modelo del plomo que usa la red (g)

$LRI$  : Longitud relinga inferior (m)

Toda esta información formó parte del estudio y contenido técnico necesario para la confección de los planos técnicos de la redes bajo estándares FAO.

La información del formulario se digitó en un archivo maestro Excel, permitiendo tabular y presentar resúmenes consolidados, asociados a estadísticos de tendencia central y dispersión, permitiendo caracterizar adecuada y técnicamente el arte de pesca en general.

### **3.4 Objetivo específico N°2: Evaluar el efecto selectivo a la especie en la captura dirigida a los principales recursos explotados en la PDA con redes de enmalle**

Para la descripción de la metodología de este objetivo se entregan primero las consideraciones de diseño general del muestreo (zona de estudio, temporada de pesca, régimen de operación y muestreadores considerados) y que son replicables al objetivo N°3 de selectividad a la talla, junto a la descripción y tratamiento de las variables de medición consideradas y obtenidas de los formularios de muestreo utilizados. Este trabajo se desarrolla considerando que el muestreo debe medir la totalidad de los ejemplares capturados (censo) por lance muestreado en cada red, sea esta experimental o control.

#### **3.4.1 Diseño del trabajo de muestreo experimental**

##### **Zonas de estudio**

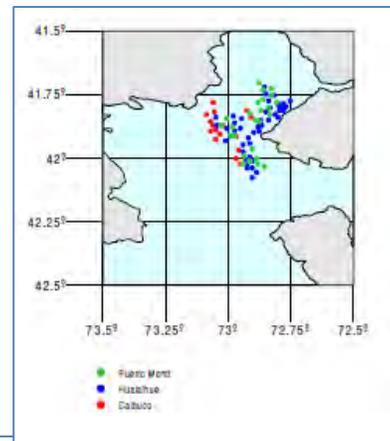
Comprendió aquellas áreas marítimas de la región de Los Lagos donde es posible obtener éxitos de captura de merluza del sur con pesca de enmalle y que son las zonas de pesca que tradicionalmente ocupan los pescadores a estos efectos, por lo que su participación y colaboración resultan imprescindibles como guías de pesca para obtener buenos resultados. Para ello se reclutó a

pescadores disponibles al afecto, eximios pescadores artesanales con resultados de pesca exitosos y reconocidos por sus pares y que pudieron disponer de sus embarcaciones para desarrollar las experiencias de campo.

### Mar Interior

El mar interior identificado comprendió principalmente la zona en torno al Grupo Desertores (Figura 10a), ya que más al norte, se determinó que calar una red de enmalle en territorio de pesca con espinel (Figura 9b) es muy arriesgado, porque los pescadores espineleros en general dejan fondeadas sus banderillas, siendo muy peligroso calar una red de enmalle cuya extensión medirá más de 500 m, con altas probabilidades de ser afectada por problemas de enredo o pérdidas. Esta situación es real y se descartó esta posibilidad para no sacrificar la integridad física de las redes experimentales.

Finalmente y en consideración a las recomendaciones de los propios pescadores, se definieron inicialmente 2 zonas de pesca, las que fueron consignadas en las autorizaciones de pesca de investigación como se indican con trazo azul en Figura 9a.



a) Grupo desertores. Fte: Fed.Chiloé Unido (2019)

b) G. de Ancud y S. Reloncaví . Fte: Melo *et al.* (2004)

Figura 9. Zonas de pesca de merluza del sur en aguas interiores con redes de enmalle (a) y espinel (b)

Se deja constancia que se presentó una posibilidad de un solo armador que indicaba operar con éxito en una zona más al norte, identificada como Zona 3, la que también fue incluida en el permiso

de pesca de investigación otorgado para el año 2021, pero el armador desistió de colaborar con el proyecto y por tanto no forma parte de los resultados en la zona de estudio.

### Mar exterior

En el mar exterior la pesca de enmalle de merluza no tiene ningún precedente y los artes de pesca habituales son el arrastre y palangre industrial ya que la pesca artesanal de espinel para merluza del sur no existe en esta zona, dado que la flota artesanal autorizada para este recurso solo proviene de aguas interiores, que son embarcaciones de menor escala (8 a 12 m de eslora) y que no pueden trabajar en el mar exterior. Las únicas embarcaciones artesanales que pesca en el mar exterior son lanchas sobre 12 m, que trabajan el espinel en reineta, congrio dorado y bacalao, existiendo una incipiente actividad de pesca de enmalle de rayas al noreste de Ancud (A.G. Chiloé Palangre, com.pers.).

Las zonas de pesca de merluza en el mar exterior se caracterizan por estar en veriles de gran profundidad entre los 200 a 500 m, lejanas a más de 50 minutos de latitud (aprox. 100 Km), entre los paralelos 42° a 42° 30' L.S. y meridianos entre el 74° 50' al 74° 40' L.W, donde es difícil el acceso y con alta reducción meteorológica para embarcaciones menores, sobre todo en época de invierno que permitiría asegurar éxitos de pesca, ya que en otras épocas del año se indica que la merluza del sur se levantaría del fondo (entre octubre y mayo), quedando inaccesible para una red de enmalle de fondo. Por ello se logró en diciembre de 2021 contratar a un pescador artesanal autorizado en la pesquería y que pesca con enmalle la raya frente a Ancud en una embarcación tipo panga con semi cubierta, púlpito de mando y chigre virador, realizando 2 lances con las redes experimental para probar su trabajo, éxito de pesca y evaluación de selectividad.

### **Temporadas de muestreos**

Considerando el tiempo efectivo de muestreo del proyecto y la necesidad de cubrir tres de las cuatro estaciones del año en el mar interior (dos alternadas) y al menos una en el mar exterior, se realizaron las actividades de campo como se indica en Tabla 5, cubriendo todas las estaciones del año en el mar interior, siendo imposible realizar una experiencia de campo en el mar exterior entre otoño e invierno, porque no había flota disponible a un costo razonable ya que una salida de pesca desde Dalcahue al mar exterior cerca de Isla Guafo por ejemplo, bordea los 8 a 10 millones (Chiloé Palangre

A.G., com.pers), pudiendo realizarse solo en diciembre un experimento de pesca a la cuadra de Ancud.

Tabla 5. Estaciones de muestreo ejecutadas

Años	2020		2021											
Estaciones	verano				otoño			invierno			primavera			
Meses	D	E	F	Mz	A	My	Jn	Jl	A	S	O	N	D	
aguas interiores	■					■					■	■	■	
aguas exteriores														■

### Consideraciones del régimen operacional a bordo para el diseño del muestreo

Considerando que en el mar interior la pesca de enmalle se desarrolla en viajes de pesca que equivalen a mareas que van de 4 a 7 días y para efectos de muestreo no es necesario estar toda la marea ya que se realizan diariamente al menos 3 lances, se programaron los muestreos considerando que en el zarpe y embarque de cada salida de pesca, el muestreador permanezca a bordo por dos días o jornadas efectivas de pesca, retornando a tierra en un lugar definido previamente con el patrón de pesca, asegurando así que por cada salida de pesca se pueda muestrear al menos 6 lances por muestreador.

Por otra parte se debe tener en cuenta que todas las embarcaciones de pesca poseen un chigre o plato virador que opera la retenida de la red con motores de fuerza hidráulica (Figura 10), que permite izar poco más de 500 m de largo de cada red en no más de 30 minutos. Este régimen operacional representó un desafío para el muestreador, considerando que va solo a bordo y el muestreo es censal. Para hacer una eficiente toma de datos, ya que el trabajo de izado es muy rápido (promedio 20 m/min), sumado a que las tres redes quedan caladas en zonas próximas entre sí y por tanto, a poco tiempo de navegación entre ellas para ir recuperándolas, se adoptaron procedimientos especiales de manejo y selección de los ejemplares capturados, que fueran compatibles con los espacios y operaciones de cubierta y acordados previamente con la tripulación a bordo, para posteriormente realizar las mediciones y completar los formularios de muestreo.



Figura 10. Chigres o platos viradores de cabo, usados por la flota artesanal de Chiloé para operar redes de enmalle.

Todas las lanchas artesanales participantes en el estudio, fueron previamente inspeccionadas para asegurar las condiciones mínimas de habitabilidad a bordo para el muestreador, debiendo adaptarse el espacio disponible en cubierta, sin afectar las maniobras de pesca, ya que las lanchas son pequeñas y varían entre 11 a 11,9 m de eslora (Figura 11).

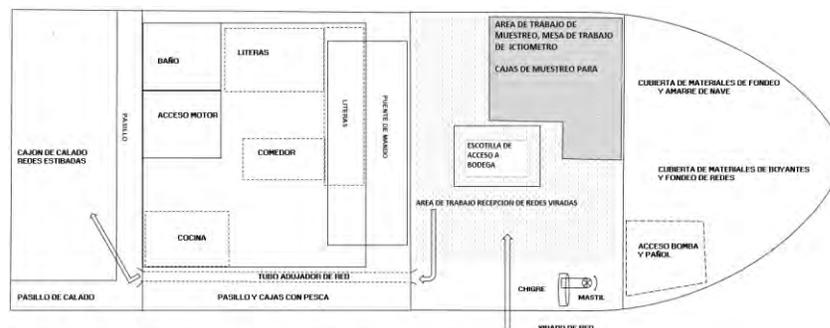


Figura 11. Tipos de lanchas utilizadas en los muestreos y distribución general de espacio de cubierta bordo

De esta forma se pudo asegurar que las actividades de los muestreadores a bordo contara con las condiciones de seguridad y habitabilidad necesarios para su desempeño; entregando la tripulación, todas las facilidades y experiencia disponibles y que fueran comprometidas inicialmente por los armadores de las organizaciones del STI N°2 de Dalcahue y la AG Chiloé Palangre, quienes suscribieron un Acuerdo de colaboración con el presente estudio, el cual se entrega en Anexo 1.

### Muestreadores a bordo y observadores científicos

El estándar del personal de muestreo para este estudio se definió como observador científico (OC), en conformidad con el Reglamento D.S. (Minecon) N° 193 de 2013. Para ello se reclutaron 3 OC como muestreadores, con experiencia como observadores en IFOP, de los cuales solo uno de ellos estuvo disponible para las fechas programadas de embarque. Por ello se tuvo que disponer en forma alterna de otros muestreadores (M), todos profesionales o técnicos especializados en ciencias del mar y del equipo de trabajo del presente proyecto. En Tabla 6 se entrega la nómina total de muestreadores considerados y aquellos que participaron efectivamente en las campañas de muestreo.

Tabla 6. Nómina de muestreadores

N° CODIGO	NOMBRE OBSERVADOR CIENTIFICO O MUESTREADOR	CALIDAD	PARTICIPACION
1	GUSTAVO LOPETEGUI	OC-IFOP	No disponible
2	RODRIGO ULLOA MEZA	OC-IFOP	No disponible
3	RICARDO RIQUELME, Biól.Marino	M	A bordo
4	OSCAR ROJAS, Biól.Marino	M	A bordo
5	SEBASTIAN AVENDAÑO	OC-IFOP	A bordo
6	ERNESTO BRIONES, Téc. Pescador	M	A bordo
7	PEDRO BRUNETTI, Ing.Pesquero	M	A bordo/M°playa
8	JUAN GUTIERREZ, Biól.Marino	M	A bordo
9	CONSTANZA DE ZARATE, Ing.Acuícola	M, UNAP	Mercado playa
10	GESICA AROCA, Ing.Acuícola	M, UNAP	Mercado playa

Los observadores científicos y muestreadores dispusieron de ropa de trabajo adecuada y contaron con materiales, instrumental, bitácoras y formularios de muestreo en calidad y cantidad para todas sus actividades.

### **Tamaño de muestra para medir selectividad**

Como no existe información previa respecto del mínimo de muestras necesarias para evaluar el efecto selectivo de las redes de enmalle, teniendo solo como referencia lo indicado por Queirolo *et al.* (2009), se observa que de una serie de estudios revisados se pudieron ajustar curvas de selectividad para merluza con un mínimo de 93 peces, por ello se consideró este tamaño como mínimo de muestra para cada tamaño de malla (4,5 y 6 pulgadas).

Lo anterior sin embargo se logró solo para las redes de 4" y 5" con 215 y 244 registros respectivamente, pero de 80 registros para la red de 6" debido a que esta malla pesca menos. La red control contó con 1.102 registros a la talla.

## **3.4.2. Factores relevantes considerados en el efecto selectivo a la especie**

### **Identificación de factores relevantes considerados**

Una extensa revisión de las propiedades selectivas de este tipo de redes puede verse en los trabajos realizados por Hamley, Baranov, Mc.Combie y Fry, Gulland y Harding, citados en FAO (1997), donde se destacan como factores principales que influyen sobre la eficiencia y la selectividad de redes de enmalle el tamaño de malla, el área de la red, la flotación, la forma de la malla dado el embande de armado, la visibilidad y el tipo de material en cuanto a su rigidez y resistencia a la ruptura; pero, como ya existe un precedente de redes de enmalle en uso para pescar merluza del sur es que resulta de todo interés determinar su selectividad actual, considerando como factor principal de selectividad de estas redes el tamaño de malla, manteniendo constante el diseño y tipo de red actualmente en uso (redes control), quedando las redes experimentales construidas con el mismo embande tela, superficie de filtrado, material, diámetro, color de la malla, configuración de armado y amarinamiento de calado. Así no serán materia de prueba experimental para el presente trabajo otros factores, manteniéndose constantes respecto de la situación actual en que operan los

pescadores con sus propias redes, evaluando la selectividad por efecto del tamaño de malla solamente.

Por otra parte, el perímetro opercular o máximo de lomo del pez no es suficiente para determinar una relación de selectividad de una red de enmalle, ya que este puede quedar atrapado no solo por enmalle y en proporción directa a la talla, sino por otras diversas formas como por acuñamiento, enganche y enredo en distintas partes del pez como la cabeza, tronco y cola, lo que se encuentra bien explicado en el trabajo de Queirolo *et al.* (2011). Estas causas de retención son importantes de evaluar y son consideradas en los formularios de muestreo, evaluando los efectos que tienen sobre la captura de la especie objetivo bajo la talla de primera madurez sexual y su fauna acompañante.

A su vez el factor de estacionalidad permite medir la residencia y estacionalidad de las migraciones de los peces en el fondo que, junto a las condiciones oceanográficas, pueden influir directamente en la disponibilidad y selectividad de la red dada la probabilidad del pez de encontrarse con la red y ser atrapado. Por ello, las muestras de tallas a la especie por lance son asociadas a estos factores por medio de su fecha y horario de cada lance, posición geográfica y condiciones oceanográficas de viento, permitiendo su evaluación de incidencia como factor selectivo dada la estrategia de selección de los caladeros por la que optan los pescadores en el tiempo, en función de las especies capturadas y sus magnitudes.

Por último, considerando relevante la distinción que elabora Queirolo *et al.* (2013) respecto a dividir, para efectos de muestreo, la red en secciones para medir la retención de cada especie capturada en función de la sección de la columna de agua en que trabaja la red y detectar la proporción de ejemplares retenidos en cada sección; y considerando, que las redes de enmalle utilizadas para la pesca de merluza del sur no tiene más de 2 a 3 metros de altura, se dividió imaginariamente la red en dos secciones inferior y superior de igual altura. Estas secciones están debidamente especificadas en el formulario de muestreo respectivo y se aplican tanto a las redes experimentales como las redes control.

Así, se estudian los siguientes factores de selectividad a la especie:

Tamaño malla (mm)      TM ( $i$ ), con  $i = \{4, 5, 6\}$  [pulgadas]

Tipo de retención TR ( $i$ ), con  $i = \{1,2,3,4\} \equiv \{\text{enmalle, acuñamiento, enganche y enredo}\}$

Sección de retención SR ( $i$ ), con  $i = \{1,2\} \equiv \{\text{superior, inferior}\}$

Estación temporal (verano, otoño, invierno, primavera)

Condiciones de viento en la escala de Beaufort

### 3.4.3 Muestreos para medir el efecto selectivo a la especie

Este experimento mide la composición de todas las especies que concurren en las capturas producidas por la red. Para ello cada espécimen capturado de especie objetivo y acompañante genera un vector matricial que es identificado y registrado como  $X(i)$ , con  $i$  de 1 a  $n$  código de especies que se presenten en las capturas y donde  $X(1) = \textit{Merluccius australis}$  (Tabla 7).

Tabla 7. Nómina y código de las especies de peces considerados

Código Sp.	Nombre común	Nombre científico	Código Sp.	Nombre común	Nombre científico
1	MERLUZA DEL SUR	<i>Merluccius australis</i>	19	RAYA MOTEADA	<i>Psammobatis maculatus</i>
2	CONGRIO DORADO	<i>Genypterus blacodes</i>	20	RAYA SP.	
3	BESUGO	<i>Epigonus crassicaudus</i>	21	RAYA VOLANTIN	<i>Zaeraja chilensis</i>
4	BROTULA	<i>Salilota australis</i>	22	REINETA	<i>Brama australis</i>
5	CABRILLA	<i>Sebastes oculatus</i>	23	ROBALO	<i>Eleginops maclovinus</i>
6	CENTOLLA	<i>Lithodes antarcticus</i>	24	SALMON DEL ATLANTICO	<i>Salmo salar</i>
7	CHANCHARRO	<i>Helicolenus lengerichi</i>	25	SARDINA ESPAÑOLA	<i>Sardinops sagax</i>
8	COJINOVA DEL SUR	<i>Serilella caerulea</i>	26	SIERRA	<i>Thyrsites atun</i>
9	CONGRIO COLORADO	<i>Genypterus chilensis</i>	27	TIBURON FUME	<i>Hexanchus griseus</i>
10	CONGRIO NEGRO	<i>Genypterus maculatus</i>	28	TIBURON PICO PATO	<i>Deania calcea</i>
11	JIBIA	<i>Dosidicus gigas</i>	29	TIBURON SP.	
12	JUREL	<i>Trachurus murphyi</i>	30	TIBURON ZAPATA	<i>Centoselachus crepidater</i>
13	MERLUZA COMUN	<i>Merluccius gayi gayi</i>	31	TOLLO	<i>Mustelus mento</i>
14	MERLUZA DE COLA	<i>Macruronus magellanicus</i>	32	TOLLO DE CACHOS	<i>Squalus acanthias</i>
15	PEJEGALLO	<i>Coelorinchus caelorhincus</i>	33	TOLLO NEGRO	<i>Centroscyllium nigrum</i>
16	PEJERRATA	<i>Macrurus holotrachts</i>	34	OTRO 1	
17	PINTA ROJA	<i>Schroederichthys chilensis</i>	35	OTRO 2	
18	RAYA ESPINOZA	<i>Diotirus trachyderma</i>	36	OTRO 3	

La especie fue identificada por juicio experto del observador científico o muestreador a bordo y aun cuando no se requirió, en caso de dudas para el reconocimiento de la especie se dispuso de un procedimiento para obtener un registro fotográfico del espécimen, etiquetado en planilla, traslado y envió al laboratorio de la Universidad Arturo Prat en Puerto Montt para su identificación final con apoyo de catálogo taxonómico de identificación de peces marinos (Reyes y Hüne, 2015).

Cada ejemplar es medido en peso  $X_w (i)$  y longitud  $X_L (i)$ . El peso es medido en gramos, mediante balanza digital de gancho de capacidad 25 Kg y 5 gr de precisión y como respaldo balanza mecánica de balance manual, descartando las balanzas de mesón digital que no se estabilizan con el rolido o cabeceo de la embarcación. La longitud es la total del pez, medida en centímetros para cada espécimen capturado mediante ictiómetro de 1,5 m y en caso de corresponder a merluza del sur, se utilizó cinta flexible graduada adaptada para medir perímetros en centímetros y pie de metro adaptado para medir ancho y alto del cuerpo en centímetros. La escala de medida es adoptada respetando las normas de medidas estándares para peces, crustáceos y moluscos descritos en el Manual de Ciencia Pesquera parte 2 sobre Métodos para Investigar los Recursos y su Aplicación (FAO, 1975). Estos instrumentos se describen gráficamente en Figura 12.

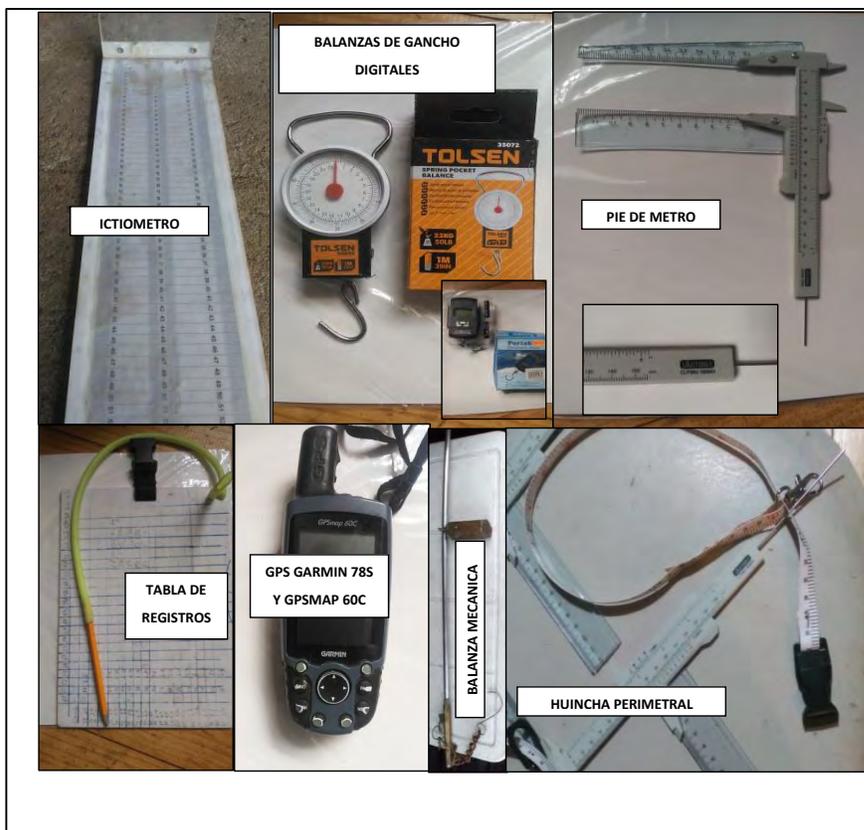


Figura 12. Instrumentos y materiales de muestreo a bordo

Los registros de cada espécimen de especie objetivo y fauna acompañante son posteriormente codificados en una base de datos de forma encadenada, con la forma general:

$$X^{D,O,h,R,L,P,G,V} = X^*$$

donde,

$X$ , código asociado a la especie registrada de acuerdo a una escala de 1 a  $n$  especies, como se indicó en Tabla 7.

$D$ , fecha del día de pesca al momento del término del virado en formato día/mes/año

$O$ , código del muestreador a cargo

$h$ , la hora de inicio ( $h_i$ ) y término ( $h_f$ ) del virado en formato náutico hr-minuto donde las 13:30 hr se digitan como 1330. El tiempo de virado ( $t$ ) asociado al lance se estima como:

$$t = \left[ \frac{h_f}{100} \right] - \left[ \frac{h_i}{100} \right] - (h_i - 100 \cdot \left[ \frac{h_i}{100} \right]) / 60 + (h_f - 100 \cdot \left[ \frac{h_f}{100} \right]) / 60$$

donde  $[ ]$ , es el operador de la parte entera del cociente respectivo

$R$ , Código del plano FAO asociado a la red de la embarcación y la experimental que corresponda

$L$ , número del lance del día de pesca, de 1 a  $n$  lances

$P$ , profundidad observada (m)

$G$ , posicionamiento geográfico (Latitud y Longitud) en coordenadas geográficas al momento del calado o inicio del virado de la red en grados, minutos y segundos.

$V$ , velocidad del viento al inicio del virado en escala Beaufort

Los muestreadores dispusieron de formularios de muestreo especialmente confeccionados para el registro de toda la información señalada anteriormente, vinculada al código de la hoja de bitácora de la campaña, en la cual se identifican el nombre de la embarcación, nombre del patrón de pesca, puerto, fecha y hora de zarpe y recalada del viaje, código de las redes que porta la lancha.

### 3.4.4 Bitácora y formulario de muestreo a la especie

**Bitácora de muestreo:** Comprende el registro de la información general que debe ir asociada a los formularios de muestreo de cada la salida de pesca experimental que se identifica por un código inequívoco, único y serializado conformado por la fecha de zarpe y el código del observador o muestreador a bordo. Este código es vinculante a toda la información que genera el muestreador en las pruebas de campo (registros, fotos, video, muestras), el cual se expone en Anexo 3 d.

### Formulario de muestreo de pesca a la especie y talla

El formulario de muestreo de pesca a la especie se confeccionó de acuerdo al pre diseño indicado en la oferta técnica. Inicialmente este formulario era distinto al formulario denominado de tallas que era exclusivo para las merluzas, ya que incluía mediciones de sección del pescado (diámetros y alto/ancho); sin embargo en el primer muestreo se observó que los muestreadores en algunos casos

no mantenían una relación directa entre las mediciones de la merluza (largo, peso, sección y tipo de retención) y las mediciones del formulario de tallas, perdiéndose la identificación entre una y otras, por lo que estas se fusionaron en un solo formulario. Con todo, este formulario respeta las consideraciones de pre diseño y contempla una guía de ayuda al dorso de la misma; todo lo cual se expone en detalle en Anexo 3 e.

### 3.4.5 Medición de las capturas totales por especie y su importancia relativa

Para cada Tamaño malla ( $T_m$ ), Tipo de retención ( $T_r$ ) y Sección de retención ( $S_r$ ), se determinan las capturas totales por especie  $CT(i)$  mediante la estimación dada por:

$$CT(i) = \sum w(X^*i) \quad , \text{con } i = 1, 2, \dots, n \text{ especies}$$

Esta notación  $X^*$  facilita la digitación de datos para cada especie, permitiendo acumular los registros de captura por estacionalidad y zona de pesca, para determinar posteriormente las proporciones de cada una de ellas en las capturas totales.

Para medir la importancia relativa por especie se emplean cuatro índices de proporcionalidad, de acuerdo a lo propuesto por Queirolo *et al.* (2011) y Bovcon *et al.* (2013):

Índice de proporción en peso ( $lp1$ ) por especie ( $i$ ) respecto de la captura total ( $CT$ )

$$lp1(i) = w(i) / \sum_{i=1}^n w(i) \quad , \text{con } i=1, 2, \dots, n \text{ especies e } i=1=\text{merluza del sur}$$

Índice de proporción en peso relativo ( $lp2$ ) por especie de fauna acompañante ( $i \neq 1$ ), respecto a la captura total de la especie objetivo  $X(1)$

$$lp2(i) = w(i) / \sum w(1) \quad , \text{con } i=2, \dots, n \text{ especies}$$

Índice de proporción en peso relativo ( $lp3$ ) de cada especie que compone la fauna acompañante ( $i \neq 1$ ) respecto de la captura total de fauna acompañante

$$lp3(i) = w(i) / \sum_{i=2}^n w(i) \quad , \text{ con } i=2, \dots, n \text{ especies}$$

Índice de ocurrencia (lp4) de cada especie identificada ( $i$ ) por lance de pesca ( $L$ ), respecto del total de lances en un área de pesca o período.

lp4= número de lances de cada taxón ( $i$ ) identificado / lances totales

$$lp4(i) = \sum_{d=1}^n L(d)_i / \sum_{d=1}^n L(d)$$

con,  $d$  de 1, 2, ...,  $n$  lances observados.

Con esta notación es fácil medir este índice por zona de pesca, temporada del año u otro criterio de tiempo o espacio relevante que se requiera.

### 3.4.6 Comparación de la composición por especies en la captura con redes de enmalle y espinel

A partir de bases de datos de los programas de monitoreo y descarte de IFOP, facilitados por la unidad sectorial contraparte técnica de Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, se elaboran estos mismos índices de proporcionalidad para la pesca de espinel, que permiten posteriormente realizar las comparaciones de magnitud entre ambos métodos de pesca.

### 3.5 Objetivo específico N°3: Evaluar el efecto selectivo a la talla de las principales especies explotadas en la PDA con redes de enmalle bajo diferentes tamaños de malla

En la pesquería demersal austral (PDA) se han reconocido como las principales especies objetivo, la merluza del sur (*Merluccius australis*), merluza de cola (*Macruronus magellanicus*), merluza de tres aletas (*Micromesistis australis*), congrio dorado (*Genypterus blacodes*), bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*) y rayas (*Raja spp.*) (Arancibia *et al.* 2010). De estas, la merluza austral y el congrio dorado conforman las especies más relevantes de la PDA para la pesca artesanal (Figura 13).

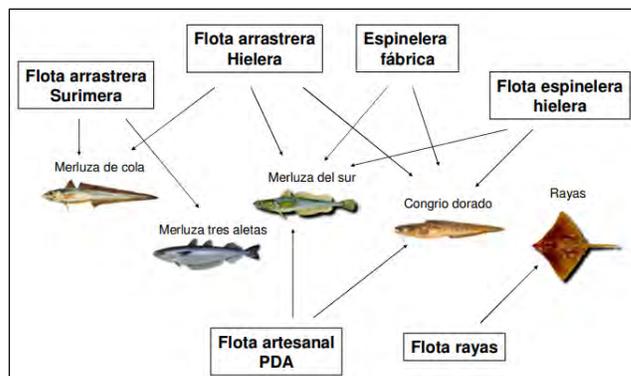


Figura 13. Especies por tipo de flota pesquera en la PDA, según Arancibia *et.al.* (2010)

Como las principales especies explotadas en la PDA por la pesca artesanal en el mar interior corresponden a merluza del sur y secundariamente al congrio dorado, se adopta la primera como principal sujeto de estudio y el congrio dorado como principal especie acompañante a medir; sin embargo, hay antecedentes de pesca de espinel de otras especies secundarias sensibles como las rayas y merluza de cola en aguas interiores, que fueron descritas por Melo *et al.* (2004) y que se priorizaron medir, previo a su descarte.

### 3.5.1 Diseño del trabajo de muestreo

#### Clasificación y procedimientos de muestreo a bordo

Debido a que el proceso de izamiento de la red es muy rápido, se optó por clasificar las capturas en cajas de pesca que permitieran distinguir inicialmente, la malla, sección y el tipo de atrapamiento que presentan las capturas inmediatamente llegadas a bordo, para luego de terminado el virado de la red en cubierta y reiniciar la navegación a buscar otra red o zona de pesca o retorno a entrega de la pesca del día, realizar las actividades de identificación de especies, mediciones morfométricas y en el caso de las merluzas del sur, realizar el eviscerado para reconocimiento de sexo y calificación del estado de madurez.

Así, las capturas de todas las especies con redes experimentales son clasificadas en cajas de pesca etiquetadas al efecto, para distinguir los tres tamaños de malla (4", 5" y 6"), la sección de la red (Sr: superior e inferior) y el tipo de atrapamiento (Tr) de donde provienen los ejemplares, para

posteriormente identificar la especie y medir la longitud total y el peso de cada ejemplar y si son merluzas del sur, realizar las mediciones de diámetro, alto, ancho, sexo y madurez sexual a las hembras.

Por su parte, todas las capturas de la redes control, que provienen de redes de 5", se clasifican en cajas de pesca por sección (Sr) y tipo de retención (Tr), debidamente etiquetadas y terminado el izado de la totalidad de la red, se identifica la especie y se mide la longitud total y el peso de cada ejemplar y si son merluzas del sur se realizan las mediciones de diámetro, alto, ancho, sexo y madurez sexual a las hembras.

Las mediciones estuvieron sujetas a los siguientes protocolos técnicos:

- Longitud total (Lt), desde la punta del hocico a la punta extremo de los lóbulos comprimidos de la aleta caudal, medida en centímetros mediante ictiómetro de 1,5 m de precisión 0,1 cm.
- Perímetro opercular y máximo dorsal, mediante huincha flexible de 50 cm y precisión 0,1 cm, con lecturas en mm.
- Altura y ancho opercular y máximo dorsal, mediante pie de metro de precisión 0,1 mm, con lectura en mm.
- Sexo, mediante reconocimiento por inspección visual macroscópica en el eviscerado. En el caso de las hembras se determinó el estado de madurez sexual por inspección macroscópica asociada a la escala de madurez elaborada por Aguayo *et al.* (2001), como se indica en Tabla 8 y que iba acompañada en el formulario de muestreo.

Tabla 8. Escala de madurez sexual de hembras de merluza del sur

. Escala macroscópica apreciativa de la madurez sexual de hembras de merluza del sur.

Estadio	Denominación	Descripción de caracteres macroscópicos
I	Inmaduro	Ovario pequeño; en los ovarios virginales tiene aspecto filiforme y en una fase más avanzada presenta una sección tubular, de color rosado claro. Diámetro máximo de los ovocitos menor que 0,4 mm.
II	En maduración	Ovario de tamaño mediano, de color amarillo claro, con escasa vascularización. Ovocitos visibles a simple vista, de diámetro mayor que 0,4 mm y menor que 0,65 mm.
III	Maduro	Ovario grande, turgesciente, de color amarillo o bien anaranjado pálido. Presenta paredes vascularizadas. Ovocitos de diámetro mayor que 0,65 mm y menor que 0,9 mm. Corresponde a la fase previa a la hidratación de los ovocitos. Este estadio incluye a los ovarios que han experimentado un desove parcial reciente.
IV	En desove	Ovario de gran tamaño, con ovocitos hidratados. Color amarillo intenso o anaranjado. Ocupa gran parte de la cavidad abdominal; los ovocitos fluyen libremente al presionar el abdomen de la hembra; diámetro de los ovocitos mayor que 0,9 mm.
V	Desovado y en regresión	Ovario flácido, con lumen amplio; color amarillo sucio. Sin ovocitos visibles a simple vista o bien ovocitos en número reducido en proceso de reabsorción. Al final de este estadio, el ovario adquiere un color amarillo pálido a rosado, las paredes se tornan gruesas y el lumen disminuye de tamaño.

Fuente: Aguayo *et al.* (2001). FIP IT/99-15.

Los materiales de muestreo utilizados son los mismos descritos en Figura 12.

### Formulario de muestreo de pesca a la talla

El formulario de muestreo de pesca a la talla de merluza del sur se confeccionó de acuerdo al pre diseño indicado en la oferta técnica y se expone en detalle en Anexo 3 e.

### Procesamiento de datos

El en procesamiento de datos, estos registros se ordenaron por magnitud, se agruparon por frecuencia en marcas de clase y se generaron gráficos de histogramas de distribución a la talla de merluza del sur obtenida de las redes experimentales y control, obteniendo las frecuencias observadas en cada marca de clase de las tallas retenidas por tamaño de malla de forma similar a la expuesta en Figura 14.

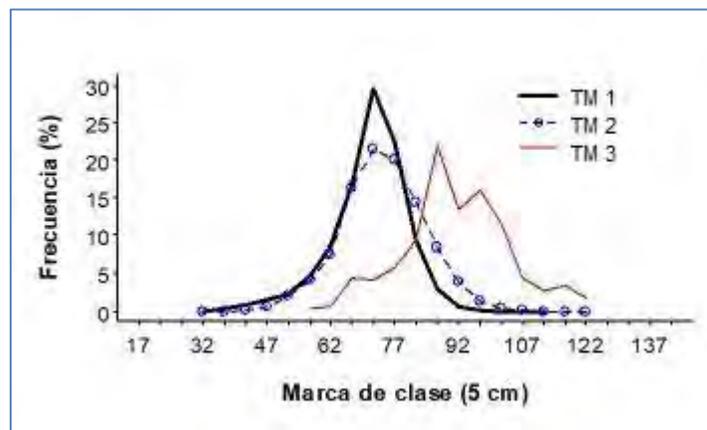


Figura 14. Ejemplo de gráfico de curvas de frecuencia por clase de talla retenida para 3 tipos de tamaño de malla TM, adaptado de IFOP (2019)

Estas distribuciones se comparan entre sí mediante sus parámetros de distribución central, para evaluar la significancia de similitud estadística entre ellas mediante el test de Kolmogorov-Smirnov (K-S), de prueba la hipótesis para dos muestras de frecuencias con número de datos distintos, sin hacer suposiciones sobre las distribuciones teóricas subyacentes de cada una de ellas (distribución normal, logarítmica u otra).

Este test se aplica contrastando las distribuciones de tallas de cada tamaño malla de la red experimental contra la distribución de tallas de la red testigo o blanco de 5". Igualmente se incluye aplicar el test K-S a las distribuciones de frecuencia por sexo, para el tamaño de malla de 5", tanto experimental como de los testigos o blancos.

Todo este manejo estadístico de datos se realiza con apoyo del software R-Studio, del cual se obtienen tanto los resultados estadísticos indicados como la gráfica de representación de los mismos.

### **3.5.2 Estimación de las curvas de retención de merluza del sur, por tamaño de malla**

#### **Supuestos**

Las redes de enmalle en general son selectivas en ciertos rangos de talla, donde se excluyen naturalmente las capturas de peces muy pequeños, por que traspasan la malla de retención, o porque en los peces más grandes, su perímetro de cabeza es muy superior al de la malla por lo que generalmente las distribuciones de tallas no poseen una distribución normal perfecta, impidiendo el supuesto de distribución normal de la curva de retención. Este supuesto es asumido estadísticamente para cada distribución de tallas por tamaño de malla.

Se considerará como supuestos de selectividad de las redes experimentales y control, que la probabilidad de encuentro del pez con el arte es aproximadamente cercana a uno (1), ya que las zonas de pesca están probadas y reconocidas por los patrones de pesca seleccionados y la selectividad está dada solo por la probabilidad de que el pez sea capturado, al producirse el encuentro del pez con la red.

Por otra parte, los experimentos son diseñados de tal forma que la comparación de las redes con diferente tamaño de malla presente un esfuerzo de pesca equivalente; es decir, la redes deben tener las misma dimensiones y superficie expuesta, junto a ser probadas en la misma zona de pesca y operadas en el mismo tiempo e igual procedimiento de calado, tiempo de reposo e izado, todas consideraciones aplicadas en el presente estudio.

De esta forma cada modelo opera bajo los supuestos principales de igualdad de esfuerzo por tamaño de malla, considerando los ajustes recomendados por Millar y Fryer (1999).

Además, dentro de estos supuestos básicos está implícito el "Principio de similitud geométrica" de Baranov, que establece que si la selección depende sólo de la geometría relativa del pez y las mallas, entonces todas las curvas de selección son similares. Por lo tanto, la selectividad será la misma para cualquier combinación de longitud de pez y tamaño de malla para la que su relación es constante (Hamley, 1975); es decir, que todas las mallas son igualmente eficientes para la clase de longitud que capturan mejor. Para validar este supuesto de eficiencia selectiva de la malla ( $TM$ ) atrapada por enmalle ( $Tr = 1$ ), se realizan pruebas de similitud entre el perímetro de la malla ( $P_{\#} = 2 \cdot TM$ ) y el perímetro observado opercular ( $P_o$ ), validado a su vez por su equivalencia con el perímetro teórico ( $P_T$ ) de la elipse de Ramanujan (1914), estimado a partir del alto ( $X$ ) y ancho ( $Y$ ) de sección opercular de las merluzas capturadas y retenidas por enmalle.

Primero se determina una prueba de medias para la hipótesis nula de si  $P_o = P_T$ , con:

$$P_T = \frac{\pi}{2}(X + Y) \left( 1 + \frac{3H}{10 + \sqrt{4 - 3H}} \right), \text{ donde } H = \left( \frac{X - Y}{X + Y} \right)^2,$$

permitiendo validar que la merluza posee sección elipsoidal en la sección opercular y de una forma proporcional a la forma del rombo de trabajo de la malla dado por su embande (Figura 15).

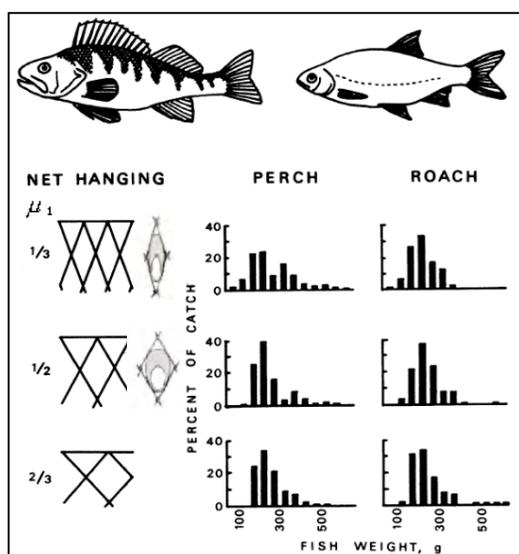


Figura 15. Relación de coeficientes de abertura de malla y selectividad de la malla según forma de pez. Adaptado de Hamley (1975) y Tosunoglu *et al.* (2002).

Luego se evalúa si el perímetro de la malla es proporcional al perímetro opercular observado, comprobando el principio de similitud geométrica y estimando el porcentaje de similitud, evaluando estadísticamente el comportamiento del establecido a estos efectos, coeficiente de Baranov [ $Coef. Baranov = \frac{TM}{\left(\frac{P_0}{2}\right)} \approx 1,0$ ] para las tres mallas investigadas.

### 3.5.3 Estimación de la selectividad a la talla de merluza del sur, por tipo de malla evaluada

Para la estimación de la curva de retención ( $Ret$ ) a la talla ( $L = X_L$ ), en función de los 3 tamaños de malla estudiados ( $TM_j = \{4,5,6\}$  pulgadas, para  $j = \{1,2,3\}$ ), se emplearon los modelos de curvas de selectividad propuestos por Queirolo (2011) del tipo:

**normal location**, de la forma:

$$Ret(k, \sigma) = \exp\left(-\frac{(L - k \cdot TM_j)^2}{2 \cdot \sigma^2}\right)$$

**normal scale**, de la forma:

$$Ret(k_1, k_2, \sigma) = \exp\left(-\frac{(L - k_1 \cdot TM_j)^2}{2 \cdot (k_2 \cdot TM_j)^2}\right)$$

**log-normal**, de la forma:

$$Ret(\mu, \sigma) = \left(\frac{TM_j}{L \cdot TM_1}\right) \cdot \exp\left(\mu - \frac{\sigma}{2} - \left(\log(L) - \mu - \log\left(\frac{TM_j}{TM_1}\right)\right)^2 / (2 \cdot \sigma^2)\right)$$

donde,  $TM_1$  es el tamaño de malla menor entre los probados

**binormal**, de la forma:

$$Ret(k_i, \sigma) = \exp\left(-\frac{(L - k_1 \cdot TM_j)^2}{2 \cdot (k_2 \cdot TM_j)^2}\right) + c \cdot \exp\left(-\frac{(L - k_3 \cdot TM_j)^2}{2 \cdot (k_4 \cdot TM_j)^2}\right)$$

**bilognormal**, de la forma:

$$Ret(\mu, \sigma) = \left(\frac{TM_j}{L \cdot TM_1}\right) \cdot \exp\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} - \left(\log(L) - \mu - \log\left(\frac{TM_j}{TM_1}\right)\right)^2 / (2 \cdot \sigma^2)\right) \cdot (1 + c)$$

Todos estos análisis se desarrollan usando el paquete R 4.0 (R-Development Core Team, 2004), operado mediante interfaz R-Studio, utilizando las funciones *gillnetfit*, *selncurves* y *Netfit* del programa SELECT en código R-Script de Millar (2015) y que comprende la evaluación para todos los modelos antes descritos (*norm.loc*, *norm.sca*, *lognorm*, *binorm.sca* y *bilognorm*), presentando las curvas de distribución y dispersión.

Este análisis permitió obtener el mejor modelo que interpreta las curvas de retención de merluza del sur para cada tamaño de malla y el factor de selectividad (*FS*) para cada tamaño de malla y la red control, evaluadas a la talla de retención del 50%, basado en el principio de similitud geométrica (Baranov, 1969) y de acuerdo a lo propuesto por Pope *et al.* (1975) citado por Queirolo *et al.* (2011) y FAO (1997), conforme a la relación:

$$FS_i = TM_i/Lm_i$$

Donde,

$TM_i$ , es el tamaño de malla con  $i = \{4'', 5'', 6''\}$

$Lm_i$ , es la longitud media al 50% de retención de la malla  $i$

### **3.6 Objetivo específico N°4: Evaluar la pesca incidental de aves y mamíferos marinos en la captura dirigida a los principales recursos explotados en la PDA con redes de enmalle**

Mediante observación directa en zona de pesca se determinó la interacción e impacto de las redes de enmalle con aves y mamíferos marinos. Primero se realiza una evaluación ambiental de conteo censal por avistamiento directo de aves y mamíferos presentes en la zona de pesca durante las faenas de virado de la red y que se registran en un formulario especial al efecto (Anexo 3 f) que lleva una escala de magnitud especial de referencia para el muestreador.

#### **Cuantificación y análisis de la pesca incidental**

Para el desarrollo de este objetivo y la obtención de los resultados requeridos, se recopila información a bordo específica durante las mismas campañas de pesca experimental que se

programaron y se describieron previamente como parte del desarrollo metodológico de los Objetivos 2 y 3.

Junto a ello, con apoyo del mismo formulario se registran por lance, por red y tamaño de malla, evidencias de pesca incidental tanto de aves como mamíferos marinos, que incluye identificación de la clase de ave o mamífero, condición de sobrevivencia del animal atrapado (vivo / muerto), forma de atrape, sección del cuerpo que sustente principalmente el enganche, sección de altura de la red donde se produjo el evento y momento de la interacción entre el animal y red (en calado, reposo o virado).

Debido a que estas redes se operaron en general sobre profundidades superiores a los 250 m, en muchos casos con un tiempo de reposo y tiempo de virado reducido, hubo una baja exposición de las capturas a depredadores naturales, sin detectar una interacción directa del arte con aves y mamíferos marinos; por tanto, sin presentarse registros de atrapamiento o mortalidad durante toda la investigación. Con todo, se tuvo previsto estimar un indicador de captura a la clase ( $IC_j$ ) por unidad de esfuerzo como tiempo de pesca, mediante el estimador:

$$IC_j = \sum Fi,j / N_i , \text{ con } j \text{ de } 1 \text{ a } n \text{ clases encontradas e } i \text{ periodos de tiempo dado}$$

Donde,

$Fi,j$ , frecuencia acumulada de la clase  $j$  atrapada o muerta en el período  $i$

$N_i$ , número total de lances o viajes en el período  $i$  (día, mes, temporada o total)

De igual forma se contempló desarrollar un estimador simple de índice de captura por especie ( $IE_k$ ) por unidad de esfuerzo como tiempo de pesca, mediante el estimador:

$$IE_k = \sum Fi,k / N_i , \text{ con } k \text{ de } 1 \text{ a } n \text{ especies encontradas e } i \text{ periodos de tiempo dado}$$

Donde,

$Fi,k$ , frecuencia acumulada de la especie ( $k$ ) atrapada o muerta en el período  $i$

$N_i$ , número total de lances o viajes en el período  $i$

### **Filmaciones submarinas de interacción y comportamiento animal**

A efectos de evaluar la cuantificación y caracterización de la interacción de aves o mamíferos con la faena de pesca con redes de enmalle, se realizaron videos superficiales y submarinos para registrar las condiciones de acercamiento, tanto de mamíferos marinos como de aves marinas, que permitieron establecer un patrón de ambiente o condición inicial de probabilidad para la captura incidental al momento del virado del arte. A estos efectos se dispuso la realización de filmaciones submarinas, contando con un profesional Biólogo Marino con licencia vigente de Buzo Especialista, el cual dispuso de traje de buceo completo, incluyendo computador de buceo, chaleco compensador y 6 botellas de 12 litros para una autonomía de cerca de 30 minutos asegurando se realicen en forma eficiente y segura. La unidad de filmación contó con dos cámaras GOPRO 7 y una cámara Actioncam de SONY.

Las condiciones para desarrollar las filmaciones submarinas estuvieron muy condicionadas a las corrientes y oleaje superficial como a la distancia de los lobos marinos de la embarcación, que en la mayoría de los casos impidió una inmersión y filmación segura.

Estas filmaciones permitieron analizar el comportamiento de aves y mamíferos marinos que interactúan con la red principalmente al momento del izado, las que se acompañan adjuntas a este informe en carpetas de archivo “VIDEOS ATAQUE LOBO” y “VIDEOS VIRADO DE RED”.

### **Propuestas orientadas a medidas de mitigación de la pesca incidental**

Para la elaboración de propuestas de medidas que orienten a la disminución y mitigación de la captura incidental de aves y mamíferos marinos en la aplicación de redes de enmalle en la pesquería demersal de Merluza del Sur, se realizó una recopilación de los artículos científicos, planes de manejo nacionales e internacionales y programas de instituciones pesqueras nacionales e internacionales de lo más actualizado disponible, realizando una descripción cuantitativa y cualitativa de las mismas.

Con esta información se desarrollaron análisis que describen la o las especies más afectadas por pesca incidental, considerando características externas y dimensiones morfológicas principales, hábitos de comportamiento y alimentación, ubicación en la columna de agua y fondo, comportamiento estacional y antecedentes del tipo de captura que le afecta, junto a medidas que hayan sido propuesta de mitigación.

#### 4. Resultados

##### 4.1 Objetivo específico N° 1: Evaluar la eficiencia operacional en la captura dirigida a los principales recursos demersales con redes de enmalle.

###### 4.1.1 Clasificación de la eficiencia operacional

###### Selección de panelistas

La contraparte técnica con fecha 18 de diciembre, informa de los panelistas consultados y disponibles para la actividad, señores:

- **Leonardo Núñez (LN<sup>6</sup>)**, Biólogo Marino, ex Director de IFOP, ex Jefe Dpto. Adm.Pesq. del SERNAPESCA, actual profesional del proyecto COPAS de la Universidad de Concepción.
- **Ricardo Norambuena (RN)**, Biólogo Marino, ex Jefe Pesquerías y Div. Acuicultura SUBPESCA, actual profesional del proyecto COPAS de la Universidad de Concepción.
- **Dante Queirolo (DQ)**, Ingeniero Pesquero, investigador y experto en selectividad de artes y aparejos de pesca, actual Director de la Escuela de Ciencias del Mar de la P. Universidad Católica de Valparaíso. Miembro de Comité Científico.
- **Sergio Lillo (SL)**, Ingeniero Pesquero del Instituto de Fomento Pesquero, actual Jefe del Dpto. Evaluación Directa del IFOP.

Por parte de la contraparte técnica, conformaron el panel de expertos los señores:

- **Lorenzo Flores (LF)**, Biólogo Marino, sectorialista pesquerías demersales, merluza del sur. Miembro de Comité Científico y de Manejo
- **Marcos Troncoso (MT)**, Biólogo Marino, sectorialista pesquerías demersales, merluzas. Miembro de Comité Científico y de Manejo

---

<sup>6</sup> Sigla establecida para facilitar la identificación de cada panelista

- **Danilo De La Rosa (DD)**, Biólogo Marino, sectorialista pesquerías demersales, congrio dorado. Miembro de Comité Científico y de Manejo

**Primer taller de expertos:** lunes 11 de enero entre las 10 a 12 hr

- Introducción al proyecto FIPA 2020-21
- Introducción al Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process, AHP)
- Objetivo del panel de expertos

Los 6 factores que el proyecto propuso para caracterizar y evaluar la eficiencia operacional de las redes de enmalle y el espinel para la pesquería de Merluza del sur son como se indica en Tabla 9.

Tabla 9. Orden inicial de factores de eficiencia

	1	2	3	4	5	6
ORDEN INICIAL	CAPTURA BAJO TPMS (%)	RENDIMIENTO DE PESCA (Kg/viaje)	CALIDAD DE LAS CAPTURAS (%PRIME)	COSTOS DE OPERACIÓN (\$/viaje)	FAUNA ACOMPAÑANTE (%C.D.)	PESCA INCIDENTAL (M)

El primer objetivo del Panel de expertos fue jerarquizar estos factores en orden de importancia de mayor a menor y ponderarlos entre ellos, para luego determinar su peso específico de cada uno respecto de los demás y en ese orden de importancia definido. Los detalles de los procedimientos, tratamiento de la información y cálculos se exponen en detalle en Anexo 3 y cuyo resultado final queda como se indica en Tabla 10.

Tabla 10. Orden final de factores de eficiencia

	A>B	B>C	C>D	D>E	E>F	F>G
	1°	2°	3°	4°	5°	6°
CODIGO Y ORDEN FINAL	CAPTURA BAJO TPMS (%)	FAUNA ACOMPAÑANTE (%C.D.)	PESCA INCIDENTAL (M)	CALIDAD DE LAS CAPTURAS (%PRIME)	RENDIMIENTO DE PESCA (Kg/viaje)	COSTOS DE OPERACIÓN (\$/viaje)

Este orden tuvo un punto previo de debate, por cuanto dos de los 7 panelistas, inicialmente calificaron la pesca incidental como en primer lugar, debido a dos razones principales:

- La importancia del enfoque ecosistémico en el manejo actual de pesquerías
- La importancia que pueda otorgarle la opinión pública a este criterio

Al respecto se analizan las condiciones actuales de operación de las redes de enmalle en estudio, explicando su baja altura (2 a 3 m), su operación por sobre los 150 m de profundidad y la alta velocidad de virado con chigre hidráulico con un promedio de 500 m de red en 30 minutos, de acuerdo a lo observado en las pruebas experimentales realizadas en diciembre pasado y que probablemente generarán una menor incidencia de pesca incidental del enmalle respecto del espinel. Por otra parte, el propósito principal general del estudio es evaluar selectividad, contando con un cuarto objetivo secundario de evaluar el impacto ambiental de la pesca incidental. En razón de ello y respetando la disparidad de opiniones del panel, se logra consenso para establecer el orden jerárquico antes indicado.

Terminada esta etapa del AHP, se explica la segunda etapa de la metodología AHP correspondiente a evaluar en específico los ponderadores de contraste entre los factores jerarquizados, de acuerdo a la escala de Saaty (1980). Para ello se entregó a cada panelista las Tablas de evaluación pareada entre criterios, las que fueron completadas individualmente y entregadas antes del segundo Taller, que se realizó el viernes 15 de enero entre las 09 a 11 hr.

## Ponderadores

Las ponderaciones recibidas y sintetizadas de los panelistas son expresadas en Tabla 11.

Tabla 11. Ponderación entre factores

		SIGLA DEL PANELISTA						
		LN	RN	DQ	SL	LF	MT	DD
CUADRANTES	1 <sup>RO</sup>	1	3	3	1	3	3	1
		3	5	3	3	3	3	1
		9	5	5	1	5	3	5
		5	7	5	7	5	5	5
		5	7	9	7	5	9	7
	2 <sup>DO</sup>	3	3	3	3	3	3	1
		9	5	5	5	5	3	3
		5	7	7	7	5	5	3
		5	7	7	7	5	9	5
	3 <sup>RO</sup>	5	5	1	1	5	1	7
		5	7	5	5	5	7	5
		5	7	7	5	5	7	7
	4 <sup>TO</sup>	1	3	3	5	1	7	5
		1	5	7	5	1	9	5
	5 <sup>TO</sup>	1	3	3	5	1	5	3

## Análisis de consistencia

Se modera el panel de expertos objeto hacer ver algunas inconsistencias menores en la evaluación entregada por ellos, ya que las calificaciones de peso en la escala de Saaty (1 a 9) deben ser progresivas para que sean consistentes, las que se comentan y discuten con el panel.

Para el primer cuadrante se observa la evaluación de LN, donde pondera la captura bajo la talla de primera madurez sexual (TPMS) con un 9 comparado con la pesca incidental, pero luego califica con un 5 los últimos 2 factores, que están en un menor orden jerárquico, lo que se indica genera la inconsistencia numérica del método AHP, por lo que LN cambia su calificación de 9 a 5, manteniendo una coherencia en su percepción de comparación. Por lo mismo el panelista SL modifica su calificación de su primer cuadrante de 1 3 1 7 7 a 1 3 3 7 7.

El segundo cuadrante presenta solo una sola inconsistencia numérica de LN y que por razones iguales a las explicadas anteriormente las corrige, asignando 5 en vez de 9.

El tercer cuadrante es 100% consistentes entre los evaluadores y no es modificada, ni comentada.

En el cuarto cuadrante, se observan varias inconsistencias numéricas debido a los altos valores de importancia que los panelistas le otorgan al calidad de las capturas respecto de las últimas dos variables de la eficiencia operacional (rendimiento y costo), aun cuando estas son las últimas del orden jerárquico establecido inicialmente, explicándoles que por su alto peso se distorsiona o no se condice con su posición en el orden jerárquico (cuarto lugar jerárquico). Varios panelistas indican que la calidad de las capturas son un factor de eficiencia muy importante, incluso podría ser mayor a la captura bajo la TPMS que es el primero en el orden jerárquico; sin embargo, como la calidad está en cuarto nivel jerárquico, se explica que eso genera la inconsistencia numérica en el método. Los panelistas analizan que la calidad de las capturas son importantes porque están relacionadas con el precio y el retorno de la actividad, lo que genera la razón misma del propósito y ejercicio de la pesca propiamente tal. Se explica que la calidad en el proyecto es evaluado por cómo llega físicamente el producto al primer mercado de transacción (lancha intermediaria o playa), evaluando sus condiciones de estado externo corpóreo en términos de porcentaje de pérdidas de escamas o piel producto de la interacción con el método de pesca y en las distintas partes del cuerpo (cabeza, dorso, abdomen y cola) asociándoles el precio respectivo y donde los ejemplares con pérdida de piel y carne que son descartados o eliminados de la venta se cuantificarán como parte de la calidad y valorarán a precio cero, para cada sistema de pesca de enmalle y espinel. En razón de esto, los panelistas modifican sus calificaciones como se indica:

- RN : de 3 5 a 3 1
- DQ: de 3 7 a 3 1
- SL: de 5 5 a 1 1
- MT: de 7 9 a 3 3

Para el quinto y último cuadrante, que compara los rendimientos contra los costos, se indica la inconsistencia numérica de colocar valores de diferenciación de importancia muy altos entre ambas, cuando son las últimas de la jerarquización, haciendo notar que esto implicaría numéricamente que los rendimientos deberían tener una mayor jerarquía y no estar en la quinta posición. Esta explicación permite corregir las evaluaciones entre los panelistas RN, DQ, SL y MT, que ajustan sus ponderaciones de 3, 3, 5, 5 a 1, 1, 1, 1 respectivamente. De esta forma los ponderadores jerárquicos

quedan como se expresa en Tabla 12, donde las ponderaciones corregidas e identificadas en cada cuadrante de la matriz, se muestran con cuadro sombreado.

Tabla 12. Tabla final de ponderadores

	CRITERIO ORDENADO	PANELISTA							PROMEDIO	ASIGNACION FINAL
		LN	RN	DQ	SL	LF	MT	DD		
JERARQUICO=A	CAPTURA BAJO TPMS (%)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
COMPARADOS (B)	FAUNA ACOMPAÑANTE (%C.D.)	1	3	3	1	3	3	1	2,14286	2
	PESCA INCIDENTAL (M)	3	5	3	3	3	3	1	3	3
	CALIDAD DE LAS CAPTURAS (%PRIME)	5	5	5	3	5	3	5	4,42857	4
	RENDIMIENTO DE PESCA (Kg/viaje)	5	7	5	7	5	5	5	5,57143	6
	COSTOS DE OPERACIÓN (\$/viaje)	5	7	9	7	5	9	7	7	7

	CRITERIO ORDENADO	PANELISTA							PROM	FINAL
		LN	RN	DQ	SL	LF	MT	DD		
JERARQUICO=A	FAUNA ACOMPAÑANTE (%C.D.)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
COMPARADOS (B)	PESCA INCIDENTAL (M)	3	3	3	3	3	3	1	2,71429	3
	CALIDAD DE LAS CAPTURAS (%PRIME)	5	5	5	5	5	3	3	4,42857	4
	RENDIMIENTO DE PESCA (Kg/viaje)	5	7	7	7	5	5	3	5,57143	6
	COSTOS DE OPERACIÓN (\$/viaje)	5	7	7	7	5	9	5	6,42857	6

	CRITERIO ORDENADO	PANELISTA							PROM	FINAL
		LN	RN	DQ	SL	LF	MT	DD		
JERARQUICO=A	PESCA INCIDENTAL (M)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
COMPARADOS (B)	CALIDAD DE LAS CAPTURAS (%PRIME)	5	5	1	1	5	1	7	3,57143	4
	RENDIMIENTO DE PESCA (Kg/viaje)	5	7	5	5	5	7	5	5,57143	6
	COSTOS DE OPERACIÓN (\$/viaje)	5	7	7	5	5	7	7	6,14286	6

	CRITERIO ORDENADO	PANELISTA							PROM	FINAL
		LN	RN	DQ	SL	LF	MT	DD		
JERARQUICO=A	CALIDAD DE LAS CAPTURAS (%PRIME)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
COMPARADOS (B)	RENDIMIENTO DE PESCA (Kg/viaje)	1	3	3	1	1	3	5	2,42857	2
	COSTOS DE OPERACIÓN (\$/viaje)	1	1	1	1	1	3	5	1,85714	2

	CRITERIO ORDENADO	PANELISTA							PROM	FINAL
		LN	RN	DQ	SL	LF	MT	DD		
JERARQUICO=A	RENDIMIENTO DE PESCA (Kg/viaje)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
COMPARADOS (B)	COSTOS DE OPERACIÓN (\$/viaje)	1	1	1	1	1	1	3	1,28571	1

### Evaluación de consistencia AHP

Estas matrices entregan un índice de consistencia  $CI=0,081707$  e índice aleatorio  $RI=0,82667$  que determinan una razón  $CR=0,098839$  menor a 0,1 por lo que la matriz es consistente, sin presentar contradicciones en la valoración realizada (Tabla 13).

Tabla 13. Resultados de consistencia matrices AHP

Prueba	Valor
$CI=(\lambda_{max}-n)/(n-1)$	0,08171
$RI=1,24 \cdot (n-2)/n$	0,82667
$CR= CI/RI$	0,09884

### Resultado del AHP

La matriz de ponderación pareada queda de la forma como se expresa en Tabla 14.

Tabla 14. Matriz pareada de ponderadores entre factores

MATRIZ PAREADA DE PONDERADORES FINALES	CAPTURA BAJO TPMS (%)	FAUNA ACOMPAÑANTE (%C.D.)	PESCA INCIDENTAL (M)	CALIDAD DE LAS CAPTURAS (%PRIME)	RENDIMIENTO DE PESCA (Kg/viaje)	COSTOS DE OPERACIÓN (\$/viaje)
CAPTURA BAJO TPMS (%)	1	2	3	4	6	7
FAUNA ACOMPAÑANTE (%C.D.)	1/2	1	3	4	6	6
PESCA INCIDENTAL (M)	1/3	1/3	1	4	6	6
CALIDAD DE LAS CAPTURAS (%PRIME)	1/4	1/4	1/4	1	2	2
RENDIMIENTO DE PESCA (Kg/viaje)	1/6	1/6	1/6	1/2	1	1
COSTOS DE OPERACIÓN (\$/viaje)	1/7	1/6	1/6	1/2	1	1
sumas columnas	2,3928571	3,916666667	7,58333333	14	22	23

La matriz normalizada y el vector propio de ponderadores finales quedarían entonces como se indica en Tabla 15.

Tabla 15. Matriz normalizada y Vector propio

	CAPTURA BAJO TPMS (%)	FAUNA ACOMPAÑANTE (%C.D.)	PESCA INCIDENTAL (M)	CALIDAD DE LAS CAPTURAS (%PRIME)	RENDIMIENTO DE PESCA (Kg/viaje)	COSTOS DE OPERACIÓN (\$/viaje)	PROMEDIO = VECTOR PROPIO (P)	PESO DEL FACTOR (%)
CAPTURA BAJO TPMS (%)	0,4179	0,5106	0,3956	0,2857	0,2727	0,3043	0,3645	36,4490
FAUNA ACOMPAÑANTE (%C.D.)	0,2090	0,2553	0,3956	0,2857	0,2727	0,2609	0,2799	27,9865
PESCA INCIDENTAL (M)	0,1393	0,0851	0,1319	0,2857	0,2727	0,2609	0,1959	19,5932
CALIDAD DE LAS CAPTURAS (%PRIME)	0,1045	0,0638	0,0330	0,0714	0,0909	0,0870	0,0751	7,5095
RENDIMIENTO DE PESCA (Kg/viaje)	0,0697	0,0426	0,0220	0,0357	0,0455	0,0435	0,0431	4,3138
COSTOS DE OPERACIÓN (\$/viaje)	0,0597	0,0426	0,0220	0,0357	0,0455	0,0435	0,0415	4,1480
						Normalidad	1	100,00

Con esto concluye el trabajo del panel de expertos con las siguientes conclusiones:

- La selección de los panelistas es correcta, por cuanto su experiencia laboral en manejo pesquero está acreditada, contando con expertos de dilatada trayectoria en la materia, permitiendo un resultado razonable y coherente.
- Aun cuando existió diversidad de opiniones entre los panelistas, estos logran ponerse de acuerdo, abstraerse de sus posiciones personales y abordar la evaluación como un colectivo, logrando un consenso pero manteniendo sus posiciones y pareceres particulares, en especial

respecto de los ponderadores asignados en los 4 primeros cuadrantes, que corresponden al grueso del proceso analítico jerárquico (AHP)

- La jerarquización de los factores que determinan la eficiencia operacional comparada para los sistemas de pesca de enmalle y espinel, y con los cuales se evalúa la opción más eficiente, son: 1° Captura Bajo TPMS con un 36,45%; 2° Fauna Acompañante (C.D.) con 27,99%; 3° Pesca Incidental con un 19,59%; 4° Calidad de las capturas con 7,51%; 5° Rendimiento de pesca con 4,31% y 6° Costos de operación con un 4,15%.

Los resultados de los factores que se entregan a continuación están en ese orden de prioridad

#### **4.1.2 Captura bajo la talla de primera madures sexual**

##### **Espinel**

La información solicitada a IFOP para el año 2021 fue proporcionada por la contraparte técnica y consistió en una base de datos histórica de registros de captura y muestreo por lance de actividades de pesca artesanal de las zonas demersal centro sur y demersal sur austral, entre enero de 1998 a diciembre 2021, con 1.128.349 registros en formato Acces denominado “DATOS 1998-2021 ARTESANAL DCS-PDA.accdb” y Tabla interior “BIOLOGICO ENMALLE-ESPINEL Centro Sur- Sur Austral”, junto a archivos descriptores de campos y códigos de bases de datos. De esta gran base de datos se seleccionaron los datos necesarios para el presente proyecto, relacionados con muestreo de capturas de merluza del sur como especie objetivo, realizadas por la flota artesanal en la región de Los Lagos durante diciembre de 2020 a diciembre de 2021.

La base de datos así filtrada y llevada a formato Excel, adjunta al presente informe, se denomina “BIOLOGICO ENMALLE-ESPINEL Centro Sur- Sur Austral filtrado para PES50 y MS 2021.xlsx” y contempla 16.124 registros para la pesquería de espinel artesanal con observador científico (OC) embarcado que se identifica en la base de datos como: COD\_PESQUERIA = 50 y merluza del sur que se identifica como COD\_ESPECIE MS=2.

##### **Análisis de base de datos IFOP de espinel filtrados**

Los campos de cada columna corresponden a:

COD\_BARCO, original sin tabla de conversión de códigos disponible  
FECHA\_HORA\_RECALADA, original

FECHA\_HORA\_ZARPE, filtrado del original entre diciembre 2020 a diciembre 2021  
PUERTO\_RECALADA, original  
PUERTO, agregada de conversión de códigos a texto. Ver hoja “COD-PTO”  
COD\_PESQUERIA, del original todas = 50 = Pesquería espinel con OC embarcado (artesanal)  
NUMERO\_LANCE\_EX, original  
FECHA\_LANCE, original  
N\_ESPECIMEN EN LA MUESTRA, modificado del original “N\_ESPECIMEN”, Ver hoja “COD-IFOP”  
COD\_ESPECIE MS=2, filtrado del original todas =2 correspondiente a merluza del sur  
SEXO\_ESPECIMEN M=1;H=2, modificado del original. Sexo del espécimen 1= Macho, 2= hembra, 0= indeterminado, 3= indefinido  
LONGITUD\_ESPECIMEN, longitud total en centímetros (cm)  
PESO\_ESPECIMEN, peso en gramos (g)  
PESO\_EVISCERADO, peso en gramos (g)  
NUMERO\_OTOLITOS  
MADUREZ  
PESO\_GONADAS, peso en gramos (g)  
ORIGEN\_MUESTRA, código que especifica la fracción de la que es obtenida la muestra: 1= de la captura retenida, 2= captura descartada y 3= de la captura total (previo a cualquier tipo de selección  
SIN SEXO, agregado que identifica que NO hubo determinación de sexo en la muestra (0 o 3)  
CON SEXO, agregado que identifica que SI hubo determinación de sexo en la muestra (1 o 2)  
ORIGEN TIPO 3, agregado que identifica si la muestra es de origen tipo 3

Esta base de datos fue obtenida de muestreos a 544 lances de pesca de un día cada uno, efectuados por 108 embarcaciones artesanales. En ella se determinaron los sexos a 9.173 ejemplares (59,6 %), de los cuales 5.539 fueron machos (60.4 %) y 3.634 hembras (39,6 %); esto es, una proporción MACHO : HEMBRA de 1 : 0,65 que es consistente con lo informado en el programa de seguimiento de IFOP para el año 2021 (IFOP, 2022).

A efectos de esta investigación, una parte crucial del análisis de datos de IFOP es asegurar que efectivamente los registros provienen de aquellos obtenidos con observadores a bordo que acrediten, por lo mismo, que las muestras provienen de pesca exclusivamente de espinel y no de enmalle; lo que de no ocurrir consideraría datos de muestreo en tierra y las muestras podrían estar contaminadas (distorsionadas) por provenir de pesca de enmalle de merluza del sur, que como no está autorizada, los pescadores al arribo la declaran como pesca de espinel.

Para asegurar esta situación se revisó esta información de IFOP por puerto de desembarque, obteniendo que estos están ubicados estratégicamente (Figura 16) y presentan dos lugares



Tabla 16. Identificación e importancia en los muestreos de pesca de merluza del sur con espinel, en puertos de desembarque en que IFOP trabajo con observadores a bordo durante el año 2021.

PTO.DESEMBARQUE	N° REGISTROS DE LONGITUD	%
ISLA QUENAC	6.052	37,5
HUALAIHUE	5.296	32,8
AULEN	1.351	8,4
ROLECHA	1.316	8,2
TENAUN	888	5,5
ISLA TAC	518	3,2
CHAICAS	270	1,7
PICHICOLO	241	1,5
EL MANZANO	162	1,0
CHINQUIHUE	30	0,2
Total general	16.124	100

## Enmalle

La estructura de tallas para el enmalle son la obtenidas de los resultados del objetivo N° 3 de la pesca con redes control, descritas en detalle en sección 4.3 (Figura 40).

### Comparación entre métodos de pesca de enmalle y espinel

En conformidad a la metodología propuesta, esta comparación se realiza en términos agregados y para 3 estratos: temporada, zona de pesca y sexo, y en ese mismo orden de prelación.

#### a) Comparación agregada

La estructura de tallas agregada, entre dic.2020 a dic.2021, de ambos métodos de pesca se representa en Figura 17, distinguiendo la frecuencia relativa (histograma de barras, eje izquierdo) y frecuencia acumulada (línea continua suavizada, eje derecho) que determina la curva de probabilidad de retención para ambos métodos. Para facilitar la interpretación de los datos, estos

fueron agrupados de tal forma que la marca de clase de longitud = 66 cm tiene como límite superior 69 cm que corresponde a la talla de primera madurez sexual.

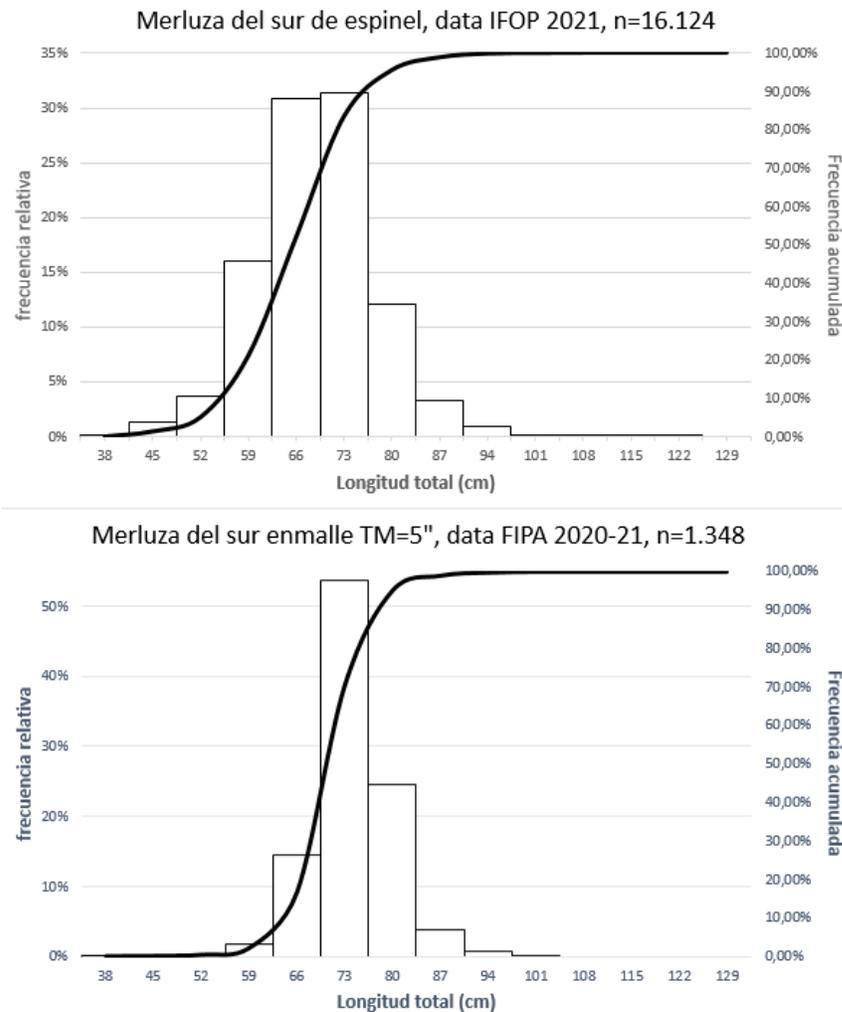


Figura 17. Distribución de frecuencia agregada de talla Merluza del sur para espinel y enmalle, comparados a igual escala de marcas de clase, año 2021.

Aplicando la prueba de Kolmogorov–Smirnov se determinó la distancia vertical máxima ( $D_{i,j,k}$ ) entre las funciones de distribución acumulada empíricas de cada método de pesca, obteniendo un valor de  $D=0,2143$ ,  $D_c=0,03856$  y un  $p\text{-value} = 0,9048 > 0.01$  para test de contraste de dos colas, que

afirma que las distribuciones de frecuencia son estadísticamente diferentes. En Tabla 18 se informa de las frecuencias observadas, relativas y acumuladas para ambas distribuciones.

Tabla 17. Distribución de frecuencias de longitud (cm) de pesca artesanal de merluza del sur con espinel y enmalle año 2021 y resultados de test K-S de similitud de distribuciones.

Marca Clase ( $\pm 3$ ) Longitud (cm)	Frecuencias observadas Espinel (IFOP 2021)	Frecuencias observadas Enmalle	Frec. Relativa Espinel	Frec. Relativa Enmalle	Frec. Acumulada Espinel	Frec. Acumulada Enmalle
38	18	1	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
45	213	1	1,3%	0,1%	1,4%	0,1%
52	595	4	3,7%	0,3%	5,1%	0,4%
59	2578	24	16,0%	1,8%	21,1%	2,2%
66	4983	196	30,9%	14,5%	52,0%	16,8%
73	5062	724	31,4%	53,6%	83,4%	70,5%
80	1944	332	12,1%	24,6%	95,5%	95,1%
87	535	52	3,3%	3,8%	98,8%	99,0%
94	156	11	1,0%	0,8%	99,8%	99,8%
101	28	3	0,2%	0,2%	99,9%	100,0%
108	9	0	0,1%	0,1%	100,0%	100,0%
115	2	0	0,0%	0,1%	100,0%	100,0%
122	1	0	0,0%	0,1%	100,0%	100,0%
129	0	0	0,0%	0,1%	100,0%	100,0%
n	16.124	1.348	D =	0,2143	Dc =	0,03856

La comparación de las curvas de retención acumulada se realiza respecto de porcentaje bajo la talla de primera madures sexual  $Pr(L \leq 69,4)$  donde se estimaron las curvas logísticas de la distribución de frecuencias relativas (Fr) a la talla (L) de la forma  $logit(Fr) = e^{a+b*L}$  a través de un modelo lineal generalizado (MGL:  $Fr \sim L$ ) binomial, determinando la ojiva de probabilidad de retención acumulada de la forma  $P(L) = \frac{e^{(a+b*L)}}{1+e^{(a+b*L)}}$  con buenos ajustes ANOVA en ambos casos.

Los modelos predictivos se exponen gráficamente en Figura 18. Para la talla de primera madurez sexual (TPMS= 69,4 cm) el espinel dio un 69,6% de probabilidad retención de tallas bajo ese criterio y para el enmalle de un 41,1% (Tabla 19).

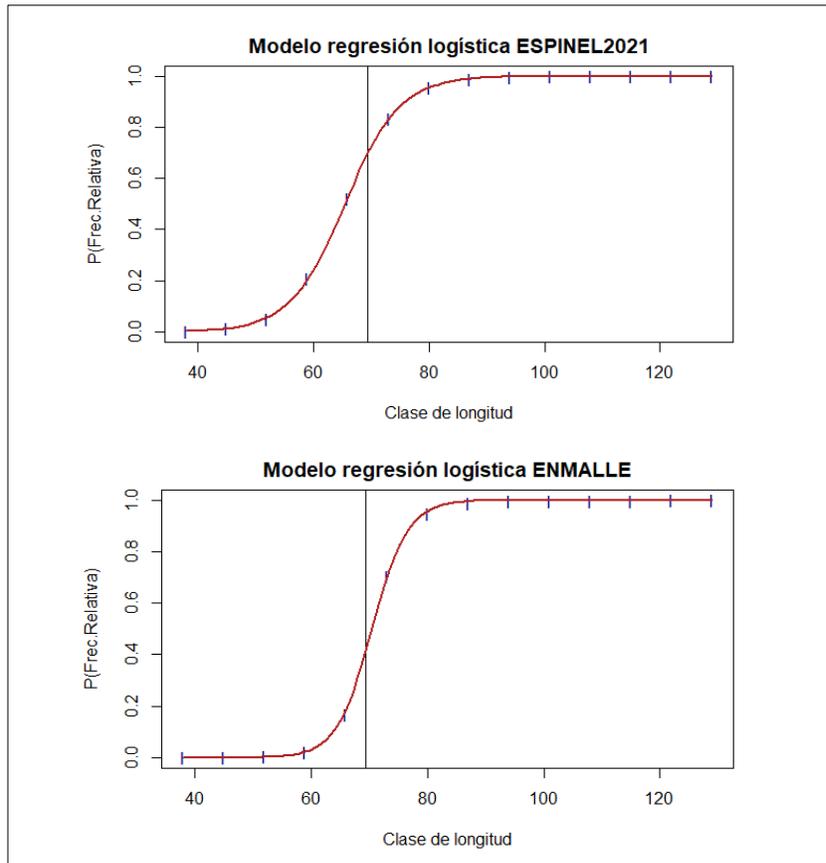


Figura 18. Curvas logísticas de probabilidad de retención acumulada para espinel y enmalle de merluza del sur

Tabla 18. Parámetros curva logística, test de ajuste y probabilidad de retención <TPMS del espinel y enmalle

PARAMETROS	ESPINEL	ENMALLE
a	-13,798872	-22,9854
b	0,210739	0,3260
TEST DE AJUSTE		
z value (Clase_L)	59,08	15,38
Pr(> z )	<2E-16	<2E-16
AIC	51,572	27,562
PROBABILIDAD < TPMS		
Pr(L≤69,4)	69,56%	41,07%

## **b) Comparación por estación o temporada**

La pesca de investigación obtuvo datos principales de pesca de enmalle en los meses de mayo (otoño) y noviembre (primavera). De un total de 1.670 lecturas de longitud de merluza del sur capturadas con enmalle en redes control y experimental de 5". Entre ambos períodos se obtuvieron el 20,7% y 43,7% de los datos respectivamente y que serán los utilizados para evaluar comparativamente los cambios de selectividad por temporalidad, entre ambos métodos de pesca.

En la pesca de espinel y para el mes de mayo 2021, los registros de pesca de IFOP con observadores a bordo corresponden a 1.858 lecturas de longitud de merluza del sur, provenientes principalmente de los puertos de Hualaihue (39,2%), Isla Quenac (24,8%) y Tenaun (20,3%), seguidos de Tenaun, Rolecha y Chaicas. En noviembre de 2021 la información de IFOP registra 1.087 lecturas obtenidas principalmente en los puertos de Isla Quenac (43,4%) y Hualaihue (28,5%), seguidos en orden de importancia por Aulen, Isla Tac y Rolecha.

La estructura de tallas de ambos métodos de pesca se representa en Figura 19, distinguiendo la frecuencia relativa (histograma de barras) y frecuencia acumulada como curva sigmoidea de probabilidad de retención para ambos métodos, para los meses de mayo (estación de otoño) y octubre (estación de primavera). Para la frecuencia acumulada de noviembre se distinguió con color naranja ya que se sobrepone bastante a la otra curva de mayo, en particular en el enmalle que se distingue además con trazado segmentado ya que están casi totalmente sobrepuestas.

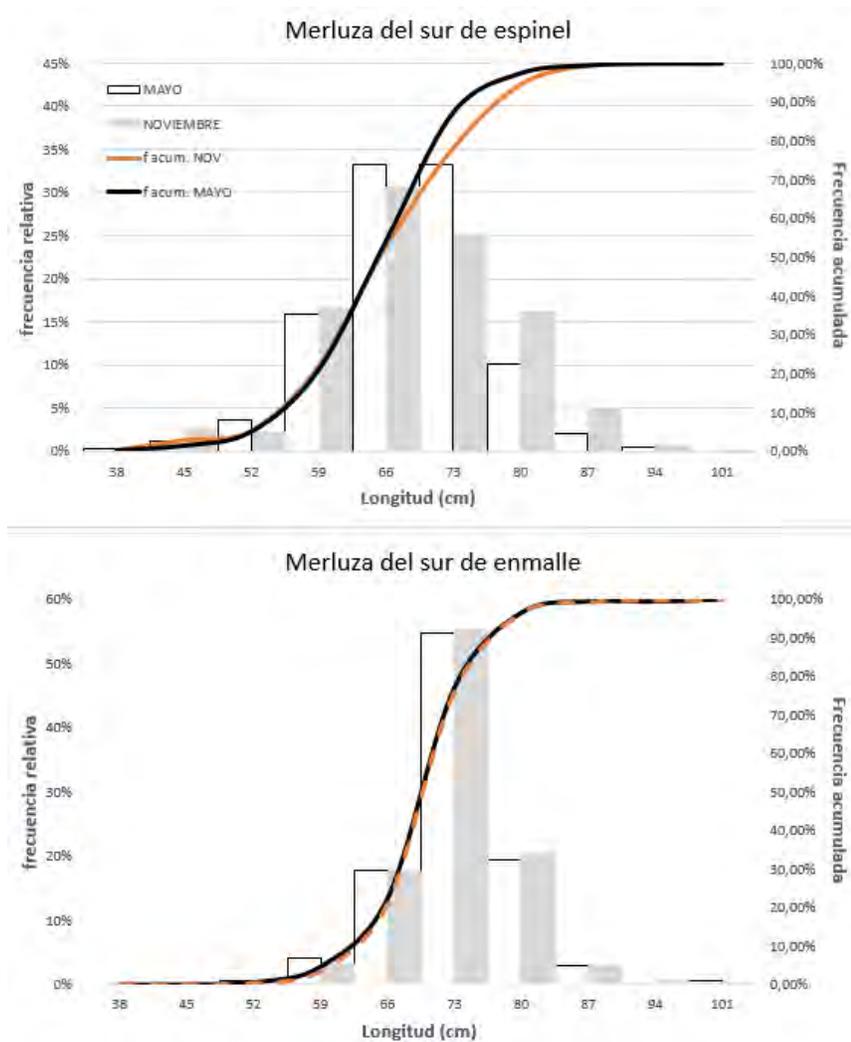


Figura 19. Histogramas y curva de frecuencia acumulada de tallas de espinel (superior) y enmalle (inferior), para meses mayo y noviembre.

Similarmente al procedimiento del caso anterior, las curvas logísticas de retención para mayo determinan que para la talla de primera madurez sexual (TPMS= 69,4 cm) el espinel dio un 73,7% de probabilidad de retención de tallas bajo ese criterio y para el enmalle de un 49,4% (Tabla 19) y en noviembre fue de 66,8% para espinel y de un 47,5% para el enmalle.

Tabla 19. Parámetros curva logística, test de ajuste y probabilidad de retención bajo la TPMS del espinel y enmalle, meses de mayo y noviembre 2021.

PARAMETROS	ESPINEL-MAYO	ENMALLE-MAYO	ESPINEL-NOV.	ENMALLE-NOV.
a	-15,27840	-23,21341	-12,31120	-23,71088
b	0,23498	0,33416	0,18747	0,34020
TEST DE AJUSTE				
z value (Clase_L)	20,21	8,311	15,16	11,99
Pr(> z )	<2E-16	<2E-16	<2E-16	<2E-16
AIC	31,178	18,871	32,899	21,099
PROBABILIDAD < TPMS				
Pr(L≤69,4)	73,7%	49,4%	66,8%	47,48%

En Tabla 20 se entregan los test K-S de similitud de las distribuciones de probabilidad acumulada ponderadas por el peso de sus frecuencias respectivas.

Tabla 20. Resultados del test K-S de igualdad de distribución de probabilidades de retención para espinel y enmalle por mes-estación.

MESES	n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	D	Dc	p-value	Hipótesis de igualdad
ESPINEL/ENMALLE MAYO	1858	345	0,2	0,079	0,9883	Rechazo
ESPINEL/ENMALLE NOVIEMBRE	1087	731	0,3	0,065	0,7591	Rechazo
ESPINEL MAYO/NOVIEMBRE	1858	1087	0,2	0,052	0,9883	Rechazo
ENMALLE MAYO/NOVIEMBRE	345	731	0,0	0,089	1,0000	Acepto

### c) Comparación por zona

Para la comparación por zona se consideró la distribución de las zonas de muestreo de la pesca de espinel con observadores a bordo del IFOP, determinando una ZONA SUR a la pesca muestreada asociada a los puertos de Chinquihue, Chaicas, Aulen, Rolecha, Hualaihue, Pichicolo y El manzano; así como, una ZONA NORTE asociada a los puertos de Tenaun, Isla Tac e Isla Quenac (Ver referencia en mapa de Figura 16).

Para el espinel, de los 16.124 registros disponibles de IFOP para el año 2021, se obtuvieron 8.666 para la zona norte y 7.458 para la zona sur. En el caso del enmalle, los registros disponibles de las redes de 5" (control y experimental) ascienden a 1.066 lecturas de longitud que se imputaron a la zona sur.

En Figura 20 se aprecia la estructura de tallas de ambos métodos de pesca, donde es fácilmente distinguible la diferencia por zona para el espinel, con tallas menores en la zona norte respecto de la zona sur. La curva de frecuencia acumulada del espinel de la zona sur se grafica a su vez junto a la de enmalle, para mostrar con mejor claridad la diferencia entre ambas.

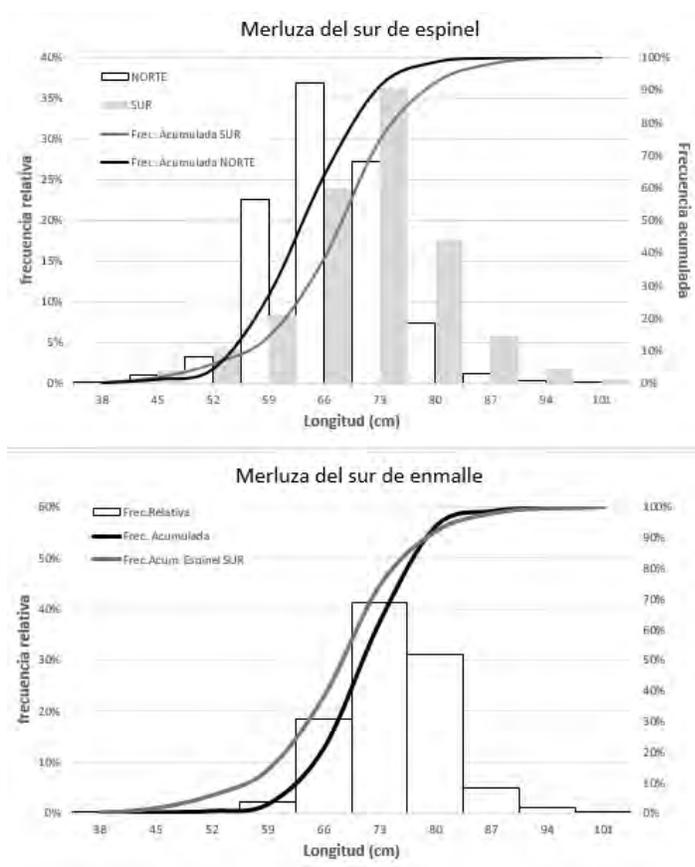


Figura 20. Histogramas y curva de frecuencia acumulada de tallas de espinel (superior) y enmalle (inferior), por zona norte y sur.

Los modelos de regresión logística de las curvas de retención por zona y método de pesca se exponen en Tabla 21 y Figura 21.

Tabla 21. Parámetros curva logística, test de ajuste y probabilidad de retención menor a la TPMS del espinel y enmalle, por zonas de pesca norte y sur del mar interior, región de Los Lagos.

PARAMETROS	ESPINEL-NORTE	ESPINEL-SUR	ENMALLE-SUR		
a	-15,084170	-13,878650	22,8610306		
b	0,237743	0,204231	0,2477136		
<b>TEST DE AJUSTE</b>					
z value (Clase_L)	43,27	39,40	1,24		
Pr(> z )	<2E-16	<2E-16	<2,2E-16		
AIC	44,242	54,49	44,242		
<b>PROBABILIDAD &lt; TPMS</b>					
Pr(L≤69,4)	80,45%	57,32%	39,14%		
K-S TEST	n1 n2	D	Dc	p-value	Ho: $\mu_1 = \mu_2$
ESPINEL NORTE/SUR	8666 7458	0,2308	0,021	0,5696	Rechazo
ESPINEL NORTE/ENMALLE	8666 1066	0,1904	0,044	0,5696	Rechazo
ESPINEL SUR/ENMALLE	7458 1066	0,3846	0,045	0,2914	Rechazo

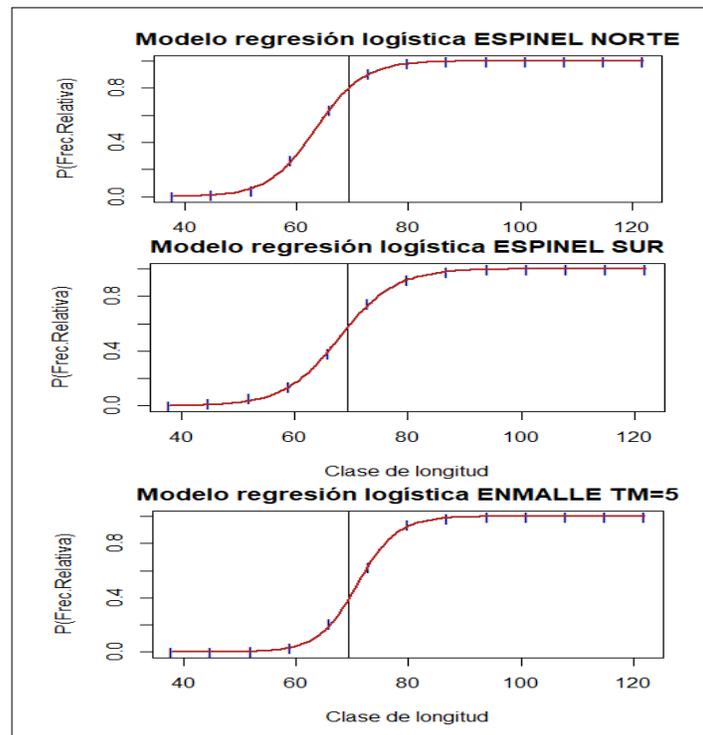


Figura 21. Curvas logísticas de probabilidad por zona, con referencia a la TPMS=69 cm.

De esta forma es visible la diferencia de la retención entre las zonas sur y norte. Por una parte el espinel en la zona norte tiene una probabilidad de retener merluzas bajo la talla de primera madurez sexual (TPMS) de un 80,5% y en la zona sur de un 57,3%. Por su parte el enmalle, asociado a la zona sur, impacta en el stock bajo la TPMS con una probabilidad del 39,1%.

Lo anterior podría deberse, por una parte a los procesos migratorios y de reclutamiento de la merluza del sur, siendo menor las tallas en la zona norte por estar próximas a las zonas de crianza y reclutamiento; y por otro lado, en la zona sur la existencia de un stock de mayor tamaño producto de su proximidad a las zonas de reproducción en el mar exterior y a que la red de enmalle es más selectiva que el espinel. Además podría existir una explicación trófica, en que los peces de mayor tamaño están en el fondo y los de menor talla más alejados del fondo marino. Estas razones son hipótesis no probadas en el presente estudio, pudiendo ser interrogantes de interés para investigaciones futuras.

#### **d) Comparación por sexo**

En la base de datos de IFOP se determinaron los sexos a 9.173 ejemplares (59,6 % del total de ejemplares medidos), de los cuales 5.539 fueron machos (60,4 %) y 3.634 hembras (39,6 %); esto es una proporción MACHO : HEMBRA de 1 : 0,65. Los machos presentaron una talla media de 68,9 cm en un rango de 36 a 99 cm y las hembras fluctuaron entre los 35 a 124 cm con un promedio de 73,0 cm.

Por su parte en los muestreos de talla de merluzas del sur capturadas con enmalle de redes de 5" (control y experimentales), para un total 1.349 registros disponibles, se determinó el sexo al 57,3 % del total con 423 machos y 350 hembras, dando una proporción de 1:0,83 respectivamente. Los machos se presentaron en el rango de tallas entre los 53 a 98 cm, con un promedio de 74,0 cm y las hembras con un promedio de 75,0 cm fluctuando entre los 54 y 99 cm.

Así, para ambos sistemas de pesca, la frecuencia por sexo es la que se expone en Tabla 22, donde es posible apreciar que a partir de la marca de clase  $80 \pm 3$  (77 a 83 cm) las hembras superan en número a los machos en ambos sistemas de pesca.

Tabla 22. Distribución de frecuencias por sexo de longitud (cm) de merluza del sur capturada con espinel y enmalle

Marca de Clase $\pm 3$ , L(cm)	ESPINEL		ENMALLE	
	Frecuencias observadas MACHOS	Frecuencias observadas HEMBRAS	Frecuencias observadas MACHOS	Frecuencias observadas HEMBRAS
38	11	5	0	0
45	124	55	0	0
52	315	441	2	2
59	593	317	4	9
66	1649	645	58	43
73	1969	1172	239	158
80	710	775	102	114
87	144	343	15	20
94	21	129	1	3
101	2	26	2	1
n	5538	3908	423	350

La estructura de tallas por sexo para ambos métodos de pesca se representa en Figura 22, distinguiendo la frecuencia relativa como histograma en barras y la frecuencia acumulada en curva suavizada con escala asociada al eje secundario derecho.

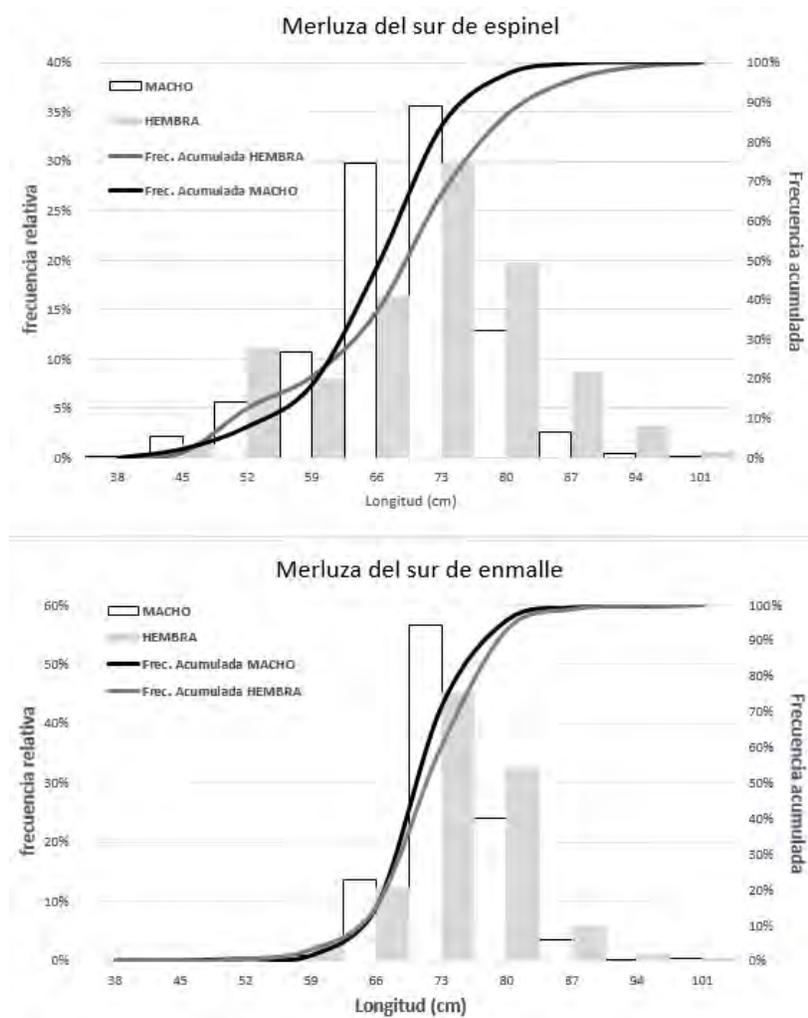


Figura 22. Histogramas y curva de frecuencia acumulada de tallas de espinel (superior) y enmalle (inferior), por sexo.

A partir de la estimación de las curvas logísticas de retención por método de pesca y sexo, se determinan las probabilidades de retención a la talla de primera madurez sexual (TPMS= 69,4 cm), como se expresan en Tabla 23.

Tabla 23. Parámetros curva logística, test de ajuste y probabilidad de retención <TPMS del espinel y enmalle, para machos y hembras.

PARAMETROS	ESPINEL		ENMALLE		
	MACHO	HEMBRA	MACHO	HEMBRA	
a	-12,00041	-10,165314	-19,06458	-21,80863	
b	0,1929	0,149347	0,28147	0,30474	
TEST DE AJUSTE					
z value (Clase_L)	14,7	29,65	7,149	8,159	
Pr(> z )	<2E-16	<2E-16	8,75E-13	<3,39E-16	
AIC	46,511	65,405	18,429	17,752	
PROBABILIDAD < TPMS					
Pr(L≤69,4)	80,0%	54,96%	61,5%	34,08%	
K-S TEST	n1	n2	D	Dc	Ho: $\mu_1 = \mu_2$
ESPINEL MACHO/HEMBRA	5538	3908	0,2	0,028	Rechazo
ENMALLE MACHO/HEMBRA	423	350	0,1	≈0,1	Acepto
ESPINEL/ENMALLE MACHO	5538	423	0,6	0,069	Rechazo
ESPINEL/ENMALLE HEMBRA	3908	350	0,6	0,076	Rechazo

El comportamiento de la retención estimada indica que en general, la red de enmalle posee una menor probabilidad de retención de ejemplares bajo la talla de primera madurez sexual (TPMS) respecto del espinel y para ambos sexos. Para machos el enmalle retendría un 61,5% de los ejemplares bajo esa talla y el espinel en 80%; en cambio para hembras, el enmalle retendría un 34% de los ejemplares bajo esa talla y el espinel un 55%, lo que explicaría el comportamiento de la retención general de este arte de pesca y cuyas razones podrían estar explicadas por una mayor presencia de hembras en profundidad (donde trabaja el enmalle) respecto a la columna de agua (donde trabaja el espinel) y la mayor proporción de hembras sobre los 77 cm.

### e) Determinación del factor de eficiencia operacional comparada

En resumen se indican los porcentajes de retención bajo la TPMS por método de pesca evaluados:

Criterio de comparación	ESPINEL : %Prob.(L<TPMS)	ENMALLE : %Prob.(L<TPMS)
AGREGADA	69,6	41,1
POR ESTACIONALIDAD (Mayo/Nov.)	73,7 / 66,8	49,4 / 47,5
POR ZONA DE PESCA (Norte/Sur)	80,5 / 57,3	39,1
POR SEXO (MACHOS/HEMBRAS)	80,0 / <b>55,0</b>	61,5 / <b>34,1</b>
PROMEDIO	67,0	45,5

Estos resultados muestran coherencia con la realidad de la pesquería por cuanto en ambos casos se determinó que el mayor impacto sobre la TPMS se obtiene en la estacionalidad de mayo y en la zona norte, afectando particularmente más a los machos. Por su parte y referido a las hembras, el criterio de probabilidad de retención bajo la TPMS que debería ser el valor asignable, tanto para espinel como enmalle, se presentan con un 55% y 34,1% respectivamente. Aun cuando todos estos efectos son relevantes en el desempeño de la pesquería, pero como no conocemos con certeza la TPMS de los machos, se opta por comparar la proporción de hembras bajo la TPMS para determinar el nivel de eficiencia, obteniendo un 55,0% para el espinel y un 34,1% para el enmalle.

De esta forma se obtiene un factor de eficiencia por retención de:

$$f1(x) = \frac{Et. enmalle}{Et. espinel} = \left( \frac{0,341}{0,550} \right)^{-1} = 1,61$$

#### 4.1.3 Fauna acompañante

##### Composición por especies en la captura con espinel

A partir de la base de datos maestra proporcionada por la contraparte técnica (DATOS 1998-2021 ARTESANAL DCS-PDA.accdb) se pudo distinguir la especie objetivo de cada lance muestreado y se seleccionó como especie objetivo la merluza del sur (Código=2) para el período diciembre 2020 a diciembre 2021, obteniendo el archivo “BITACORAS ESPINEL IFOP ESPINEL 2021 PARA FAUNA ACOMPAÑANTE.xlsx”, adjunto al presente informe y que contempla 1.466 registros,

correspondientes a 853 lances de pesca. La captura total obtenida es de 316.795 Kg para todas las especies, siendo los principales puertos de origen Hualaihue con un 30,1% del volumen total y luego Dalcahue e Isla Quenac, ambos con 21,4% cada uno, seguidos por Rolecha (8,6%), Aulen (6,6%) y Chaicas con 5,4%, continuando con aportes inferiores al 2% de los puertos de Isla Tac, Tenaun, El Manzano, Pichicolo, Huelden, Isla Cahuach, Calbuco(La Vega) y Chinquihue.

El congrio dorado representa la primera fauna acompañante en la pesquería artesanal con espinel de merluza del sur (Tabla 24), con el 3,2% del volumen total de pesca (lp1), el 3,3% del peso de merluza del sur (lp2), el 63,0% del volumen total de la fauna acompañante presente en los desembarques (lp3) y concurre en el 36% de los lances de pesca (lp4).

Tabla 24. Composición de las capturas de Merluza del sur con espinel, X Región. Período dic.2020 a dic.2021.

Especies X(i)	Peso (Wi) [Kg]	$\Sigma L(d)X(i)$	lp1= Xw(i) / $\Sigma Xw(i)$	lp2 = Xw(i) / $\Sigma Xw(1)$	lp3 = Xw(i) / $\Sigma Xw(i-[1])$	lp4 = $\Sigma L(d)X(i)$ / $\Sigma L(d1)$
1 Merluza del sur	295.407	853	0,950			1,000
2 Congrio dorado	9.795	304	0,032	0,033	0,630	0,356
3 Merluza de cola	3.001	153	0,010	0,010	0,193	0,179
4 Merluza común	1.613	13	0,005	0,005	0,104	0,015
5 Tollo negro peine	498	44	0,002	0,002	0,032	0,052
6 Tollo de cachos	222	23	0,001	0,001	0,014	0,027
7 Raya volantin	143	1	0,000	0,000	0,009	0,001
8 Tollo negro narigón	91	7	0,000	0,000	0,006	0,008
9 Tollo pajarito	51	9	0,000	0,000	0,003	0,011
10 Brótula	48	19	0,000	0,000	0,003	0,022
11 Raya espinosa	15	1	0,000	0,000	0,001	0,001
12 Chancharro	11	9	0,000	0,000	0,001	0,011
13 Jaiba reina	11	5	0,000	0,000	0,001	0,006
14 Cojinoba del sur	9	3	0,000	0,000	0,001	0,004
15 Fume	8	1	0,000	0,000	0,001	0,001
16 Atun lanzon	7	1	0,000	0,000	0,000	0,001
17 Pintarroja	6	6	0,000	0,000	0,000	0,007
18 Cabrilla española	6	4	0,000	0,000	0,000	0,005
19 Lluyo	4	1	0,000	0,000	0,000	0,001
20 Congrio colorado	3	1	0,000	0,000	0,000	0,001
21 Tollo negro raspa	2	3	0,000	0,000	0,000	0,004
22 Cojinoba porosa	1	1	0,000	0,000	0,000	0,001
Total	310.950	853	1,000		1,000	

Fte.: Elaboración propia a partir de información de muestreos de IFOP, proporcionada por Subsecretaría de Pesca.

### **Composición por especies en la captura con enmalle**

A partir de los resultados obtenidos en el objetivo N° 2, donde se detalla la composición por especie de las capturas artesanales en la pesquería de merluza del sur con enmalle en las redes control, se determinó que el congrio dorado representó el 2,2% del volumen total de pesca (lp1), el 3,0% del peso de merluza del sur (lp2), el 8% del volumen total de la fauna acompañe presente en los desembarques (lp3) y concurre en el 32% de los lances de pesca (lp4), lo que se especifica en detalle en Tabla 56.

### **Análisis comparativo**

A partir del resultado de las Tablas 24 y 50, con apoyo visual de un diagrama de ejes radial (Figura 23) se dibujan los índices de proporcionalidad a las especies que son comunes en la fauna acompañante de la pesquería artesanal de enmalle y espinel de merluza del sur. En cada cuadrante I,II,III y IV se colocaron los estimados lp1, lp2, lp3 y lp4 respectivamente, dibujando los índices de enmalle con color negro en todos los casos, siendo la otra curva que la acompaña en cada cuadrante la de espinel. En la marca de Tollo se agruparon todos los elasmobranquios que concurren en cada pesquería (Tollos: negro sp., de cachos, pajarito, pez gato o fume y pinta roja). Los nombres de las especies se abrevian con siglas representativas (Figura 23). Para los cuadrantes II,III y IV los valores negativos, bajo el anillo de nivel cero (0) que van hacia el origen del gráfico, deben leerse como positivos asociados a la curva que corresponda en cada caso.

Para el espinel no se presentaron registros de pesca de pejegallo, chancharro y róbalo.

En el primer cuadrante (lp1) se observa que el Pejegallo (PG) y Tollo (TLL) son los principales recursos acompañantes del enmalle en torno al 10% del volumen total de las capturas; y en el caso del espinel, son el Congrio dorado (CD) y la Merluza de cola (MCOL) en proporciones menores al 4%.

Similarmente al caso anterior, en el segundo cuadrante (lp2) la pesca de enmalle captura, comparado con el volumen de merluza del sur, una mayor proporción en peso de Pejegallo y Tollo

sobre el 20%, siendo en el caso del espinel el Congrio dorado y la Merluza de cola los principales con índices inferiores al 4%.

Para el tercer cuadrante (Ip3), la situación también es similar ya que en el enmalle son el Pejegallo y los Tollos quienes representan las mayores proporciones en peso de la fauna acompañante con magnitudes superiores al 32% y en menor proporción el Congrio dorado y la Brótula (BRO). Para el espinel esto corresponde a las especies Congrio dorado (>50%) y Merluza de cola (>20%), con menor proporción de Merluza común (MCOM) y Róbalo (ROB) inferiores al 4%.

En el cuarto cuadrante (Ip4) el enmalle presenta en los lances de pesca como especies más recurrentes los Tollos y el Chancharro (CHA) sobre el 10%, seguido del Congrio dorado y la Brótula pero en menores proporciones al 6%. En el caso del espinel son el Congrio dorado y la Merluza de cola las especies más concurrentes en los lances de pesca, cercanos al 40 y 20% respectivamente, seguidos en menor proporción de la Brótula y la Merluza común. Esto confirmaría la concurrencia estacional de primavera de los elasmobranquios en general en la pesca con redes de enmalle.

En definitiva en la pesca de enmalle es el Pejegallo la principal fauna acompañante tanto en volumen como en recurrencia y en el caso del espinel son el Congrio dorado y la Merluza de cola.

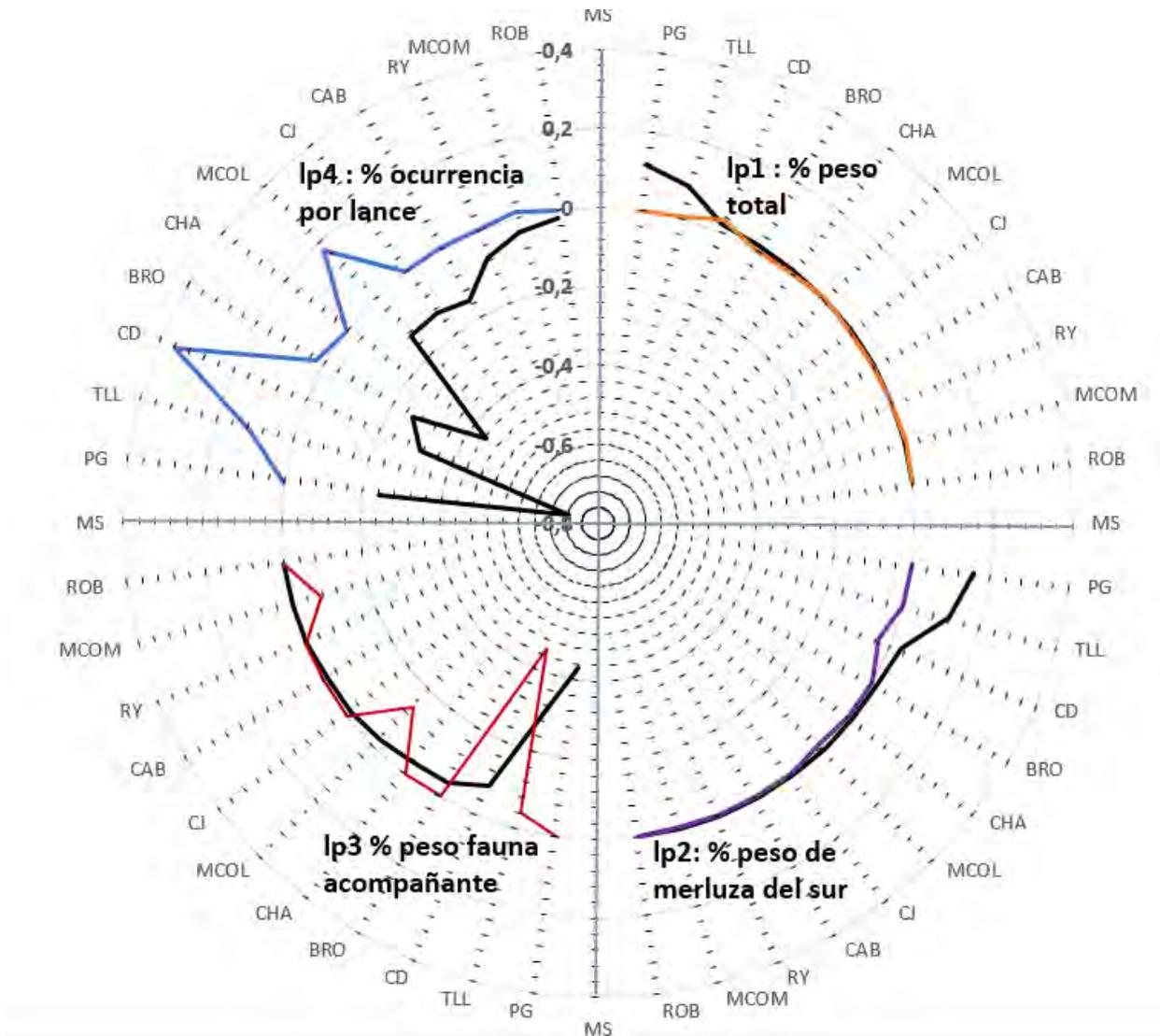


Figura 23. Gráfico circular (XY) de 4 cuadrantes, representando los índices de proporcionalidad de las capturas de fauna acompañante en la pesquería artesanal de merluza del sur, efectuada con los métodos de pesca de enmalle y espinel.

Establecido por el panel de expertos al recurso congrio dorado como la principal especie de impacto en la fauna acompañante de la PDA, se determina que la proporción en peso que representan las capturas de congrio dorado en la pesca de merluza del sur con espinel es del 3,1% y para el enmalle de un 2,2%.

Así, el índice de proporción en peso (lp1) para el congrio dorado de espinel sería de 0,031 y de 0,022 para el enmalle, entregando un índice de eficiencia operacional por efecto de impacto en la fauna acompañante comparado por método de pesca de:

$$f2(x) = \frac{lp1.enmalle}{lp1.espinel} = \left(\frac{0,022}{0,033}\right)^{-1} = 1,500$$

Esto es un índice que indica que el enmalle captura en peso un 50% menos de congrio dorado que el espinel y por tanto genera un factor de eficiencia de 0,5 puntos más por sobre el espinel, de 1,5.

#### 4.1.4 Pesca incidental

Durante toda la investigación no se registraron mortalidades de aves o mamíferos marinos en la pesca de enmalle, ni se pudo disponer de información fidedigna sobre el particular para la pesca de espinel, salvo relatos y opiniones generales que fueron imposibles de valorar. Debido a esto, el factor de mortalidad se asume igual para ambos métodos de pesca y el factor de eficiencia comparada será:

$$f3(x) = 1.$$

#### 4.1.5 Calidad de las capturas

Los registros de calidad de las capturas de enmalle y espinel se determinaron mediante muestreo directo a ejemplares de merluza del sur capturados con esos métodos de pesca.

##### **Espinel: Registros para la evaluación de la Calidad de las capturas**

Para el espinel los registros de calidad corresponden a muestreos directos de desembarques obtenidos en caleta Pichipelluco durante el año a 2021, para 203 ejemplares de merluza del sur frescas y sin eviscerar, a las cuales se accedió por gentileza del presidente del sindicato Sr. Miguel Cárcamo y sus gestiones con los armadores, que pese a su reticencia inicial al muestreo de ejemplares bajo los 60 cm, por desconocer que esa norma ya no está en aplicación, accedieron y facilitaron el muestreo de la pesca antes de iniciar la comercialización. La data se dispuso en base de datos denominada “DATA MUESTREO A LA CALIDAD ESPINEL.xlsx”, adjunta al presente informe.

Los datos obtenidos se consideran representativos de las capturas ya que presentaron en longitud un promedio de 65,0 cm (IC  $\pm$  1,6 cm), con mínimo de 39,5 cm y máximo de 99 cm; y en peso, con un promedio de 1.925 g (IC  $\pm$  134 g), con mínimo de 420 g y máximo de 5.000 g, en el rango de valores de los obtenidos por IFOP para ese año. La relación longitud peso de las muestras es como se expresa en Figura 24 y a la relación de poder (línea negra) se compara con la de IFOP obtenida del monitoreo 2021, cuyos datos son principalmente de la zona norte.

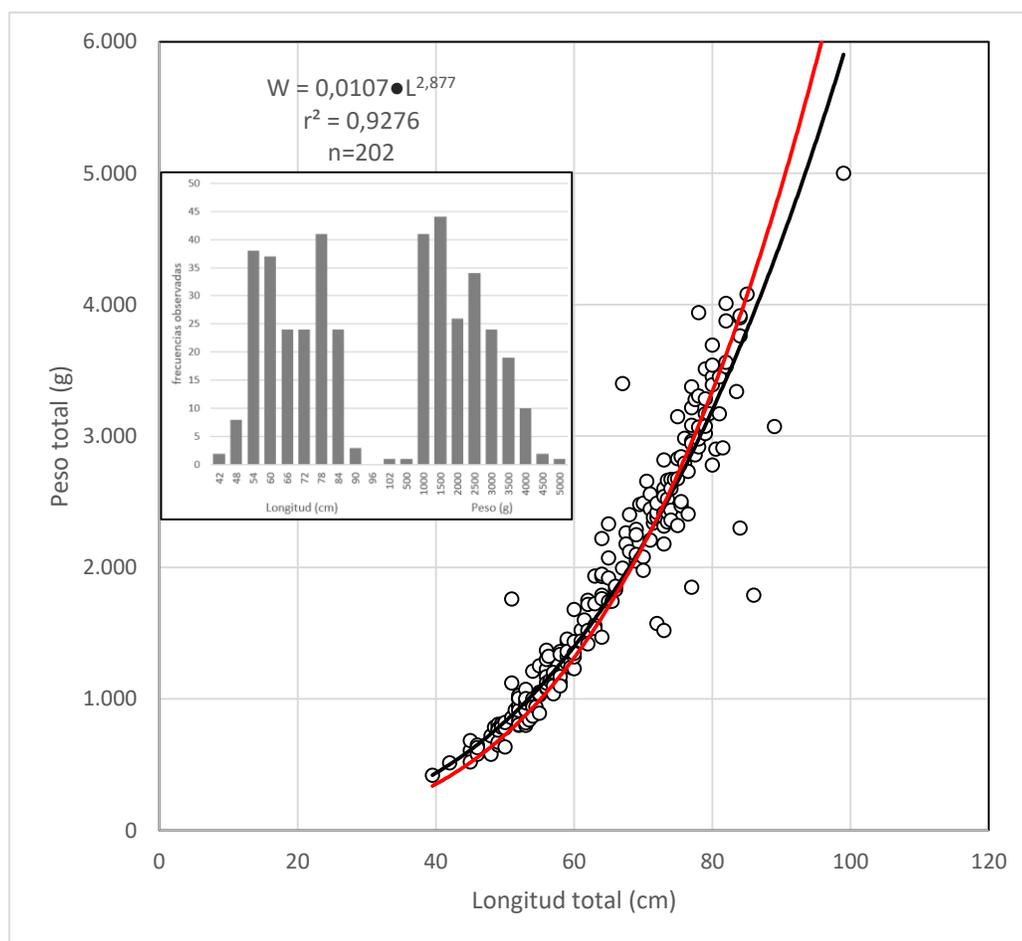


Figura 24. Relación W-L de merluza del sur de espinel artesanal de muestras a la calidad, caleta Pichipelluco, año 2021. Subcuadro con histogramas por variable L y W. Línea roja de relación potencial IFOP (2022) para  $a=0,0022031$  y  $b=3,2478014$ ,  $n=7.703$  y  $r^2=0.951$ .

De las 203 merluzas del sur muestreadas, 114 (56,2%) no presentaron ningún tipo de daño. De las restantes los principales daños corresponderían a pérdida de escamas (45,6%) y ralladuras (27,2%), las que se presentan más frecuentemente en abdomen (32,4%) y lomo (25,7%). También se presentaron daños en la cabeza con pérdida de carne (desgarros, fracturas, deformaciones de tejido) en un 50% de los casos de esa sección, producto seguramente de la manipulación necesaria para sacarlo del anzuelo, donde la pérdida de carne es más significativa que en el resto del cuerpo. Los menores daños se observaron en el opérculo y aleta caudal (Tabla 25).

Tabla 25. Frecuencia observada de tipos de daños por sección del cuerpo de la merluza capturada con espinel

TIPO DE DAÑO	CODIGO	SECCION DEL CUERPO						TOTALES	%
		CABEZA	OPERCULO	LOMO	ABDOMEN	PEDUNCULO	ALETA		
RALLA	1	7	2	11	11	6	0	37	27,2%
ESCAMAS	2	1	4	19	25	6	7	62	45,6%
PIEL	3	3	1	3	5	2	0	14	10,3%
CARNE	4	11	6	2	3	0	1	23	16,9%
	TOTALES	22	13	35	44	14	8	136	100,0%
	%	16,2%	9,6%	25,7%	32,4%	10,3%	5,9%	100,0%	

Son muy pocos los casos (5) en que la pesca venía afectada por mordeduras de lobo marino en lomo o abdomen, pero que por ser de mayores talla son vendibles los troncos, pero los efectos pueden ser mayores, existiendo una fracción no cuantificada de aquellos ejemplares mordidos que no los venden y son descartados antes de llegar al desembarque.

### Enmalle: Registros para la evaluación de la Calidad de las capturas

De las merluzas retenidas por la red de enmalle control de 5 pulgadas, se evaluó la calidad a 321 ejemplares, desde diciembre 2020 a noviembre 2021. Los registros de muestreo se entregan en archivo adjunto “DATAFIP212021 MUESTREO A LA CALIDAD ENMALLE.xlsx”

Del total de ejemplares solo 16 no presentaron ningún tipo de daño (5%) y para el resto en Tabla 26 se representan los valores agregados. Los mayores impactos ocurren en pérdidas de escamas principalmente en un 62,2% de los casos que ocurren principalmente entre el lomo y el pedúnculo del pez y ralladuras con 25,6% que se presentan mayormente en la cabeza y cola. En general el producto se observa bien pero rallado o sin escamas en todo su cuerpo, muy afectado por las maniobras de manipulación para sacarlo de la red cuando vienen enredados en la tela.

Tabla 26. Frecuencias observadas de tipos de daños por sección del cuerpo de la merluza capturada con enmalle

TIPO DE DAÑO	CODIGO	CABEZA	OPERCULO	LOMO	ABDOMEN	PEDUNCULO	ALETA	TOTALES	%
RALLA	1	92	83	34	6	11	47	273	25,6%
ESCAMAS	2	17	38	206	213	180	9	663	62,2%
PIEL	3	0	0	3	12	2	6	23	2,2%
CARNE	4	24	26	13	17	6	21	107	10,0%
	<b>TOTALES</b>	<b>133</b>	<b>147</b>	<b>256</b>	<b>248</b>	<b>199</b>	<b>83</b>	<b>1.066</b>	<b>100,0%</b>
	%	12,5%	13,8%	24,0%	23,3%	18,7%	7,8%	100,0%	

Los ataques de lobo marino se apreciaron en 30 casos (9,3%) de la pesca que llegó a bordo, la que igual se aprovecha si el pez es grande y se hacen cajas con troncos que se venden al 50% del valor de referencia.

### Valores comparativos de pérdida de calidad por sistema de pesca

En Tabla 27 se muestra el cuadro comparativo del impacto en la calidad entre ambos métodos de pesca, observando que el espinel ofrece menos pérdida de calidad por efecto del sistema de pesca, con un promedio de 1,76 contra 7,37 de la pesca de enmalle.

Tabla 27. Valor de pérdida de calidad por sistema de pesca

VALOR PERDIDA CALIDAD (Clases)	FRECUENCIAS OBSERVADAS	
	ESPINEL	ENMALLE
0	117	16
1	8	16
2	33	12
8	37	211
14	5	36
20	2	21
26	1	3
32	0	4
38	0	1
44	0	1
50	0	0
Media (Promedio)	1,76	7,37
Error típico	0,22	0,31
Mediana	0,00	6,00
Moda	0,00	6,00
Desviación estándar	3,09	5,53
Varianza de la muestra	9,56	30,53
Curtosis	12,31	8,17
Coefficiente de asimetría	2,99	2,28
Rango	22	40
Mínimo	0	0
Máximo	22	40
Suma	358	2366
Cuenta (n)	203	321
Nivel de confianza (95,0%)	0,43	0,61

De esta forma se obtiene una relación de eficiencia por este concepto de 0,24 del enmalle por sobre el espinel.

$$f4(x) = \frac{f3(enmalle)}{f3(espinel)} = \frac{1,76}{7,37} = 0,239$$

#### 4.1.6 Rendimiento de pesca

##### 4.1.6.1 Espinel

A partir de la misma base de datos obtenida del archivo “BITACORAS ESPINEL IFOP ESPINEL 2021 PARA FAUNA ACOMPAÑANTE.xlsx”, adjunto al presente informe, se filtraron los registros disponibles de merluza del sur para un número de anzuelos superior a 200 y profundidad desde los 100 m, obteniendo 849 registros validados, con los cuales se estimaron los rendimientos por viaje (Kg/viaje), día de operación (Kg/viaje/DOP) y por anzuelo (Kg/anz.), cuyos estadísticos descriptivos se presentan en Tabla 28.

Tabla 28. Estadísticos de variables de selección de datos y estimados de rendimiento de pesca de merluza del sur con espinel, año 2021.

Estadístico	DOP	PROFUNDIDAD (m)	NUMERO DE ANZUELOS	R1 (Kg/viaje)	R2 (Kg/DOP/viaje)	R3 (g/anz.)
Media	0,47	265,59	1762,14	347,04	290,52	168,47
Error típico	0,03	5,51	34,09	26,46	10,50	4,20
Mediana	0,00	252,00	1500,00	238,00	234,00	149,41
Moda	0,00	360,00	1500,00	180,00	180,00	133,33
Desviación estándar	1,00	159,59	987,40	771,05	306,03	121,74
Varianza de la muestra	1,01	25468,53	974961,48	594522,24	93655,55	14820,86
Curtosis	28,30	247,27	2,40	108,81	48,97	85,28
Coefficiente de asimetría	4,42	13,17	1,35	9,90	5,66	6,61
Rango	11	3500	6792	10793	3900	1943,58974
Mínimo	0	100	208	0	0	0,00
Máximo	11	3600	7000	10793	3900	1943,59
Suma	397	222828	1478436	294633,85	246651,464	141510,925
Cuenta	849	839	839	849	849	840
Nivel de confianza (95,0%)	0,07	10,81	66,91	51,94	20,61	8,24

Fte.: A partir de información de IFOP-SUBPESCA

Los rendimientos de pesca por viaje y viaje/día son casi los mismos, ya que de los 849 registros, los días de operación del día (DOP=0) son los más frecuentes con un 68,4% que corresponden a operaciones de pesca con faenas de calado de madrugada y virado después del mediodía, que para efectos de cálculo se les asignó un valor de uno (1), siendo los de un día para otro del 25,5% y el

DOP=2 de un 2,8% que establece la leve diferencia entre ambas distribuciones de frecuencia (Figura 25).

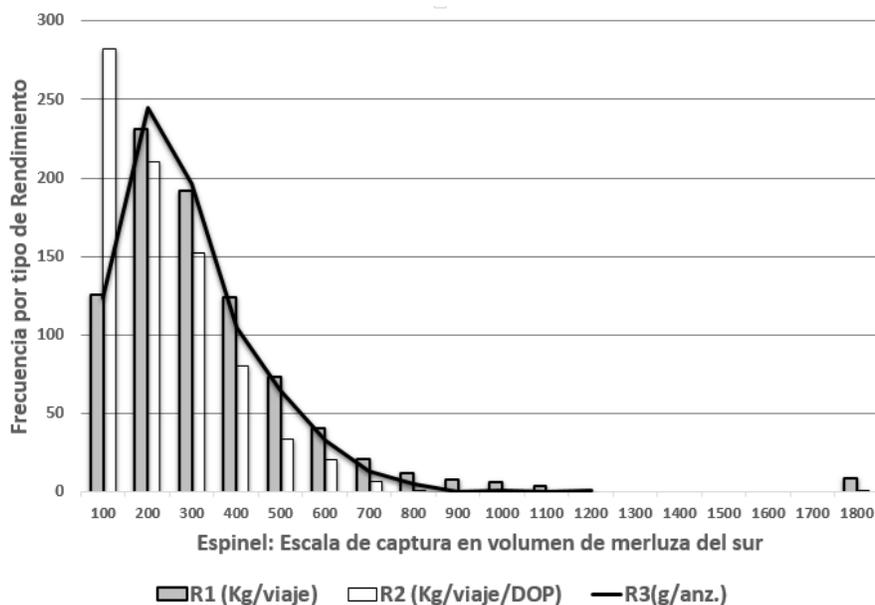


Figura 25. Distribución de frecuencias de rendimientos de pesca del tipo R1, R2 y R3 en la pesquería artesanal de merluza del sur con espinel, Región de Los Lagos, año 2021. Fte.: propia a partir de información de IFOP/SUBPESCA.

#### 4.1.6.2 Enmalle

Este estudio se realizó a partir de la información proveniente de las embarcaciones que trabajaron en la presente investigación. En primer lugar se determinaron los rendimientos por viaje (R1 y R2) a partir de información del SERNAPESCA y la información de los rendimientos por unidad de área (m<sup>2</sup>) se obtuvo de los registros directos obtenidos en la presente investigación.

Rendimientos estimados de fuentes externas

A partir de información solicitada y disponible en SERNAPESCA en archivo “RESPUESTA SIAC 460178921.xlsx” adjunto al presente informe, de las declaraciones de desembarque de merluza del sur de la flota participante, para los años 2020 y 2021, se obtuvo un total de 85 registros de desembarque. Se realizaron algunas depuraciones a estos registros de días de operación (DOP) y capturas inferiores a 80 Kg que afectaron a 5 registros, asignándole posteriormente a cada nave la superficie de red que le corresponde, permitiendo estimar así los rendimientos por viaje (Kg/viaje), por viaje y día de operación (Kg/viaje/DOP) y por metro cuadrado (g/m<sup>2</sup>); para este último, en base al conocimiento adquirido, se consideró una superficie equivalente a 3 redes por cada día de pesca y si el DOP=0 (misma fecha entre zarpe y recalada) se le asignó el valor de uno (1), cuyos estadísticos descriptivos se presentan en Tabla 29.

Tabla 29. Estadísticos de variables de selección de datos y estimados de rendimiento de pesca de merluza del sur con enmalle, años 2019 y 2020.

Estadístico	DOP	R1 (Kg/viaje)	R2 (Kg/DOP/viaje)	R3 (g/m <sup>2</sup> )
Media	1,37	1160,79	979,52	233,11
Error típico	0,20	116,66	90,61	20,97
Mediana	1,00	871,50	716,00	169,58
Moda	1,00	555,00	444,00	68,87
Desviación estándar	1,85	1043,48	800,29	188,71
Varianza de la muestra	3,43	1088840,63	640462,92	35610,72
Curtosis	27,16	5,22	3,31	2,48
Coefficiente de asimetría	4,57	2,23	1,76	1,56
Rango	14	5128	3663	850,67
Mínimo	0	222	111	19,36
Máximo	14	5350	3774	870,02
Suma	114	92863	76402,40	18882,01
Cuenta	83	80	78	81
Nivel de confianza (95,0%)	0,40	232,21	180,44	41,73

Fte.: A partir de información de SERNAPESCA, archivo “RESPUESTA SIAC 460178921.xlsx”

En Figura 26 se observa la distribución de frecuencias de estos rendimientos.

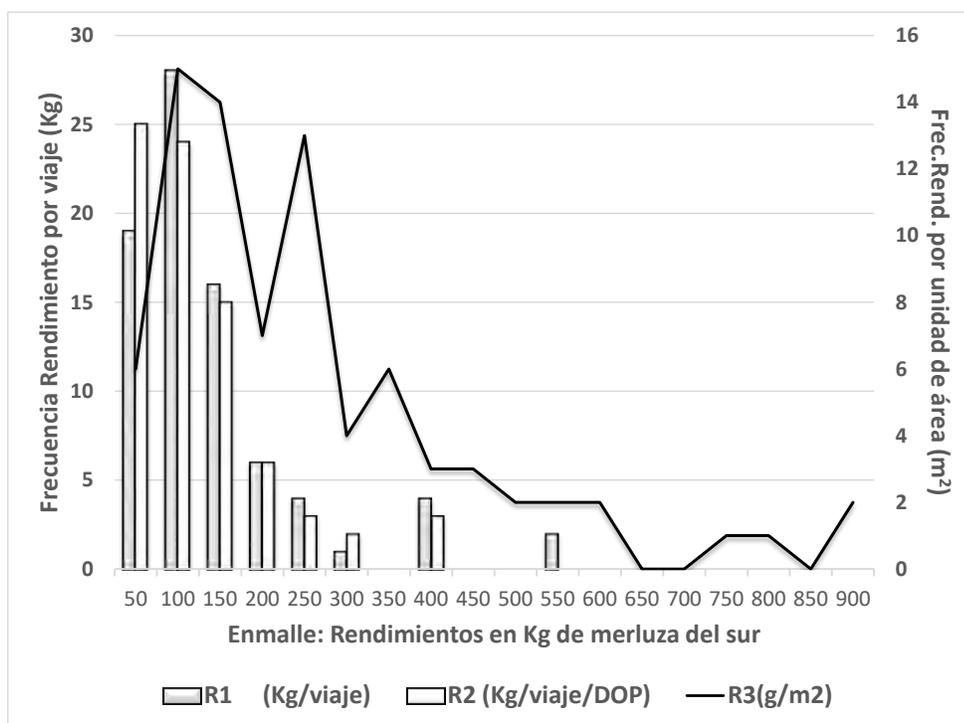


Figura 26. Distribución de frecuencias de rendimientos de pesca del tipo R1, R2 y R3 en la pesquería artesanal de merluza del sur asociada a la pesca de enmalle, Región de Los Lagos, año 2021. Fte.: propia a partir de información de SERNAPESCA.

### Rendimientos de información directa

A partir de la información obtenida durante la pesca de investigación, registrada en archivo “DATA BASE FIPA 2020-21” adjunto al presente informe, que contiene 2.671 registros de todas las especies, se seleccionaron las pescas de merluza del sur efectuadas por las redes control de uso habitual de los pescadores en todo el período, descontando los registros de las redes experimentales, obteniendo un total de 1.164 registros validados. A estos se les asoció el nombre de la embarcación y la superficie de red propia (m²) cuya determinación se explica en numeral 4.1.10 – Tabla 41, entregando los siguientes registros por lance de cada campaña realizada (Tabla 30).

Tabla 30. Distribución de capturas (Kg) de merluza del sur por lance, obtenidas con redes de enmalle control (5”) de la flota artesanal participante, años 2020 y 2021.

BITACORA	NOMBRE NAVE	NUMERO DE LANCE DE CADA CAMPAÑA								
		1	2	3	4	5	6	8	9	
10521,4	BEATRIZ		59,5	75,5		60,2	61,4			
10521,5	EMILIO JOSE		59,3		138,6	67,7				
101121,5	BARLOVENTO	16,1		18,0		12,6	18,6			
111121,7	ALTAMAR II	64,6	344,7	133,5			134,6	607,5		
120921,5	PATRICIA II	115,5	86,0		139,5		73,7			
210521,5	PATRICIA II		55,9	24,4		25,7	25,7			
211220,3	YANIRA FABIOLA		10,2							
271021,3	BARLOVENTO	14,2	62,3	124,3		59,1	51,7	123,5	135,3	
311021,6	ALTAMAR II	120,2								

Considerando que la embarcación siempre opera tres redes por día, se estima el rendimiento diario y por unidad de superficie como se indica en Tabla 31. Los rendimientos promedios por unidad de área se estimaron en  $157,3 \pm 105,0 \text{ g/m}^2$  para los 33 lances evaluados en las 9 campañas, en un rango más frecuente y probable entre los 50 a  $250 \text{ g/m}^2$  (Figura 27).

Tabla 31. Estimación de rendimientos promedio por unidad de superficie de la red de enmalle de cada embarcación participante

BITACORA	NOMBRE NAVE	PROMEDIO (Kg/lance)	SUPERFICIE RED (m2)	RENDIMIENTO ( $\text{g/m}^2 \cdot 3 \text{ lances/día}$ )
10521,4	BEATRIZ	64,2	1.339,1	143,7
10521,5	EMILIO JOSE	88,5	1.382,0	192,2
101121,5	BARLOVENTO	16,3	1.115,3	43,9
111121,7	ALTAMAR II	257,0	1.653,1	466,3
120921,5	PATRICIA II	103,7	1.611,8	192,9
210521,5	PATRICIA II	33,0	1.611,8	61,3
211220,3	YANIRA FABIOLA	10,2	1.309,1	23,3
271021,3	BARLOVENTO	81,5	1.115,3	219,1
311021,6	ALTAMAR II	120,2	1.653,1	218,1

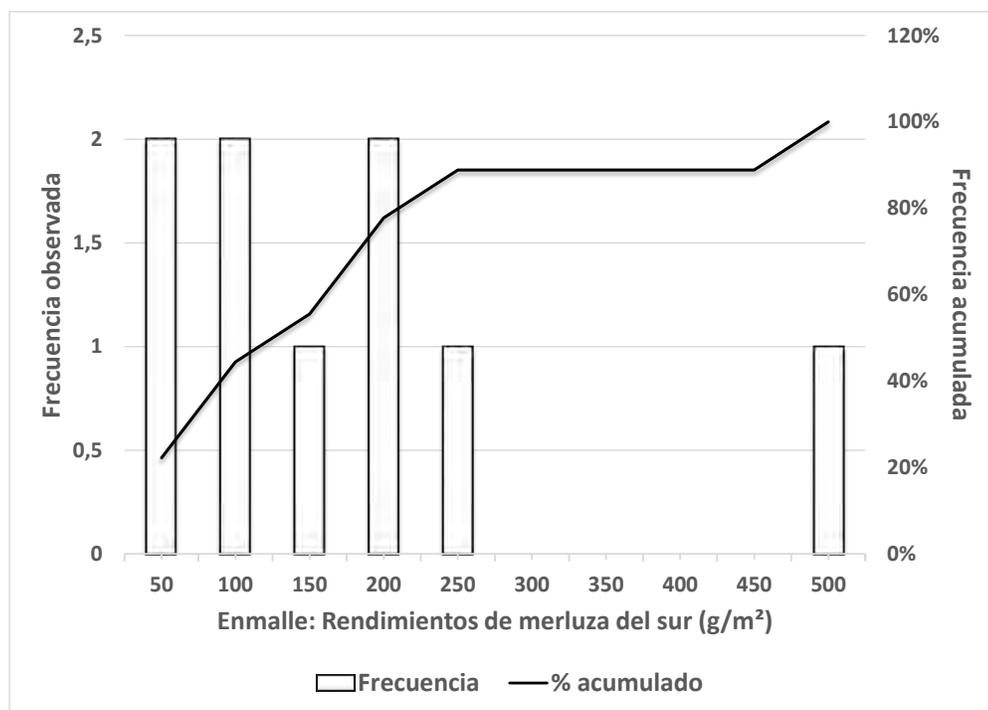


Figura 27. Distribución de frecuencias de rendimientos medios (g/m<sup>2</sup>) por día de pesca de merluza del sur con redes de enmalle de la flota artesanal participante, años 2020-2021.

#### 4.1.6.3 Análisis del área de influencia del espinel

Para la evaluación comparada de los rendimientos de pesca, se realizó un estudio técnico teórico de comparación dimensional, que permitió estimar los rendimientos por anzuelo por unidad de superficie, para compararlo con la unidad similar del enmalle (g/m<sup>2</sup>), en complemento a los Kg/viaje.

Para ello se determinó que un anzuelo (y su reinal) tienen un radio de influencia a la presa en función del tamaño del reinal que tiene 0,8 m y la distancia entre ellos que es de 2,7 m (1,5 brz.). Por su parte, la carnada es un factor de influencia al pique dado por el olor que siente el pez, que se asumió similar al caso del lenguado (*Hippoglossus stenolepis*) que Kaimmer (1999), determinado en 20 cm. A partir de esta información se ha diagramado a escala la posición del anzuelo y el pez como se indica en Figura 28, asumiendo una oscilación total del reinal por efecto de corrientes de hasta 90°, determinándose un área de influencia del aparejo de 0,785 m<sup>2</sup> por anzuelo.

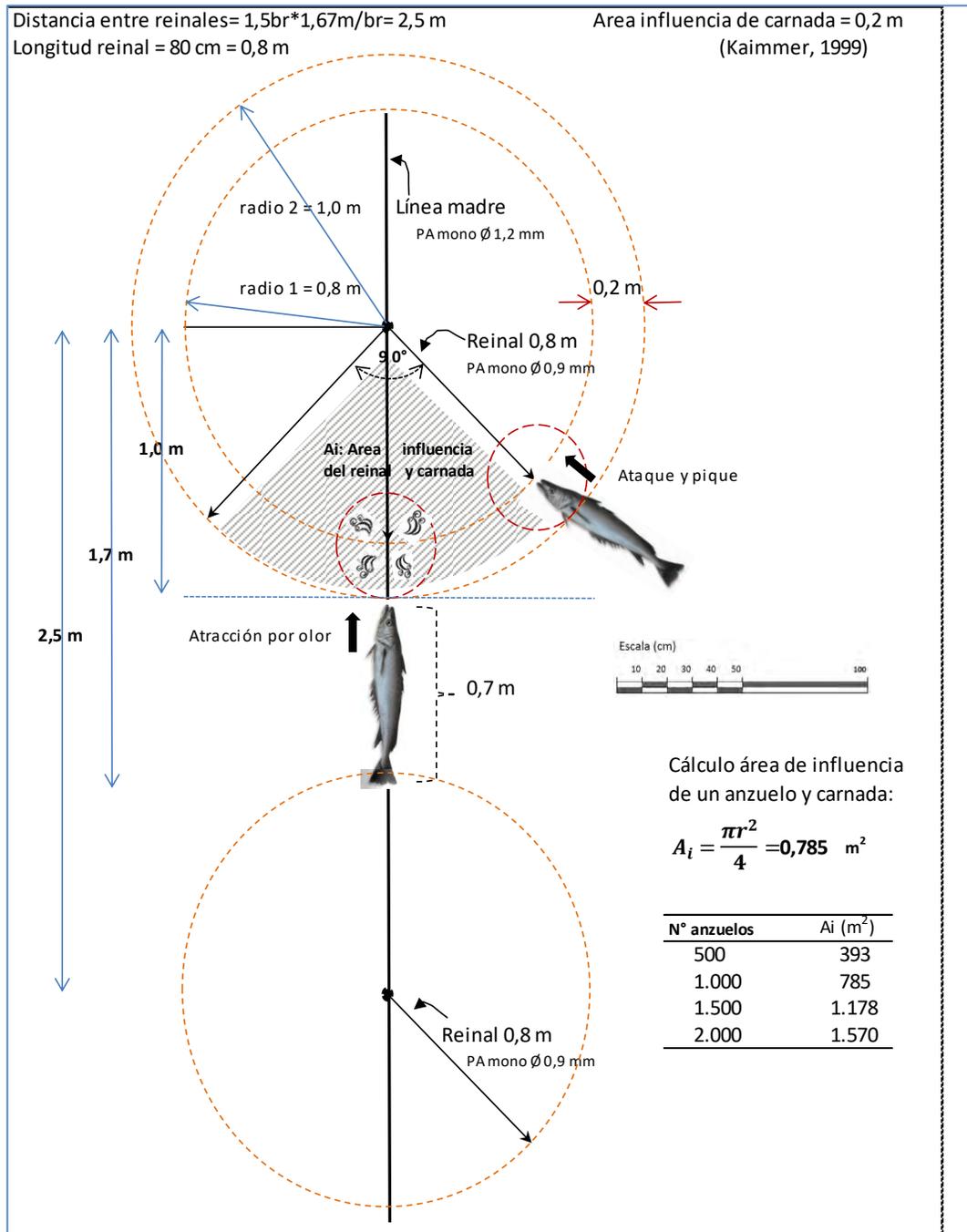


Figura 28. Estudio de área de influencia teórica del espinel según número de anzuelos

De esta forma, proyectando el área de influencia a todo un espinel, si este es de 1.500 anzuelos, el aparejo tendría un área de influencia de pesca efectivo de 1.178 m<sup>2</sup>. O dicho de otra forma, los rendimientos de pesca del espinel equivalen a:

$$\text{Rendimiento espinel} \left[ \frac{g}{m^2} \right] = \text{Rendimiento espinel} \left[ \frac{g}{\text{anzuelo}} \right] / 0,785 \left[ \frac{m^2}{\text{anzuelo}} \right]$$

#### 4.1.6.4 Estimación de eficiencia comparada de rendimientos de pesca entre espinel y enmalle

La eficiencia comparada del método de pesca es complejo, dependiendo de la función objetivo establecida en el panel de expertos, ya que lo que se busca es evaluar el impacto en las capturas de cada sistema en base a criterios de manejo y no solo productivos, por lo que se requiere buscar criterios de equivalencia y estandarización de los mismos, siendo estos muy difíciles de medir por ser sistemas de pesca que, por una parte, poseen unidades de poder de pesca diferentes (anzuelos, mallas y tamaño de las embarcaciones) y sistemas de operación distintos en tiempos de pesca o días de operación de pesca (DOP).

Los resultados obtenidos reflejan que el rendimiento de pesca por unidad de área del enmalle es inferior al espinel, con un índice de eficiencia de 0,73 (Tabla 32); en cambio, en los rendimientos por viaje y días de operación el enmalle supera en poco más de 3 veces la pesca con espinel, debido a las diferencias de escala y operación de la flota, ya que el espinel se efectúa con botes de hasta 9 m y el enmalle con lanchas de cerca de 12 m. Los botes espineleros no podrían portar las tres redes que portan las lanchas y estas no podrían salir todos los días a pescar como lo puede hacer la flota de espinel, porque dependen de las mareas de fondo que se dan entre 3 a 6 días al mes.

Tabla 32. Estimados de rendimientos promedios por sistema de pesca e índice comparado de eficiencia del enmalle sobre el espinel

RENDIMIENTOS POR SISTEMA DE PESCA Y FUENTE		ESPINEL	ENMALLE		INDICE DE EFICIENCIA (f5=Renm/Resp)
TIPO DE RENDIMIENTO	UNIDAD DE MEDIDA	IFOP	SERNAPESCA	PROYECTO FIPA 2020-21	
R1	Kg/viaje	347,04	1.160,79		3.34
R2	Kg/DOP	290,52	979,52		3,37
R3	g/anz	168,47			
R3	g/m <sup>2</sup>	214,61*	233,11	157,30	0,73

\*:rendimiento equivalente obtenido del área de influencia del anzuelo = 168,47/0,785 = 214,61

Considerando lo anterior y la consistencia de los resultados obtenidos con la información de fuentes externas, se ha determinado que el factor de eficiencia entre ambos sistemas está dado por los resultados concretos del presente estudio, de tal forma que:

$$f5(x) = \frac{Er(enmalle, R3)}{Er(espinel, R3)} = \frac{157,30}{214,61} = 0,733$$

#### 4.1.7 Costos de la pesca de espinel y enmalle

##### 4.1.7.1 Costos de espinel

Los costos de espinel se obtuvieron del proyecto de Cerda *et al.* (2014), donde se revisó la base de datos de la fuente proporcionada por el FIPA (archivo “Data encuestas de costos del proyecto Cerda et al 2014-PUCV.xlsx”, ajunto al presente informe), la cual contempló encuestas a la flota espinelera merlucera de Puerto Montt, que comprendió 9 botes de LOA entre 5,6 a 8,2 m con potencias de motor bencinero de 12 a 25 Hp, de 2 tripulantes por embarcación con viajes de 24 hr. De acuerdo a esto, Cerda *et al.* (2014) estiman en siguiente cuadro de proporción de costos (Figura 29).

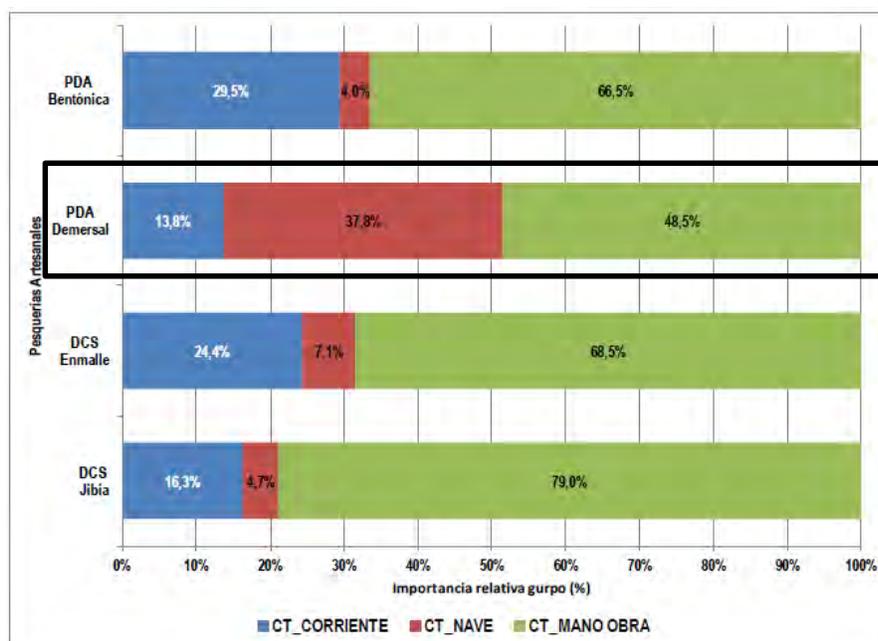


Figura 29. Estructura proporcional de costos según informe de Cerda *et al.* (2014), Figura 51 de pág. 13. En recuadro se indican las proporciones de costos en merluza del sur, capturada por botes usando espinel.

Esta información se trabajó reconstituyendo esas proporciones con los valores de la base de datos, obteniendo un ajuste razonable con un error del 7%, desagregando los costos por tipo de costo utilizado (corriente, nave y mano de obra) como se indica en Tabla 33.

Tabla 33. Simulación de estimaciones de porcentajes de costos por ítem y tipo de costo a partir del estudio de Cerda *et al.* (2014)

ITEM DE COSTO	CT CORRIENTE	CT NAVES	CT MANO OBRA
REM_VAR_MES_TOT			353.333
REM_MES_TOT			
MAN_REP_NAVES_MES		244.185	
MAN_REP_ARTE_MES		36.667	
COST_COMB_MES	38.711		
OTROS_CON SEGURO			35.550
OTROS_SIN SEGURO	65.056		
SEGUROS_MES			
TOTAL MES	103.767	316.402	388.883
PORCENTAJE CALCULADO	12,8%	39,1%	48,1%
PORCENTAJE INFORME FIG.13,PAG 51. Cerda <i>et al</i> (2014)	13,8%	37,8%	48,5%
variación estimado (error)	-7,1%	3,5%	-0,9%

Con esta certeza se pudo determinar el costo total mensual y luego actualizar esos valores al valor presente, mediante reajuste monetario por variación del IPC entre enero 2014 a septiembre 2021 del 30% (fte.: INE calculadora), permitiendo calcular el costo total mensual actualizado en \$960.075. Luego a partir de los viajes por mes indicados en la fuente, se estima el costo total por viaje en \$213.350 y considerando la moda de la captura por viaje de los botes espineleros, se asignó una captura promedio por viaje de 180 Kg (Tabla 28), que representan el 94% de un total de 848 registros asociados a merluza del sur, dando un costo unitarios de \$1.067/Kg (Tabla 34).

Tabla 34. Estimación de costo unitario de pesca de merluza del sur con espinel, para botes con LOA entre 5,6 a 8,2 m, a partir de estudio de Cerda *et al.* (2014)

COSTO TOTAL MENSUAL (\$)	737.952
VARIACION IPC ENE/2014-SEP/2022	30%
COSTO TOTAL ACTUALIZADO (\$)	960.075
VIAJES POR MES	4,500
COSTO POR VIAJE (\$)	213.350
CAPTURA POR VIAJE (Kg)	180
COSTO UNITARIO (\$/Kg)	1.185

#### 4.1.7.2 Costos de enmalle

La definición del universo a muestrear se estableció inicialmente en 30 armadores y que se basaba en el tamaño de la flota indicada en su oportunidad por la Federación Chiloé Unido que correspondería 57 armadores socios del STI N°2 de Dalcahue, que agrupa a los pescadores que practican la pesca de enmalle de pejegallo y merluza del sur; sin embargo, no todos estos armadores estuvieron disponible por diversos motivos a la entrevista, así que el tamaño muestral se redefinió en base a los armadores que asistieron la reunión de iniciación del proyecto de fecha 12 de noviembre de 2020. En ella concurrieron 11 armadores, por lo que el tamaño muestral de acuerdo a la metodología propuesta se estableció en 10 encuestas (91% del total).

## Análisis de datos

Los pescadores no llevan registro de contabilidad, por lo que la información de costos proviene de la memoria más reciente del armador entrevistado, por ello se realizan las encuestas mediante entrevista directa y en forma individual, para evitar la influencia por comparación de un armador sobre otro. De la información obtenida, esta permitió diferenciar los costos por viaje en función del número de días por viaje entre 4, 6 y 8 días, siendo el más frecuente de 6 días por viaje.

En Tabla 35, se muestran los ítems y centros de costos promedios agrupados de las encuestas por categoría de duración de cada viaje de pesca, donde se observan varias proporcionalidades entre los costos y la duración de cada viaje en los insumos de pesca como combustible y hielo, revista de seguridad y porcentaje del trato a la parte donde el porcentaje de la tripulación baja en la medida que el viaje comprende más días de pesca. Estas respuestas permiten concluir que los datos son bastante ajustados a la realidad y poseen una explicación proporcional a la actividad de cada categoría de viaje.

Tabla 35. Parámetros e ítem de costos promedio por categoría a partir de las encuestas realizadas, clasificados por centro de costo corriente, de nave y mano de obra

PARAMETROS			
DIAS POR VIAJE	4	6	8
n de encuestas	2	7	1
TRIPULACION	4	4	3
ITEM DE COSTO	CENTRO DE COSTOS CORRIENTE POR VIAJE		
COMBUSTIBLE (Lt)	250	486	1.000
LUBRICANTES (Lt)	4	15	5
HIELO (Kg)	650	750	900
AGUA (Lt)	550	450	300
BALONES DE GAS DE 15 Kg	1	1	2
LEÑA PARA COCINAR (USO)	1	0	0
MATERIALES DE PESCA (REPOSICIONES)	TELA 1 A 2 CUERPOS	TELA 2 A 4 CUERPOS	TELA 1 CUERPO
ITEM DE COSTO	CENTRO DE COSTOS DE NAVE		
MANTENCION MOTOR \$/AÑO	250.000	300.000	
MANTENCION EQUIPOS \$/AÑO	25.000	0	0
MANTENCION VIRADOR \$/AÑO	300.000	0	900
SEGURO DE VIDA \$/AÑO	46.000	49.143	48.000
PATENTE DE PESCA (n)	2	3	0
DERECHOS DE FONDEO (\$)	0	0	160.000
REVISTA SEGURIDAD \$/AÑO	480.000	538.667	800.000

COSTO RED ENMALLE COMPLETA (\$)	1.400.000	1.300.000	1.200.000
BATERIAS \$/AÑO	150.000	362.857	150.000
ITEM DE COSTO	CENTRO DE COSTOS MANO DE OBRA		
TRATO A LA PARTE (% TRIPULACION)	70	60	50
COSTO FIJO	0	0	0
COSTO VARIABLE	A LA PARTE	A LA PARTE	A LA PARTE
ROPA DE TRABAJO TRIP. \$/AÑO	300.000	398.571	720.000

Con esto, los costos posteriormente son llevados a costos por viaje, aplicando los parámetros de cálculo necesarios que se indican en Tabla 36.

Tabla 36. Parámetros para determinar los costos de mano de obra

DIAS POR VIAJE	4	6	8
VOLUMEN DE VENTA (Kg/VIAJE)	1.200	2.000	3.000
PRECIO (\$/Kg)	1.200	1.200	1.200
% TRATO A LA PARTE TRIPULACION	70	60	50

De esta forma la estructura porcentual de los costos por mes queda como se expresa en Figura 30, la cual difiere a la de Cerda *et al.* (2014) ya que la pesca de enmalle posee más costos corrientes al ser lanchas de pesca con LOA en torno a los 12 m, reduciéndose la proporción del costo de la nave, manteniendo su predominancia los costos de mano de obra en ambos sistemas de pesca.

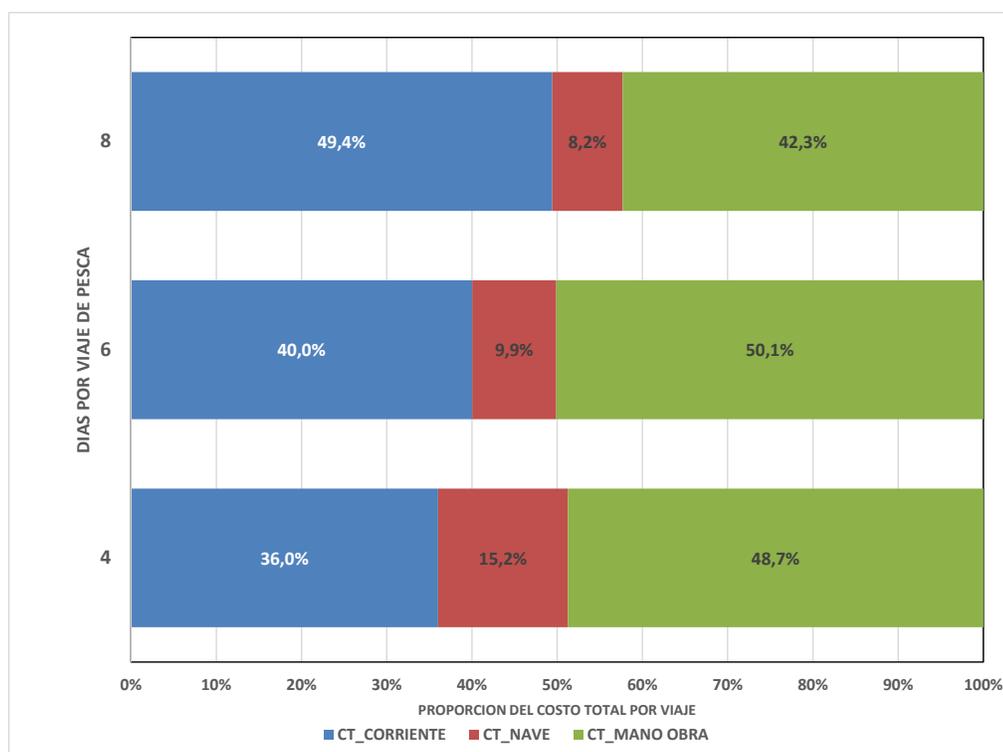


Figura 30. Estructura proporcional de costos de pesca de merluza del sur con enmalle

Finalmente se determinan los costos unitarios por días por viaje, entregando un promedio general de \$997/Kg (Tabla 37).

Tabla 37. Estimación de costo unitario de pesca de merluza del sur con enmalle, para lanchas de LOA entre 10,2 a 11,9 m.

DÍAS POR VIAJE	4	6	8
COSTO MENSUAL POR VIAJE (\$)	1.357.350	1.930.679	2.685.000
CAPTURAS (Kg)/VIAJE	1.200	2.000	3.000
COSTO UNITARIO (\$/Kg)	1.131	965	895
PROMEDIO (\$/Kg)	997	COEF.VARIAC.	12,2%

#### 4.1.7.3 Comparación de eficiencia operacional

El índice de eficiencia comparada ( $I_{ec}$ ) de los costos unitarios ( $CU$ ) de cada sistema de pesca quedaría de la forma:

$$f_6(x) = I_{ec} = \frac{CU(enmalle)}{CU(espinel)} = \left(\frac{997}{1.185}\right)^{-1} = 1,189$$

donde la pesca de enmalle es un 16% más eficiente en sus costos unitarios comparado con el espinel

#### 4.1.8 Evaluación de la eficiencia operacional complejiva del espinel y enmalle

Considerando la evaluación del Taller de expertos, en resumen tenemos los siguientes índices de eficiencia operacional por criterio relevante priorizado como se indica en Tabla 38.

Tabla 38. Tabla de evaluaciones de eficiencia operacional e índices comparados priorizados

METODO DE PESCA DE MERLUZA DEL SUR	CAPTURA BAJO TPMS (%)	FAUNA ACOMPAÑANTE (%C.D.)	PESCA INCIDENTAL	CALIDAD DE LAS CAPTURAS	RENDIMIENTO DE PESCA (g/m <sup>2</sup> )	COSTOS DE OPERACIÓN (\$/Kg)
ENMALLE	45,5	2,2	1	7,37	157,3	997
ESPINEL	67	3,3	1	1,76	214,61	1.185
	$f_1$	$f_2$	$f_3$	$f_4$	$f_5$	$f_6$
$f(ENMALLE/ESPINEL)$	1,473	1,500	1,000	0,239	0,733	1,189

La tabla de evaluación se transforma a una matriz normalizada en base al peso de cada  $f(x)$ , obteniendo un vector promedio normalizado, que posteriormente se ponderó con el vector propio (obtenido de la evaluación desarrollada por el panel de expertos), determinando la función  $F(x)$  en la matriz de decisión (Tabla 39), entregando un máximo [ $\max F(x)$ ] para la red de enmalle de 0,545 sobre el espinel con 0,454.

Tabla 39. Matriz de decisión de la mejor alternativa (la más eficiente dado los criterios y ponderadores definidos)

De esta forma se puede afirmar que desde el punto de vista del manejo pesquero, el enmalle es más eficiente operacionalmente que el espinel en un 20%.

	CAPTURA BAJO TPMS (%)	FAUNA ACOMPañANTE (%C.D.)	PESCA INCIDENTAL	CALIDAD DE LAS CAPTURAS	RENDIMIENTO DE PESCA (g/m2)	COSTOS DE OPERACIÓN (\$/Kg)	PRIORIZACION [max F(x)]= $\sum [fp(x_i) \cdot X]^{max}$
VECTOR PROMEDIO NORMALIZADO	f1	f2	f3	f4	f5	f6	
ENMALLE $fp(x_1)$	0,617	0,600	0,500	0,193	0,423	0,509	0,545
ESPINEL $fp(x_2)$	0,383	0,400	0,500	0,807	0,577	0,452	0,454
VECTOR PROPIO (P=X)	0,364	0,280	0,196	0,075	0,043	0,041	

#### 4.1.9 Diseño y construcción de redes experimentales

Las dos redes experimentales se fabricaron en diciembre de 2019 por maestros rederos supervisados por armadores pertenecientes el STI N°2 de pescadores de Dalcahue. Los 10 cuerpos de cada red se unieron respetando las distribuciones de tamaños de malla por cuerpo, de acuerdo a la secuencia establecida previamente (Figura 5). En Figura 31 se exponen registros fotográficos de las etapas de construcción de estas redes.



Figura 31. Fabricación de redes experimentales

En archivo mp3 adjunto al presente informe, se puede revisar el “Video 2020-12-19 at 19.44.35 con los 20 cuerpos confeccionados” para las dos redes experimentales.

### Plano de red experimental

El plano en formato FAO (1990) considera las siguientes especificaciones de configuración gráfica (Figura 32):

- a) Fuente del plano, clasificación y especificaciones FAO de la red de enmalle
  
- b) Sección superior izquierda, diagrama de la red completa (una tira) a escala real y distribución de los distintos tamaños de malla considerados de las dos redes experimentales confeccionadas.
  
- c) Sección superior derecha, diagrama de un cuerpo constitutivo de las 10 que lleva la red completa, a escala, con nomenclatura asociada al tamaño de malla (A) y el número de mallas (C y D) y el embande correspondiente (E).
  
- d) Sección inferior izquierda, diagrama del encabalgue y disposición de flotadores y plomos que es igual para todos los cuerpos y tabla contigua con los valores asociados a la nomenclatura relativa al tamaño de malla (A), el número de mallas (C y D) y el embande correspondiente (E).
  
- e) Sección inferior derecha, diagrama a escala de representación de los componentes del amarinamiento de la red calada, para uno de sus extremos.

**PROYECTO FIPA 2020-21**  
 EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA OPERACIONAL Y DEL EFECTO SELECTIVO DEL USO DE REDES DE ENMALLE EN LA PESQUERA DEMERSAL AUSTRAL  
 OBJETIVO N°1: PLANOS REDES DE ENMALLE



**EJECUTOR: JUAN F. GUTIÉRREZ P. E.I.R.L. - CEPAS - CENTRO DE ESTUDIOS PESQUEROS Y ACUICULTURA SOSTENIBLE**  
 COEJECUTOR: UNIVERSIDAD ARTURO PRAT  
 PATROCIINA: S.T.I PESCADORES ARTESANALES N°2 DE DALCAHUE



**DIBUJO TÉCNICO: PEDRO BRUNETTI R., ING. PESQUERO**  
 OBJETO: PLANO REDES DE ENMALLE EXPERIMENTALES DE TM 4°-5°-6°  
 NORMA TEC.: CAT.FAO 2 2245SCFG/ FAO FISHERMAN'S WORKBOOK/ CAT.FAO 9145/9145/9145/9145  
 GRABSOFT: ArchiCAD 19 FECHA MUESTREO: 26 ABR. 2021

7.0.0 GILLNET

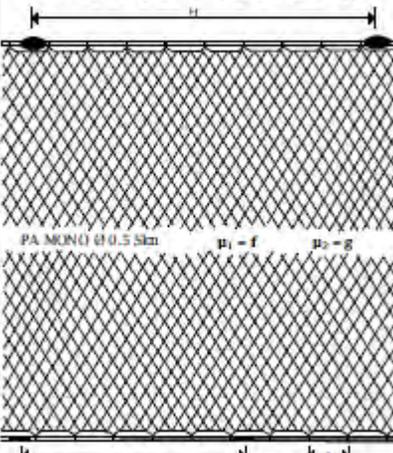
7.1.0 Bottom set experimental net  
 Hake Merluccius australis ( Gadidae)  
 South Zone, Chile

Dimensión de la red de enmalle completa= 1 Tira de 10 cuerpos  


Distribución de mallas en los 10 cuerpo de las redes experimentales 1 y 2

5"	6"	4"	6"	5"	6"	4"	5"	4"	6"	EXP-01
6"	5"	4"	6"	5"	4"	5"	6"	4"	5"	EXP-02

33 flotadores, 160 cc; PVC | Boyantez lineal= 54 gf/m



ITEM	TM 4°	TM 5°	TM 6°
A (mm)	101.6	127	152.4
B (inch)	4	5	6
C (#)	1000	810	680
D (#)	33	27	22
E	0.492	0.486	0.482
f	0.492	0.486	0.482
g	0.871	0.874	0.876
H (cm)	150	150	150
I (cm)	115	115	115
J (cm)	20.0	18.5	14.7

RED DE ENMALLE ( GNS)

Red Experimental de fondo, calada  
 Merluza del Sur, gádido  
 Dalcahue, Chiloé, Chile

REFERENCIA

Cepas E.I.R.L.  
 FIPA 2020-21  
 CODIGO: E810x49  
 PLANO: PRE12

Plano para un cuerpo de 10 que forman el arte de pesca completo (Tira) de enmalle

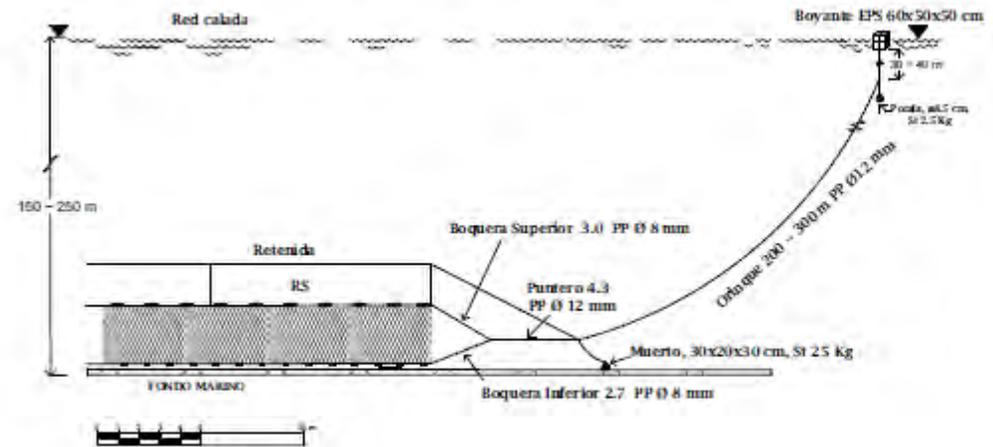
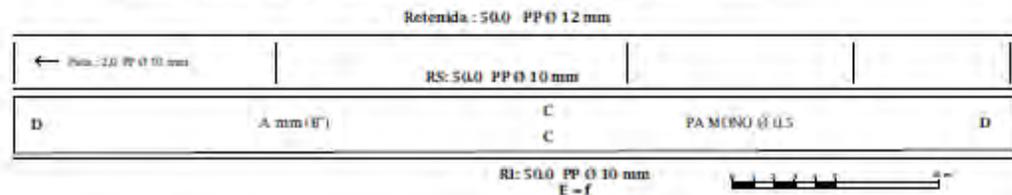


Figura 32. Plano de redes experimentales

#### 4.1.10 Muestreo y planos redes control de 5”

Para el muestreo de las redes de pesca se tomó como muestra de la red un cuerpo completo constitutivo, el cual se extendió en su totalidad sobre una superficie plana más cercana disponible, con presencia del armador a cargo. En todos los casos se realizó posteriormente una inspección de la nave portadora, para medir en detalle las componentes de amarinamiento a bordo. Se muestrearon en total 11 redes de enmalle cuya base de datos se entrega adjunta en archivo “DATA BASE MUESTREO DE REDES DE ENMALLE.xlsx”.

La red de enmalle está constituida en promedio por 10 cuerpos. Cada cuerpo en promedio posee una longitud de relinga de 50 m, tanto superior como inferior, armadas con 34 flotadores y 48 plomos respectivamente. La tela de PA monof  $\varnothing$  0.5 mm esta encabalgada con hilo PA multif 210D/36, con un embande de 0,5 con 788 mallas de largo por 25 de alto, otorgándole dimensiones de tela armada de 136 m<sup>2</sup> de superficie de filtrado por cuerpo. La red se une a la retenida de maniobra de PP  $\varnothing$ 12 mm mediante cabo pata de PP  $\varnothing$  10 mm distanciados cada 18 m.

El amarinamiento en promedio está conformado por un boyante de señalización superficial que puede ser cúbico o cilíndrico de volumen 130 L de PVC expandido amarrado mediante cuerdas o saco malla, que se une al puntero (orinque) de largo según profundidad, pero que promedia los 280 m de cabo PP  $\varnothing$  11 mm y que en su extremo inferior se conecta al fondeo de la red mediante saco de malla con piedras de peso 16 Kg, conectado a su vez a las boqueras (patas de gallo) superior e inferior de PP  $\varnothing$ 10 mm de 5 y 4,4 m respectivamente.

En Tabla 40 se informa de los estadísticos de tendencia central de todas las redes muestreadas, incluyendo los cálculos de dimensiones y coeficientes estructurales, con su coeficiente de variación en porcentaje, donde se puede apreciar la similaridad entre ellas, con pequeñas variaciones de armado de acuerdo a la experiencia de cada armador.

Tabla 40. Rango y promedio de Data Redes

SECCION	COMPONENTE DEL ARTE	MEDIDAS (unidades)	min	max	PROMEDIO	DS	C.V.= DS / PROMEDIO
COMPONENTES DE AMARINAMIENTO DE LA RED	BOYA SEÑALIZACION /BOYANTE	LARGO (cm)	42,0	100,0	59,4	16,7	28,1%
		DIAMETRO (cm)	40,0	55,0	49,5	5,0	10,2%
		ANCHO (cm)	50,0	50,0	50,0	0,0	0,0%
		ALTO (cm)	46,0	50,0	49,2	1,8	3,6%
		VOLUMEN (cc)	69.113,0	237.575,9	129.277,5	44.042,4	34,1%
	POTERA DE BOYA	PESO (Kg)	2,0	2,0	2,0	0,0	0,0%
	CONECTOR DE BOYA	LARGO (cm)	114,0	240,0	166,8	53,4	32,0%
		DIAMETRO (mm)	8,0	12,0	10,3	2,1	20,1%
	ORINQUE o PUNTERO	LARGO (m)	200,0	480,0	282,5	132,3	46,8%
		DIAMETRO (mm)	10,0	12,0	11,0	1,2	10,5%
	MUERTO DE FONDEO	PESO (Kg)	7,0	25,0	16,0	7,3	45,8%
	CONECTOR DE MUERTO	LARGO (m)	24,5	172,0	110,4	56,3	51,0%
		DIAMETRO (mm)	7,0	10,0	8,5	1,3	15,2%
	BOQUERA SUPERIOR	LARGO (m)	2,0	10,0	5,0	2,6	53,1%
DIAMETRO (mm)		8,0	12,0	10,0	1,6	16,3%	
BOQUERA INFERIOR	LARGO (m)	1,8	8,1	4,4	2,1	48,3%	
	DIAMETRO (mm)	8,0	12,0	10,0	1,6	16,3%	
COMPONENTES DE ARMADO DEL CUERPO	FLOTADORES RELINGA SUPERIOR	NUMERO	28,0	40,0	33,5	3,1	9,3%
		BOY. gf/m	77,0	165,7	113,3	27,9	24,6%
	PLOMOS RELINGA INFERIOR	NUMERO	33,0	66,0	47,7	9,4	19,8%
		gf/m	82,5	268,0	170,4	54,3	31,9%
	RETENIDA	LARGO (m)	45,3	48,5	46,5	1,4	2,9%
		DIAMETRO (mm)	10,0	14,0	11,3	1,6	14,4%
	PATA: CABO CONECTOR	LARGO (cm)	100,0	300,0	174,8	60,2	34,4%
	RETENIDA - RELINGA SUPERIOR	DIAMETRO (mm)	6,0	12,0	8,9	1,8	20,4%
		LARGO (m)	45,3	60,0	49,7	4,0	8,1%
	RELINGA SUPERIOR	DIAMETRO (mm)	7,0	10,0	9,1	1,2	13,2%
		LARGO (m)	45,3	60,0	49,7	4,0	8,1%
	RELINGA INFERIOR	DIAMETRO (mm)	8,0	12,0	9,8	1,5	15,1%
DISTANCIA ENTRE FLOTADORES (cm)		119,2	182,1	150,5	18,0	11,9%	
DISTANCIA ENTRE PLOMOS (cm)	77,4	177,4	114,3	28,1	24,6%		
DISTANCIA ENTRE PATAS (m)	12,0	30,0	17,8	5,3	29,8%		
COMPONENTES DE ARMADO DE TELA	DISTANCIA ENTRE ENCABALGUE SUPERIOR (cm)		17,3	22,3	19,0	1,4	7,2%
	DISTANCIA ENTRE ENCABALGUE INFERIOR (cm)		17,7	22,0	18,8	1,2	6,6%
	NUMERO MALLAS POR ENCAGALGUE		3,0	3,0	3,0	0,0	0,0%
	NUMERO MALLAS CADA 5 m DE RELINGA		63,5	89,5	79,6	7,7	9,7%
	NUMERO MALLAS DE LARGO DE RED		700,0	1.000,0	787,3	79,8	10,1%
	NUMERO DE MALLAS DE ALTO DE RED		20,0	33,0	24,8	3,4	13,6%
	TITULACION HILO DE ENCABALGUE (mm)		210D/27	210D/36	210D/36		
DIMENSIONES Y COEFICIENTES ESTRUCTURALES	ALTURA RED ARMADA		2,2	3,6	2,7	0,4	13,3%
	LONGITUD TELA ESTIRADA (m)		88,9	127,0	100,0	10,1	10,1%
	EMBANDE BASE TELA		0,4	0,5	0,5	0,0	6,3%
	EMBANDE BASE CABO		0,7	1,1	1,0	0,1	11,2%
	E= μ1		0,4724	0,5849	0,4985	0,0314	6,3%
	μ2		0,8111	0,8814	0,8662	0,0197	2,3%
SUPERFICIE DE UN CUERPO (m <sup>2</sup> )		110,5565	182,4183	136,0344	20,5	15,1%	

Con esta información se ideó una nomenclatura para identificar cada red mediante un Código en función de la inicial del nombre de la comuna de origen (D: Dalcahue; C: Castro), junto a la longitud de la relinga por (X) el embande en porcentaje, todo asociado a la superficie de filtración de la red, como se indica en Tabla 41.

Tabla 41. Códigos y superficies de redes de enmalle de 5" (control)

NOMBRE EMBARCACION	CODIGO MODELO RED	CODIGO PLANO RED ENMALLE (PRE)	SUPERFICIE (m2)
GUERRERO ARCO IRIS	D700X51	PRE - 1	1.291
ALTAMAR II	D780X51	PRE - 2	1.653
FARDELLA II	D800X49	PRE - 3	1.106
BARLOVENTO	D770X49	PRE - 4	1.115
YANIRA FABIOLA	D760X49	PRE - 5	1.309
EMILIO JOSE	D770X50	PRE - 6	1.382
VANESSA IV	D770X45	PRE - 7	1.824
MAR LINDA	D750X48	PRE - 8	1.265
PATRICIA II	C1000X47	PRE - 9	1.612
BEATRIZ	C700X58	PRE - 10	1.339
CRISTAL	D800X47	PRE - 11	1.343
		PROMEDIO	1.385
		DS	224
		C.V.	16,1%

### **Pruebas de boyantes y pesos de plomo**

Se tomaron muestras de los diferentes tipos de flotadores encontrados en el muestreo de las redes y en laboratorio se procedió a realizar una evaluación para la determinación del volumen y fuerza de boyantes de cada uno de ellos. En Tabla 42 se entregan las dimensiones generales y las pruebas de inmersión total con 3 réplicas, realizadas para determinar su volumen desplazado.

Tabla 42. Dimensiones de flotadores utilizados por las redes de enmalle muestreadas

CODIGO	COLOR	PESO (g)	Ø MAYOR (D) [mm]	Ø MENOR (d) [mm]	Ø BUJE (db) [mm]	LARGO (H) [mm]	PERIMETRO MAXIMO (mm)	PRUEBAS DE VOLUMEN DESPLAZADO (cc)
AZ (#)	AZUL	83	52,8	20,0	5,0	115	163,5	160
R	ROJO (CA60-CASTRO)	116	60,0	24,2	13,0	107	200,0	205
NA	NARANJO	183	70,0	24,7	14,0	120	220,5	300
NE	NEGRO	67	67,7	37,0	13,3	108	211,0	290
AM	AMARILLO	106	58,8	22,4	12,5	110	183,0	200

(#) : flotador usado en las redes experimentales

Las pruebas de volumen desplazado mediante inmersión a ras de superficie, basado en el principio de Arquímedes<sup>7</sup>, se compararon con los modelos de volumen establecidos metodológicamente, obteniendo los resultados expresados en Tabla 43, donde las correlaciones lineales son de buena calidad en general, validando el procedimiento de estimación por inmersión del volumen de cada flotador, permitiendo su designación final a plano.

Tabla 43. Contraste del método del volumen desplazado con modelos teóricos de volumen de flotadores (cc)

METODO	MODELO				
	INMERSION EN LABORATORIO	OUGHTRED (V1)	TONEL (V2)	PRACTICA (V3)	CASILLAS (V4)
	160	178	160	158	167
	205	204	193	193	203
	300	308	294	283	300
	290	283	247	279	287
	200	200	190	188	198
r <sup>2</sup>		0,9775	0,9349	0,9959	0,9968

De esta forma se obtiene que el mejor modelo de estimación del volumen para este tipo de flotadores sería el de Casillas (1998), en la forma:

$$V = \frac{0,209 \cdot H \cdot 2D^2 + D \cdot d + 0,75 \cdot d^2}{1000} \quad [cm^3]$$

<sup>7</sup> Un objeto completamente sumergido siempre desplaza un volumen de líquido igual a su propio volumen.

Las pruebas de carga a los flotadores, realizadas con tres réplicas, permitieron estimar la boyantes o empuje neto de cada uno de ellos, obteniendo las propiedades físicas principales de los flotadores utilizados por los pescadores en sus redes de enmalle, como se indica en Tabla 44.

Tabla 44. Propiedades físicas de los flotadores utilizados en las redes de enmalle muestreadas

CODIGO FLOTADOR	VOLUMEN (cc)	PESO (g)	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	BOYANTEZ (gf)
AZ	160	83	0,519	243
R	200	116	0,580	316
NA	300	183	0,610	483
NE	290	67	0,231	357
AM	200	106	0,530	306

El peso de los distintos tipos de plomo y la titulación de cabos e hilos utilizados en las redes de enmalle fueron determinados en laboratorio y sus resultados se expresan en Tabla 45 y 46.

Tabla 45. Especificaciones técnicas de plomos y tela de redes utilizadas

<b>PESOS FORMA DE TEJUELA</b>						
TIPO	LARGO (mm)	Ø EXTERNO (mm)	PESO (g)	Ø INTERNO (mm)		
A (#)	81	20	150	8		
B-1	99	26	190	12		
C-2	75	23,5	221	12,9		
<b>TELA PA - monof, NUDO SIMPLE (Snk)</b>						
FABRICA-ORIGEN	TM (inch)	TM (mm)	Ø (mm)	N° # ALTO	LONGITUD PAÑO (m)	N° # LARGO
XIAMEN RICH FISHING NETS CO.LTDA.- CHINA	4	101,6	0,6	100	100	984
KING CHOU MARINE TECHNOLOGY CO.LTDA.-TAIWAN	5	127	0,6	100	100	787
NN	6	152,4	0,6	100	100	656

Tabla 46. Especificaciones técnicas de cabos e hilos de redes de enmalle

<b>CABOS DE PP TESTEADOS : FLOTAN, PRUEBA DE FUEGO: HUMO BLANCO, SE RECOGE, NO GOTEA</b>							
∅ (mm)	TORSION	N° CORDONES	N° HILOS POR CORDON	N° HILAZAS POR HILO	N° HILAZAS DEL ALMA	PESO POR METRO (g)	
10	Z	3	6	5	10	45	
12	Z	3	8	5	15	68	
∅ (mm)	TITULACION						
10	PP St. R45.000 tex 3x1(6/5/10)						
12	PP St. R68.000 tex 3x1(8/5/15)						
<b>HILO 210/36</b>							
HILO	muestra			Estimadores			
	m	g	m/g	g/m	R tex	m/Kg	
	9	11		1,2	1222,2		
g/9000 m	9.000	11.000	0,818			818,2	
g/1000 m	1.000	1.222	0,818			818,2	
HILAZA	tex	N° HILAZAS	n° cordones	hilz/cord	R tex	R tex AL PLANO	
210D/36	839	36	3	12	1222,2	1200	
210D/27	629	27	3	9	916,7	900	

### Planos de redes de pesca muestreadas

A continuación se entregan los planos de cada una de las redes muestreadas y diagramas de detalle de componentes utilizados. Una mejor resolución es posible ver en archivos adjuntos al presente informe en carpeta “PLANOS REDES” con planos en formato PDF.

PROYECTO FIPA 2020-21  
EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA OPERACIONAL Y DEL EFECTO  
SELECTIVO DEL USO DE REDES DE ENMALLE EN LA PESQUERÍA  
DEMERSA AUSTRAL  
OBJETIVO N°1: PLANOS REDES DE ENMALLE



EJECUTOR: JUAN F. GUTIÉRREZ P. EIRL - CEPAS - CENTRO DE  
ESTUDIOS PESQUEROS Y ACUICULTURA SOSTENIBLE  
COEJECUTOR: UNIVERSIDAD ARTURO PRAT  
PATROCINA: S.T.1 PESCADORES ARTESANALES N°2 DE DALCAHUE



DIBUJO TÉCNICO: PEDRO BRUNETTI B., ING. PESQUERO  
OBJETO: PLANO RED DE PESCA DE ENMALLE  
NORMA TEC.: CAT.FAO 222-ESS.FG/ FAO FISHERMAN'S WORKBOOK/ CAT.FAO 05/CARICAP 0388/04/11  
GRAFISOFT: ArchiCAD 19 FECHA MUESTREO: 13 NOV. 2020

### 7.0.0 GILLNET

#### 7.1.0 Bottom set

Hake *Merluccius australis* (Gadidae)  
South Zone, Chile

Plano para un cuerpo de 12 que forman el arte de pesca completo (Tira) de enmalle

### RED DE ENMALLE ( GNS)

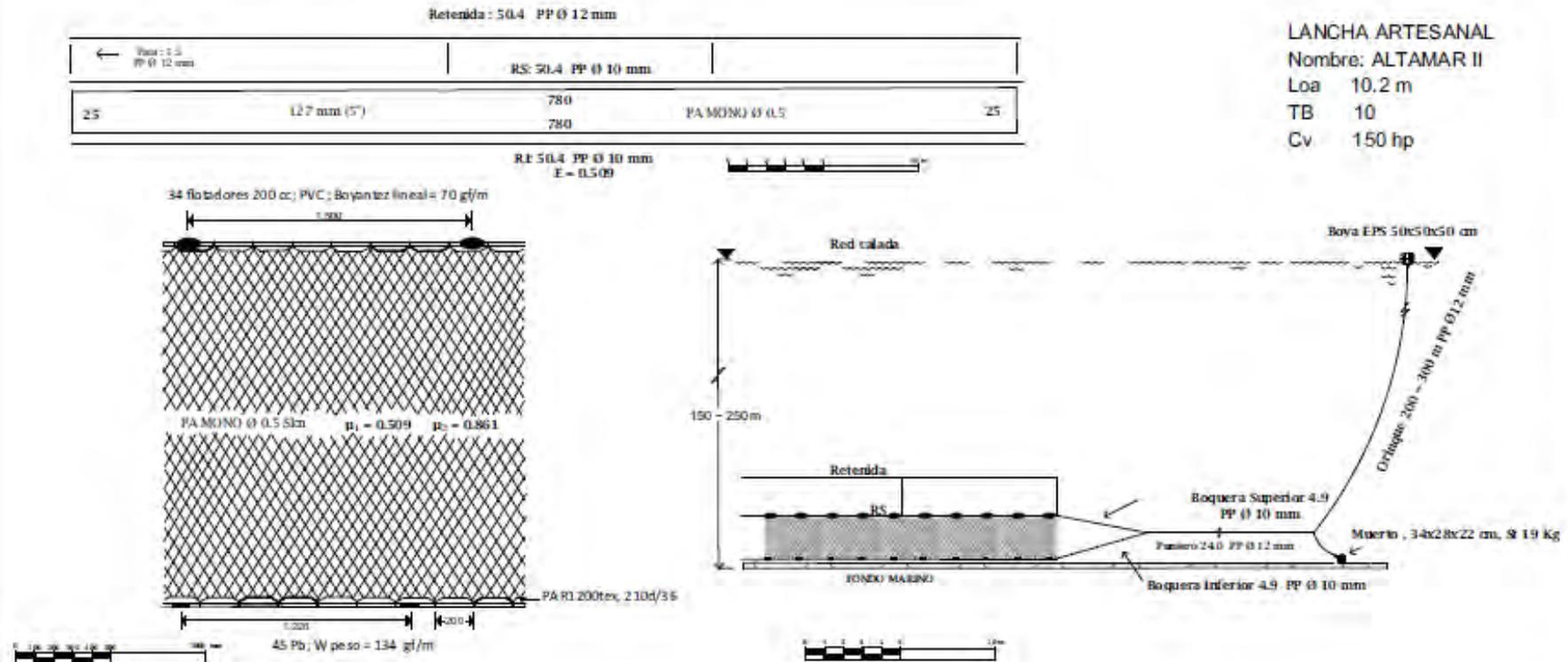
De fondo, calada  
Merluza del Sur, gádido  
Dalcahue, Chiloé, Chile

### REFERENCIA

JOSE LAGOS  
Dalcahue, Chile  
CODIGO: D780x51  
PLANO: PRE-02

### LANCHA ARTESANAL

Nombre: ALTAMAR II  
Loa 10.2 m  
TB 10  
Cv 150 hp



PROYECTO FIPA 2020-21  
EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA OPERACIONAL Y DEL EFECTO  
SELECTIVO DEL USO DE REDES DE ENMALLE EN LA PESQUERÍA  
DEMERSAL AUSTRAL  
OBJETIVO N°1: PLANOS REDES DE ENMALLE



EJECUTOR: JUAN F. GUTIÉRREZ P. EIRL - CEPAS - CENTRO DE  
ESTUDIOS PESQUEROS Y ACUICULTURA SOSTENIBLE  
COEJECUTOR: UNIVERSIDAD ARTURO PRAT  
PATROCINA: S.T.1 PESCADORES ARTESANALES N°2 DE DALCAHUE



DIBUJO TÉCNICO: PEDRO BRUNETTI B., ING. PESQUERO  
OBJETO: PLANO RED DE PESCA DE ENMALLE  
NORMA TEC: CAT.FAO 222-SSCFG/ FAO FISHERMANS WORKBOOK/ (CAT.FAO) CIGARRAS/ 2222-SSCFG  
GRAFISOFT: ArchiCAD 19 FECHA MUESTREO: 13 NOV. 2020

### 7.0.0 GILLNET

#### 7.1.0 Bottom set

Hake *Merluccius australis* (Gadidae)  
South Zone, Chile

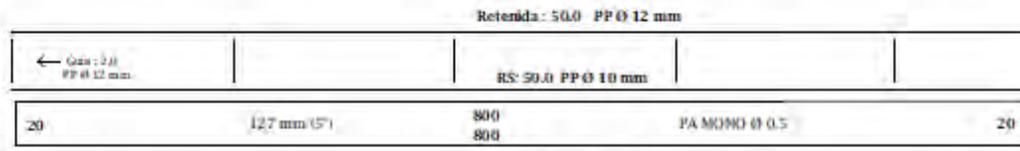
Plano para un cuerpo de 10 que forman el arte de pesca completo (Tira) de enmalle

### RED DE ENMALLE ( GNS)

De fondo, calada  
Merluza del Sur, gádido  
Dalcahue, Chiloé, Chile

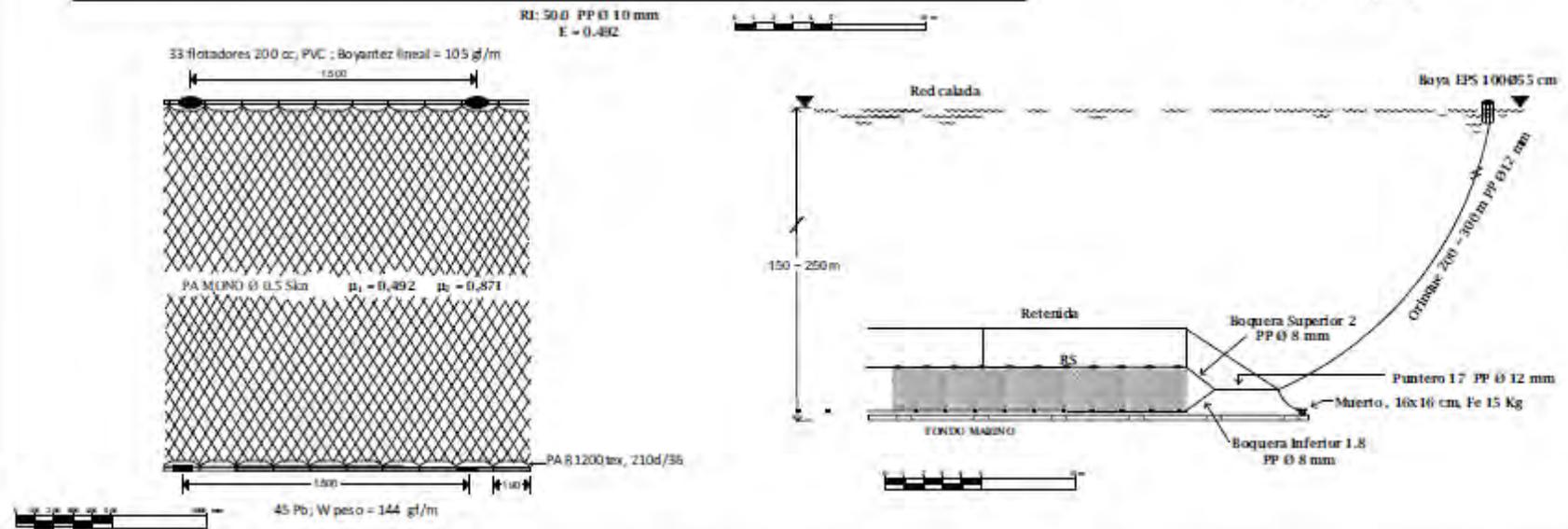
### REFERENCIA

DAVID VERA  
Dalcahue, Chile  
CODIGO.D800x49  
PLANO:PRE03



### LANCHA ARTESANAL

Nombre: FARDELLA II  
Loa 11,9 m  
TB 15  
Cv 180 hp



PROYECTO FIPA 2020-21  
 EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA OPERACIONAL Y DEL EFECTO  
 SELECTIVO DEL USO DE REDES DE ENMALLE EN LA PESQUERÍA  
 DEMERSAL AUSTRAL  
 OBJETIVO N°1: PLANOS REDES DE ENMALLE



EJECUTOR: JUAN F. GUTIÉRREZ P. EIRL - CEPAS - CENTRO DE  
 ESTUDIOS PESQUEROS Y ACUICULTURA SOSTENIBLE  
 COEJECUTOR: UNIVERSIDAD ARTURO PRAT  
 PATROCINA: S.T.J. PESCADORES ARTESANALES N°2 DE DALCAHUE



DIBUJO TÉCNICO: PEDRO BRUNETTE B., ING. PESQUERO  
 OBJETO: PLANO RED DE PESCA DE ENMALLE  
 NORMA TEC.: CAT.FAO 222 45KFG/ FAO FISHERMAN'S WORKBOOK/ CAT.FAO 00400000 0000 00/0  
 GRAFISOFT: ArchCAD-19 FECHA MUESTREO: 14 NOV. 2020

### 7.0.0 GILLNET

#### 7.1.0 Bottom set

Hake *Merluccius australis* (Gadidae)  
 South Zone, Chile

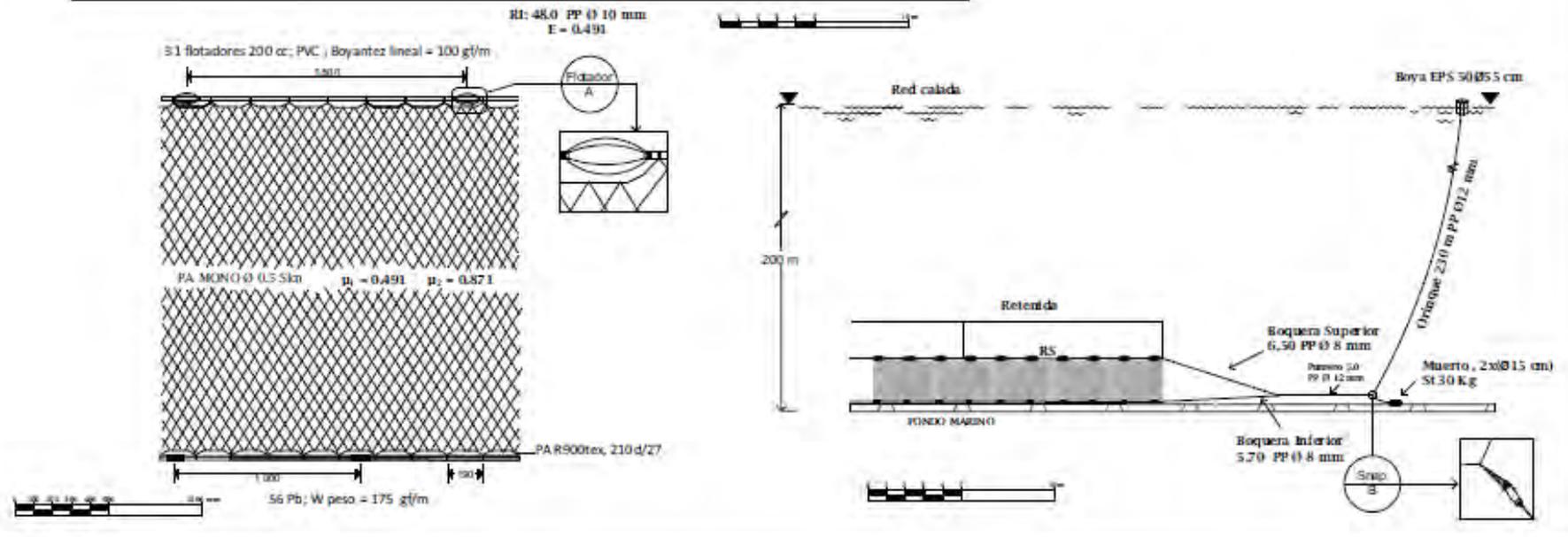
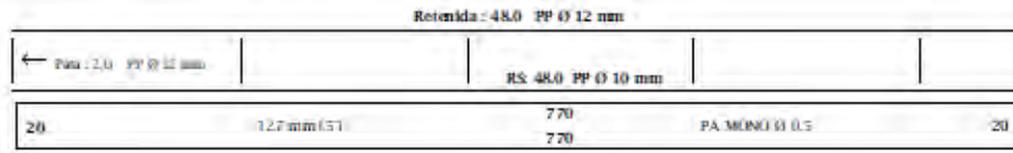
Plano para un cuerpo de 10 que forman el arte de pesca completo (Tira) de enmalle

### RED DE ENMALLE ( GNS)

De fondo, calada  
 Merluza del Sur, gádido  
 Dalcahue, Chiloé, Chile

REFERENCIA  
 JOSE NANCUANTE  
 Dalcahue, Chile  
 CODIGO.D770x49  
 PLANO.PRE04

LANCHA ARTESANAL  
 Nombre: BARLOVENTO  
 Loa 11.4 m  
 TB 13.5  
 Cv 180 hp



PROYECTO FIPA 2020-21  
EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA OPERACIONAL Y DEL EFECTO  
SELECCIONADO DEL USO DE REDES DE ENMALLE EN LA PESQUERA  
DE MERLUZ DEL SUR.  
OBJETIVO Nº1: PLANOS REDES DE ENMALLE



EJECUTOR: JUAN F. GUTIÉRREZ P. EIRL - CEPAS - CENTRO DE  
ESTUDIOS PESQUEROS Y ACUICULTURA SOSTENIBLE  
CORRECTOR: UNIVERSIDAD ARTURO PRAT  
PATROCINA: S.T.I. PECAADORES ARTESANALES - Nº2 DE DALCAHUE



DIBUJO TÉCNICO: PEDRO BRUNETTI B., INGENIERO PESQUERO  
OBJETO: PLANO RED DE PESCA DE ENMALLE  
NORMA TEC.: CAT.FAO 222-ES/CFG / FAO FISHERMAN'S WORKBOOK / CAT.FAO 222-ES/CFG-2008-01  
GRAB.SOFT.: AutoCAD 19      FECHA MUESTREO: 03 DIC. 2020

7.0.0 GILLNET

7.1.0 Bottom set  
Hake Merluccius australis ( Gadidae)  
South Zone, Chile

Plano para un cuerpo de 10 que forman el arte de pesca completo (Tira) de enmalle

RED DE ENMALLE ( GNS)

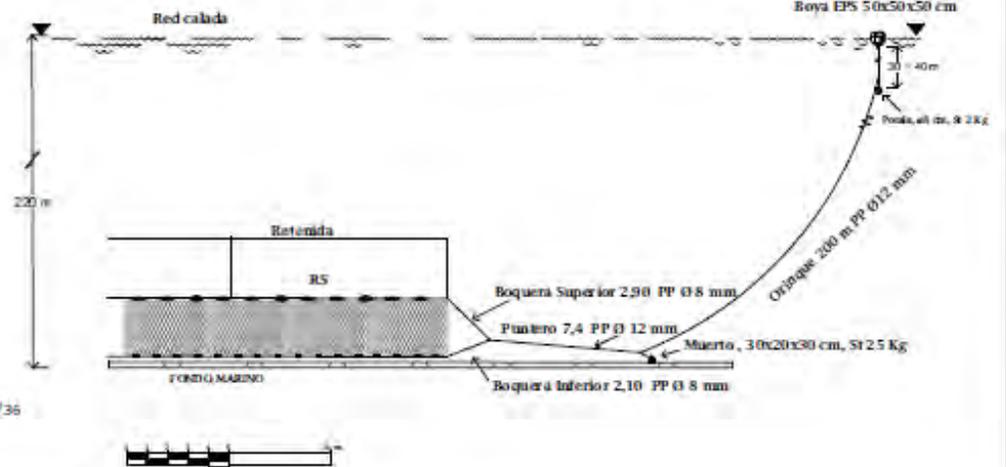
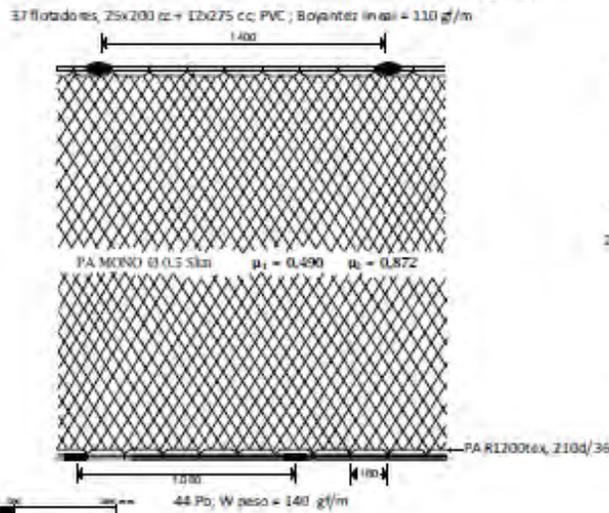
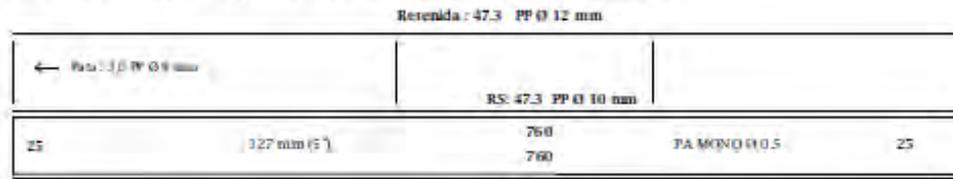
De fondo, caída  
Merluza del Sur, gádido  
Dalcahue, Chile, Chile

REFERENCIA

GUIDO ULLOA  
Dalcahue, Chile  
CODIGO: D760x49  
PLANO: PRE05

LANCHA ARTESANAL

Nombre: YANIRA FABIOLA  
Loa 11,8 m  
TB 14.5  
Cv 140 hp



PROYECTO FIPA 2020-21  
EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA OPERACIONAL Y DEL EFECTO  
SELECTIVO DEL USO DE REDES DE ENMALLE EN LA PESQUERÍA  
DE MERLUZAS AUSTRAL  
OBJETIVO N°1: PLANOS REDES DE ENMALLE



EJECUTOR: JUAN F. GUTIÉRREZ P. EIRL - CEPAS - CENTRO DE  
ESTUDIOS PESQUEROS Y ACUICULTURA SOSTENIBLE  
COEJECUTOR: UNIVERSIDAD ARTURO PRAT  
PATROCINA: S.T.J. PESCADORES ARTESANALES N°2 DE DALCAHUE



DIBUJO TÉCNICO: PEDRO BRUNETTI B., ING. PESQUERO  
OBJETO: PLANO RED DE PESCA DE ENMALLE  
NORMA TEC.: CAT.FAO 222-ESSCFG/ FAO FISHERMAN'S WORKBOOK/ CAT.FAO 180ABSAF 9985 #09  
GRAFISOFT: ArchiCAD 19 FECHA MUESTREO: 03 DIC. 2020

## 7.0.0 GILLNET

### 7.1.0 Bottom set

Heke Merluccius australis ( Gadidae)  
South Zone, Chile

Plano para un cuerpo de 10 que forman el arte de pesca completo (Tira) de enmalle

## RED DE ENMALLE ( GNS)

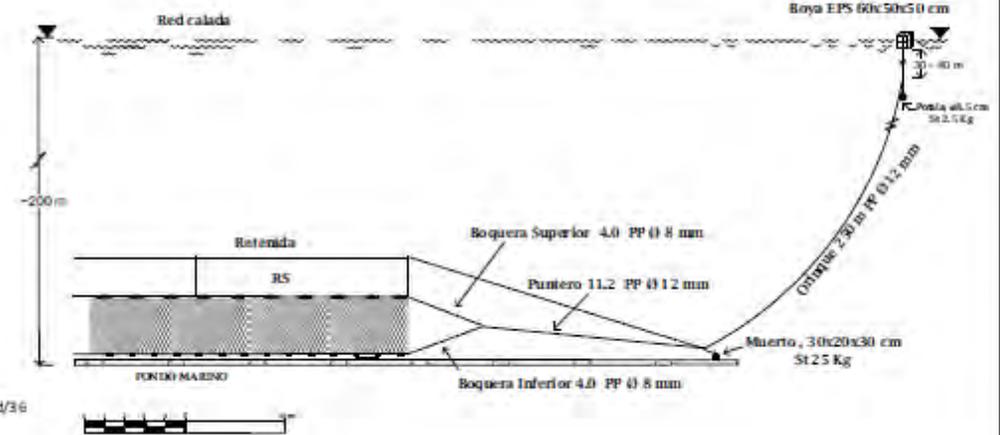
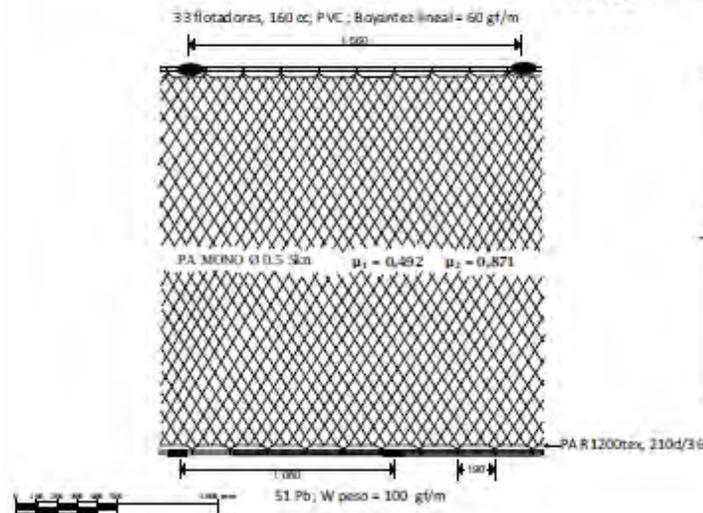
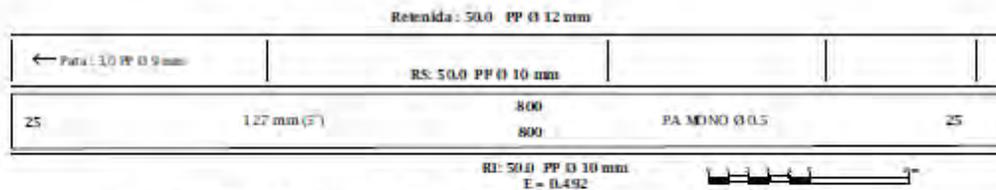
De fondo, calada  
Merluza del Sur, gádido  
Dalcahue, Chiloé, Chile

## REFERENCIA

MANUEL CORREA  
Dalcahue, Chile  
CODIGO: D-800x49  
PLANO PRE08

## LANCHA ARTESANAL

Nombre: EMILIO JOSE  
Loa 11,95 m  
TB 15  
Cv 145 hp



PROYECTO FIPA 2020-21  
EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA OPERACIONAL Y DEL EFECTO  
SELECTIVO DEL USO DE REDES DE ENMALLE EN LA PESQUERÍA  
DEMERSAL AUSTRAL  
OBJETIVO N°1: PLANOS REDES DE ENMALLE



EJECUTOR: JUAN F. GUTIÉRREZ P. E.I.R.L. - CEPAS : CENTRO DE  
ESTUDIOS PESQUEROS Y ACUICULTURA SOSTENIBLE  
COEJECUTOR: UNIVERSIDAD ARTURO PRAT  
PATROCINA: S.T.I PESCADORES ARTESANALES N°2 DE DALCAHUE



DIBUJO TÉCNICO: PEDRO BRUNETTI B., ING. PESQUERO  
OBJETO: PLANO RED DE PESCA DE ENMALLE  
NORMA. TEC.: CAT. FAO 222-ES/CFG/ FAO FISHERMAN'S WORKBOOK/ CALEFAO CICARREAF 9005 (A)/0  
GRAFISOFT: ArchiCAD-19 FECHA MUESTREO: 04 DIC. 2020

## 7.0.0 GILLNET

### 7.1.0 Bottom set

Hake *Merluccius australis* ( Gádidae)  
South Zone, Chile

Plano para un cuerpo de 10 que forman el arte de pesca completo (Tira) de enmalle

## RED DE ENMALLE ( GNS)

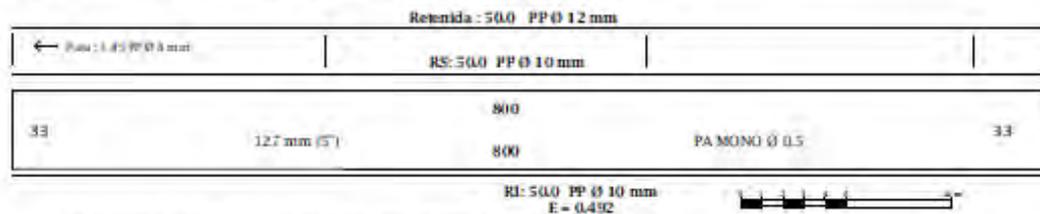
De fondo, calada  
Merluza del Sur, gádido  
Dalcahue, Chiloé, Chile

## REFERENCIA

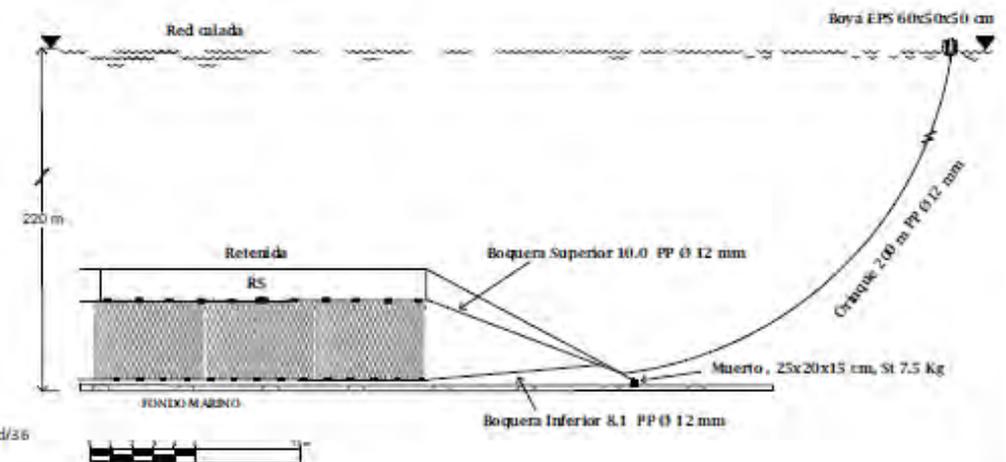
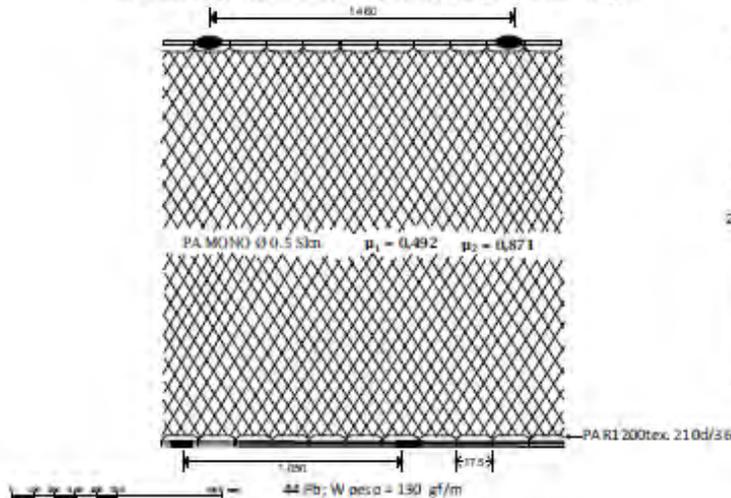
LUIS MUÑOZ  
Dalcahue, Chile  
CODIGO: D800x49  
PLANO: PRE07

## LANCHA ARTESANAL

Nombre: VANESSA IV  
Loa 11.70 m  
TB 14.25  
Cv 180 hp



35 flotadores, 1 7x160cc+12x200cc+6x275cc; PVC; Boyantez lineal = 80 gf/m



PROYECTO FIPA 2020-21  
EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA OPERACIONAL Y DEL EFECTO  
SELECTIVO DEL USO DE REDES DE ENMALLE EN LA PESQUERÍA  
DEMERSAL AUSTRAL  
OBJETIVO N°1: PLANOS REDES DE ENMALLE



EJECUTOR: JUAN F. GUTIÉRREZ P. EIRL - CEPAS - CENTRO DE  
ESTUDIOS PESQUEROS Y ACUICULTURA SOSTENIBLE  
COEJECUTOR: UNIVERSIDAD ARTURO PRAT  
PATROCINA: 573 PESCADORES ARTESANALES N°2 DE DALCAHUE



DIBUJO TÉCNICO: PEDRO BRUNETTI R., ING. PESQUERO  
OBJETO: PLANO RED DE PESCA DE ENMALLE  
NORMA TEC.: CAT.FAO 222-SS/CFG/ FAO FISHERMAN'S WORKBOOK/ CAT.FAO 0249/SS/AF/SS/08/01/1  
GRAFISOFT: ArchiCAD-19      FECHA MUESTREO: 04 DIC. 2020

## 7.0.0 GILLNET

7.1.0 Bottom set  
Hake *Merluccius australis* (Gadidae)  
South Zone, Chile

## RED DE ENMALLE ( GNS)

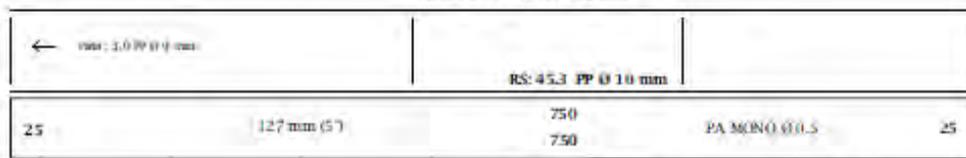
De fondo, calada  
Merluza del Sur, gádido  
Dalcahue, Chiloé, Chile

## REFERENCIA

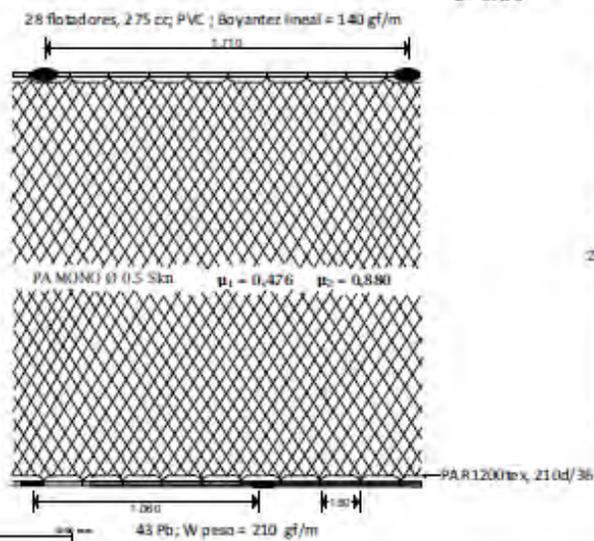
JUAN OYARZUN  
Dalcahue, Chile  
CODIGO: D750x48  
PLANO: PRE08

Plano para un cuerpo de 10 que forman el arte de pesca completo (Tira) de enmalle

Retenida : 45.3 PP Ø 12 mm



RS: 45.3 PP Ø 10 mm  
E = 0.476



43 Pb; W peso = 210 gf/m

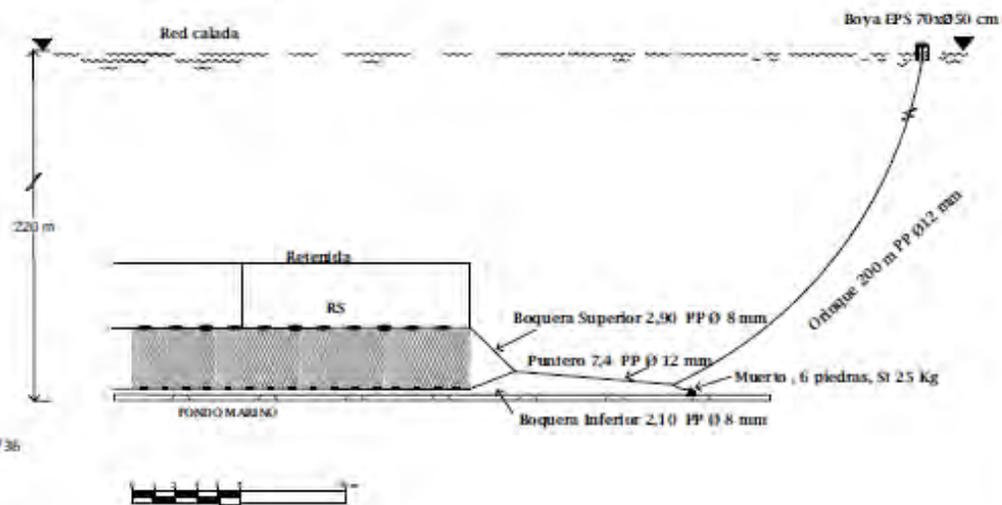
## LANCHA ARTESANAL

Nombre: MAR LINDA

Loa 11.36 m

TB 13.4

Cv 180 hp



PROYECTO FIPA 2020-21  
EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA OPERACIONAL Y DEL EFECTO  
SELECTIVO DEL USO DE REDES DE ENMALLE EN LA PESQUERÍA  
DEMERSAL AUSTRAL  
OBJETIVO N°1: PLANOS REDES DE ENMALLE



EJECUTOR: JUAN F. GUTIÉRREZ P. EIRL - CEPAS - CENTRO DE  
ESTUDIOS PESQUEROS Y ACUICULTURA SOSTENIBLE  
CORRECTOR: UNIVERSIDAD ARTURO PRAT  
PATROCINA: S.T.I PESCADORES ARTESANALES N°2 DE DALGARDE



DIBUJO TÉCNICO: PEDRO BRUNETTI R., ING.PESQUERO  
OBJETO: PLANO RED DE PESCA DE ENMALLE  
NORMA TEC.: CAT.FAO 222-ESSCFG / FAO FISHERMAN'S WORKBOOK / CAT.FAO 1046-01-00-0000-001  
GRAB.SOFT.: AUTOCAD 19      FECHA MUESTREO: 17 ABR. 2021

7.0.0 GILLNET

7.1.0 Bottom set

Hake Merluccius australis ( Gadidae)  
South Zone, Chile

Plano para un cuerpo de 10 que forman el arte de pesca completo (Tira) de enmalle

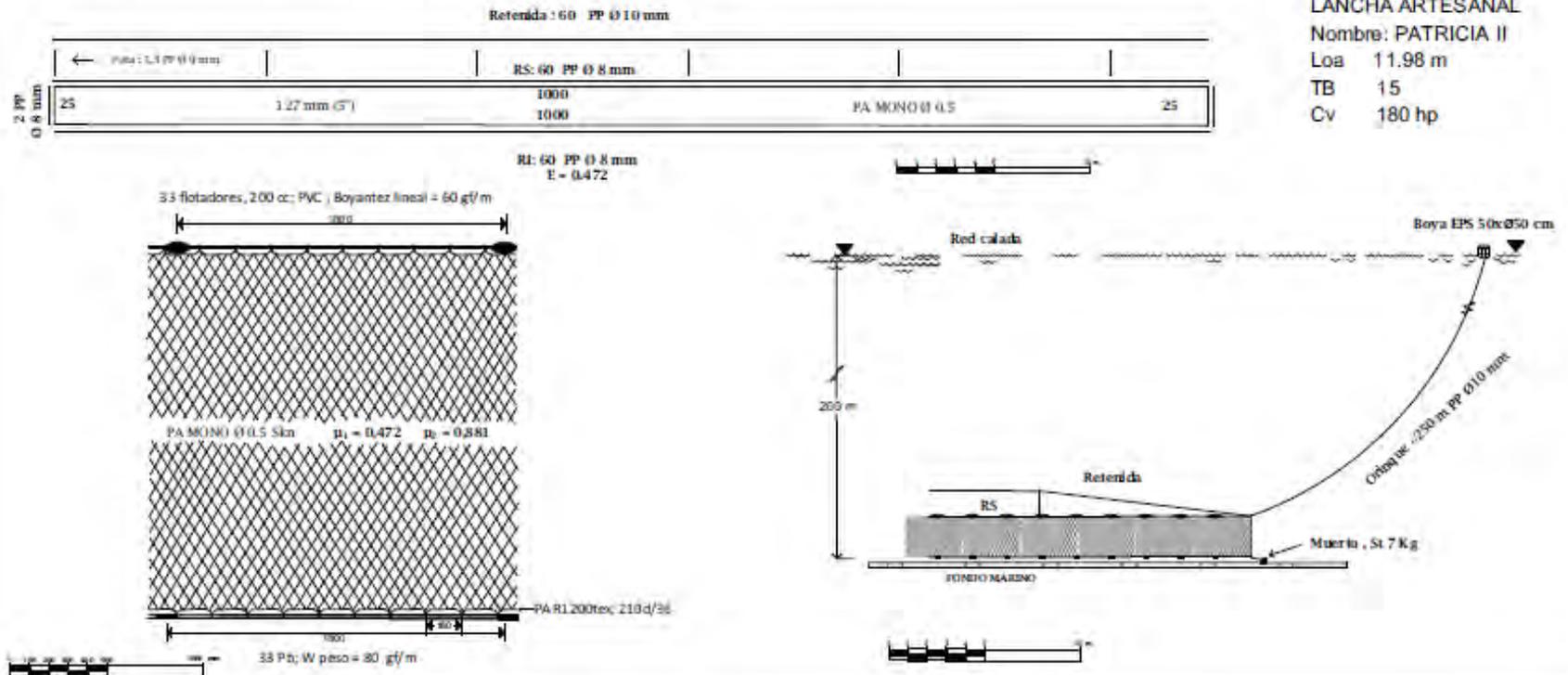
RED DE ENMALLE ( GNS)

De fondo, caída  
Merluza del Sur, gádido  
Dalcahue, Chiloé, Chile

REFERENCIA  
EFRAIN LLAUQUEN  
Castro, Chile  
CODIGO: C1000x47  
PLANO:PRE-09

LANCHA ARTESANAL

Nombre: PATRICIA II  
Loa 11.98 m  
TB 15  
Cv 180 hp



PROYECTO FIPA 2020-21  
EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA OPERACIONAL Y DEL EFECTO  
SELECTIVO DEL USO DE REDES DE ENMALLE EN LA PESQUERÍA  
DEMERSAL AUSTRAL  
OBJETIVO N°1: PLANOS REDES DE ENMALLE



EJECUTOR: JUAN F. GUTIÉRREZ P. EIRL - CEPAS - CENTRO DE  
ESTUDIOS PESQUEROS Y ACUICULTURA SOSTENIBLE  
COEJECUTOR: UNIVERSIDAD ARTURO PRAT  
PATROCINA: S.T.I. PESCADORES ARTESANALES N°2 DE DALCAHUE



DRUJO TÉCNICO: PEDRO BRUNETTI B., ING. PESQUERO  
OBJETO: PLANO RED DE PESCA DE ENMALLE  
NORMA TEC.: CAT.FAO 222 (SUCFG) / FAO FISHERMAN'S WORKBOOK / CAT.FAO (CICARICAF) 4883 (M/II)  
GRAFISOFT: ArchiCAD 19      FECHA MUESTREO: 27 ABR. 2021

### 7.0.0 GILLNET

#### 7.1.0 Bottom set

Hake *Merluccius australis* (Gadidae)  
South Zone, Chile

Plano para un cuerpo de 10 que forman el arte de pesca completo (Tira) de enmalle

### RED DE ENMALLE ( GNS)

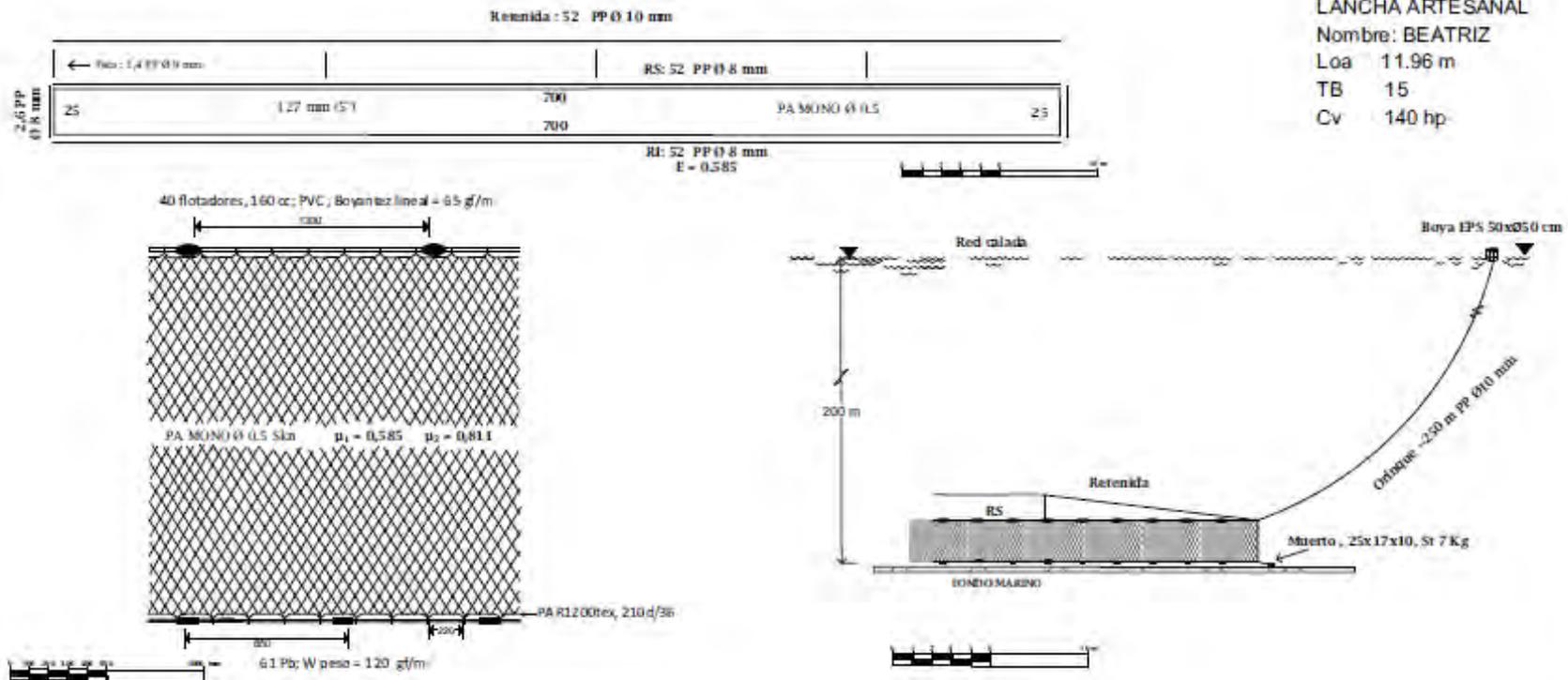
De fondo, calada  
Merluza del Sur, gádido  
Dalcahue, Chiloé, Chile

### REFERENCIA

ERNESTO GÓMEZ  
Castro, Chile  
CODIGO: C700x58  
PLANO:PRE-10

### LANCHA ARTESANAL

Nombre: BEATRIZ  
Loa 11.96 m  
TB 15  
Cv 140 hp



PROYECTO FIPA 2020-21  
EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA OPERACIONAL Y DEL EFECTO  
SELECTIVO DEL USO DE REDES DE ENMALLE EN LA PESQUERÍA  
DEMERSAL AUSTRAL  
OBJETIVO N°1: PLANOS REDES DE ENMALLE



EJECUTOR: JUAN F. GUTIÉRREZ P. EIRL – CEPAS – CENTRO DE  
ESTUDIOS PESQUEROS Y ACUICULTURA SOSTENIBLE  
COEJECUTOR: UNIVERSIDAD ARTURO PRAT  
PATROCIÑA: S.T.I. PESCADORES ARTESANALES N°2 DE DALCAHUE



DIBUJO TÉCNICO: PEDRO BRUNETTI B., ING. PESQUERO  
OBJETO: PLANO RED DE PESCA DE ENMALLE  
NORMA TÉCNICA: CAT.FAO 222-ES/CFG/ FAO FISHERMAN'S WORKBOOK/ CAT.FAO ORGANIZACION MUNDIAL DE LA FAO  
GRAFISOFT: ARCHICAD 19 FECHA MUESTREO: 27 ABR. 2021

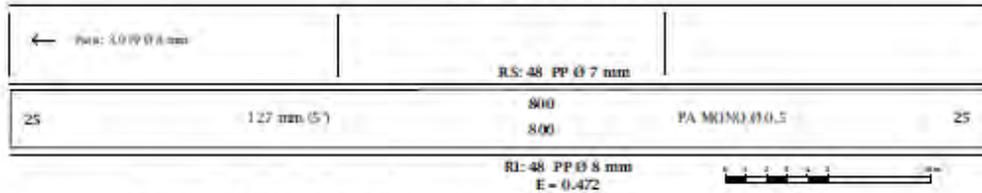
### 7.0.0 GILLNET

#### 7.1.0 Bottom set

Hake *Merluccius australis* (Gadidae)  
South Zone, Chile

Plano para un cuerpo de 10 que forman el arte de pesca completo (Tira) de enmalle

Retenida: 48 PP Ø 10 mm



### RED DE ENMALLE ( GNS)

De fondo, calada  
Merluza del Sur, gádido  
Dalcahue, Chiloé, Chile

### REFERENCIA

PABLO MANZANI  
Dalcahue, Chile  
CODIGO: D800x47  
PLANO: PRE11

### LANCHA ARTESANAL

Nombre: MAR LINDA

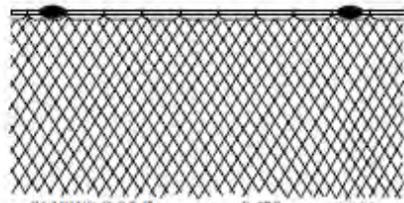
Loa 11.5 m

TB 13.8

Cv 120 hp

33 flotadores, 160 cc; PVC; Boyantex lineal = 60 gf/m

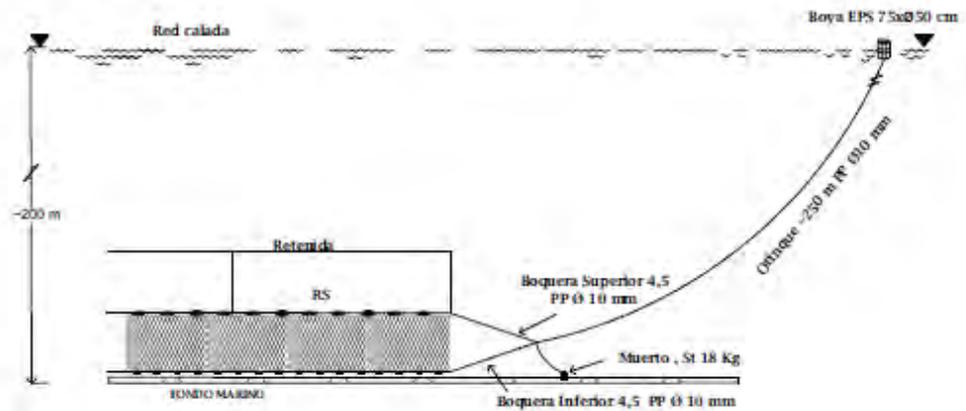
1.400



PA R1200 tex, 210d/36

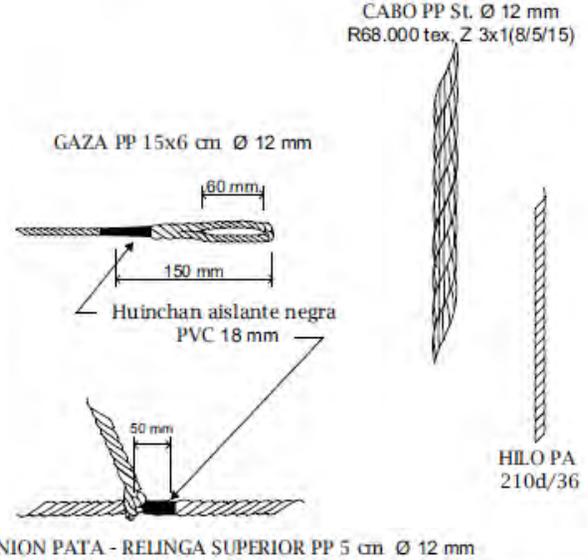
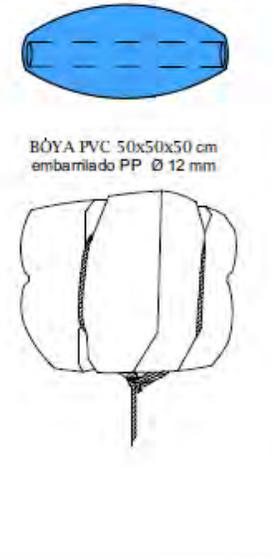


43 Pb; W peso = 90 gf/m

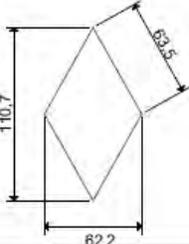
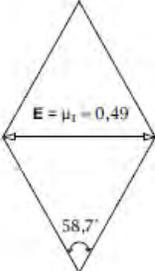
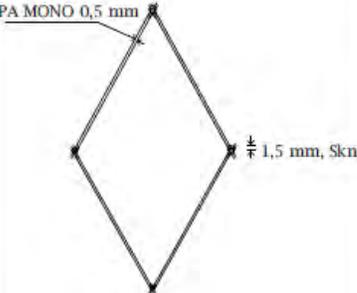
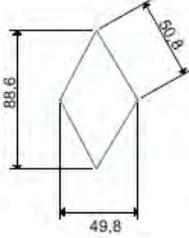
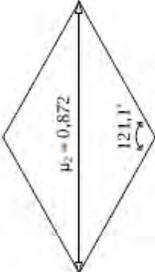
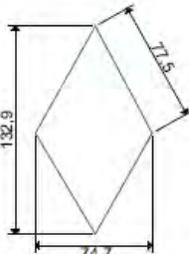


Componentes de dibujo técnico utilizados en la confección de los planos técnicos

<p>PROYECTO FIPA 2020-21 EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA OPERACIONAL Y DEL EFECTO SELEKTIVO DEL USO DE REDES DE ENMALLE EN LA PESQUERA GENERAL AUSTRAL OBJETIVO N° 1: PLANOS REDES DE ENMALLE</p>		<p>EJECUTOR: JUAN F. GUTIÉRREZ P. EIRL - CEPAS, CENTRO DE ESTUDIOS PESQUEROS Y ACUICULTURA SOSTENIBLE COEJECUTOR: UNIVERSIDAD ARTURO PRAT PATROCINA: S.T.J PESCADORES ARTESANALES N2 DE DALCAHUE</p>		<p>DIBUJO TÉCNICO: PEDRO BRUNETTI E., ING. PESQUERO OBJETO: DETALLE DE FLOTADORE, PESO, CABO, HILO, BOYA, MUERTO Y GAZAS, PESO, CABO, HILO, BOYA, MUERTO Y GAZAS, RED DE PESCA DE ENMALLE NORMA TECH: CAT.FAO 222/25/26/ FAO FISHERMANS WORKBOOK / CAT.FAO C/CA/ / ICAF SERIES 84/31 GRAFISOFT: ARCAD 19</p>
---	---	--	---	--

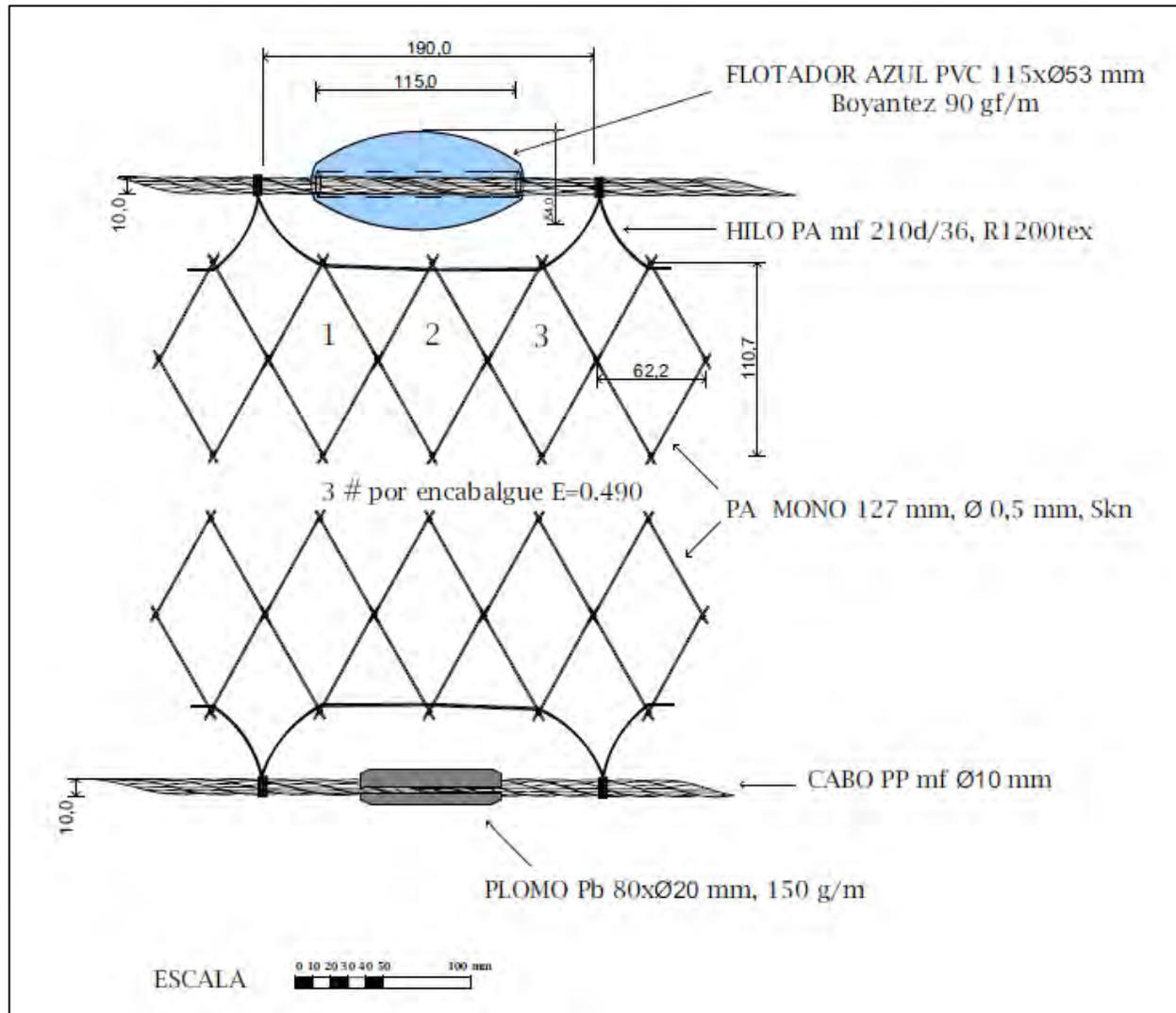
7.0.0 GILLNET	RED DE ENMALLE ( GNS)	REFERENCIA
<p>Float, sinker, rope, twine, buoy, ballast and splice set Hake Merluccius australis ( Gadidae) South Zone, Chile</p>	<p>Flotador, peso, cabo, hilo, boya, muerto y gazas Mezusa del Sur, gádido Dalcagua, Chiloé, Chile</p>	<p>Muestreo in situ Dalcagua, Chile</p>
<p>CABO PP St. Ø 12 mm R68.000 tex., Z 3x1(8/5/15)</p> <p>GAZA PP 15x6 cm Ø 12 mm</p> <p>Huinchan aislante negra PVC 18 mm</p> <p>UNION PATA - RELINGA SUPERIOR PP 5 cm Ø 12 mm</p> 	<p>FLOTADOR PVC azul, 115xØ53 mm</p> <p>BOYA PVC 50x50x50 cm embarrilado PP Ø 12 mm</p> <p>HILO PA 210d/36</p> 	<p>PLOMO Pb 150g 80xØ20 mm</p> <p>MUERTO He 16 Kg, 20x15x15 cm</p> <p>MUERTO St 19 Kg, 34x28x22 cm embarrilado en tela PA rachel 1/2"</p> 

Aberturas de malla por tamaño de malla utilizados, dado el embande promedio

TAMAÑO DE MALLA ENTRE NUDOS	DIMENSIONES	COEFICIENTES DE EMBANDE Y ABERTURA DE MALLA	ESPEORES DE MALLA Y NUDO
127 mm 5 pulgadas COD.130			
102 mm 4 pulgadas COD.100			
152 mm 6 pulgadas COD.150			



Detalle de materiales y encabalgue superior e inferior utilizados



## **4.2 Objetivo específico N° 2 : Evaluar el efecto selectivo a la especie en la captura dirigida a los principales recursos**

Los experimentos de campo con las redes experimentales y los muestreos sobre las redes control que se realizaron a bordo de las embarcaciones participantes en fechas y zonas de pesca, son las mismas consideradas para desarrollar los objetivos 3 y 4 más adelante detallados y la descripción en adelante al respecto, forman también parte integral de los resultados de esos objetivos.

### **4.2.1 Bitácoras de muestreo**

Se realizaron en total 12 campañas, que comprendieron la evaluación de 54 lances de pesca válidamente ejecutados con las distintas redes. En todas ellas se realizaron experimentos de selectividad con la red experimental (PRE12) y se evaluaron 21 lances en redes control.

En la campaña de diciembre de 2020, iniciado el proyecto, se utilizaron solo las redes experimentales para las pruebas de funcionamiento y puesta a punto; al igual que al final, en diciembre 2021 donde se utilizaron solo las dos redes experimentales en las únicas pruebas que fue posible realizar en el mar exterior.

Como es usual, todas las naves portaron sus tres redes de pesca por viaje, pero una de ellas era reemplazada por una de las redes experimentales, salvo el zarpe del 10 de noviembre de 2021 donde una de las naves en campaña porto sus tres redes (PRE02) más la experimental (Tabla 47).

Tabla 47. Información de bitácoras de cada campaña de pesca

FECHA ZARPE	CODIGO BITACORA	NOMBRE NAVE	NOMBRE MUESTREADOR	PUERTO ZARPE	PUERTO RECALADA O DESEMBARQUE MUESTREADOR	N° LANCES	REDES A BORDO
21-12-2020	211220,4	GUERRERO ARCOIRIS (GA)	OSCAR ROJAS	MUELLE FLOTANTE DALCAHUE	MUELLE FLOTANTE DALCAHUE	2	PRE12
21-12-2020	211220,3	YANIRA FABIOLA (YF)	RICARDO RIQUELME	MUELLE FLOTANTE DALCAHUE	MUELLE FLOTANTE DALCAHUE	3	PRE12 PRE05 PRE05
01-05-2021	10521,5	EMILIO JOSE (EM)	SEBASTIAN AVENDAÑO	MUELLE FLOTANTE DALCAHUE	MUELLE ARTESANAL TENAUN	5	PRE12 PRE06 PRE06
01-05-2021	10521,4	BEATRIZ (BE)	OSCAR ROJAS	MUELLE CASTRO	MUELLE CASTRO	6	PRE12 PRE10 PRE10
21-05-2021	210521,5	PATRICIA II (PA)	SEBASTIAN AVENDAÑO	MUELLE RILAN	MUELLE RILAN	6	PRE12 PRE09 PRE09
12-09-2021	120921,5	PATRICIA II	SEBASTIAN AVENDAÑO	MUELLE RILAN	MUELLE ARTESANAL TENAUN	6	PRE12 PRE09 PRE09
12-09-2021	120921,3	CRISTAL(CR)	RICARDO RIQUELME	MUELLE FLOTANTE DALCAHUE	MUELLE ARTESANAL TENAUN	1	PRE12 PRE11 PRE11
27-10-2021	271021,3	BARLOVENTO (BA)	RICARDO RIQUELME	MUELLE ARTESANAL TENAUN	MUELLE ARTESANAL TENAUN	9	PRE12 PRE04 PRE04
31-10-2021	311021,6	ALTAMAR II (AL)	ERNESTO BRIONES	MUELLE FLOTANTE DALCAHUE	MUELLE FLOTANTE DALCAHUE	2	PRE12 PRE02
10-11-2021	111121,7	ALTAMAR II	PEDRO BRUNETTI	MUELLE FLOTANTE DALCAHUE	MUELLE ARTESANAL TENAUN	6	PRE12 PRE02 PRE02 PRE02
10-11-2021	101121,5	BARLOVENTO	SEBASTIAN AVENDAÑO	MUELLE ARTESANAL TENAUN	MUELLE ARTESANAL TENAUN	6	PRE12 PRE04 PRE04
05-12-2022	51221,8	RIO LOA	JUAN GUTIERREZ	PLAYA PUÑIHUIL	PLAYA PUÑIHUIL	2	PRE12 PRE12
						54	

De esta forma se pudieron cubrir gran parte de las cuatro estaciones anuales, como se representa en Tabla 48.

Tabla 48. Estaciones anuales cubiertas por las campañas de muestreo en aguas interiores

ESTACIONES / FECHAS	21-12-2020	21-12-2020	01-05-2021	21-05-2021	12-09-2021	27-10-2021	31-10-2021	10-11-2021
VERANO								
OTOÑO								
INVIERNO								
PRIMAVERA								

#### 4.2.2 Zonas y posiciones de lances con muestreo realizados

Las zonas de pesca cubiertas por el proyecto son las identificadas en Figura 33 como zonas 1 y 2. La zona 3 no se pudo muestrear ya que el único armador que inicialmente señaló dicha área como de interés y que conocía los caladeros, desistió posteriormente de participar en el proyecto.

Las áreas de pesca fueron seleccionadas por los patrones de cada nave en consideración a su experiencia para obtener la mayor probabilidad de éxito de pesca dada la estación anual, las condiciones de marea y los pronósticos meteorológicos. En la leyenda del mapa cada lance está codificado con la sigla del nombre de la nave y el código de Bitácora

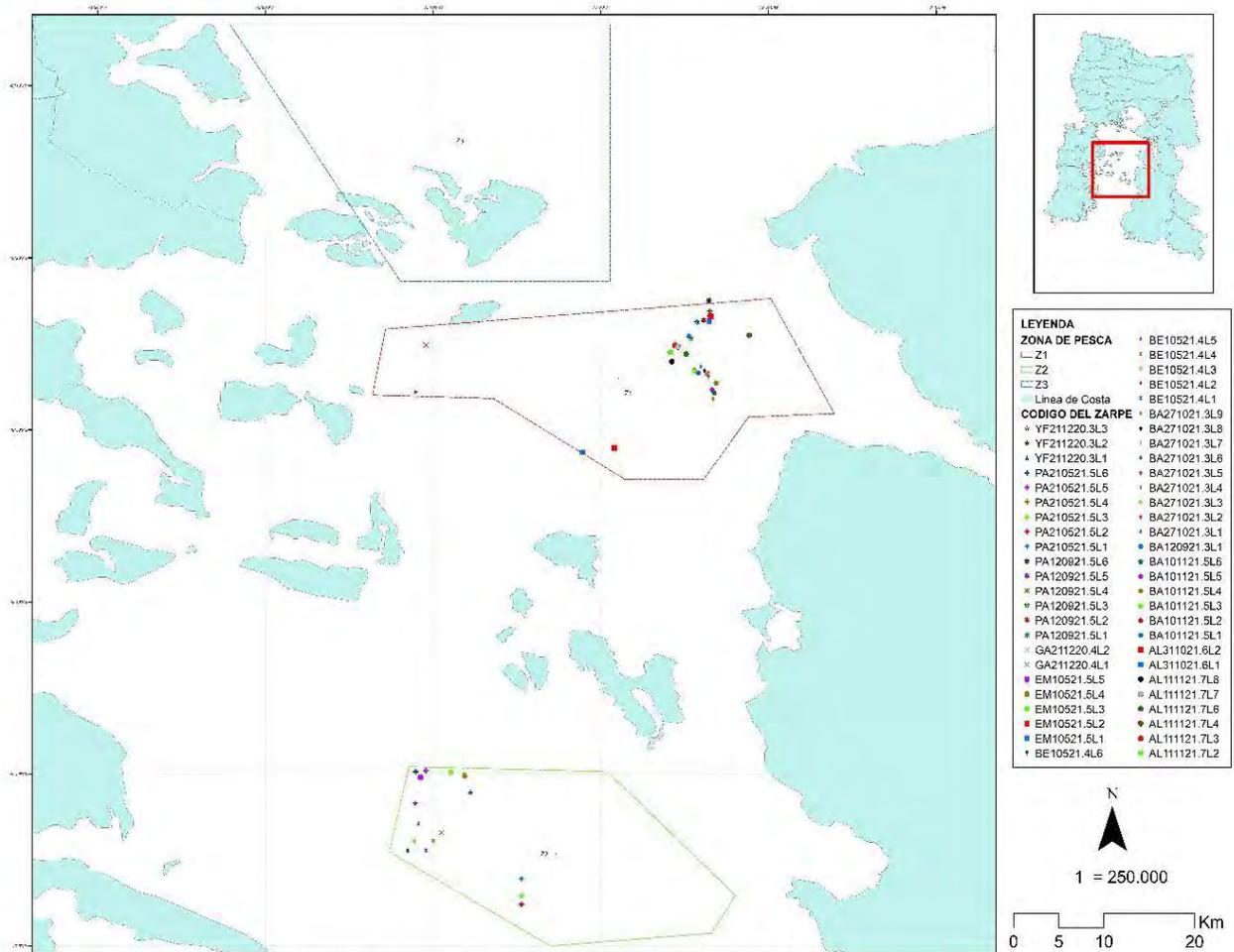


Figura 33. Ubicación de lances muestreados

### 4.2.3 Identificación de los lances de pesca

En Tabla 49 se detallan cronológicamente los días, posición, profundidad, fuerza del viento y horarios de cada lance realizado, con los estimadores de horas de reposo y tiempo de virado.

Tabla 49. Lances ejecutados y muestreados

N°	BITACORA	FECHA LANCE	LATITUD	LONGITUD	N° LANCE	PROF. (m)	ESCALA BEAUFORT	HORA INICIO CALADO	HORA INICIO VIRADO	HORA TERM. VIRADO	HORAS DE REPOSO	TIEMPO DE VIRADO
1	211220,4	22-12-2020	42°53'25.04"	73° 9'30.24"	1	150	1	729	1350	1429	6,4	0,7
2	211220,3	22-12-2020	42°51'5.11"	73° 7'45.49"	1	174	2	727	1337	1501	6,2	1,4
3	211220,3	22-12-2020	42°27'46.93"	73°11'2.35"	2	199	2	752	1317	1339	5,4	0,4
4	211220,4	23-12-2020	42°25'4.22"	73°10'24.75"	2	200	1	610	1250	1335	6,7	0,8
5	211220,3	23-12-2020	42°51'42.43"	73°11'2.89"	3	166	1	751	1531	1641	7,7	1,2
6	10521,5	02-05-2021	42°31'18.0"	73°01'04.67"	1	200	1		1350	1420		0,5
7	10521,5	02-05-2021	42°31'3.29"	72°59'11.35"	2	200	1		1450	1525		0,6
8	10521,4	02-05-2021	42°52'57.30"	73°10'52.15"	1	202			1135	1218		0,7
9	10521,4	02-05-2021	42°53'55.64"	73° 9'59.04"	2	200			1320	1410		0,8
10	10521,4	02-05-2021	42°53'56.21"	73°11'6.26"	3	200			1450	1545		0,9
11	10521,5	03-05-2021	42°49'54.03"	73° 8'56.18"	3	200	1		1130	1205		0,6
12	10521,5	03-05-2021	42°50'4.79"	73° 8'6.32"	4	200	1		1300	1345		0,8
13	10521,5	03-05-2021	42°50'10.87"	73°10'45.40"	5	200	1		1450	1535		0,8
14	10521,4	03-05-2021	42°53'55.64"	73° 9'59.04"	4	202			1140	1225		0,8
15	10521,4	03-05-2021	42°54'30.34"	73°10'25.0"	5	208			1310	1355		0,8
16	10521,4	03-05-2021	42°54'31.04"	73°11'30.50"	6	208			1440	1530		0,8
17	210521,5	22-05-2021	42°56'5.58"	73° 4'44.65"	1	190	1	900	1315	1335	4,3	0,3
18	210521,5	22-05-2021	42°57'35.8"	73° 4'44.05"	2	190	1	910	1350	1420	4,7	0,5
19	210521,5	22-05-2021	42°57'05.5"	73° 4'44.04"	3	190	1	915	1430	1450	5,3	0,3
20	210521,5	23-05-2021	42°49'48.09"	73°10'24.34"	4	200	5	830	1230	1300	4,0	0,5
21	210521,5	23-05-2021	42°49'48.0"	73°10'26.6"	5	200	5	840	1340	1400	5,0	0,3
22	210521,5	23-05-2021	42°49'53.5"	73°11'2.6"	6	200	5	850	1410	1420	5,3	0,2
23	120921,5	13-09-2021	42°23'44"	72°54'16"	1	290	1	814	1405	1444	5,9	0,7
24	120921,5	13-09-2021	42°23'38"	72°53'52"	2	291	1	825	1737	1817	9,2	0,7
25	120921,5	13-09-2021	42°24'41"	72°54'39"	3	282	1	855	1557	1630	7,0	0,6
26	120921,3	13-09-2021	42° 24' 33,36"	72° 54' 43,92"	1	285	1	926	1759	1831	8,6	0,5
27	120921,5	14-09-2021	42°23'07"	72°53'30"	4	291	4		935	1039		1,1
28	120921,5	14-09-2021	42°23'21"	72°53'30"	5	284	4		1100	1200		1,0
29	120921,5	14-09-2021	42°22'29"	72°53'33"	6	290	4		1206	1315		1,2
30	271021,3	28-10-2021	42° 26' 19,20"	72° 54' 02,46'	1	352	1	720	1131	1150	4,2	0,3
31	271021,3	28-10-2021	42° 26' 43,92"	72° 53' 42,96'	2	350	1	731	1347	1407	6,3	0,3
32	271021,3	28-10-2021	42° 27' 18,48"	72° 53' 03,30"	3	297	1	755	1443	1512	6,8	0,5
33	271021,3	29-10-2021	42° 28' 12,18"	72° 53' 18,54'	4	350	3	1742	1112	1155	17,5	0,7
34	271021,3	29-10-2021	42° 26' 41,04"	72° 53' 45,66'	5	346	3	1616	1243	1301	20,5	0,3
35	271021,3	29-10-2021	42° 26' 52,26"	72° 53' 34,68'	6	343	3	1830	1335	1425	19,1	0,8
36	271021,3	30-10-2021	42° 26' 38,70"	72° 53' 45,90'	7	300	3	1601	1346	1402	21,8	0,3
37	271021,3	30-10-2021	42° 26' 33,60"	72° 53' 49,20'	8	340	3	1629	1433	1502	22,1	0,5
38	271021,3	30-10-2021	42° 26' 40,32"	72° 53' 35,04'	9	345	3	1705	1536	1551	22,5	0,3
39	311021,6	01-11-2021	42°23'40"	72°53'32"	1	270			1125	1155		0,5
40	311021,6	01-11-2021	42°23'25"	72°53'27"	2	270			1507	1526		0,3
41	111121,7	11-11-2021	42°25'30"	72°55'50"	2	290	3	2312	1736	1835	18,4	1,0
42	111121,7	11-11-2021	42°25'05"	72°55'34"	3	280	3	2317	1600	1635	16,7	0,6
43	111121,7	11-11-2021	42°24'30"	72°51'10"	4	290	3	2357	1422	1445	14,4	0,4
44	101121,5	11-11-2021	42°26'40"	72°54'11"	1	390	4	725	1251	1355	5,4	1,1
45	101121,5	11-11-2021	42°26'31"	72°54'25"	2	400	4	657	1410	1530	7,2	1,3
46	101121,5	11-11-2021	42°26'34"	72°54'26"	3	388	4	706	1620	1720	9,2	1,0
47	111121,7	12-11-2021	42°25'36"	72°54'55"	6	280	1	2056	1320	1353	16,4	0,6
48	111121,7	12-11-2021	42°25'11"	72°55'24"	7	300	1	2101	1830	1915	21,5	0,8
49	111121,7	12-11-2021	42°26'02"	72°55'46"	8	300	1	2106	1611	1636	19,1	0,4
50	101121,5	12-11-2021	42°27'15"	72°53'07"	4	270	2	710	1340	1441	6,5	1,0
51	101121,5	12-11-2021	42°27'39"	72°53'21"	5	303	2	725	1450	1544	7,4	0,9
52	101121,5	12-11-2021	42°27'50"	72°53'14"	6	300	2	735	1548	1632	8,2	0,7
53	51221,8	05-12-2021	41°50'43,69"	74°22'18,04"	1	180	3	800	600	620	22,0	0,3
54	51221,8	05-12-2021	41°50'42,93"	74°19'28,88"	2	140	3	1000	1020	1040	24,3	0,3

Los estadísticos descriptivos de las variables principales de los lances ejecutados se presentan en Tabla 50.

Tabla 50. Estadísticos de las variables principales de los lances de pesca evaluados

ESTADISTICO	PROFUNDIDAD (m)	ESCALA BEAUFORT	HORAS DE REPOSO	TIEMPO DE VIRADO (Hr)
Media	258,6	2,2	11,3	0,7
Error típico	9,2	0,2	1,1	0,0
Mediana	275,0	2,0	7,5	0,6
Moda	200,0	1,0	#N/A	0,8
Desviación estándar	67,7	1,3	6,8	0,3
Varianza de la muestra	4.576,8	1,8	46,9	0,1
Curtosis	-1,0	-0,9	-1,3	-0,3
Coficiente de asimetría	0,2	0,6	0,7	0,6
Rango	260	4	20,3	1,2
Mínimo	140	1	4,0	0,2
Máximo	400	5	24,3	1,4
Suma	13.966	103	428,9	35,3
Cuenta	54	46	38	54
Nivel de confianza (95,0%)	18,5	0,4	2,3	0,1

#### 4.2.4 Registros de muestreo a la especie en aguas interiores

##### Redes control

Se obtuvo un total de 1.750 registros de especies capturadas con las redes control en las diferentes campañas realizadas en aguas interiores. De estas la más frecuente en número es la Merluza del sur con un 66,5% en total y con mayor presencia en otoño e invierno superando el 75% del total de especies retenidas por la red de enmalle, siendo de menor concurrencia en verano con un 25% (Tabla 51). El Congrio dorado, como especie importante en la PDA, concurre con un 3% en número, con presencia en otoño y primavera, siendo el Tollo sp. de las especies con mayor importancia en la fauna acompañante con un 12,3% del total anual, pero concentrado en primavera principalmente, seguido del Pejegallo con un 4,3% de las frecuencias observadas en el período.

Tabla 51. Capturas en número por especie de pesca de enmalle artesanal con merluza del sur como fauna objetivo

ESPECIE / BITACORA	211220,3	10521,5	10521,4	210521,5	120921,5	271021,3	311021,6	101121,5	111121,7	Total general	TOTAL	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA
MERLUZA DEL SUR	4	96	100	51	137	206	44	24	501	1.163	66,5%	25,0%	75,1%	87,8%	62,0%
TOLLO SP.						7		4	204	215	12,3%	0,0%	0,0%	0,0%	17,2%
PEJEGALLO						19			57	76	4,3%	0,0%	0,0%	0,0%	6,1%
CHANCHARRO	1	23			3	12	3	20	1	63	3,6%	6,3%	7,0%	1,9%	2,9%
CONGRIO DORADO		7	7	3		7			29	53	3,0%	0,0%	5,2%	0,0%	2,9%
CABRILLA			9						37	46	2,6%	0,0%	2,7%	0,0%	3,0%
PEJERRATA	2	3		2	5		11		1	24	1,4%	12,5%	1,5%	3,2%	1,0%
PINTA ROJA	6	14			4					24	1,4%	37,5%	4,3%	2,6%	0,0%
BROTULA		6		3		2			10	21	1,2%	0,0%	2,7%	0,0%	1,0%
MERLUZA DE COLA							10		4	14	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	1,1%
TOLLO NEGRO	2	3		1	6					12	0,7%	12,5%	1,2%	3,8%	0,0%
TOLLO DE CACHOS							10			10	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,8%
COJINOVA DEL SUR						7			1	8	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,6%
RAYA VOLANTIN						1	4			5	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%
TIBURON SP.								1	4	5	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%
BESUGO									3	3	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%
RAYA SP.									3	3	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%
CENTOLLA							1			1	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
CONGRIO NEGRO	1									1	0,1%	6,3%	0,0%	0,0%	0,0%
RAYA MOTEADA					1					1	0,1%	0,0%	0,0%	0,6%	0,0%
ROBALO		1								1	0,1%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%
TIBURON FUME							1			1	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
Total general	16	153	116	60	156	261	84	49	855	1.750	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
ESTACION	V	O	O	O	I	P	P	P	P						

En términos de peso de las especies capturadas, la Merluza del sur representa el 71,2 % de la captura total estimada, con mayor predominancia en invierno con cerca del 94% del total. El Congrio dorado representa el 2,6% de la pesca total, siendo el Pejegallo y el Tollo sp. las dos principales especies que acompañan a la merluza del sur en los caladeros de pesca, con participaciones del 11,9 y 8,6% respectivamente. Otros escuálidos como el Tollo negro, Pinta roja, Tollo de cachos y Tiburón sp., no superan el 1,4% del volumen total de las capturas y con mayor concurrencia en primavera (Tabla 52).

Tabla 52. Capturas en peso muestreadas por especie

PESO ESTIMADO (g)	FRECUENCIA EN PESO POR ESPECIE REDES CONTROL, ORDEN CRONOLOGICO										PORCENTAJES EN PESO				
	ESPECIE / BITACORA	211220,3	10521,4	10521,5	210521,5	120921,5	271021,3	311021,6	101121,5	111121,7	Total general (g)	TOTAL	VERANO	OTOÑO	INVIERNO
MERLUZA DEL SUR	7.705	256.608	265.630	134.032	415.238	571.233	117.317	62.850	1.287.327	3.117.941	71,2%	38,8%	88,9%	93,9%	64,1%
PEJEGALLO						145.611			376.882	522.493	11,9%	0,0%	0,0%	0,0%	16,4%
TOLLO SP.						11.035		5.600	361.963	378.599	8,6%	0,0%	0,0%	0,0%	11,9%
CONGRIO DORADO		18.800	11.350	3.185		16.083			64.195	113.613	2,6%	0,0%	4,5%	0,0%	2,5%
PEJERRATA	1.150		4.770	1.169	7.238		26.191		1.734	42.251	1,0%	5,8%	0,8%	1,6%	0,9%
CHANCHARRO	450		10.926		1.465	6.173	1.949	12.750	736	34.448	0,8%	2,3%	1,5%	0,3%	0,7%
BROTULA			5.440	3.532		2.836			18.400	30.208	0,7%	0,0%	1,2%	0,0%	0,7%
MERLUZA DE COLA							20.000		6.858	26.858	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,8%
PINTA ROJA	5.528		13.645		6.550					25.723	0,6%	27,8%	1,8%	1,5%	0,0%
TOLLO NEGRO	3.490		4.077	748	11.881					20.195	0,5%	17,6%	0,7%	2,7%	0,0%
CABRILLA		3.800							14.759	18.559	0,4%	0,0%	0,5%	0,0%	0,5%
TOLLO DE CACHOS							18.106			18.106	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,6%
COJINOVA DEL SUR						14.161			1.259	15.419	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,5%
BESUGO									9.000	9.000	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%
TIBURON SP.								2.900	0	2.900	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
CONGRIO NEGRO	1.540									1.540	0,0%	7,8%	0,0%	0,0%	0,0%
ROBALO			560							560	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%
CENTOLLA							399			399	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
RAYA MOTEADA					0					0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
RAYA SP.									0	0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
RAYA VOLANTIN						0	0			0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
TIBURON FUME							0			0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Total general	19.863	279.208	316.398	142.665	442.372	767.132	183.962	84.100	2.143.112	4.378.812	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
ESTACION	V	O	O	O	I	P	P	P	P						

### Tipos de retención en redes control

Las redes control evaluadas, que son las que usan los pescadores para pescar la merluza del sur como especie objetivo, presentaron en general una mayor captura de peces en su sección superior en un 59,6% de los 495 casos controlados, siendo el enmalle la principal forma de retención con un

52,3%, seguido del enredo (30,1%), siendo menor el atrapamiento por enganche (9,5%) y acuñamiento (8,1%). Similares formas de atrapamiento presentó la merluza del sur que es atrapada preferentemente por enmalle en un 55,4% de los 413 casos presentados y enredo en un 28,6% (Tabla 53).

Tabla 53. Frecuencia de formas de retención por sección de redes Control (5")

		TIPO DE RETENCION (Tr), REDES CONTROL					
SECCION DE RED (Sr)		ACUÑAMIENTO	ENGANCHE	ENMALLE	ENREDO	TOTALES	%
TODAS LAS ESPECIES	SUPERIOR	17	26	164	88	295	59,6%
	INFERIOR	23	21	95	61	200	40,4%
	Total	40	47	259	149	495	100,0%
	%	8,1%	9,5%	52,3%	30,1%	100,0%	
MERLUZA DEL SUR	SUPERIOR	11	18	147	67	243	58,8%
	INFERIOR	19	18	82	51	170	41,2%
	Total	30	36	229	118	413	100,0%
	%	7,3%	8,7%	55,4%	28,6%	100,0%	

### Redes experimentales

Las redes experimentales presentaron siempre una mayor retención de merluza del sur en todas las mallas probadas (4, 5 y 6 pulgadas), representando el 58,2% del total. La red de 4" como era de esperar retiene mayor cantidad de merluza del sur, aunque de menor tamaño y en general de todos los demás peces, siendo la pinta roja y el tollo negro los principales recursos acompañantes. La red de 5" retuvo la Merluza del sur en un 52,7% e igualmente son la Pinta roja y el Tollo negro los principales recursos acompañantes, con un 0,5% de efecto en el Congrio dorado y reteniendo una mayor cantidad de escuálidos en torno del 14,7%. La red de 6" pesca muy poco de todo, manteniéndose la dominancia de las especies antes indicada (Tabla 54).

Tabla 54. Retención en número de especies capturadas con las redes experimentales

ESPECIE	TAMAÑO DE MALLA (pulgadas)			Total general (N°)	PORCENTAJE EN NUMERO			
	4	5	6		TOTAL	4	5	6
MERLUZA DEL SUR	224	227	83	534	58,2%	63,5%	52,7%	62,4%
PINTA ROJA	2	72	15	89	9,7%	0,6%	16,7%	11,3%
TOLLO NEGRO	19	67	9	95	10,4%	5,4%	15,5%	6,8%
PEJEGALLO	5	16	9	30	3,3%	1,4%	3,7%	6,8%
BROTULA	11	10		21	2,3%	3,1%	2,3%	0,0%
CHANCHARRO	28	7	1	36	3,9%	7,9%	1,6%	0,8%
COJINOVA DEL SUR	3	5	1	9	1,0%	0,8%	1,2%	0,8%
CONGRIO NEGRO	4	5		9	1,0%	1,1%	1,2%	0,0%
CABRILLA	7	4		11	1,2%	2,0%	0,9%	0,0%
RAYA MOTEADA	1	3	1	5	0,5%	0,3%	0,7%	0,8%
TOLLO	27	3	5	35	3,8%	7,6%	0,7%	3,8%
TOLLO DE CACHOS	4	3		7	0,8%	1,1%	0,7%	0,0%
CONGRIO DORADO	11	2		13	1,4%	3,1%	0,5%	0,0%
MERLUZA COMUN		2		2	0,2%	0,0%	0,5%	0,0%
MERLUZA DE COLA	2	2	3	7	0,8%	0,6%	0,5%	2,3%
BESUGO		1		1	0,1%	0,0%	0,2%	0,0%
PEJERRATA	4	1	2	7	0,8%	1,1%	0,2%	1,5%
RAYA SP.		1	1	2	0,2%	0,0%	0,2%	0,8%
RAYA VOLANTIN			2	2	0,2%	0,0%	0,0%	1,5%
REINETA	1			1	0,1%	0,3%	0,0%	0,0%
TIBURON SP.			1	1	0,1%	0,0%	0,0%	0,8%
<b>Total general</b>	<b>353</b>	<b>431</b>	<b>133</b>	<b>917</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>

### Tipos de retención en redes experimentales

La red de 4" atrapó peces en ambas secciones casi por igual, siendo el enmalle la principal causa de atrapamiento con un 58,8% de los 182 casos observados, seguido del acuñamiento con un 17,6%; es decir un 76,4% de los peces retenidos se deben a la forma del pez. La red de 5" experimental también presentó una mayor retención por enmalle (37,1%) y luego por acuñamiento (23,7%), pero con mayores capturas en la sección inferior de la red en un 62,6% de los 329 casos observados. La red de 6" atrapa más por enredo en un 52,2%, seguido del enmalle con un 38% y una menor proporción de peces atrapados por enganche con 4,3% y por acuñamiento con 5,4% (Tabla 55).

Tabla 55. Frecuencias de tipos de retención por sección en redes experimentales

		TIPO DE RETENCION (Tr), REDES EXPERIMENTALES					
SECCION DE RED (Sr)		ACUÑAMIENTO	ENGANCHE	ENMALLE	ENREDO	TOTALES	%
TM 4	SUPERIOR	14	11	59	9	93	51,1%
	INFERIOR	18	12	48	11	89	48,9%
	Total	32	23	107	20	182	100,0%
	%	17,6%	12,6%	58,8%	11,0%	100,0%	
TM 5	SUPERIOR	19	16	58	30	123	37,4%
	INFERIOR	59	46	64	37	206	62,6%
	Total	78	62	122	67	329	100,0%
	%	23,7%	18,8%	37,1%	20,4%	100,0%	
TM 6	SUPERIOR	3	1	11	23	38	41,3%
	INFERIOR	2	3	24	25	54	58,7%
	Total	5	4	35	48	92	100,0%
	%	5,4%	4,3%	38,0%	52,2%	100,0%	

#### 4.2.5 Índices de proporcionalidad

Los índices de proporcionalidad considerados permitieron determinar la importancia relativa y la dominancia de la especie objetivo por sobre las demás y a su vez determinar la importancia o peso entre las especies que conforman la fauna acompañante, que concurren en las capturas de la pesca de enmalle dirigida a merluza del sur. Este aspecto se centra, por lo mismo, en las capturas de las redes control, objeto determinar el impacto pesquero de ese método de pesca ya que es el que actualmente se está utilizando en la pesquería demersal artesanal de la región de Los Lagos, y con la cual se realizó la evaluación de comparación con el espinel.

#### Enmalle

De un total de 6.088,2 Kg evaluados de las diferentes especies retenidas por las redes control, la especie principal en las capturas es la Merluza del sur con un 73,0% en peso (Ip1), aportando el Congrio dorado el 2,2% del peso total, constatándose la concurrencia de 23 especies más que conforman la fauna acompañante, donde las principales son el Pejegallo con un 42,9% (Ip3) del peso

total de fauna acompañante y un 15,9% del peso de la Merluza del sur (lp2). Los condricios en total suman el 8,6% de las capturas y el 11,8% del peso total de la fauna acompañante (Tabla 56).

Las especies secundarias más recurrentes en los lances de pesca son el Chancharro con 44,1% de presencia, el Congrio dorado con 32,4%, el Tollo 26,5% y el pejegallo un 23,5% de las veces (lp4).

Tabla 56. Índices de proporción en peso de especie objetivo y fauna acompañante en redes control

N°	Especies X(i)	Peso (Wi) [Kg]	$\Sigma L(d)_{(i)}$	$lp1 = \frac{w(i)}{\Sigma w(i)}$	$lp2 = \frac{\sum w(i)}{\Sigma Xw(1)}$	$lp3 = \frac{\sum w(i \neq 1)}{\Sigma Xw(i \neq 1)}$	$lp4 = \frac{\Sigma L(d)_{(i)}}{\Sigma L(d)}$
1	Merluza del Sur	4.443	54	0,730			1,000
2	Pejegallo	706	13	0,116	0,159	0,429	0,241
3	Tollo	442	15	0,073	0,099	0,268	0,278
4	Congrio Dorado	133	17	0,022	0,030	0,081	0,315
5	Brótula	66	14	0,011	0,015	0,040	0,259
6	Chancharro	55	24	0,009	0,012	0,033	0,444
7	Pejerrata	49	12	0,008	0,011	0,030	0,222
8	Pinta Roja	37	11	0,006	0,008	0,022	0,204
9	Merluza de Cola	37	7	0,006	0,008	0,022	0,130
10	Tollo de Cachos	29	4	0,005	0,007	0,018	0,074
11	Cojinova del Sur	24	7	0,004	0,005	0,015	0,130
12	Cabrilla	23	8	0,004	0,005	0,014	0,148
13	Tollo Negro	17	9	0,003	0,004	0,010	0,167
14	Besugo	13	2	0,002	0,003	0,008	0,037
15	Raya volantín	6	4	0,001	0,001	0,003	0,074
16	Merluza Común	4	2	0,001	0,001	0,003	0,037
17	Tiburón Sp.	4	3	0,001	0,001	0,003	0,056
18	Robalo	1	1	0,000	0,000	0,000	0,019
19	Centolla	0	1	0,000	0,000	0,000	0,019
20	Congrio Negro	0	5	0,000	0,000	0,000	0,093
21	Otro 1	0	1	0,000	0,000	0,000	0,019
22	Raya Moteada	0	4	0,000	0,000	0,000	0,074
23	Raya Sp.	0	5	0,000	0,000	0,000	0,093
	Total general	6.088	224	1,000		1,000	
	Total fauna acompañante	1.645					

#### 4.2.4 Registros de muestreo a la especie en aguas exteriores

Los experimentos en aguas exteriores no fue posible implementarlos con los pescadores colaboradores u otros consultados al efecto, por una serie de razones logísticas, operacionales y económicas, tales como:

- No existen embarcaciones dispuestas a muestrear en aguas exteriores ya que no existen precedentes y por tanto no tienen experiencia con este tipo de redes. Tampoco existe precedente de una flota artesanal que realice pesca de espinel en aguas exteriores en merluza del sur, solo se realiza la de congrio dorado, raya y bacalao, por lo que esa flota artesanal de altura no posee RPA en merluza del sur (AG, Chiloé Palangre com.pers.), requisito para participar en la pesca de investigación.
- También se dispuso en su momento del antecedente de restricciones ante salidas eventuales, hacia aguas exteriores como referidas a la envergadura de las embarcaciones requeridas (sobre 15 metros de eslora), su habitabilidad y tripulación exigida, por ende, las cotizaciones de arriendo por una salida a aguas exteriores, por una semana, se alzaban entre los 8 y 10 millones de pesos.
- Junto a lo anterior, se agregó la incertidumbre de realizar viajes y muestrear con pescadores no conocedores de la ubicación de caladeros para enmalle en aguas exteriores, con riesgos de perdida las redes experimentales y las probabilidades de alargue de los días totales de viaje por condiciones meteorológicas adversas.
- Ante esta compleja encrucijada, se decidió ubicar algún armador y embarcación fuera del área de Dalcahue, que tuviera los recursos demersales autorizados en el Registro Pesquero Artesanal y que presentara experiencia en la pesca con arte de enmalle y además la hubiese ejercido en aguas exteriores, lo que se logró con un armador de Ancud.

Finalmente es preciso señalar que también hubo un cambio de opinión desde la agrupación de pescadores de Dalcahue, en cuanto a que inicialmente mostraron el compromiso de efectuar sin dificultades dichos viajes al mar exterior, para luego entregar distintos argumentos, que los llevo a no estar disponibles para efectuar en su momento dichas salidas. Las principales razones de este cambio fue la condición mecánica y potencia de las embarcaciones, la inestabilidad del tiempo y la

falta de tripulación idónea al efecto, junto a la nula experiencia de las zonas de pesca y el tiempo que podría demandar el viaje a una zona específica en alta mar del mar exterior.

Con todo, como se comprometió al menos una salida a aguas exteriores, se logró realizar un viaje de pesca con dos lances de muestreo, cuyos resultados se detallan a continuación.

El muestreo se realizó en aguas exteriores en diciembre de 2021, utilizando una panga (RIO LAR II) grande, típica de la flota de Ancud para operaciones de pesca costera en mar exterior, con equipo de virador a bordo que permitió operar sin problemas las retenidas de las dos redes experimentales embarcadas. Los dos lances de pesca realizados se posicionaron geográficamente como se indica en Figura 34.

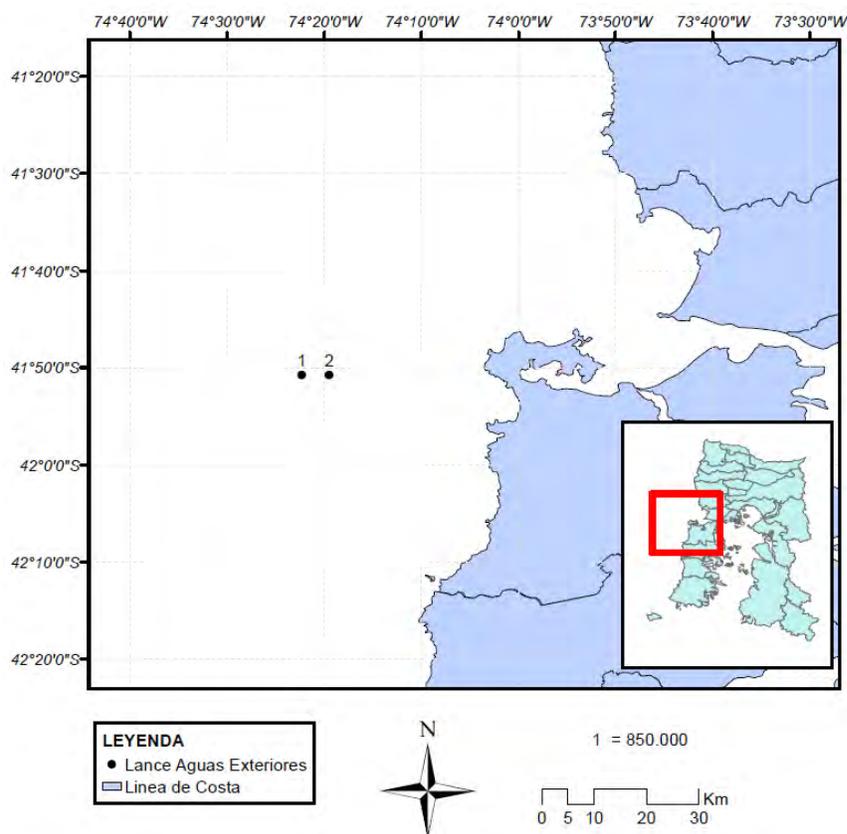


Figura 34. Ubicación de los lances ejecutados en aguas exteriores

La experiencia se pudo realizar gracias a la disponibilidad del armador Sr. Carlos Santana de Caleta Puñihuil, comuna de Ancud, quien acredita experiencia en la pesca de enmalle demersal de peje gallo en aguas exteriores y que dispone de redes propias de 5 pulgadas y de su embarcación RIO LAR II. La operación consistió en el zarpe a caladero a la cuadra de la Bahía Cocotué, a 18 millas de la costa, durante la mañana, calando a medio día, regresando a puerto durante la tarde noche. Al día siguiente se zarpa a recoger las redes y se regresa durante la tarde, para realizar los muestreos de todas las capturas, sin eviscerar, en la playa.

Las redes fueron caladas a una profundidad de 140 m, sobre fondo blando y retuvieron la fauna marina que se describe en Tabla 57, siendo dominante la presencia de pejegallo con un 53,8%, seguido de crustáceos atrapados en la sección inferior de la red y donde merluza del sur y congrio dorado concurren con un 5,5% del total de las frecuencias obtenidas.

Las 5 merluzas atrapadas presentaron tallas de 30, 33, 33, 34 y 34 cm, que fueron atrapadas en las mallas de 5, 5, 4, 4 y 6 respectivamente, cayendo 2 de ellas en la sección superior.

Tabla 57. Frecuencias de capturas por especie y sección de red de enmalle experimental en aguas exteriores

ESPECIE	FRECUENCIA DE SECCION RETENCION				Total	% Total
	Inferior	Superior	% Inferior	% Superior		
PEJEGALLO	45	4	56,3%	36,4%	49	53,8%
JAIBA REMADORA	16		20,0%	0,0%	16	17,6%
CENTOLLA	12		15,0%	0,0%	12	13,2%
CONGRIO DORADO	3	2	3,8%	18,2%	5	5,5%
MERLUZA DEL SUR	3	2	3,8%	18,2%	5	5,5%
CABRILLA	1	1	1,3%	9,1%	2	2,2%
PEJERRATA		1	0,0%	9,1%	1	1,1%
TOLLO		1	0,0%	9,1%	1	1,1%
Total	80	11	100,0%	100,0%	91	100,0%
% Total	87,9%	12,1%			91	

Por su parte, los diferentes tamaños de malla de las redes experimentales capturaron las especies que se indica en Tabla 58.

Tabla 58. Frecuencias de capturas por especie y tamaño de malla redes experimentales en mar exterior

ESPECIE	TAMAÑO DE MALLA			Total
	4	5	6	
PEJEGALLO	12	23	14	49
JAIBA REMADORA	3	6	8	17
CENTOLLA	1	3	8	12
CONGRIO DORADO	3		2	5
MERLUZA DEL SUR	2	2	1	5
CABRILLA	1		1	2
PEJERRATA			1	1
TOLLO			1	1
Total	22	34	36	92
% Total	23,9%	37,0%	39,1%	

#### 4.3 Objetivo específico N° 3

La base técnica con la cual se desarrolla el presente objetivo se encuentra sustentado en la Data generada por el proyecto y que se entrega adjunta al presente informe, en archivo “DATA BASE FIPA 2020-21.xlsx”, la cual contiene 2.671 registros de 23 variables asociadas a cada especie capturada con redes experimentales y control, sin considerar los registros de la pesca en aguas exteriores por no ser representativa para el objetivo, ya que entre los dos lances realizados con un total de 120 especies aparecieron solo 5 merluzas del sur entre 30 y 34 cm de longitud.

La base de datos contiene las siguientes variables en su encabezado

NOMBRE	SIGNIFICADO	UNIDAD
BITACORA	Bitácora de campaña	código
FECHA	Fecha del lance de pesca	d/m/a
LANCE	Número de lance	N°
OC	Observador científico	código
RED	Red utilizada	código
PROF	Profundidad de calado	m
BFORT	Escala Beaufort de viento	escala de Tabla
TPO_REPOSO	Tiempo de reposo de red	horas
TPO_VIRADO	Tiempo de virado de red	horas
SP	Especie	código
TM	Tamaño de malla	código
SR	Sección de retención	código
TR	Tipo de retención	código
W	Peso del pez	g
L	Longitud del pez	cm
PEROP	Perímetro opercular	mm
ALOP	Alto opercular	mm
ANOP	Ancho opercular	mm
PERMX	Perímetro máximo	mm
ALMX	Alto máximo	mm
ANMX	Ancho máximo	mm
SEXO	Sexo de merluza del sur (MS)	código
EM	Estado de madurez de MS	escala de Tabla

La base de datos comprende las características generales que se presentan en Tabla 59, la cual se debe leer como: las FECHAS son desde el 22 de diciembre de 2020 (Min.:2020-12-22) al 12 de noviembre de 2021 (Max.:2021-11-12), presentando el LANCE 8 un total de 394 registros, en que el observador (OC) N° 5 obtuvo 650 registros y la RED experimental (12) generó 921 registros, siendo la profundidad (PROF) promedio (Mean) de 271,6 m. Los lances de pesca se realizaron con fuerza de viento (BFORT) entre 0 y 5 siendo la más frecuente de 1 con 1297 registros, existiendo 171 registros sin información (NA's). Se indican además en todas las variables numéricas, la mediana (Median) y la magnitud del primer cuartil (25% de los datos) y tercer cuartil (75% de los datos) de todos los registros comprendidos en la base de datos.

Tabla 59. Resumen de datos en formato R (data.frame)

BITACORA		FECHA		LANCE		OC	
111121.7	:1041	Min.	:2020-12-22	2	:586	3	:655
271021.3	:341	1st Qu.	:2021-05-23	1	:431	4	:194
120921.5	:281	Median	:2021-10-30	8	:394	5	:650
211220.3	:204	Mean	:2021-09-02	3	:386	6	:131
10521.5	:188	3rd Qu.	:2021-11-11	4	:238	7	:1041
10521.4	:171	Max.	:2021-11-12	5	:200		
(Other)	:445					(Other)	:436
RED		PROF		BFORT		TPO_REPOSO	
2	:939	Min.	:150.0	0	:155	Min.	:4.000
4	:311	1st Qu.	:208.0	1	:1297	1st Qu.	:7.667
5	:16	Median	:290.0	2	:136	Median	:18.400
6	:153	Mean	:271.6	3	:716	Mean	:14.619
9	:215	3rd Qu.	:300.0	4	:168	3rd Qu.	:19.083
10	:116	Max.	:400.0	5	:28	Max.	:22.517
12	:921			NA's	:171	NA's	:615
TPO_VIRADO		SP		TM		SR	
Min.	:0.1667	1	:1705	4	:397	1	:783
1st Qu.	:0.4167	31	:250	5	:2133	2	:738
Median	:0.6500	17	:113	6	:141	NA's	:1150
Mean	:3.1716	33	:107				
3rd Qu.	:1.0000	15	:106				
Max.	:60.7500	7	:99				
		(Other)	:291				
W		L		PEROP		ALOP	
Min.	:0	Min.	:18.00	Min.	:150.0	Min.	:44.00
1st Qu.	:1774	1st Qu.	:67.00	1st Qu.	:240.0	1st Qu.	:65.00
Median	:2334	Median	:72.00	Median	:260.0	Median	:75.00
Mean	:2404	Mean	:69.64	Mean	:295.5	Mean	:75.65
3rd Qu.	:2846	3rd Qu.	:77.00	3rd Qu.	:280.0	3rd Qu.	:85.00
Max.	:17534	Max.	:150.00	Max.	:920.0	Max.	:130.00
		NA's	:388	NA's	:1579	NA's	:1666
ANOP		PERMX		ALMX		ANMX	
Min.	:10.00	Min.	:170.0	Min.	:16.0	Min.	:43.00
1st Qu.	:65.00	1st Qu.	:270.0	1st Qu.	:91.0	1st Qu.	:60.00
Median	:70.00	Median	:300.0	Median	:100.0	Median	:69.00
Mean	:71.24	Mean	:298.1	Mean	:102.7	Mean	:71.13
3rd Qu.	:78.00	3rd Qu.	:320.0	3rd Qu.	:112.0	3rd Qu.	:78.00
Max.	:138.00	Max.	:920.0	Max.	:155.0	Max.	:133.00
NA's	:1667	NA's	:1670	NA's	:1671	NA's	:1671
SEXO		EM					
H	:464	1	:75				
M	:570	2	:187				
NA's	:1637	3	:92				
		4	:154				
		5	:5				
		NA's	:2158				

#### 4.3.1 Exploración y análisis de datos

Con la base de datos anterior se agruparon los datos, para facilitar el análisis de la información en tres grupos de datos:

- Datos de redes experimentales (DRE)
- Datos de redes control (DRC), y
- Datos de redes de 5" (DR5) que incluye a ambos tipos de redes.

En la exploración de datos se presentaron registros anómalos<sup>8</sup> asociados a mala correspondencia de peso-talla o tallas fuera de rango por ambas colas y que no se podían corregir ya que la digitación

<sup>8</sup> Datos anómalos o atípicos según el método de Cook, le asigna una valoración de significancia en la relación de las variables contrastadas para un modelo de regresión, considerando aquellas que se distancian del grupo significativamente relacionado.

estaba bien hecha. En los DRE se encontraron 4 registros anómalos de 541, en DRC fueron 8 de 1.164 y en DR5 se presentaron 9 registros anómalos de un total de 1.365. Lo anterior se realizó mediante el análisis de distancias de Cook para un modelo lineal de la forma  $aov(TM \sim L)$ , los que se identifican en Figura 35 para los tres grupos, indicando las filas de cada registro, el estadístico no ajustado y el p de Bonferroni que afecta el modelo significativamente, todos los cuales fueron eliminados para el análisis de tallas de merluza del sur.

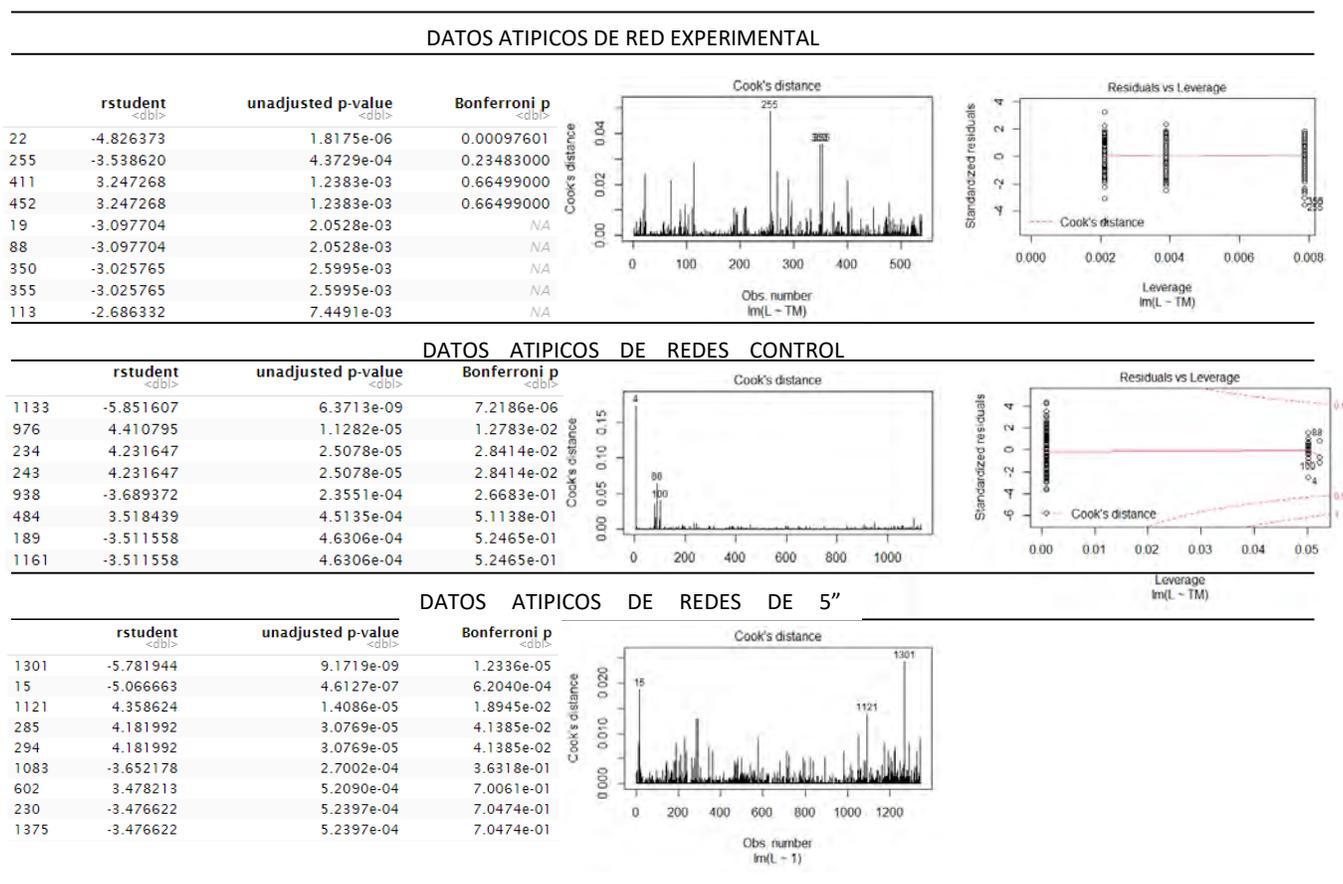


Figura 35. Análisis exploratorio de los datos atípicos aplicando el test de Cook para determinar los datos fuera de la tendencia de un modelo lineal simple  $TM$  y  $L$

Se observa que la data está desbalanceada ya que la red de 6" capturó muy pocos ejemplares, quedando atrapadas 224 merluzas en la red de 4", 231 en la de 5" y 82 en la de 6".

## DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE TALLAS POR TAMAÑO DE MALLA

### Redes experimentales,

De esta forma la distribución de frecuencias de las redes experimentales por tamaño de malla, se muestran en Figura 36 mediante histogramas y en Figura 37 en gráfico de cajas de distribución.

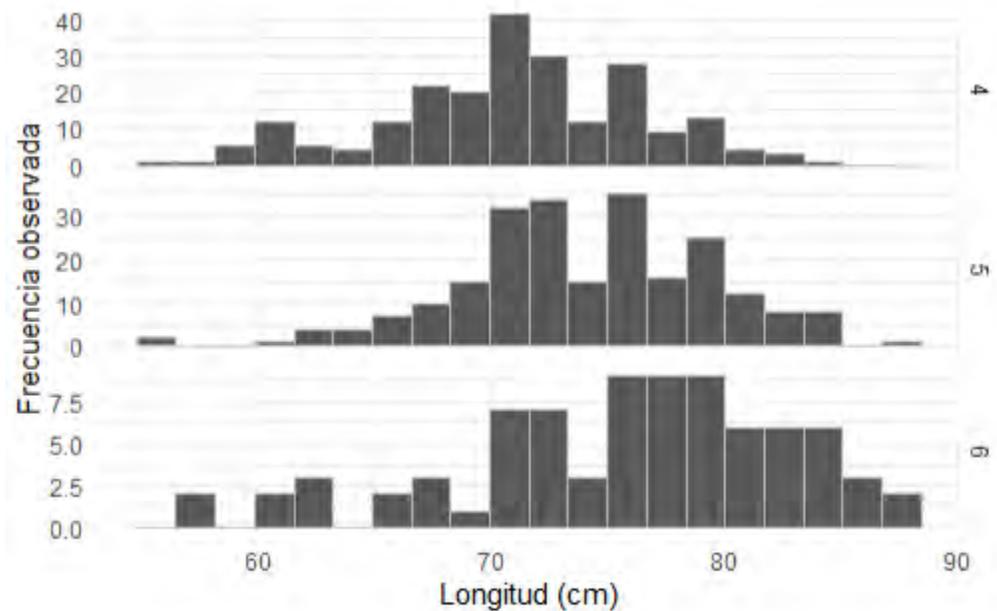


Figura 36. Histogramas de tallas de merluza del sur en redes experimentales, sobrepuestas por tamaño de malla 4", 5" y 6".

Vemos como el procedimiento de análisis de datos anómalos o fuera de rango no eliminó datos representativos de las colas de cada distribución, en particular de tallas menores, los que se mantuvieron.

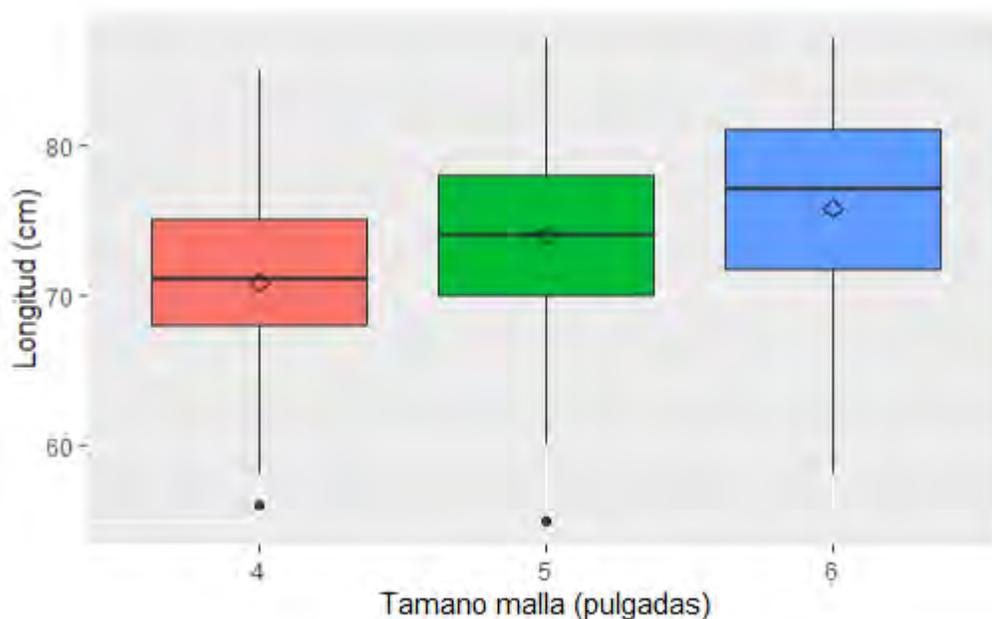


Figura 37. Gráfico de cajas (boxplot) de tallas de merluza del sur en redes experimentales por tamaño de malla. Mediana (bigote), promedio ( $\diamond$ ) y datos atípicos ( $\bullet$ )

Los estadísticos de posición central para cada tamaño de malla se indican en Tabla 60.

Tabla 60. Estadísticos de posición central para la longitud de cada tamaño de malla evaluado

Estadístico (L [cm])	TM4	TM5	TM6
Mínimo	56,00	55,00	58,00
1er.Q	68,00	70,00	71,75
Mediana	71,00	74,00	77,00
Promedio	70,82	73,94	75,73
3er.Q	75,00	78,00	81,00
Máximo	85,00	87,00	87,00
IC (95%)	70,1-71,54	73,23-74,65	74,14-77,33

La red de 5" experimental retuvo en los lances muestreados 231 merluzas del sur cuya distribución de detalle se presenta en Figura 38, con referencias a la ex-talla mínima (línea verde = 60cm) y talla de primera madures sexual (línea roja = 69,4cm).

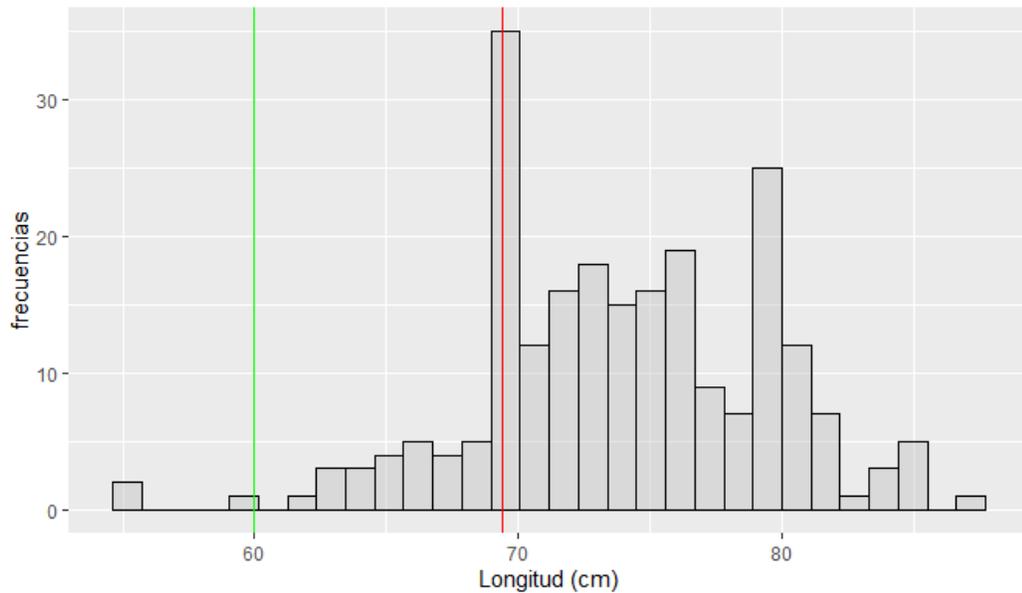


Figura 38. Histograma de frecuencias de longitud total de merluza del sur capturadas con red experimental de tamaño de malla 5"

### Redes Control

Los datos de merluza del sur capturadas con redes control comprende a 1.109 registros, de los cuales el análisis exploratorio permitió identificar 10 datos atípicos por el método de distancia de Cooks para el modelo de la media ( $L \sim 1$ ), los cuales fueron eliminados (Figura 39). La distribución de frecuencia final se muestra en Figura 40.

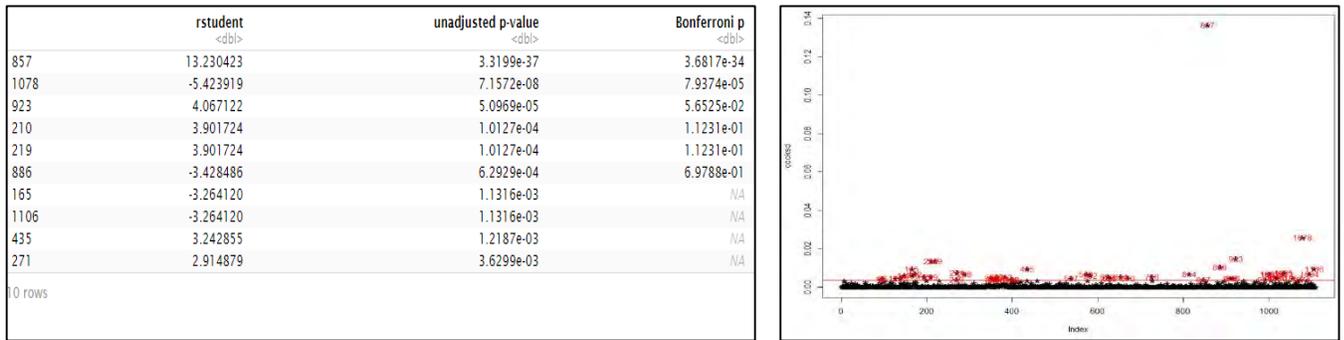


Figura 39. Identificación de datos atípicos por el método de distancia de Cook para longitudes de redes control

Las redes control identificadas por sus códigos N° 2, 4, 5, 6, 9 y 10 poseen una distribución de frecuencias como se muestran en Figuras 40. En línea verde se marcan los 60 cm de talla mínima y en rojo los 69,4 cm de primera madurez sexual.

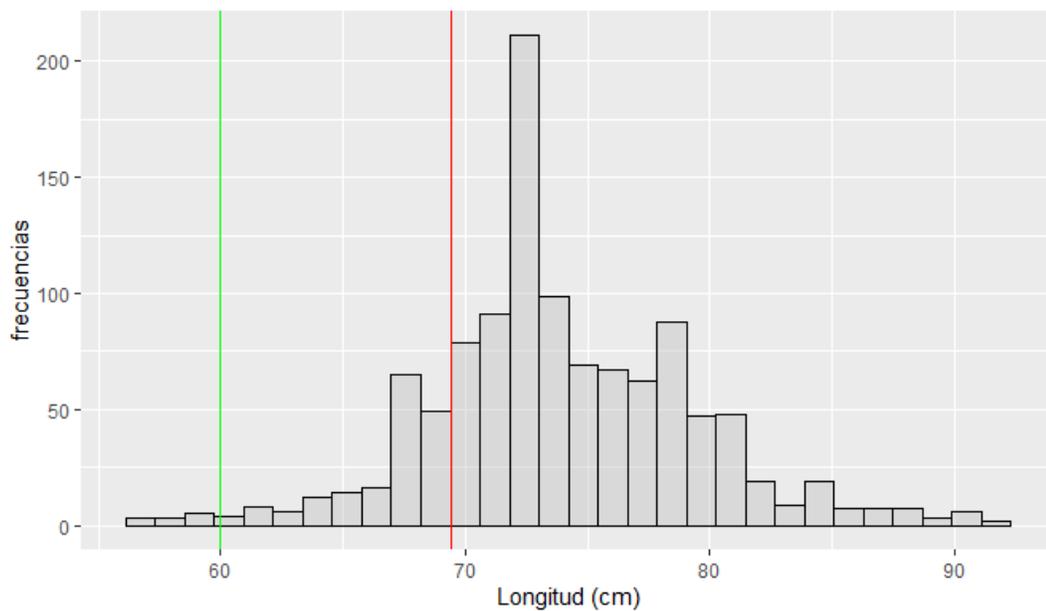


Figura 40. Histograma de longitudes de redes Control

Los estadísticos de posición central para la red Control se indican en Tabla 61.

Tabla 61. Estadísticos de posición central para la longitud de cada tamaño de malla evaluado

Estadístico	L (cm)
Mínimo	57,00
1er.Q	71,00
Mediana	73,00
Promedio	73,95
3er.Q	77,00
Máximo	92,00
IC (95%)	73,64-74,27

### DIFERENCIAS DE LONGITUD DE RETENCIÓN POR TAMAÑO DE MALLA Y SEXO

#### Redes experimentales

Las redes experimentales presentaron en general una proporción de retención por sexo similar en todas ellas, donde las merluzas de sur hembras son de mayor tamaño que los machos y a su vez, aumentan con el aumento del tamaño de malla (Figura 41)

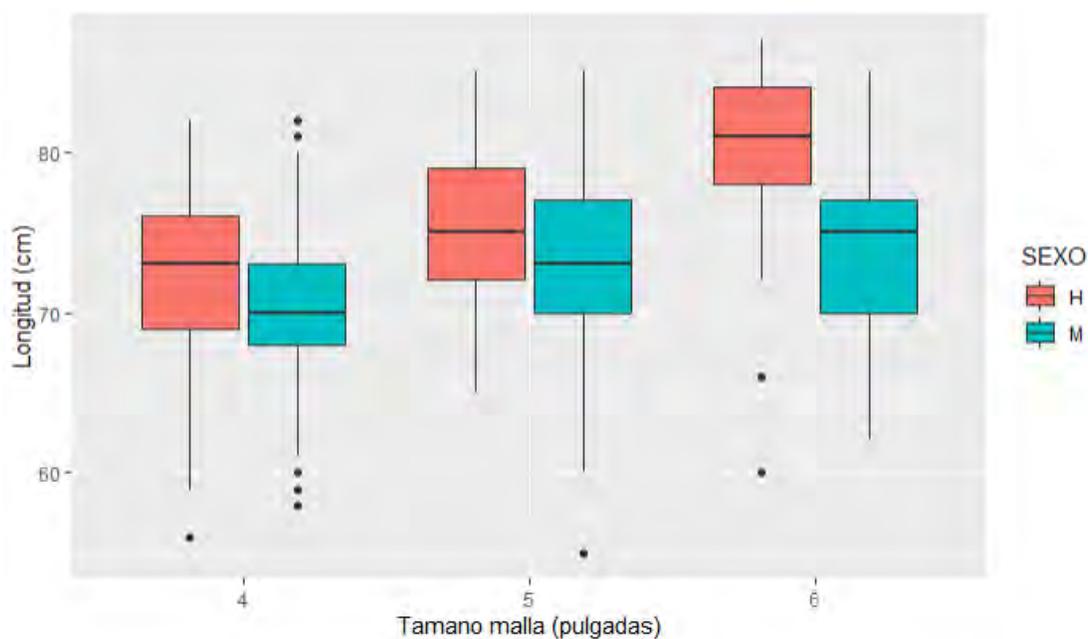


Figura 41. Cajas de distribución de longitud por tamaño de malla y sexo

## Redes control

Las redes control, todas de 5" de malla, muestran visualmente un comportamiento aleatorio en la retención por sexo, entre las diferentes redes (Figura 42), sin identificarse tendencias o patrones especiales.

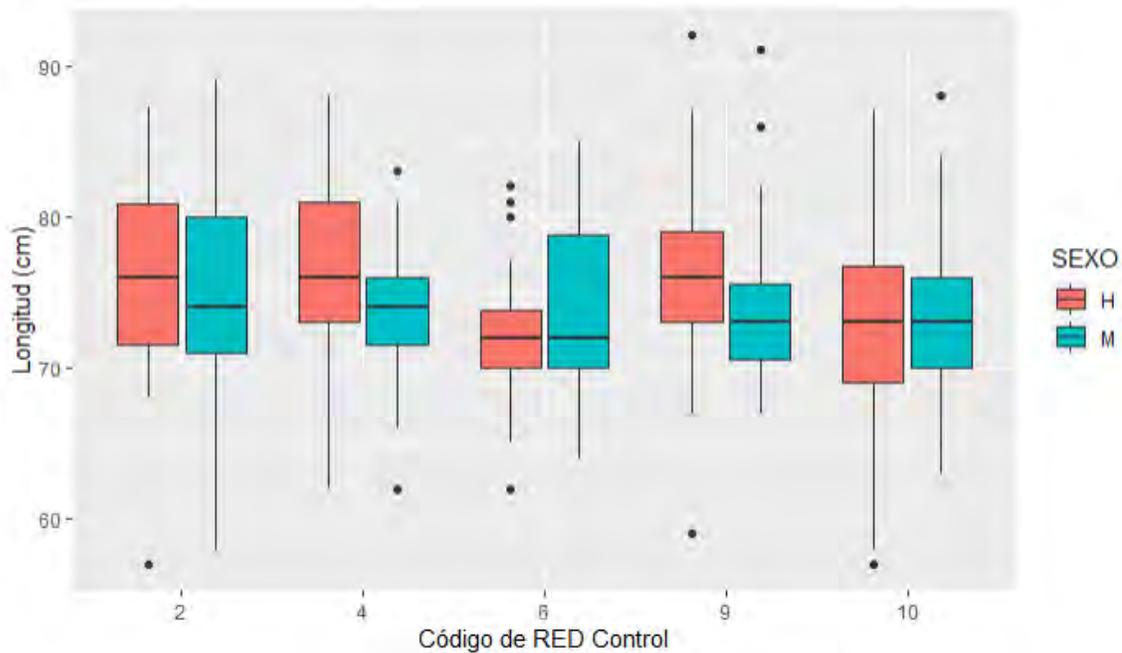


Figura 42. Cajas de distribución de longitud para cada red control por sexo

## DIFERENCIAS DE LECTURA DE RETENCIÓN POR MUESTREADOR

### Redes experimentales

En las redes experimentales los observadores y muestreadores muestran diferencias en sus mediciones. En el grupo de mediciones de redes de 4" (Figura 43) las medianas son distintas entre los muestreadores debido a que probablemente las tallas menores concurren en forma diferente según la estacionalidad con mayor presencia en primavera. Para el caso de la malla de 5" se observa algo similar pero con mediana mayor respecto de la red de 4", salvo para el muestreador 4 que presenta una mediana parecida para los 3 tipos de malla. En la malla de 6" se presenta la mayor inconsistencia entre los muestreadores, donde el 4 y 7 que trabajaron en las últimas dos campañas de primavera se alejan de la tendencia de los grupos anteriores, con mediciones de talla menores, lo que pudo deberse a que la red de 6" presentó al final del estudio muchos problemas de rotura

generando muchos enredos por las deformaciones del embande de la tela y por tanto atrapando proporcionalmente mayor número de piezas de menor tamaño.

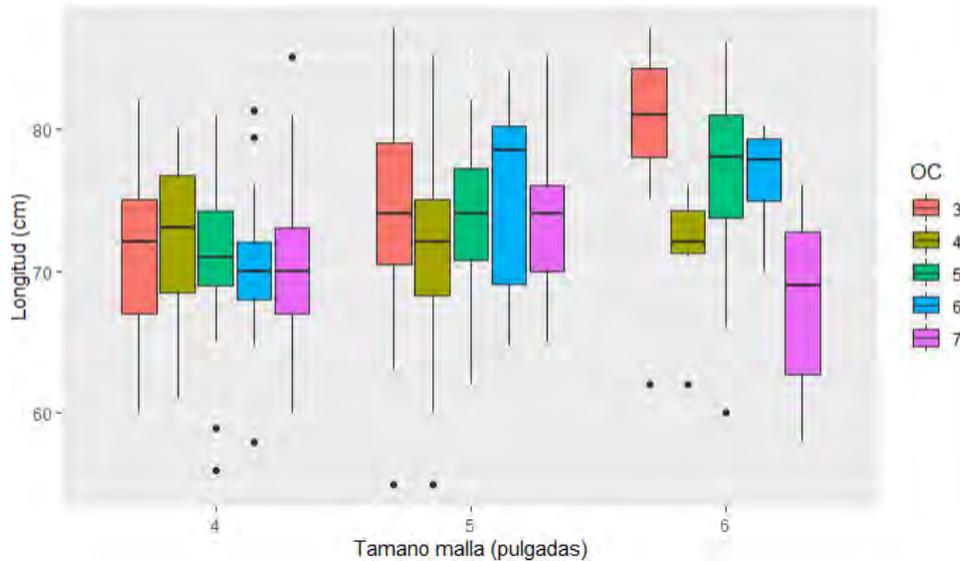


Figura 43. Distribución de cajas de la longitud en función del tamaño de malla de las redes experimentales y por muestreador

### Redes control

En las redes control, en general los rangos de las mediciones de longitud por muestreador en cada red se comportan dentro de un rango aceptable en todos los casos, con diferencias propias de la estacionalidad y el tamaño muestral obtenido por cada uno (Figura 44).

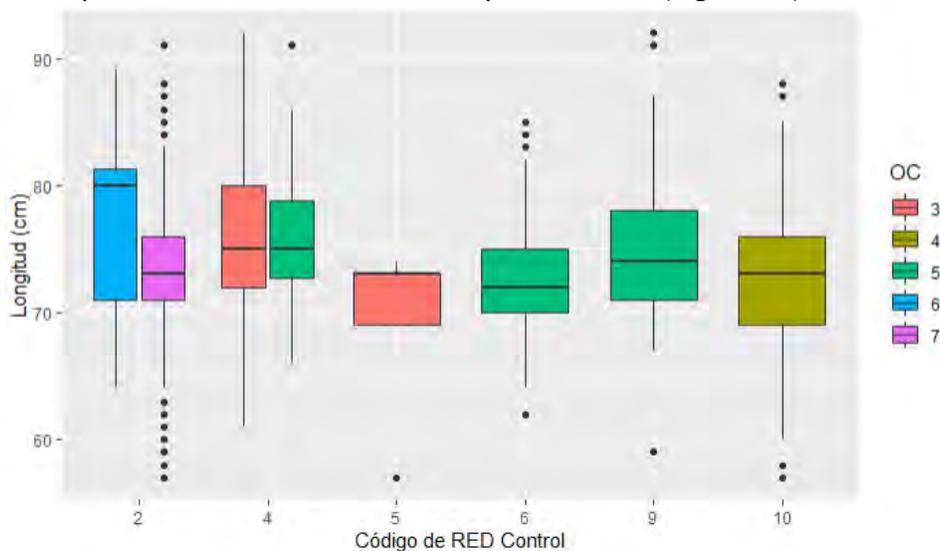


Figura 44. Cajas de distribución de longitudes medidas por los muestreadores, en las diferentes redes control asignadas a ellos.

### 4.3.2 Evaluación por sexo y madurez

Se realizaron 972 identificaciones de sexo en las merluzas del sur capturadas con las redes de enmalle durante toda la investigación, siendo más representativa las hembras en las mallas de 4 y 5 pulgadas, distinto a la red de 6" que entrego un 58,2% de retención de machos (Tabla 62).

Tabla 62. Frecuencias y proporción de observaciones de sexo de merluza del sur retenidas por las redes de enmalle experimentales.

TM	TOTAL AMBOS SEXOS	HEMBRAS	MACHOS	HEMBRAS (%)	MACHOS (%)
4	168	70	98	41,7	58,3
5	736	343	393	46,6	53,4
6	66	39	27	59,1	40,9
<b>TOTAL</b>	<b>972</b>	<b>452</b>	<b>518</b>		

La proporción de los estados de madurez sexual de las hembras de merluza del sur en función del tiempo (meses) se expone en Tabla 63, observando que los principales estados de madurez se corresponden con el tiempo de desarrollo reproductivo natural para esta especie.

Tabla 63 . Frecuencias por sexo y estado de madurez de hembras de todas las merluzas del sur capturadas en la pesca de investigación, año 2021.

ESTADO DE MADUREZ SEXUAL (N)						
MES	1	2	3	4	5	TOTAL
MAYO	56	83	23	0	0	162
JUNIO	0	17	7	0	0	24
SEPTIEMBRE	4	19	24	121	0	168
OCTUBRE	0	27	32	27	0	86
NOVIEMBRE	0	2	3	5	4	14
ESTADO DE MADUREZ SEXUAL (%)						
MES	1	2	3	4	5	TOTAL
MAYO	34,6	51,2	14,2	0	0	100
JUNIO	0	70,8	29,2	0	0	100

SEPTIEMBRE	2,4	11,3	14,3	<b>72,0</b>	0	100
OCTUBRE	0	31,4	<b>37,2</b>	31,4	0	100
NOVIEMBRE	0	14,3	21,4	<b>35,7</b>	28,6	100

### 4.3.3 Pruebas de hipótesis de validación supuestos estadísticos en red experimental

Las validaciones de supuestos se elaboran contrastando la variable explicativa tamaño de malla (TM) con la variable respuesta dada por la longitud (L) de la merluza del sur, para comprobar si los datos son independientes, homocedásticos y normales entre sí, los que se presentan en Figura 45.

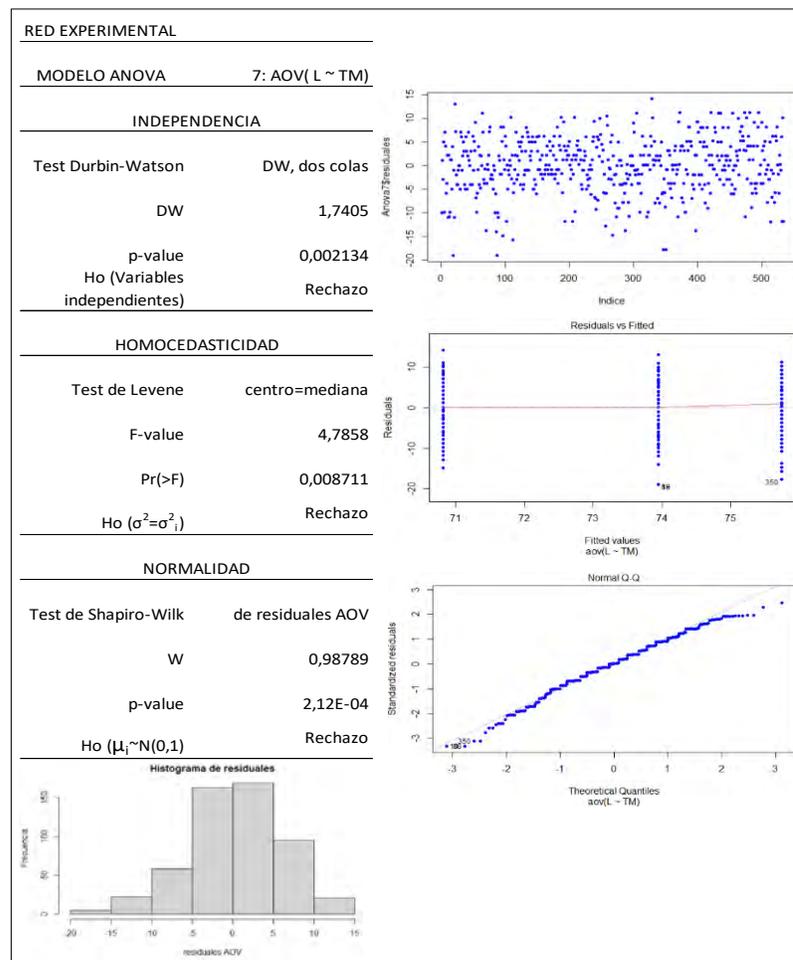


Figura 45. Resultados de evaluación de supuestos de independencia, homocedasticidad y normalidad entre la longitud y los tamaños de malla de las redes experimentales, indicando el modelo regresivo, los test estadísticos empleados con sus resultados y los gráficos asociados a cada caso.

#### 4.3.4 Pruebas de hipótesis para la igualdad de medias

De acuerdo a lo anterior, como no se cumplen los supuestos de independencia, homocedasticidad y normalidad de las distribuciones de retención de tallas por tamaño de malla, se realizaron las comparaciones de medias mediante test no paramétrico de Kolmogorov-Smirnov (K-S), de prueba la hipótesis para dos muestras de frecuencias con número de datos distintos (desbalanceados), sin hacer suposiciones sobre las distribuciones teóricas subyacentes de cada una de ellas. Los resultados se presentan en Tabla 64.

Tabla 64. Evaluaciones de contraste de hipótesis de igualdad de medias para redes experimentales y control con variables relevantes y efectos combinados

PRUEBAS K-S de comparación de medias						
EXPERIMENTAL	$n_1$	$n_1$	D	Dc	p-value	Hipótesis de igualdad de medias
TM4-TM5	224	231	0,226	0,128	1,88E-05	rechazo
TM4-TM6	224	82	0,409	0,176	5,48E-09	rechazo
TM5-TM6	231	82	0,219	0,175	0,006666	rechazo
CONTROL-TM5	1156	231	0,050	0,098	0,7276	acepto

De esta forma se confirma que las retenciones por tamaño de malla son significativamente diferentes y que la malla de 5" de la red experimental es igual a la de las redes control, confirmando así su eficacia como instrumento de experimentación de medición de selectividad.

## COMPARACION DE RETENCION A LA TALLA DE REDES DE 5”

Para evaluar la efectividad de la red experimental se comparan los promedios de tallas de la malla de 5” de las redes control con la malla de 5” de la red experimental, que se individualiza con el N° 12 en Figura 46.

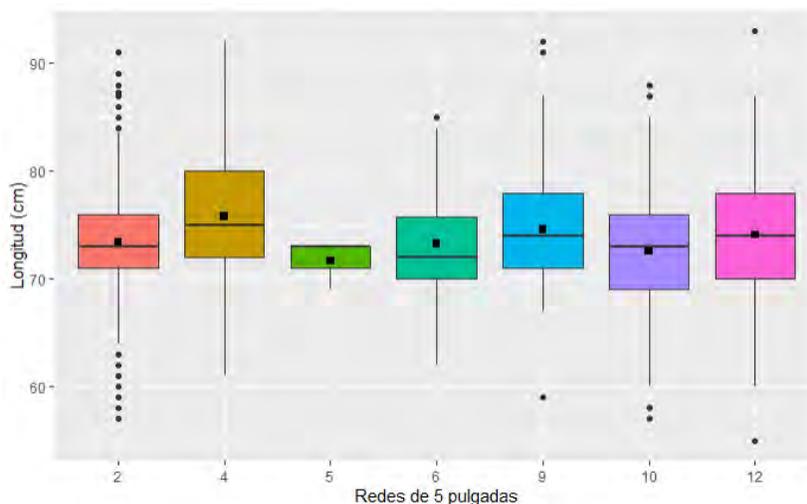


Figura 46. Boxplot comparado de distribución con mediana (bigote), promedio (■) y datos atípicos (●) de frecuencias de longitud de merluza del sur atrapadas en redes de 5 pulgadas, de todas las redes muestreadas, experimentales (12) y control (2,4,5,6,9 y 10)

Primero se analizan las similitudes entre las redes control, las que se realizan utilizando el test de Kolmogorov-Smirnov (K-S), para dos muestras de frecuencias con número de datos distintos (con  $n > 30$ ), sin hacer suposiciones sobre las distribuciones teóricas subyacentes de cada una de ellas. A estos efectos se descarta del análisis la red 5 que cuenta solo con 5 registros de merluza del sur. En Tabla 65 se detallan los resultados, concluyendo por propiedad transitiva, que todas las redes son similares entre sí.

Tabla 65. Pruebas de similaridad entre redes comparando igualdad de medias entre pares, mediante test no paramétrico K-S.

PRUEBAS K-S de comparación de medias						
REDES CONTROL	n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	D	Dc	p-value	Hipótesis de igualdad de medias (Ho: D<Dc)
RED2 - RED4	540	225	0,21889	0,10791	0,000000	rechazo
RED2 - RED6	540	96	0,15741	0,15064	0,035230	acepto
RED2 - RED9	540	160	0,1412	0,12241	0,014570	rechazo
RED2 - RED10	540	99	0,117	0,14869	0,202200	acepto
RED4 - RED6	225	96	0,31556	0,16579	0,000003	rechazo
RED4 - RED9	225	160	0,13097	0,14062	0,080870	acepto
RED4 - RED10	225	99	0,20525	0,16402	0,006100	rechazo
RED6 - RED9	96	160	0,25417	0,17575	0,000860	rechazo
RED6 - RED10	96	99	0,14931	0,17558	0,227300	acepto
RED9- RED10	160	99	0,1527	0,17390	0,093900	acepto

De esta forma, considerando el total de redes control, comparadas con la red de 5" experimental, mediante K-S se obtiene un  $D=0,05003 < Dc=0,09801$  y  $p\text{-value}= 0,7276 > 0.01$ , por lo que acepto Ho y las medias de longitud de merluza del sur de las redes control comparadas con la red de 5" experimental, son estadísticamente iguales.

#### 4.3.5 Preparación de la base de datos para SELECT (Millar, 2015)

Como las variables poseen un problema de dependencia, ya que no poseen varianzas iguales y no tienen distribuciones normales, es válido aplicar un análisis estadístico basado en Modelos Lineales Generalizados (GLM) como los propuestos para relacionar las variables L y TM mediante

transformaciones funcionales del tipo logarítmicas, que son las que se usan en el presente estudio mediante el software Select de Millar para R (Millar, 2015).

Para el uso del paquete R-SELECT de Millar (2015), se requiere prepara la data de longitudes de merluza, en frecuencia representativas de la data y agrupadas por tamaño de malla, seleccionando un total de marcas de clase que sea adecuado para representar toda la muestra.

Sabemos que la estructura de datos es desbalanceada, en particular para la malla de 6" y por defecto los histogramas de R ocupan el método de corte de Sturges, que como vemos en la figura 38 genera espacios en blanco producto de la ausencia de datos en esas clases, generando blancos que afectan la evaluación continua de la variable. Por ello es necesario en este caso buscar un agrupamiento, bajo un criterio estadístico razonado, que permita representar las frecuencias a la talla de las merluzas en un rango más o menos continuo de ocurrencia entre clases.

Para ello se desarrolló un script-R especial para probar otros tipos de cortes que den respuesta a lo anterior. Se usaron los cortes de Scott, basado en que el número de clases es función de la proporción entre el rango y la desviación típica. Los cortes de Sturges basado en que el número de clases es una función logarítmica del número de datos y los cortes de Freedman-Diaconis (FD) basado en que el número de clases es el cociente entre el rango y una función dependiente del tercer y primer cuartil y del número de datos, cuyos resultados se exponen Figura 47.

A partir de esto se decide por 7 el número de corte, en base a la distribución de tallas de la malla de 6", que es la que tiene menor cantidad de datos, objeto no diluir la distribución de ese grupo de datos.

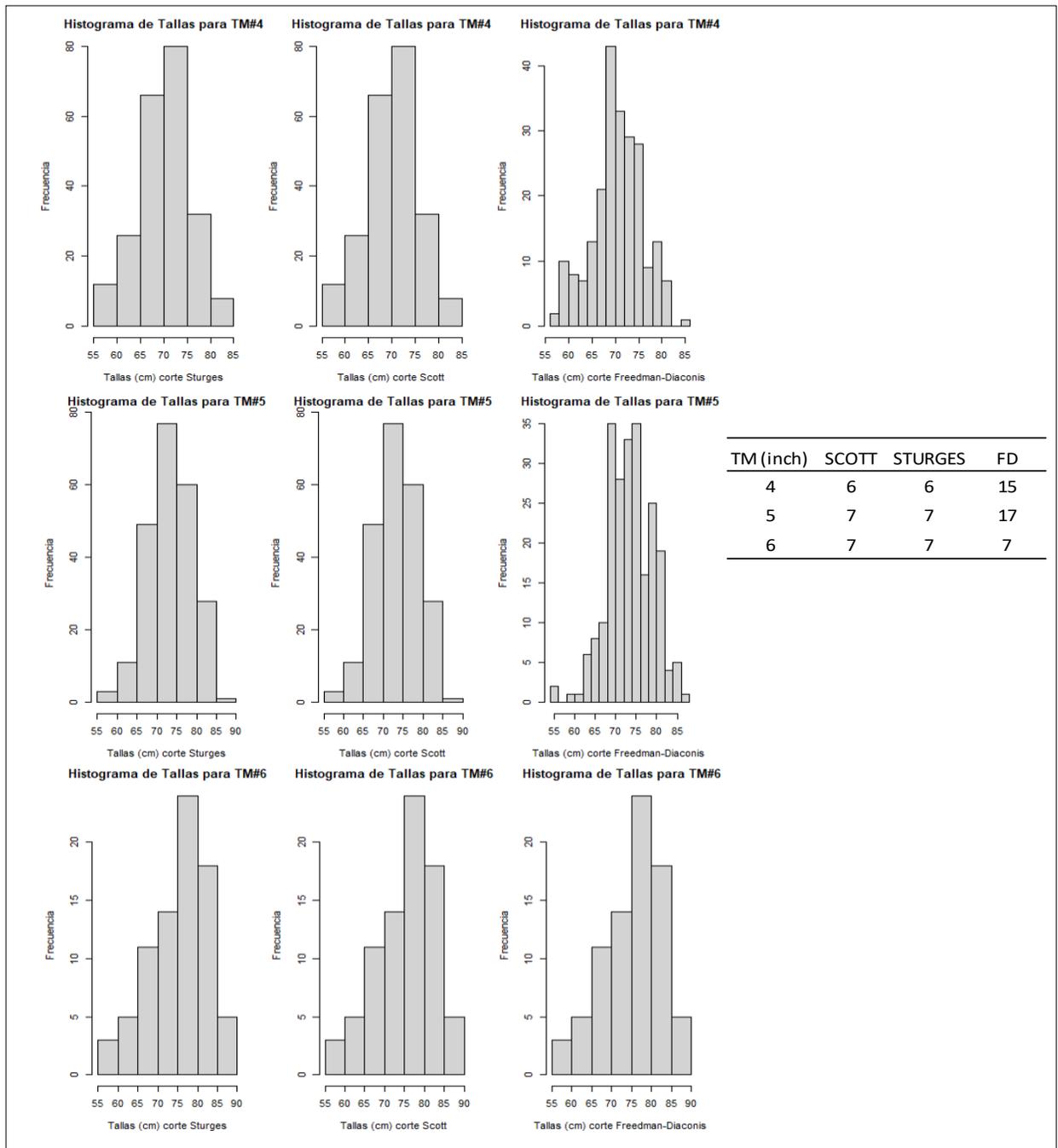


Figura 47. Agrupamiento y determinación de clases de datos tipo Scott, Sturges y FD, para los tamaños de malla 4", 5" y 6" de la red experimental.

De esta forma la tabla de distribución para aplicar Select se expone en Tabla 66.

Tabla 66. Base de datos de distribución de frecuencias de talla por TM usado en script R-SELECT

CLASES [mm]	L [mm]	MARCA L [mm]	Frecuencias observadas		
			TM4	TM5	TM6
(55 , 60]		57,23	7	2	2
(60 , 64]		61,81	20	8	5
(64 , 69]		66,38	35	18	5
(69 , 73]		70,95	92	81	15
(73 , 78]		75,52	48	59	15
(78 , 82]		80,09	21	51	25
(82 , 87]		84,66	1	9	11
		n	224	228	78

#### 4.3.6 Evaluación de supuestos de igualdad de esfuerzo de pesca al tamaño de malla

Se evaluó la consistencia de los datos de retención de la pesca por enmalle con el principio de similaridad geométrica establecido por Baranov (1969), determinando que existe una relación entre la geometría del pez (obtenida con los muestreos biométricos de perímetro, alto y ancho a nivel opercular y máximo de lomo), con los tamaños de malla de la red experimental. Validando el supuesto de proporcionalidad de la talla con el tamaño de malla.

Las mediciones de perímetro opercular y máximo (Tabla 67), alcanzaron un total cercano a los 1.000 registros entre todos los tamaños de malla de las redes experimentales de 4, 5 y 6 pulgadas, obteniendo proporciones de un 17%, 76% y 7 % respectivamente. Estas mismas cantidades se registran para las mediciones de alto y ancho a nivel opercular y máximo de cada espécimen.

Tabla 67. Tabla de número de muestras (n) obtenidas de perímetros de merluzas capturadas con redes experimentales, durante las campañas 2020-2021 en aguas interiores.

TM	PERÍMETRO OPERCULAR (n)	PERÍMETRO MÁXIMO (n)
4	176	176
5	759	754
6	69	69
TOTAL GENERAL	1.004	999

El objetivo de medir los perímetros, ancho y alto en las zonas de atrapamiento por enmalle de la red, es evaluar el comportamiento del armado y comparar eficiencia selectiva de las distintas mallas en función de la relación del tamaño de malla y el perímetro del pez (Baranov,1969). La data al efecto, obtenida de las redes experimentales para merluzas atrapadas exclusivamente por enmalle ascendió a 150 registros efectivos, donde el comportamiento de la relación de Baranov denominada a estos efectos coeficiente de Baranov [ $Coef. Baranov = TM/(P/2) \approx 1,0$ ] para las tres mallas investigadas se presenta en Tabla 68. Las mallas de 4" presentan una proporción menor al óptimo de 1, pero la de 5" tiene buen coeficiente y la red de 6" muestra una correspondencia mayor, con variación similares entre todas las otras mallas.

Tabla 68. Promedio y variación del coeficiente de Baranov para diferentes tamaños de malla (TM) en pesca de merluza del sur retenida por enmalle, año 2021 en aguas interiores.

TM (PULGADAS)	n	PROMEDIO (COEFICIENTE DE BARANOV)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN
4	67	0,8442	0,1021	12,1%
5	71	1,0460	0,1467	14,0%
6	12	1,2081	0,1685	13,9%
	150			

Para las redes control el coeficiente de Baranov se pudo medir para 254 observaciones válidas, comportándose en perfectas condiciones al entregar un coeficiente próximo a 1 y con una baja variación (Tabla 69).

Tabla 69. Promedio y variación del coeficiente de Baranov para redes control TM=5" en pesca de merluza del sur retenida por enmalle, año 2021 en aguas interiores.

TM (PULGADAS)	n	PROMEDIO (COEFICIENTE DE BARANOV)	DESVIACIÓN ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN
5	254	1,0357	0,1513	14,6%

Así, de un total de 457 registros de merluza del sur retenidas por enmalle en las diferentes redes evaluadas, un 88,4% de esos registros (150+254= 404) permiten sostener estas determinaciones, indicando la proporción lineal de retención por selectividad atribuida al tamaño de cada malla.

La consistencia de los datos permite afirmar que, en base al perímetro teórico y observado, la forma del pez es elíptica y proporcional al embande dado a la malla (Figura 48).

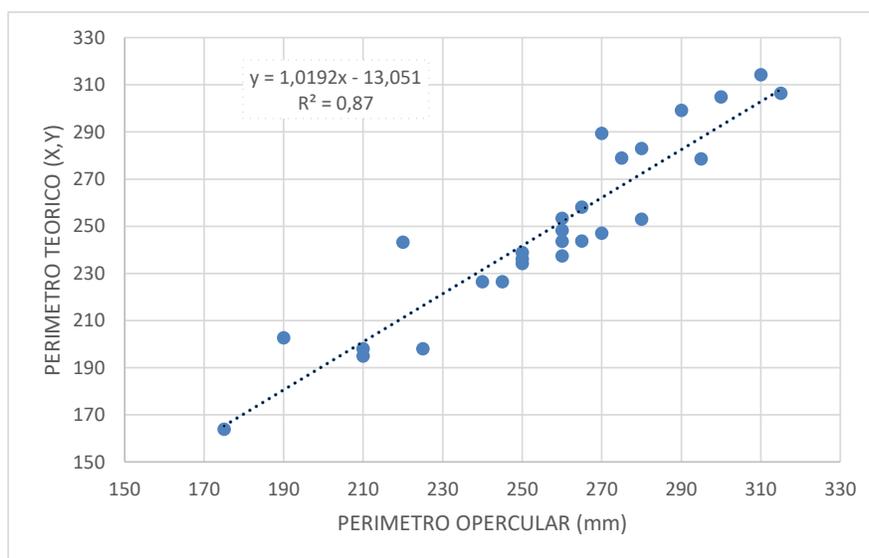


Figura 48. Relación perímetro observado y elipsoidal teórico de Ramanujan en base al alto y ancho opercular.

La relación longitud total y perímetro también es consistente, existiendo una relación proporcional lineal entre la longitud, el perímetro opercular y por ende el tamaño de malla (Figura 49).

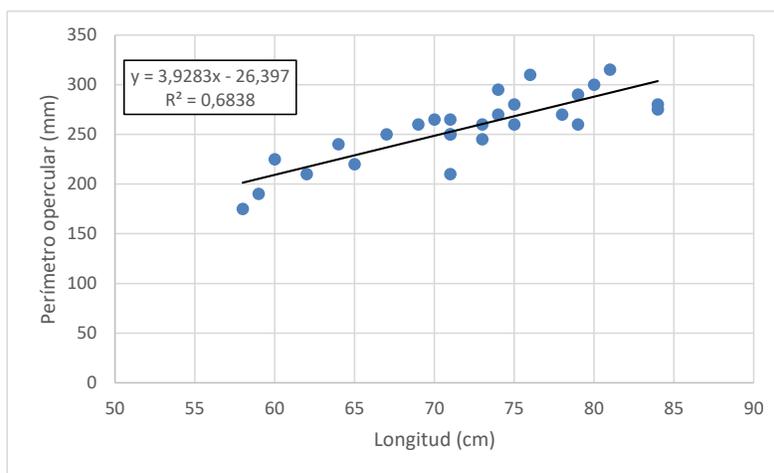


Figura 49. Relación longitud total y perímetro opercular

Entonces se considera válido el supuesto del "Principio de similitud geométrica" de Baranov y la selección depende sólo de la geometría relativa del pez y las mallas, por lo que en este caso la selectividad es la misma para cualquier combinación de longitud de pez y tamaño de malla, siendo igualmente eficientes para la clase de longitud que capturan mejor.

#### 4.3.7 Evaluación de modelos de selectividad a la talla por tamaño de malla

De esta forma, cada tamaño de malla fue aplicado con el mismo esfuerzo y por lo tanto se asume que el poder de pesca es el mismo que la intensidad de la pesca, aplicando en los modelos de evaluación lineales generalizados de SELECT Millar (1999) la función power como  $pwr=NULL$ .

Instalando y operando las funciones SELECT-R: Netfit, Plotcurves y Selncurves, se obtienen los resultados expresados en Tabla 70 de la evaluación de cada modelo propuesto.

Tabla 70. Parámetros, medias, desviaciones y devianza de los modelos de curvas de selectividad de enmalle de merluza del sur, obtenidos del programa SELECT

Modelo	Parámetros	Estimado	Moda 1	D.S.1	Moda 2	D.S.2	Devianza
Normal Loc	$k=$	64,049	64,049	13,733			17,157
	$\sigma=$	13,733					
Normal Scale	$k_1=$	65,944	65,944	10,414			14,680
	$k_2=$	10,414					
Log-Normal	$\mu=$	4,205	64,934	12,197			19,647
	$\sigma=$	0,177					
Binormal	$k_1=$	67,474	67,474	62,716	65,943	9,307	12,634
	$k_2=$	62,716					
	$k_3=$	65,943					
	$k_4=$	9,307					
	$c =$	-2,571					
BiLogNormal	$TM_1=$	4,194	64,677	10,692	42,103	1,359	6,339
	$\mu=$	3,741					
	$\sigma=$	0,158					
	$c =$	1,376					

El modelo con menos devianza resultó ser el BiLogNormal, cuya distribución de residuos de desviación y curvas de retención relativa por tamaño de malla se muestran en Figura 50. En estas se aprecia como el modelo simula la estructura de tallas menores en una bimodal y que los principales desvíos residuales (tamaño de los círculos) se producen a la derecha de la distribución de la red de 4", siendo más representativa la distribución de tallas pequeñas bajo los 70 cm; en cambio, la red de 5" presenta mayores desvíos positivos (circulo negro) en la cola izquierda y al contrario que la red de 6" que presenta mayores desvíos negativos (círculos blancos) en las tallas

menores y positivas cerca de la talla modal, logrando el 100% de retención a tallas superiores a los 95 cm, truncándose la curva a la derecha, debido principalmente al desbalanceo en el número de datos por tamaño de malla obtenidos en los experimentos, pero que demuestran estadísticamente una tendencia clara en la selectividad de la red en función del tamaño de malla, estableciendo una mayor probabilidad de retención de ejemplares de mayor longitud a medida que aumenta el tamaño de malla.

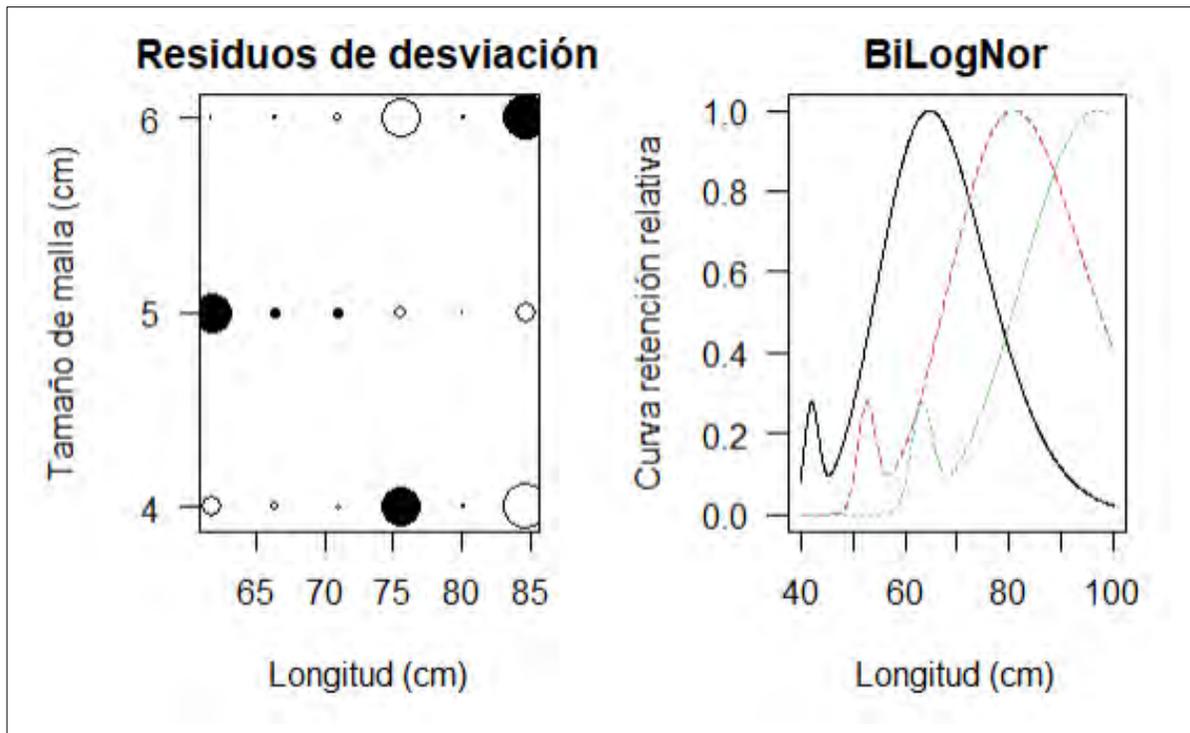


Figura 50. Desviaciones de residuos y curvas de retención relativa del modelo BiLogNormal (de menor devianza), obtenido del programa SELECT de R de Millar (2015), para la pesca artesanal de enmalle de merluza del sur en mallas de 4" (línea continua), 5" (línea segmentada en rojo) y 6 pulgadas (línea segmentada en verde).

#### 4.3.8 Factor de selectividad

A partir de la función de densidad de la curva de retención seleccionada BiLogNormal, se estimaron las tallas al 50% y el factor de selectividad correspondiente como se indica en Tabla 71.

Tabla 71. Factores de selectividad por tamaño de malla, para merluza del sur pescada con enmalle artesanal

TM (cm)	L <sub>50</sub> (cm)	FS = TM/L <sub>50</sub>
10,16 (4")	59,05	0,172
12,70 (5")	70,95	0,179
15,24 (6")	85,24	0,179

#### 4.3.9 Análisis exploratorio del efecto en la estructura de tallas debido a otros aspectos tecnológicos con influencia en la selectividad de la red.

Las redes de pesca que usan los pescadores son de material liviano muy susceptibles a ser deformadas por los efectos de las corrientes de fondo ya que los cuerpos no poseen unidades de flotación intermedia en la retenida como un yoyo de flotación y que aunque ellos buscan los días de menor corriente de marea de fondo, igual estas están presentes y por ello se suscita una cantidad importante de atrapamientos por enredo por sobre el 28% tanto en la merluza del sur como el resto de las especies. Por otra parte la mayor presencia de escuálidos en primavera y que podrían ser objeto de buscar una solución tecnológica para reducir su pesca y descarte, no es posible, ya que concurren en ambas secciones de la red y en particular en la sección inferior donde ocurren sobre el 40% de las capturas.

De esta forma no se encontraron formas de mejorar la selectividad para otros recursos, ya que la red posee alta especificidad de funcionamiento y retención a la especie objetivo, impactando en especies que, aunque sensibles, no son componentes principales de la PDA.

#### 4.4 Objetivo específico N° 4

##### 4.4.1 Marco de referencia

En general, se considera que las redes de enmalle son bastante selectivas en cuanto a la talla, con capturas de peces que corresponden bien al tamaño de malla escogida dado el tamaño de malla y embande adecuado a la tela. Aun así, persiste el impacto negativo de las redes de enmalle en zonas costeras por la captura incidental de aves marinas, mamíferos marinos y tortugas, que a veces al interactuar con el arte se enredan y no pueden escapar.

Si bien el concepto de pesca incidental en sentido amplio, está referida a cualquier captura durante el proceso de pesca más allá de las especies y tallas de los organismos marinos objeto de la pesca, hay una enorme variedad de especies de captura incidental que van desde esponjas y corales, hasta especies y tallas de peces no deseadas o no comerciales, así como tortugas, mamíferos marinos y aves marinas (FAO, 2005).

Para el caso de Chile, la Ley General de Pesca y Acuicultura define Pesca incidental como aquella conformada por especies que no son parte de la fauna acompañante y que está constituida por reptiles marinos, aves y mamíferos marinos. (Ley de Pesca, Artículo 2°, 21 bis)

El enfoque ecosistémico puso de manifiesto en el caso de la pesca, que no solo las especies objetivo eran importantes, sino que también todas las especies capturadas incidentalmente, ya que tienen un rol en el ecosistema y por lo tanto, debían comenzar a tomarse en cuenta en temas de conservación, manejo y administración de los recursos pesqueros, denotando una necesidad real de abordar el tema con miras a su reducción. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Colombia. 2011)

En Chile, los principales recursos pesqueros que generan interacción (y captura incidental) con aves y mamíferos corresponden a bacalao de profundidad, merluza del sur, pez espada, merluza de cola, merluza de tres aletas, merluza común y jurel. Cada uno de los recursos mencionados, utiliza artes o aparejos de pesca diferente, no habiendo una más habitual que otra. (Arata y Hucke, 2005)

Chile está ampliando el Plan Nacional de Acción de Aves Marinas (PAN-AM) para incluir otras pesquerías que usan artes de pesca con conocida mortalidad incidental, tales como el arrastre,

cercos y redes de enmalle. Esta iniciativa es apoyada por acciones asociadas con la creación de un comité científico de biodiversidad y nuevas plataformas de investigación colaborativa, bajo los auspicios de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura de Chile (Suazo, 2014).

En áreas costeras es común la captura de especies de aves marinas que se alimentan a pocas millas de las costas (0 a 5 mn), mientras en las áreas oceánicas, tortugas marinas, pequeños cetáceos y tiburones, son las principales especies capturadas incidentalmente. Uno de los graves problemas lo constituyen las redes a la deriva, las que al perderse, continúan capturando tiburones, tortugas y cetáceos por un período indefinido de tiempo. (Arata y Hucke, 2005)

En forma global, las especies en peligro son aquellas amenazadas de extinción local o global, principalmente por el impacto de la pesca directa realizada sobre ellas o por la interacción con actividades pesqueras, entre otras causas. Varias especies o grupos de especies son consideradas “carismáticas” dado que ciertas sociedades acuerdan un valor adicional a su existencia por numerosas razones. Hay lazos culturales y religiosos de mucho tiempo con algunas especies tales como delfines y aves marinas. Muchas aparecen en las historias para niños o se usan en publicidad, películas y dibujos animados, todo lo cual contribuye a realzar su estatus en la sociedad (IFOP, 2018).

Cual sea la razón, la sociedad valora estas especies y está dispuesta a pagar un precio por su preservación. Estas percepciones y valores tienen un impacto directo sobre las pesquerías (que incidentalmente capturan y amenazan estas especies), a través de cambios en las técnicas de pesca como por ejemplo los dispositivos excluidores de tortugas y lobos marinos o equipos de ultrasonidos emisores acústicos de disuasión, o bien a través de restricciones al comercio, de acreditarse impacto sobre estas especies, como por ejemplo el CITES y la adopción de medidas unilaterales restrictivas a las importaciones de productos pesqueros (IFOP 2018).

#### 4.4.2 Muestreos y censos de pesca incidental

Durante el período y en las campañas de muestreo y lances registrados, no se reportaron incidentes de captura o pesca incidental con aves o mamíferos marinos, en ninguna de sus posibles formas. Si bien se observó y consignó avistamientos por cercanía a la unidad de faena, de ambas clases (mamíferos y aves), estos antecedentes no reportaron atrapamientos o mortalidades por efectos de la actividad de pesca con red de enmalle, lo que se informa detalladamente en el resultado 4.4.

Para este resultado, se contemplaba conseguir información efectiva de pesca incidental, cuyo proceso de registro consideró estas circunstancias y se incluyó detalladamente en los respectivos ítems del formulario de muestreo científico a bordo, pero al no observar incidentes estos registros quedaron consignados con ceros.

La recopilación de datos de pesca incidental se aplicó en todos los lances registrados y para todas las redes caladas y levantadas, en consecuencia, se recalca que del total de muestreos para pesca incidental, digitados en la base de datos, arrojan un resultado de cero incidentes durante todo el proyecto, lo que se representan en Tabla 72.

Tabla 72. Resultados de eventos de pesca incidental de aves y mamíferos marinos por campaña de pesca.

CODIGO BITACORA	N° LANCES	PESCA INCIDENTAL		Total	%
		AVES	MAMIFEROS		
211220,4	2	0	0	0	0
211220,3	3	0	0	0	0
10521,5	5	0	0	0	0
10521,4	6	0	0	0	0
210521,5	6	0	0	0	0
120921,5	6	0	0	0	0
120921,3	1	0	0	0	0
271021,3	9	0	0	0	0
311021,6	2	0	0	0	0
111121,7	6	0	0	0	0
101121,5	6	0	0	0	0
51221,8	2	0	0	0	0

Al respecto cabe señalar que la población de lobos marinos se evalúa durante la estación de verano durante el periodo reproductivo de la especie (Vaz-Ferreira, 1976) ya que en ese momento se agrupa un porcentaje importante de lobos marinos adultos en sectores llamados de parideros o colonias reproductivas. En estos y durante la tercera semana de diciembre arriban machos que luchan por el dominio de un sector de la costa, donde establecen cada macho su harén con 2 a 30 hembras (Pavés *et al.* 2005). Durante este periodo se registran violentos enfrentamientos entre machos, para luego dar paso al periodo en que con una alta sincronía en enero, las hembras paren, las que luego de 2 semanas entran en celo para ser nuevamente fecundadas por el macho. Los machos abandonan las colonias reproductivas durante marzo, quedando en las colonias sólo parte de la población, usualmente las hembras con sus crías. También existen sectores de reposo donde se agrupan lobos marinos en una menor densidad, los cuales son denominados aposentaderos o paradero (Sielfeld *et al.*, 1997).

Oporto *et al.* (1999) identificó un total de 32 loberías en la Región de Los Lagos, de las cuales 13 correspondieron a colonias reproductivas. Posteriormente Oliva *et al.* (2007) informó que en la Región de Los Lagos existen 28 loberías, con un descenso en las colonias reproductivas a 8. Esta dinámica en la reducción de las colonias reproductivas se consolida con los resultados del proyecto FIPA 2018-54 (Oliva *et al.*, 2022), donde en esta misma región se estableció la existencia de 6 colonias reproductivas, siendo las de mayor tamaño las ubicadas en Punta Dehui e Isla Metalqui (Figura 51).

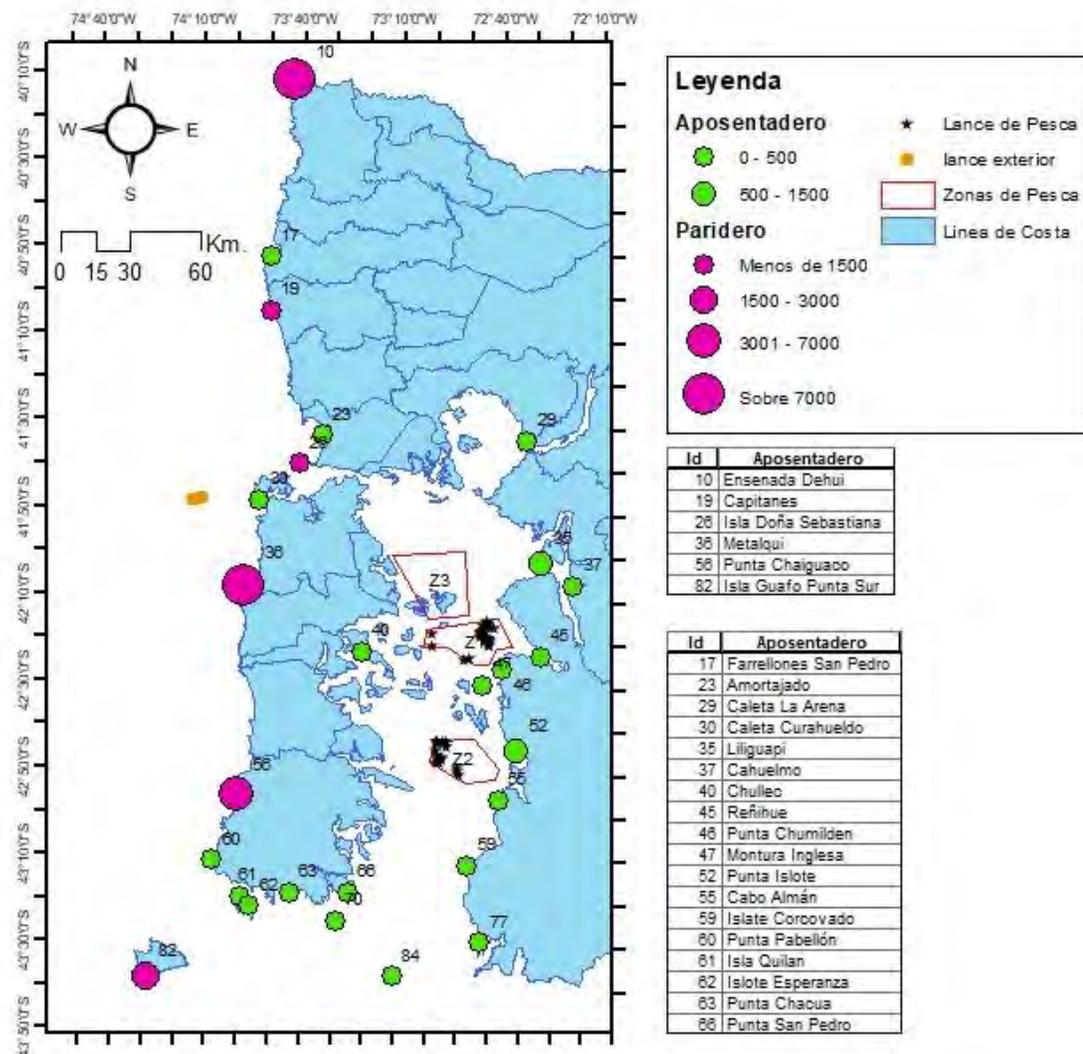


Figura 51. Referenciación geográfica de las colonias de Lobo Marino Común (*Otaria byronia*) y las zonas de pesca de Merluza del Sur (*Merluccius australis*) con Enmalle.

Los estudios poblacionales del lobo marino coinciden en que la reproducción se realiza en las colonias ubicadas en la costa expuesta de la Región de Los Lagos, quedando entonces en el Mar Interior de Chiloé 11 colonias de aposentadero (o paradero) siendo en su mayoría de no más de 500 individuos cada una, siendo las excepciones las de Punta Islote y Reñihue con no más de 1.500 individuos. En particular en la zona de pesca de merluza del sur, no existen loberías, aunque Oliva *et al.* (2022) identificaron 8 colonias en el radio de 25 kilómetros a la zona de pesca, lo cual es un número menor al informado por Oliva *et al.* (2008), quienes indicaron 11 loberías para el mismo sector.

Al comparar en el tiempo la densidad de las loberías en el radio antes indicado, se observa que hay un aumento en la cantidad de lobos marinos en Punta Islote, pero no es posible atribuir este aumento a la actividad de pesca, dado que en la zona también se desarrolla salmonicultura.

De esta forma las zonas de pesca 1 y 2 están sometidas a la interferencia de lobos más bien de los aposentaderos ubicados en el margen continental, con mayor interacción en primavera que es lo que fue observado durante la ejecución del proyecto, ya que la cercanía de lobos es alta y para todos los caladeros y el único efecto de modificación de la menor presencia es por ausencia de interacción en período estival por efectos reproductivos.

#### **4.4.3 Filmaciones submarinas de interacción de aves y mamíferos con el arte de enmalle artesanal demersal**

Esta actividad fue propuesta con el objeto de recopilar antecedentes complementarios para la eventual interacción y pesca incidental de la red de enmalle.

Como ya se informó, durante el proyecto no se produjeron eventos de pesca incidental, ni de mamíferos ni de aves; sin embargo, de manera indirecta fue posible, en algunas ocasiones, avistar lobos alimentándose de peces enteros a una distancia aproximada de 40 metros de la embarcación durante el proceso de virado de las redes.

Durante los viajes de muestreo, el equipo dispuso en cuatro viajes de pesca realizar filmaciones submarinas, contando para ello con un profesional Biólogo Marino con licencia vigente de Buzo

Especialista, que actuaría en la oportunidad que se avistará o sospechara de una flagrante acción sobre las redes, bajo la superficie del agua.

Finalmente, se realizó una filmación de un izamiento de red que permitió registrar que a lo menos a los 20 metros no hubo acción ni de aves ni mamíferos, asumiendo que la evidencia de alimentación avistada en algunas oportunidades, se sostiene por una interacción del lobo marino bajo los 20 m al virar la red con pesca. También cabe señalar que se evidenció sobre los 20 m, un desprendimiento de algunos ejemplares capturados, por la acción del pliegue o enrollamiento al tensar la retenida la red (Figura 52).



Figura 52. Foto desde filmación submarina con red subiendo y pez (tollo sp.) desprendido, sin ataque de ave o mamífero.

La unidad de filmación dispuesta para el proyecto realizó registros submarinos y a nivel superficial que permitieron visualizar la velocidad de virado de una operación con presencia en la superficie cercana de lobo marino (CARPETA: “VIDEOS VIRADO DE RED”, adjunta) y videos del lobo en superficie efectuando sus actividades de alimentación con la pesca (CARPETA: “VIDEOS ATAQUE LOBO”, adjunta), rodeado de aves marinas oportunistas pero que no interactúan con el arte de pesca propiamente tal.

Filmaciones submarinas directas sobre el accionar del lobo en las capturas propiamente tal, no se consiguieron de acuerdo a lo propuesto inicialmente. Por una parte, debido a que en los embarques en que se programó dicha tarea, no hubo acción evidente de presencia y actividad del lobo sobre el arte. Por otra parte la filmación realizada fue afectada por efectos de la turbidez del agua, condiciones de corriente de marea superficial que hacían peligrosa la faena del buzo y del equipo, como también por precaución por antecedentes de comportamiento animal agresivo descrita por los propios pescadores.

#### **4.4.4. Censo de avistamientos de aves y mamíferos con el arte de enmalle artesanal demersal.**

##### **Interacción con el arte y captura**

Inicialmente no se reportó interferencia ni avistamiento con aves o mamíferos marinos, en ninguna de las campañas efectuadas en verano y otoño, lo que se podría deber a que los lugares donde se desarrollaron los lances de pesca se encontraban en el margen oeste de los polígonos 1 y 2, frente a las costas de la provincia de Chiloé de aguas interiores.

Sin embargo, en la temporada de invierno y primavera las zonas de pesca cambiaron al margen este del polígono 1 (lado occidental de las aguas interiores frente al borde costero de la provincia de Palena), donde sí se registraron interacciones con lobo marino y avistamiento de aves asociado a residuos de peces al alimentarse el lobo marino de las capturas de las redes de enmalle.

##### **Avistamiento y acercamiento a faena**

Del total de lances muestreados, en 28 de ellos se realizó censo de aves y mamíferos marinos, por avistamiento. En 16 de los lances no se observó la presencia de aves marinas y en 22 de ellos no se observó la presencia de mamíferos (lobo marino), estimando que en el 32% de los lances se constató la presencia de aves, mayoritariamente de grupos de más de 30 aves y que en un 21% de los lances se observó uno o dos lobos marinos (Tablas 73 y 74).

Tabla 73. Censo de aves marinas en las zonas de pesca de cada campañas de muestreo

CENSO DE AVES MARINAS	BITACORAS CRONOLOGICAS							Total	%
	211220,3	211220,4	10521,5	120921,3	271021,3	301021,6	111121,7		
0	4	2			9		1	16	57%
1-10							1	1	4%
11-30			2					2	7%
+30			3	1		1	4	9	32%
Total general	4	2	5	1	9	1	6	28	100%
Lances muestreados	4	6	5	1	9	1	6		
Total lances/campaña	5	6	5	1	9	2	6		
Cobertura de muestreo	80%	100%	100%	100%	100%	50%	100%		

Tabla 74. Censo de mamíferos marinos en las zonas de pesca de cada campañas de muestreo

CENSO DE MAMIFEROS MARINOS	BITACORAS CRONOLOGICAS							Total	%
	211220,3	211220,4	10521,5	130921,3	271021,3	311021,6	111121,7		
0	4	2	2	1	6	1	6	22	79%
1-2			3		3			6	21%
Total general	4	2	5	1	9	1	6	28	100%

Las aves en general presentan un comportamiento oportunista y no interactúan directamente con las capturas de la red tratando de sacarlas, sino esperan algún desperdicio arrojado por la borda (Figura 53) o restos que deja el lobo al comer la captura (Figura 54)



Figura 53. Aves próximas a la embarcación a la expectativa de alimento



Figura 54. Grupo de aves asociadas a actividad de lobo marino mientras se alimenta, alejado a unos 50 m de la embarcación

Por otra parte los registros de video constatan que la red presenta un ángulo de entrada de catenaria muy pronunciada al borde de la embarcación (retenida y relingas a pique) como se aprecia en Figura 55 y por tanto, el lobo se debe sumergir bastante para morder la pesca o sacarla por completo de la red y mantenerse relativamente lejos de la embarcación, para luego consumirla a nivel superficial. Igualmente se observa que ninguna de las aves mayores presentes (petreles, albatros y gaviotas) practiquen el clavado para obtener parte de la pesca, sino en forma oportunista comen los restos que deja el lobo, cuando este azota la pesca sobre la superficie para desgarrar la carne. Así, la evidencia muestra que si bien se reporta una alta o media presencia de aves marinas cuando hay lobos marinos atacando la pesca, estos esperan y capturan los restos que deja el lobo, sin producirse ataques directos de las aves sobre la red, sin presentarse ningún tipo de enredo o atrapamiento de estos animales en la red y por lo mismo sin reportarse mortalidades por este efecto.



Figura 55. Retenida tensada en izamiento y enrollamiento o plegado de ambas relingas.

El lobo al sumergirse ataca principalmente la zona abdominal de la merluza atrapada en la red, pero se cuida de no quedar atrapado por sus aletas u hocico, dejando la evidencia de su acción en la pesca que llega dañada a bordo (Figura 56).

Por otra parte, si bien casi siempre estuvieron presentes las aves marinas al momento de virar la red, con o sin presencia de lobo marino; así como, esperando la oportunidad de que los pescadores desecharan las vísceras de la pesca vertiéndolas al mar desde la borda, nunca se observó un lobo marino durante las faenas de eviscerado a bordo.

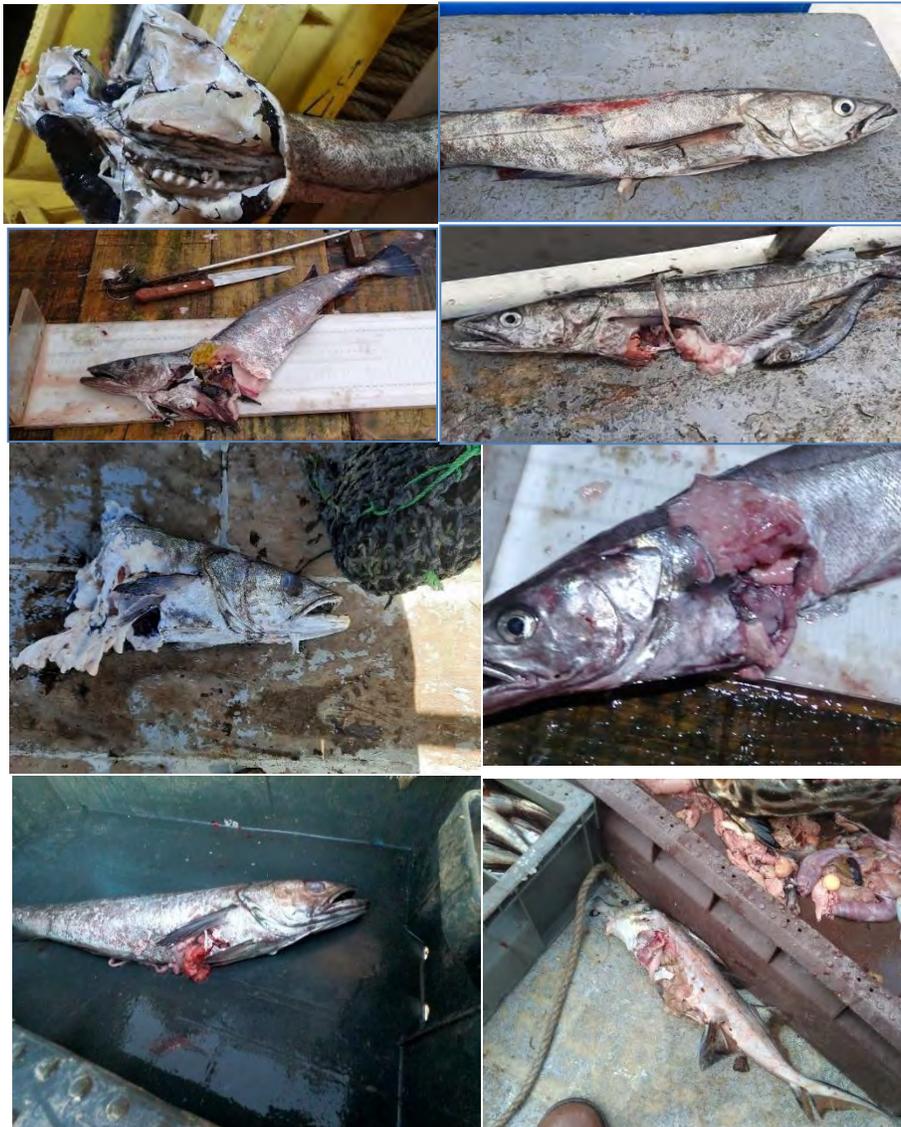


Figura 56. Registros pesca afectada por mordidas de lobo marino en muestreos de septiembre, octubre y noviembre de 2021.

Es posible considerar dos buenas prácticas ejercidas por la flota, una general de limpieza y calidad de las bodegas, que se explican por la certificación sanitaria para exportación a Europa que emite

SERNAPESCA y otra concerniente al proceso de eviscerado, el cual se realiza generalmente en caleta de abrigo, durante la espera del reposo de la red, cuando son varios días de faena y el eviscerado durante regreso a la caleta de desembarque. Es decir hay un protocolo mínimo de buena práctica al evitar arrojar eviscerado en zona de pesca durante el proceso de faena.

#### 4.4.5. Revisión bibliográfica para orientar medidas de mitigación de la pesca incidental por efecto de la pesca artesanal de enmalle

##### Medidas de administración y gestión pesquera de merluza austral (*Merluccius australis*)

En general *M. australis* está dentro de la pesquería demersal en Chile junto a otras especies de merluzas, congrios y rayas. Éstos corresponden a organismos animales acuáticos vertebrados que habitan en aguas profundas o cerca del fondo de las zonas litorales, eulitoral y plataforma continental, llegando a profundidades cercanas a los 500 m. Las principales medidas y normas que aplican a esta especie se indican en Tabla 75.

Tabla 75. Medidas de administración aplicables al recurso merluza del sur

MEDIDA DE ADMINISTRACIÓN	PROPÓSITO	NORMATIVA ASOCIADA
Régimen	Declarada en estado y régimen de plena explotación en la UP entre el paralelo 41°28,6 y 57° latitud sur.	D.S. N°354/1993
Acceso	Suspendida la recepción de solicitudes y el otorgamiento de nuevas autorizaciones de pesca para el sector industrial, así como la inscripción en el RPA en las regiones y UP artesanal y su fauna acompañante.	Art.N°24, Título III. LGPA (texto actualizado incorpora modificación Ley N°20.657)
Cuota Global Anual de Captura (CGAC)	La CGAC de merluza del sur (41°28,6 latitud sur y 57° latitud sur) año 2020 es 17.654 t Cuota de investigación: 28 t Cuota remanente: 17.626 t -Sector artesanal 10.576 t -Sector industrial 7.050 t	D. Ex. N°242/2019
Cuota Fuera Unidad de Pesquería	Se estableció una CFUP, de 55 ton	D. Ex. N° 242/2019
Veda	Veda biológica en su UP incluyendo aguas interiores, correspondientes al mes de agosto de cada año	D. Ex. N° 140/1996 D. Ex. N° 200/2019
Artes y aparejo de Pesca	Tamaño de luz de malla mínimo de 130 mm en el copo de las redes de arrastre. La flota industrial sólo puede operar con arrastre o palangre.  La flota artesanal sólo puede operar con espineles, con tamaño de anzuelo hasta N° 6, altura de gancho <18.	D.S. N° 144/1980 D.S. N° 245/1990
Valor de sanción	35,8 UTM/t	D. Ex. N°274/2019

Entre las cuatro especies de merluzas en Chile, solo *M. australis* se explota en la pesca artesanal con espineles entre los 41º28,6 y 57º latitud sur. Por tanto, las descripciones del arte de pesca de enmalle a continuación se indican, están relacionados a merluza común (*Merluccius gayi*).

#### **Descripción del arte de pesca de enmalle para merluza común (*M. gayi*) (SUBPESCA, 2003)**

El arte de enmalle es de especial utilización en las pesquerías artesanales de Chile en Merluza común (así como en Pejerrey, Jurel, Lisa, Cojinova, Corvina, Tollo, Róbalo y Pez espada), por su bajo costo de construcción y operación, en embarcaciones de lanchas de madera o fibra de vidrio de hasta 17 m de eslora y 4 m de manga, con 7 tripulantes y motor interior de unos 48 Hp. Es utilizada entre la I y X Región, particularmente en áreas cercanas a la costa.

El arte consiste en una pared simple de tela, que se mantiene relativamente vertical mediante una línea de flotación y una línea de fondo con pesos. La red es calada en el fondo marino, o a cierta distancia sobre el mismo, mediante anclas o pesos a ambos extremos. Se utilizan flotadores (hechos de plásticos y con forma cilíndrica, de 150 g de flotabilidad cada uno) que son amarrados a la línea superior y cabos con alma de acero o emplomados que son puestos en la línea inferior (400 g de peso cada plomo). La red está hecha de nylon multifilamento y/o monofilamento. Este último material es de uso más común y permite mantener una baja visibilidad del arte de pesca. El tamaño de malla utilizado en la red es de 3,5" y el embande es de un 40%.

Para la merluza común, el arte se cala por banda y de amanecida (5 de la madrugada). En invierno se vira a las 11 AM y en verano se deja un día en reposo. Se utilizan 30 paños por calada, aportando cada tripulante con aproximadamente 4 paños. Una vez en el agua, el método de captura es por enmalle o agallamiento de los peces. El virado se efectúa por la banda opuesta y demora entre 2 a 3 horas (Figura 57).

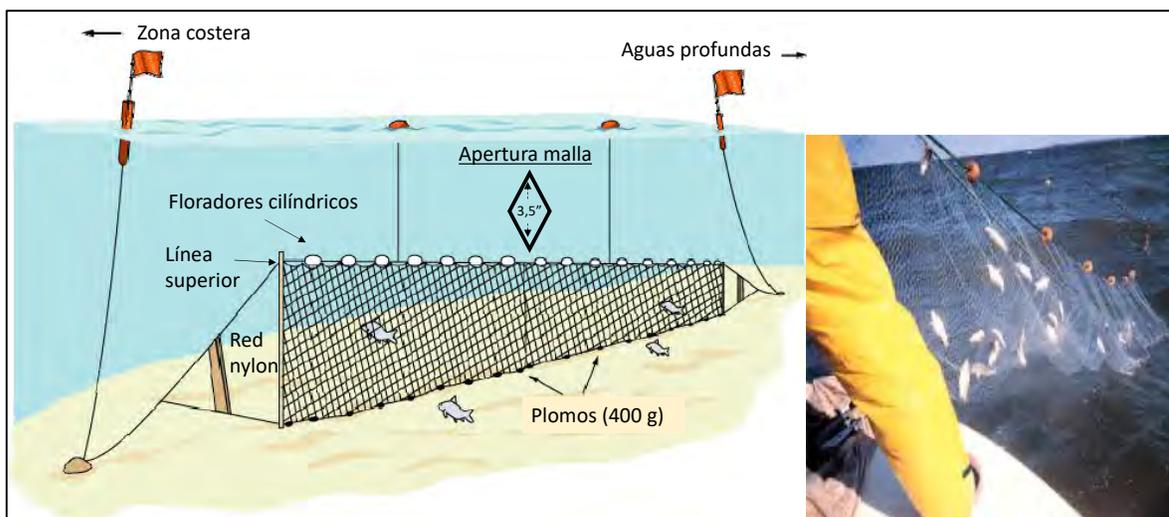


Figura 57. Arte de pesca de “enmalle” utilizado en la pesquería artesanal para la captura de merluza común en Chile.

En cuanto a la implementación del arte de pesca de enmalle para merluza del sur (*M. australis*) en esta propuesta; el tamaño de la red es de 5” (utilizada para el pejegallo *Callorhynchus callorhynchus*), además de 4” y 6”, en forma experimental. Esto para comparar el grado de selectividad del tamaño de malla a la especie objetivo, evitando la captura incidental de otras especies secundarias.

#### **La pesca incidental en programas de seguimiento de pesquerías y descarte realizada en Chile por IFOP (Instituto de Fomento Pesquero).**

A partir de la promulgación de la Ley 20.625 del año 2012, ley de descarte, se inicia un proceso de investigación general respecto de la práctica del descarte en las pesquerías de Chile. Este programa de investigación para la obtención de antecedentes técnicos, que permiten elaborar planes de reducción del descarte, se autoriza en cada caso por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura y es ejecutado a partir del año 2014, por el Instituto de Fomento Pesquero, IFOP. Estos programas incorporan, desde el inicio, el concepto de pesca incidental, en sus objetivos generales y específicos en los diversos proyectos y estudios que durante estos años se han ejecutado.

Como parte de esta investigación general del descarte, IFOP realiza una evaluación de la pesca incidental sobre mamíferos, aves y reptiles marinos, basado en un fuerte proceso previo de

capacitación y certificación de observadores científicos a bordo, para detección, identificación y registro de pesca incidental. En los últimos años además se ha incorporado a programas de descarte en distintas pesquerías, un sistema moderno de monitoreo electrónico o cámaras para el registro remoto de descarte y pesca incidental.

El programa de investigación del Descarte y Pesca Incidental lleva a cabo el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) desde el Año 2013 con pesquerías pelágicas y demersales distribuidas entre la Región de Atacama y la Región de Magallanes y Antártica Chilena.

En el informe Programa de seguimiento de las pesquerías demersales y de aguas profundas, (2018), IFOP incluye en sus principales conclusiones sobre la pesca incidental, lo siguiente:

- Para pesquerías industriales de arrastre sobre recursos merluza común, merluza de cola y jibia que, en cuanto a aves, son claramente el albatros de ceja negra por conducta ligada a forrajeo y la fardela blanca asociada a su ciclo migratorio. En cuanto a mamíferos marinos, se verifica solo lobo marino común, debido a conducta de aprendizaje de principalmente individuos juveniles.
- Para la pesquería de recurso jibia, el estudio concluye que es baja la pesca incidental y que se asocia sus eventuales aumentos por mayores lances cuando el recurso baja su disponibilidad.
- Para las pesquerías de arrastre de la zona sur austral, se señala que para el albatros ceja negra, su incidencia tiene patrones claramente espaciales y temporales, relacionados al ciclo biológico de las mismas. En cuanto a mamíferos marinos hay ciertas diferencias entre las faenas de flota arrastre fábrica y arrastrera hielera austral, donde ambas presentan lobo común, pero en la arrastrera hielera se agregan ejemplares capturados de lobo fino.

Para la captura de la pesquería pelágica de la zona norte, el IFOP ha desarrollado desde al año 2017 el programa de seguimiento respectivo, (Programa de seguimiento de las principales pesquerías pelágicas de la zona norte de Chile, Regiones de Arica-Parinacota y Coquimbo, año 2019) obteniendo información importante que se basa en los reportes de observadores científicos a bordo por un lado y las bitácoras de pesca de los capitanes.

De acuerdo con reportes de los observadores científicos, la pesquería pelágica industrial y artesanal, mostraron un total de 20 especies afectadas por la pesca incidental donde el 94% esta representados por cinco especies el lobo marino común y cuatros aves marinas.

Para la captura incidental de la flota industrial cerquera que el lobo marino común es el más significativamente afectado durante otoño e inviernos, mientras que en la flota artesanal de anchoveta son las aves las principales. En ambos casos el estudio establece que el 95% de las incidencias de captura se producen durante el calado y virados de la red.

El estudio establece una importante diferencia en la tasa de captura incidental entre reportes de observadores científicos (menor) que lo proveniente de auto reportes de patronos y capitanes.

Respecto de la pesca incidental en pesquerías pelágicas de cerco en el país, en su Informe Final del Programa de observadores científicos; Programa de investigación y monitoreo el descarte y la captura incidental en pesquerías pelágicas, 2019-2020 (Subsecretaría de Economía y EMT/2020), como principales actividades y conclusiones se pueden señalar las siguientes:

- El informe da cuenta de estimaciones de captura, causas de descarte por pesquería y un análisis de la captura incidental de aves, mamíferos y reptiles marinos, producidas en la flota cerquera nacional y de la flota cerquera de sardina austral (aguas interiores) en Los Lagos.
- También se incluyen propuestas de medidas de mitigación para el descarte y para la captura incidental con base en los resultados del programa de los años 2017, 2018 y 2019.

Para suplir deficiencias de información ecosistémica, desde el año 2005 la Administración Pesquera ha establecido un Programa de observadores científicos a través del cual se ha mejorado la cobertura de muestreo de los proyectos de Seguimiento respecto a materias como la fauna acompañante e interacciones de la pesca con el resto del ecosistema. Asimismo, dicho programa ha permitido avanzar en la capacitación de observadores en la identificación de especies y en la revisión de los procesos de recopilación de datos. En 2014 el Programa de observadores científicos fue reformulado a fin de incorporar diversas tareas que permitirían avanzar en el cumplimiento de objetivos planteados en la nueva normativa pesquera, reorientándolo hacia la investigación y monitoreo del descarte y la pesca incidental en pesquerías pelágicas de cerco.

Para la pesquería aguas interiores de cerco artesanal de sardina austral, para el período 2017 - 2019 se registró la captura incidental de 3 especies, siendo las gaviotas cáhuil y dominicana las especies con mayor mortalidad. Si bien el lobo marino común fue la especie con mayor captura, su condición de pesca o mortalidad fue menor al 1%.

En general captura incidental para la zona centro sur para la pesquería artesanal de sardina común y anchoveta, entre los años 2015 y 2019, el informe presentó la captura de 18 especies, siendo fardela negra seguida de fardela blanca, las especies con mayor mortalidad.

Para el caso de la pesquería industrial de sardina común y anchoveta, en el mismo periodo se observó la captura de 21 especies o grupos de especies, siendo fardela blanca la especie que presentó mayor mortalidad. En la pesquería industrial de jurel, para el mismo periodo se registraron 14 especies capturadas, siendo la fardela blanca y el lobo marino común las especies con mayor número de ejemplares muertos.

### **Análisis bibliográficos sobre medidas de mitigación en la pesca incidental con arte de pesca de enmalle**

A pesar de que las redes de enmalle o agalle (“Gillnet” en inglés) son artes de pesca con un alto grado de selectividad a la talla, la captura incidental de otras especies es materia de creciente preocupación mundial (SUBPESCA, 2003). Las redes de enmalle son utilizadas en aguas interiores y en el mar exterior, tanto para la captura de peces en capas superficiales de agua (pez espada, reineta), a media agua (merluza de cola, reineta) o en el fondo (merluza común). En general, su utilización en la columna de agua puede causar problemas en: 1) aves marinas, 2) especies altamente migratorias como tiburones o delfines, 3) captura incidental de ciertos crustáceos en el caso de redes de enmalle dispuestas en profundidad, y 4) “Pesca fantasma”, que se produce cuando un arte de enmalle es perdido y éste sigue pescando a la deriva, ya que las fibras sintéticas son de gran durabilidad y no son biodegradables.

## **Análisis sobre pesca incidental y medidas de mitigación en el arte de pesca de enmalle**

### **1. Estudios a nivel nacional**

Oceana (2005) define la mortalidad por captura incidental como toda especie que no sea objetivo de la pesca, a nivel artesanal e industrial. Señala además que entre las especies que se encuentran habitualmente en la pesca incidental están las aves y mamíferos, donde la mayoría de las veces cuando ocurre la interacción entre ellos y los artes de pesca, finaliza con la muerte del animal atrapado por asfixia. Entre los principales recursos pesqueros que generaron interacción con aves y mamíferos se encuentran el bacalao de profundidad, merluza austral, pez espada, merluza de cola, merluza de tres aletas, merluza común y jurel.

Respecto de las redes de enmalle, sugieren que este arte de pesca debiera estar prohibido en aguas internacionales, proponiendo que sea eliminado completamente de la pesca en el mar oceánico. Esto debido a que este arte de pesca resulta ser menos selectiva y que no existen antecedentes sobre las consecuencias de su uso. Se describen además las principales aves que interactúan con las pesquerías, que corresponden a albatros (ceja negra, cabeza gris, Chatham, Buller, Salvin, errante, de las Antípodas, real del sur y real del norte), petreles (gigante del sur, gigante del norte, de mentón blanco y plateado), fardelas (negras y blancas) y pingüinos. Mientras que los principales mamíferos marinos que interactúan con las pesquerías de enmalle son el cachalote, orca, lobo marino sudamericano, lobo fino austral y ballena azul.

Más tarde, Queirolo (2011) caracteriza las redes de enmalle en la pesquería artesanal de merluza común (*Merluccius gayi gayi*) (FIPA 2009-23), entre las regiones de Valparaíso y Bío-Bío. En este informe además se evaluó la fauna acompañante que se registra en esta pesquería para las distintas zonas y tipo de redes que se encontraran en la operación de esta flota. La fauna acompañante se definió como especies que comparten hábitat con la especie objetivo de pesca y que las artes de pesca vulneran y no tienen importancia comercial; a diferencia de las especies sub-objetivos, que igualmente no son el objetivo de pesca pero son aprovechadas para su comercialización. Se define que la magnitud de la fauna acompañante está determinada por una 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. En este estudio 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 (Queirolo y Gaete, 2014) se estimó que la pérdida total del área funcional de las redes de enmalle ocurre aproximadamente a los 120 días desde el momento en 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.

Queirolo *et al.* (2013) determinan la selectividad a la talla de redes de enmalle utilizadas para la captura de merluza común en la zona centro-sur de Chile, donde específicamente estudian los efectos selectivos a la especie y proponen un diseño que permita disminuir o eliminar capturas incidentales y/o de fauna acompañante del fondo marino. En este estudio se realizaron lances con redes de enmalle usando 5 tamaños de malla de manera simultánea, correspondientes a 50, 60, 70, 80 y 90 mm (equivalentes a 2, 2,4, 2,8, 3,2 y 3,5 pulgadas, respectivamente), distribuidos aleatoriamente en las redes. Los lances fueron realizados en cuatro zonas de pesca tradicionales de la flota artesanal, entre la V y VIII regiones (Valparaíso, Bucalemu-Boyeruca1, Duao y San Vicente). Esta pesca experimental se realizó en dos períodos; uno de menor actividad reproductiva de la especie entre el 22 de abril y el 18 de mayo y otro de mayor actividad reproductiva entre el 8 de agosto y el 14 de octubre (exceptuando la veda biológica en septiembre). De los lances efectuados en las dos etapas se registró que las especies capturadas en las redes de enmalle de merluza común fueron: blanquillo, cabrilla, jaiba limón, jaiba paco, langostino colorado, lenguado de ojos grandes, pampanito, pintarroja y sierra. En las dos etapas, el recurso langostino colorado representó la

mayor proporción de ejemplares respecto a la captura total con 28.487 individuos estimados, equivalente al 98,3% del total de la fauna acompañante (Tabla 76).

Se observó además que a medida que el tamaño de malla aumenta, la proporción de fauna

Tabla 76. Número de ejemplares por especie de fauna acompañante en estudio de Queirolo *et al.* (2013)

Especie	Fase I	Fase II	Total
	Abr-May	Ago-Oct	
Blanquillo	10	3	13
Cabrilla	1		1
Jalba limon	14	85	99
Jalba paco	24	95	119
Langostino colorado	20594	7893	28487
Lenguado ojos grandes	7	20	27
Pampanito	20	10	30
Pinta roja	2	25	27
Sierra		178	178
<b>Total</b>	<b>20672</b>	<b>8309</b>	<b>28981</b>

acompañante disminuye. Además, se observó que la mayor proporción de fauna acompañante es retenida en la sección inferior de la red, en base a lo cual es posible proponer una modificación en el diseño del arte para reducir la captura de las especies que presentan mayor interacción.

## 2. Estudios a nivel internacional

Zydelys *et al.* (2009) señalan que la mortalidad de las aves marinas en las artes de pesca es un problema de conservación mundial y se reconoce que las capturas accidentales en las pesquerías industriales de palangre y arrastre amenazan a varias especies de aves marinas; se sabe poco sobre los efectos de las capturas accidentales en las pesquerías de redes de enmalle a pequeña escala sobre las poblaciones de aves, para lo cual revisaron 30 estudios sobre la captura accidental de aves en las redes de enmalle costeras en el Mar Báltico y en la región del Mar del Norte con el fin de evaluar la magnitud de este problema y los efectos potenciales sobre las poblaciones de aves. Este análisis arrojó que todas las especies de aves buceadoras que se encuentran en la región del estudio (como buceadores somormujos, zampullines, patos marinos, patos buceadores, alcas y cormoranes) han muerto en las redes de pesca. La estimación acumulada sugiere que alrededor de 90.000 aves mueren en las redes de pesca anualmente, una cifra que casi con toda seguridad tiene

una subestimación sustancial; por lo que se concluye probablemente entre 100.000 y 200.000 aves acuáticas mueren al año. Los patrones geográficos y temporales de las capturas accidentales coinciden en general con la distribución de las especies y los períodos de presencia. Además, las tasas de capturas accidentales variaron en función de la técnica de alimentación de las especies y se vieron influidas por los parámetros de la red y la profundidad de pesca.

Posteriormente Zydels *et al.* (2013), en una revisión de las estimaciones de capturas accidentales comunicadas, sugieren que al menos 400.000 aves mueren en las redes de enmalle cada año. Las mayores capturas accidentales se han registrado en el Pacífico Noroeste, Islandia y el Mar Báltico. Las especies que sufren impactos potencialmente significativos de la mortalidad en las redes de enmalle son el arao común (*Uria aalge*), el arao de pico grueso (*Uria lomvia*), el colimbo de garganta roja (*Gavia stellata*), pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), pingüino de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*) el pingüino de ojos amarillos (*Megadyptes antipodes*), el pingüino pequeño (*Eudyptula minor*), el pingüino mayor (*Aythya marila*) y el pato de cola larga (*Clangula hyemalis*). Aunque los informes de capturas accidentales de aves marinas en las redes de enmalle son relativamente numerosos, concluyen que aún la magnitud de este fenómeno es poco conocida en todas las regiones.

Løkkeborg (2011), revisa los estudios que prueban las medidas para prevenir la captura incidental de aves marinas en las pesquerías de palangre, arrastre y redes de enmalle, con el fin de identificar los métodos de mitigación más eficaces. La mortalidad de las aves marinas en las pesquerías con redes de enmalle se produce cuando las aves marinas que bucean se encuentran con las redes de enmalle y quedan atrapadas en la red. Dado que las aves marinas pueden encontrarse con las redes de enmalle mientras son caladas y arrastradas, también pueden quedar atrapadas en redes caladas a una profundidad superior a su profundidad máxima de buceo. Se han documentado capturas accidentales de aves marinas en pesquerías costeras y de altura, así como en redes de enmalle de deriva y demersales. Las medidas técnicas de mitigación que se han probado en la pesca con redes de enmalle son escasas. Esta revisión identificó sólo 3 medidas que se han propuesto y probado: alertas visuales, alertas acústicas, calado de superficie y hora de pesca.

Medidas de mitigación en aves encontradas por Løkkeborg (2011) que se complementan con estudios en otros organismos acuáticos:

**A) Alertas visuales.**

Las redes de enmalle tradicionales se modifican con alertas visuales para aumentar su visibilidad, por ejemplo, tiñendo las redes con un color opaco (Melvin *et al.* 1999, Trippel *et al.* (2003). Las aves marinas deberían ser capaces de detectar estas redes a mayor distancia y por tanto, podrían evitar la colisión y el enredo. Sin embargo, el aumento de la visibilidad de las redes de enmalle también puede dar lugar a una reducción de las capturas.

Mangel *et al.* (2018), evaluando la eficacia de iluminar las redes de pesca con diodos emisores de luz verde (LED) para reducir la captura accidental de aves marinas, realizaron experimentos en la pesquería demersal de redes de enmalle de Constante (Perú) y se compararon 114 pares de redes control y redes iluminadas. Se observó la captura de un total de 45 cormoranes guanay (*Phalacrocorax bougainvillii*), de los cuales 39 fueron capturados en redes de control y 6 en redes iluminadas. La captura accidental de aves marinas en términos de captura por unidad de esfuerzo fue significativamente mayor en las redes control que en las iluminadas ( $p < 0,05$ ), lo que representa una disminución del 85,1% en la tasa de captura accidental de cormoranes.

Kakai (2019), en un estudio en tortugas marinas señala que la pesquería artesanal de enmalle existe en los océanos de todo el mundo y han sido responsables de una alta tasa de pesca incidental de tortugas marinas. Tres sitios en la costa norte de Kenya (Watamu, Ngomeni y Braid Said) fueron estudiados con el objetivo general de investigar la efectividad de las luces LED en la reducción de la pesca incidental de tortuga marina en redes de enmalle de fondo (“Bottom-set gillnet fishery”). Los resultados mostraron una reducción en la tasa de captura de tortugas marinas, lo que sugiere que la iluminación por luces LED pueden ser una herramienta de conservación efectiva (Figura 58).

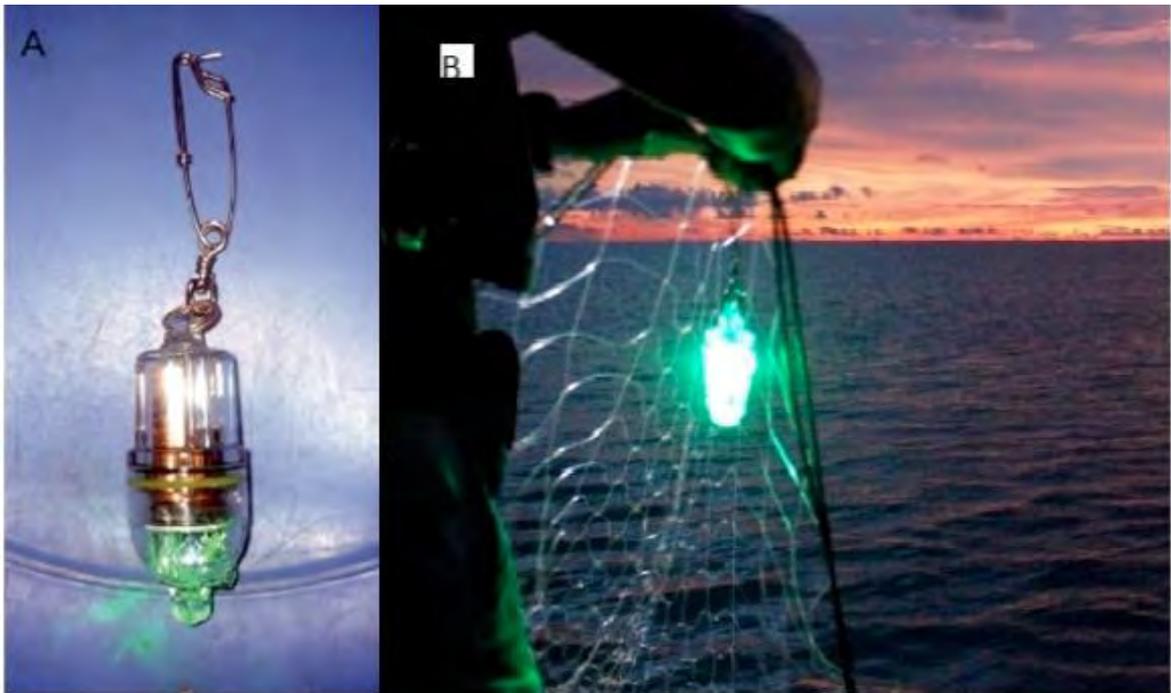


Figura 58. Ejemplo de luces led usadas durante el estudio. B. LED fijadas en la parte del fondo de la red de enmalle.

Ambos estudios demuestran que la iluminación de las redes reduce la captura accidental de aves marinas y puede ser una técnica eficaz de mitigación de la captura accidental de múltiples especies. Este hallazgo tiene amplias implicaciones para la mitigación de las capturas accidentales en las pesquerías con red, dado el costo relativamente bajo de la tecnología LED, la ubicuidad global de las pesquerías con red y la escasez actual de soluciones de mitigación de las capturas accidentales.

#### **B) Alertas acústicas.**

Entre los trabajos encontrados sobre mitigación de pesca incidental se encuentra Trippel *et al.* (1999) quienes evaluaron redes de enmalle demersales equipadas con alarmas acústicas. Entre los resultados se encontró que éstas alarmas acústicas podrían tener un efecto en reducir la captura incidental de la marsopa común (*Phocoena phocoena*) con una tasa de un 77% en comparación con aquellas redes de enmalle sin alarmas, en el área de Swallowtail de la Bahía

de Fundy, durante las pruebas de campo en agosto de 1996 se obtuvo una reducción del 68 % y 1997 del 85%. En ambos años combinados, tres marsopas fueron atrapadas en 249 redes con alarma, frente a 14 marsopas comunes en 267 redes sin alarma. Estas alarmas fueron espaciadas a 100 m de distancia a lo largo de la línea de flotación. En condiciones de no lluvia y viento bajo, se supuso que las alarmas eran claramente audibles para las marsopas portuarias en rangos de 0,1 a 0,6 kilómetros. Tasas de captura de arenque del Atlántico (*Clupea harengus*), Bacalao del Atlántico (*Gadus morhua*) y abadejo (*Pollachiusvirens*) no fueron importantes y no mostraron diferencias entre las redes con alarma y sin alarma. La captura incidental de marsopa común y los movimientos del arenque pueden estar vinculados ya que durante años de baja abundancia de arenque, también se observan bajas tasas de enredo de marsopas común.

En las redes de enmalle a la deriva tradicionales utilizadas en la pesca del salmón en Puget Sound (USA) se colocaron emisores acústicos que emiten una señal sonora dentro de la frecuencia de audición de las aves marinas que sirvió para ahuyentar a las aves marinas de las redes de enmalle (Melvin *et al.*, 1999).

### **C) Calado en la superficie**

El calado de las redes de enmalle a mayor profundidad podría reducir las interacciones con las aves marinas y las capturas accidentales. En la pesquería japonesa de calamar (*Ommastrephes bartrami*) con redes de enmalle a la deriva en alta mar, se compararon los enredos de aves marinas entre las redes sumergidas a 2 m por debajo de la superficie y las redes tradicionales de superficie. Las capturas accidentales de aves marinas se redujeron significativamente en las redes sumergidas; sin embargo, la eficacia de la pesca también se redujo hasta en un 95%. (Hayase y Yatsu, 1993, citado por Melvin *et al.*, 1999)

### **D) Hora de pesca**

En el estudio sobre la pesca con redes de deriva en Puget Sound (USA), Melvin *et al.* (1999) también investigaron los efectos de la hora de la pesca (es decir, el amanecer, el día y el atardecer), y descubrieron que tanto las capturas de salmón y de aves marinas fueron mayores al amanecer. La exclusión de la pesca al amanecer dio lugar a reducciones pronunciadas en las

capturas accidentales de alcas y múridos y sólo una pequeña reducción (5%) en las capturas de salmón.

#### **4.4.6 Propuestas de mitigación de la pesca incidental en redes de enmalle artesanal demersal**

De acuerdo a los antecedentes recopilados, durante los muestreos realizados en la ejecución del proyecto, no se evidenció pesca incidental de aves y/o mamíferos, sin perjuicio de ello, de acuerdo a las observaciones directas en las faenas registradas, el equipo ejecutor con la opinión recogida de los pescadores , propone las siguientes posibles soluciones, las que requieren evidentemente someterse a una evaluación con la ejecución de un proyecto más específico, respecto de la pesca incidental de aves y mamíferos en el uso de las redes de enmalle de fondo en la PDA de Merluza del Sur.

La primera sugerencia es abordar esta materia en dos procesos separados en base a la mecánica de posible interacción con atrapamiento de aves y mamíferos en el uso de redes de enmalle de profundidad artesanal.

1° Factores durante el calado y virado de la red.

Considerando que entre los aspectos más relevantes, para la ocurrencia de este tipo de interacción y su eventual éxito en la mitigación de la misma, están los sentidos de olfato y visión, tanto de mamíferos como en aves y un segundo aspecto relacionado con la disposición durante toda la faena de pesca, de acceso y oferta de material biológico constitutivo de alimento como carnada, peces de la captura y residuos de pesca.

2° Factores durante el tiempo de reposo de la red en el fondo.

Durante el trabajo de pesca pasiva de la red de enmalle desplegada en el fondo, es fundamental en primer lugar la profundidad a la que permanece en acción, así como también el tiempo de reposo. Estos aspectos dicen relación a que mientras más profundidad, se reducen las oportunidades de afectar a las aves, considerando que como máximo de profundidad de buceo o vuelo submarino se estima en 70 metros (Pingüino de Humboldt). Respecto de mamíferos, considerando en este caso

el lobo marino común, las posibilidades de afectación en la red de pared de profundidad, es muy poco probable una interacción si hablamos de un calado de redes sobre los 150 metros.

Respecto del impacto de las redes por pérdida total y que hayan quedado en el fondo marino, (pesca a la deriva) solo en una encuesta a los armadores se reconoce que sufrió una pérdida completa de la red debido a sargazo de macroalgas que, enredadas en el orinque, hundieron la boya de señalización superficial del fondeo, perdiéndose la ubicación de la red por completo, sin poder volver a recuperarla; esto, hace 3 años atrás.

Por todo lo anterior, se estima que las posibilidades de atrapamiento de aves y mamíferos, se podrían disminuir, principalmente en los procesos de calado y virado del material de pesca. En estos procesos se debe asegurar una buena práctica base, como es el acopio de residuos de material biológico (eviscerados y residuos líquidos) para su posterior destino final en tierra, anulando o minimizando así el atractivo visual y olfativo, en primera instancia. En segundo lugar se propone buscar soluciones tecnológicas y metodológicas que aceleren el calado y virado de la red.

En opinión de los pescadores participantes, se concuerda que la oferta visual de pesca atrapada al virar lentamente o produciendo un menor ángulo de calado de la red respecto de la superficie, aumenta el período y oportunidad para la interacción directa con la red, manteniéndola parcialmente desplegada. En consecuencia, si se aumenta un mayor lastre de la red para reducir su ángulo de hundimiento y se aumenta la velocidad de virado; como se dijo anteriormente, se lograría un menor grado de catenaria respecto del fondo al momento de subir la red, disminuyendo la exposición de las capturas en el tránsito por la columna de agua hasta los primeros 30 metros y secundariamente obteniendo el efecto de pliegue y enrollamiento de la red al subir, siendo probable prevenir aún más la posible interacción letal con el arte y los mamíferos y aves marinas que interactúan con él.

## 5. Análisis y discusión

### Consideraciones generales

Aun cuando el título del proyecto está referido a evaluar la eficiencia operacional y el efecto selectivo a la talla y a la especie del uso de redes de enmalle en la pesquería demersal austral, tanto en aguas exteriores como interiores de la región de Los Lagos, las zonas de pesca de enmalle de merluza del sur no abarcan todos los espacios marítimos de la misma, circunscribiéndose exclusivamente al mar interior de Chiloé en torno a las Islas Butachauques por el norte e Islas Desertores por el sur, por lo que el diseño y experimentos de selectividad debieron acotarse a ese entorno marítimo, desconociéndose por ahora los rendimientos y retenciones que podría tener este método de pesca en otras zonas o aguas de la región de Los Lagos donde existe la principal pesca de merluza del sur con espinel, como el Seno de Reloncaví y el NE del Golfo de Ancud. Los niveles de interferencia entre ambos sistemas de pesca en esas zonas hizo imposible hacer pruebas de pesca experimental y aun cuando se realizaron experimentos en el mar exterior, estos no se consideran representativos del territorio, ya que no existen antecedentes previos de pesca artesanal de merluza del sur con enmalle en el mar exterior y el esfuerzo financiero de cobertura necesario para realizarlo, superaba en más las capacidades del presente proyecto.

Así, se pudo determinar que los caladeros actuales de pesca de merluza del sur con enmalle son muy acotados, determinados por sus profundidades sobre fondos blandos, dispuestos en canales submarinos específicos y en función de las zonas de pesca exploradas en cada temporada, se determinó que los pescadores siguen el patrón de circulación de la merluza del sur en su flujo migratorio desde la principal zona de desove de invierno en el mar exterior, ingresando al mar interior por el margen occidental en primavera subiendo hacia el norte al Golfo de Ancud para regresar al sur durante el otoño e invierno por el margen oriental del mar interior, para retornar a la zona de desove en torno a Isla Guafo y Guamblin en el mar exterior, lo que se correspondería con los postulados del patrón migratorio de carácter reproductivo y trófico descritos para el plan de manejo de esta pesquería (Subpesca, 2016).

Así las oportunidades de muestreo de la pesca de enmalle de merluza del sur son bastante restringidas, ya que solo se puede practicar en períodos especiales. Por una parte se requiere que el recurso esté disponible y vulnerable al arte de pesca encontrándose pegado al fondo, en una temporada que iría de otoño a primavera, de no más de 7 meses en el año; y por otro lado, deben darse condiciones de marea que permitan operar el arte de pesca y que se dan dentro de cada mes en los períodos de menor diferencia entre plea y bajamar, reguladas por la cuadratura lunar, las que varían de 3 a 6 días cada una, permitiendo así al mes no más de 2 viajes de pesca.

Para aguas exteriores en cambio fue complicado desarrollar un muestreo exitoso (con presencia de merluza del sur) ya que como no hay precedentes anteriores, nadie sabe dónde podría pescarse merluza del sur con redes de enmalle y ante esa inseguridad investigamos y solo obtuvimos un precedente de pesca de enmalle en el mar exterior a la altura de Ancud donde se practicaba la pesca de enmalle de raya y pejegallo, existiendo un armador disponible para realizar los experimentos con las dos redes experimentales, el cual fue ingresado a la pesca de investigación y los muestreos se pudieron ejecutar al final del proyecto, en diciembre de 2021, donde se obtuvo como principal especie concurrída el pejegallo, pescándose casi incidentalmente la merluza del sur, quedando representada solo por 5 ejemplares pequeños de un total de 75 ejemplares capturados, por lo que estos resultados no se consideran representativos ni útiles al objetivo.

Respecto del muestreo a bordo que significó para este estudio, el régimen de pesca a bordo es intenso, debiendo los muestreadores esforzarse mucho para cumplir con los estándares de muestreo que exigen los formularios de muestreo aplicados, en particular los formularios a la especie y talla. Esto complicó el trabajo a bordo y aun cuando se realizaron cambios en las operaciones y formularios de muestreo durante la investigación, el tiempo de muestreo entre virado y virado de cada red no permitió cumplir completamente con los requisitos de los formularios, debiendo priorizar los muestreos a la talla ya que estos son censales. Esto se reconoce como un problema táctico importante que se recomienda evaluar en futuros muestreos a bordo de lanchas pesqueras artesanales chilotas, que poseen limitada capacidad de habitabilidad a bordo para dos muestreadores que permitan hacer un trabajo más completo, debiendo disponer de un mayor

presupuesto para arrendar por completo la nave para uso exclusivo a los intereses de la pesca de investigación y no queden ligados a operaciones comerciales, lo que podría representar un requerimiento de financiamiento por viaje de \$1,5 a 2 millones, para 2 días efectivos de muestreo.

**Objetivo N°1: Evaluar la eficiencia operacional entre redes de enmalle y espinel dirigidas a merluza del sur**

La metodología de Análisis Multicriterio bajo el procedimiento de Proceso Analítico Jerárquico, se pudo implementar correctamente ya que la coordinación inicial para implementar el AHP fue realizada satisfactoriamente con la contraparte técnica del proyecto, como lo plantea Toskano (2005), permitiendo que los panelistas invitados fueran debidamente seleccionados en base a una calificación especial, como se requería. Por su parte los ponderadores pudieron tener consistencia matricial para los factores de evaluación de la eficiencia operacional de la pesca de merluza del sur con enmalle y espinel, quedando estos ponderados jerárquicamente en base a los requisitos metodológicos. Esta ponderación se corresponde con los fundamentos metodológicos considerados para ello, presentando las características necesarias de la misma como son su construcción simple, en consonancia con los valores del grupo y adoptadas en consenso (Saaty, 1980). Los resultados muestran que las tres principales prioridades y pesos de cada factor responden a aspectos relevantes del manejo pesquero propiamente tal como son, la captura bajo talla de primera madurez sexual, la fauna acompañante y la pesca incidental, las que suman un 84%, dejando las otras 3 (calidad, rendimientos y costos) en un 16% de importancia relativa y que son relevantes más bien para una evaluación de eficiencia de enfoque económico productivo propiamente tal. En este orden de importancia, se considera que los resultados son racionales al objetivo, siendo sustantivos, acotados y procedimentales como lo recomienda Moreno (2002), incluyendo procedimientos de corrección cuando la razón de consistencia primero supero el umbral  $CR > 0,1$  procediendo a revisar los juicios expertos del panel, permitiendo corregir aquellas ponderaciones que más se separaban de la razón dada por las prioridades relativas correspondientes, comparando los  $a_{ij}$  con  $w_i/w_j$ .

Respecto de la evaluación de los factores de eficiencia comparada entre enmalle y espinel, el primer factor es la captura bajo la talla de primera madurez sexual. Al respecto el espinel, a partir de información de muestreos de IFOP con observadores a bordo para el año 2021, presentó una retención del espinel en merluza del sur hembras de un 55%. Lo anterior es menor a lo reportado por IFOP en su monitoreo del año 2021 el cual se estimó en torno al 61% (IFOP, 2022, Figura 9B). Por su parte en la pesca de enmalle, a partir de los resultados asociados al objetivo N°3 de las redes de tamaño de malla de 5", la proporción de hembras con tallas inferiores a la TPMS fue de un 34%. Esto es consistente y característico de las capacidades de selectividad de las redes de enmalle (Queirolo *et al.*, 2011), capturando un 55% de los peces por enmalle, cumpliéndose el principio de retención de Baranov (1969) ya que se determinó que el perímetro opercular y la malla de 5" de las redes control presentaron una correspondencia de 1,035 para un total de 254 muestras.

Estos resultados indican entonces que la red de enmalle es más selectiva a la talla que el espinel, siendo estadísticamente la estructura de tallas, entre ambos métodos de pesca, significativamente diferentes. En contraste Melo *et al.* (2004) demuestran que en la pesquería artesanal de merluza del sur con espinel, la selectividad del anzuelo no existe, sin existir un efecto selectivo asociado al tamaño de la carnada vinculada al tamaño del anzuelo y la talla. Así, esta mejor selectividad de la red de enmalle se debe a sus características y cualidad de forma de pesca, referidas al atrapamiento por el opérculo principalmente y no por la boca del pez como es el caso del espinel.

Por otra parte, el tamaño de malla trabajado por los pescadores artesanales de 5" el más idóneo a estos fines, mostrando una mayor eficiencia a la talla que las telas de 4" y 6". Este efecto selectivo de la malla es similares a lo que muestra la red de arrastre que también usa 5" de tamaño de malla en el copo, quedando los estimados obtenidos a la talla dentro del rango de pesca de esa flota industrial (IFOP, 2019 y Gálvez *et al.* 2019).

Estos resultados son consistentes con otros estudios directos o comparados entre enmalle y espinel que explican que el tamaño del anzuelo en la merluzas en general no logran mejorar la selectividad de tallas menores y que la red de enmalle atrapa con mayor selectividad debido principalmente a

su relación con el perímetro del pez (Álvarez, 2019; Melo, 2004; Queirolo y Ahumada 2009; y Queirolo *et al.* 2011).

Para la evaluación del factor de fauna acompañante en la pesquería de merluza del sur de espinel, se contó con información de bitácoras de muestreos de IFOP con identificación de especie objetivo para el año 2021, permitiendo determinar que la principal fauna acompañante correspondió a congrio dorado, merluza de cola y merluza común, pero con bajas proporciones en peso y que en conjunto representan el 4,8% del total de las capturas y el 92,7% de toda la fauna acompañante, concurriendo otras 18 especies en proporciones muy menores, teniendo la merluza del sur una mayor proporción del peso total desembarcado del 95%. Esta fauna acompañante comprende más diversidad que la encontrada por Melo *et al.* (2004), pero las especies principales de fauna acompañante como congrio dorado, merluza de cola y merluza común se mantienen como las más recurrentes en esta pesquería. Con todo, la selectividad a la especie de ambos sistemas de pesca es coincidente con otros estudios comparados, donde la especie objetivo concurre mayoritariamente pero la diversidad de la fauna acompañante en la pesca de enmalle es mayor que en la del espinel, como lo plantea Santos (2002) en la pesca comparada de merluza europea.

Respecto de lo observado en el enmalle, el congrio dorado es el tercer ítem de la fauna acompañante con un 2,2% del volumen total de participación, siendo el pejegallo la principal especie acompañante con un 11,6% del total, lo que se ajusta a lo indicado por la Federación de Pescadores Chiloé Unido (2019) en que señala que el origen de la pesca de merluza del sur con enmalle fue a partir de la tradicional pesca de enmalle de pejegallo, donde este sector es pionero y líder a nivel nacional, representando el congrio dorado una menor proporción del peso total respecto al espinel.

Con relación a la pesca incidental como factor de eficiencia operacional, no se detectaron incidentes de mortalidad o atrapamiento de fauna de aves o mamíferos marinos en la pesca experimental, debido probablemente a que la zona de pesca se desarrolló en los límites al oeste de los polígonos 1 y 2. Esto puede ocurrir por la menor densidad poblacional del lobo marino en este territorio y no exclusivamente al sistema de virado; en cambio, cuando cambia la zona de pesca al margen

occidental de las aguas interiores en el borde costero de la provincia de Palena, se registran más incidentes de ataques de lobo marino sobre las capturas de las redes de enmalle con alta presencia de aves marinas que esperan los restos que deja el lobo, sin producirse ataques directos de las aves sobre la red, sin presentarse ningún tipo de enredo o atrapamiento de estos animales en la red y sin reportarse mortalidades. Esta evidencia es similar en la pesca de espinel, donde el lobo ataca las merluzas mordeéndolas en el abdomen, sin quedar atrapado en los anzuelos, sin existir ningún registro de mortalidad directa provocada por la interacción de estos animales con el aparejo, lo que es consistente con los obtenidos por Oliva *et al.* (2004), que afirma no encontrar evidencia de mortalidad directa de estos mamíferos o aves producto de la pesca de espinel y que los ataques de lobo son de baja frecuencia.

Respecto al factor de la evaluación de la calidad de pesca, en la pesca de enmalle esta se ve afectada principalmente producto de la abrasión por el atrapamiento o enredo con la malla, generando pérdidas de escamas y ralladuras de la piel de las merluzas capturadas, observándose pérdidas de carne por ataque de pulgas de mar cuando el tiempo de reposo es muy alto o ataques de lobo marino en el 10% de los especímenes evaluados. Lo anterior genera un valor de pérdida de calidad promedio que es significativamente mayor al producido en la pesca de espinel. En el caso del espinel y de acuerdo a los muestreos efectuados, el efecto de este método de pesca tiene menor impacto en la calidad ya que afecta principalmente la boca y el tronco del espécimen por efectos abrasivos de enredo y apriete del reinal en el virado, produciendo ocasionalmente rallas y pérdidas de escama; en cambio, en el enmalle el manejo de los tripulantes a bordo para desprender el pescado de la malla (muchas veces envuelta en la tela) genera mayor grado de lesiones que afectan la calidad. Este resultado se condice con los precios de venta de las merluzas, constatando un menor precio de la pesca de enmalle de \$800 a 1.200/Kg que para la merluza de espinel de \$1.500 a \$3.000/Kg en la presente temporada, que es consistente con los estudios comparativos de calidad desarrollados por Bonilla (2017) sobre el valor de las merluzas según su método de pesca.

Para la evaluación del factor de los rendimientos de pesca, se observó que no es pertinente comparar rendimientos por viaje o día de operación entre el enmalle y espinel, ya que el régimen

operacional de la pesca de enmalle es muy distinto al del espinel, al considerar éste cerca de 2 a 4 días en promedio por viaje y no más de dos viajes al mes, en cambio el espinel se trabaja al día principalmente y con más de 10 días al mes, lo que coincide con las observaciones de Melo *et al.* (2004). Los rendimientos medios por anzuelo del espinel estimados por este estudio fueron de 168,47 g/anz, que están dentro del rango de rendimientos determinados del programa de monitoreo de IFOP que, para la región de Los Lagos, estimó un rendimiento medio en el período enero-diciembre de 2021 de 141 g/anz. (IFOP, 2022). Este valor, ajustado por el área de influencia del reinal y la carnada, permitió determinar una aproximación teórica de influencia por unidad de área de un reinal con su anzuelo y carnada de 0.785 m<sup>2</sup>, estimándose por tanto un equivalente de rendimiento por unidad de área del espinel de 214,61 g/m<sup>2</sup>. Para el enmalle en cambio se estimó un rendimiento medio inferior en un 26,7% respecto del espinel, con una magnitud de 157,3 g/m<sup>2</sup>.

Otro factor de eficiencia operacional medido y evaluado fue el costo de operación del espinel y el enmalle. El primero a partir de lo propuesto y determinado por Cerda (2014) y que difiere del enmalle, al presentar una mayor proporción del costo corriente y costo de nave de 37,8% y 13,8% respectivamente, frente al enmalle con proporciones de 9,9% y 40% respectivamente, manteniéndose relativamente similares el costo de mano de obra en torno al 50% para ambos métodos de pesca. Lo anterior está directamente relacionado con el tiempo de duración de un viaje de pesca, que para el enmalle es de 4 a 8 días y para el espinel de 1 día. Por último el factor de costo promedio de la merluza del sur capturada con redes de enmalle (\$997/Kg), muestra un comportamiento normal del costo marginal al ser inversamente proporcional con el aumento de los días por viaje de pesca, teniendo un menor costo unitario que el espinel (\$1.185/Kg), principalmente por el no uso de carnada.

De esta forma y en base a los criterios de evaluación de eficiencia operacional, dado por los ponderadores del panel de expertos y las magnitudes comparadas entre ambos sistemas de pesca, se determinó que desde el punto de vista del manejo pesquero, el enmalle es más eficiente operacionalmente que el espinel en un 20%. Esto concordaría con lo señalado por Cerda *et al.* (2009)

para la pesquería de merluza común (*Merluccius gayi*) en el sentido que el enmalle presenta una mayor eficiencia que el espinel, en términos del volumen de pesca y relación costo - calidad - precio.

**Objetivo N°2: Evaluación del efecto selectivo a la especie (fauna acompañante) de la pesca dirigida a meluza del sur con redes de enmalle**

En la composición de las capturas por especie de las redes utilizadas por los pescadores se distingue a 3 grupos principales. El primero la merluza del sur como especie principal y dominante entre todas las especies capturadas concurriendo en el 100% de los lances y representando el 73,0% del volumen total capturado, seguido del pejegallo como principal especie secundaria con un 11,6%. Un segundo grupo estaría conformado por distintas especies de tollos y elasmobranquios similares, que concurren con mayor frecuencia en primavera y que en conjunto no superan el 8,6% del total. Luego se identifica un tercer grupo de menor proporción en los desembarques que incluyen el Congrio dorado, la merluza de cola y las rayas como especies relevantes de la PDA, con menos del 3%.

Los índices de proporción de las capturas de congrio dorado representarían menos el 2,2% en peso total y no más del 3% del peso de la fauna acompañante. Por su parte los índices de ocurrencia indican que la única especie que concurre en todos los lances es la merluza del sur, seguido del chancharo en un 44,4% de los lances y el congrio dorado en el 31,5%. Los escuálidos son esporádicos de temporada de fines de primavera y verano, no asociados a la temporada de pesca de la merluza del sur con enmalle que iría más bien de otoño a primavera.

En aguas exteriores, las muestras de diciembre a la cuadra de Ancud, indican que la red experimental calada en condiciones de profundidad y tipo de fondo propios de la distribución de la merluza del sur no fueron eficientes, con capturas basadas en pejegallo y crustáceos que superaron el 91% del volumen total capturado, presentándose la merluza del sur y el congrio dorado en proporciones del 5,5% para cada una. Esto podría estar relacionado con la temporada de pesca dado por el flujo migratorio de esas especies en la zona y condiciones de hábitat del fondo marino, pero que se consideran no representativos de la pesca de enmalle de merluza del sur en el mar exterior.

### **Objetivo N° 3: Distribuciones de tallas de las capturas de merluza del sur con redes de enmalle**

Las formas de retención de la red de enmalle experimental dependieron del tamaño de malla y en todas, la más frecuente fue la retención por enmalle. Para la red de 4" el acuñamiento es el más frecuente para todas las especies y en la sección inferior de la red, explicando la retención por enmalle cerca del 60% de las formas de retención. En cambio la red de 5" presenta una mayor selectividad por enmalle en la sección inferior y una proporción de enredo más importante en ambas secciones y que afecta principalmente a los condrictios. Por su parte la red de 6" presenta un mayor atrapamiento de peces en la sección inferior de la red, siendo el enredo la forma más frecuente de retención, sin observarse casi atrapamientos por acuñamiento. Para la red control de 5" el atrapamiento se produce en mayor proporción en la sección superior de la red en torno al 59%, siendo la retención por enmalle la más común y mayoritaria sobre el 52%, con altos niveles de enredo como en la red experimental de 5" de 20,4%; sin embargo, los enredos son propios de esta actividad ya que para el caso de la merluza común Queirolo *et al.* (2009) determinaron en términos globales que la retención por enredo fue algo inferior al 20% del total capturado.

La red experimental mostró una estructura de tallas con distribuciones diferenciadas por tamaño de malla que es estadísticamente significativa y su componente de 5" fue estadísticamente igual a la que se obtuvo con las redes control, demostrando que la red experimental trabajó bien a los propósitos de la investigación y por tanto la estructura de tallas obtenida por esta malla se consideran representativas de las redes que usan los pescadores. Por ello se estima que la falta de retenciones de merluzas del sur de las mallas de 6" se debe a que para ese rango de retención a la talla, el recurso de mayor tamaño o grande es menos abundante, lo que no la hace efectiva y accesible y produjo un desbalance de los datos.

Respecto de la evaluación de la selectividad de la red de enmalle para merluza del sur, esta se apoyó en la determinación de las curvas de retención a la talla estimadas por el método R-SELECT de Millar (2015) y que fueron consistentes con la realidad de las distribuciones de tallas de cada tamaño de malla, estimando como el mejor modelo el BiLogNormal que representa la bimodalidad observada en las tallas menores de cada distribución de talla a la malla. Por otra parte, el factor de selectividad

(FS) determinado fluctuó entre 0,172 y 0,179 para los tres tipos de malla, lo que se ajusta al rango de los obtenidos por Queirolo *et al.* (2011) en la pesquería de merluza de común estimado entre 0,169 y 0,188 para dos períodos y que comparativamente también es similar a los obtenidos en otras pesquerías de merluza capturas con enmalle como en Santos *et al.* (2002) donde se estimó para la merluza europea (*M. australis*) un FS de 0,174.

#### **Objetivo N°4: efectos de pesca incidental por pesca de enmalle**

Si bien las redes de enmalle se reconocen por poseer buenos atributos de selectividad a la especie objetivo, dependiendo de sus dimensiones y operación en la columna de agua pueden llegar a generar grandes impactos por pesca incidental y fantasma. En el caso de las redes de enmalle para merluza del sur esto no ocurre al poseer una altura de no más de 3 m y por tanto con baja influencia en la columna de agua y que trabaja a gran profundidad por sobre los 150 m, donde no viven animales sensibles a la pesca incidental como lobos, cetáceos, reptiles y aves. Sumado a la alta velocidad de virado de las operaciones de pesca, se evitan o reducen mayores daños ante la presencia de un lobo marino, sin observar pesca incidental tanto en aves como mamíferos marinos durante el período de estudio.

Por otra parte la interacción del lobo marino no fue frecuente en las faenas de pesca monitoreadas, generándose bajo impacto en las capturas por pérdidas por mordeduras y que los pescadores igual aprovechan ya que como la merluza es grande, es posible cortar la sección dañada (corte trasversal a la altura del ano) lo que permite su uso en la sección posterior del tronco, incluyendo el pedúnculo y la aleta caudal y que se vende igualmente a mitad de precio.

Como se indica en la revisión de antecedentes bibliográfico, desde hace algunas décadas existe preocupación científica respecto del grave impacto que tiene las actividades de pesca mediante redes y palangres sobre aves, mamíferos marinos y quelonidos. En el mundo se ha establecido como prioritario, por los antecedentes recopilados a través de los años, que el uso de palangre o espinel es la causa principal de la disminución de aves marinas (Gales, 1998), esta situación se traduce en que el principal problema de conservación de las aves marinas es la captura incidental por

pesquerías de palangre y arrastre. (González *et al.*, 2012). Sin embargo, para mejorar la eficacia de programas que busquen compensar o mitigar este grave efecto sobre poblaciones de aves y mamíferos, se requiere establecer las diferencias entre las artes y aparejos de pesca que se ejercen, donde y como.

La pesca mediante uso de enmalle, en algunas pesquerías pelágicas o de media agua presenta índices importantes de pesca incidental de mamíferos y aves, ya que la especie y número de individuos capturados incidentalmente con redes de enmalle se ven afectadas por factores como tamaño de malla, profundidad de calado, hora del día, la duración del tiempo que ésta se deja la red en reposo, la transparencia del agua, las condiciones climáticas y la ubicación del calado en relación con la abundancia de aves y mamíferos marinos. (Ramunas *et al.*, 2013), todos factores que en el caso del enmalle de merluza del sur y a la luz de los resultados obtenidos en el presente estudio estarían superados.

Durante la ejecución de este proyecto, se evidencia que comparativamente y de acuerdo a lo señalado frecuentemente por los representantes de las flotas merluceras de Chiloé, al ejercer la actividad durante una temporada acotada en el año, aplicando el arte en caladeros adecuados y precisos, la pesca es selectiva pero también no evidencia efecto de pesca incidental sobre mamíferos y aves marinas. Al respecto, en lo concerniente a aves marinas, Queirolo *et al.* (2013) señala que ni durante la ejecución del proyecto FIP 2009-23 ni en el proyecto FIP 2011-10, se detectó mortalidad de aves mediante el empleo de enmalle para merluza común, lo que acá también se constata.

Si bien se han desarrollado y probado algunos métodos de mitigación para otros artes de pesca, métodos para reducir la captura incidental de aves, mamíferos y tortugas con redes de enmalle, han tenido mucho menos desarrollo hasta la fecha, con solo unas pocas excepciones. (Wiedenfeld *et al.*, 2015).

Dentro de lo que se clasifica como redes de enmalle en sentido amplio, existen tipos de redes de enmalle específicos y cada uno tiene un impacto diferenciado en cuanto a la pesca incidental. Claramente como señala FAO (Northridge, 1992) las redes de enmalle pueden diseñarse y usarse como fijas y a la deriva. Estas últimas son definitivamente las de mayor preocupación por sus efectos negativos en el mundo. Dentro de las redes fijas también hay que hacer distinción tanto en su efectividad respecto de la pesca objetivo y la pesca incidental como, si se ejecutan como redes fijas de superficie, de media agua o de fondo y si son de aguas costeras o altamar, distinguiéndolas a su vez de las redes de deriva porque se fijan mediante anclas o estacas para impedir que se muevan con el agua, en cambio las de deriva se dejan libres y son impulsadas por las corrientes de agua costera u oceánicas o por el viento, pudiendo extraviarse y generar pesca fantasma. Sin embargo, en el caso de la pesca de enmalle de merluza del sur estos efectos no le son aplicables, sin encontrar evidencias de efectos de magnitud sobre la fauna acompañante o pérdidas de redes a la deriva.

Para el caso de la pesca en aguas interiores de la faena del enmalle, aplicado a merluza del sur por la flota de Dalcahue, es posible encontrar explicación en las características y condiciones específicas de la faena que evitan la pesca incidental y que coincidiría con algunas de las recomendaciones sugeridas internacionalmente. Al respecto se puede mencionar los siguientes factores registrados:

Alta profundidad promedio de caladeros:	258,6 ± 18,5 m.
Acotado tiempo promedio de reposo:	11 h ± 2h 18 min.
Alta velocidad promedio del virado:	42 ± 6 min/lance
Longitud de redes:	500 m
Altura de la red:	2,70 m

Dos factores adicionales a considerar con lo anterior, referidos a reducir la interferencia, es en general la práctica del eviscerado realizado en tiempos de espera en caletas de abrigo costero y no en la faena misma de pesca y también que el sistema de pesca de enmalle no utiliza carnada.

## 6. Conclusiones

- Los factores de evaluación de la eficiencia operacional comparada entre enmalle y espinel, determinadas por un panel de expertos en función del objetivo de manejo de la pesquería, fueron en orden de prioridad y ponderadamente: la captura bajo la talla de primera madurez sexual con un peso del 36,4%, la fauna acompañante de congrio dorado con un 28%, la pesca incidental con 19,6%, la calidad de las capturas con 7,5%, los rendimientos de pesca en un 4,3% y por último los costos de operación con 4,1%.
- Los factores comparados de eficiencia operacional entre enmalle y espinel fueron para el caso de la captura bajo la talla de primera madurez sexual de un 34,1% para el enmalle y 55,0% para espinel; para la fauna acompañante de congrio dorado de 2,2% de retención en peso por enmalle y 3,3% por espinel; la pesca incidental fue igual y nula para ambos métodos de pesca; la calidad de las capturas medida como valor de pérdida de calidad en el enmalle de 7,37 y 1,76 en el espinel, los rendimientos de pesca de 157,3 g/m<sup>2</sup> para el enmalle y 214,61 g/m<sup>2</sup> en espinel y por último los costos de operación con 997 \$/Kg en enmalle y 1.185 \$/Kg en espinel. Todo lo cual permitió determinar que, desde el punto de vista del manejo pesquero, el enmalle es más eficiente operacionalmente que el espinel en un 20%.
- A partir de un muestreo a 11 redes de enmalle utilizadas en la pesca de merluza del sur se determinó que una red (o tira) está constituida por 10 cuerpos, cada uno en promedio con una longitud de relinga promedio de 50 m, tanto superior (de flotadores) como inferior (de plomos), armadas con 34 flotadores y 48 plomos respectivamente. La tela de pesca es de PA monof  $\emptyset$  0.5 mm encabalgada con hilo PA multif 210D/36, con un coeficiente de embande ( $\mu_1$ ) de 0,5 y con 788 mallas de largo por 25 de alto, otorgándole dimensiones de tela armada de 136 m<sup>2</sup> de superficie. La red se une a una retenida de maniobra de PP  $\emptyset$ 12 mm mediante cabo pata de PP  $\emptyset$  10 mm distanciados cada 18 m, donde el amarinamiento está conformado por un boyante de señalización superficial de 130 lt de PVC expandido amarrado mediante cuerdas o saco de malla, que se une al puntero (orinque) de largo según la profundidad y que promedia los 280 m de cabo PP  $\emptyset$  11 mm y que en su extremo inferior se conecta al fondeo de la red mediante saco de malla con piedras de peso 16 Kg, conectados a su vez a

las boqueras (patas de gallo) superior e inferior de material de PP Ø10 mm de 5 y 4,4 m de longitud respectivamente.

- Los caladeros de pesca en aguas interiores son especiales, caracterizados por canales submarinos de fondos blandos de 260 m de profundidad en promedio ubicados en el mar interior al norte y sur de las islas Butachauques y Desertores respectivamente.
- Los caladeros de pesca de aguas exteriores para redes de enmalle no tienen precedentes y los resultados obtenidos no se consideran representativos de la realidad, ya que este método de pesca no se practica en esa zona porque de las embarcaciones artesanales que trabajan en esa zona, no poseen permisos en la pesquería de merluza del sur.
- La flota que pesca con enmalle de merluza del sur son embarcaciones artesanales de hasta 12 m de eslora con un régimen operacional a bordo de 4 a 24 h de reposo dependiendo de la picada y una velocidad de virado entre 0,2 a 1,4 h por lance.
- Las redes que usan los pescadores presentaron una retención mayoritariamente en la sección superior con un 59,6%, siendo el enmalle la principal forma de retención con un 52,3%, seguido del enredo con 30,1%, siendo menor el atrapamiento por enganche (9,5%) y acuñamiento (8,1%). Similares formas de atrapamiento presentaron las redes experimentales para merluza del sur, con retención por enmalle de un 55,4% y enredo de 28,6%.
- La especie principal retenida por las redes de enmalle control de los pescadores es la Merluza del sur con un 73,0% en peso, aportando el Congrio dorado el 2,2% del peso total, concurriendo 23 especies más que conforman la fauna acompañante donde la principal es el Pejegallo con un 42,9% del peso de la fauna acompañante total. Los condrictios en total suman el 8,6% de las capturas y el 31,9% del peso total de la fauna acompañante, concurriendo en la temporada de pesca de la merluza, preferentemente en primavera.
- La red experimental obtuvo una talla promedio de 70,82 ( $\pm 1,44$ ) cm en la red de 4", de 73,94 ( $\pm 1,42$ ) cm en 5" y 75,73 ( $\pm 3,19$ ) cm para la red de 6", las que estadísticamente son significativamente diferentes. La red control reportó una talla promedio de 73,95 ( $\pm 0,63$ ) cm, que resulto estadísticamente igual a la red experimental de 5".

- El mejor modelo estadístico para estimar la proporción de retención a la talla para los tres tipos de tamaño de malla utilizados en los experimentos de selectividad resultó ser el BiLogNormal, que logra simular la estructura de tallas menores en una bimodal que es consistente con los datos observados, estableciendo una tendencia clara de la selectividad de la red con una mayor probabilidad de retención de ejemplares de talla mayor a medida que aumenta el tamaño de malla.
- El factor de selectividad de cada malla se determinó en 0,172 para la red de 4", de 0,179 para la red de 5" y de 0,179 en la de 6".
- No se registraron casos de pesca incidental con la red de enmalle con aves y mamíferos marinos, los que actúan en forma oportunista para alimentarse. Las primeras, a partir de los desechos que deja el lobo marino al comer en superficie y de restos orgánicos que puedan lanzar los pescadores durante las faenas y los segundos, realizando inmersiones lejos de la nave al sacar pescados de la red y si no lo logra, consumiendo preferentemente el abdomen, lomo y cabeza de los pescados, preferentemente de merluza del sur, pudiendo afectar el 21% de los lances de pesca.

## 7. Recomendaciones

A partir de la experiencia de este primer estudio, se hace imprescindible ampliar la cobertura geográfica y estacional del estudio. Al respecto cabe señalar que el equipo ejecutor tiene antecedentes de que hoy existe una mayor disponibilidad de otros grupos de pescadores en áreas RAE espineleros de Calbuco, que posibilitarían ampliar la cobertura estacional y geográfica de este primer proyecto, con naves de mayor envergadura.

De igual forma se recomienda profundizar la investigación respecto de la equivalencia de esfuerzo de pesca entre el enmalle y el espinel, mejorando los estimadores preliminarmente conseguidos en el presente estudio, en particular respecto de pruebas de respuesta por atracción a la carnada de merluza del sur, de movimientos del reinal encarnado por efectos de corriente y sistemas de estandarización de esfuerzo de pesca.

Así, se estima preliminarmente que son asuntos no abordados en los objetivos de este proyecto y que podrían ser interesantes resolver a futuro, los siguientes:

- Caracterizar y dimensionar una red de enmalle con factibilidad técnico económica para embarcaciones de pequeña escala, como los botes de menos de 12 m en régimen de operación de caladeros propios del espinel.
- Evaluar la selectividad a la talla del espinel en la columna de agua, en función de la retención del primer y último reinal de la armada de la línea madre, que puede variar desde el fondo entre los 80 a 65 m de la columna de agua.
- Evaluar la factibilidad y conveniencia política de explorar zonas de pesca de enmalle de merluza del sur en el mar exterior por una flota de mayor escala operativa.
- Evaluar las pérdidas y costos por los efectos de la interferencia del lobo marino en la pesca de enmalle y espinel.

- Para una pesquería específica, el determinar técnicamente cual es el arte o aparejo que mejor combina la eficiencia respecto de la pesca objetivo junto a la disminución de la interacción y la pesca incidental o fantasma, sería una contribución a la preocupación mundial por la conservación de las poblaciones de aves y mamíferos marinos y la calidad del manejo de esta importante pesquería, por lo que finalmente se recomienda realizar esfuerzos para estudiar de manera específica las ventajas y mejoras, que respecto del arte enmalle de profundidad son factibles de implementar en sus dimensiones y prácticas de pesca, que permitan despejar visiones generales y preconcebidas negativas de efectos por pesca incidental atribuibles al enmalle de profundidad, sin antecedentes científicos.

#### **8. Taller de difusión**

El Taller de difusión de resultados del presente estudio se realizó en el marco de la sesión N°02/2023 del Comité de Manejo de Merluza del Sur, realizada el 24 de abril del año 2023, cuya acta, asistencia, registro y material expuesto se entrega en Anexo 5.

Luego de la exposición, se respondieron las consultas realizadas por los representantes institucionales, de la industrial y pesca artesanal, sin observarse reparos a los resultados expuestos, ni comentarios o recomendaciones en especial referidos al estudio.

## 9. Referencias bibliográficas

- Aguayo, M., I. Payá, R. Céspedes, H. Miranda, V. Catasti, S. Lillo, P. Gálvez y L. Adasme. 2001. Dinámica reproductiva de merluza del sur y congrio dorado. Informe Final Proyecto FIP 99-15. Instituto de Fomento Pesquero, 354 pp.
- Agüero, M. 2007. Capacidad de pesca y manejo pesquero en América Latina y el Caribe. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 461. Roma, FAO. 2007. 403 pp.
- Álvarez, J.C. 2019. Selectividad de la red cortina y el espinel utilizado por la pesquería artesanal de merluza (*Merluccius gayi peruanus*) en la provincial de Talara, Piura. Universidad Nacional Agraria La Molina, Tesis de título, Lima. 129 pp.
- Arancibia, H., S. Neira, M. Barros, C. Gatica, M. J. Zúñiga, R. Alarcón y E. Acuña. 2010. Formulación e implementación de un enfoque multiespecífico de evaluación de stock en recursos demersales de la zona sur austral – Fase I. Informe Final Proyecto FIP 2008-23. Universidad de Concepción / Instituto de Investigación Pesquera VIII Región S.A., 303 p. + Anexos.
- Arata, J. y R. Hucke-Gaete. 2005. Pesca Incidental de Aves y Mamíferos: Devastación marina, OCEANA. Documento N°10, 80 pp.
- Balbontin, F. y R. Bravo. 1993. Fecundidad, talla de primera madurez sexual y datos biométricos en la merluza del sur *Merluccius australis*. Rev. Biol. Mar., Valparaíso, 28 (1): 111-132.
- Baranov, F. I. 1948. Theory and assessment of fishing gear. In Theory of fishing with gillnets. Chap. 7. Pishchepromizdat, Moscow. (Translation from Russian by Ontario Dept of Lands, Maple, Ont., 45 pp.)
- Baranov, F. I. 1969. Selected works on fishing gear. Greenberg (Ed.), Vol. 1 Commercial fishing techniques. Program for Scientific Translations, Jerusalem. 631 pp.
- Bonilla, M. 2017. Merluzas del pincho, de volanta, de arrastre... ¿Cuáles son las mejores? Crónica cocinillas de 22 de mayo de 2017 del periódico digital El Español [https://www.elespanol.com/cocinillas/recetas/pescado-y-marisco/20170522/merluzas-pincho-volanta-arrastre-mejores/1000871962797\\_30.html](https://www.elespanol.com/cocinillas/recetas/pescado-y-marisco/20170522/merluzas-pincho-volanta-arrastre-mejores/1000871962797_30.html)

- Bovcon, N., ME. Góngora, C. Marinao y D. González-Zevallos. 2013. Composición de las capturas y descartes generados en la pesca de merluza común *Merluccius hubbsi* y langostino patagónico *Pleoticus muelleri*: un caso de estudio en la flota fresquera de altura del Golfo San Jorge, Chubut, Argentina. Rev. Biol. Mar. oceanogr. Vol.48 N°.2, Valparaíso. versión On-line ISSN 0718-1957.
- Casillas, A.L. 1998. Máquinas : Cálculos de Taller. España. 322 pp.
- Cerda, R., M. Ahumada, E. González y D. Queirolo. 2014. Modelo estructura de costos de la flota pesquera nacional y plantas de proceso. Informe Final. Licitación N° 4728-57-LE13. 101 pp.
- Céspedes, R., Chong, L., Gálvez, P., San Juan, R., Toledo, C., Muñoz, G. y Troncoso, M. 2018. Seguimiento de las pesquerías demersales y de aguas profundas, 2018 (Documento Técnico de Avance: Sección pesquerías de aguas profundas. Convenio de Desempeño 2018, Subsecretaría de Economía y EMT). Valparaíso, Chile: Instituto de Fomento Pesquero.
- Céspedes, R., Chong, L., San Juan, R., Gálvez, P., Adasme, L., González, J. 2019. Programa de seguimiento de las principales pesquerías nacionales, año 2019. Pesquerías demersales y de aguas profundas (Documento técnico de avance: Pesquerías de aguas profundas, 2019. Convenio de Desempeño IFOP-Minecon, 2019) Valparaíso, Chile: Instituto de Fomento Pesquero.
- FAO. 1975. Manual de Ciencia Pesquera Parte 2 - Métodos para Investigar los Recursos y su Aplicación. Encontrado en <http://www.fao.org/3/f0752s/F0752S00.htm>
- FAO. 1990. Definición y clasificación de las diversas categorías de artes de pesca. FAO Doc. Téc. Pes. No. 222, Rev. 1, Roma. 111 pp.
- FAO. 1997. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. FAO Doc. Téc. Pes. No. 306/1 Rev. 2., Roma.420pp.
- FAO. 2005. Guía del administrador pesquero. Medidas de ordenación y su aplicación. FAO Doc. Téc. Pes. No. 424. Roma. 231p.

- FAO. 2010. Report of the technical consultation to develop international guidelines on bycatch management and reduction of discards, Rome, 6–10 December 2010. FAO Fisheries and Aquaculture Report No. 957. FAO, Rome: 32 pp.
- Federación de Pescadores Chiloé Unido. 2019. Factibilidad de realizar pesca artesanal con redes de enmalle en la pesquería de merluza del sur, X región de Los Lagos. Informe entregado a Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, no publicado, Dalcahue. 7pp.
- Gales, R., N. Brothers, T., Reid, D., Pemberton y GB. Baker. 1999. Seabird mortality on longlines in Australian waters: A case study of progress and policy. In: Adams, N.J. y Slotow, R.H. (eds) Proc. 22 Int. Ornithol. Congr., Durban: 648-675.
- Gálvez, P., Sateler, J., Céspedes, R., Chong, L., Adasme, L., González, J., Garcés, E. y San Juan, R. 2019. Programa de seguimiento de las principales pesquerías nacionales, año 2019. Pesquerías demersales y de aguas profundas (Documento técnico de avance: Pesquerías demersales, 2019. Convenio de Desempeño IFOP-Minecon, 2019) Valparaíso, Chile: Instituto de Fomento Pesquero. 40 pp.
- González A., R. Vega, MA. Barbieri y Yáñez, E. 2012. Determinación de los factores que inciden en la captura incidental de aves marinas en la flota palangrera pelágica chilena. 40(3): 786-799
- Hamley, J. 1975. Review of gillnet selectivity: Sampling with gillnets. J.Fish.Res.Board Can., 32(11):1943–69.
- Herrera, C. 2011. Fórmula para cálculo de la muestra poblaciones finitas, hospital roosevel. Encontrado en: <http://investigacionpediahr.files.wordpress.com/2011/01/formula-para-cc3a1lculo-de-la-muestra-poblaciones-finitas-var-categorica.pdf>.
- ICESCIEM, 2005. Cod Gadus morhua, Family Gadidae. Fishmap. <http://www.ices.dk/explore-us/projects/EU-RFP/EU%20Repository/ICES%20FishMap/ICES%20FishMap%20species%20factsheet-cod.pdf>
- IFOP. 2013. Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral, año 2012. Proyecto FIPA 2012-07 ejecutado por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Valparaíso. 315 pp.

- IFOP. 2018, Programa de monitoreo y evaluación de los planes de reducción del descarte y de la pesca incidental 2017-2018. Informe del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP). 16 pp.
- IFOP. 2019. Seguimiento de las pesquerías demersales y de aguas profundas, 2018. Boletín de difusión del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Valparaíso. 56 pp.
- IFOP. 2022. Seguimiento de las principales Pesquerías Nacionales, año 2021, Pesquerías Demersales y de Aguas Profundas, Sección III: Pesquería Demersal Sur Austral Artesanal, 2021. Informe Técnico Final, Convenio de Desempeño 2021, Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Valparaíso. 101 pp.
- Kaimmer, S. 1998. Direct observation on the hooking behavior of Pacific halibut, *Hippoglossus stenolepis*. Fish. Bull. 97: 873-883.
- Kakai, T. 2019. Assessing the effectiveness of LED lights for the reduction of sea turtle bycatch in an artisanal gillnet fishery- a case study from the north coast of Kenya. WIO: Jour. Mar. Sci. 174565-Article Text-487395-1-10-20200115.
- Keeney, RL., y Raiffa, H. 1976. Decisions with multiple objectives: Preferences and value tradeoffs. Nueva York: Wiley.
- Kheng, M. 2008. Gillnet selectivity: a case study in Icelandic lake and marine environments with reference to cambodian fisheries. Proyecto UNited Nations University. Islandia. 34 pp.  
Encontrado en:  
<https://www.grocentre.is/static/gro/publication/24/document/makkhen08prf.pdf>
- Ley General de Pesca y Acuicultura. 1991. Texto refundido, coordinado y sistematizado de la Ley Nº 18.892, de 1989 y sus modificaciones. República de Chile. 201pp.}
- Løkkeborg S. 2011. Best practices to mitigate seabird bycatch in longline, trawl and gillnet fisheries — efficiency and practical applicability. Mar. Ecol. Prog. Ser., Vol. 435: 285–303. doi: 10.3354/meps09227 Mar Ecol Prog Ser.
- Mangel JC., J. Wang, J. Alfaro- Shigueto, S. Pingo, A. Jimenez, F. Carvalho, Y. Swimmer y Godley BJ. 2018. Illuminating gillnets to save seabirds and the potential for multi-taxa bycatch mitigation. R. Soc. open Scie. 5: 180254. <http://dx.doi.org/10.1098/rsos.180254>

- Melo TF., P. Pavez, C. Hurtado y D. Queirolo. 2004. Selectividad de aparejos de pesca utilizados por la flota artesanal en la pesquería de merluza del sur. Proyecto FIP N° 2002-08, ejecutado por PUCV, Estudios y documentos N°07/2004, Valparaíso. 175 pp.
- Melvin EF., JK. Parrish y LL. Conquest. 1999. Novel tools to reduce seabird bycatch in coastal gillnet fisheries. *Conserv Biol* 13:1386–1397.
- Millar, R. 2015. Selectivity software and documentation: Next generation R functions. Department of Statistics, University of Auckland, New Zealand. Encontrado en: <https://www.stat.auckland.ac.nz/~millar/selectware/code.html>
- Millar, RB. y RJ. Fryer. 1999. Estimating the size-selection curves of towed gears, traps, nets and hooks. *Rev.Fis.Biol.*, Volume N°9. 89–116
- Millar, RB., y R. Holst. 1997. Estimation of gillnet and hook selectivity using log-linear models. - *ICES Jour.Mar.Scie.*, 54: 471-477.
- Moreno, J.M. 2002. El Proceso Analítico Jerárquico (AHP). Fundamentos, Metodología y Aplicaciones. Universidad de Zaragoza (Ed.), *Rev. Elec. Com. de ASEPUMA*, N°. Extra 1: 28-77
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Colombia. 2011. Revisión y análisis de la fauna y flora silvestre afectada por las capturas incidentales: Hacia la aplicación del enfoque ecosistémico para el manejo sostenible de las pesquerías de Colombia. Bogotá. 60 p.
- Nédélec C. y J. Prado. 1990. Definición y clasificación de las diversas categorías de artes de pesca. *FAO Doc. Tec. Pes.* N° 222, reimpresso 1999, Roma. 111 pp.
- NOAA. 2016. National Bycatch Reduction Strategy. Encontrado en: <https://www.fisheries.noaa.gov/international/bycatch/national-bycatch-reduction-strategy>
- Northridge, SP. 1992. La pesca con redes de deriva y sus repercusiones en las especies capturadas incidentalmente: situación mundial. *FAO Doc. Técn. de Pesca.* N°320, Roma. 126 pp.
- Oceana. 2005. Pesca incidental de aves y mamíferos: DEVASTACIÓN MARINA. 80 pp. Encontrado en [https://chile.oceana.org/sites/default/files/reports/Pesca\\_incidental.pdf](https://chile.oceana.org/sites/default/files/reports/Pesca_incidental.pdf).

- Oliva D., L. Duran, D. Carcamo, M. Pizarro y M. Sepulveda. 2022. Estimación Poblacional de Lobos Marinos e Impacto de la Captura Incidental. Presentación Informe Final Proyecto FIPA 2018-54. Encontrado en: [https://www.subpesca.cl/fipa/613/articles-107709\\_presentacion.pdf](https://www.subpesca.cl/fipa/613/articles-107709_presentacion.pdf).
- Oliva, D., W. Sielfeld, LR. Durán, M. Sepúlveda, MJ. Pérez, L. Rodríguez, W. Stotz y V. Araos. 2004. Interferencia de mamíferos marinos con actividades pesqueras y de acuicultura. Informe final, proyecto FIPA 2003-32. 227pp.
- Oporto, J., L. Brieva, R. Navarro y A. Turner. 1999. Cuantificación poblacional de lobos marinos en el litoral de la X y XI Regiones. Informe Final, Proyecto FIP 97-44, 237 pp.
- Pavés, H., J. Schlatter, Roberto, P. y Espinoza, C. 2005. Patrones reproductivos del lobo marino común, *Otaria flavescens* (Shaw 1800), en el centro-sur de Chile. Revista chilena de historia natural, 78(4), 673-686. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2005000400008>
- Peña Torres, J., J. Aguirre y R. Cerda D'A. Pesca demersal en Chile: eficiencia técnica y escalas de operación. 44pp. Encontrado en <https://fen.uahurtado.cl/wp-content/uploads/2010/07/inv152.pdf>
- Pope, JA. 1983. Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces. Parte 3: selectividad del arte de pesca. FAO Doc.Téc. Pes., N° 41, Rev.1:56pp.
- Prado, J. 1990. Fisherman's workbook. FAO (Ed.), Fishery Industries Division, Suffolk-GB. 185 pp.
- Queirolo D. y M. Ahumada. 2009. Efecto del tamaño de anzuelo y estacionalidad en la pesquería de espinel artesanal de la merluza austral (*Merluccius australis* Hutton, 1872) en Chile. Rev. Biol. Mar. Oceanogr. vol.44, n.3, pp.551-560
- Queirolo D., E. Gaete, M. Ahumada y T. Melo. 2011. Caracterización de las redes de enmalle en la pesquería artesanal de merluza común. Proyecto FIP N° 2009-23, ejecutado por PUCV, Est.Doc. N°05/2011, Valparaíso. 174 pp.)
- Queirolo D., E. Gaete, M. Ahumada y T. Melo. 2013. Selectividad de redes de enmalle en la pesquería artesanal de merluza común". Proyecto FIP N° 2011-10, ejecutado por PUCV, Est.Doc. N°05/2011, Valparaíso. 90 pp.)

- Queirolo D. y E. Gaete. 2014. Experimental study of ghost fishing by gillnets in Laguna Verde Valparaíso, Chile. *Lat. Am.J. Aquat. Res.*, 42(5): 1189-1193.
- Ramanujan, S. 1914. Modular equations and approximations to  $\pi$ . *Quarterly Journal of Mathematics*, XLV, London: 350 – 372.
- Ramunas, Z., C. Small y G. French. 2013. The incidental catch of seabirds in gillnet fisheries: A global review. Elsevier (Ed.), *Biological Conservation*, Volume 162 : 76-88.
- Reyes, P y M. Hüne. 2015. Mi Guía de Especies Marinas Chilenas: Guías de reconocimiento de especies objetivo fauna acompañante y especies incidentales capturadas en las pesquerías industriales de arrastre de merluza común, merluza de cola y crustáceos bento-demersales, en la pesquería artesanal de merluza común y en la pesquería de cerco de sardina común y anchoveta. Instituto de Fomento Pesquero. Valparaíso, Chile. 132 pp.
- Rojo-Vázquez, J., F. Arreguín-Sánchez y E. 2001. Godínez-Domínguez. Poder de pesca, selectividad y eficiencia de las redes de enmalle para la Sarangola (*Microlepidotus brevipinnis* Steindachner, 1869) en la costa sur de Jalisco, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 36 (1), Valparaíso: 9 – 14.
- Rueda, I. 2013. Análisis de un Modelo para Medir la Productividad Basado en Utilización y Eficiencia. *Rev. Pont.Univ.Cat. del Ecuador* No 96: 181-200
- Saaty, TL. 1980. *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*, McGraw-Hill. 287 pp.
- Sánchez-Carnero N., M. E. Góngora, M. Álvarez y A. Parma. 2022. La pesca artesanal en Argentina : caminando las costas del país. Primera edición: Septiembre 2022, Argentina. 234pp.
- Santos MN., M. Gaspar, C. Monteiro y P. Vasconcelos. 2002. Gill net and long-line catch comparisons in a hake fishery: the case of southern Portugal. *Rev. Scie. Mar.*, 66 (4): 433-441.
- Sbrana, M., P. Belcari, S. De Ranieri, P. Sartor y C. Viva. 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). *Scie.Mar.* 71(1): 47-56.

- Sernapesca. 2022. Informe Estado Anual Cuotas Sector Artesanal e Industrial Año 2021. Dirección Nacional, SERVICIO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA (Sernapesca), Marzo de 2022, Valparaíso. 263 pp.
- Sielfeld W, C Guerra, LR Durán, E Acuña, A Aguayo, M Sepúlveda, F Palma, A Malinarich, G Cerda, A Bolvarán, R Grau, X Veloso, Y Guerra, M Vargas, N Amado, R Peredo y J Galáz. 1997. Monitoreo de la pesquería y censo del lobo marino común en el litoral de la I - IV Regiones, 105 p. Informe final Proyecto Fondo de Investigación Pesquera 95 – 28, Subsecretaría de Pesca, Valparaíso.
- Suazo, CG., L. Cabezas, C. Moreno, J. Arata, G. Luna Jorquera, A. Simeone, L. Adasme, J. Azocar, M. Garcia, O. Yates y G. Robertson. 2014. Seabird bycatch in Chile: a synthesis of its impacts, and a review of strategies to contribute to the reduction of a global phenomenon. *Pacific Seabirds*, 41(1 y 2), pp. 1–12.
- SUBPESCA. 2014. Bases de información para la elaboración del plan de manejo de congrio dorado - unidad de pesquería sur. SUBPESCA, División de Administración Pesquera (Ed.), Valparaíso. 33pp.
- SUBPESCA. 2016. Bases de información para la elaboración del plan de manejo de merluza del sur desde el paralelo 41° 28,6´LS al 57° LS. SUBPESCA, División de Administración Pesquera (Ed.), Valparaíso. 49pp.
- SUBPESCA. 2019. Estado de situación de las principales pesquerías chilenas año 2018. Dpto. Pesquerías, División Administración Pesquera (Ed.), Valparaíso. 104pp.
- Toskano, GB. 2005. El proceso de análisis jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores”. UNMSM, Facultad de Ciencias Matemáticas. Tesis de Investigación Operativa, Lima. 100pp.
- Tosunoglu, Z., Y. Doganyilmaz y H. Ozbilgin. 2002. Determination of the Appropriate Hanging Ratios to Ease the Escape of Juvenile Red Mullet (*Mullus barbatus* L., 1758) and Annular Sea Bream (*Diplodus annularis* L., 1758) from a Trawl Codend. *Turk. Jour. Vet. Anim. Scie.*, January 2003: 1193-1199.

- Trippel EA., Strong MB, Terhune JM. y JD. Conway. 1999. Mitigation of harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) by-catch in the gillnet fishery in the lower Bay of Fundy. Can. J. Fish Aquat. Scie. 56: 113–123.
- Trippel E., NL. Holy, DL. Palka, TD. Shepherd, GD. Melvin y JM. Terhune. 2003. Nylon barium sulphate gillnet reduces porpoise and seabird mortality. Mar.Mamm.Scie. 19: 240–243.
- Vaz-Ferreira R. 1975. Behavior of the Southern sea lion, *Otaria flavescens* (Shaw) in the Uruguayan Islands. Rapports et Procès-Verbaux des Réunions. Conseil International pour Exploration de la Mer, 169: 219-227.
- Wiedenfeld, DA., R. Crawford y CM. Pott. 2015. Results of a Workshop on Reduction of Bycatch of Seabirds, Sea Turtles, and Sea Mammals in Gillnets: 21-23 January. 2015. American Bird Conservancy and BirdLife International.
- Wileman, D.A. 1997. Gear selectivity estimates for Danish Baltic and Kattegat fleets. Danish Institute for Fisheries Technology and Aquaculture, Dinamarca. 118pp.
- Zydelis R., C. Small y G. French. 2013. The incidental catch of seabirds in gillnet fisheries: A global review. Biol. Conser. Nº162: 76–88.
- Zydelis R., J. Bellebaum, H. Österblom, B. Schirmeister, A. Stipniece, M. Dagys, M. Van Eerden y S. Garthe. 2009. Bycatch in gillnet fisheries – An overlooked threat to waterbird populations. Biol. Conser. Nº142: 1269–1281.

## 10. Equipo de Trabajo

### 10.1 Funciones asignadas

El personal participante del presente proyecto y las funciones generales asignadas a cada uno se identifican en Tabla 77.

Tabla 77. Personal considerado en el proyecto FIPA 2020-21

Nombre	Institución	Título	Función
Pedro Brunetti Barroso	Juan Fermín Gutiérrez Pedreros EIRL	Ingeniero Pesquero	Jefe Proyecto, a cargo de la coordinación general del proyecto, supervisión y apoyo desarrollo de objetivos, muestreo de redes y planos, encuesta de costos, análisis estadístico, elaboración de informes de avance y finales.
Juan Gutierrez Pedreros	Juan Fermín Gutiérrez Pedreros EIRL	Biólogo Marino	Jefe de Campo, responsable coordinación de materiales y logística de los muestreos, adquisiciones, apoyo de muestreos, traslado del personal y reuniones.
Marcela Avila Lagos	UNAP	Biólogo Marino, Magister en Acuicultura	A cargo de Laboratorio y protocolos de muestreo.
Ricardo Riquelme Vera	Juan Fermín Gutiérrez Pedreros EIRL	Biólogo Marino	Muestreador a bordo, Filmaciones submarina y análisis de datos
Constanza de Zarate	UNAP	Ingeniero Acuícola	Digitación, laboratorio y estudio bibliográfico
Gesica Aroca Sanchez	UNAP	Ingeniero Acuícola	Digitación, laboratorio y estudio bibliográfico
Gustavo Lopetegui Salamanca	Juan Fermín Gutiérrez Pedreros EIRL	Observador científico	Muestreador a bordo
Rodrigo Ulloa Meza	Juan Fermín Gutiérrez Pedreros EIRL	Observador científico	Muestreador a bordo
Sebastian Avendaño	Juan Fermín Gutiérrez Pedreros EIRL	Observador científico	Muestreador a bordo
Oscar Rojas	Juan Fermín Gutiérrez Pedreros EIRL	Biologo Marino	Muestreador a bordo

## 10.2. Tiempos ejecutados por actividad y objetivo

Las horas ejecutadas en las actividades realizadas por el equipo de trabajo se exponen en Tabla 78.

Tabla 78. Horas ejecutadas por actividad del equipo de trabajo

	ACTIVIDADES	HORAS POR MESES EJECUTADOS									
		OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
Pedro Brunetti Barroso	COORDINACION GENERAL PROYECTO	40	40	40	15						
	MUESTREO DE REDES		40	40	30	30	30	30			
	REUNIONES	5	10				5				
	ANALISIS DATOS E INFORMES					50			60		50
Juan Gutierrez Pedreros	COORDINACION MUESTREOS, ADQUISICIONES Y LOGISTICA			15	15	15	15	15	15		
	COORDINACION REUNIONES	20									
	ANALISIS DATOS Y REVISION INFORMES					40			50		50
Marcela Avila Lagos	LABORATORIO, MEDICIONES, PROTOCOLOS			20	20	20	20	20	20		
	REUNIONES	10									
Ricardo Riquelme Vera	MUESTREO A BORDO			60							
	REUNIONES	20									
	ANALISIS DATOS Y REVISION INFORMES					50			60		
Constanza de Zarate	DIGITACION			30	55				50	35	
	BIBLIOGRAFIA	30	30			40					
Gesica Aroca Sanchez	DIGITACION			30	55				50	35	
	BIBLIOGRAFIA	30	30			40					
Sebastian Avendaño	MUESTREO A BORDO							20	120		
Oscar Rojas	MUESTREO A BORDO		10	60				20	60		
Gustavo Lopetegui Salamanca	MUESTREO A BORDO										
Rodrigo Ulloa Meza	MUESTREO A BORDO										

Las horas ejecutadas en cada objetivo por el equipo de trabajo se exponen en Tabla 79.

Tabla 79. Horas personal por objetivos

OBJETIVO	ACTIVIDADES	Pedro Brunetti Barroso	Juan Gutierrez Pedreros	Marcela Avila Lagos	Ricardo Riquelme Vera	Constanza de Zarate	Gesica Aroca Sanchez	Sebastian Avendaño	Oscar Rojas	Gustavo Lopetegui Salamanca	Rodrigo Ulloa Meza
1	Reunión panel de expertos	45									
1	Estimaciones de Eficiencia operacional	90									
1	Redes experimentales	80	50	20	20						
1	Planos de redes	45									
2	Muestreos en aguas interiores y exteriores		65	60	60			140	150		
2	Digitación y análisis de datos	35	15			125	125				
3	Análisis estadísticos R	30			20						
3	Análisis de datos	80	50	20	30						
4	Muestreos y censos en zonas de pesca		30		30						
4	Filmaciones submarinas				20						
4	Digitación y análisis de datos					20	20				
4	Revisión bibliográfica			20		125	125				
<b>ACTIVIDADES GENERALES</b>	COORDINACION	50	20								
<b>INFORME AVANCES</b>	ELABORACION, REVISIONES	60	20	10	10						
	<b>TOTALES</b>	<b>515</b>	<b>250</b>	<b>130</b>	<b>190</b>	<b>270</b>	<b>270</b>	<b>140</b>	<b>150</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

## 11. Anexos

### **Anexo 1. Criterios de selección y ejemplo de compromiso que suscriben los pescadores que participan en el proyecto FIPA 2020-21**

#### **DE LA NAVE**

EMBARCACION DE 10 Y HASTA 12 m DE ESLORA, CON CUBIERTA COMPLETA, MOTOR INTERNO, CASERIO, COCINA, BAÑO Y DORMITORIOS CON SISTEMA DE VIRADO HIDRAULICO

EMBARCACION ARTESANAL INSCRITA Y HABILITADA EN LA PESQUERIAS DE MERLUZA DEL SUR, CON CERTIFICADO DE NAVEGABILIDAD AL DIA Y OPERACIÓN ACREDITADA PARA EL AÑO 2020

DISPONER DE UN CAMAROTE PARA EL OBSERVADOR CIENTIFICO A BORDO

ESPACIO DISPONIBLE PARA TRANSPORTAR, OPERAR Y ADUJAR UNA RED EXPERIMENTAL DE PROPIEDAD DEL OBSERVADOR CIENTIFICO

NAVES POSTULANTES Y AUTORIZADAS PARTICIPAN CON SISTEMA DE ROTACION.

#### **DEL ARMADOR Y PATRON DE PESCA**

EMBARCACION INSCRITA EN LA PESQUERIA DE MERLUZA DEL SUR

PATRON DE PESCA Y TRIPULACION CON RPA VIGENTE

PATRON DE PESCA DE RECONOCIDA EXPERIENCIA EN EL USO DE REDES DE ENMALLE DE TAMAÑO DE MALLA DE 5 PULGADAS, UTILIZADAS PARA LA PESQUERIA DE PEJEGALLO

ARMADOR Y PATRON SE OBLIGAN A OTORGAR RESPETO AL OBSERVADOR CIENTIFICO, INCLUYENDO VELAR POR SU ADECUADA MANUTENCION A BORDO, NORMAS DE SEGURIDAD Y APOYO A LAS LABORES DE MUESTREO DE LA PESCA

EL PATRON Y TRIPULACION A BORDO SE COMPROMETEN A RESPETAR Y DAR APOYO AL OBSERVADOR CIENTIFICO.

#### **DE LA OPERACIÓN DE MUESTREO A BORDO**

DISPONER DE AL MENOS 3 m<sup>2</sup> DE ESPACIO DE CUBIERTA (2 x 1,5 m) PARA MATERIALES, INSTRUMENTO Y EQUIPOS DE MUESTREO A BORDO QUE REQUIERA EL OBSERVADOR CIENTIFICO

RESPETAR, FACILITAR Y APOYAR LOS PROCEDIMIENTOS DETERMINADOS POR EL OBSERVADOR CIENTIFICO EN LA SELECCIÓN, SEPARACION Y MANIPULACION DE LA PESCA DURANTE LAS FAENAS DE VIRADO DE LA RED DE ENMALLE

SOLO DISPONER DE LAS CAPTURAS PARA SU EVISCERADO, LAVADO, EMBALAJE Y COMERCIALIZACION, UNA VEZ QUE EL OBSERVADOR CIENTIFICO HAYA TERMINADO SUS LABORES DE MUESTREO DE LAS MISMAS, NO ANTES.

EL OBSERVADOR NO PODRA INTERFERIR EN LA SELECCIÓN DE LA ZONAS DE PESCA Y EL METODO DE CALADO DE LA RED

## DE LAS CALETAS Y FLOTA PARTICIPANTES

DEBERAN PARTICIPAR NAVES ARTESANALES DE AL MENOS TRES CALETAS DISTINTAS DE CHILOE

## DE LOS BENEFICIOS DEL ARMADOR, PATRON Y TRIPULACION

EN TEMPORADA DE PESCA Y POR CADA SALIDA DE PESCA, SE CONTEMPLA DISPONER UNA CUOTA DE HASTA 360 Kg DE MERLUZA DEL SUR, PARA SER DECLARADAS CON CARGO A LA CUOTA DE INVESTIGACION AUTORIZADA POR LA PESCA DE INVESTIGACION DEL PROYECTO FIPA 2020-21. IGUALMENTE SE CONTEMPLA EL PAGO DE \$ 250.000.- POR CONCEPTO DE ARRIENDO POR VIAJE DE PESCA.

CUANDO NO SEA TEMPORADA DE PESCA DE MERLUZA DEL SUR, EL PROYECTO DE INVESTIGACION CANCELARA UNA SUMA DE \$ 250.000.- POR CONCEPTO DE ARRIENDO POR VIAJE DE PESCA, EL QUE DEBERA CONTEMPLAR AL MENOS 3 CALADAS DE LA RED EXPERIMENTAL A BORDO. EL CALADO DEBE REALIZARSE EN LOS MISMOS CALADEROS, POR EL MISMO TIEMPO DE REPOSO Y CON LAS MISMAS MANIOBRAS QUE SE PRACTICAN EN TEMPORADA DE PESCA. EN ESTE CASO SE ASIGNARA UNA CUOTA DE CONTINGENCIA DE MERLUZA DEL SUR DE HASTA 20 Kg POR VIAJE DE BENEFICIO DEL ARMADOR.

## CARTA COMPROMISO

Proyecto: FIPA 2020-21 "EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA OPERACIONAL Y DEL EFECTO SELECTIVO DEL USO DE REDES DE ENMALLE EN LA PESQUERÍA DEMERSAL AUSTRAL"

En Dalcahue, a 02 de Marzo de 2021, entre la entidad de investigación y asesorías denominada Juan Fermín Gutiérrez Pedreros CEPAS e.l.r.l. R.U.T. 76.303.707-k representada legalmente por don Juan Gutiérrez P., Biólogo Marino, rut 8.165.626-6, domiciliados ambos en Los Robles 153, Puerto Montt y don EFRAIN EXAVIER LLAUQUEN CHIGUAI rut 9845215-0, patrón de la embarcación denominada PATRICIA II CAS244 vienen a aprobar mediante su firma un Acuerdo de Colaboración en los siguientes términos.

**Primero.** Don EFRAIN EXAVIER LLAUQUEN CHIGUAI está informado convenientemente que la empresa de asesoría e investigación Juan Fermín Gutiérrez Pedreros EIRL, identificada en el párrafo inicial de este acuerdo, ejecutará un proyecto del Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura, FIPA denominado FIPA 2020-21 "Evaluación de la eficiencia operacional y del efecto selectivo del uso de redes de enmalle en la pesquería demersal austral".

**Segundo.** Don EFRAIN EXAVIER LLAUQUEN CHIGUAI, compromete la participación de la embarcación PATRICIA II y el apoyo necesario en las tareas de muestreo en pesca de enmalle que se deban programar en el marco del proyecto. Disponiendo el uso de la embarcación y la participación de tripulantes en tareas en tierra o a bordo.

**Tercero.** El señor LLAUQUEN CHIGUAI, aceptará a bordo observadores científicos y dispondrá de los espacios y habitabilidad mínima a bordo, para ellos en los viajes que se le programen en el marco de la ejecución del proyecto.

**Cuarto.** Finalmente las dos partes involucradas, corroboran mediante la firma de este convenio, el cual se deberá hacer en dos copias.

**Firman el presente Convenio de colaboración:**

  
EFRAIN EXAVIER LLAUQUEN CHIGUAI  
Rut 9845215-0  
Armador de PATRICIA II

  
Juan Fermín Gutiérrez P.  
C.I. 8.165.626-6

**Anexo 2. Acta de reunión inicial proyecto**

**ACTA DE REUNION**

**MOTIVO:** REUNION DE PRESENTACION Y COORDINACION INICIAL DEL PROYECTO FIPA 2020-21

**FECHA:** 19 OCTUBRE 2020

**HORA:** 11:30 – 13:30

**LUGAR:** VIDEO ZOOM

**ASISTENCIA:**

<b>NOMBRE</b>	<b>INSTITUCION /CARGO</b>	<b>Correo @</b>
Luis Carroza	FIPA: Director Ejecutivo	lclarrondo@subpesca.cl
Jorge Farias	SSPA: Contraparte Técnica	jfarias@subpesca.cl
Lorenzo Flores	SSPA: Sectorialista	lflores@subpesca.cl
Danilo De la Rosa Muñoz	SSPA: Sectorialista	ddelarosa@subpesca.cl
Jurgen Belzhold	SSPA: Jefe Dpto. Pesquerías	jbetzhold@subpesca.cl
Rafael Hernández	SSPA: Dir. Zonal Pesca Los Lagos	rhernandez@subpesca.cl
Pedro Brunetti	CEPAS: Jefe Proyecto	pedroabrunetti@gmail.com
Juan Gutierrez	CEPAS: Grte. CEPAS	jfguty@outlook.cl
Marcela Ávila	UNAP: Jefe División Sur	marcela.avila1@gmail.com
Ricardo Riquelme	CEPAS: Investigador	riquelmebm@gmail.com

**TEMAS TRATADOS:**

**Coordinación y Validación del Plan de Trabajo,** El Sr. Pedro Brunetti (director de proyecto) realizó una presentación sobre los alcances y metodologías por objetivo del proyecto con una propuesta de requerimientos del proyecto para su correcto funcionamiento, como la solicitud de pesca de investigación y cuota asociada y el apoyo para determinar a los participantes del comité de expertos. La contraparte técnica de la SSPA realizó comentarios sobre el levantamiento de información en otras áreas de pesca, la importancia de operar con flota de diferentes sectores con un sistema de designación técnico y transparente y de incorporar el efecto del tiempo de reposo en las experiencias de pesca con red de enmalle.

## ACUERDOS:

**Taller de Expertos:** Contraparte técnica de SSPA enviará lista de personas que deben ser invitadas por el consultor al taller de expertos para el desarrollo del objetivo 1.

**Pesca de Investigación:** Se realizará reunión el viernes 23 de octubre a las 11:30 hrs entre el consultor, la contraparte técnica de SSPA y representante del FIPA, para afinar contenidos de la Pesca de Investigación.

**Dirección Zonal:** Se invitará a participar a las reuniones del proyecto al director zonal de pesca, dado que el fondo del proyecto corresponde a una problemática de la Región de Los Lagos.

**Tiempo de Reposo:** El consultor después de los resultados de las primeras evaluaciones determinará la importancia de incorporar diferentes tiempos de reposo de la red, en los siguientes muestreos de la experiencia de pesca con enmalle.

**Talla de referencia:** Para la evaluación de las curvas de retención de la red, en sus distintos tamaños de malla, se acuerda utilizar como talla de referencia de comparación, la talla de primera madurez sexual (TPMS) en vez de la talla mínima legal (TML).

## REGISTRO FOTOGRAFICO:





**ACUSO RECIBO DE ACTA:**

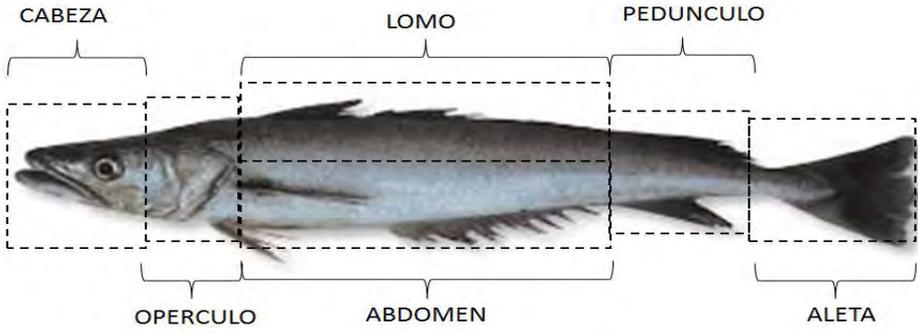


Anexo 3. Formularios de muestreo

ANEXO 3 a. FORMULARIO DE MUESTREO A LA CALIDAD

PROYECTO FIPA 2020-21		PLANILLA DE MUESTREO A LA CALIDAD (MERLUZA DEL SUR)																HOJA N° <input type="text"/> DE: <input type="text"/>										
		N° BITACORA:				MUESTREO A BORDO (S/N)				MUESTREO EN MERCADO (S/N)				CODIGO COMPRADOR														
FECHA: / /		VENTA N°				DE:				NOMBRE LUGAR				HR. INICIO VENTA														
CODIGO DE RED :		PRECIO PLAYA (\$/Kg)				PRECIO CAJA (\$/caja)				HR. TERMINO VENTA				PESO CAJA (Kg)														
N°	TM #	LONGITU D TOTAL	CABEZA				OPERCULO				LOMO				ABDOMEN				PEDUNCULO				ALETAS				LOBO (M)	
	4/5/6	LT (cm)	M 1	E 2	P 3	C 4	M 1	E 2	P 3	C 4	M 1	E 2	P 3	C 4	M 1	E 2	P 3	C 4	M 1	E 2	P 3	C 4	M 1	E 2	P 3	C 4		
1																												
2																												
3																												
4																												
5																												
6																												
7																												
8																												
9																												
10																												
11																												
12																												
13																												
14																												
15																												
16																												
17																												
18																												
19																												
20																												
21																												
22																												
23																												

PROYECTO FIPA 2020-21		REVERSO DE PLANILLA A LA CALIDAD	
M = 1	MAGULLADURAS (RAYAS)	COMPRADOR	
E = 2	ESCAMAS (PERDIDAS DE)	CODIGO	NOMBRE
P = 3	PIEL (PERDIDA DE)	1	
C = 4	CARNE (PERDIDA DE)	2	
		3	
		4	
		5	
		6	
		7	
		8	
		9	
		10	
		11	
		12	
		13	

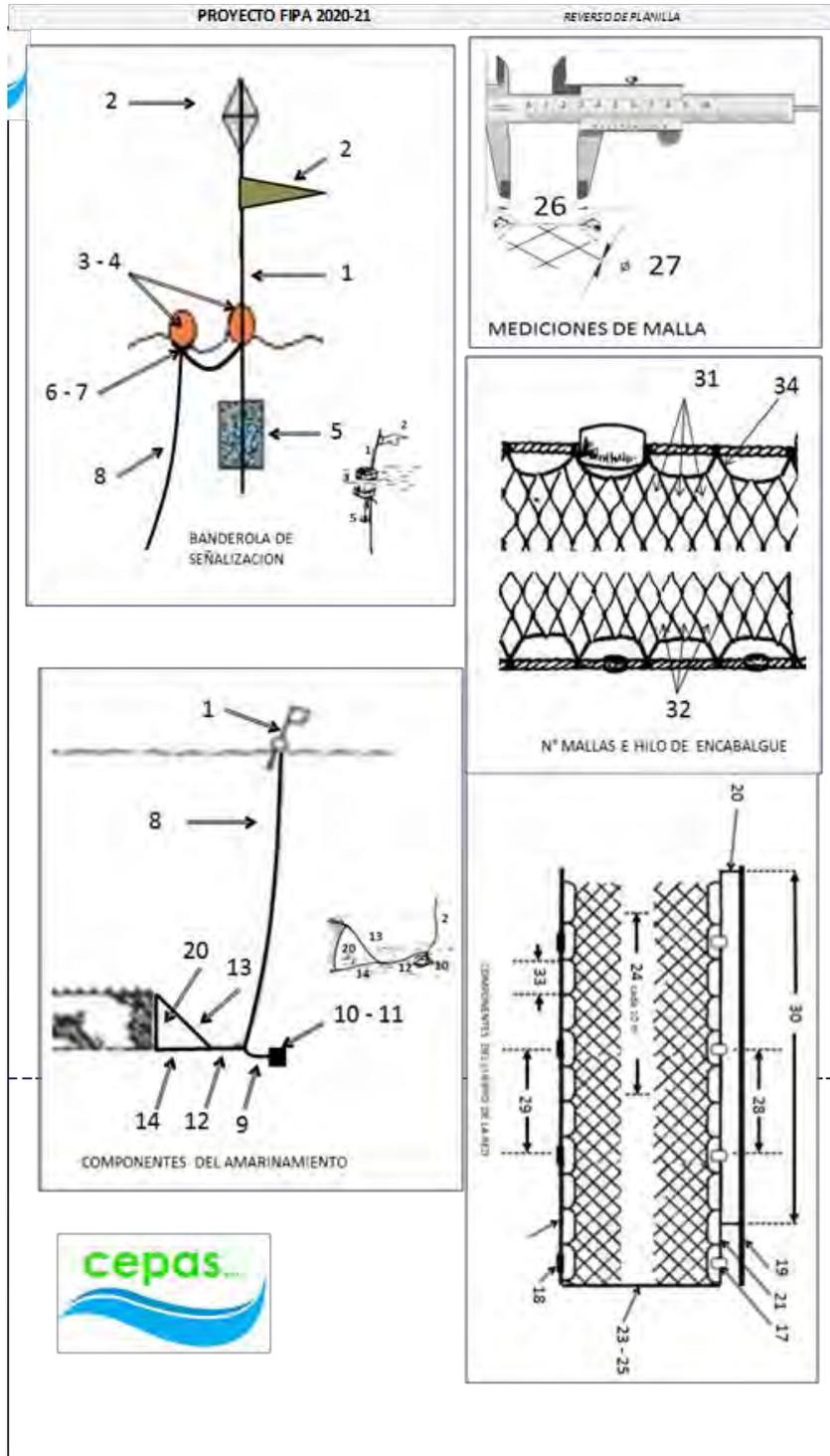
ANEXO 3 b. FORMULARIO DE MUESTREO DE COSTOS

PROYECTO FIPA 2020-21	PLANILLA DE MUESTREO DE COSTOS DE OPERACIÓN PESCA DE ENMALLE DE MERLUZA DEL SUR				
	FECHA ENCUESTA (D/M/A)	/ /	NOMBRE ARMADOR:		
	N° BITACORA		NOMBRE NAVE:		
	FECHA ZARPE (D/M/A)	/ /	MATRICULA NAVE:	N° REDES:	
	FECHA RECALADA (D/M/A)	/ /	CAPTURAS DEL VIAJE MERLUZA DEL SUR (Kg)		
	ACREDITACION (DA):		PUERTO BASE:	CODIGO RED:	
	N° LANCES TOTALES				
N°	ITEM DE COSTO POR VIAJE	COSTOS CORRIENTES (S/VIAJE)	COSTOS DE NAVE (S/VIAJE)	COSTOS DE MANO DE OBRA (S/VIAJE)	OBSERVACION O DETALLE
1	COMBUSTIBLE				
2	LUBRICANTES				
3	VIVERES (ALIMENTOS)				
4	HIELO				
5	AGUA				
6	GAS				
7	BATERIAS				
8	MATERIALES DE PESCA (REPOSICIONES)				
9	DERECHOS DE ZARPE				
10	DERECHOS DE MUELLE				
11	CABOTAJE DE PESCA				
12	HERRAMIENTAS				
13	CAJAS DE PESCA				
14	FLETES ANTES EL ZARPE				
15	MOVILIZACION TRIP.				
28	VIGILANCIA (GUACHIMAN)				
16	OTRO:				
17	OTRO:				
18	Y REPARACIONES				
19	MANTENCION MOTOR				
20	MANTENCION EQUIPOS				
21	MANTENCION VIRADOR				
22	SEGURO DE VIDA				
23	PATENTE DE PESCA				
24	CERTIFICADOS				
25	DERECHOS DE FONDEO				
26	EQUIPOS (RADIO, BALIZAS, BENGALAS, COMPAS,...)				
27	MAQUINARIA (MOTOR, BOMBA,...)				
29	RED DE ENMALLE				
30	OTRO:				
31	OTRO:				
32	REMUNERACION FIJA				
33	REMUNERACION VARIABLE				
34	GRATIFICACIONES (BONO)				
35	INDEMNIZACIONES				
36	ROPA DE TRABAJO				
37	OTRO:				
38	OTRO:				

PLANILLA DE MUESTREO DE COSTOS DE OPERACIÓN PESCA DE ESPINEL DE MERLUZA DEL SUR					
PROYECTO FIPA 2020-21	FECHA ENCUESTA (D/M/A)	/ /	NOMBRE ARMADOR:		
	CALETA/PUERTO DE ORIGEN		NOMBRE NAVE:		
	AREA RAE		MATRICULA NAVE:	LOA (m):	
	TIPO CARNADA USADA		CAPTURA PROMEDIO POR VIAJE MERLUZA DEL SUR (Kg)		
	NUMERO ANZUELOS POR VIAJE		TIPO DE ESPINEL: H / V		
N°	ITEM DE COSTO POR VIAJE	COSTOS CORRIENTES (\$/VIAJE)	COSTOS DE NAVE (\$/VIAJE)	COSTOS DE MANO DE OBRA (\$/VIAJE)	OBSERVACION O DETALLE
1	COMBUSTIBLE				
2	CARNADA				
3	LUBRICANTES				
4	VIVERES (ALIMENTOS)				
5	HIELO				
6	AGUA				
7	GAS				
8	BATERIAS				
9	MATERIALES DE PESCA (REPOSICIONES)				
10	DERECHOS DE ZARPE				
11	DERECHOS DE MUELLE				
12	CABOTAJE DE PESCA				
13	HERRAMIENTAS				
14	CAJAS DE PESCA				
15	ACLARADO ESPINEL				
16	ENCARNADO ESPINEL				
17	FLETES ANTES EL ZARPE				
18	MOVILIZACION TRIP.				
19	VIGILANCIA (GUACHIMAN)				
20	OTRO:				
21	MANTENCION NAVE (CARENA Y REPARACIONES)				
22	MANTENCION MOTOR				
23	MANTENCION EQUIPOS				
24	MANTENCION VIRADOR				
25	SEGURO DE VIDA				
26	PATENTE DE PESCA				
27	CERTIFICADOS DE LA ARMADA				
28	DERECHOS DE FONDEO				
29	EQUIPOS (RADIO, BALIZAS, BENGALAS, COMPAS...)				
30	MAQUINARIA (MOTOR, BOMBA,...)				
31	ESPINEL				
32	OTRO:				
33	OTRO:				
34	REMUNERACION FUA				
35	REMUNERACION VARIABLE ( A LA PARTE)				
36	GRATIFICACIONES (BONO)				
37	INDEMNIZACIONES				
38	ROPA DE TRABAJO				
39	OTRO:				
40	OTRO:				

ANEXO 3 c. FORMULARIO DE MUESTREO DE REDES DE ENMALLE

PLANILLA DE MUESTREO REDES DE ENMALLE UTILIZADAS EN PESCA DE MERLUZA DEL SUR								
PROYECTO FIPA 2020-21	FECHA ENCUESTA (DD/MM/AA)	/ /	NOMBRE ARMADOR:					
	CALETA/PUERTO DE ORIGEN:		NOMBRE NAVE:					
	COMUNA		MATRICULA NAVE:		LDA (m):			
	AÑO DE CONSTRUCCION RED		MANGA (m):		POTENCIA MOTOR (Hp):			
	NUMERO DE CUERPOS DE RED		EQUIPO VIRADOR	MARCA:		AÑO:		
	HORA INICIO	HORA TERMINO		MODELO :		Hp:		
CODIGO	COMPONENTES DEL AMARINAMIENTO		LONGITUD O PESO	Ø (mm) o LxØ	MATERIAL	CANTIDAD O UNIDADES	CODIGO FOTO DE DETALLE Y OBSERVACIONES	
1	BANDEROLA DE 5 PULGADAS DE ANCHO	MASTIL						
2		BANDERA, CRUZ, REFLECTOR						
3		BOYA						
4		EMBARILLADO DE BOYA						
5		MUERTO						
6		CONECTOR						
7	ORINQUE	GAZA						
8		CABO						
9	MUERTO	CABO UNION A ORINQUE						
10		PESO						
11		EMBARILLADO						
12	CABO GUIA A PATAS DE GALLOS							
13	PATA DE GALLO SUPERIOR							
14	PATA DE GALLO INFERIOR							
15	OTROS:							
16	OTROS:							
	COMPONENTES DEL CUERPO DE LA RED		LONGITUD O PESO	Ø (mm) o LxØ	MATERIAL	CANTIDAD UNIDADES	CODIGO FOTO DE DETALLE Y OBSERVACIONES	
17	FLOTADORES RELINGA SUPERIOR							
18	PESOS RELINGA INFERIOR							
19	CABO DE RETENIDA							
20	CABO CONECTOR RETENIDA - RELINGA SUPERIOR							
21	CABO RELINGA SUPERIOR							
22	CABO RELINGA INFERIOR							
23	CABO LATERAL							
	COMPONENTES DE ARMADO DE TELA			MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	CODIGO FOTO DE DETALLE Y OBSERVACIONES
24	Nº MALLAS c/ 5 m DE RELINGA SUPERIOR							
25	Nº MALLAS EN CABO LATERAL (ALTURA)							
26	TAMAÑO DE MALLA ENTRE NUDOS (mm)							
27	DIAMETRO DE HILO DE MALLA (mm)							
28	DISTANCIA ENTRE FLOTADORES (cm)							
29	DISTANCIA ENTRE PESOS (cm)							
30	DIST. CONECTORES DE RETENIDA (cm)							
31	Nº MALLAS POR ENCABALGUE SUPERIOR							
32	Nº MALLAS POR ENCABALGUE INFERIOR							
33	DISTANCIA ENTRE ENCABALGUE (SUP/INFER)							
34	DIAMETRO HILO DE ENCABALGUE (mm)							
35	OTRO:							

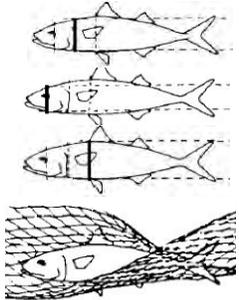


**ANEXO 3 d. BITÁCORA DE MUESTREO Y FORMULARIO DE MUESTREO A LA ESPECIE**

BITACORA DE MUESTREO PROYECTO FIPA 2020-21	PROYECTO FIPA 2020-21	MUESTREADOR N° (D):		NUMERO DE BITACORA AABBCC,D
	DIA (AA)	MES (BB)	AÑO (CC)	
NOMBRE EMBARCACIÓN:				CODIGO
MATRÍCULA EMBARCACIÓN:				PUERTO DE ZARPE
NOMBRE PATRÓN DE PESCA:				
NOMBRE MUESTREADOR(D):				
ZARPE		RECALADA O DESEMBARCO		CODIGO PTO. ISLA RECALADA O DESEMBARQUE
FECHA	HORA	FECHA	HORA	
/ /	:	/ /	:	
<b>REDES A BORDO</b>				
N°	MODELO	CODIGO RED	N° PLANO	DISTINTIVO
1	RED EXPERIM.			
2	RED NORMAL			
3	RED NORMAL			
4	RED NORMAL			
OBSERVACIONES				
<b>FIRMAS</b>				
PATRON		MUESTREADOR		
<b>V°B°</b>				
JEFE DE CAMPO		JEFE DE PROYECTO		
PROYECTO FIPA 2020-21				
EJECUTOR:				
CEPAS EIRL				

ANEXO 3 e. FORMULARIO DE MUESTREO A LA ESPECIE Y TALLA

PLANILLA DE MUESTREO A LA ESPECIE Y TALLA POR RED										HOJA N°	DE:				
PROYECTO FIPA 2020-21	N° BITACORA :			CONDICIONES DE CALADO			CONDICIONES CLIMATICAS								
	FECHA (D/M/A)		/ /	HORA INICIO VIRADO		:	ESCALA BEAUFORT								
	LANCE N°:		DE:	HORA TERM. VIRADO		:									
	LAT. (S)	°	'	"	PROFUNDIDAD (m)										
	LON. (O)	°	'	"											
	CODIGO DE RED :														
N°	CODIGO ESPECIE	Tm # (4;5;6)	Secc.	Tr	Peso	Longitud	SOLO PARA MERLUZA DEL SUR								
			Sup:5 Inf:1	1 / 2 / 3 / 4	gramos	cm.	Operculo			Max.Dorsal			SEXO (M/H)	MADUREZ HEMBRAS	
							PERIMETRO (mm)	ALTO (mm)	ANCHO (mm)	PERIMETRO (mm)	ALTO (mm)	ANCHO (mm)			
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															

PROYECTO FIPA 2020-21				REVERSO DE PLANILLA MUESTREO A LA ESPECIE	
CONDICIONES CLIMATICAS ESCALA FUERZA BEAUFORT					
ESCALA	INTENSIDAD DEL VIENTO (nudos)	ALTURA DE LA OLA (m)	NOMBRE COMUN	DESCRIPCION	
0	< 1	0	CALMA	ESPEJO	
1	1-3	0.1	LLANA	RIZOS PEQUEÑOS, CRESTAS SIN ESPUMA	
2	4-6	0.5	RIZADA	CRESTAS COMIENZAN A ROMPER	
3	7-10	0.5	RIZADA	ESCASOS RIZOS, CRESTAS DE OLA COMIENZAN A ROMPER	
4	11-16	1.25	MAREJADILLA	OLAS MAS GRANDES, RIZOS DEFINIDOS	
5	17-21	2.5	MAREJADA	ALGUNOS RIZOS BLANCOS Y POCO ROCIO	
6	22-27	4	GRUESA	RIZO BLANCO POR TODAS PARTES	
7+	>28	> 4	MUY GRUESA Y MAS	OLAS AMONTONADAS, ESPUMA Y ROCIO	
COD.	ESPECIE		Tr		
1	MERLUZA DEL SUR		<p>1: ENMALLE</p> <p>2: ACUÑAMIENTO</p> <p>3: ENGANCHE</p> <p>4: ENREDO</p> 		
2	CONGRIO DORADO				
3	BESUGO				
4	BROTULA				
5	CABRILLA				
6	CENTOLLA				
7	CHANCHARRO				
8	COJINOVA DEL SUR				
9	CONGRIO COLORADO				
10	CONGRIO NEGRO				
11	JIBIA				
12	JUREL	COD.	ESPECIE	COD.	ESPECIE
13	MERLUZA COMUN	24	SALMON DEL ATLANTIC	35	OTRO 2
14	MERLUZA DE COLA	25	SARDINA ESPAÑOLA	36	OTRO 3
15	PEJEGALLO	26	SIERRA		
16	PEJERRATA	27	TIBURON FUME		
17	PINTA ROJA	28	TIBURON PICO PATO		
18	RAYA ESPINOZA	29	TIBURON SP.		
19	RAYA MOTEADA	30	TIBURON ZAPATA		
20	RAYA SP.	31	TOLLO		
21	RAYA VOLANTIN	32	TOLLO DE CACHOS		
22	REINETA	33	TOLLO NEGRO		
23	ROBALO	34	OTRO 1		

**ANEXO 3 f. FORMULARIO DE MUESTREO DE PESCA INCIDENTAL**

PLANILLA DE MUESTREO DE INTERACCION Y MORTALIDAD INCIDENTAL																		
PROYECTO FIPA 2020-21	 N° BITACORA: _____ FECHA:    /    /		CENSO EN ZONA DE PESCA (CODIGOS)		RANGO		0	1 -10	11 - 30	30 +								
					AVES		A1	A2	A3	A4								
	RANGO				0	1 - 2	3 - 8	9 +										
	MAMIFEROS				M1	M2	M3	M4										
OBSERVACIONES :			CODIGO DEL CENSO EN ZONA DE PESCA		MOMENTO DE INTERACCION		CODIGO ESPECIES PRESENTES O ATRAPADA		VIVO o MUERTO		SECCION DEL CUERPO ATRAPADO		SECCION DE RED		REGISTRO DE FOTOS (CODIGO ARCHIVO)		REGISTRO DE VIDEO (CODIGO ARCHIVO)	
N°	LANCE N°	COD. RED	Tm (4;5;6)	AVES COD.	MAM. COD.	CODIGO MI		V / M	COD. SC	SUP.(S) INF.(I)								
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		

PROYECTO FIPA 2020-21		REVERSO DE PLANILLA MUESTREO PESCA INCIDENTAL			
SECCION DEL CUERPO ATRAPADO					
	cabeza	cuerpo	aletas	enredo general	
COD. SC	1	2	3	4	
MOMENTO DE INTERACCION		CALADO	VIRADO	CALADO Y VIRADO	
CODIGO MI		1	2	3	
CODIGO	CLASE/FAMILIA	GENEROS/ESPECIES	CODIGO	CLASE/FAMILIA	GENEROS/ESPECIES
1	PINNIPEDOS	Lobo marino Sudam	9	AVES	Albatros errante
2		Lobo fino austral	10		Albatros real del sur
3	CETACEOS	Cachalote	11		Petrel gigante del sur
4		Orca	12		Petrel de mentón blanco
5		Tonina overa	13		Fardela negra
6		Tonina chilena	14		Fardela blanca
7	AVES	Albatros de ceja negra	15		Pingüino de Humboldt
8		Albatros de cabeza g	16		OTRO:



#### Anexo 4. Procedimientos, manejo y cálculos del Taller de expertos AHP

##### Registro de panelistas

En el registro de ingreso, cada panelista queda asociado a una sigla de identificación personal como se indica en Tabla 71.

Tabla 80. Registro de panelistas

REGISTRO DE PANELISTAS				
FECHA :				
11-01-2021				
13-01-2021				
N°	SIGLA	NOMBRE Y APELLIDO	INSTITUCION	CARGO
1	LN	LEONARDO NUÑEZ	UCONCE	PROFESIONAL COPAS
2	RN	RICARDO NORAMBUENA	UCONCE	PROFESIONAL COPAS
3	DQ	DANTE QUEIROLO	PUCV-ECMA	PROFESOR DIRECTOR
4	SL	SERGIO LILLO	IFOP	JEFE DPTO. EVAL.INDIR.
5	LF	LORENZO FLORES	SUBPESCA	SECTORIALISTA DEMERSALES
6	MT	MARCOS TRONCOSO	SUBPESCA	SECTORIALISTA DEMERSALES
7	DD	DANILO DE LA ROSA	SUBPESCA	SECTORIALISTA DEMERSALES

##### Jerarquización de factores de eficiencia operacional de enmalle y espinel

La jerarquización del panel queda como se indica en Tabla 72.

Tabla 81. Jerarquización de factores

FECHA 11-01-2021									ORDEN	ACUERDO
ORDEN DEL PANELISTA	LN	RN	DQ	SL	MT	LF	DD	PROM	APROXIMADO	GENERAL
	1	1	1	3	3	1	1	1,571428571	1	1
	5	5	5	6	1	5	5	4,571428571	5	5
	4	6	6	5	5	6	6	5,428571429	6	6
	6	2	2	1	6	2	2	3	3	3
	3	3	3	2	2	3	4	2,857142857	2	2
	2	4	4	4	4	4	3	3,571428571	4	4

Así, el orden final de factores de eficiencia queda como se expresa en Tabla 73.

Tabla 82. Orden final de factores de eficiencia

4 ORDEN FINAL JERARQUICO DE LOS CRITERIOS DE EFICIENCIA OPERACIONAL						
	A>B	B>C	C>D	D>E	E>F	F>G
CODIGO Y ORDEN FINALFINAL	1°	2°	3°	4°	5°	6°
	CAPTURA BAJO TPMS (%)	FAUNA ACOMPAÑANTE (%C.D.)	PESCA INCIDENTAL (M)	CALIDAD DE LAS CAPTURAS (%PRIME)	RENDIMIENTO DE PESCA (Kg/viaje)	COSTOS DE OPERACIÓN (\$/viaje)

Este orden tuvo un punto previo de debate por cuanto dos de los 7 panelistas, inicialmente calificaron la pesca incidental como en primer lugar, debido a dos razones principales:

- La importancia del enfoque ecosistémico en el manejo actual de pesquerías
- La importancia que pueda otorgarle la opinión pública a este criterio

Al respecto se analizan las condiciones actuales de operación de las redes de enmalle en estudio, explicando su baja altura (2 a 3 m), su operación por sobre los 100 m de profundidad y la alta velocidad de virado con chigre hidráulico con un promedio de 500 m de red en 30 minutos de acuerdo a lo observado en las pruebas experimentales realizadas en diciembre pasado y que probablemente generarán una menor incidencia de pesca incidental del enmalle respecto del espinel. Por otra parte, el propósito principal general del estudio es evaluar selectividad, contando con un cuarto objetivo secundario de evaluar el impacto ambiental de la pesca incidental. En razón de ello y respetando la disparidad de opiniones del panel, se logra consenso para establecer el orden jerárquico antes indicado.

Terminada esta etapa del AHP, se explica la segunda etapa de la metodología AHP correspondiente a evaluar en específico los ponderadores de contraste entre los factores jerarquizados, de acuerdo a la escala de Saaty (1980) establecida en Tabla 74.

Tabla 83. Escala de valoración de ponderadores de Saaty

VALOR	DEFINICION	FORMA	CUALIFICACION	DESCRIPCION
1	Igual importancia	1	IGUAL	El criterio A es igual de importante que el criterio B
3	Importancia moderada	3 y 1/3	MODERADA	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el B
5	Importancia grande	5 y 1/5	GRANDE	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente al criterio A sobre el B
7	Importancia muy grande	7 y 1/7	MUY GRANDE	El criterio A es mucho mas importante que el criterio B
9	Importancia extrema	9 y 1/9	EXTREMA	La mayor importancia del criterio A sobre el B está fuera de toda duda
2,4,6 y 8	Valores intermedios	2 ó 1/2	INTERMEDIA	Cuando es necesario matizar

Para ello, se entrega a cada panelista las Tablas de evaluación pareada entre criterios para que sean completadas y entregadas antes del segundo Taller. Las Tablas entregadas en formato Excel son las indicadas en Tabla 75.

Tabla 84. Tablas de calificación de ponderadores

NOMBRE PANELISTA N° , CODIGO, NOMBRE:							
ESCALA DE SAATY(1980)	Igual importancia pto.=1	Importancia moderada pto.=3	Importancia grande pto.=5	Importancia muy grande pto.= 7	Importancia extrema pto.=9		
CRITERIO A	El criterio A es igual de importante que el criterio B	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el B	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente al criterio A sobre el B	El criterio A es mucho mas importante que el criterio B	La mayor importancia del criterio A sobre el B está fuera de toda duda	CRITERIO B	FINAL
CAPTURA BAJO TPMS (%)						FAUNA ACOMPAÑANTE (%C.D.)	0
						PESCA INCIDENTAL (M)	0
						CALIDAD DE LAS CAPTURAS (%PRIME)	0
						RENDIMIENTO DE PESCA (Kg/viaje)	0
						COSTOS DE OPERACIÓN (\$/viaje)	0
NOMBRE PANELISTA : 0 0							
ESCALA DE SAATY(1980)	Igual importancia =1	Importancia moderada =3	Importancia grande =5	Importancia muy grande = 7	Importancia extrema =9		
CRITERIO A	El criterio A es igual de importante que el criterio B	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el B	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente al criterio A sobre el B	El criterio A es mucho mas importante que el criterio B	La mayor importancia del criterio A sobre el B está fuera de toda duda	CRITERIO B	FINAL
FAUNA ACOMPAÑANTE (%C.D.)						PESCA INCIDENTAL (M)	0
						CALIDAD DE LAS CAPTURAS (%PRIME)	0
						RENDIMIENTO DE PESCA (Kg/viaje)	0
						COSTOS DE OPERACIÓN (\$/viaje)	0
NOMBRE PANELISTA : 0 0							
ESCALA DE SAATY(1980)	Igual importancia =1	Importancia moderada =3	Importancia grande =5	Importancia muy grande = 7	Importancia extrema =9		
CRITERIO A	El criterio A es igual de importante que el criterio B	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el B	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente al criterio A sobre el B	El criterio A es mucho mas importante que el criterio B	La mayor importancia del criterio A sobre el B está fuera de toda duda	CRITERIO B	FINAL
PESCA INCIDENTAL (M)						CALIDAD DE LAS CAPTURAS (%PRIME)	0
						RENDIMIENTO DE PESCA (Kg/viaje)	0
						COSTOS DE OPERACIÓN (\$/viaje)	0
NOMBRE PANELISTA : 0 0							
ESCALA DE SAATY(1980)	Igual importancia =1	Importancia moderada =3	Importancia grande =5	Importancia muy grande = 7	Importancia extrema =9		
CRITERIO A	El criterio A es igual de importante que el criterio B	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el B	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente al criterio A sobre el B	El criterio A es mucho mas importante que el criterio B	La mayor importancia del criterio A sobre el B está fuera de toda duda	CRITERIO B	FINAL
CALIDAD DE LAS CAPTURAS (%PRIME)						RENDIMIENTO DE PESCA (Kg/viaje)	0
						COSTOS DE OPERACIÓN (\$/viaje)	0
NOMBRE PANELISTA : 0 0							
ESCALA DE SAATY(1980)	Igual importancia =1	Importancia moderada =3	Importancia grande =5	Importancia muy grande = 7	Importancia extrema =9		
CRITERIO A	El criterio A es igual de importante que el criterio B	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el B	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente al criterio A sobre el B	El criterio A es mucho mas importante que el criterio B	La mayor importancia del criterio A sobre el B está fuera de toda duda	CRITERIO B	FINAL
RENDIMIENTO DE PESCA (Kg/viaje)						COSTOS DE OPERACIÓN (\$/viaje)	0

Finalmente se programa de común acuerdo, realizar el próximo Taller el viernes próximo, en la mañana.

**Segundo taller de expertos:** viernes 15 de enero entre las 09 a 11 hr

### Ponderadores

Las ponderaciones recibidas y sintetizadas de los panelistas son las expresadas en Tabla 77.

Tabla 85. Ponderación entre factores

LN	RN	DQ	SL	LF	MT	DD
1	3	3	1	3	3	1
3	5	3	3	3	3	1
9	5	5	1	5	3	5
5	7	5	7	5	5	5
5	7	9	7	5	9	7
3	3	3	3	3	3	1
9	5	5	5	5	3	3
5	7	7	7	5	5	3
5	7	7	7	5	9	5
5	5	1	1	5	1	7
5	7	5	5	5	7	5
5	7	7	5	5	7	7
1	3	3	5	1	7	5
1	5	7	5	1	9	5
1	3	3	5	1	5	3

### Análisis de consistencia

Se modera en panel de expertos y se hacen ver algunas inconsistencias menores en la evaluación entregada por los panelistas, las que se comentan y discuten por el panel.

Se plantea que las calificaciones de peso en la escala de Saaty (1 a 9) deben ser progresivas para que sean consistentes.

Para el primer cuadrante se observa en la evaluación de LN, donde contrasta la captura bajo la talla de primera madurez sexual (TPMS) y la califica con un 9 comparado con la pesca incidental, pero luego califica con un 5 los últimos 2 factores, que están en un menor orden jerárquico, lo que se indica genera la inconsistencia numérica del método AHP, por lo que LN cambia su calificación de 9 a 5, manteniendo una coherencia en su percepción de comparación. Por lo mismo el panelista SL modifica su calificación de su primer cuadrante en 1 3 1 7 7 a 1 3 3 7 7.

El segundo panel presenta solo una sola inconsistencia numérica de LN, por razones iguales a las explicadas anteriormente, la que se corrige asignando 5 en vez de 9.

El tercer cuadrante es 100% consistentes entre los evaluadores y no es modificada, ni comentada.

En el cuarto cuadrante, se observan varias inconsistencias numéricas debido a los altos valores de importancia que los panelistas le otorgan al calidad de las capturas respecto de las últimas dos variables de la eficiencia operacional (rendimiento y costo), aun cuando estas son las últimas del orden jerárquico establecido inicialmente, explicando que por lo que su alto peso se distorsiona o no se condice con su posición en el orden jerárquico (cuarto lugar jerárquico). Varios panelistas indican que la calidad de las capturas son un factor de eficiencia muy importante, incluso podría ser mayor a la captura BTPMS que es el primero en el orden jerárquico; sin embargo, como la calidad esta en cuarto nivel jerárquico, se explica que eso genera la inconsistencia numérica en el método. Los panelistas analizan que la calidad de las capturas son importantes porque están relacionadas con el precio y el retorno de la actividad, lo que genera la razón misma del propósito y ejercicio de la pesca propiamente tal. Se explica que la calidad en el proyecto es evaluado por cómo llega físicamente el producto al primer mercado de transacción (lancha intermediaria o playa), evaluando sus condiciones de estado externo corpóreo en términos de porcentaje de pérdidas de escamas o piel producto de la interacción con el método de pesca y en las distintas partes del cuerpo (cabeza, dorso, abdomen y cola) asociándoles el precio respectivo y donde los ejemplares con pérdida de piel y carne que son descartados o eliminados de la venta se cuantificarán como parte de la calidad y valorarán a precio cero, para cada sistema de pesca de enmalle y espinel. En razón de esto los panelistas modifican sus calificaciones como se indica:

- RN : de 3 5 a 3 1
- DQ: de 3 7 a 3 1
- SL: de 5 5 a 1 1
- MT: de 7 9 a 3 3

Para el quinto y último cuadrante, que compara los rendimientos contra los costos, se indica la inconsistencia numérica de colocar valores de diferenciación de importancia muy altos entre ambas, cuando son las últimas de la jerarquización, haciendo notar que esto implicaría numéricamente que los rendimientos deberían tener una mayor jerarquía y no estar en la quinta posición. Esta explicación permite corregir las evaluaciones entre los panelistas RN, DQ, SL y MT, como queda

expresado en Tabla 78, donde las ponderaciones corregidas e identificadas en cada matriz, se muestran con cuadro sombreado.

Tabla 86. Tabla final de ponderadores

	CRITERIO ORDENADO	LN	RN	DQ	SL	LF	MT	DD
JERARQUICO=A	CAPTURA BAJO TPMS (%)	1	1	1	1	1	1	1
COMPARADOS (B)	FAUNA ACOMPAÑANTE (%C.D.)	1	3	3	1	3	3	1
	PESCA INCIDENTAL (M)	3	5	3	3	3	3	1
	CALIDAD DE LAS CAPTURAS (%PRIME)	5	5	5	3	5	3	5
	RENDIMIENTO DE PESCA (Kg/viaje)	5	7	5	7	5	5	5
	COSTOS DE OPERACIÓN (\$/viaje)	5	7	9	7	5	9	7
	PANELISTA							
	CRITERIO ORDENADO	LN	RN	DQ	SL	LF	MT	DD
JERARQUICO=A	FAUNA ACOMPAÑANTE (%C.D.)	1	1	1	1	1	1	1
COMPARADOS (B)	PESCA INCIDENTAL (M)	3	3	3	3	3	3	1
	CALIDAD DE LAS CAPTURAS (%PRIME)	5	5	5	5	5	3	3
	RENDIMIENTO DE PESCA (Kg/viaje)	5	7	7	7	5	5	3
	COSTOS DE OPERACIÓN (\$/viaje)	5	7	7	7	5	9	5
	PANELISTA							
	CRITERIO ORDENADO	LN	RN	DQ	SL	LF	MT	DD
JERARQUICO=A	PESCA INCIDENTAL (M)	1	1	1	1	1	1	1
COMPARADOS (B)	CALIDAD DE LAS CAPTURAS (%PRIME)	5	5	1	1	5	1	7
	RENDIMIENTO DE PESCA (Kg/viaje)	5	7	5	5	5	7	5
	COSTOS DE OPERACIÓN (\$/viaje)	5	7	7	5	5	7	7
	PANELISTA							
	CRITERIO ORDENADO	LN	RN	DQ	SL	LF	MT	DD
JERARQUICO=A	CALIDAD DE LAS CAPTURAS (%PRIME)	1	1	1	1	1	1	1
COMPARADOS (B)	RENDIMIENTO DE PESCA (Kg/viaje)	1	3	3	1	1	3	5
	COSTOS DE OPERACIÓN (\$/viaje)	1	1	1	1	1	3	5
	PANELISTA							
	CRITERIO ORDENADO	LN	RN	DQ	SL	LF	MT	DD
JERARQUICO=A	RENDIMIENTO DE PESCA (Kg/viaje)	1	1	1	1	1	1	1
COMPARADOS (B)	COSTOS DE OPERACIÓN (\$/viaje)	1	1	1	1	1	1	3

### Evaluación de consistencia AHP

Estas matrices entregan un índice de consistencia (CI) e índice aleatorio (RI) que determinan una razón (CR) de consistencia que debe ser menor a 0,1 para que metodológicamente permita su uso y cuyo resultado se entrega en Tabla 88.

Tabla 87. Resultados de consistencia matrices AHP

$CI=(\lambda_{max}-n)/(n-1)$	<b>0,081707</b>
$RI=1.24 \cdot (n-2)/n$	<b>0,826667</b>
$CR= CI/RI$	<b>0,098839</b>

Así, al obtener un  $CR < 0,1$  LA MATRIZ ES CONSISTENTE y no presenta contradicciones en la valoración realizada

### Resultado del AHP

La matriz de ponderación pareada queda de la forma como se expresa en Tabla 89.

Tabla 88. Matriz pareada de ponderadores entre factores

OBTENCION DE MATRIZ PAREADA DE COMPARACION DE CRITERIOS [A]						
	CAPTURA BAJO TPMS (%)	FAUNA ACOMPAÑANTE (%C.D.)	PESCA INCIDENTAL (M)	CALIDAD DE LAS CAPTURAS (%PRIME)	RENDIMIENTO DE PESCA (Kg/viaje)	COSTOS DE OPERACIÓN (\$/viaje)
CAPTURA BAJO TPMS (%)	1	2	3	4	6	7
FAUNA ACOMPAÑANTE (%C.D.)	1/2	1	3	4	6	6
PESCA INCIDENTAL (M)	1/3	1/3	1	4	6	6
CALIDAD DE LAS CAPTURAS (%PRIME)	1/4	1/4	1/4	1	2	2
RENDIMIENTO DE PESCA (Kg/viaje)	1/6	1/6	1/6	1/2	1	1
COSTOS DE OPERACIÓN (\$/viaje)	1/7	1/6	1/6	1/2	1	1

La matriz normalizada y el vector propio de ponderadores finales quedarían entonces como se indica en Tabla 90.

Tabla 89. Matriz normalizada y Vector propio

MATRIZ NORMALIZADA	CAPTURA BAJO TPMS (%)	FAUNA ACOMPAÑANTE (%C.D.)	PESCA INCIDENTAL (M)	CALIDAD DE LAS CAPTURAS (%PRIME)	RENDIMIENTO DE PESCA (Kg/viaje)	COSTOS DE OPERACIÓN (\$/viaje)	VECTOR PROPIO (P)
CAPTURA BAJO TPMS (%)	0,417910448	0,510638298	0,395604396	0,285714286	0,272727273	0,304347826	<b>0,36449</b>
FAUNA ACOMPAÑANTE (%C.D.)	0,208955224	0,255319149	0,395604396	0,285714286	0,272727273	0,260869565	<b>0,279865</b>
PESCA INCIDENTAL (M)	0,139303483	0,085106383	0,131868132	0,285714286	0,272727273	0,260869565	<b>0,195932</b>
CALIDAD DE LAS CAPTURAS (%PRIME)	0,104477612	0,063829787	0,032967033	0,071428571	0,090909091	0,086956522	<b>0,075095</b>
RENDIMIENTO DE PESCA (Kg/viaje)	0,069651741	0,042553191	0,021978022	0,035714286	0,045454545	0,043478261	<b>0,043138</b>
COSTOS DE OPERACIÓN (\$/viaje)	0,059701493	0,042553191	0,021978022	0,035714286	0,045454545	0,043478261	<b>0,04148</b>

Con esto concluye el trabajo del panel de expertos con las siguientes conclusiones:

- La selección de los panelistas es correcta, por cuanto su experiencia laboral en manejo pesquero está acreditada, contando con expertos de dilatada trayectoria en la materia, permitiendo un resultado razonable y coherente
- Aun cuando existió diversidad de opiniones entre los panelistas, estos logran ponerse de acuerdo, abstraerse de sus posiciones personales y abordar la evaluación como un colectivo, logrando un consenso pero manteniendo sus posiciones y pareceres particulares, en especial respecto de los ponderadores asignados en los 4 primeros cuadrantes, que corresponde al grueso del proceso analítico jerárquico (AHP)
- La jerarquización de los factores que determinan la eficiencia operacional comparada para los sistemas de pesca de enmalle y espinel, son:

1° CAPTURA BAJO TPMS

2° FAUNA ACOMPAÑANTE

3° PESCA INCIDENTAL

4° CALIDAD DE LAS CAPTURAS

5° RENDIMIENTO DE PESCA

6° COSTOS DE OPERACIÓN

- Las ponderaciones de peso de cada uno de estos factores y con los cuales se evaluará la opción más eficiente será la indicada en Tabla 91.

Tabla 90. Vector Propio de Ponderadores de factores de

FACTOR DE EFICIENCIA OPERACIONAL	PONDERACION- AHP	
	VECTOR PROPIO (P)	%
CAPTURA BAJO TPMS	<b>0,36449042</b>	<b>36,45</b>
FAUNA ACOMPAÑANTE	<b>0,27986498</b>	<b>27,99</b>
PESCA INCIDENTAL	<b>0,19593152</b>	<b>19,59</b>
CALIDAD DE LAS CAPTURAS	<b>0,07509477</b>	<b>7,51</b>
RENDIMIENTO DE PESCA	<b>0,04313834</b>	<b>4,31</b>
COSTOS DE OPERACIÓN	<b>0,04147997</b>	<b>4,15</b>
TOTAL	1,00000000	100,00

## Anexo 5. Acta de reunión de difusión de resultados del proyecto FIPA 2020-21



### COMITÉ DE MANEJO MERLUZA DEL SUR

#### ACTA SINTÉTICA N° 02-2023

A través de sesión telemática realizada el 24 de abril del año 2023, siendo las 10:10 horas, se dio inicio a la segunda sesión del Comité de Manejo de la Pesquería de Merluza del Sur.

#### Principales temas de la agenda:

- Palabras de Bienvenida y aprobación de agenda.
- Presentación de resultados de proyectos del Fondo de Investigación Pesquera (FIPA):
  - Evaluación de la interacción sobre el esfuerzo y artes de la pesquería de Merluza del Sur, por la influencia del Lobo Marino en las zonas RAE de la región de Los Lagos (FIPA-2020-03);
  - Evaluación de la eficiencia operacional y del efecto selectivo del uso de redes de enmalle en la pesquería demersal austral (FIPA 2020-21)
- Asesoría técnica para el manejo del recurso merluza del sur (IFOP).
- Aprobación de acta sintética

#### Acuerdos:

1. Se realizará una sesión presencial con fecha a definir para profundizar en los temas de la sesión de hoy y que corresponden a los estudios FIPA 2020-03 y FIPA 2020-21.
2. Se realizará una reunión de comisión de regla de control de captura el lunes 15 de mayo en horario am. Los miembros del comité que formarán parte de esta comisión son Patricia Ruiz, Sara Hopf y Alejandro Zuleta.
3. La siguiente sesión de comité se realizará el lunes 29 de mayo a partir de las 10.00 hrs.
4. La presentación del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) quedó reagendada para la sesión del 29 de mayo

Siendo las 13:42 horas, se da por finalizada la sesión del Comité de Manejo.

Lorenzo Flores Villarroel

**Lista de Asistencia:**

<b>Institución/Cargo</b>	<b>Titular</b>	<b>Suplente</b>
SUBPESCA	Lorenzo Flores	Danilo de la Rosa
SERNAPESCA	Juan Carlos Orellana	
Sector Artesanal de Los Lagos	Juan García Saldivia	Carlina Alvarado Vidal
	José Alvarado Millahuichun	Gladys Alvarado Zúñiga
	Marcelo Soto Castillo	Carola Barría Leviguen
Sector Artesanal de Aysén	Juan Contreras Poblete	
	Renato Flores Dauros	
Sector Artesanal de Magallanes		Maria Barrientos Runin
Sector Industrial UPN	Luis Pichott del Fuente	Patricia Ruiz Opazo
	Carlos Vial Izquierdo	Valeria Carvajal Oyarzo
Sector Industrial UPS	Alejandro Zuleta Villalobos	Sara Hopf Gonzalez
Plantas de proceso	Rubén Leal Perez	Eva Navarro Ruiz

**Invitados:**

<b>Nombre</b>	<b>Institución/sector</b>	<b>Contacto (Fono y Mail)</b>
Jorge Farias	SSPA	
Gustavo Castro	DZ Los Lagos SSPA	
Iver Núñez Parraguez	DZ Aysén SSPA	
Manuel Perez Montenegro	Director Zonal Aysén SSPA	
Cristian Parra Montenegro	Consultora GEAM	
Rubén Alarcón Muñoz	Consultora GEAM	
Pedro Brunetti Barroso	Consultora CEPAS	
Juan Gutierrez Pedreros	Consultora CEPAS	

REGISTRO DE REUNION



DIAPOSITIVAS PRESENTADAS

