



PROYECTO FIPA N° 2023-27:

Programa de revisión y mejora experta (benchmark) para las evaluaciones indirectas de merluza del sur y merluza de tres aletas

Informe Final

Noviembre, 2025



Requirente : Subsecretaría de Pesca y Acuicultura

Mandante : Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura

Supervisión : Consejo de Investigación Pesquera y de Acuicultura

Ejecutor : Instituto de Investigación Pesquera

Jefe(a) de proyecto : M.Sc. Claudio Gatica Molina

Autores : Claudio Gatica Molina
Aquiles Sepúlveda
Nicolas Alegría
Marcos Arteaga
Marcia Neira

Colaboradores : Dr. Roberto Licandeo, Dr. Jesús Jurado-Molina

Citar como: Gatica, C., A. Sepúlveda, N. Alegría, M. Arteaga, M. Neira. 2025. Programa de revisión y mejora experta (benchmark) para las evaluaciones indirectas de merluza del sur y merluza de tres aletas. Informe Final FIPA 2023-27, 380 páginas.

1 RESUMEN EJECUTIVO FINAL

El presente Informe Final da cuenta de las acciones y resultados de los principales hitos del proyecto FIPA 2023-27 “Programa de revisión y mejora experta (benchmark) para la evaluación indirecta de merluza del sur y merluza de tres aletas”. Se describen las actividades del proyecto, relacionadas con el desarrollo de los Talleres 1 y 2, correspondiendo el primero a revisión, mientras que el segundo es mejoramiento de las evaluaciones de stock. Los talleres fueron desarrollados de manera presencial y contaron con la participación de los expertos internacionales independientes, Dr. Jesús Jurado-Molina y Dr. Roberto Licandeo.

En relación con el trabajo realizado en estos talleres, fueron obtenidos reportes independientes por parte de los expertos internacionales, referidos a los elementos a considerar desde una perspectiva de revisión de las evaluaciones de stock y la correspondiente al mejoramiento. Estos informes contienen un análisis crítico de los modelos poblacionales, desde la propuesta de modelo conceptual, revisión de datos e información disponible para la implementación de modelos de dinámica poblacional y supuestos asociados, entregando conclusiones respecto a las características de estos modelos e incorporando elementos de mejoramiento, consolidados en detalle en la etapa del Taller 2, donde los expertos expusieron y presentaron su propuesta de mejoras a la evaluación de stock, exponiendo ejemplos de implementación de modelos de evaluación para ambos recursos.

La revisión experta independiente para la evaluación del stock de merluza del sur y merluza de tres aletas ha identificado fortalezas y áreas de mejora en los modelos aplicados. Se verificó que los modelos IFOP fueron implementados correctamente por los expertos en la plataforma de Stock Synthesis (SS3), permitiendo evaluar su desempeño en comparación con otros enfoques de modelación. Sin embargo, se identificó alta incertidumbre en la estimación del parámetro de escarpamiento (steepness, h) para la merluza del sur, lo que impide establecer con certeza los niveles adecuados de explotación sostenibles. Además, la capturabilidad del crucero (q), presentó una falta de restricciones, generando escenarios de explotación contrastantes que dificultan la toma de decisiones basadas en un umbral de referencia específico.

El análisis del estado del stock sugiere que la merluza del sur se encuentra en una situación límite entre la zona verde y amarilla ($SB/SB_{MSY} \approx 1$), lo que indica que la población está cercana al punto de referencia de sostenibilidad. Además, los niveles de la mortalidad por pesca actuales se aproximan a los valores de referencia y las proyecciones implementadas indican que una estrategia precautoria basada en una reducción de la mortalidad de pesca a $0.75F_{MSY}$, incrementa la probabilidad (67-71%) de mantener la biomasa sobre los niveles objetivos a largo plazo, asegurando capturas estables, pero a niveles inferiores a los registros actuales.

En relación con la calidad de los datos, se identificaron discrepancias en la estructura de edades y en la composición de tallas de las capturas en la merluza del sur. Por ello, se recomienda mejorar la validación de los datos de entrada y revisar los protocolos de muestreo para asegurar que las evaluaciones reflejen la dinámica poblacional con precisión. Además, se destaca la necesidad de estandarizar la información de CPUE explorando técnicas que permitan una mejor integración de las fuentes de datos disponibles.

La adopción de Stock Synthesis (SS3) se recomienda a mediano plazo como la plataforma principal de evaluación de stock, debido a su flexibilidad y capacidad para integrar fuentes de información diversas. Sin embargo, es fundamental garantizar la correcta calibración del modelo y mejorar los procesos de diagnóstico para minimizar la incertidumbre en los estimadores poblacionales. En este sentido, los modelos presentados por los expertos deben ser considerados como ejemplos de implementación y no deben ser considerados en decisiones de manejo, sino que son una herramienta de trabajo para contribuir al trabajo de IFOP en relación con la implementación de modelos y establecimiento de estatus del recurso. En el análisis del stock de la merluza de tres aletas, se evidencia una situación crítica, con una biomasa desovante que ha disminuido desde el año 1997 (800 mil toneladas) hasta aproximadamente 100 mil toneladas en la actualidad. Esto ubica al stock por debajo del punto biológico de referencia límite ($0.2B_0$), estableciendo un estado de sobrepesca. Además, se ha observado una reducción en la proporción de individuos longevos, comprometiendo la capacidad reproductiva del stock y el potencial de recuperación. El modelo de evaluación actual en uso implementado por el IFOP incorpora las capturas en aguas de Argentina bajo los 54°S , esta característica del modelo distorsiona la estimación del stock de Chile dificultando la implementación de medidas de manejo. En este contexto, los revisores

recomiendan excluir estas capturas y desarrollar un plan de recuperación con medidas estrictas que reduzcan la mortalidad por pesca a niveles inferiores de F_{MSY} . Por su parte, las proyecciones indican que la estrategia de explotación actual no permitirá la recuperación del stock y podría llevar a una mayor reducción de la biomasa. Un enfoque precautorio basado en reglas de control más restrictivas y en una reducción progresiva de la mortalidad por pesca sería necesario para evitar una condición de colapso del recurso.

2 EXECUTIVE SUMMARY

This Final Report provides an account of the actions and results of the critical achievements in project FIPA 2023-27, "Review and improvement of stock assessments for southern hake and southern blue whiting". The activities of the project related to the development of Workshops 1 and 2 are described. The first corresponds to review, while the second is the improvement of stock evaluations. The workshops were held in person and were attended by independent international experts, Dr. Jesús Jurado-Molina and Dr. Roberto Licandeo.

In relation to the work carried out in these workshops, the main result was independent reports by international experts, which outlined the elements to be considered for revising the evaluations and those corresponding to their improvement. These reports contain a critical analysis of the population models, from the proposal of the conceptual model, review of data and available information for the implementation of population dynamics models and associated assumptions, providing conclusions regarding the characteristics of these models and incorporating elements of improvement, consolidated in detail in the stage of Workshop 2, where the experts presented and presented their proposal for improvements to the stock assessment, presenting examples of implementation of assessment models for both resources.

The independent expert review for the assessment of the southern hake and southern blue whiting stock has identified strengths and areas for improvement in the applied models. It was verified that the IFOP models were correctly implemented by the experts on the Stock Synthesis (SS3) platform, allowing them to evaluate their performance in comparison with other modelling approaches. However, a high uncertainty was identified in the estimation of the steepness parameter (h) for southern hake, which prevents establishing with certainty the appropriate levels of sustainable exploitation. In addition, the catchability of the cruiser (q) presented a lack of restrictions, generating contrasting exploitation scenarios that make it difficult to make decisions based on a specific reference threshold.

The analysis of the stock status suggests that southern hake is in a limited situation between the green and yellow zone ($SB/SB_{MSY} \approx 1$), indicating that the stock is close to the

sustainability benchmark. In addition, current fishing mortality levels are close to the reference point and implemented projections indicate that a precautionary strategy based on a reduction of fishing mortality to $0.75F_{MSY}$, increases the probability (67-71%) of maintaining biomass above long-term target levels, ensuring stable catches, but at levels below current records.

In relation to the quality of the data, discrepancies were identified in the age structure, size composition and southern hake catches. Therefore, it is recommended to improve the validation of input data and review sampling protocols to ensure that assessments accurately reflect population dynamics. In addition, the need to standardize CPUE information by exploring techniques that allow a better integration of available data sources is highlighted. The adoption of Stock Synthesis (SS3) is recommended in the medium term as the main stock assessment platform, due to its flexibility and ability to integrate diverse sources of information. However, it is essential to ensure the correct calibration of the model and improve the diagnostic processes to minimize uncertainty in the population estimators. In this sense, the models presented by the experts should be considered as examples of implementation and should not be considered in management decisions, but are a working tool to contribute to IFOP work in relation to the implementation of models and establishment of the status of the resource.

In the analysis of the stock of the southern blue whiting, a critical situation is evident, with a spawning biomass that has decreased since 1997 (800 thousand tons) to approximately 100 thousand tons today. This places the stock below the limit biological reference point ($0.2B_0$), establishing overfished status. In addition, a reduction in the proportion of long-lived individuals has been observed, compromising the reproductive capacity of the stock and the potential for recovery. The current stock assessment model implemented by IFOP incorporates catches in Argentine waters under 54°S , this characteristic of the model distorts the estimation of Chilean stock, making it difficult to implement management measures. In this context, the reviewers recommend excluding these catches and developing a recovery plan with stricter measures that reduce fishing mortality to lower levels of F_{MSY} . For its part, projections indicate that the current exploitation strategy will not allow the recovery of the

stock and could lead to a further reduction in biomass. A precautionary approach based on more restrictive control rules and a progressive reduction in fishing mortality would be necessary to avoid a condition of collapse of the resource.

INDICE GENERAL INFORME FINAL

1	RESUMEN EJECUTIVO FINAL	1
2	EXECUTIVE SUMMARY	4
3	ANTECEDENTES	19
4	COMPOSICIÓN EQUIPO DE TRABAJO.....	20
5	OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	21
6	METODOLOGÍA.....	22
6.1	OBJETIVO 1. PROVEER EL SOPORTE ADMINISTRATIVO, TÉCNICO Y LOGÍSTICO NECESARIO PARA EL CUMPLIMIENTO DE TODAS LAS ACTIVIDADES CONTEMPLADAS DENTRO DEL PROCESO DE REVISIÓN Y MEJORA EXPERTA, EN COORDINACIÓN CON IFOP Y LA SUBSECRETARÍA.	23
6.2	OBJETIVO 2. OBTENER Y SISTEMATIZAR LAS RECOMENDACIONES DE EXPERTOS EN CUANTO A LA REVISIÓN CRÍTICA DE LAS EVALUACIONES DE STOCK DE LOS RECURSOS MERLUZA DEL SUR Y MERLUZA DE TRES ALETAS.	26
6.3	OBJETIVO 3. OBTENER Y SISTEMATIZAR LAS RECOMENDACIONES DE EXPERTOS EN CUANTO A LAS MEJORAS NECESARIAS PARA LAS EVALUACIONES DE STOCK DE LOS RECURSOS MERLUZA DEL SUR Y MERLUZA DE TRES ALETAS.	27
6.4	OBJETIVO 4. ASEGURAR EL CUMPLIMIENTO DE LA AGENDA DEFINIDA POR LA SSPA E IFOP, TAREAS Y RESULTADOS DE ESTAS REVISIONES Y MEJORAS, ASÍ COMO LA ENTREGA OPORTUNA DE INFORMES, DATOS Y CÓDIGOS A LOS EXPERTOS, DEBIDAMENTE TRADUCIDOS AL INGLÉS, SEGÚN CORRESPONDA.	29
7	RESULTADOS	33
7.1	OBJETIVO 1. PROVEER EL SOPORTE ADMINISTRATIVO, TÉCNICO Y LOGÍSTICO NECESARIO PARA EL CUMPLIMIENTO DE TODAS LAS ACTIVIDADES CONTEMPLADAS DENTRO DEL PROCESO DE REVISIÓN Y MEJORA EXPERTA, EN COORDINACIÓN CON IFOP Y LA SUBSECRETARÍA.	33
7.2	OBJETIVO 2. OBTENER Y SISTEMATIZAR LAS RECOMENDACIONES DE EXPERTOS EN CUANTO A LA REVISIÓN CRÍTICA DE LAS EVALUACIONES DE STOCK DE LOS RECURSOS MERLUZA DEL SUR Y MERLUZA DE TRES ALETAS.	38
7.2.1	<i>Información taller 1.....</i>	39
7.2.2	<i>Sistematización observaciones expertos basado en Taller 1.....</i>	39
7.2.3	<i>Consideraciones de la Unidad Ejecutora referida a observaciones de los expertos independientes en el marco de la revisión de las evaluaciones de stock de merluza del sur y merluza de tres aletas.....</i>	46
7.2.3.1	Monitoreo y descarte pesquero	46
7.2.3.2	Fortalecimiento de indicadores empíricos del estado del stock.....	46
7.2.3.3	Integración ecosistémica y multiespecífica.....	47

7.2.3.4	Protocolos de proyección y reglas de control	47
7.2.3.5	Fortalecimiento de capacidades técnicas y continuidad institucional	47
7.2.3.6	Financiamiento y sostenibilidad de programas de seguimiento	47
7.3	OBJETIVO 3. OBTENER Y SISTEMATIZAR LAS RECOMENDACIONES DE EXPERTOS EN CUANTO A LAS MEJORAS NECESARIAS PARA LAS EVALUACIONES DE STOCK DE LOS RECURSOS MERLUZA DEL SUR Y MERLUZA DE TRES ALETAS.	49
7.3.1	<i>Información y datos del taller 2</i>	50
7.3.2	<i>Sistematización observaciones expertos basada en Taller 2</i>	50
7.3.3	<i>Consideraciones de la Unidad Ejecutora referida a observaciones de los expertos Independientes para el desarrollo de un plan de implementación de mejoras</i>	53
7.3.3.1	Acciones necesarias para la implementación de evaluaciones de stock en plataforma de SS3 53	
7.3.3.2	Temáticas globales con impacto potencial en la toma de decisiones	56
7.3.3.3	Proyectos programas y líneas de investigación	57
7.4	OBJETIVO 4. IMPLEMENTAR LA AGENDA DE TRABAJO ESTABLECIDA ENTRE LA SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA Y EL INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, PARA DAR CUMPLIMIENTO OPORTUNO A LAS ACTIVIDADES Y PRODUCTOS REQUERIDOS.	60
7.4.1	<i>REPORTES EXPERTOS INDEPENDIENTES</i>	61
7.5	REPORTES EXPERTOS INDEPENDIENTES TALLER 1 (REVISIÓN).....	63
7.5.1	<i>Resumen</i>	63
7.5.2	<i>Introducción</i>	68
7.5.2.1	Merluza de tres aletas	68
7.5.2.1.1	Distribución	68
7.5.2.1.2	Biología	68
7.5.2.1.3	Pesquería.....	70
7.5.2.2	Merluza del Sur	70
7.5.2.2.1	Distribución	70
7.5.2.2.2	Biología	71
7.5.2.2.3	Pesquería.....	72
7.5.2.2.4	Capturas.....	72
7.5.3	<i>Métodos de revisión</i>	73
7.5.3.1	Respuesta a los términos de referencia	73
7.5.3.1.1	Compilación de datos	73
7.5.3.1.2	Indices de abundancia acústica	75
7.5.3.1.3	Índices de abundancia de la pesquería.....	76
7.5.3.1.4	Metodología de la evaluación del stock.....	76
7.5.3.1.5	Modelación de la evaluación del stock.....	77
7.5.3.1.6	Puntos de referencia	78
7.5.3.1.7	Proyecciones y CBA	79

7.5.3.1.8	Tratamientos alternativos	80
7.5.3.1.9	Incorporación del manejo pesquero basado en el ecosistema.....	80
7.5.4	<i>Conclusiones y recomendaciones para la investigación futura</i>	<i>82</i>
7.5.5	<i>Literatura citada.....</i>	<i>83</i>
7.5.6	<i>Anexo 1. Declaración de trabajo</i>	<i>88</i>
7.5.7	<i>Anexo 2. Listado de documentos y códigos recibidos por los revisores externos.....</i>	<i>92</i>
7.5.8	<i>Anexo 3. Ejemplo de la configuración de un documento de evaluación de stock.....</i>	<i>95</i>
7.5.8.1	Título y lista de autores	95
7.5.8.2	Resumen ejecutivo.....	95
7.5.8.3	Resumen de cambios principales	95
7.5.8.4	Respuestas a comentarios por parte de revisores (si existen)	95
7.5.8.5	Introducción.....	95
7.5.8.6	Enfoque analítico.....	97
7.5.8.6.1	Cálculo de recomendación de la captura.	102
7.5.8.6.2	Carencia de datos y prioridades de investigación.	102
7.5.8.6.3	Consideraciones ecosistémicas.....	102
7.6	REPORTE EXPERTOS INDEPENDIENTES TALLER 2 (MEJORAMIENTO)	104
7.6.1	<i>Resumen ejecutivo</i>	<i>105</i>
7.6.2	<i>Merluza del Sur</i>	<i>107</i>
7.6.2.1	Introducción.....	107
7.6.2.1.1	Biología	107
7.6.2.1.2	Pesquería.....	109
7.6.2.1.3	Manejo	111
7.6.2.2	Modelo actual de valoración de stock de la merluza del sur	112
7.6.2.2.1	Datos	112
7.6.2.2.2	Modelo.....	112
7.6.2.3	Lista de la información recibida por los revisores internacionales.....	116
7.6.2.4	Observaciones y recomendaciones por parte de los revisores internacionales.....	116
7.6.2.4.1	Datos	116
7.6.2.4.2	índices de abundancia	117
7.6.2.5	El modelo Stock Synthesis 3	122
7.6.2.6	Estandarización de los índices de abundancia relativa (CPUE) de la merluza del sur	124
7.6.2.7	Implementación del modelo SS3 para la evaluación del stock de la merluza del sur	125
7.6.2.7.1	Tasa de mortalidad por pesca	125
7.6.2.7.2	Edad media.....	126
7.6.2.7.3	Biomasa desovante	127
7.6.2.7.4	Reclutamiento	127
7.6.2.7.5	Estado del stock.....	128
7.6.2.7.6	Cuotas de captura y proyecciones	128
7.6.2.7.7	Conclusiones.....	129

7.6.3	<i>Merluza de tres aletas</i>	130
7.6.3.1	Introducción.....	130
7.6.3.1.1	Biología.....	130
7.6.3.1.2	Pesquería.....	132
7.6.3.1.3	Manejo.....	132
7.6.3.2	Modelo actual de valoración de stock de la merluza de tres aletas.	133
7.6.3.2.1	Datos.....	133
7.6.3.2.2	Modelo.....	133
7.6.3.3	Observaciones y recomendaciones por parte de los revisores internacionales.....	137
7.6.3.4	Estandarización de los índices de abundancia relativa (CPUE) de la merluza de tres aletas	140
7.6.3.5	Implementación del modelo SS3 para la evaluación del stock de la merluza de tres aletas..	140
7.6.3.5.1	Ajuste modelo 02.....	141
7.6.3.5.2	Mortalidad por pesca.....	142
7.6.3.5.3	Biomasa desovante.....	142
7.6.3.5.4	Edad media.....	143
7.6.3.5.5	Reclutamiento.....	143
7.6.3.5.6	Estado del stock.....	144
7.6.3.5.7	Captura y proyecciones.....	145
7.6.3.5.8	Conclusiones.....	146
7.6.4	<i>Literatura citada</i>	147
7.6.4.1	Anexo 1. Lista de archivos de entrada y salida para la estandarización de los índices de abundancia relativa para las pesquerías de la merluza del sur y de tres aletas.....	150
7.6.4.2	Anexo 2. Estandarización de la CPUE de la merluza del sur y tres aletas	151
7.6.4.3	Anexo 3. Ejemplo de contenido estándar de un reporte de evaluación de stock pesquero. .	214
7.7	REPORTE EJECUTIVO TALLER 1 AGENCIA NACIONAL (INPESCA).....	223
7.7.1	<i>Merluza del sur y merluza tres aletas (datos)</i>	223
7.7.2	<i>Merluza de tres aletas (Modelo)</i>	228
7.7.3	<i>Merluza de tres aletas (CBA y estatus)</i>	232
7.7.4	<i>Merluza del sur (Modelo)</i>	233
7.7.5	<i>Merluza del sur (CBA y estatus)</i>	237
7.8	REPORTE EJECUTIVO TALLER 2 AGENCIA NACIONAL (INPESCA).....	239
7.8.1	<i>Merluza de tres aletas</i>	239
7.8.2	<i>Merluza del sur</i>	252
7.9	REPORTE EJECUTIVO TALLER DE DIFUSIÓN AGENCIA NACIONAL (INPESCA)	257
7.10	TAREAS DE DIFUSIÓN DE RESULTADOS DEL PROYECTO HACIA COMITÉS CIENTÍFICOS, MANEJO Y COMUNIDAD	264
8	CONCLUSIONES INFORME FINAL	267
9	REFERENCIAS INFORME FINAL	271

10	ANEXOS INFORME FINAL.....	272
10.1	DOCUMENTOS DE LA AGENCIA PARA EXPERTOS.....	272
10.1.1	D1. Revisión información base de la historia de vida y pesquería de Merluza del sur. ...	272
10.1.2	D2. Revisión información base de la historia de vida y pesquería de <i>Micromisistius australis</i> (merluza de tres aletas).....	282
10.1.3	D3. Resumen de la metodología utilizada para evaluar el stock desovante de merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre las regiones de los Lagos y de Magallanes y la Antártica Chilena	287
10.1.4	D4. Metodología utilizada para evaluar el stock desovante de merluza del sur en aguas exteriores entre las regiones de los Lagos y de Magallanes y la Antártica Chilena	309
10.2	ACTAS DEL PROYECTO.....	329
10.2.1	Acta 1. Reunión de coordinación inicial proyecto fipa 2023-27.....	329
10.2.2	Acta 2. Reunión de coordinación Agencia/SSP/IFOP.....	335
10.2.3	Acta 3. Reunión de coordinación Agencia/SSP/IFOP.....	343
10.2.4	Acta 4. Reunión de coordinación Agencia/SSP”.....	348
10.2.5	Acta 5. Reunión de coordinación Agencia/SSP.....	353
10.2.6	Acta 6. REUNIÓN DE COORDINACIÓN Agencia/SSPA.....	358
10.2.7	Acta 7. Agencia/SSP/expertos.....	364
10.3	LISTADO PARTICIPANTES TALLER 1.....	367
10.4	AGENDA TALLER 1	368
10.5	LISTADO PARTICIPANTES TALLER 2.....	373
10.6	AGENDA TALLER 2	375
10.7	LISTADO PARTICIPANTES TALLER FINAL DIFUSIÓN RESULTADOS	379
10.8	AGENDA TALLER FINAL DIFUSIÓN RESULTADOS	380

TABLAS INFORME FINAL

Tabla. 1. Actividades e hitos del proyecto de revisión de las evaluaciones de merluza del sur y merluza de tres aletas.....	33
Tabla. 2. Síntesis por áreas de recomendaciones realizadas por expertos independientes en el desarrollo del Taller 1 de revisión de mejora experta FIPA 2023-27.....	40
Tabla. 3. Síntesis por áreas de recomendaciones realizadas por expertos independientes en el desarrollo del Taller 2 de mejora experta FIPA 2023-27.	50

TABLAS INFORME EXPERTOS INDEPENDIENTES # Taller 1

Tabla_ 1. Estimaciones de los parámetros del modelo de Von Bertalanffy para la merluza de tres aletas.	69
Tabla_ 2. Estimaciones de parámetros del modelo de von Bertalanffy para la merluza del sur.	71

TABLAS INFORME EXPERTOS INDEPENDIENTES # Taller 2

Tabla 1. Configuración de los escenarios de evaluación de merluza del sur. Se destaca el incremento de complejidad en la configuración desde el caso base original (S1) al caso base actual (S4). Reproducido de (Contreras-Mejías <i>et al.</i> , 2023).....	115
Tabla 2. Información disponible para llevar a cabo la evaluación de stock de la merluza de tres aletas. Reproducido de Pérez-Cuesta <i>et al.</i> (2023).	134
Tabla 3. Ecuaciones de dinámica para el modelo de evaluación de stock de la merluza de tres aletas (primera parte). Reproducido de Pérez-Cuesta <i>et al.</i> (2023).....	135
Tabla 4. Componentes de la verosimilitud del modelo de evaluación del stock de la merluza de tres aletas	136
Tabla 5. Estandarizaciones previas de CPUE para el periodo 1979-1997 llevadas a cabo por el personal del IFOP.	152

Tabla 6. Proceso de selección para la estandarización de la CPUE de la pesquería de arrastre de la merluza del sur para el periodo 1979-1997, con opción clu3 y se usan el número de lance como pesos para la ponderación en el modelo lineal generalizado	154
Tabla 7. Análisis de varianza del modelo mínimo adecuado (modmin1).	156
Tabla 8. Proceso de selección para la estandarización de la CPUE de la pesquería de arrastre de la merluza del sur para el periodo 1979-1997, con opción clu5 y se usan el número de lance como pesos para la ponderación en el modelo lineal generalizado.	158
Tabla 9. Análisis de varianza para el modelo mínimo adecuado con errores normales y opción clu5.	159
Tabla 10. Proceso de selección para la estandarización de la CPUE de la pesquería de arrastre de la merluza del sur para el periodo 1979-1997, con opción clu3 y errores con distribución gamma.	162
Tabla 11. Análisis de varianza para el modelo mínimo adecuado para la CPUE estandarizada de la pesquería de arrastre de la merluza del sur, opción clu3, errores gamma, primer periodo.	163
Tabla 12. Proceso de selección para la estandarización de la CPUE de la pesquería de arrastre de la merluza del sur para el periodo 1979-1997, con opción clu5 y errores con distribución gamma.	165
Tabla 13. Análisis de varianza para el modelo mínimo adecuado para la CPUE estandarizada de la pesquería de arrastre de la merluza del sur, opción clu5, errores gamma, primer periodo.	165
Tabla 14. Proceso de selección para la estandarización de la CPUE de la pesquería de arrastre de la merluza del sur para el periodo 1998-2022.....	171
Tabla 15. Análisis de varianza para el modelo mínimo adecuado para la estandarización del CPUE de la pesquería de arrastre de la merluza del sur en el período 1998-2022.....	172
Tabla 16. Comparación de los modelos lineales generalizados para la estandarización de la CPUE de la merluza del sur en el periodo 1998-2022.	173
Tabla 17. Resultados del proceso de selección de modelo para la estandarización de la CPUE de la merluza del sur en el periodo 1998-2022.....	175

Tabla 18. Análisis de varianza para el modelo mínimo adecuado con errores Poisson y sobre dispersión para la estandarización de la CPUE de la merluza del sur en el periodo 1998-2022.	176
Tabla 19. Código R para los modelos lineales generalizados para la estandarización desarrollados por personal del IFOP para la pesquería de palangre de la merluza del sur.	178
Tabla 20. Resultados del proceso de selección de modelo para la estandarización de la CPUE de la pesquería de palangre de la merluza del sur para el periodo 1988-1997 y primera opción de cluster (clu3).	181
Tabla 21. Resultados del análisis de varianza para el modelo mínimo adecuado para la estandarización de la CPUE de la pesquería de palangre de la merluza del sur en el periodo.	183
Tabla 22. Resultados del proceso de selección de modelo para la estandarización de la CPUE de la pesquería de palangre de la merluza del sur para el periodo 1988-1997 y segunda opción de cluster (clu5).	185
Tabla 23. Resultados del análisis de varianza para el modelo mínimo adecuado para la estandarización de la CPUE de la pesquería de palangre de la merluza del sur en el periodo con la segunda opción de cluster (clu5)	186
Tabla 24. Proceso de selección de modelo para la estandarización de la CPUE de la pesquería de palangre para el periodo 1987-1997 con errores gamma.....	189
Tabla 25. Análisis de varianza del modelo mínimo adecuado con errores gamma y opción clu3.	190
Tabla 26. Resultados del proceso de selección de modelo para la estandarización de la CPUE de la pesquería de palangre de la merluza del sur en el periodo 1987-1997.	193
Tabla 27. Análisis de varianza del modelo lineal generalizado para la estandarización de la CPUE de la pesquería de palangre de la merluza del sur con errores gamma y opción clu5.	194
Tabla 28. Comparación de los modelos obtenidos con el proceso de selección de modelo para la estandarización de la CPUE de la pesquería de palangre de la merluza del sur.....	194
Tabla 29. Resumen de los modelos previos de estandarización de la CPUE para la merluza del sur en la pesquería de arrastre.....	196

Tabla 30. Resultados del proceso de selección de modelo manual para la estandarización de la CPUE de la pesquería de palangre en el periodo 1998-2022.	199
Tabla 31. ANOVA del modelo mínimo adecuado para la estandarización de la CPUE de la pesquería de palangre de la merluza del sur.	200
Tabla 32. Modelos previos desarrollados por el IFOP para la estandarización de la CPUE de la pesquería de arrastre de la merluza de tres aletas.	202
Tabla 33. Resultados del proceso de selección de modelo manual para la estandarización de la CPUE de la pesquería de arrastre de la merluza de tres aletas en el periodo 1989-2022.	206
Tabla 34. Análisis de varianza del modelo mínimo adecuado para la estandarización de la CPUE de la pesquería de arrastre.	207
Tabla 35. Comparación de los modelos previos del IFOP con el modelo mínimo adecuado con errores normales.....	208
Tabla 36. Resultados del proceso de selección de modelo manual para la estandarización de la CPUE de la pesquería de arrastre de la Merluza de tres aletas en el periodo 1989-2022.	211
Tabla 37. Análisis de varianza para el modelo mínimo adecuado con errores quasi Poisson.	212

FIGURAS INFORME FINAL

Fig 1. Portada de sitio del Taller 1 del proyecto FIPA 2023-27.....	39
Fig 2. Portada de sitio del Taller 2 del proyecto FIPA 2023-27.....	49

FIGURAS REPORTE EXPERTOS INDEPENDIENTES # Taller 1

Figura. 1. Secciones 2.2 y 2.3 del reporte de evaluación del stock de la merluza de tres aletas (Pérez-Cuesta <i>et al.</i> , 2023).	66
Figura. 2. Objetivo general y específicos del reporte de evaluación de la merluza del sur (Contreras-Mejías <i>et al.</i> , 2023).....	67

FIGURAS REPORTE EXPERTOS INDEPENDIENTES # Taller 2

Figura 1. Distribución de la merluza del sur (Southern hake, <i>Merluccius australis</i>). Reproducida de Fishbase.se.....	108
Figura 2. Distribución de la merluza del sur en Aguas Nacionales de Chile. Reproducido de la Ficha pesquera publicada en noviembre de 2008 por la Subsecretaría de Pesca.	108
Figura 3. Artes de pesca usados por la pesquería industrial de la merluza del Sur en aguas exteriores de Chile. Reproducido de la Ficha pesquera publicada en noviembre de 2008 por la Subsecretaría de Pesca.....	110
Figura 4. Tipos de espineles usados por la pesquería artesanal de la merluza del sur en aguas interiores de Chile. Reproducido de la Ficha pesquera publicada en noviembre de 2008 por la Subsecretaría de Pesca.....	111
Figura 5. Distribución de la Merluza de tres aletas en el hemisferio sur. Reproducido de fishbase.se.....	131
Figura 6. Distribución de la merluza de tres aletas en el hemisferio sur (Aguas chilenas y argentinas). Reproducido de SUBPESCA (2008b).	131
Figura 7. Red de arrastre de media agua utilizada por la flota fábrica en la pesquería de tres aletas en aguas chilenas. Reproducido de SUBPESCA (2008b).....	132
Figura 8. Comparación de los índices de abundancia relativa CPUE estandarizados con los métodos previos para el periodo 1988-1997.	152
Figura 9. CPUE estandarizado para la pesquería de arrastre de la merluza del sur con selección de modelo, opción clu3, y con errores normales.	156
Figura 10. CPUE estandarizado para la pesquería de arrastre de la merluza del sur, con errores normales, y opción clu5.....	160
Figura 11. Comparación de los dos CPUE estandarizados (errores normales) para la pesquería de arrastre de la merluza del sur, salida1 – opción clu3, salida2 – opción clu5.....	160
Figura 12. CPUE estandarizada para la pesquería de arrastre de la merluza del sur con errores gamma y opción clu3.....	163
Figura 13. CPUE estandarizada para la pesquería de arrastre de la merluza del sur con errores gamma y opción clu5.....	167

Figura 14. Comparación de los dos CPUE estandarizados (errores gamma) para la pesquería de arrastre de la merluza del sur, GAclu3 – opción clu3, GAclu5 – opción clu5.	167
Figura 15. Variación temporal de la CPUE estandarizada para la pesquería de arrastre de la merluza del sur obtenidas por personal del IFOP, a) Modelo 1, b) Modelo 2, c) Modelo 3, d) Modelo 4.....	170
Figura 16. Tendencia temporal del CPUE estandarizado para la pesquería de arrastre de la merluza del sur en el periodo 1998-2022.	173
Figura 17. Comparación de los índices de abundancia relativa (CPUE) estandarizados, modmin-modelo mínimo adecuado, modelo1 a modelo4-previas estandarizaciones.	174
Figura 18. Índice de abundancia relativa (Std. CPUE) con errores Poisson y sobre dispersión para la pesquería de arrastre de la Merluza del Sur.	177
Figura 19. Comparación de índices de abundancia relativa (Std. CPUE) para la pesquería de arrastre de la Merluza del Sur; Normal – Errores con distribución normal, Poisson – errores con distribución Poisson.	177
Figura 20. Estandarizaciones previas llevadas a cabo por IFOP para la pesquería de palangre (1987-1997) de la merluza del sur.....	179
Figura 21. Índice de abundancia relativa para la pesquería de palangre de la merluza del sur, obtenido con proceso de selección de modelo para la primera opción (clu3).	182
Figura 22. Índice de abundancia relativa para la pesquería de palangre de la merluza del sur, obtenido con proceso de selección de modelo para la segunda opción (clu5).	187
Figura 23. Comparación de los dos índices de abundancia relativa desarrollados a partir de la inclusión del factor cluster (clu3, clu5).	187
Figura 24. CPUE estandarizado para la pesquería de palangre de la merluza del sur con errores gamma (opción clu3).	191
Figura 25. Serie de CPUE estandarizada para la pesquería de palangre de la Merluza del sur en el periodo 1987-1997.....	195
Figura 26. Comparación estandarizada CPUE utilizando modelo de selección y opciones de errores normales (clu3, clu5), error gamma (GAclu3, GAclu5) y dos opciones de análisis de cluster (clu3 and clu5).	195
Figura 27. Comparación de las series de CPUE estandarizadas desarrolladas por IFOP. .	197

Figura 28. Serie de CPUE estandarizada para la pesquería de palangre de la merluza del sur en el periodo 1998-2022.	201
Figura 29. Comparación de los índices relativos de abundancia estandarizados (previos y con selección de modelo, error normal) para la pesquería de palangre de la merluza del sur. .	201
Figura 30. Comparación de las series de CPUE estandarizadas desarrolladas por IFOP para la pesquería de arrastre de la merluza de tres aletas.	203
Figura 31. Comparación de las últimas cuatro series de CPUE estandarizadas desarrolladas por IFOP para la pesquería de arrastre de la merluza de tres aletas.	204
Figura 32. Índice de abundancia relativa (CPUE estandarizada) para la pesquería de arrastre de la merluza de tres aletas.	207
Figura 33. Comparación de las primeras cuatro series de CPUE desarrolladas con los modelos previos del IFOP y el modelo mínimo adecuado.	208
Figura 34. Comparación de las últimas cuatro series de CPUE desarrolladas con los modelos previos del IFOP y el modelo mínimo adecuado.	209
Figura 35. Índice de abundancia relativa (CPUE estandarizado) de la pesquería de arrastre obtenido del modelo con errores quasi-Poisson.	212
Figura 36. Comparación de los índices de abundancia relativa estandarizados con errores Normal y quasi Poisson.	213

3 ANTECEDENTES

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) ha recomendado a través del documento de Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable (FAO, 1997) exámenes frecuentes y transparentes de las evaluaciones de stock realizadas por pares. La verificación independiente de los procedimientos y técnicas aplicadas en las evaluaciones debe ser un proceso frecuente, que ayude a evitar errores y garantice que las decisiones de manejo se tomen con base en la mejor información disponible. En esta línea, en Chile desde el año 2011 a la fecha se han realizado varios talleres de revisión experta para merluza común, merluza de tres aletas, congrio, sardina común y anchoveta entre otros. Recientemente, se desarrolló la revisión de la evaluación de stock de congrio dorado y merluza de cola que comenzó el año 2022, y se está realizando una revisión de la evaluación de stock de bacalao de profundidad iniciada en 2024.

En el actual llamado se consideró necesario desarrollar un Proceso de Revisión experta a la asesoría científica para los recursos merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*) y merluza del sur (*Merluccius australis*) de la pesquería demersal sur austral. Esta revisión es realizada por expertos internacionales independientes con la participación de una agencia acorde a los términos técnicos del proyecto.

En este marco, el proceso de revisión experta de pares independiente y periódica de datos y modelos busca elevar la calidad y confiabilidad de la asesoría científica para la gestión de las principales pesquerías nacionales. Así mismo, la mejora experta de las evaluaciones a partir del proceso de revisión permite la implementación de las recomendaciones y el mejoramiento de los enfoques de evaluación, consolidando una respuesta completa y una revisión de la condición de la población, centrada en consideraciones de nuevas fuentes de datos y modelos mejorados. En particular tanto para la merluza de tres aletas como la merluza del sur, el Comité Científico Técnico (CCT), la Subsecretaría de Pesca y el Comité de Manejo (CM), han manifestado preocupación respecto de las evaluaciones indirectas, ya que el nivel de incertidumbre asociado a los datos, los supuestos e hipótesis, así como, los resultados de las evaluaciones son considerados altos.

4 COMPOSICIÓN EQUIPO DE TRABAJO

Expertos Independientes del proyecto y experto nacional

Profesional	Título	Función
Dr. Jesús Jurado-Molina	PhD. Pesquerías	Revisor independiente internacional para merluza del sur.
Dr. Roberto Licandeo	PhD. Pesquerías	Revisor independiente internacional para merluza de tres aletas.

Experto Nacional	Título profesional	Función
Dr. Aquiles Sepúlveda	Doctorado en Recursos Naturales, mención Pesquerías, Universidad de Hamburgo. Alemania	Conducción de talleres, revisión y mejoramiento. Coordinación de equipos de revisión, agencia, SSPA e IFOP.

Agencia nacional

Personal profesional	Título profesional	Función
Claudio Gatica	M. Sc. Pesquerías	Jefe de Proyecto, coordinación, revisión de material para expertos. Preparación de documento merluza del sur y datos.
Aquiles Sepúlveda	Dr. Biología. Biólogo Marino	Contenidos para revisión. Conducción de talleres.
Nicolas Alegría	Biólogo Marino	Revisión de información acústica. Reportería.
Marcos Arteaga	M. Sc. Pesquerías. Biólogo Marino	Preparación de documento de merluza de tres aletas para expertos y datos para expertos. Reportería.
Marcia Neira	Biólogo Marino	Parámetros de historia de vida, crecimiento y matrices de composición por edad.

5 OBJETIVOS DEL PROYECTO

Efectuar una revisión de pares y mejora experta de las evaluaciones indirectas de stock de los recursos merluza del sur y merluza de tres aletas desarrolladas por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) en el marco del proceso anual de asesoría científica para el proceso de toma de decisión, con el objeto de presentar al CCT los aspectos necesarios para el procedimiento de manejo base mejorado que se usará en las recomendaciones de estatus y CBA (Captura Biológicamente Aceptable).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Proveer el soporte administrativo, técnico y logístico necesario para el cumplimiento de todas las actividades contempladas dentro del proceso de revisión y mejora experta, en coordinación con IFOP y la Subsecretaría.
2. Obtener y sistematizar las recomendaciones de expertos en cuanto a la revisión crítica de las evaluaciones de stock de los recursos merluza del sur y merluza de tres aletas.
3. Obtener y sistematizar las recomendaciones de expertos en cuanto a las mejoras necesarias para las evaluaciones de stock de los recursos merluza del sur y merluza de tres aletas.
4. Implementar la agenda de trabajo establecida entre la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura y el Instituto de Fomento Pesquero, para dar cumplimiento oportuno a las actividades y productos requeridos.

6 METODOLOGÍA

Los puntos fundamentales para dar cumplimiento al proceso de revisión y mejora experta independiente han sido:

- a) Asegurar un proceso transparente e independiente de los revisores respecto de los diversos actores que forman parte de la pesquería.
- b) Determinar el tipo de revisión experta que se requiere dados los términos de referencia.
- c) Definir claramente los términos de referencia para el revisor, que determine sus obligaciones y límites de trabajo.
- d) Establecer el material bibliográfico sobre el cual se desarrollará la revisión y asegurar su disponibilidad en tiempos y formatos.
- e) Planificar y coordinar la interacción entre el revisor y los investigadores a cargo de la evaluación anual de stock del recurso de interés (merluza de sur y merluza de tres aletas), para clarificar y someter a discusión diversos puntos que sean de interés para el revisor.
- f) Canalizar las revisiones en un formato apropiado para la Subsecretaría de Pesca.

En el desarrollo de este proyecto, se atendieron estos puntos acordes a la agenda establecida entre la agencia del proyecto (INPESCA), la Subsecretaría de Pesca (SSPA) y el Fondo de Investigación Pesquera (FIPA) para satisfacer los objetivos del proyecto en relación con las bases técnicas y la propuesta presentada. La agencia nacional abordó tareas de revisión, síntesis, redacción de reportes técnicos y procesamiento de datos. Sin embargo, se hace necesario destacar que la opinión final y de carácter independiente contenida en los reportes de expertos independientes, sobre las evaluaciones de stock en revisión de merluza del sur y merluza de tres aletas recayó únicamente en los expertos independientes contratados para esta tarea.

6.1 Objetivo 1. Proveer el soporte administrativo, técnico y logístico necesario para el cumplimiento de todas las actividades contempladas dentro del proceso de revisión y mejora experta, en coordinación con IFOP y la Subsecretaría.

Este objetivo es desarrollado de tal forma de permitir que las tareas específicas del proyecto, sean realizadas de forma óptima, dependiendo de una serie de acciones y logística, que dan cumplimiento y generan las condiciones de trabajo para la revisión de las evaluaciones de merluza del sur y merluza de tres aletas.

Soporte Administrativo

1. Firma del contrato de proyecto.
2. Firma de boletas de garantía.
3. Consolidar los términos de referencia para revisores.
4. Consolidar las declaraciones de trabajo de los revisores.
5. Emitir una orden de compra por servicios de cada revisor donde se especifique: (a) declaración de trabajo, (b) términos de referencia, (c) remuneraciones.
6. Firma de documento por parte de los revisores respecto de la confidencialidad de la información una vez que lleguen al país.
7. Consolidar los pagos a cada uno de los revisores en el formato que estime conveniente y a los investigadores nacionales.

Soporte Técnico

1. Refinar los términos de referencia para los revisores en conjunto con la Subsecretaría de Pesca.
2. Inspección de bases de datos, depuración, consolidación de base de datos en un formato genérico y de rápido acceso para revisores.
3. Desarrollo de revisiones bibliográficas, análisis y síntesis de información para generar el material bibliográfico para los revisores.
4. Coordinación y dirección de los talleres metodológicos para asegurar que se cubran todos los tópicos de los términos de referencia para los revisores.

5. Revisión de los informes de los evaluadores por parte del coordinador del proyecto para identificar si todos los puntos requeridos fueron abordados.

Soporte Logístico

Reuniones con SSPA para:

1. Coordinación general del proyecto.
2. Requerimiento de bases de datos.
3. Definir modificaciones a términos de referencia y declaraciones de trabajo para los revisores.
4. Depurar la agenda de los talleres metodológicos y definir la lista de participantes.
5. Envío de datos a los investigadores nacionales a cargo de generar los reportes técnicos de apoyo bibliográfico.
6. Envío de todo el material bibliográfico que forma parte de la revisión a los revisores internacionales.
7. Reservaciones de viaje y hospedaje para revisores internacionales.
8. Coordinación y desarrollo del taller de revisión en Viña del Mar (acorde a las bases técnicas y dependiendo tanto de los acuerdos con la Subsecretaría de Pesca (SSPA) como de los tiempos disponibles de los expertos).
9. Coordinación y desarrollo del taller de mejoramiento remoto.
10. Coordinación y desarrollo de talleres metodológicos del equipo de trabajo para la implementación de un modelo base con cambios estructurales. Así como de análisis complementarios de incertidumbre, sensibilidad y simulación de estrategia de explotación.
11. Envío de informes de los revisores y todo el resto del material que se genere de este proceso de revisión a la SSPA según los plazos acordados.

Contratación de Expertos

Un aspecto clave del proceso de revisión es disponer de expertos internacionales de alto nivel e independientes. Al mismo tiempo, poseer un perfil de evaluador de stock con experiencia comprobable y con oficio en proceso de revisiones. En esta línea, se revisaron las opciones actuales y se contactó a reconocidos expertos internacionales, quienes además ya han

realizado revisiones en pesquerías nacionales, han participado en talleres y procesos de revisión de evaluaciones de stock en pesquerías internacionales. A continuación, se presentan los expertos de la presente revisión:

a) Dr. Jesús Jurado-Molina

El profesional en la actualidad se desempeña como auditor de varias pesquerías en México, Belice, Estados Unidos y China. Su trabajo está enfocado principalmente a valorar los principios I (Sustainable fish stocks), II (Minimising environmental impacts) y III (Effective management) del MSC standard.

El Dr. Jurado-Molina ha participado en diversas experiencias en el ámbito nacional, donde destaca su participación en el proyecto FIP 2008-23, implementando modelos mono y multi-específicos en la Pesquería Demersal Austral (PDA). Además, fue revisor de la evaluación de stock de la merluza de cola desarrollada en el año 2009, en el programa interno de revisión y mejoramiento de las evaluaciones de stock del IFOP.

En el ámbito académico, el Dr. Jurado-Molina ha desarrollado docencia en cursos de posgrado en la Universidad de Concepción en temáticas de modelos ecosistémicos y ha desarrollado un modelo que incorpora el canibalismo en la población de merluza común. Un amplio número de publicaciones avala su categoría, destacando en especial su conocimiento en modelos con interacciones tróficas como MSM, MSVPA y modelos con forzamiento ambiental (SEAPODYM), entre otros.

b) Dr. Roberto Licandeo

Doctor de la Universidad de British Columbia (UBC), Canadá, con grado obtenido en el año 2020. Su principal línea de investigación es la dinámica cuantitativa de poblaciones, evaluación de stocks y evaluación de estrategias de manejo (“MSE”, sigla en inglés). Actualmente trabaja en el Institute for the Oceans and Fisheries de UBC (BC, Canadá) como investigador en el diseño e implementación de modelos de dinámica poblacional de salmones y manejo adaptativo para especies de salmónidos de Oregón, en conjunto con el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos. Destaca su experiencia en modelos de simulación-estimación y simulaciones de circuito cerrado (“closed loop simulations”, sigla en inglés) donde ha evaluado el desempeño de reglas de control (“HCRs”, sigla en inglés) de diversa complejidad para distintas especies, tales como merluzas, anchovetas, rockfishes, arenques

(Herring del Pacífico) y salmones. Además, ha evaluado el desempeño de modelos bajo diferentes escenarios de información e incertidumbre, tales como cambios de régimen de productividad, interacciones ecológicas (ej., modelamiento de consumo de predadores), efectos antropogénicos (ej., sistemas de represas), entre otros.

Ha trabajado en la revisión interna y mejoramiento de las evaluaciones de stock para stocks de Canadá (Herring del Pacífico y poblaciones de Redfish del Atlántico) para el Departamento de Pesquerías y Océanos de Canadá (DFO). Además, ha desarrollado modelos innovadores de evaluación para jurel y especies demersales con el propósito de mejorar las estrategias de explotación a largo plazo bajo escenarios de alta incertidumbre.

Durante los años 2014 y 2015, se llevaron a cabo en Chile un MSE y un plan de recuperación como investigador independiente para la pesquería de merluza común (*Merluccius gayi gayi*). Durante 2018-2019, realizó el MSE para las pesquerías demersales de redfish (*Sebastes mentella* y *fasciatus*) de la costa atlántica de Canadá, en conjunto con investigadores de DFO. En 2022, realizó un MSE para la pesquería de anchoveta del Perú en conjunto con el Dr. Carl Walters, el Dr. Ray Hilborn, el Dr. Villy Christensen e investigadores peruanos.

6.2 Objetivo 2. Obtener y sistematizar las recomendaciones de expertos en cuanto a la revisión crítica de las evaluaciones de stock de los recursos merluza del sur y merluza de tres aletas.

Taller Revisión Experta

La base de este objetivo está en el desarrollo de un taller de trabajo de revisión experta para merluza del sur y merluza de tres aletas. Por lo tanto, las principales acciones efectuadas fueron:

1. Revisar críticamente el enfoque de evaluación aplicado, las hipótesis de trabajo y el modelo conceptual respectivo y proponer mejoras.
2. Revisar los datos, indicadores, información y los parámetros de entrada al modelo de evaluación, con especial énfasis en los índices de abundancia empleados y en las claves talla-edad utilizadas.

3. Revisar los procedimientos, métodos y modelos de estimación empleados para el tratamiento y estimación de la incertidumbre, con especial énfasis respecto del reclutamiento y proponer mejoras.
4. Revisar los puntos de referencia e indicadores (de estado y flujo) empleados para establecer el estatus de conservación del recurso y proponer mejoras.
5. Recomendar mejoras al proceso de asesoría científica para el manejo en relación con la evaluación y determinación del estatus del recurso, sugerir estudios e investigaciones para elevar el conocimiento del recurso y reducir la incertidumbre en la determinación del estatus.
6. Recomendar mejoras asociadas a la incorporación del enfoque ecosistémico en el proceso de asesoría científica para el manejo.

El taller de **revisión experta** se efectuó en la ciudad de Viña del Mar entre los días **3 y 7 de junio de 2024**. Esta actividad objetivo implicó el desarrollo de un adecuado taller de revisión, para lo cual la organización tanto logística como de información se inició en el primer mes de ejecución del proyecto, con las tareas de coordinación entre instituciones, preparación y coordinación con expertos internacionales. Adicionalmente, asegurar la disponibilidad en las fechas acordadas de un recinto adecuado de salón, servicios, reportería, soporte de la revisión y medios audiovisuales.

6.3 Objetivo 3. Obtener y sistematizar las recomendaciones de expertos en cuanto a las mejoras necesarias para las evaluaciones de stock de los recursos merluza del sur y merluza de tres aletas.

En relación con el desarrollo del primer taller de revisión, se establecieron las bases y necesidades de realización de mejoramiento de las evaluaciones de stock. Por ello, los aspectos revisados identificaron varios elementos a ser trabajados en la etapa de mejoramiento a cargo de los expertos independientes. Las principales acciones realizadas en el marco de mejoramiento de las evaluaciones de stock fueron:

Taller Mejora Experta

1. Facilitar la implementación de las sugerencias de mejoras priorizadas en el proceso de revisión por pares, en caso de que dicho proceso no sugiera un cambio estructural del enfoque de modelación (solo mejoras al modelo actual). Ahora, la etapa de revisión previa identificó mejoras a los modelos, contribuyendo al desarrollo e implementación de modelos base candidatos. Para este fin el mejoramiento consideró:

- Revisión y/o proposición de un modelo conceptual de los procesos biológicos subyacentes al stock, los procesos de pesca y forzantes ambientales que lo impactan.
- Selección fundada de un subconjunto de modelos que puedan cubrir desde modelos agregados hasta modelos estructurados más exigentes en cantidad y calidad de la información, respecto a procesos biológicos para evaluar hipótesis estructurales subyacentes al modelo conceptual.
- Análisis de la robustez estadística, sensibilidad, estimación de incertidumbre de la estimación estadística MCMC entre otros. Así como también, revisión del peso relativo de cada una de las piezas de información que son parte del modelo base.
- Análisis retrospectivos u otros afines, para evaluar coherencia entre variables de estado y flujo, entre evaluaciones consecutivas (simulación) y entre modelos alternativos.
- Con el modelo base seleccionado resultante, evaluación de al menos la estrategia de explotación vigente utilizando indicadores de desempeño estadístico para representar el riesgo en términos probabilísticos, a definir y consensuar con la Subsecretaría de Pesca.
- Desarrollar, acciones y/o recomendaciones que permitan facilitar la implementación de los resultados obtenidos.
- El **taller de mejora experta** (# Taller 2) en coordinación con la Subsecretaría de Pesca y el IFOP, fue desarrollado entre los días **6 y 9 de enero de 2025** en modalidad presencial.

6.4 Objetivo 4. Asegurar el cumplimiento de la agenda definida por la SSPA e IFOP, tareas y resultados de estas revisiones y mejoras, así como la entrega oportuna de informes, datos y códigos a los expertos, debidamente traducidos al inglés, según corresponda.

Agenda del proyecto

Las declaraciones de trabajo contienen una agenda tentativa de los talleres y reuniones en Viña del Mar, pero su contenido se ajustó en relación con los acuerdos entre el coordinador del proyecto y la SSPA a comienzos de la ejecución del proyecto. De estas reuniones se genera una versión modificada de la Declaración de Trabajo y de los Términos de Referencia, los cuales fueron conocidos por los revisores.

El cronograma del proyecto presenta las siguientes actividades principales:

- a. Coordinación y planificación del proyecto
- b. Recopilación y obtención de información
- c. Análisis de información
- d. Preparación, redacción y envío de reportes para revisores
- e. Coordinación y desarrollo del taller de revisión en la ciudad de Viña del Mar.
- f. Coordinación y desarrollo del taller de mejoramiento en Viña del Mar.
- g. Taller de trabajo en modelación para modelo base o modificaciones de modelos en uso actual para establecer el estado del recurso.
- h. Envío de reportes técnicos.

Coordinación y planificación del proyecto

En esta primera actividad, el coordinador del proyecto se reunió con los profesionales de SSPA involucrados en este proyecto como contraparte técnica, para acordar las modificaciones a los términos de referencia para los revisores, verificar fechas de los talleres, contenido y participantes, entre otros.

Recopilación y obtención de información

Se agendó una reunión de trabajo con la SSPA para determinar plazos y formatos de entrega de la información, durante las primeras semanas de ejecución del proyecto. Se revisó y consolidó toda la información bibliográfica disponible que forma parte de la revisión. Fueron considerados 4 documentos principales para el proceso de revisión, además del informe integral de Estudio de CTP correspondiente.

Documento 1

Revisión de la información base de la historia de vida y pesquería de merluza del sur.

Documento 2

Revisión de la información base de la historia de vida y pesquería de *Micromisistius australis* (merluza de tres aletas).

Documento 3

Resumen de la metodología utilizada para evaluar el stock desovante de merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre las regiones de los Lagos y de Magallanes y la Antártica Chilena.

Documento 4

Metodología utilizada para evaluar el stock desovante de merluza del sur en aguas exteriores entre las regiones de los Lagos y de Magallanes y la Antártica Chilena

Informes de CTP revisados

- INFORME TÉCNICO ASESORÍA (Estatus, posibilidades de explotación) Convenio de Desempeño 2023 Estatus y Posibilidades de Explotación Biológicamente Sustentable de los Principales Recursos Pesqueros Nacionales, año 2024: MERLUZA DEL SUR SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / septiembre 2023.
- INFORME TÉCNICO ASESORÍA (ESTATUS, POSIBILIDADES DE EXPLOTACIÓN) Convenio Desempeño 2023. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales, año 2024: Merluza de tres aletas, 2024. SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / agosto 2023.

Sobre la base de datos:

Una vez adjudicado el proyecto (8 enero de 2024), se comenzó con la revisión de la información necesaria para las tareas del proyecto, determinándose los siguientes componentes base para el desarrollo del estudio:

- Datos y parámetros de entrada que se utilizaron en las evaluaciones de stock para el cálculo de cuota de ambos recursos.
- Bases de datos de los programas de seguimiento de merluza del sur y merluza de tres aletas.

Esto incluyó:

- Muestreo Biológico Específico
- Muestreo de Longitudes
- Bitácora de Pesca
- Registro de Actividad Artesanal
- Bases de datos de muestreo biológico específico y muestreo de longitudes.
- Bases de datos de las evaluaciones acústicas de merluza de tres aletas y merluza del sur.

Análisis de información

La información para el cumplimiento de los objetivos incluyó revisar el formato y el chequeo de información y unidades para uso e implementación de los modelos de evaluación.

Preparación, redacción y envío de reportes para revisores

Entre los meses 2 y 4 de desarrollo del proyecto, se trabajó en la preparación de cada uno de los informes técnicos. Estos documentos fueron enviados a los expertos durante abril de 2024, por su parte, el acceso a los informes, modelos implementados y datos fue realizado previamente con fecha 22 de marzo de 2024 (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Envío de reportes técnicos

Conforme al desarrollo del proyecto y las modificaciones en formatos y plazos requeridos por el FIPA, asociado con los hitos del proyecto:

- 1) Taller 1 “**Revisión de las evaluaciones de stock de merluza del sur y merluza de tres aletas**”, desarrollado entre los días 3 y 7 de junio de 2024.

2) Taller 2 “**Mejoramiento de las evaluaciones de stock de merluza del sur y merluza de tres aletas**”, realizado entre los días 6 y 9 de enero de 2025.

En consecuencia, de estos talleres la entrega del Primero Informe de avance al FIPA fue realizada el 7 de agosto de 2024, mientras que el Informe de Avance 2 se entregó con fecha 10 de marzo de 2025. Luego, la entrega del Informe Pre-final se establece para el 10 de julio de 2025. Posteriormente, el requerimiento de una versión corregida de Informe Pre-final queda establecido para entrega el 12 de septiembre de 2025.

El taller Final de difusión de resultados del proyecto fue realizado el 22 de octubre de 2025, en modalidad telemática.

7 RESULTADOS

7.1 Objetivo 1. Proveer el soporte administrativo, técnico y logístico necesario para el cumplimiento de todas las actividades contempladas dentro del proceso de revisión y mejora experta, en coordinación con IFOP y la Subsecretaría.

Los resultados relativos al soporte administrativo se asocian con la realización de acciones logísticas y administrativas, por ello la mayoría corresponde a reuniones de coordinación y preparación de material tanto para el taller de revisión (Taller 1), como para el taller de mejoramiento (Taller 2). En consecuencia, el resultado se presenta en formato de tabla que describe la línea de tiempo de las acciones que consolidan el trabajo de soporte al proyecto, respaldada con actas e incluyendo enlaces directos.

Actividades desarrolladas

En la presente sección se describen en orden cronológico las tareas realizadas en relación con los términos de referencia del proyecto FIPA 2023-27 y desarrollo de actividades para cumplimiento de la agenda del proyecto (Tabla. 1).

Tabla. 1. Actividades e hitos del proyecto de revisión de las evaluaciones de merluza del sur y merluza de tres aletas.

Nº	actividad	Fecha	Participantes	Objetivo/acciones
1	Adjudicación	8/1/2024	SSPA	Adjudicación de Proyecto a Inpesca con resolución 00044/2024 .
2	Reunión de coordinación	16/1/2024	SSPA/FIPA/Inpesca	Reunión oficial telemática con representantes del Fondo de Investigación Pesquera (FIPA), Subsecretaría de Pesca (SSPA), Instituto de Investigación Pesquera, donde se revisan los objetivos del proyecto, los Términos Técnicos de Referencia

				(TdR), fechas de compromisos del proyecto, las metodologías y alcances técnicos para desarrollo de hitos relevantes asociados con Taller de Revisión (T1) y Taller de Mejoramiento (T2). Se dispone de acta oficial aprobado por SSPA y FIPA (Acta 1).
3	Reunión de coordinación entre agencia e institución asociada a revisión de evaluaciones	22/1/2024	SSPA/IFOP/INPESCA	Reunión de difusión del proyecto desde la Agencia a representantes de IFOP, para acordar y clarificar características del proyecto, coordinación de fechas para taller, requerimientos de cooperación en relación con información y procedimiento de interacción por medio de designación de coordinadores por institución. Los detalles de esta reunión presencial en la ciudad de Valparaíso (Hotel Diego de Almagro), se presentan en anexos, (Acta 2).
4	correo	16/2/2024	Agencia / expertos	Información a expertos de fecha de taller 1, presencial y envío de oferta técnica para conocimiento de expertos.
5	correo	19/2/2024	Agencia/ SSPA/IFOP	Solicitud reportes e información de revisión de merluza del sur y merluza de tres aletas.

6	correo	12/3/2024	IFOP/Agencia	envió reportes e información para revisión y envió a expertos.
7	correo	13/3/2024	Agencia/IFOP	Consulta por aclaración en información y datos.
8	Reunión coordinaci ^o n equipo	20/3/2024	Agencia	Revisión de fechas y documentación a entregar a expertos, logística general.
9	correo	22/3/2024	Agencia/ expertos	Acceso a modelos y datos base para revisión de evaluaciones.
10	Reunión remota	1/4/2024	Agencia/ SSPA	Coordinación taller 1. Actualización (Acta 3).
10	Reunión remota	9/4/2024	Agencia/ SSPA/IFOP	Coordinación taller 1. Actualización (Acta 4).
11	correo	10/4/2024	Agencia/ expertos	Solicitud de minuta de consultas a expertos para taller 1 revisión.
12	correo	11/4/2024	FIPA	Resolución de inicio administrativo del proyecto (2/4/2024).
13	correo	25/4/2024	Expertos	Documentos complementarios a la revisión.
14	Reunión remota	6/5/2024	Expertos/ agencia/SSPA	Reunión entrega de antecedentes de la administración a expertos (Acta 5).
15	Taller 1 revisión	3-7 junio de 2024	Expertos-agencia-IFOP/SSPA/ CEPES	Taller de revisión de las evaluaciones de stock de merluza de tres aletas y merluza del sur.
16	correo	1/08/2024	Agencia/ SSPA	Consulta a IFOP por coordinador técnico y datos para CPUE merluza tres aletas.

17	correo	12/08/2024	Agencia/ SSPA/IFOP /expertos	Se comparten datos referidos a consulta sobre CPUE en merluza tres aletas.
18	remoto	27/08/2024	SSPA/ Agencia/FIPA	Reunión coordinación Taller 2 “Mejoramiento” (Acta 6).
19	correo	10/09/2024	IFOP/Agencia	Recepción datos y respuestas a consulta expertos.
20	correo	11/09/2024	Agencia/ Expertos	envió de respuestas de IFOP a expertos independientes.
21	remoto	29/10/2024	Agencia/ SSPA/experto	Reunión de coordinación (Acta 7).
22	remoto	29/11/2024	Agencia/ SSPA	Envío agenda por expertos.
23	remoto	29/11/2024	Agencia/experto	Envío observaciones a la agenda realizadas por SSPA.
24	presencial	6-9/1/2025	Expertos/ agencia/IFOP/SSPA/ CEPES	Taller de mejoramiento de las evaluaciones de stock de merluza de tres aletas y merluza del sur.
25	correo	10/2/2025	Expertos/ Agencia	envió de reporte experto independiente de Taller 2.
26	correo	2/4/2025	FIPA/Agencia	Aprobación informe de avance 2.
27	remoto	10- 11/4/2025	Agencia/CCT (Difusión)	Presentación en CCT de resultados del Taller 2. Mejoramiento para merluza del sur y tres aletas.
28	remoto	17/4/2025	Agencia/CM (Difusión)	Comité de Manejo. Presentación de resultados Taller 2.
29	correo	10/7/2025	Agencia/FIPA	Envío Informe Pre-final
30	correo	12/9/2025	Agencia/FIPA	Envío Informe Prefinal (corregido).
31	correo	6/10/2025	FIPA/Agencia	Aprobación Informe Prefinal (corregido).

32	remoto	22/10/2025	Agencia/invitados	Taller Final Difusión de resultados.
33	correo	5/11/2025	Agencia/FIPA	Envío Informe Final.

FUNCIONES DE PROFESIONALES OBJETIVO 1

Personal profesional	Título profesional	Función
Claudio Gatica	M. Sc. Pesquerías	Coordinación amplia de actividades con IFOP, FIPA y SSPA. Preparación de material técnico y actas del proyecto. Edición Informes. Difusión de resultados en Comités Científicos y de Manejo.
Aquiles Sepúlveda	Dr. Biología. Biólogo Marino	Participación en reuniones técnicas de coordinación, revisión de agenda de proyecto en contenidos técnicos. Edición Informes.
Nicolas Alegría	Biólogo Marino	Preparación de insumos para desarrollo de talleres 1 y 2, audiovisual y logística. Generación de reportes.
Marcos Arteaga	M. Sc. Pesquerías. Biólogo Marino	Preparación de insumos para desarrollo de talleres 1 y 2, audiovisual y logística. Generación de reportes.
Marcia Neira	Biólogo Marino	Apoyo en etapa previa de documentos para expertos (T1).

7.2 Objetivo 2. Obtener y sistematizar las recomendaciones de expertos en cuanto a la revisión crítica de las evaluaciones de stock de los recursos merluza del sur y merluza de tres aletas.

Acorde con las tareas administrativas, técnicas y logísticas descritas en la sección de resultados del Objetivo 1. La preparación y realización del **Taller # 1** “Revisión experta de las evaluaciones de stock de merluza del sur y merluza de tres aletas”, se consolidó en el desarrollo del taller acorde a la agenda del proyecto entre los días **3 y 7 de junio de 2024** en el Hotel Novotel de la ciudad de Viña del Mar. Entre las tareas específicas desarrolladas para este taller, se ejecutaron las siguientes acciones:

- a) Preparación y difusión de agenda.
- b) Conformación de listado de participantes en coordinación con SSPA.
- c) Construcción y mantención de un sitio (<https://sites.google.com/view/merluzas2023-27/inicio>), para difusión de información y contenidos del proyecto y taller con documentos para expertos internacionales, participantes del taller, agenda y presentaciones por recursos (Fig 1). La totalidad de la documentación a expertos, así como, las presentaciones utilizadas están disponibles y habilitadas en el sitio señalado. Las secciones incluidas en la página incluyen:
 - Objetivo general y específicos.
 - Enlace remoto de reunión e instrucciones para acceso.
 - Documentos suministrados a expertos y presentaciones del taller por recursos.
 - Lugar de desarrollo del taller y agenda.
 - Equipo de revisores.

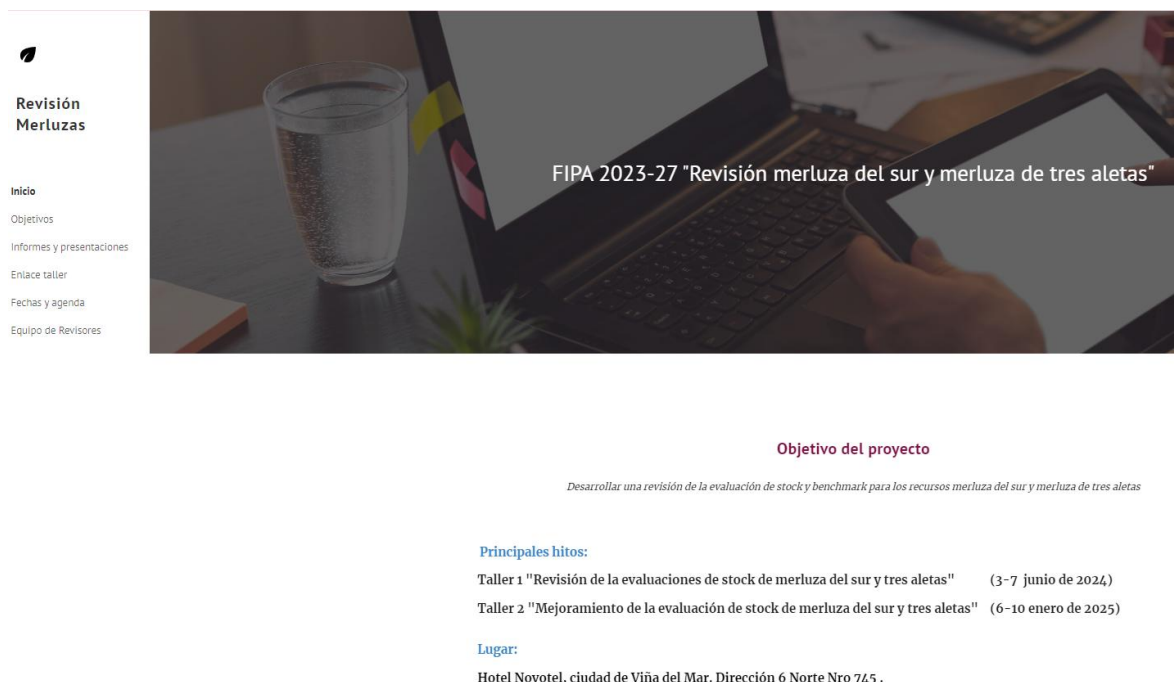


Fig 1. Portada de sitio del Taller 1 del proyecto FIPA 2023-27.

d) Implementación de plataforma para participación de invitados por vía remota en formato de “webinar streaming”. En este sitio de Google, se incluyó un enlace e instrucciones para conexión remota por medio de la plataforma Zoom.

7.2.1 Información taller 1

La información de trabajo para los expertos contiene informes, datos y modelos IFOP (códigos de modelos y datos entrada). Parte de esta información fue compartida en el taller y se encuentra en el sitio del proyecto, pero el material específico a l modelos sólo está disponible para el panel de revisores siguiendo los compromisos de confidencialidad de información requeridos por la SSPA e IFOP. Sin embargo, para los fines de la revisión del proyecto, se complementa con un enlace donde el revisor tiene acceso total a esta información que se adjunta en carta al FIPA.

7.2.2 Sistematización observaciones expertos basado en Taller 1

La siguiente síntesis corresponde a una sistematización de parte del equipo del proyecto, para colaborar con una propuesta de mejoramiento para la evaluación de los recursos estudiados

(Tabla. 2). Para ello, se revisaron las recomendaciones y se organizaron por temáticas y recursos con el objeto de facilitar la interpretación de usuarios, investigadores y administradores. Con el objeto de mantener la independencia del proceso de revisión, esta síntesis solo se enfoca en los aspectos recomendados por los expertos.

La adopción de mejoras y propuesta de un plan de mejoramiento deberá ser realizada en un proceso separado del presente proyecto, ya que compromete y requiere la interacción y adopción de acciones por parte de la Subsecretaría de Pesca y el Instituto de Fomento Pesquero, razón por la cual el presente contenido es referencial y no implica mandato o vinculación para ninguna institución, sino que es un insumo para consideraciones. Es necesario indicar que esta sistematización, asociada al Taller 1, es principalmente conceptual de los elementos observados en esta etapa del proyecto, ya que los expertos posteriormente se involucran en mejoras y análisis cuantitativos de los elementos aquí mencionados.

Tabla. 2. Síntesis por áreas de recomendaciones realizadas por expertos independientes en el desarrollo del Taller 1 de revisión de mejora experta FIPA 2023-27.

Merluza de tres aletas (<i>Micromesistius australis</i>)		
Área de Evaluación	Recomendación	Justificación
Decisiones soportadas con métodos estadísticos para la incorporación y exclusión de datos en modelos implementados de evaluación de stock y estandarización de rendimientos de pesca.	Aumentar el orden y rigurosidad en la incorporación de datos (i.e. CE, índices, pesos, etc) con decisiones estadísticas comparando las alternativas y su efecto.	La decisión debe seguir un criterio claro e informado por transparencia, además de mostrar los efectos de esta decisión en los modelos alternativos para observar los efectos que producen. Por ejemplo, se deberán hacer comparaciones de los efectos en el modelo del uso o no de la información o su ponderación.

Utilización de datos reconstruidos en el modelo de evaluación de stock	No utilizar información de composición de edades reconstruidas entre los años 1982 y 1989.	Estos datos presentan problemas de fiabilidad y generan incertidumbre en el modelo, su utilización en el modelo debe ser sustentada por criterios estadísticos, evaluando los efectos que produce en la evaluación entre modelos alternativos. La transformación de tallas a edades fue realizada empleando solo una matriz talla-edad para el período, constituyéndose en información procesada.
Información de madurez y peso a la edad	Incorporar datos de peso a la edad y madurez con variación temporal. Existen datos que permiten incrementar el detalle del modelo y se ha optado por información sin esta variación en el tiempo.	Los cambios en la madurez y el peso afectan las estimaciones de biomasa, al igual que las estimaciones de variables de estado como reclutamiento. Además, las características de los modelos estadísticos integrados permiten un mejor desempeño con un seguimiento de los procesos de dinámica poblacional. Algunas consecuencias son problemas para la estimación de desvíos del reclutamiento al simplificar los modelos y la información que lo condiciona.
Proceso de estandarización de la CPUE	Definir un modelo máximo, eliminando variables no significativas e incorporando factores	Estas consideraciones en el procedimiento de estandarización optimizan la precisión de los índices de

	relacionados con el arte de pesca, además de interacciones de primer nivel.	abundancia, ya que el modelo mínimo adecuado para la CPUE, se genera de un proceso de selección basado en el principio de parsimonia.
Calificación del estatus	Definir claramente el punto de deterioro y aplicarlo al diagrama de Kobe y términos. "overfishing" (existe sobrepesca) y "overfished" (estado de sobrepesca).	El conocimiento del punto de deterioro del reclutamiento es crucial para la sostenibilidad. del recurso y diseño de estrategias de manejo.
Proyecciones poblacionales para recomendaciones de cuotas o evaluación de estrategias de manejo.	Evitar supuestos de alto optimismo relacionados con un rápido incremento en la biomasa.	Trabajar sobre proyecciones poblacionales realistas permite diseñar estrategias de mejor desempeño. Se identifican problemas en: a) aplicar niveles de F_{MSY} o cercanos, siendo este inadecuado ya que no permite recuperar la población a niveles sustentables; b) el condicionamiento de reclutamientos futuros promedios resulta inadecuado y genera crecimiento en la biomasa. Se recomienda realizar proyecciones a corto plazo.
Información de descarte y sub-reporte	Se requieren acciones de mejora al sistema del monitoreo de descarte y sub-reporte, calculando factores de corrección.	El descarte no reportado distorsiona el resultado de las evaluaciones de stock. Se sugiere evitar el uso de factores de corrección en períodos con alto grado de cobertura de muestreo y utilizar la información corregida.

Índices de abundancia por métodos acústicos	Mantener al menos una evaluación acústica cada dos años, además de realizar evaluaciones con apoyo de la industria.	Son cruciales para monitorear tendencias de abundancia, en especial para estudiar períodos de recuperación del recurso y establecer planes.
Índice de abundancia de la pesquería	Se coincide con la observación del revisor experto Francis en el año 2013, para no utilizar datos de CPUE a comienzos de la serie histórica (1978-1988).	Se observan cambios espaciales en la distribución de flota con mayores registros en zonas 1 y 2, además de estacionalidad, condición que afecta los rendimientos.
Puntos de Referencia Biológicos	Definir puntos biológicos claros y mejorar el uso de diagramas de Kobe. En lo posible, evitar PBR dependientes de supuestos teóricos.	Un mejor entendimiento y claridad en el uso del diagrama de fase y establecimiento de PBR, facilitan la correcta toma de decisiones en el manejo.

Merluza el sur (<i>Merluccius australis</i>)		
Área de Evaluación	Recomendación	Justificación
Información de madurez y peso por edad.	Incorporar datos de madurez y peso por edad con variación temporal en el modelo de evaluación de stock.	La utilización de variaciones temporales en el peso y la edad incrementa la precisión en las estimaciones. En consecuencia, el establecimiento del estatus es menos incierto.
Estandarización de CPUE	Revisar y mejorar el proceso de estandarización de los rendimientos (CPUE).	Un procedimiento de estandarización más riguroso produce índices de abundancia más confiables.

Proyecciones poblacionales	Evitar supuestos optimistas asociados con incrementos rápidos en la biomasa.	Proyecciones conservadoras permiten un manejo sostenible. Se requiere explorar la consistencia en el cálculo de la cuota.
Protocolos de monitoreo del Descarte	Establecer un protocolo para correcciones de sub-reporte y descarte.	En lo posible, evitar el uso de factores de corrección cuando la información permita estimar los niveles de descarte y sub-reporte.
Manejo Ecosistémico	Avanzar hacia un manejo basado en ecosistemas.	Un manejo con consideraciones ecosistémicas mejora la sostenibilidad del recurso y previene impactos en otras especies y hábitats. Se requiere evaluar los impactos potenciales del arte de pesca en el hábitat. Adicionalmente, evaluar los efectos potenciales en disponibilidad de presas para el desarrollo de modelos multi-específicos tróficos.

Propuesta de plan de mejoramiento basado en recomendaciones como resultado del Taller 1 “Revisión de las evaluaciones de stock de merluza de tres aletas y merluza del sur”.

Plazo	Acción
Corto (0-6 meses)	<ul style="list-style-type: none"> - Revisar estandarización de CPUE, excluir datos no confiables, definir puntos de deterioro del reclutamiento, implementar protocolos de descarte y sub-reporte. - Mejorar los protocolos de cómo se describe y presenta el estado de los recursos (diagrama de Kobe, PBR). - Desarrollar protocolo para la determinación de cuotas de captura, incluyendo la proyección de las capturas.

Mediano (6-12 meses)	Recolectar datos de peso por edad, generar datos variables en el tiempo y matrices talla- edad de similares características, auditar datos de evaluación, desarrollar un plan piloto de manejo ecosistémico.
Largo (12-24 meses)	Implementar modelos robustos con información ecosistémica, mejorar proyecciones de biomasa, organizar talleres de revisión y mejora continua. Promover talleres presenciales, ya que la cantidad de información y consultas no puede ser comprendida solo a través de los reportes. Establecimiento de reglas de control de explotación y avanzar en la técnica de MSE. Hipótesis complejas como estructura poblacional, descartes y sub-reportes, deben ser puestas a prueba a través de diferentes modelos operativos.

7.2.3 Consideraciones de la Unidad Ejecutora referida a observaciones de los expertos independientes en el marco de la revisión de las evaluaciones de stock de merluza del sur y merluza de tres aletas

El presente capítulo consolida las consideraciones de la Unidad Ejecutora en relación con las observaciones emitidas por los expertos independientes durante el proceso de revisión del proyecto FIPA 2023-27, referidas a las evaluaciones de stock de merluza del sur (*Merluccius australis*) y merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*). Estas consideraciones buscan orientar el desarrollo de un plan de implementación de mejoras, fortaleciendo los aspectos técnicos, metodológicos y de gestión que permitan avanzar hacia evaluaciones de stock más robustas, transparentes y coherentes con los estándares internacionales.

7.2.3.1 Monitoreo y descarte pesquero

Las revisiones de expertos coinciden en la necesidad de mejorar el sistema de monitoreo de descartes y sub-reportes. La Unidad Ejecutora considera prioritario establecer protocolos nacionales estandarizados para el registro, validación y corrección de estas fuentes de incertidumbre. Se recomienda desarrollar un programa integrado de observadores científicos y control de desembarques, que permita estimar factores de corrección solo cuando la cobertura sea limitada. Asimismo, se sugiere diseñar un sistema digital de reporte validado en tiempo real, asegurando trazabilidad y consistencia de los datos entre plantas, embarcaciones y bases institucionales.

7.2.3.2 Fortalecimiento de indicadores empíricos del estado del stock

Las evaluaciones recientes evidencian limitaciones en la capacidad informativa de los datos para estimar productividad y biomasa absoluta. La Unidad Ejecutora propone incorporar indicadores empíricos complementarios como L95%, proporción de mega-reproductores, índices de estructura de tallas y edad media que permitan contrastar los resultados del modelo. Estos indicadores deben actualizarse anualmente y comunicarse en informes técnicos simplificados para los Comités Científicos, con el fin de mejorar la interpretación del estatus del recurso y su coherencia con las tendencias observadas.

7.2.3.3 Integración ecosistémica y multiespecífica

La incorporación de un enfoque ecosistémico constituye una línea estratégica para reducir la incertidumbre en la evaluación de los recursos. Se recomienda avanzar hacia la inclusión de modelos de interacción predador-presa, considerando la disponibilidad de presas (i.e. relación con crustáceos y peces pelágicos), competencia trófica y cambios ambientales. La Unidad Ejecutora sugiere iniciar un programa piloto basado en modelos de complejidad intermedia (MICE) y una base de datos trófica que integre información proveniente de campañas de investigación, observadores y literatura científica. Este trabajo debe coordinarse con los equipos del IFOP.

7.2.3.4 Protocolos de proyección y reglas de control

Se observa la necesidad de armonizar los criterios utilizados en las proyecciones poblacionales y en la aplicación de reglas de control. Se recomienda establecer lineamientos técnicos que prioricen proyecciones a corto plazo y que adopten reglas precautorias como 0.75 F_{MSY} o del tipo rampa, reduciendo la exposición del recurso a escenarios optimistas. Además, se propone elaborar un manual operativo que documente el proceso de proyección, sus supuestos y las métricas de desempeño, promoviendo su trazabilidad y replicabilidad entre años.

7.2.3.5 Fortalecimiento de capacidades técnicas y continuidad institucional

El proceso de mejoramiento requiere mantener capacidades analíticas y continuidad institucional. Se recomienda consolidar un equipo nacional de evaluación de stock que combine experiencia en modelación estadística, programación y manejo de bases de datos. Asimismo, se sugiere institucionalizar talleres anuales de evaluación y revisión cruzada entre recursos y un programa de pasantías y cooperación con instituciones de referencia (NOAA, CSIRO). Estos mecanismos contribuirán a mantener la calidad técnica de las evaluaciones y reducir la dependencia de expertos externos.

7.2.3.6 Financiamiento y sostenibilidad de programas de seguimiento

Las mejoras propuestas implican requerimientos de financiamiento sostenido. Se propone definir una línea presupuestaria permanente para programas de monitoreo biológico y de datos pesqueros, con revisión trianual de sus metas y cobertura. La continuidad en la

recopilación y el análisis de información es esencial para consolidar los avances en modelación y manejo. Adicionalmente, se recomienda evaluar esquemas de cofinanciamiento entre el sector público, privado y organismos internacionales para fortalecer la capacidad nacional en seguimiento y evaluación pesquera.

En síntesis, las acciones y lineamientos aquí propuestos complementan las recomendaciones de los expertos independientes, aportando una visión aplicada y operativa para la implementación de mejoras en la evaluación de merluza del sur y merluza de tres aletas. Su adopción permitirá fortalecer la credibilidad de las evaluaciones, reducir la incertidumbre de los diagnósticos y favorecer la coherencia entre la información científica y la toma de decisiones de manejo.

FUNCIONES DE PROFESIONALES OBJETIVO 2

Personal profesional	Título profesional	Función
Claudio Gatica Molina	M. Sc. Pesquerías	<ul style="list-style-type: none"> - Coordinación de actividades técnicas y logísticas con FIPA, SSPA e IFOP. - Preparación de la página web y chequeo de datos para trabajo de expertos. - Edición de Informes. - Coordinación en Taller 1 para desarrollo de agenda. - Preparación de agenda en consulta e interacción con contraparte técnica de SSPA e IFOP. - Sistematización de recomendaciones.
Aquiles Sepúlveda	Dr. Biología. Biólogo Marino	<ul style="list-style-type: none"> - Conducción Taller 1 - Reuniones de coordinación de la Agencia. - Edición de informes. - Sistematización de recomendaciones.
Nicolas Alegría	Biólogo Marino	<ul style="list-style-type: none"> - Preparación de insumos para desarrollo de talleres 1 y 2, audiovisual y logística. - Reportería en taller.
Marcos Arteaga	M. Sc. Pesquerías. Biólogo Marino	<ul style="list-style-type: none"> - Preparación de insumos para desarrollo de talleres 1 y 2, audiovisual y logística. - Reportería en taller.

7.3 Objetivo 3. Obtener y sistematizar las recomendaciones de expertos en cuanto a las mejoras necesarias para las evaluaciones de stock de los recursos merluza del sur y merluza de tres aletas.

En relación con la gestión para la realización del **Taller # 2** “Mejora experta de las evaluaciones de stock de merluza del sur y merluza de tres aletas”, según se describe en sección de objetivo 1, se realizaron acciones para desarrollar este taller durante el mes de enero del año 2025, la modalidad de este taller fue en formato presencial. Al igual que para el Taller 1, se consolida la información para Taller 2 implementando un sitio de Google para que la totalidad de los participantes puedan acceder a la información, presentación, documentos y ejemplos de modelos que presenten los expertos en el Taller # 2 Mejoramiento.

Sitio del proyecto Taller 2 <https://sites.google.com/view/mejoramiento-merluzas/inicio>

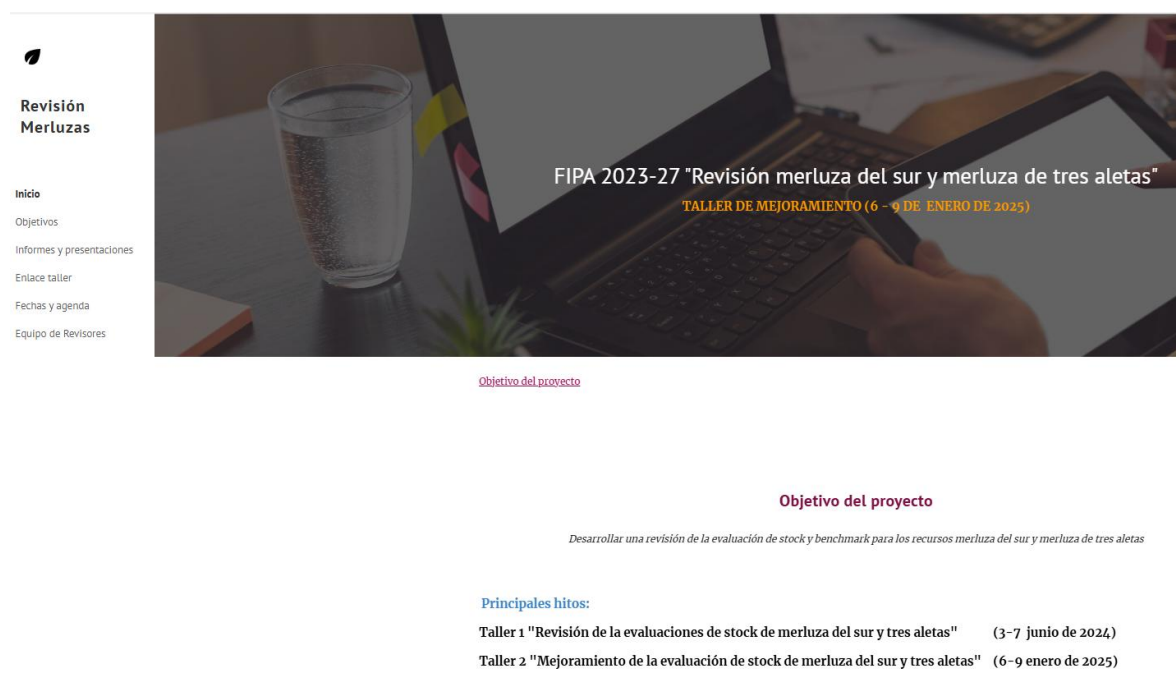


Fig 2. Portada de sitio del Taller 2 del proyecto FIPA 2023-27.

7.3.1 Información y datos del taller 2

En el taller 2 de mejoramiento, los expertos solicitaron datos adicionales a IFOP para revisar la implementación de ejemplos de modelos en Stock Synthesis. La información es parte del sitio y ha sido traspasada a los expertos independientes y revisores del FIPA.

7.3.2 Sistematización observaciones expertos basada en Taller 2

La siguiente síntesis corresponde a una sistematización de parte del equipo del proyecto (INPESCA), para colaborar con una propuesta de mejoramiento para la evaluación de los recursos estudiados (Tabla. 3). Para ello, se revisaron las recomendaciones y se organizaron por temáticas y recursos, con el objeto de facilitar la interpretación de usuarios, investigadores y administradores. Para mantener la independencia del proceso de revisión, esta síntesis solo se enfoca en los aspectos recomendados por los expertos. Esta actividad ya fue realizada sobre la base del taller 1 y en esta tabla, basada en la previa del taller 1, se incluyen nuevos aspectos desarrollados por los expertos en el taller 2 y que están descritos en detalle en los informes de expertos ([Reporte Taller 1](#) y [Reporte Taller 2](#)). Por la naturaleza técnica de las recomendaciones, se sugiere que la principal guía para mejoras en los modelos sea el reporte experto, ya que describe detalladamente cada componente y se integra con los modelos de ejemplo implementados y presentados.

Tabla. 3. Síntesis por áreas de recomendaciones realizadas por expertos independientes en el desarrollo del Taller 2 de mejora experta FIPA 2023-27.

<p>Hipótesis de stock compartido: Una de las principales incertidumbres en la evaluación del stock de merluza de tres aletas es la hipótesis del stock compartido con Argentina. El modelo base de IFOP incluye las capturas argentinas bajo los 54° LS. Se concluye que es inadecuado incluir estas capturas, ya que no se tiene control sobre ellas. Por lo tanto, se recomienda no usar la captura de Argentina en la evaluación del stock chileno. El modelo de evaluación para el stock chileno debe incluir solo capturas en aguas nacionales para tener un mejor control de la mortalidad por pesca (F) que se aplica al stock de Chile.</p>
--

Desarrollo de modelo de evaluación de stock multinacional: Si se considerara necesario analizar el impacto de la captura en aguas de Argentina en el stock de merluza de tres aletas, se recomienda desarrollar una plataforma de evaluación multinacional que incluya los datos argentinos completos (no solo la información de captura) como una zona-pesquería, siguiendo modelos como el utilizado en la pesquería del Pacific Halibut. Esto implica la incorporación de parámetros biológicos, estructura de tamaños, índices y trabajo de estandarización en procedimientos de proceso de información para su utilización. El desarrollo de esta plataforma internacional debe realizarse a largo y mediano plazo, garantizando la calidad y uniformidad de los datos requeridos para mejorar la precisión en la evaluación del stock compartido.

Fortalecimiento de programas de cooperación científica: Para avanzar en la colaboración binacional, se recomienda que personal específico se enfoque en fortalecer las relaciones internacionales con Argentina, estableciendo canales de cooperación científica en la recolección y uso de datos pesqueros, desarrollo de protocolos entre instituciones de investigación, implementación de plataformas de manejo de base de datos con fines científicos y construcción de modelos con un enfoque de stock compartido. Este tipo de acciones implica necesariamente el trabajo de talleres científicos en temáticas de biología pesquera, muestreo de poblaciones y modelamiento de procesos y evaluación de stock.

Adopción de Puntos Biológicos de Referencia y diagramas de fase en nomenclatura estándar: Se recomienda utilizar nomenclatura estándar en la evaluación del stock de los recursos merluza de tres aletas y merluza del sur en correspondencias con estándares internacionales, como “diagrama de Kobe” o “diagrama de fase” y términos como “el stock está en estado de sobrepesca” (overfished) y “existe sobrepesca” (overfishing). Adicionalmente, se deben establecer acciones que se activen asociadas al estado del recurso, como podrían ser reducciones en la mortalidad por pesca efectiva en plazos definidos. Estos elementos se relacionan con planes de manejo diseñados apropiadamente y revisados por procedimientos en sus reglas de control por MSE (Management Strategy Evaluation). Por ejemplo, la evaluación del estado del stock de merluza de tres aletas debe realizarse utilizando la estructura típica del diagrama de Kobe, siguiendo ejemplos documentados en el SS3 en el [“M3a Analysis Report”](#).

Procedimiento para establecimiento de cuotas de captura: El procedimiento para la recomendación de CBA en los modelos utilizados se soporta en proyecciones de la población con un determinado condicionamiento (“setting”) y tiempo de proyección. Las proyecciones de largo plazo aplicadas en estos recursos asumen condiciones poco realistas que incrementan la incertidumbre a mayor período de proyección, por ello se sugiere adoptar tiempos de proyección de mediano y corto plazo. Esta modificación permite una evaluación con mayor conexión al estado del recurso en su fase de estimación, la cual normalmente se utiliza como condición de inicio en la etapa de proyección poblacional.

Definición de Puntos Biológicos de Referencia (PBR): establecimiento explícito de los puntos de referencia objetivo y límite. Es necesario utilizar multiplicadores que no sobrepasen los puntos de referencia límite. Por ejemplo, es común usar $0.75F_{MSY}$ (o $0.75*$ proxy de F_{MSY}) para evitar sobrepesca. En otras palabras, en una condición incierta o de baja abundancia del recurso, no se considera apropiado aplicar niveles de mortalidad de F_{MSY} . Niveles de explotación basados en F_{MSY} , solo deben aplicarse cuando la condición del recurso se encuentra en torno al objetivo de manejo o superior. Por lo tanto, la regla de control basada en tasa de explotación constante (es decir, proxy F_{MSY}) sería inadecuada y no protegería el stock desovante.

Adopción de la regla de control tipo rampa: Se sugiere establecer y evaluar una regla de control tipo rampa, donde se establece un umbral de biomasa de resguardo y disminución de la mortalidad por pesca en condición de cercanía con el PBR límite.

Definición de la Captura Total Permissible: Se recomienda definir la captura total permissible anual (Total Allowable Catch, TAC) en función de reducciones del ABC, aplicando la fórmula: $TAC = ABC - C_{surv} - Descartes - Correcciones \text{ (subreportes)}$.

Adopción de plataformas de evaluación de stock estandarizadas: Se recomienda considerar la implementación del modelo Stock Synthesis (SS3) u otras plataformas estandarizadas (JJM, AMAK), para la evaluación del stock de merluza de tres aletas y merluza del sur, al igual que su implementación para la mayoría de las especies pesqueras de alto valor en Chile. Esta acción permitirá mayor flexibilidad, uniformidad, transparencia y capacidades analíticas avanzadas en la evaluación del stock. Tal como se mencionó para la merluza del sur, se sugiere la implementación de modelos en SS3

dentro del corto a mediano plazo, asociados con los ciclos de manejo y reportes del recurso. Plataformas como SS3 y JJM, además de ser utilizadas ampliamente en diversas pesquerías, disponen de soporte tanto para el manejo de las salidas, su presentación en tablas y figuras de forma automatizada, como de herramientas de diagnóstico avanzadas para evaluar el desempeño y robustez de los modelos implementados.

7.3.3 Consideraciones de la Unidad Ejecutora referida a observaciones de los expertos Independientes para el desarrollo de un plan de implementación de mejoras

Las siguientes consideraciones son parte de una propuesta de plan de implementación de mejoras desde la unidad ejecutora del proyecto (INPESCA), para ser aplicado de considerarse oportuno por entidades relacionadas con la evaluación de stock de merluza del sur, merluza de tres aletas y su administración. En consecuencia, se presenta un conjunto de acciones, temáticas estratégicas y propuestas de proyectos orientados a la implementación de las recomendaciones planteadas por la revisión independiente de las evaluaciones de stock en su etapa de revisión y mejoramiento. El objetivo es establecer directrices orientadoras para consolidar un adecuado estándar en la evaluación de estos recursos, mejorando la calidad de los datos e información de entrada, además de fortalecer la asociación entre ciencia y gestión pesquera.

7.3.3.1 Acciones necesarias para la implementación de evaluaciones de stock en plataforma de SS3

- Estandarización de datos

Se recomienda elaborar protocolos nacionales para el control de la calidad de los datos pesqueros y biológicos, definiendo un calendario de actualización anual y generar un repositorio para la trazabilidad de la información utilizada en los modelos de SS3. Las características de este repositorio deben permitir conocer de forma detallada y clara el seguimiento de la información y el control de cambios en procedimientos o fuentes de información. En términos de plataforma, se sugiere adoptar esquemas como los utilizados en el South Pacific Regional Fisheries Management Organisation (SPRFMO, <https://www.sprfmo.int/fisheries/data-2>), donde existe una secretaría que concentra la

información y trabaja en su mantención y actualización, y donde se utilizan plataformas de manejo de bases de datos y repositorios tipo github (<https://github.com/>). Esta base de datos debería contar con un archivo de metadatos que describa los campos de datos.

- Fortalecimiento de capacidades técnicas

Se recomienda el desarrollo de talleres anuales de capacitación en SS3, establecer pasantías y colaboraciones internacionales, y consolidar un equipo nacional de formadores en modelación pesquera. En esta línea, es posible desarrollar talleres donde expertos nacionales e internacionales se reúnan para compartir ejemplos de aplicación en pesquerías nacionales, revisar procedimientos de análisis y compartir elementos técnicos del uso e interpretación de evaluaciones implementadas en SS3. Este tipo de trabajo debiese llevar un seguimiento para poder comparar aproximaciones entre años y posibilitar a investigadores experimentados y en desarrollo conocer y participar en el proceso de evaluación de stock.

- Protocolos de ajuste y validación

Trabajo para la definición de criterios comunes para la selección de parámetros fijos y distribuciones “a priori” en modelos de evaluación, estrategias de condicionamiento de modelos e implementación de validación cruzada de estructuras alternativas en conjunto con diagnóstico de modelos de evaluación en la plataforma de SS3. En particular, en el informe de expertos, las evaluaciones de stock presentan ejemplos de pruebas de diagnóstico que permiten la evaluación de desempeño entre modelos alternativos. Las categorías de diagnóstico se refieren a: i) bondad de ajuste, ii) fuentes de información y estructura, iii) habilidades predictoras, iv) criterios de convergencia, v) plausibilidad (Carvalho *et al.*, 2021). Parte importante de estos contenidos puede ser desarrollada en el marco de las capacitaciones y desarrollo de talleres en evaluación de stock.

- Estructura, transparencia y trazabilidad de las evaluaciones

Un elemento importante que surge de la revisión es la necesidad de modificar la estructura de los informes de evaluación de stock y presentación de resultados, por ello se presentan ejemplos de informes desarrollados en instituciones como la NOAA. Adicionalmente, se sugiere que los reportes tengan características de reproducibilidad en lenguajes opcionales como son Quarto (<https://quarto.org/>) y RMarkdown (<https://rmarkdown.rstudio.com/>), manteniendo un repositorio auditado con metadatos y publicando diagnósticos resumidos para audiencias amplias.

- Escenarios de sensibilidad y robustez

Institucionalizar el uso de escenarios de sensibilidad para parámetros clave de las evaluaciones de stock como escarpamiento, capturabilidad, mortalidad y reclutamiento, reportando la incertidumbre y comunicando los riesgos de sobrepesca bajo diferentes supuestos. En este sentido, SS3 presenta ventajas con respecto a implementaciones específicas (i.e. modelos en ADMB de IFOP) por medio de herramientas de comparación entre modelos, tanto en estadígrafos como en tablas de componentes de verosimilitud, visualización de estimaciones entre modelos, proyecciones, reglas de control, flexibilidad en datos de entrada y diagramas de fase, entre otras. Adicionalmente, la complementación con herramientas asociadas a Quarto, RMarkdown, Rstudio (<https://posit.co/download/rstudio-desktop/>), y R (<https://www.r-project.org/>), permite presentar, comparar y discutir resultados de forma eficiente a diferencia del solo uso de informes planos donde la lectura de elementos específicos se hace compleja e intrincada a medida que aumenta el número de modelos o enfoques en revisión (i.e. modelos alternativos, salidas, análisis retrospectivos, etc).

- Integración en procesos oficiales

Se identifica la necesidad de unificar (estandarizar) las evaluaciones de stock adoptando, por ejemplo, SS3 como referencia comparativa oficial en los Comités Científicos y Técnicos en especies ya revisadas, estandarizando reportes para su vinculación en los reportes de evaluación de stock. Además de SS3 otras alternativas son JJM (Joint Jack Mackerel statistical catch-at-age model), AMAK (Assessment Model for Alaska) u otro con las características necesarias para su implementación en la evaluación de recursos en Chile. El uso de diferentes plataformas entre años y/o períodos, incluso el cambio en el equipo de evaluadores sin trazabilidad adecuada puede generar cambios en los resultados de las evaluaciones de stock asociada al cambio en los criterios, supuestos o uso de información, incluso en el condicionamiento del modelo en procesos como son la simulación para el establecimiento de cuotas de captura.

7.3.3.2 Temáticas globales con impacto potencial en la toma de decisiones

En relación con el taller 2 de mejoramiento, la entidad ejecutora identifica un impacto potencial para la toma de decisión en los siguientes elementos técnicos:

- **Modificación del diagrama de fase:** La sugerencia de simplificación del diagrama de fase determinaría cambios en la calificación del estatus, siendo necesario que las entidades que participan en esta decisión evalúen en independencia la recomendación de los expertos en esta materia. El actual diagrama en uso es complicado y lleva a confusión y demora en la toma de decisiones. La necesidad de talleres a miembros de Comités Científicos, Comités de Manejo y administradores es necesaria para mantener en el tiempo para permitir una correcta interpretación de estos y las consecuencias de medidas de manejo incorrectas o tardías en el tiempo de su aplicación.
- **Tiempo de proyección:** el tiempo de proyección recomendado a corto plazo determina una modificación en el cálculo de CBA, ya que afecta directamente el condicionamiento de la proyección y la evaluación del desempeño de la estrategia de explotación aplicada y/o regla de control (es decir, F_{MSY}). En el sistema nacional se generan errores en la aplicación de los tiempos de proyección de largo plazo para el cálculo de CBA, ya que estos son principalmente aplicados en la evaluación de reglas de control, modelos operativos y evaluación de estrategias de manejo (MSE).
- **Regla de control y estrategia de explotación:** En las recomendaciones de los expertos, establecen como medida precautoria aplicar en las proyecciones un $0.75F_{MSY}$, adicionalmente sugieren considerar el uso de una regla de control tipo rampa (Por ejemplo, esta regla incorporada en SS3). De igual modo que $0.75F_{MSY}$, las estimaciones de biomasa tienen mucha incertidumbre y también podría considerarse incluir un amortiguador (“buffer”). Ambas consideraciones afectan la toma de decisiones ya que determinan efectos en los niveles de captura. Este tema se sugiere como prioridad; las reglas de control de tasa de explotación constante son extremadamente sensibles a la estimación de biomasa (y a la inadecuada estimación de F_{MSY}). Usar una regla de control tipo rampa podría ayudar a mantener una biomasa límite de resguardo.
- **Plan de manejo y reglas de control de captura:** El plan de manejo de merluza del sur, se basa esencialmente en estrategias de explotación constante con multiplicadores de F_{MSY} . Por ejemplo, si la razón entre BD/BD_0 es mayor o igual a 0.2, se debe aplicar una regla

de F constante = F_{MSY} . Sin embargo, los expertos recomiendan aplicar un nivel de $0.75F_{MSY}$ si el indicador es menor que 0.4. Al parecer, no hay un entendimiento claro de cómo interpretar las reglas de control y el diagrama de fase que no ha permitido reaccionar a la condición del recurso (por ejemplo, en el caso de la merluza de tres aletas). Se recomienda indagar esta situación y elaborar un protocolo de respuesta/acción.

- **Financiamiento de programas de seguimiento y evaluación:** Los cambios de los programas de seguimiento, involucran capacidades técnicas y analíticas que implican un financiamiento acorde, ya que requiere de personal tanto en número como conocimiento para desarrollar y mantener el estándar requerido de elementos señalados, en consecuencia la administración e instituciones deberán evaluar las necesidades de personal o capacidades que requieren desarrollar o adquirir para el cumplimiento de las múltiples tareas requeridas para el mejoramiento de las evaluaciones señaladas.

- **Mejoramiento de los indicadores biológicos de las pesquerías:** Las evaluaciones de stock para ambas especies mostraron que los datos no son informativos para estimar productividad y, por lo tanto, las estimaciones de biomasa y estatus dependen de los supuestos del parámetro de escarpamiento y coeficientes de capturabilidad. Eso lleva a que no se sepa si se trata de un stock productivo (que soporta altos niveles de F) pero de tamaño pequeño o un stock grande improductivo. Los revisores sugirieron complementar las evaluaciones con indicadores empíricos del stock(s). Hay una literatura extensa de indicadores empíricos (tallas L95%, índice mega reproductores, etc).

7.3.3.3 Proyectos programas y líneas de investigación

En lo relativo a acciones para potenciar el conocimiento y mejorar las evaluaciones de stock, el desarrollo de proyectos de investigación, programas de monitoreo biológico y pesquero en conjunto con líneas de investigación es una temática de constante actividad y consideración. La unidad ejecutora identifica sobre la base de los resultados del proyecto las siguientes líneas generales de trabajo:

- **Programa de estandarización y revisión de datos**

Desarrollo de un repositorio nacional de datos pesqueros y revisión histórica de series de desembarques y descartes. Se necesita no solo la revisión del modelo de evaluación, sino además una revisión por pares de los índices de biomasa acústicos y su diseño de muestreo. Algo similar debería realizarse para los datos de seguimiento, edad y crecimiento, revisar los

diseños de muestreo y evaluar su representabilidad. Se considera este aspecto de mucha importancia. Los índices de biomasa acústicos son claves en la evaluación de stock y, por lo tanto, se necesita su mejoramiento, actualización y revisión. Note que los índices de biomasa acústicos con claves para escalar la biomasa de la población.

- **Proyecto de fortalecimiento de capacidades**

Fomento de talleres de modelación pesquera con módulos SS3 (o plataformas estandarizadas) y MSE, además de becas y pasantías internacionales.

- **Línea de investigación en hipótesis biológico-pesqueras.**

Reducir la incertidumbre en parámetros críticos mediante estudios de crecimiento, fecundidad, capturabilidad y mortalidad natural, efectos de selectividad, descarte, entre otros. Así como de hipótesis estructurales de stock compartido con otros países, como el caso de la pesquería de merluza de tres aletas. En este sentido, SS3 (o similar) podría ser útil para desarrollar nuevas hipótesis.

- **Proyecto transversal de comunicación y legitimidad**

Desarrollar un portal de ciencia pesquera y talleres regionales con actores locales para validar diagnósticos y reglas de control.

- **Incorporación de consideraciones ecosistémicas**

En los informes de los expertos del Taller 1 y Taller 2, se comenta la necesidad de incluir en las evaluaciones de stock consideraciones ecosistémicas. Este enfoque no está desarrollado en los talleres y en las evaluaciones revisadas no es incorporado. Se recomienda que las consideraciones ecosistémicas sean integradas a la evaluación del stock en el mediano plazo incluyendo temáticas como modelos con interacción predador-presa del tipo MICE (Models of Intermediate Complexity), descarte, pesca incidental de especies prohibidas, especies objetivo y no objetivo, tendencias en indicadores medioambientales/ecosistémicos, decrementos en la productividad del ecosistema, decrementos en la abundancia o disponibilidad de presas, incrementos en abundancia de depredadores, impacto sobre el hábitat y el ecosistema. En particular, el Alaska Fisheries Science Center ha avanzado mucho en la incorporación de las consideraciones ecosistémicas en la evaluación del stock, por lo que se recomienda usar sus trabajos como guía para la implementación de dichas consideraciones (Ianelli *et al.*, 2024).

Es indispensable que este enfoque comience a ser incluido en las evaluaciones, debido a que la base del manejo pesquero está soportada solo en modelos mono-específicos, existiendo solo aplicaciones en estudios particulares sin una secuencia programada y financiada.

FUNCIONES DE PROFESIONALES OBJETIVO 3

Personal profesional	Título profesional	Función
Claudio Gatica	M. Sc. Pesquerías	<ul style="list-style-type: none"> - Coordinación de actividades con FIPA, SSPA e IFOP. - Edición de Informes. - Coordinación en Taller 2 para desarrollo de agenda. - Preparación de agenda e interacción con contraparte técnica de SSPA e IFOP. - Sistematización de recomendaciones actualizadas con fase de mejoramiento e implementación.
Aquiles Sepúlveda	Dr. Biología. Biólogo Marino	<ul style="list-style-type: none"> - Conducción Taller 2 - Reuniones de coordinación Agencia - Edición de Informes - Sistematización de recomendaciones en consideración de la fase de mejoramiento.
Nicolas Alegría	Biólogo Marino	<ul style="list-style-type: none"> - Preparación de insumos para desarrollo de talleres 1 y 2, audiovisual y logística. - Reportería en taller.
Marcos Arteaga	M.Sc. Pesquerías. Biólogo Marino	<ul style="list-style-type: none"> - Preparación de insumos para desarrollo de talleres 1 y 2, audiovisual y logística. - Reportería en taller.

7.4 Objetivo 4. Implementar la agenda de trabajo establecida entre la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura y el Instituto de Fomento Pesquero, para dar cumplimiento oportuno a las actividades y productos requeridos.

Basados en los Términos de Referencia del proyecto, revisados y establecidos en reunión de coordinación inicial del proyecto, este objetivo se relaciona con las acciones de implementación de tareas de la agenda del proyecto, esto es principalmente el desarrollo del Taller 1 de Revisión y Taller 2 de mejoramiento, sobre los cuales se tiene como resultado dos informes Independientes de parte de los expertos.

En las bases, sección métodos (numeral 5.5), se señala que se deberá desarrollar:

- a. Taller de coordinación inicial al inicio del proyecto con IFOP y SSPA para presentar el plan de trabajo.
- b. Acordar el panel de expertos contratados para el proyecto.
- c. Reunión de coordinación con contraparte técnica de IFOP, para traspaso de información.
- d. Reuniones de coordinación en instancias del proyecto y finalmente.
- e. Difusión de resultados en instancias del CCT y CM.

En relación con estos puntos, la totalidad de ellos fueron realizados previo a la entrega del informe de Avance 2, los aspectos de difusión de resultados al CCT y CM, se inician en el mes de abril de 2025. Todos estos aspectos están en concordancia con la agenda acordada con la SSPA. En relación con un programa de implementación de recomendaciones, como resultado del proyecto, estas son de total coordinación entre la SSPA e IFOP, materia consultada a SSPA en su contraparte técnica.

El objetivo 4, se basa fundamentalmente en el acceso oportuno y organizado del material para la revisión al equipo de expertos independientes. Como consta en objetivo 1 y detalle de actividades (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), la totalidad del material fue provisto oportunamente y organizado para el equipo de expertos independientes, quienes tuvieron acceso a:

- a) Informes de CTP de merluza del sur año 2023.
- b) Informe de CTP para merluza de tres aletas, año 2023.

- c) Datos de entrada y modelos implementados en AD Model Builder para el recurso merluza del sur, asesoría 2023.
- d) Datos de entrada y modelos implementados en AD Model Builder para el recurso merluza de tres aletas, asesoría 2023.
- e) Datos y modelo de estandarización de la CPUE utilizada para la evaluación de stock de merluza del sur.
- f) Datos y modelo de estandarización de la CPUE utilizada para la evaluación de stock de merluza de tres aletas.
- g) Informes finales cruceros de evaluación acústica de merluza del sur y merluza de tres aletas año 2022.
- h) Base de datos cruceros año 2022 de ambos recursos (biológica y estimaciones de abundancia y biomasa).

7.4.1 REPORTES EXPERTOS INDEPENDIENTES

Con base en el desarrollo del Taller 1 de revisión y el Taller 2 de mejoramiento, se consolidan las recomendaciones y mejoras por parte del equipo de expertos. Esto es verificable en los documentos de reporte independiente específico de cada taller, así como en el material de apoyo que incluye análisis y modelos implementados. A continuación, se comparten los reportes del Taller 1 y 2, además del reporte de resultados de implementación de modelos SS3, tanto para merluza del sur como para la merluza de tres aletas, que es descrito en detalle en el reporte experto independiente del Taller 2. Los documentos para merluza de tres aletas que complementan el reporte experto: [M3a_report_Jan.html](#) y [M3a_report_jan3_2025.html](#), mientras que en el caso de merluza del sur corresponde a: [MSur_report.html](#) y [MSur_report_2Jan2025.html](#) (en ambos casos los archivos 2025 incluyen casos adicionales).

Enlace:

https://drive.google.com/drive/folders/1Vla4SMqiaNFwbyI_faajs2BcbMwBIofQ

Este reporte de merluza del sur y merluza de tres aletas es el complemento en salidas de los modelos y ejemplos implementados por el equipo de expertos internacionales. Por lo tanto, para su seguimiento se debe utilizar el reporte de expertos incluido en el presente informe de avance. En ellos es posible encontrar las salidas principales de diferentes escenarios de

implementación de modelos en conjunto con diferentes pruebas de diagnóstico, utilizadas para evaluar la robustez y certidumbre con respecto a estimados poblacionales y el desempeño de los modelos a diferentes pruebas ([Ver reporte experto Taller # 2](#)).

FUNCIONES DE PROFESIONALES OBJETIVO 4

El objetivo 4, se entiende como la integración de los objetivos 1 al 3. Adicionalmente, involucra la difusión de contenidos, y se relaciona directamente con poner a disposición tanto del FIPA como de la SSPA la disponibilidad total del equipo de trabajo para interaccionar a través de la participación en reuniones de Comités Científico-Técnicos y del Comité de Manejo de los resultados del proyecto. En especial en alcances técnicos de las materias tratadas, lo que implica, por ejemplo, el uso de los modelos implementados e interpretación de salidas de los modelos. Además, de ser un enlace directo hacia consultas o especificaciones contenidas y expresadas por el panel de expertos para la clarificación de materias técnicas.

Personal profesional	Título profesional	Función
Claudio Gatica	M. Sc. Pesquerías	<ul style="list-style-type: none"> - Integración de resultados de etapas de revisión y mejoramiento experto. - Sistematización de recomendaciones. - Participación directa en reuniones de coordinación y difusión con el FIPA, SSPA. - Edición Informes Pre-final y Final - Entrega de bases de datos y modelos al FIPA y SSPA.
Aquiles Sepúlveda	Dr. Biología. Biólogo Marino	<ul style="list-style-type: none"> - Difusión de resultados - Participación reuniones técnicas - Edición Informes Pre-final y Final - Sistematización recomendaciones - Difusión de resultados

7.5 Reporte Expertos Independientes Taller 1 (revisión)

Revisión independiente externa de merluza de tres aletas y merluza del sur.

Por

Dr. Roberto Licandeo

Dr. Jesús Jurado-Molina

7.5.1 Resumen

Los términos de referencia y tareas a realizar por los revisores externos se muestran en la declaración de trabajo ([Anexo 1](#)). Los revisores encontraron que los términos de referencia en general son diferentes de los temas principales mostrados en los reportes de evaluación del stock. Los reportes contienen información de cómo aplicar y juzgar una evaluación para el manejo de recursos pesqueros. Por ejemplo, se muestran los objetivos generales y específicos de las evaluaciones de merluza de tres aletas (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) y merluza del sur (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). En este contexto, los revisores podrían necesitar más información de la que se presenta en los documentos para llevar a cabo los objetivos del segundo taller.

Los revisores coinciden en que el principal punto con la revisión externa y el proceso de evaluación del stock es que se necesita una clara separación entre la opinión sobre la calidad y los aspectos técnicos de la evaluación del stock y cómo se usa para asesorar y desarrollar medidas de manejo.

Los revisores concuerdan que para la evaluación de stock (y del proceso de revisión si se realiza a intervalos más largos) se debería revisar los siguientes puntos:

1. Los datos y diagnósticos específicos de su recopilación, incluidos cambios temporales biológicos o de dinámica pesquera y cómo estos se tratan. Por ejemplo, en la

estandarización del CPUE y de cruceros acústicos, como los cambios en los patrones de la población se relacionan con la disponibilidad del recurso.

2. La evaluación del stock debe tener elementos que se deriven de la secuencia de inclusión de los datos e incluir cómo se llegó a las decisiones con estadísticas reales que comparen las alternativas del modelo. Esto proporcionaría más transparencia en cómo se consideran y recomiendan los modelos. Deberían incluir estimaciones confiables de medidas de incertidumbre estructurales. Los revisores concuerdan en que los diagnósticos mostrados en los documentos podrían mejorarse considerablemente.

3. Se debe revisar la aplicación de la evaluación para orientar el procedimiento de manejo vigente hacia medidas reales/efectivas de conservación y manejo del recurso. Los documentos se centraron en cómo se aplicaron los procedimientos de gestión sin una orientación más clara sobre la aceptabilidad de la evaluación y cómo la recomendación se relaciona con el manejo del recurso.

Gracias a la transparencia y disponibilidad de documentos sobre la evaluación del stock, el equipo revisor fue capaz de evaluar los datos y supuestos. La información disponible se encuentra en el Anexo 2.

Adicionalmente, en nuestra opinión, la evaluación del stock y el sistema de manejo de los stocks bajo revisión se podrían beneficiar al tener un conjunto claro de directrices para el contenido. Con este propósito, se provee un ejemplo del perfil de los contenidos de la evaluación de stock en el Anexo 3 que es usado en los reportes SAFE hechos por investigadores del National Marine Fisheries Service (NMFS).

Los revisores identificaron que los diagnósticos son incompletos y deben ser complementados. Las siguientes áreas de mejora fueron identificadas:

- Potenciales mejoras en la estandarización del CPUE.
- Considerar el manejo de intervalos de tiempo para la selectividad.
- Uso y definición de los puntos biológicos de referencia.
- Comparar las tasas de explotación y sus efectos potenciales.
- Mejorar el uso de los diagramas de Kobe (diagrama de fase).
- La expresión de incertidumbre debe contener variables reales (datos observados reales), no valores sustitutos (proxy) como en el caso del crucero acústico (biomasa desovante).

- Una clara definición e inclusión en el manejo del punto de deterioro del reclutamiento.

A continuación, se mencionan algunas recomendaciones que podrían ser abordadas en el corto mediano y largo plazo.

- En cuanto a los datos, para la merluza de tres aletas se recomienda no incluir en el modelo las composiciones de edad reconstruidas para 1982 y 1989.
- Para ambas especies se recomienda incorporar datos de peso por edad y madurez con variación temporal donde sea posible.
- Para ambas especies, el equipo considera que la estandarización de la CPUE podría mejorar si se define un modelo máximo que contenga factores adicionales relacionados al arte de pesca (si existen) y las interacciones de primer nivel. El modelo mínimo adecuado para el modelo de CPUE estandarizado surgirá de un proceso de selección del modelo, donde todos los términos no significativos se eliminan siguiendo el principio de parsimonia (Crawley, 2007).
- Los revisores concuerdan que la determinación del estado de la merluza de tres aletas y la merluza del sur se beneficiara al definir el punto de deterioro del reclutamiento en el diagrama de Kobe como se sugiere en el estándar MSC, así como el uso de los términos “overfishing” (existe sobrepesca) y “overfished” (el stock se encuentra en un estado de sobre pesca).
- Se necesita un análisis de los efectos de las incertidumbres principales relacionadas con los supuestos del modelo y disponibilidad de datos.
- Las proyecciones actuales para estos stocks tienden a ser optimistas, asumiendo siempre un crecimiento de la biomasa hasta alcanzar niveles saludables en un tiempo determinado. Los revisores advierten que este enfoque puede estar aplicando una mortalidad por pesca depensatoria (sobre todo para la merluza de tres aletas), manteniendo altas tasas de mortalidad a pesar de las bajas abundancias.

2.2 Objetivo General

En el marco del establecimiento de cuotas globales y anuales de captura, implementar el procedimiento de manejo vigente para la pesquería de merluza de tres aletas, actualizando el estatus en base a los datos e información establecida y aplicando la regla de control de captura que corresponda según el plan de manejo o la que se determine en ausencia de este.

2.3 Objetivos Específicos

1. Detallar y protocolizar el procedimiento de manejo vigente para la pesquería.
2. Implementar el procedimiento de manejo vigente, determinando el estatus del recurso y la captura biológicamente aceptable (CBA).
3. Evaluar bajo incertidumbre la probabilidad de alcanzar los objetivos de manejo en plazos definidos bajo el procedimiento de manejo vigente y candidatos.
4. Detallar y analizar las fuentes de incertidumbre relevantes asociadas a errores de observación, de modelo, de proceso, de estimación y de implementación.

Figura. 1. Secciones 2.2 y 2.3 del reporte de evaluación del stock de la merluza de tres aletas (Pérez-Cuesta *et al.*, 2023).

Objetivo general

Implementar, en el marco del establecimiento de cuotas globales y anuales de captura, el procedimiento de manejo vigente para la pesquería en cuestión, determinando el estatus, en atención a los datos e información establecida, y aplicando la regla de control de captura que corresponda según el plan de manejo o la que se determine en ausencia de este.

Objetivos específicos

Implementar el procedimiento de manejo vigente, determinando el estatus del recurso y la captura biológicamente aceptable (CBA).

Evaluar bajo incertidumbre la probabilidad de alcanzar los objetivos de manejo en plazos definidos bajo el procedimiento de manejo vigente.

Asesorar a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, al Comité Científico Técnico y a los Comités de Manejo en las materias técnicas y de oportunidad que esta Subsecretaría requiera.

Figura. 2. Objetivo general y específicos del reporte de evaluación de la merluza del sur (Contreras-Mejías *et al.*, 2023).

7.5.2 Introducción

7.5.2.1 Merluza de tres aletas

7.5.2.1.1 Distribución

Esta especie presenta patrones importantes de migración relacionados con aguas subantárticas. El desove ocurre durante septiembre y octubre al sur de las islas Malvinas a una profundidad de 200-300 m, y los lugares de desove varían en tamaño y localización dependiendo de la intensidad de la corriente de las Malvinas (Ramos & Winter, 2021). Los peces que desovan en las aguas de las Islas Malvinas migran a la plataforma Patagónica y permanecen en esa área hasta diciembre-enero antes de migrar más al sur a las áreas de alimentación en el mar de Escocia. En Chile, Lillo et al. (1999) reportan la presencia de esta especie en el Pacífico Suroriental debido a su dinámica reproductiva, con un pulso migratorio entrando a Chile del Atlántico durante junio-julio para desovar en aguas chilenas en agosto. Este pulso migra al norte a lo largo de la plataforma continental y el talud hacia el área de desove localizada entre las latitudes 47°S y 51°S, concentrándose de julio a septiembre y retornando al Pacífico Sur hacia el Atlántico a mediados de noviembre, donde se encuentran las áreas de alimentación. De acuerdo con Vargas et al. (2022), esta distribución podría haber cambiado desde 2010, observándose un agrupamiento alrededor de la península de las tres montañas (47°S) en una fracción pequeña cada año y con un retraso de al menos 15 días después de la fecha en que la máxima abundancia ocurrió previamente.

7.5.2.1.2 Biología

Con respecto al desove, se han descrito dos áreas de desove para esta especie, una en el Atlántico suroeste, donde los peces desovan al sur de las Islas Malvinas, a profundidades entre 200 y 300 m en los meses de septiembre y octubre. La segunda área de desove se localiza en el sur de Chile entre el Golfo de Penas y la Península de Tres Montes (47°S y 51°S) a 200-300 m de profundidad (Céspedes *et al.*, 1998). La información sugiere que la merluza de tres aletas, a mediados de año, ingresa a las costas chilenas por el extremo sur desde aguas del Atlántico, migrando al norte para desovar (agosto), y permanece en aguas chilenas en la plataforma y talud continental hasta noviembre de cada año (Cornejo, 2013). Posterior al desove, los peces migran al Atlántico por el sur al iniciar el invierno,

observándose concentraciones altas al oeste de las Islas de los Estados. En la temporada de desove (finales de primavera y principios de verano), la merluza de tres aletas se acerca a la plataforma continental para fines reproductivos concentrándose en aguas relativamente poco profundas, donde libera sus huevos en grandes cantidades, siendo estas zonas ricas en nutrientes, propicias para el desarrollo de los huevos y larvas de esta especie.

La mortalidad natural se ha estimado con diferentes métodos (Aguayo *et al.*, 2010). En general, las estimaciones para las hembras varían entre 0.29 y 0.38 año⁻¹, con un promedio de 0.32 año⁻¹. Por su parte, las estimaciones para los machos varían entre 0.28 y 0.42 año⁻¹, con valor promedio de 0.33 año⁻¹.

En cuanto al crecimiento, la merluza de tres aletas es una especie relativamente longeva, con crecimiento rápido en los primeros años de vida y una tasa de crecimiento notablemente lenta después de la edad siete. Estimaciones de parámetros del modelo de von Bertalanffy producidas por distintos autores se muestran a continuación (Tabla_ 1). Cabe mencionar la existencia de dimorfismo sexual en cuanto al crecimiento, presentando las hembras mayor talla.

Tabla_ 1. Estimaciones de los parámetros del modelo de Von Bertalanffy para la merluza de tres aletas.

Sexo	Parámetro			Estructura medida	Método de determinación	Autores
	L_{∞} (cm)	K (años)	t_0 (años)			
Machos	53,3	0,2330	-1,4586	Radio Anillos	Retro calculo	Paya (1997)
Hembras	56,4	0,2269	-1,1645			
Ambos	55,0	0,2280	-1,3156			
Machos	58,2	0,1391	-3,5728		Edad Actual	
Hembras	61,6	0,1391	-3,1922			
Machos	51,5	0,2677	-1,5934	Radio Anillos	Retro calculo	Ojeda <i>et al</i> (1998)
Hembras	55,1	0,2464	-1,1690			
Ambos	53,3	0,2550	-1,5584			
Machos	55,0	0,1800	-3,3960		Edad Actual	
Hembras	59,1	0,1680	-3,2620			
Machos	52,1	0,2621	-1,6852	Radio Anillos	Retro calculo	Aguayo <i>et al</i> (2010)
Hembras	55,7	0,2390	-1,6789			
Ambos	53,9	0,2480	-1,7120			

7.5.2.1.3 Pesquería

La pesquería de merluza de tres aletas empezó a operar a finales de la década de 1970, con desembarques de 2000 a 5000 t, como parte de la captura incidental de otras especies. A partir de 1993, surgieron proyectos de desarrollo pesquero que impulsaron un fuerte crecimiento de los desembarques, alcanzando 31 mil toneladas anuales en la década de los 90s. Posteriormente, los desembarques empezaron a disminuir después de 2010. Cabe mencionar que, en los últimos 16 años, se ha capturado entre el 78% y el 95% de la cuota asignada. Los desembarques chilenos alcanzaron su mínimo en 2019, con aproximadamente 6075 t. Los datos del Atlántico y el Pacífico muestran que las mayores capturas de merluza de tres aletas ocurren entre el segundo y tercer trimestre del año, asociadas con su migración hacia sus áreas de desove. Las principales áreas de operación de la flota argentina están al este y noreste de las islas de los Estados, con mayores capturas durante mayo-junio cerca del banco Burdwood, en dirección a las islas Malvinas (Madirolas *et al.*, 1997). Durante el periodo 1991-2006, Argentina tuvo capturas superiores a las de las Malvinas y Chile, incluso se recomendó reducir la mortalidad por pesca, sobre todo en las Malvinas debido a su carácter de zona de desove. Por el contrario, en los últimos años Chile ha tenido capturas más grandes, con un 46.5% de las capturas totales, seguido de Argentina y las Malvinas (Falkland Island Government, 2020).

7.5.2.2 Merluza del Sur

7.5.2.2.1 Distribución

La merluza del sur (Southern hake, *Merluccius australis*) es una especie demersal con distribución circunglobal en el hemisferio sur (Paxton *et al.*, 1989). Existen dos grupos distintos, la población de Nueva Zelanda y la Patagónica. En particular, en Chile, se distribuye en aguas externas e internas (Canales y fiordos) entre las regiones de Los Lagos y Magallanes y la Antártica Chilena. Vive entre los 60 y 800 m de profundidad, con las concentraciones más altas entre 200 y 400 m. Se le encuentra en aguas con temperaturas entre 3.8 °C y 12 °C (Aguayo, 1995), cubriendo una distribución en el cono sur de América que se extiende de los 36°00' S en el Pacífico suroriental, bordeando la punta sureña del continente americano para ir hasta los 38°00' S en el lado atlántico.

7.5.2.2.2 Biología

El ciclo reproductivo se concentra de junio a septiembre, con un máximo en agosto (Chong, 1991; Balbontín & Bravo, 1993). Adicionalmente, se ha observado actividad reproductiva en fiordos chilenos durante la primavera austral (Bustos *et al.*, 2007). Los análisis de otolitos sugieren que existe solo un área de desove en el sur de Chile (Brickle *et al.*, 2016), mientras que estudios de isótopos estables revelaron diferencias en el crecimiento larval dependiendo de la influencia de la esorrentía de agua dulce (Landaeta *et al.*, 2018). En cuanto a hábitos alimenticios, la merluza del sur muestra preferencia por la merluza de cola y crustáceos, tanto en aguas interiores como exteriores (Bahamonde, 1953; Ojeda, 1981; Payá, 1992). Aunque se han empleado diversas técnicas, como el análisis de contenido estomacal (ACE) y los análisis de isótopos estables (AIE), para estudiar la dieta de la merluza del sur, en opinión de Keller *et al.* (2016) ambas presentan limitaciones y se recomienda su uso complementario. En cuanto a la edad y el crecimiento, la merluza del sur es una especie longeva con una edad observada máxima de 30 años para ambos sexos. Las mayores tasas de crecimiento se alcanzan durante los 6 primeros años, registrándose el mayor valor entre el primer y el segundo año para ambos sexos. Existe dimorfismo sexual en el crecimiento, las hembras exhiben edades y tallas mayores que los machos (Ojeda & Aguayo, 1986). Los parámetros de crecimiento obtenidos por Ojeda & Aguayo (1986) se presentan enseguida (Tabla_2). La merluza del sur y *M. capensis* se encuentran entre las especies de mayor talla y longevidad del género *Merluccius*.

Tabla_2. Estimaciones de parámetros del modelo de von Bertalanffy para la merluza del sur.

Sexo	Parámetro			Estructura	Método	Autores
	L_{∞} (cm)	K (años)	t_0 (años)			
Machos	110,2	0,0958	-0,8530	n° anillos	Edad Actual	Ojeda & Aguayo (1986)
Hembras	121,4	0,0827	-1,2957			
Ambos	121,0	0,0801	-1,4571			

7.5.2.2.3 Pesquería

La flota chilena con pesca dirigida a la merluza del sur opera entre las latitudes 41°28'S a 57°S, con las flotas industriales operando en aguas exteriores, mientras que la flota artesanal pesca en aguas interiores de las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes y la Antártica Chilena. El área de explotación pesquera se divide en dos unidades de pesquería, una norte (41°28.6'S) y otra unidad sur (47°S – 57°S), subdivididas en áreas administrativas de aguas interiores y exteriores, con límite de la zona exterior las líneas de base rectas.

La flota pesquera ha capturado a la merluza del sur como especie objetivo en la zona austral de Chile desde 1977. Su manejo se basa en un sistema de cuota anual global de captura, restricciones al esfuerzo pesquero y vedas, medidas que tienden a reducir los efectos de la pesquería en la especie objetivo, la fauna acompañante y el ecosistema. Las cuotas anuales son resultado de la evaluación del stock hecha por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), basada en información de capturas, potencial productivo de la población, estimaciones de abundancia, puntos de referencia y los niveles de explotación.

7.5.2.2.4 Capturas

Los desembarques totales de merluza del sur incluyen desembarques oficiales en aguas de las unidades pesqueras del norte y sur para el periodo 1977-2022 de la flota arrastrera industrial, y para la flota palangrera industrial en el periodo 1987-2022. También incluye los desembarques de las regiones X-XII para 1981-2022.

Los desembarques totales han decrecido a partir de 1988, decayendo de 63 mil t a tan solo 12400 t en 2014, presentándose posteriormente una relativa estabilidad en torno a las 17 mil t de promedio durante 2015-2021. Cabe mencionar que si bien la flota artesanal contribuyó oficialmente con el 24% (4115 t) del desembarque total, la información debe ser considerada como referencial, debido a que se deben tomar en cuenta los subreportes y los descartes como parte de la captura. Arancibia et al. (2017) cuantificaron diferencias, para la serie 1980-2015, de 2.7 veces la estadística oficial del país, llegando incluso a 3.05 veces en el año 1988 y a 5.2 en el año 2015. Sin embargo, cabe mencionar que las correcciones oficiales las hace IFOP basadas en un estudio de Payá (2015), quien desarrolló factores de corrección para las dos flotas. Para las flotas arrastreras, el factor de corrección se basó en la razón entre los desembarques observados por los observadores a bordo y los desembarques declarados por

los pescadores. Por otra parte, para la flota artesanal se estimó como el porcentaje en peso de los peces descartables (supuestos menores de la talla mínima legal de 60 cm) en los muestreos de tallas de desembarques.

7.5.3 Métodos de revisión

La declaración de trabajo y los términos de referencia y la agenda se encuentran en el Anexo 1. Los revisores independientes recibieron los documentos y códigos de computadora antes del taller (ver Anexo 2). Las presentaciones sobre cada uno de los aspectos de cómo se realizó la evaluación del stock y el seguimiento de la pesquería para la asesoría en el manejo fueron extensas y se tomaron la mayor parte del tiempo durante la semana del primer taller. En el Anexo 3 se encuentran recomendaciones para la estructura del reporte de la evaluación del stock y recomendaciones que podrían mejorar la lectura del reporte.

7.5.3.1 Respuesta a los términos de referencia

7.5.3.1.1 Compilación de datos

- Cobertura de los muestreos

La información recibida por los revisores sugiere un alto grado de observadores a bordo en los buques industriales tanto para la pesquería de merluza del sur como para la de tres aletas. En la merluza de tres aletas, se señala una cobertura del 100% de los viajes debido a que las operaciones de pesca son llevadas a cabo por solo un buque en los últimos años. Sin embargo, esto no fue siempre el caso, ya que antes del año 2013 la cobertura fue deficiente. Como consecuencia, existe un alto grado de incertidumbre en los niveles de descarte y subreporte para esos años.

Los muestreos biológicos y talla en la flota industrial son adecuados y recomiendan seguir con los protocolos actuales para ambas especies.

- Factores de corrección de descarte y subreporte

La información de descarte/subreporte señala que para años más recientes se aplican factores de corrección. No obstante, si los niveles de cobertura son altos en los últimos años y dado que recientemente los barcos industriales de ambas pesquerías tienen cámaras de vigilancia a bordo, permite sugerir que se podría estimar el nivel de descarte/subreporte. Los revisores sugieren que no se deberían usar factores de corrección para el periodo de tiempo donde

exista un alto grado de cobertura a bordo, debido a que los valores observados corresponden a la captura total (desembarques + descartes + subreporte). No obstante, el problema de los factores de corrección de descarte/subreporte es problemático para aquellos años donde no hay observadores a bordo o a inicios de la pesquería. Desde la presentación y posterior discusión del taller, se desprende que existe un desacuerdo en los factores de corrección a usar en los modelos de evaluación (para corregir los desembarques). Dado que existe un grupo de expertos de descarte/subreporte, los revisores sugieren que se establezca un protocolo para definir cuáles serían los factores que se debieran aplicar, dada la mejor información disponible, siendo esos discutidos y revisados por el comité científico o grupos pertinentes. Tal vez sea necesario establecer un grupo de trabajo para llegar a establecer diferentes hipótesis de descarte que podrían ser usadas más adelante como parte de hipótesis alternativas en modelos operativos en procedimiento de evaluación de estrategias de manejo. Este tema parece ser de alta prioridad y resolver esto podría ayudar a dar más credibilidad al proceso de validación de datos y posterior uso en la evaluación de stock. El problema de descarte/subreporte en la pesquería artesanal de la merluza del sur parece ser un problema de más largo plazo de resolver. Se pudo constatar que los niveles de pesca ilegal no se han actualizado desde un estudio de hace 10 años. Cabe destacar que el subreporte no siempre lleva a la existencia de sobrepesca (“overfishing”). Por ejemplo, cuando existe un subreporte con una tendencia constante a través de los años, las estimaciones de tasas de explotación actuales y estatus podrían ser asumidas sin sesgo. Esto no es así cuando existen tendencias en los subreportes (Rudd & Branch, 2017). Por lo tanto, no solo es importante examinar el nivel de descarte/subreporte sino también su tendencia. Se sugiere que esto sea abordado en futuros análisis de sensibilidad. Por ejemplo, empleando escenarios medianos y altos, comparados con el caso base. Sin embargo, debería haber un protocolo de forma que estos factores puedan ser revisados de forma transparente y eficiente.

- Composición de edades

Las estructuras de edades para ambas especies muestran un buen tamaño de muestra y la estimación de edad muestra una buena resolución, en particular, para la merluza del sur, donde se utilizan secciones delgadas. Los CV de los intralectores son bajos, mostrando un alto nivel de acuerdo. Se recomienda seguir con los protocolos ya establecidos.

- Composición de tallas y muestreo biológico

Si bien las composiciones no son usadas directamente en el modelo de evaluación, los tamaños de muestra son altos. Se recomienda seguir con los protocolos ya establecidos.

7.5.3.1.2 Índices de abundancia acústica

- Merluza de 3 aletas

El índice acústico muestra una tendencia decreciente desde inicios de la serie (2001). Destaca una estimación alta de abundancia absoluta en el año 2020, la cual parece no representar la tendencia decreciente de los últimos años. Para el 2022, la biomasa desovante fue el 91.5% de la biomasa total. Esto podría indicar que el crucero más bien cubre el área reproductiva del recurso. El resumen de la información acústica también concuerda con una baja presencia de adultos (>50 cm), que posiblemente son peces que migran de sur a norte hacia el área de desove. La estructura de edades muestra una clara falta de individuos por sobre los 12 años desde 2013, pero particularmente después de 2017. El equipo acústico mencionó que, para el caso de la merluza de 3 aletas, durante 2022 y 2023 no se realizó la totalidad de los transectos (por restricciones de presupuesto). Así, estos dos años de estimaciones de abundancia no son del todo comparables con los años anteriores.

Además, se señaló que para 2024 y 2025 no hay presupuesto para realizar evaluaciones acústicas. Dado el probable estado del recurso, es importante tener un índice independiente de la pesquería. Se recomienda; 1) al menos realizar una evaluación acústica cada dos años, o 2) realizar una evaluación acústica con apoyo de la industria. Debido a que es muy probable que se necesite establecer un plan de recuperación de la merluza de tres aletas, es importante monitorear si las reducciones propuestas en mortalidad por pesca (u otras medidas que controlen el esfuerzo) se ven reflejadas en la recuperación del recurso. Recolectar información durante periodos de recuperación es muy relevante (Wetzel *et al.*, 2018).

- Merluza del sur

Durante el taller, se discutió la posibilidad de que el desove se haya adelantado/retrasado un mes; en este momento no está claro cómo podría afectar el índice acústico del stock. Se necesita un análisis más profundo. Cabe mencionar, que ha habido cambios en los equipos acústicos; sin embargo, se realizó una comparación exhaustiva y se pudo observar un buen nivel de correlación entre equipos acústicos. También se comentó que se han intensificado los muestreos en los cañones en los últimos años, lo cual tendería a disminuir el CV del

índice. Sin embargo, es deseable un análisis e incorporar este escenario como parte de la incertidumbre para ver su efecto en la evaluación del stock.

7.5.3.1.3 Índices de abundancia de la pesquería

Para la merluza de 3 aletas, como fue recomendado por Francis (2013), parece adecuado no usar los datos de CPUE durante inicios de la serie histórica (1978-1988). Registros usados en la estandarización de la CPUE de tres aletas muestran un cambio espacial de la flota con mayores registros en las zonas 1 (44°S-48°S) y 2 (48°S-50°S) y una mayor estacionalidad en la pesca, principalmente en agosto y septiembre durante los últimos años (desde 2020). El proceso de selección del mejor modelo lineal generalizado para la estandarización de la CPUE se basó en el menor AIC y algunos modelos propuestos que incluyen los factores principales y algunas interacciones. Los índices de CPUE tanto para la merluza del sur como para la merluza de tres aletas podrían presentarse con mayor claridad. Sería bueno mostrar cómo la estandarización afectó las tasas de captura nominales. Esta comparación se beneficiará de una potencial mejora para el proceso de estandarización del CPUE a partir de la definición de un modelo máximo que incluye predictores adicionales e interacciones de primer nivel y un método de selección de modelos parsimoniosos para obtener el modelo mínimo adecuado para el CPUE estandarizado.

7.5.3.1.4 Metodología de la evaluación del stock

Datos de entrada merluza de tres aletas

- Se reconstruyeron las composiciones de edades para los años 1982 y 1989, basadas en transformar las tallas a edades usando una clave-edad única (no año a año). Esta información fue incluida en la función de verosimilitud para las composiciones de edades. Los revisores recomiendan no incluir esta información en la función de verosimilitud, ya que es información procesada (no son datos). El ajuste de esta serie de composiciones muestra que el ajuste es demasiado bueno/óptimo y se distingue claramente de los datos no procesados. Así, la estimación de los desvíos del reclutamiento para estos años no podría ser la adecuada. Otra alternativa sería usar las composiciones de tallas directamente en el modelo (como datos), incluyendo una función de verosimilitud, usando una matriz de transición talla-edad para traspasar la información de talla a edad.

- Los datos de seguimiento muestran cambios importantes en las estructuras de edades/tallas y madurez en la escala temporal. Se señaló que datos de pesos por edad y madurez con variación temporal existen para esta pesquería (y para la prospección acústica). Los revisores recomiendan que esta información sea usada en su totalidad donde sea posible. Dado que la estructura de edad se encuentra deteriorada, incluir esta información podría mejorar la modelación de la dinámica reproductiva. De hecho, el crucero acústico muestra una disminución del peso promedio desde el año 2010.
- El actual modelo de evaluación incluye los desembarques de la flota argentina bajo los 54°S, bajo el supuesto de que esta flota estaría capturando peces que migran hacia el mar de Scotia desde Chile (ej., 4889 t en 2023). Esto fue una recomendación sugerida por Francis (2013).
- No está claro si esta aproximación debería ser mantenida dada el actual estado del recurso. Por ejemplo, incluir capturas/desembarques en un recurso deteriorado podría implicar que el stock del Pacífico podría ser más productivo de lo que realmente es.

Datos de entrada merluza del sur

- Los datos de entrada al modelo de evaluación del stock incluyen los datos de captura. La captura incluye datos de desembarques con un factor de corrección para incluir los descartes. También se incluye la estructura de edades de las flotas arrastrera, palangrera y artesanal. Además, incluye un índice de abundancia absoluta resultado de los cruceros acústicos en la zona de desove, con su respectiva estructura de edades. Otros datos de entrada son los índices de abundancia relativa (CPUE estandarizado) de las flotas de arrastre y palangrera. Finalmente se incluyen datos de madurez fijos, datos de crecimiento y mortalidad natural constante. Durante el taller se mencionó que existen datos anuales de madurez y peso por edad. Estos datos podrían ser usados en futuras evaluaciones del recurso.

7.5.3.1.5 Modelación de la evaluación del stock

En cuanto al modelo conceptual de los stocks, en el caso de la merluza de tres aletas hay incertidumbre en la estructura poblacional. Los trabajos que se han realizado no han podido aclarar cuáles serían los niveles de mezcla en las áreas de alimentación de los dos stocks (de Chile y Argentina/Malvinas) en el mar de Scotia (Arkhipkin *et al.*, 2009; Leguá *et al.*, 2013; McKeown *et al.*, 2017; Niklitschek *et al.*, 2010). McKeown *et al.*, 2017 y Niklitschek *et al.*, 2010 mencionan que hay altos niveles de segregación entre las subpoblaciones del Atlántico

y Pacífico y consideran que la proximidad a las áreas de desove es altamente probable que los adultos vuelvan a su área natal. No obstante, considerando la información presentada, hay poca evidencia de que los cardúmenes que fueron observados a inicios de la pesquería migrando de sur a norte en el Pacífico, sean de similar magnitud a la migración actual. La hipótesis de mezcla de stock ha prevalecido desde 2013, ya que a inicios de la pesquería era evidente la migración de sur a norte en el Pacífico; puede que esto ya no sea el caso.

7.5.3.1.6 Puntos de referencia

Dados las mejoras necesitadas para la evaluación del stock de las especies bajo revisión, los revisores independientes señalaron que sus comentarios sobre los puntos de referencia tienen un carácter ilustrativo. Las recomendaciones emitidas por los revisores independientes deben ser tomadas para desarrollos futuros el lugar de aplicarlas de manera inmediata a las medidas de manejo y determinación del estado actuales. Dadas las restricciones legales que existen para el papel que juegan los puntos de referencia al establecer medidas de conservación y manejo, se recomienda que, en la medida de lo posible, los analistas se esfuercen por evitar puntos de referencia que dependan en gran medida de supuestos teóricos. En particular, supuestos sobre la relación stock-recluta deben ser minimizados en favor de medidas más empíricas. A menos que haya buena evidencia de que los parámetros stock-recluta puedan ser estimados con confianza, lo cual, en la mayoría de los casos, es difícil.

Aquí se muestran algunos detalles para desarrollos futuros de los puntos de referencia y las reglas de control de captura (reglas de control de explotación): El enfoque actual requiere la estimación de puntos de referencia asociados con el rendimiento máximo sostenible (RMS, MSY en inglés). El proxy seleccionado para F_{MSY} es $F_{45\%}$ y el Proxy para B_{MSY} es $0.4B_0$ y B_{lim} está definida como $0.5 B_{MSY} = 0.2 B_0$. Sin embargo, el uso de $B_{40\%}$ como proxy de B_{MSY} y el $F_{45\%}$ como proxy de F_{MSY} es confuso y no es una práctica estándar en el manejo de las pesquerías. En cuanto a la definición del estado del stock, se necesita una definición clara de los términos “overfishing” y “overfished”, términos que no son usados en la definición del estado de los stocks de las merluzas y en la regla de control. En su lugar, se utiliza el término sobreexplotado cuando "el punto biológico actual es menor en el caso de considerar los criterios de biomasa o mayor en el caso de considerar los criterios de tasa de explotación o mortalidad por pesca que el valor esperado de RMS, lo cual no es sostenible a largo plazo". -plazo sin potencial de mayor rendimiento y en riesgo de agotarse o colapsar" (Tascheri,

2022). Los revisores independientes consideran que los términos “overfishing” y “overfished” pueden ser incorporados como se muestra a continuación: Hay sobrepesca (overfishing) cuando $F_t/F_{MSY} > 1$, y el stock está en estado de sobrepesca si $B_t/B_{MSY} < 1$ en el diagrama de Kobe (diagrama de fase). La regla de control actual no provee instrucciones claras para las acciones que se tomarían si el stock está cerca del punto de referencia límite. Por ejemplo, en ambas pesquerías de merluza, cuando el stock está cerca del punto de referencia límite, se sigue usando F_{MSY} , cuando la captura debería haber sido restringida sustancialmente o parada debido a condiciones críticas de la biomasa. Debido a las tendencias en la explotación histórica de estas dos especies, las autoridades pesqueras podrían considerar la adición de un punto de referencia gatillante ($0.3 B_0$) debajo del cual la mortalidad por pesca se tiene que reducir en un esquema dado. Estas propuestas mejorarían la determinación del estado de los stocks.

7.5.3.1.7 Proyecciones y CBA

De acuerdo con los últimos resultados de la evaluación del stock de la merluza de tres aletas, el stock se encuentra en un estado de sobrepesca (overfished) y existe sobrepesca (overfishing). Los resultados sugieren que el stock podría estar bajo o muy cerca del 20% de la biomasa desovante virgen y la mortalidad por pesca está cercana a F_{MSY} . En opinión de los revisores, existe un error conceptual al determinar la CBA. La mortalidad por pesca que se usa actualmente es F_{MSY} (o F status quo). Actualmente, el stock se proyecta en un plazo de X años y se evalúa si la razón entre la biomasa desovante y la biomasa desovante virgen alcanza en X años un nivel cercano o superior a 0.4 con un nivel de probabilidad Y . Para una pesquería en estado “overfished”, como es el caso de la merluza de tres aletas, hay dos problemas. 1) emplear un F_{RMS} (o cercano a este) es una aproximación inadecuada, ya que es una tasa de mortalidad por pesca muy alta para este escenario, pues este nivel de mortalidad por pesca no permitirá recuperar el stock a niveles saludables. 2) el supuesto del reclutamiento futuro, que en este caso es un reclutamiento promedio determinista, es también inadecuado. Este supuesto siempre generará un crecimiento de la biomasa proyectada optimista, que siempre alcanzará un nivel saludable en un tiempo determinado. En realidad, lo que está ocurriendo al aplicar este enfoque es aplicar una mortalidad por pesca depensatoria. Es decir, se mantienen las mortalidades por pesca altas, a pesar de las bajas abundancias. Otra analogía podría ser cuando la CPUE es hiperestable. En este caso, la CPUE

se mantiene estable, mientras que en realidad la biomasa disminuye y no disminuye la mortalidad por pesca.

Los revisores recomiendan explorar la posibilidad de abandonar el actual método de proyección para la CBA. Se recomienda en su lugar solo proyectar el stock en el corto plazo, o hasta que solo la estructura de la población histórica sea la cual conduzca/guie/gobierne la biomasa futura. Se recomienda establecer un protocolo de cómo se realizarán estas proyecciones. Note que cuando el stock se encuentra en estado de sobrepesca, se deberían aplicar protocolos o planes para recuperar la población al menor tiempo posible. Ese protocolo debería ser diferente cuando el stock se encuentra saludable.

7.5.3.1.8 Tratamientos alternativos

Para la merluza de tres aletas, las alternativas exploradas se centraron en el uso de modelos con/sin hiperestabilidad, con/sin información acústica y con/sin equilibrio al inicio de la modelación.

Para la merluza del sur, las alternativas exploradas se enfocaron a i) auditoria de procesos biológicos a través de la revisión de los procesos pesqueros y biológicos, ii) la exploración de la consistencia en el cálculo de la Captura Biológicamente Aceptable (CBA), basado en puntos biológicos de referencia (PBR) al integrar en la evaluación del stock la información de cruceros acústicos y distintos criterios para calcular CBA.

7.5.3.1.9 Incorporación del manejo pesquero basado en el ecosistema.

Actualmente, las metodologías de evaluación de stock usadas en Chile son monoespecíficas, las cuales se enfocan en la maximización de la captura de una especie objetivo ignorando los impactos en hábitats, interacciones depredador-presa, y otros componentes del ecosistema e interacciones (Pikitch *et al.*, 2004). En décadas recientes, el claro entendimiento de que las poblaciones marinas no son entidades aisladas, sino que son parte de complejas tramas de interacción con otras especies y el medioambiente (Hollowed *et al.*, 2000; Livingston and Jurado-Molina, 2000; Kempf *et al.*, 2006) ha incrementado el interés en el desarrollo de un enfoque ecosistémico para el manejo de los recursos pesqueros. De acuerdo con Pikitch *et al.* (2004), el manejo pesquero basado en el ecosistema debe i) evitar la degradación de los ecosistemas, basado en indicadores de calidad medioambiental y estado del sistema; ii) tomar

en cuenta los requerimientos de otros componentes del ecosistema (por ejemplo, especies no objetivo, especies protegidas, consideraciones del hábitat y varias interacciones tróficas).

Dentro de este marco de referencia, el punto inicial para el manejo pesquero basado en el ecosistema de las pesquerías de merluza del sur y merluza de tres aletas incluiría:

1. Valorar los impactos potenciales del arte de pesca (listar los que se usan) en el hábitat y el desarrollo de medidas para disminuir dichos impactos.
2. Valorar los efectos potenciales en disponibilidad de presas para el depredador a través del desarrollo de modelos multi-específicos y tróficos.
3. Valorar los efectos potenciales en especies no objetivo (efectos indirectos de la mortalidad por pesca, descartes, pesca incidental, especies en peligro, amenazadas y protegidas EPAP (ETP species en inglés) y desarrollar medidas para disminuir dicho impacto.

En particular, en el caso de Chile, se mencionó la interacción de los mamíferos marinos con la merluza del sur. Se estimó que aproximadamente un 35% podría ser consumido por los mamíferos marinos en la flota artesanal. Además, se señaló que los cultivos de salmones podrían haber ayudado al incremento poblacional de los lobos marinos, en conjunto con las normativas chilenas para la protección de los mamíferos marinos. Los evaluadores mencionaron que en otros países la interacción con mamíferos marinos es un tema relevante en ciertos stocks pelágicos y demersales (O’Boyle & Sinclair, 2012; Overholtz & Link, 2007). El monitoreo y posible interacción con mamíferos marinos deberían ser investigados en el futuro. Finalmente se mencionó que la merluza del sur preda sobre la merluza de cola, seguida por camarones. Así, la abundancia de la merluza de cola podría ser relevante para el manejo de la merluza del sur.

Cabe mencionar que el manejo de los recursos pesqueros seguirá basándose en modelos monoespecíficos; sin embargo, el desarrollo de las metodologías y medidas del enfoque ecosistémico proveerá información adicional para mejorar la evaluación del stock y proteger especies, el hábitat y el ecosistema. Cabe mencionar que algunos esfuerzos se han hecho para el desarrollo de modelos multi-específicos (Jurado-Molina *et al.*, 2016) que incluían a la merluza del sur y la merluza de tres aletas. Sería recomendable que este enfoque se retomara, pues un modelo multi-específico basado en datos de contenido estomacal podría proveer

estimaciones de la mortalidad natural que podrían ser incorporadas como parte de la incertidumbre en la evaluación del stock.

Adoptar el manejo pesquero basado en el ecosistema proveerá múltiples beneficios, como mantener los beneficios y servicios para entregar beneficios sociales, económicos y culturales a la sociedad, e incrementar la participación de las partes interesadas (pescadores, armadores, sociedades cooperativas, académicos, consumidores, etc.). Un beneficio extra es que la implementación de este enfoque facilitará la certificación de las pesquerías chilenas, debido a que se tendrá suficiente información para validar el principio dos del Marine Stewardship Council (MSC Fisheries standard).

7.5.4 Conclusiones y recomendaciones para la investigación futura

Se considera que el envío de una minuta por parte de los revisores es una buena práctica debido a que permite tanto a los revisores como al equipo técnico aclarar dudas y encontrar posibles problemas en los análisis de datos y la evaluación del recurso. Se sugiere que esta práctica sea mantenida. No obstante, también se sugiere que esta minuta sea distribuida entre los asistentes.

Los revisores consideran que el taller presencial es necesario debido a que muchas dudas y preguntas no pueden ser respondidas leyendo los reportes suministrados. Se sugiere que esta práctica sea mantenida

Los revisores determinaron tres categorías de problemas/recomendaciones (corto, mediano y largo plazo):

Corto: Mejora de protocolos para la estandarización de la CPUE. Definir protocolos de cómo se describen y presentan el estado de los recursos (diagramas de Kobe, punto de referencia).

Mediano: protocolo y validación de descartes/subreportes para la merluza de tres aletas y merluza del sur. Protocolo para determinar las cuotas de captura, incluyendo cómo se realizan las proyecciones. Mejoras en cómo se presentan los documentos de la evaluación de stock.

Largo: Los revisores recomiendan que estas pesquerías establezcan reglas de control de explotación y posteriormente se usen técnicas de evaluación de estrategias de manejo (Management Strategy Evaluation, MSE, Punt *et al.*, 2016). Muchas de las hipótesis complejas que, por ejemplo, no pueden ser evaluadas debido al tiempo y costo (ej., estructura poblacional, descartes/subreporte) podrían ser puestas a prueba en distintos modelos

operativos. Como resultado, se podría evaluar/obtener reglas de control robustas para esas fuentes de incertidumbre.

Se recomienda desarrollar los programas adecuados para llevar a cabo las tareas iniciales mencionadas en la sección anterior para incorporar un enfoque basado en ecosistemas al manejo de los recursos de merluza del sur y merluza de tres aletas.

7.5.5 Literatura citada

- Aguayo, M. 1995. Biology and fisheries of Chilean hakes, fisheries, ecology and markets. En: Alheit, J. & Pitcher, T. (Eds.), Fisheries ecology and markets. Chapman & May, Londres, pp. 305-337.
- Aguayo M., J. Chong. & I. Paya. 2010. Estimación de edad, crecimiento y mortalidad natural de merluza de tres aletas, *Micromesistius australis* Norman (1937) en el Océano Pacífico Suroriental. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 45 (51): 310-324.
- Arancibia, H., H. Robotham., R. Alarcón., M. Barros., O. Santis. & C. Sagua. 2017. Informe Final Proyecto FIP N° 2015-45. Metodología para la Estandarización de Capturas Totales Anuales Históricas. Casos de Estudio: Pesquerías de Merluza Común y Merluza del Sur. Universidad de Concepción, 207 pp.
- Arkhipkin, A. I., P.C. Schuchert. & L. Danyushevsky. 2009. Otolith chemistry reveals fine population structure and close affinity to the Pacific and Atlantic oceanic spawning grounds in the migratory southern blue whiting (*Micromesistius australis australis*). Fisheries Research, 96(2), 188–194.
- Bahamonde, N. 1953. Alimentación de la merluza de los canales (*Merluccius australis*, Hutton). Investigaciones Zoológicas Chilenas 2: 23-30.
- Balbontín, F. & R. Bravo. 1993. Fecundidad, talla de la primera madurez sexual y datos biométricos en la merluza del sur *Merluccius australis*. Rev. Biol. Mar., Valparaíso 28:111 – 132.

- Brickle, P., P.C. Schuchert., A.I. Arkhipkin., M.R. Reid. & H.S. Randhawa. 2016. Otolith Trace Elemental Analyses of South American Austral Hake, *Merluccius australis* (Hutton, 1872). Indicates Complex Salinity Structuring on their Spawning/Larval Grounds. PLOS ONE 11(1): e0145479. Doi:10.1371/journal.pone.0145479.
- Bustos, C.A., F. Balbontín. & M. Landaeta. 2007. Spawning of the southern hake (*Merluccius australis*) (Pisces: Merlucciidae) in Chilean fjords. Fish. Res. 83 (1): 23 – 32.
- Céspedes R., H. Robotham., A. Zuleta., A. Adasme. & P. Gálvez. 1998. Análisis de la pesquería de la merluza de tres aletas en la zona sur austral. Informe Final (FIP 96-36), IFOP, 124 pp.
- Chong, J. 1991. Ciclo reproductivo y fecundidad de la merluza del sur, *Merluccius australis*, en la pesquería sur-austral. Estudio complementario captura total permisible del recurso merluza del sur en aguas interiores. 1991. Informe Técnico IFOP-SUBPESCA.
- Contreras-Mejías, F.J., S. Musleh-Vega. & F. Cabello'Bastías. 2023. Informe Técnico Asesoría (Estatus, Posibilidades de explotación). Instituto de Fomento Pesquero. Documento interno.
- Cornejo, M. 2013. Edad y crecimiento de la merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*) en los stocks de los océanos Atlántico y Pacífico sur. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Escuela de Ciencias del Mar. Proyecto de Tesis, 41 pp.
- Crawley, M. J. 2007. The R book. John Wiley & Sons, LTD. The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO19 8SQ, England.
- Falkland Islands Government. 2022. Fisheries Department Fisheries Statistics, Volume 26, 2021: 98 pp.
- Francis, C, 2013. Report on the 2012 stock assessment of Southern Blue Whiting “Merluza de Tres Aletas”. Prepared for Department of Oceanography University of Concepción
- Hollowed, A., J. Ianelli. & P.A. Livingston. 2000. Including predation mortality in stock assessments: a case study for Gulf of Alaska Walleye Pollock. ICES Journal of Marine Science 57:279–293.
- Hollowed, A., J. Ianelli. & P.A. Livingston. 2000. Including predation mortality in stock assessments: a case study for Gulf of Alaska Walleye Pollock. ICES Journal of Marine Science 57: 279–293.

- Jurado-Molina, J., C. Gatica, H. Arancibia, S. Neira. & R. Alarcon. 2016. A Multispecies Virtual Population Analysis for the Southern Chilean Demersal Fishery. *Marine and Coastal Fisheries*. 8:1, 350-360, DOI: 10.1080/19425120.2016.1167796
- Keller, H.R., A.C. Hirons. & D.W. Kerstetter. 2016. Combined stomach content and $\delta^{13}\text{C}/\delta^{15}\text{N}$ analyses of oil fish, escolar, snake mackerel and lancetfish in the western North Atlantic. *Mar. Ecol.* 37: 727-736.
- Kempf, A., J. Floeter. & A. Temming. 2006. Decadal changes in the North Sea food web between 1981 and 1991: implications for fishery stock assessment. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 63: 2586–2602.
- Landaeta M., G. Castillo. & C. Bustos 2018. “Effects of Salinity Gradients on Larval Growth and Otolith Asymmetry of Austral Hake *Merluccius australis*” *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 46 (1): 212–18.
- Leguá, J., G. Plaza., D. Pérez. & A. Arkhipkin. 2013. Otolith shape analysis as a tool for stock identification of the southern blue whiting, *Micromesistius australis*. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41(3),479-489.
- Lillo S., R. Céspedes. & M. Barbieri. 1999. Evaluación directa del stock desovante de merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*) y monitoreo de sus procesos biológicos y migratorios. Informe Final, IFOP (1999), 48 pp.
- Livingston, P. A. & J. Jurado-Molina. 2000. A multispecies virtual population analysis of the eastern Bering Sea. *ICES Journal of Marine Science* 57: 294–299.
- Madirolas, A., E. M. Acha, R. A. Guerrero. & C. Lasta. 1997. Sources of acoustic scattering near a halocline in an estuarine frontal system. *CI. MAR.*, 61 (4): 431-438.
- McKeown, N. J., A.I. Arkhipkin. & P.W. Shaw. 2017. Regional genetic population structure and fine scale genetic cohesion in the Southern blue whiting *Micromesistius australis*. *Fisheries Research*, pp 176-184.
- Niklitschek, E. J., D. H. Secor., P. Toledo., A. Lafon. & M. George-Nascimento. 2010. Segregation of SE Pacific and SW Atlantic southern blue whiting stocks: Integrating evidence from complementary otolith microchemistry and parasite assemblage approaches. *Environmental Biology of Fishes*, 89 (3): 399–413.

- Norman, J.R., 1937. Coast fishes. Part II. Patagonian region. Discov. Rep. 16, 150.
- O'Boyle, R., & Sinclair, M. 2012. Seal–cod interactions on the Eastern Scotian Shelf: Reconsideration of modelling assumptions. Fisheries Research, vol 115–116: 1–13.
- Ojeda, F.P. 1981. Estructura comunitaria de peces demersales en el extremo austral de Chile: Explicación ecológica de patrones latitudinales, batimétricos y de simpatria. Tesis. Universidad de Chile. 91 pp.
- Ojeda, V. & M. Aguayo. 1986. Edad y crecimiento de merluza del sur (*Merluccius australis*) (Gadiformes-Merluciidae). Investigaciones Pesqueras (Chile) 33: 47-59.
- Ojeda V., L. Muñoz., A. Villalón., K. Hunt., M. Miranda., L. Cid. & L. Vidal. 2014. Estructuras de edad en las capturas de los recursos: Merluza del sur, Congrio dorado, Merluza de tres aletas. En: Proyecto Asesoría Integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura, 2013. Actividad Demersal. Reg. 2014-I-11. SEC- IFOP.
- Overholtz, W.J. & J.S Link. 2007. Consumption impacts by marine mammals, fish, and seabirds on the Gulf of Maine–Georges Bank Atlantic herring (*Clupea harengus*) complex during the years 1977-2002. ICES Journal of Marine Science, 64 (1): 83–96.
- Payá, I. 1992. The diet of Patagonian hake *Merluccius australis polylepis* and its daily ration of Patagonian grenadier *Macrouronus magellanicus*. In: Benguela Trophic Functioning. Payne, A. I. L., Brink, K. H., Mann, K. H. and R. Hilborn (Eds.). Afr. J. Mar. Sci., 12: 753-760.
- Payá I. 2015. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales, año 2015. Merluza del Sur. Informe de Estatus y Cuota. Subsecretaría de Economía y Empresas de menor tamaño – IFOP, 127 pp.
- Paxton, J.R., D.F. Hoese., G.R. Allen. & J.E. Hanley,. 1989. Pisces. Petromyzontidae to Carangidae. Zoological Catalogue of Australia, Vol. 7. Australian Government Publishing Service, Canberra, 665 pp.
- Pérez-Cuesta, Ma. C., I. S. Payá-Contreras. & F.J. Contreras-Mejías. 2023. Informe técnico asesoría (estatus, posibilidades de explotación). Instituto de Fomento Pesquero, Subsecretaría de Economía y EMT.
- Pikitch, E. K., C. Santora, E. A. Babcock, A. Bakun, R. Bonfil, D. O. Conover, P. Dayton, P. Doukakis, D. Fluharty, B. Heneman, E. D. Houde, J. Link, P. A. Livingston, M.

- Mangel, M. K. McAllister, J. Pope. & K.J. Sainsbury. 2004. Ecosystem-Based Fishery Management. Science. Vol (305): 346-347.
- Punt, A. E., D.S. Butterworth., C.L. de Moor., J.A. De Oliveira. & M. Haddon. 2016. Management strategy evaluation: Best practices. Fish and Fisheries, 17(2), 303–334.
- Ramos, J.E. & A. Winter. 2021. Stock assessment of southern blue whiting (*Micromesistius australis australis*) in the Falkland Islands. SA–2021–BLU. Fisheries Department, Directorate of Natural Resources, Falkland Islands Government, Stanley, Falkland Islands, 52 pp.
- Rudd, M.B. & T.A. Branch. 2017. Does unreported catch lead to overfishing? Fish and Fisheries, 18(2), 313–323.
- Shubnikov, D.A., Y.E. Permitin. & S.P. Voznyak. 1969. Biology of the pelagic gadoid fish *Micromesistius australis* Norman. Trudy VNIRO 66: 299-306.
- Tascheri, R., J. Sateler., V. Ojeda., J. Olivares., R. Gili., R. Bravo., C. Vera., C. Montenegro., M. González., J. Merino. & J. González. 2002. Investigación situación pesquería demersal zona centro–sur, 2001. Informe Final. Programa de seguimiento de las principales pesquerías nacionales. SUBPESCA – IFOP, 316 pp.
- Vargas R., J. Legua., V. Ojeda., R. Céspedes., M. Miranda., L. Muñoz., M. Lichtenberg., S. Klarian., F. Vargas., C. López., J. Julca., I. Quintanilla. & A. Saavedra. 2022. Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre la X y XII Regiones: Sección III. Merluza de tres aletas. 2022. Convenio de desempeño 2022. Subsecretaría de Economía y EMT 152 pp.
- Wetzel, C. R., A.E. Punt. & J. M. Cope. 2018. The effect of reduced data on the ability to monitor rebuilding of overfished fish stocks. Fishery Bulletin, 116 (2), 190–206.

7.5.6 Anexo 1. Declaración de trabajo

Se convocó a una revisión externa independiente de la evaluación de las poblaciones de merluza de tres aletas y merluza del sur del 3 al 7 de junio de 2024 en Viña del Mar para llevar a cabo el taller 1 (revisión por pares) para la evaluación del stock de dichas especies. Está previsto un segundo taller de seguimiento del 6 al 10 de enero de 2024 para generar mejoras en la evaluación del stock y establecer un modelo base en los casos necesarios. Los términos de referencia del revisor incluyen:

- Evaluar críticamente el enfoque de evaluación, la hipótesis de trabajo y el modelo conceptual y proponer mejoras.
- Revisar los parámetros de vida, especialmente los parámetros de crecimiento y el tamaño/edad de la primera madurez.
- Revisar los datos y los parámetros de entrada al modelo de evaluación de stock con énfasis en los índices de abundancia y la clave edad-longitud utilizados.
- Revisar los procedimientos, métodos y modelos de estimación utilizados para el tratamiento de la incertidumbre, con énfasis en el reclutamiento, y proponer mejoras.
- Revisar los puntos de referencia e indicadores (de estado y flujo) utilizados para establecer el estado de conservación del recurso y proponer mejoras.
- Recomendar mejoras en el proceso de evaluación a través de estudios de investigación para aumentar el conocimiento del recurso y reducir la incertidumbre en el estado de estimación.
- Recomendar mejoras relacionadas con la incorporación de un enfoque ecosistémico para la gestión.
- Facilitar la implementación de sugerencias de mejoras priorizadas en el proceso de revisión si no es necesario realizar un cambio estructural en el modelo.
- Contribuir al desarrollo e implementación de un nuevo modelo base en caso de cambios estructurales en el modelo con:
 - i. Propuesta de un modelo conceptual que incluya procesos biológicos, pesqueros y ambientales que impacten en el recurso.
 - ii. Selección fundamentada de modelos candidatos, en relación a procesos biológicos, para la evaluación de hipótesis estructurales.

- iii. Análisis de robustez estadística que incluya un estudio de sensibilidad e incertidumbre.
- iv. Análisis retrospectivo para evaluar los efectos en los indicadores de población.
- v. Utilización del modelo base para evaluar la estrategia de explotación aplicada al recurso, considerando indicadores de desempeño requeridos por el SSP.
- vi. Desarrollar acciones o recomendaciones para facilitar la implementación de los resultados generados

Agenda

Día 1

Hora	Tema	Conferenciante
9:10-9:30	Bienvenida/ logística /introducción	(Claudio Gatica)
9:20-9:40	Conducción reunión/agenda/modalidad	(Aquiles Sepúlveda)
9:40-9:45	Importancia revisiones y manejo	(Sectorialista)
9:50-10:50	Monitoreo y seguimiento merluza del sur y tres aletas	
11:00-11:20	Café	
11:30-12:10	Consultas e interacción por información	(Expertos)
12:10-12:40	Opinión de expertos respecto a datos y diseño	(Roberto Licandeo y Jesús Jurado-Molina)
12:40-14:30	Almuerzo	
14:30-15:45	Índices independientes acústicos de merluza del sur y tres aletas	
15:45-16:15	Consultas y discusión general	(Roberto Licandeo y Jesús Jurado-Molina, Aquiles Sepúlveda)
16:15-16:30	Café	
16:30-17:30	Opinión expertos por información acústica	(Expertos)

Día 2

Hora	Tema	Conferenciante
9:10-9:30	Bienvenida/ logística /introducción	(Claudio Gatica)
9:20-9:40	Conducción /agenda/modalidad	(Aquiles Sepúlveda)
9:40-9:45	Importancia revisiones y manejo	(Sectorialista)
9:50-10:30	Modelo conceptual	Evaluador

10:30-11:00	Consultas expertos	
11:00-11:20	Café	
11:30-12:10	Datos e información en modelo evaluación stock	(Evaluador)
12:10-12:40	Consultas expertos /discusión/ consultas público	(Roberto Licandeo y Jesús Jurado-Molina)
12:40-14:30	Almuerzo	
14:30-15:30	Modelo Evaluación de stock y PBR	(Evaluador)
15:30-16:00	Consultas y discusión general	(Roberto Licandeo y Jesús Jurado-Molina, Aquiles Sepúlveda)
16:00-16:20	Café	
16:20-17:20	Comentarios expertos y público	

Día 3

Hora	Tema	Conferenciante
9:00-9:20	Bienvenida/ logística /introducción	(Claudio Gatica)
9:20-9:40	Status del recurso y proyecciones	(Evaluador)
10:20-11:00	Consultas expertos, aclaraciones	(Roberto Licandeo y Jesús Jurado-Molina)
11:00-11:30	Café	Evaluador
11:30-12:30	Discusión general, comentarios	(Roberto Licandeo y Jesús Jurado-Molina)
12:40-14:30	Almuerzo	
14:30-15:30	Resumen temáticas y apreciación general	(Roberto Licandeo y Jesús Jurado-Molina, Aquiles Sepúlveda)
15:30-16:00	Comentarios público participante	(Público participante)
16:00-16:20	Café	
16:20-17:20	Interacción expertos, acuerdos y discusión	(Roberto Licandeo y Jesús Jurado-Molina, Aquiles Sepúlveda)

Día 4

Hora	Tema	Conferenciante
9:00-9:20	Resumen ejecutivo jornada previa	(Aquiles Sepúlveda)
9:20-9:40	Conducción reunión/agenda/modalidad	(Aquiles Sepúlveda)

9:40-9:45	Importancia revisiones y manejo	(Sectorialista)
9:50-10:30	Modelo conceptual	(Evaluador)
10:30-11:00	Consultas expertos	
11:00-11:20	Café	
11:30-12:10	Datos e información en modelo evaluación stock	(Evaluador)
12:10-12:40	Consultas expertos /discusión/ consultas público	(Roberto Licandeo y Jesús Jurado-Molina)
12:40-14:30	Almuerzo	
14:30-15:30	Modelo y PBR	(Evaluador)
15:30-16:00	Consultas y discusión general	(Roberto Licandeo y Jesús Jurado-Molina, Aquiles Sepúlveda)
16:00-16:20	Café	
16:20-17:20	Comentarios expertos y público	(Expertos y público)

Día 5

Hora	Tema	Conferenciante
9:00-9:20	Resumen ejecutivo jornada previa	(Aquiles Sepúlveda)
9:20-10:20	Estatus del recurso y proyecciones	(Evaluador)
10:20-11:00	Consultas expertos, aclaraciones	(Roberto Licandeo y Jesús Jurado-Molina)
11:00-11:30	Café	Evaluador
13:30-12:30	Discusión general, comentarios	(Roberto Licandeo y Jesús Jurado-Molina)
12:40-14:30	Almuerzo	
14:30-15:30	Resumen temáticas y apreciación general	(Roberto Licandeo; Jesús Jurado-Molina, Aquiles Sepúlveda)
15:30-16:00	Comentarios público participante	(Público)
16:00-16:20	Café	
16:20-17:20	Interacción expertos, acuerdos y discusión	(Roberto Licandeo y Jesús Jurado-Molina, Aquiles Sepúlveda)

7.5.7 Anexo 2. Listado de documentos y códigos recibidos por los revisores externos.

Carpetas en FIPA2023-27web

- Doc_Plan de Manejo Msur
- Documentos
- Informes CTP
- Informes IFOP al WS
- Presentaciones
- background

FIPA2023-27web/Doc_Plan de Manejo Msur:

- PlanManejoMsur.pdf

FIPA2023-27web/Documentos:

- msur
- mtres

FIPA2023-27web/Documentos/msur:

- revisiones

FIPA2023-27web/Documentos/msur/revisiones:

- Info_Final_Pares_(02 nov 2017)_VF.pdf
- Reporte_Merluza_del_Sur_Dr_James_Ianelli_2011.pdf

FIPA2023-27web/Documentos/mtres:

- revisiones

FIPA2023-27web/Documentos/mtres/revisiones:

- INFORME FINAL_revisión SC y M3A.pdf
- Review_report_Stock_Assessment_Common_Sardine_T_Polacheck_eng.pdf
- Review_report_Stock_Assessment_Common_Sardine_T_Polacheck_sp.pdf
- Review_report_Stock_Assessment_M3Aletas_C_Francis_eng.pdf
- Review_report_Stock_Assessment_M3Aletas_C_Francis_sp.pdf
- Revisión MdeCola y M3aletas_Ana_Parma_2002.pdf

FIPA2023-27web/Informes CTP:

- INFORME TÉCNICO DE ASESORIA MSUR 2024_1.pdf
- Informe Técnico asesoria (estatus de posibilidades de explotacion) M3aletas.pdf

FIPA2023-27web/Informes IFOP al WS:

- A N E X O III_REPORTE_FINAL.pdf
- CTPFINALM3A2004.pdf
- IFOP_Second_BRP_Workshop_Report.pdf
- INIDEP_2022_ITO_056.pdf
- IT 96-39.pdf
- Informe consolidado Estatus_M3aletas2021(final).pdf
- _ESTATUS2014__InformeFinalPBR.pdf
- _FINAL_REPORT_WK3.pdf

FIPA2023-27web/Presentaciones:

- Día1
- Día2
- Día3
- Día4
- Día5

FIPA2023-27web/Presentaciones/Día1:

- Acustica M3A - FIPA 2023-27_Benchmark Ev Indirecta_JL_update.pdf
- M3A_acustica.pdf
- M3A_seguimiento_industrial.pdf
- MSUR_acustica.pdf
- MSUR_seguimiento_industrial.pptx
- PRESENTACIÓN 3 de JUNIO MSUR_Benchmark_JLegua_update.pdf
- msur art2024.pptx

FIPA2023-27web/Presentaciones/Día2:

- m3a_MC y datos 1up.pptx
- m3a_MC y datos.pptx
- modelo_eval_m3a_2024 1 up.pptx
- modelo_eval_m3a_2024.pptx

FIPA2023-27web/Presentaciones/Día3:

- m3a_estatus_CBA 1.pptx

FIPA2023-27web/Presentaciones/Día4:

- 1 Modelo conceptual Msur.pptx
- 2 Información para la evaluación de stock Msur.pptx
- 3 Modelo evaluación de stock Msur.pptx
- 4 Objetivos de manejo y PBR Msur.pptx
- CPUE_std_MSUR_semusleh-2024.pptx
- Image20240606103519.png

FIPA2023-27web/Presentaciones/Día5:

- 5 Estatus MSUR.pptx
- 5 Estatus MSUR_up.pptx
- 6 Modelo de proyección Msur.pptx
- 6 Modelo de proyección Msur_up.pptx
- _ESTATUS2014__InformeFinalPBR 1.pdf

FIPA2023-27web/background:

- D1.pdf
- D2.pdf
- D3.pdf
- D4.pdf
- Papers de interés

FIPA2023-27web/background/Papers de interés:

- Anexo Reporte Comisión Técnica.doc
- Arkhipkin. 2009.pdf
- INIDEP_2022_ITO_056.pdf
- Legua. 2003.pdf
- Mckeown. 2016.pdf
- Niklitscheketal2010.pdf

7.5.8 Anexo 3. Ejemplo de la configuración de un documento de evaluación de stock.

7.5.8.1 Título y lista de autores

7.5.8.2 Resumen ejecutivo

1. Stock pesquero: especies/área
2. Capturas: tendencias y niveles actuales
3. Fuentes de información (datos)
4. Biomasa del stock
5. Reclutamiento
6. Desempeño del manejo
7. Proporcionar la base para la asesoría de captura.
8. Un resumen de los resultados de cualquier análisis de reconstrucción: tabla mostrando el año en el cual se espera que se produzca la reconstrucción, el periodo de reconstrucción, la captura para el próximo año de pesca y la probabilidad de recuperación del indicador sustituto de BMRS para un rango de estrategias de captura (incluyendo una para la cual la probabilidad de recuperación dentro del periodo de reconstrucción es 0,5).

7.5.8.3 Resumen de cambios principales

1. Cambios en el manejo de la pesquería.
2. Cambios en los datos de entrada (por ejemplo, especifica cualquier fuente de nuevos datos y cuáles fuentes de datos se han actualizado).
3. Cambios a la metodología de la evaluación del stock.
4. Cambios en los resultados de la evaluación del stock

7.5.8.4 Respuestas a comentarios por parte de revisores (si existen)

7.5.8.5 Introducción

1. Nombre científico
2. Descripción de la distribución general (incluir mapa, mostrar la frontera de la distribución del stock, y si es posible, la distribución actual)
3. Evidencia de la estructura del stock (si existe)

4. Descripción de las características de las historias de vida relevante a la evaluación del stock (por ejemplo, características especiales de la biología reproductiva)
5. Resumen breve de la historia del manejo del recurso. Descripción breve de la estrategia de explotación anual. Todos los parámetros del modelo y salidas deben incluir las unidades correspondientes
6. Resumen de las especificaciones técnicas de los cálculos y estimaciones de BMRS o sus proxies.
7. Breve historia de la pesquería objetivo de la población, incluyendo a) períodos de apertura/cierre de la pesquería, b) revisiones en la política de captura, y c) cambios en el acceso a la pesquería.
- 8.6 Datos (Los elementos de esta sección deben presentarse en forma tabular)
 1. Resumen de información nueva (esta sección debe repetir esencialmente la información proveída)
 2. Datos que deben ser presentados como series de datos, separados por sexo y, dependiendo en la evaluación:
 - a. Captura total, particionada por estrato usado en el modelo de evaluación del stock
 - b. Información de captura incidental y descartes. Capturas no retenidas y descartes idealmente deberían ser reportadas usando las categorías en una tabla. El encabezado de la tabla debe especificar las tasas de mortalidad aplicadas a los descartes y la captura incidental, y si a los valores de la tabla se les han aplicado estas tasas de mortalidad o no.
 - c. Captura por longitud (con tamaños de muestra) para la pesquería, pesca incidental, descartes, y campañas de muestreo. Para las campañas de muestreo hay que incluir todas las campañas conocidas que capturan la especie.
 - d. Estimaciones de biomasa de las campañas de muestreo (con medida de la incertidumbre)
 - e. Captura por longitud de la campaña de muestreo (con tamaños de muestra)
 - f. Serie de captura por unidad de esfuerzo (si es usada en la evaluación del stock e información de cómo se estandarizaron los datos con tablas y figuras de diagnóstico).
 - g. Otras series de datos (por ejemplo, abundancia del depredador, esfuerzo pesquero, datos de marcado, etc.)
 3. Datos que podrían ser agregados a lo largo del tiempo

- a) Crecimiento por muda, frecuencia de muda (por sexo y quizá por estado de madurez).
- b) Peso por longitud o peso por edad (por sexo)
- 4. Información de cualquier fuente de datos que estuvieron disponibles, pero que fueron excluidos de la evaluación.

7.5.8.6 Enfoque analítico

- 1. Historia de los enfoques de modelización para este stock.
 - a) Resumir los comentarios de revisiones pasadas y abordar secuencialmente cómo se han considerado esos comentarios.
 - b) Proveer un resumen (tabla o lista) describiendo los cambios en los modelos desde el tiempo que el modelo fue aceptado para ser usado en la evaluación.
- 2. Descripción del modelo
 - a) Descripción del enfoque general del modelo (por ejemplo, estructurado por edad/tamaño versus modelo dinámico de biomasa, máxima verosimilitud versus enfoque bayesiano). Si el modelo no se ha publicado en su forma actual, sus ecuaciones deben enumerarse completas en un apéndice. Si hay un apéndice técnico, los puntos b-f que a continuación se muestran deben incluirse en el apéndice, y en esta sección solo es necesario incluir una breve descripción del modelo y su esquema de estimación. Especifique cuándo se supone que operará la pesquería (por ejemplo, es una pesquería estacional o de continua) y, si es necesario, proporcione una tabla que enumere los cambios en los inicios de la temporada de pesca, si estos han ocurrido.
 - b) Software de referencia utilizado (por ejemplo, Stock Synthesis, AD Model Builder)
 - c) Descripción de todos los componentes de la verosimilitud.
 - d) Descripción de cómo se determina el estado de la población al inicio del primer año del periodo de evaluación y los rangos de edad o talla que el modelo incluye.
 - e) Marco de la estimación de parámetros:
 - i. Lista de todos los parámetros que son estimados fuera de la evaluación (por ejemplo, la tasa de mortalidad natural, madurez sexual), junto con la metodología de estimación de dichos parámetros (los métodos no necesariamente tienen que ser estadísticos, por ejemplo, M se podría estimar al referenciar un valor previamente publicado).
 - ii. Lista de todos los parámetros que son estimados como parámetros libres o condicionados a la verosimilitud (por ejemplo, tasas de mortalidad por pesca, parámetros que

rigen la selectividad de la pesquería y las campañas de muestreo, y reclutamientos) e indicar cualquier límite y/o distribuciones a priori para los parámetros y si los parámetros están dentro de x% de los límites.

iii. Listar cualquier restricción impuesta en los parámetros estimados (incluyendo los penalties en el reclutamiento y la selectividad).

iv. Especificar que estimaciones de las desviaciones del reclutamiento fueron usados para estimar el reclutamiento promedio. Justificaciones para incluir menos años debe ser provista junto con las corridas del modelo con la serie completa y truncada.

f) Definición de las salidas de los modelos

i. Medidas de la biomasa (por ejemplo, biomasa de organismos de 50 mm o más grandes). Indica el supuesto tiempo de apareamiento y el de la operación de la pesquería.

ii. Reclutamiento

iii. Mortalidad por pesca Se debe informar en los encabezados de las tablas y en el texto si la mortalidad por pesca es una tasa de explotación o una tasa instantánea. Lo ideal es reportar la “mortalidad por pesca” como la tasa de mortalidad por pesca instantánea (F) completamente seleccionada en el momento de la pesquería para mejorar la comparabilidad entre las evaluaciones de poblaciones.

g) Supuestos críticos y consecuencias de fallos en los supuestos (por ejemplo, resaltar los supuestos de M, q, y la selectividad, para los cuales la evaluación es generalmente sensible).

h) Cambios a cualquiera de la información mostrada arriba desde la evaluación previa.

i) Describa los métodos usados para validar el código para implementar el modelo y si el código está disponible.

3. Selección de modelo y evaluación

a) Describir las configuraciones de los modelos alternos

b) Mostrar una progresión de los resultados previas a el modelo base seleccionado

c) Proveer evidencia de búsqueda de balance entre modelos realista (pero que no esté sobre parametrizado) y modelos más simples (pero menos realista).

d) Proveer el estado de convergencia y el criterio de convergencia para el modelo base.

- e) Proveer una tabla (o gráfica) de los tamaños de muestra asumidos (tamaños efectivos) para los datos de composición si se emplea una verosimilitud multinomial,
- f) Proveer las bases para las ponderaciones de los datos, tales como los tamaños de muestra efectivos y los CV de los índices de abundancia.
- g) ¿Los parámetros estimados de todos los modelos tienen sentido y son creíbles?
- h) Describir los criterios usados para evaluar el modelo o para escoger entre los modelos alternos, incluyendo el papel de la incertidumbre.
- i) Mostrar análisis de residuales (por ejemplo, gráficas de residuos, gráficas de series de tiempo de los valores observados versus los predichos, u otros enfoques). Vale mencionar que el análisis de residuales es para el modelo base.
- j) Mostrar la evaluación de los modelos alternativos y la selección del modelo final, si más de un modelo es presentado.

4. Resultados

- a) Todas las tablas y figuras deben estar etiquetadas en orden numérico, e incluidas en el documento en páginas secuencialmente numeradas.
- b) Listar los tamaños de muestra efectivos, los factores de ponderación aplicados al ajustar los índices, y los factores de ponderación aplicados a cualquier penalty.
- c) Incluir una tabla mostrando los componentes de verosimilitud.
- d) Incluir tablas de estimaciones (todas las estimaciones deben ser acompañadas por su intervalo de confianza u otra medida estadística de la incertidumbre, a menos que sea inviable; incluir estimaciones de reportes anteriores para comparaciones retrospectivas), incluyendo:
 - i. Todos los parámetros (incluir reclutamiento, parámetros de selectividad, cualquier estimación de parámetros de crecimiento, capturabilidad, etc.).
 - ii. Series de tiempo de abundancia y biomasa, incluyendo biomasa desovante.
 - iii. Series de tiempo de reclutamiento (incluyendo reclutamiento promedio).
 - iv. Series de tiempo de captura divididas por biomasa desovante.
- e) Incluir grafica de estimaciones (todas las cantidades deben ser acompañadas por su intervalo de confianza u otra medida estadística de la incertidumbre, a menos que sea inviable), incluyendo:

- i. Selectividad de la pesquería y la campaña de muestreo
 - ii. Estimaciones de F completamente seleccionada en el tiempo
 - iii. Ajuste de una relación stock – reclutamiento, si se usó este enfoque.
- f) Mostrar la evaluación del ajuste a los datos. Los ajustes del modelo deben representarse mediante una línea continua, mientras que las estimaciones de población deben representarse mediante una línea de puntos. Los intervalos de confianza se deben proveer en el ajuste:
- i. Gráficas de los ajustes de las capturas observadas y predichas por el modelo (captura retenida y descartes), incluyendo capturas predichas por el modelo y descartes para todos los años para permitir inferir los descartes para los años en los que no hay datos.
 - ii. Gráficas de los ajustes a observaciones de las prospecciones de biomasa (incluir los intervalos de confianza para los datos y las predicciones del modelo)
 - iii. Gráficas de los ajustes de las proporciones de captura por edad/talla (por ejemplo, usar grafica de burbuja o línea)
 - iv. Gráficas de los ajustes del modelo a las proporciones por edad/talla de las prospecciones de biomasa.
 - v. Distribuciones marginales de los ajustes a los datos de composición y marcado.
 - vi. Gráficos de tamaños de muestra efectivos versus implícitos y series temporales de tamaños de muestras efectivos implícitos.
 - vii. Gráficas de cuantil-cuantil e histogramas de residuales (para los índices y datos de composiciones) para justificar las opciones de las distribuciones de muestreo de los datos.
- g) Incluir análisis históricos y retrospectivos:
- i. Análisis retrospectivo de los parámetros principales de manejo.
 - ii. Análisis histórico (grafica de estimaciones de la evaluación actual y previa)
- h) Incluir incertidumbre y análisis de sensibilidad.
- a) El mejor método para describir la incertidumbre depende de la situación. Posibles opciones (no mutuamente exclusivos) incluyen:
- Análisis de sensibilidad (tablas o figuras) que muestren los niveles finales de biomasa, límites de sobrepesca, y/o valores de los componentes de la verosimilitud obtenidos al variar sistemáticamente (por ejemplo, sacando la mitad o el doble) los factores de énfasis para cada tipo de datos (y penalización) en el modelo.

- Perfiles de verosimilitud para los parámetros o niveles de biomasa.
- CVs para la biomasa o límites de sobrepesca estimados por Bootstrap, el método delta o métodos bayesianos.
- Evaluación de la magnitud y fuentes de incertidumbre.
- Análisis históricos y retrospectivos (ver arriba)
- Comparación de modelos alternos y/o supuestos (por ejemplo, incertidumbre en la estructura del modelo, como se evalúa en la sección E.3 de este documento)

b) Es importante establecer que los modelos alternativos resultan en una mayor credibilidad. Es importante establecer que todos los escenarios (o todos los escenarios dentro de los límites representados por las corridas) son igualmente probables, si no se pueden hacer declaraciones de probabilidad relativa.

c) Resultados de las simulaciones

- Examinar patrones retrospectivos en la estimación de las desviaciones del reclutamiento usando diagramas. No incluir el último año en los cálculos del reclutamiento promedio.
- Conducir “jitter analysis”, esto implica ajustar aleatoriamente todos los valores iniciales (por ejemplo, un ~10% del valor asumido), y volver a ejecutar el proceso de ajuste del modelo y registrar las salidas del modelo

5. Proyecciones del stock

Incluir una tabla con las proyecciones a 5 años de la abundancia/biomasa del stock y de los rendimientos para el modelo base/recomendado usando la siguiente configuración.

- Las proyecciones deben estar basadas en un promedio de mortalidad por pesca para los cinco últimos años, excepto para poblaciones con tendencias decrecientes, en cuyo caso se podría usar una extrapolación lineal de la mortalidad por pesca.
- Incluir diferentes hipótesis de reclutamiento futuro con incertidumbre (i.e. Bootstrap). El reclutamiento debe ser obtenido de los reclutamientos históricos usando periodos congruentes con el estado del stock. Por ejemplo, para stocks con años de reclutamiento bajos recientes, se debe usar un periodo que refleje ese nivel de reclutamiento.
- Iniciar las proyecciones usando valores aleatorios de la distribución gaussiana multivariante o valores aleatorios del MCMC del modelo recomendado.

- Los autores de la evaluación de stock deben modificar el método para lidiar con situaciones específicas, como periodos de bajo reclutamiento, o nuevas situaciones de manejo. Proyecciones podrían ser requeridas para caracterizar adecuadamente la incertidumbre, tales como, por ejemplo, generar proyecciones usando el conjunto total de estimaciones de reclutamiento y las estimaciones de un periodo de tiempo más reciente. Podría ser apropiado proveer una serie de proyecciones en varios percentiles de mortalidad por pesca promedio reciente (por ejemplo, 0%, 25%, 50%, 75%, 100%, 125%) cuando se considera un rango de opciones en la implementación de la captura total permisible. Sin embargo, el número de escenarios debe ser limitado para evitar una posible confusión.

7.5.8.6.1 Cálculo de recomendación de la captura.

7.5.8.6.2 Carencia de datos y prioridades de investigación.

Identificar la información que podría recopilarse y los análisis que deberían realizarse para mejorar la evaluación. Idealmente, las necesidades de recopilación y análisis de datos deberían enumerarse en orden de prioridad.

7.5.8.6.3 Consideraciones ecosistémicas.

Se ha desarrollado nueva información para proporcionar indicadores de las condiciones ambientales y de los ecosistemas.

7.5.8.6.3.1 Efectos del ecosistema en el stock pesquero.

1. Tendencias de la disponibilidad/abundancia de las presas (históricamente, en el presente, y en un futuro cercano). Estas tendencias podrían afectar el crecimiento y supervivencia del stock objetivo.
2. Tendencias de las poblaciones del depredador (históricamente, en el presente, y en un futuro cercano). Estas tendencias podrían afectar las tasas de mortalidad del stock en el tiempo.
3. Cambios en la calidad del hábitat (históricamente, en el presente, y en un futuro cercano).

4. Cambios en el medio ambiente físico como en la temperatura, corrientes, o la distribución de hielo pudieran afectar la migración de stock y los patrones de distribución y el éxito del reclutamiento, o efectos directos de la temperatura en el crecimiento.

7.5.8.6.3.2 Efectos de la pesca en el medioambiente.

Los siguientes factores deberían discutirse:

1. Contribución específica de la pesca en la captura incidental de especies no objetivo, tanto de peces, mamíferos marinos, aves y otras especies sensibles.
2. Caracterización de la pesquería de la captura objetivo en el espacio y el tiempo en relación con las necesidades de los depredadores en el espacio y tiempo (si son conocidas).
3. Contribución específica de la pesquería a los descartes.
4. Efectos específicos de la pesca en la edad/talla de madurez y fecundidad de la especie objetivo.
5. Efectos específicos de la pesca en el sustrato (utilizar el esfuerzo de pesca específico del arte como indicador de la cantidad de posible alteración del sustrato).

7.6 Reporte Expertos Independientes Taller 2 (mejoramiento)

Revisión independiente externa de merluza de tres aletas y merluza del sur.

Por

Dr. Roberto Licandeo

Dr. Jesús Jurado-Molina

7.6.1 Resumen ejecutivo

La presente revisión externa independiente de la evaluación del stock de la merluza del sur y la merluza de tres aletas del sur de Chile, realizada en enero de 2025, revela hallazgos significativos sobre el estado de ambas especies y propone recomendaciones importantes para su manejo futuro.

Para ambas especies, los modelos IFOP fueron implementados exitosamente en Stock Synthesis (SS3), permitiendo realizar análisis exhaustivos que incluyeron diagnósticos de residuales, análisis retrospectivo y diversos escenarios de evaluación. Se realizó una demostración para los dos stocks en el taller realizado en enero de 2025. Es importante destacar que estos modelos SS3 se realizaron con el propósito de tener una base comparativa con respecto a los modelos IFOP, y por lo tanto son de carácter exploratorio y demostrativo. En el caso de la merluza del sur, un hallazgo crítico fue la gran incertidumbre en la estimación del parámetro h (steepness), donde los datos no proporcionan información suficiente para establecer límites claros para este parámetro (steepness) y el coeficiente de capturabilidad del crucero q .

El análisis preliminar indica que el stock de merluza del sur se encuentra actualmente en una posición limítrofe entre la zona verde y amarilla ($SB/SB_{MSY} \approx 1$), con niveles de mortalidad por pesca cercanos al nivel de referencia. Las proyecciones realizadas con diferentes escenarios sugieren que una estrategia más conservadora, utilizando una tasa de $0.75F_{MSY}$, proporcionaría una mayor probabilidad (67-71%) de mantener la biomasa sobre el nivel objetivo, con capturas más bajas pero estables.

Para la merluza de tres aletas, se recomienda específicamente no incluir las capturas argentinas en la evaluación del stock chileno y establecer urgentemente un plan de recuperación con medidas más restrictivas que F_{MSY} . La situación de la merluza de tres aletas es significativamente más crítica. Los datos muestran una disminución en varios indicadores clave: la biomasa desovante ha caído desde aproximadamente 800 mil toneladas en 1997 hasta cerca de 100 mil toneladas en la actualidad, situándose por debajo del punto biológico de referencia límite ($0.2B_0$). Se observa una preocupante disminución en la proporción de individuos longevos tanto en las capturas de la pesquería como en los datos del crucero acústico. Esta reducción en la proporción de individuos longevos podría tener serias implicaciones para el potencial reproductivo de la población, debido a que son estos

individuos los que generalmente contribuyen más significativamente a la reproducción, debido a su mayor fecundidad y experiencia reproductiva.

Para ambas especies, se recomienda realizar las proyecciones a corto plazo (3-5 años) en lugar de a largo plazo, debido a que los resultados de las proyecciones dependen fuertemente del supuesto de reclutamiento usado y la incertidumbre aumenta considerablemente en el largo plazo. Se realizó una demostración usando SS3. Es crucial tener especial cuidado en cómo se proyecta el reclutamiento futuro, ya que usar el reclutamiento promedio histórico podría ser demasiado optimista.

Se recomienda para ambas especies utilizar el proceso de selección de modelo para la estandarización de CPUE e incorporar datos sobre las características de las artes de pesca cuando estén disponibles.

Para ambas especies se recomienda estimar y reportar F_{MSY} aun cuando no se emplee en la regla de control, esto es fundamental para evaluar si el valor estimado es adecuado para stocks de gádidos. En cuanto a la estandarización de los formatos de reporte, es crucial reportar todos los parámetros estimados (por ejemplo, en un anexo).

Las recomendaciones generales incluyen la adopción del modelo SS3 en el corto a mediano plazo para ambas especies, lo que proporcionaría mayor flexibilidad y capacidades analíticas más robustas. Es crucial estandarizar los formatos de reporte y nomenclatura, definir claramente los puntos de referencia biológicos, e implementar reglas de control más conservadoras.

Se recomienda revisar/validar ciertos datos de entrada para su uso en la evaluación de stock. Algunos de ellos probablemente van a requerir mayor tiempo y financiamiento para su corrección y validación (descarte/sub-reporte).

7.6.2 Merluza del Sur

7.6.2.1 Introducción

7.6.2.1.1 Biología

Southern hake (*Merluccius australis*), localmente conocida como merluza del sur en Chile, es una especie demersal con una amplia distribución en el hemisferio sur (Paxton *et al.*, 1989). Se reconoce la existencia de dos distintas poblaciones, la población de Nueva Zelanda y la población patagónica. La primera se distribuye desde las mesetas Chatam Rise, Campbell Plateau, hacia el norte de la Isla de Sur hasta el East Cape. La población patagónica se distribuye desde la Isla de Chiloé en el Pacífico, hacia el sur alrededor del extremo sur de América del Sur siguiendo hasta la plataforma continental en los 59°S, y la pendiente hacia el norte hasta los 38°S en el Atlántico (Figura 1). En cuanto a la distribución en Chile, esta especie se encuentra en aguas exteriores e interiores (canales y fiordos) entre las regiones de Los Lagos y Magallanes y Antártica Chilena (Contreras-Mejías *et al.*, 2023). Esta especie se encuentra a profundidades entre 415 y 1000 m en aguas de Nueva Zelanda, y entre 62 y 800 m en aguas de América del Sur. La población patagónica se alimenta de merluza de tres aletas, nototénidos y calamares. La población neozelandesa se alimenta principalmente de peces (especialmente gádidos), calamares, eufáusidos y organismos bentónicos. Los adultos probablemente migran hacia el sur durante el verano austral para alimentarse y regresan al norte en invierno para desovar (Cohen *et al.*, 1990).

La longitud de primera madurez es de 74,7 cm, con un rango de 75 a 85 cm. La talla más común es de 80 cm (Cohen *et al.*, 1990), mientras que la máxima talla reportada es de 155 cm (Lloris *et al.*, 2005). Por su parte, la máxima edad reportada es de 30 años (Annala, 1994).

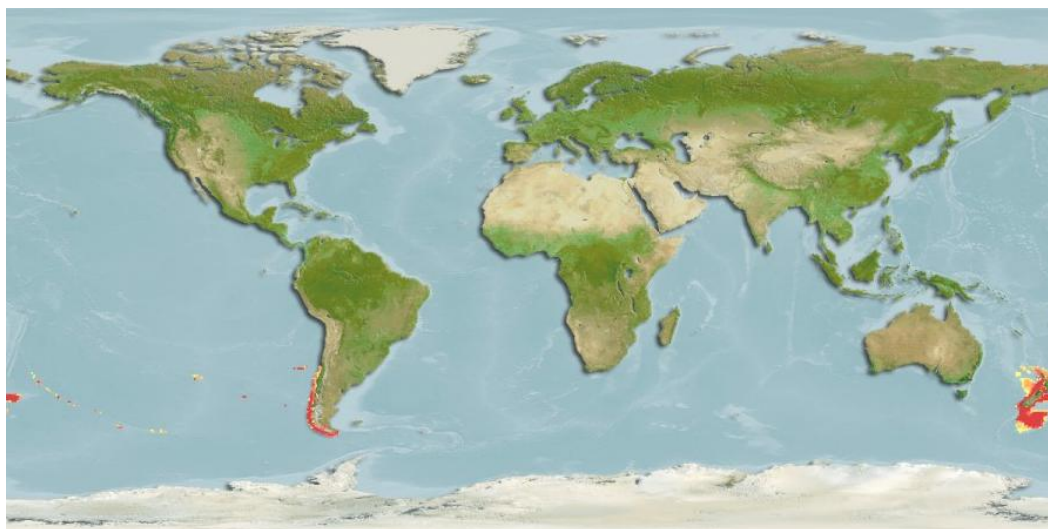


Figura 1. Distribución de la merluza del sur (Southern hake, *Merluccius australis*).
Reproducida de Fishbase.se.

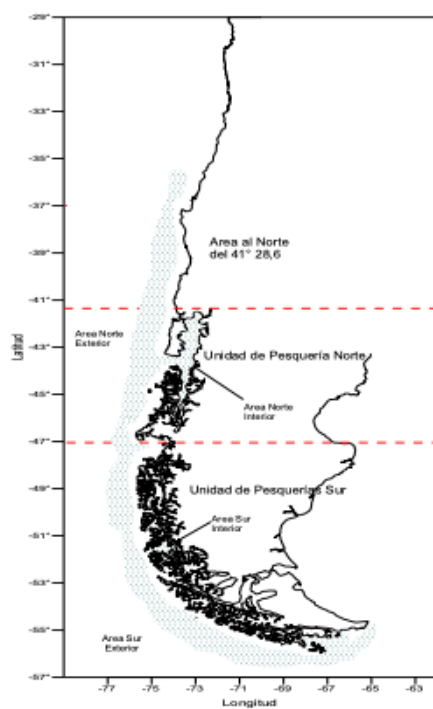


Figura 2. Distribución de la merluza del sur en Aguas Nacionales de Chile. Reproducido de la Ficha pesquera publicada en noviembre de 2008 por la Subsecretaría de Pesca.

El período de reproducción de la merluza comienza en junio y alcanza su máxima actividad hacia fines del invierno sureño (Balbontín & Bravo, 1993; Aguayo *et al.*, 2001).

De acuerdo con Aguayo (2001) la zona del desove principal se ubica entre la isla Guafo (43°37' L.S) y la península de Taitao (47° L.S). Además, se registra una zona secundaria de desove, en la cual se encuentran valores intermedios de IGS, ubicada entre la bahía San Pedro (41° L.S) y la isla Guafo (43°37' L.S). Esta información coincide con recientes estudios llevados a cabo por el IFOP en el año 2013 (Chong *et al.*, 2015; Lillo *et al.*, 2014).

De acuerdo con Aguayo (1995) existen dos tipos de migraciones: las migraciones latitudinales y las longitudinales. Las primeras son originadas por el desove que inicia en junio y termina en octubre. En este tipo de migración, los individuos se desplazan desde los centros de abundancia y crianza hacia la isla Guamblín (44°85' S). Posteriormente, a partir de octubre esta especie migra hacia el norte, posiblemente en busca de alimento. Por su parte, las migraciones longitudinales se dan de aguas exteriores a interiores desde fines de primavera y comienzos del verano. También se dan de aguas interiores a exteriores desde el otoño a finales del invierno.

7.6.2.1.2 Pesquería

La pesquería de la merluza del sur muestra varias etapas en su desarrollo. En la primera se observa solo participación de embarcaciones japonesas operando en el talud continental entre los paralelos 41°00' L.S. y los 57°00' L.S de 1978 a 1985 con desembarques entre 30 mil y 40 mil t. (SUBPESCA, 2008). La segunda etapa (1986 a 1990) se caracteriza por una expansión hacia las aguas interiores, constituidas por fiordos y canales, que provocó el aumento del desembarque de merluza del sur al doble. Por su parte, en las aguas exteriores operaron barcos arrastreros fábrica, arrastreros hieleros con plantas en tierra, palangreros fábrica y palangreros hieleros. Los desembarques en esta etapa se incrementaron alrededor de las 70 mil t. En esta etapa los capitales participantes provenían de Japón, España y Chile. La tercera etapa es muy corta de 1991 a 1993 que se distingue por la entrada en vigor de la nueva Ley General de Pesca y Acuicultura. La administración del recurso definió cuatro áreas administrativas, dos en aguas exteriores y dos en aguas interiores, cada una de ellas con su cuota global. También se inician las vedas temporales con fin de protección de la reproducción. Esta etapa se distingue por un decremento en los rendimientos producido por la alta mortalidad por pesca ejercida entre 1986 y 1989, que la flota industrial trató de compensar con modificaciones a las artes de pesca y pesca dirigida a otras especies. La última

etapa comprende desde 1994 a la fecha, se caracteriza por un fuerte ajuste del esfuerzo pesquero, diversificación de la actividad extractiva y la redimensión de la pesquería a un tamaño menor. La prioridad en esta etapa es la reducción de los niveles de explotación que permita recuperar el stock pesquero.

En esta pesquería operan dos flotas, la industrial y la artesanal. La flota industrial opera en aguas exteriores entre el paralelo 41°28,6' L.S. y el extremo sur de Chile. Se divide en dos unidades: la unidad de Pesquería Norte (UPN) desde el 41°28,6' L.S. al 47° hasta las 60 millas y la Unidad de Pesquería Sur (UPS) desde el paralelo 47° L.S. al 57° L.S. hasta las 80 millas (Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, 2016). La flota industrial opera con redes de arrastre (fondo y media agua) y palangres (Figura 3), mientras que la flota artesanal opera solo con espineles (con retenida, con guía de mano y de deriva) como se muestra enseguida (Figura 4). La eslora de las embarcaciones artesanales en aguas interiores tiene una longitud límite de 18 m.

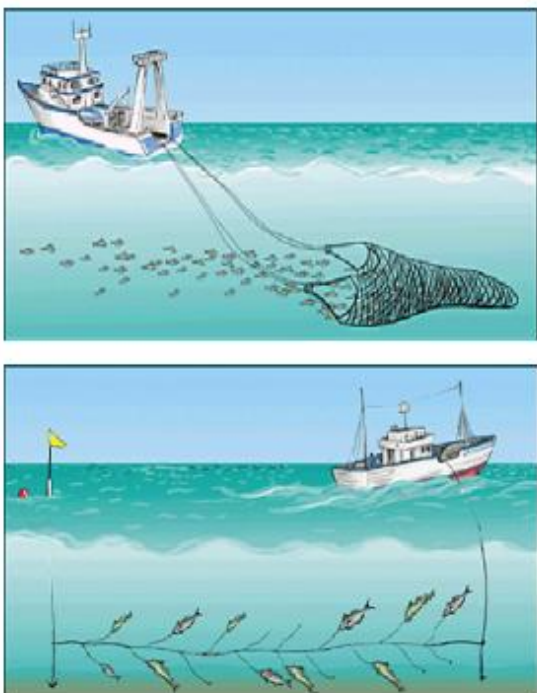


Figura 3. Artes de pesca usados por la pesquería industrial de la merluza del Sur en aguas exteriores de Chile. Reproducido de la Ficha pesquera publicada en noviembre de 2008 por la Subsecretaría de Pesca.

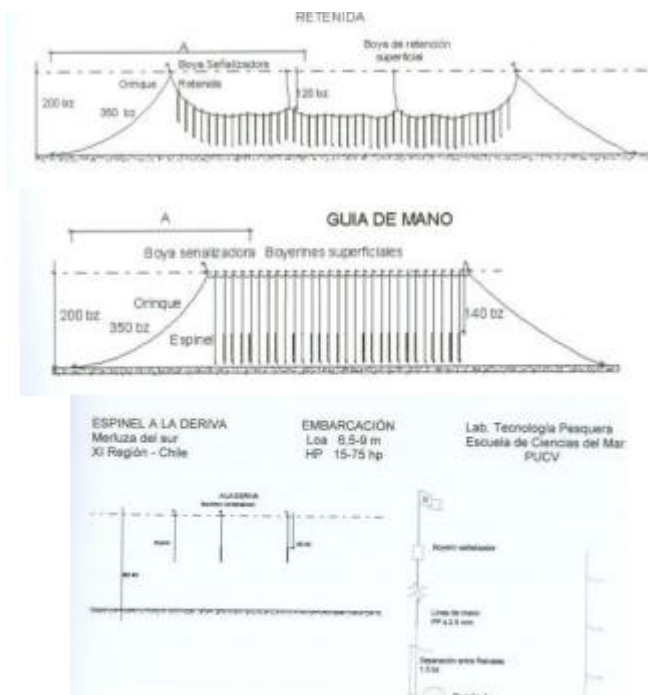


Figura 4. Tipos de espineles usados por la pesquería artesanal de la merluza del sur en aguas interiores de Chile. Reproducido de la Ficha pesquera publicada en noviembre de 2008 por la Subsecretaría de Pesca.

7.6.2.1.3 Manejo

Esta pesquería se maneja con base en la Ley General de Pesca y Acuicultura, cuyo objetivo es la conservación y el uso sustentable de los recursos hidrobiológicos, mediante la aplicación del enfoque precautorio, de un enfoque ecosistémico en la regulación pesquera y la salvaguarda de los ecosistemas marinos en los que existan esos recursos.

Existen algunas regulaciones importantes en esta pesquería. La pesquería se encuentra en un régimen de plena explotación y, por consiguiente, el otorgamiento de nuevas licencias se encuentra suspendido (D. Ex. N° 880 de 2008). En cuanto a la pesca artesanal, se encuentra suspendida la inscripción de pescadores y armadores artesanales en el registro artesanal (Res. Ex. N° 1.834 de 2008). Fuera del área de la unidad de pesquería, el régimen de la pesquería de merluza sur es el General de Acceso (SUBPESCA, 2008).

Para esta pesquería se han definido vedas, cuyo propósito es proteger el periodo reproductivo más importante y que se da en el mes de agosto de cada año en todas las áreas

administrativas de pesca (D. Ex N° 140/1996). Por otra parte, se ha establecido una talla mínima legal de 60 cm (D.S 245/90). Así mismo se tienen reguladas las características de las artes de pesca, cuyo tamaño de luz de malla mínimo en el copo de las redes de arrastre es de 130 mm (D. S. N° 144/80). Esta pesquería se maneja a través de cuotas que son repartidas a través de dos regímenes de asignación (SUBPESCA, 2008).

7.6.2.2 Modelo actual de valoración de stock de la merluza del sur

A continuación, se mencionan brevemente algunos de los aspectos clave en las metodologías, datos y el modelo usado en la valoración del stock de la merluza del sur.

7.6.2.2.1 Datos

La evaluación del stock usa tres fuentes de información pesquera:

1. Desembarques reportados en las estadísticas oficiales.
2. Niveles de descarte y sub-reporte a través de un conjunto de ponderadores de descarte y sub-reporte a nivel flota.
3. Índices de abundancia relativa (CPUE).

También se recaba información biológica a través del monitoreo de la pesquería de la merluza del sur, dicha información contiene datos de captura por edad (composición etaria de las capturas), peso por edad, y madurez.

La valoración del stock también incorpora un índice de abundancia independiente de la pesquería obtenido de los cruceros de investigación desarrollados durante el periodo de agregación reproductiva. De acuerdo con Contreras-Mejías et al. (2023), los cruceros reportan estimaciones de biomasa desovante.

7.6.2.2.2 Modelo

La evaluación del stock de la merluza del sur se ha desarrollado durante los últimos 15 años incorporándose recomendaciones tanto de los Comités Científicos Técnicos como de los revisores internacionales externos. En el modelo se asume que la población de merluza del sur al comienzo de 1977 se encontraba en una condición de equilibrio. Por consiguiente, el reclutamiento de 1977 corresponde a un reclutamiento virginal (R_0) consistente con una biomasa desovante virginal (S_0). Para los años posteriores se asume que el reclutamiento es

dependiente de una relación stock-recluta del tipo Beverton-Holt perturbada por desviaciones de una distribución normal (Contreras-Mejías *et al.*, 2023). El número de organismos en la clase de edad a al inicio de 1977 está dado por:

$$N_{a,1977} = \begin{cases} R_0, & a = 1 \\ N_{a-1,1}e^{-M}, & a > 2, \dots, m-1. \\ \frac{N_{a-1,1}}{(1 - e^{-M})}, & a = m \end{cases}$$

Donde a es la clase de edad, M es la mortalidad natural, N es la abundancia (números), y m es el grupo plus. La biomasa desovante virginal está dada por:

$$S_0 = e^{-\frac{9M}{12}} \sum_{a=1}^m N_{a,t} m s_a w_a, \quad t = 1977,$$

Donde $m s_a$ es la proporción de hembras maduras y w_a es el peso medio por edad. El reclutamiento tipo Beverton-Holt esta dado por:

$$R_t = \frac{S_{t-1}}{a + b S_{t-1}} e^{\left(\epsilon_t^R - \frac{\sigma_R^2}{2} \right)}, \quad a = S_0 \frac{1-h}{4hR_0}, \quad b = \frac{5h-1}{4hR_0},$$

Donde h es un parámetro que define la fuerza de la denso dependencia. La abundancia de la merluza del sur para la clase de edad a en el tiempo t es:

$$N_{a,t} = \begin{cases} R_{a,t}, & a = 1 \\ N_{a-1,t-1}e^{-Z_{a-1,t-1}}, & a > 2, \dots, m-1, \\ N_{a-1,t-1}e^{-Z_{a-1,t-1}} + N_{a,t-1}e^{-Z_{a,t-1}}, & a = m \end{cases}$$

Donde a es la clase de edad, t es el tiempo, m es el grupo plus y Z es la mortalidad total que está dada por:

$$Z_{a,t} = M + \sum_{i=1}^g S_a^i F_t^i,$$

Donde S_a^g es la selectividad de la edad a para la flota g , y F_t^g es la mortalidad por pesca anual ejercida en el tiempo t por la flota g .

En el modelo, la curva de selectividad implementada para las flotas de arrastre, espinelera y palangrera, y cruceros de investigación es una doble normal con tres parámetros: la edad máxima de selectividad (k), la varianza del lado derecho (v'), y la varianza del lado izquierdo (v''):

$$S_a^g = \begin{cases} 2^{-\left[\frac{a-k}{v''}\right]^2}, & a \leq k \\ 2^{-\left[\frac{a-k}{v'}\right]^2}, & a > k \end{cases}.$$

En cuanto a los valores predichos, para los índices de abundancia relativa (I_t^g) para cada flota g , incluyendo los cruceros acústicos, se asumen proporcional a la biomasa vulnerable estimada a mitad del año con la siguiente ecuación:

$$I_t^g = q_g e^{-0.5M} \left(\sum_t \sum_a S_a^g N_{a,t} w_{a,t} \right) e^{\epsilon_t}$$

Donde q_g es el coeficiente de capturabilidad de cada arte de pesca. Por lo que respecta a los cruceros acústicos, se asume que las estimaciones solo son una fracción de la biomasa desovante disponible, es decir, el índice de capturabilidad es estimado sujeto a una distribución a priori con distribución log-normal con media 0 y error estándar 0.4.

En cuanto a los puntos de referencia se usa un proxy basado en el rendimiento máximo sostenible, el proxy para la mortalidad por pesca es la mortalidad que reduce la biomasa desovante por recluta a 45% de su valor virgen:

$$F_{RMS} = F_{45\% \text{ bdpr}}$$

El otro punto de referencia es la biomasa desovante virginal reducida a un 40%:

$$BD_{RMS} = BD_{40\% B_0} = R_0 * bdpr_{F=0} * 0.4,$$

Por su parte, existe un protocolo para estimar la captura biológicamente aceptable (Contreras-Mejías *et al.*, 2023):

1. Actualizar la información biológica-pesquera hasta el año 2022 y estimar la abundancia a diciembre de este mismo año.
2. Debido a que la evaluación de stock se realiza a lo largo del año 2023 (temporada de pesca actual), la proyección de la abundancia poblacional desde diciembre del año 2021 a diciembre del año 2022 se realiza descontando la máxima mortalidad que debe originar la CBA implementada durante el año 2023. Para calcular el desembarque de cada flota, se asumió el mismo porcentaje de participación del año previo (2022) y se multiplicó por el ponderador de descarte, sub-reporte, o ambos, obteniendo el valor de desembarque de 2023.
3. Finalmente, las alternativas de CBA para el año 2024 son calculadas por aplicar la mortalidad por pesca correspondiente al PBR objetivo (o sus ponderadores) sobre la abundancia estimada a diciembre del año 2023.

Por otra parte, se analiza la incertidumbre estructural al variar varios parámetros respecto al caso base original (S1) para mejorar el grado de explicación de los datos empleados en la evaluación del stock analizando el desempeño de los residuales del modelo base original S1 (Contreras-Mejías *et al.*, 2023). A continuación, se detalla dicho análisis (Tabla 1):

Tabla 1. Configuración de los escenarios de evaluación de merluza del sur. Se destaca el incremento de complejidad en la configuración desde el caso base original (S1) al caso base actual (S4). Reproducido de (Contreras-Mejías *et al.*, 2023).

Caso	Configuración
S1	Caso base original ($h=0.5$)
S2	S1+cambios en selectividad y bloques q-flotas y $h=0.7$
S3	S2+Bloques en selectividad acústica
S4	S3+Bloques de q acústica (Caso base actual)
S5	S4 + $cv=0.1$ acústica
S6	S5 sin estructura de edades acústica

También se analiza el desempeño de las estrategias al estimar el estado del stock en una proyección de largo plazo (30 años) con respecto a la biomasa presente en 2023, con respecto a la biomasa objetivo y con respecto a la biomasa límite. Detalles adicionales sobre el modelo usado para la valoración del stock de la merluza del sur se encuentran en Contreras-Mejías et al. (2023).

7.6.2.3 Lista de la información recibida por los revisores internacionales.

En el marco de la revisión independiente los revisores internacionales recibieron tanto el actual modelo que emplea IFOP y los respectivos datos de entrada. Estos incluyen, los desembarques, los índices de abundancia dependientes e independientes de la pesquería, las composiciones de edades dependientes e independientes de la pesquería, entre otros. Además, en el caso de los índices de la pesquería, se recibió los datos semi procesados que permitieron replicar la estandarización de la CPUE. También se recibió las configuraciones del modelo base de evaluación, tales como los parámetros de la historia de vida, pesos a la edad, madurez a la edad, y las ponderaciones que se usan en el modelo de evaluación (ej. CV usados por los índices de abundancia), entre otros datos.

También se recibió el reporte de stock assessment (Contreras-Mejías *et al.*, 2023), dos reportes de la revisión de la evaluación del stock (Ianelli, 2010, García *et al.*, 2017), y el plan de manejo de merluza del sur (Subpesca, 2016).

7.6.2.4 Observaciones y recomendaciones por parte de los revisores internacionales.

Basadas en la revisión de la bibliografía y las preguntas y aclaraciones de las dos sesiones del taller, los revisores externos proponen las siguientes recomendaciones para la valoración del stock de la merluza del sur y su manejo:

7.6.2.4.1 Datos

7.6.2.4.1.1 Desembarques

En el modelo IFOP, el año final es el 2023 y se proyecta el modelo desde 2024 hacia adelante. Sin embargo, los desembarques para el año 2023, se asume que es el mismo del año 2022. Se recomienda que el modelo de evaluación termine el 2022, y se proyecte la dinámica

poblacional desde el 2023 hacia adelante. Esto permite de mejor forma propagar la incerteza al año donde se necesita determinar la cuota de captura.

Se asume que los desembarques que se usan ya están corregidos por descarte y sub-reporte y corresponden a la mejor información disponible. Sin embargo, los revisores independientes pudieron constatar que aún existen altos niveles de incerteza sobre los desembarques artesanales para la región interior de distribución del stock (ej. los fiordos). Esta incerteza no fue evaluada en los escenarios presentados en la Tabla 1. Se recomienda presentar escenarios de sensibilidad, por ejemplo, niveles bajo, probable, alto de descarte y sub-reporte. Estos niveles deberían ser discutidos por el comité científico respectivo y/o programa de descarte sub-reporte (y otras partes interesadas) para llegar a un consenso antes de presentar los resultados finales de la evaluación y la determinación de cuota de captura. Esto puede realizarse en el corto plazo y se necesita determinar quién/es se encargarán de esta tarea y cuando se van a entregar los ponderadores de descarte/sub-reporte. Paralelamente, se sugiere realizar un programa de muestreo que permita evaluar los niveles de descarte/sub-reporte de forma empírica (ej. usando un diseño de muestro), para esto se necesita asignar los recursos necesarios. Esta tarea es considerada de largo plazo y se necesita asignar quien/es se encargarán de esta tarea y cuando se van a entregar los ponderadores [empíricos] de descarte/sub-reporte. Es importante notar que el modelo SS3 permite incorporar/estimar/modelar descarte si estos datos estuvieran disponibles en el futuro, o bien se puede simular patrones de descarte con la información disponible.

7.6.2.4.2 índices de abundancia

7.6.2.4.2.1 Biomasa acústica

El modelo IFOP emplea datos procesados en el proceso de estimación al usar biomasa desovante acústica. Se recomienda usar la biomasa estimada por el crucero acústico sin procesar en el modelo de evaluación. Vale la pena hacer notar que el modelo IFOP utiliza datos de madurez a la edad variables en el tiempo. Al usar datos procesados (biomasa desovante acústica), se podría generar inconsistencias en la estimación.

7.6.2.4.2.2 Índices de abundancia provenientes de las pesquerías

La CPUE de arrastre está dividida en dos bloques temporales (1979-1997 y 1998-2022) en los datos recibidos por los revisores independientes. Sin embargo, las dos series muestran diferencias hasta de 4 órdenes de magnitud aun después de ser estandarizados. Con información recibida al final de la reunión presencial, se pudo notar que al parecer la primera serie (1979- 1997) corresponde remociones que se realizaron en el área sur exterior de la pesquería donde un numero importantes de barcos factorías operaron donde esos años, alcanzado niveles relevantes de desembarques (ej. 44 mil t). Los barcos factorías se trasladaron luego hacia la zona norte exterior donde actualmente se desarrolla la pesquería. Según los comentarios mencionados, la zona sur exterior no se registran capturas. Esto podría llevar a la hipótesis que esta área podría ser tratada de forma independiente ya que el actual manejo no considera la dinámica pesquera o la dinámica poblacional en esa área.

7.6.2.4.2.3 Ponderaciones en los índices y composiciones

En el modelo IFOP se le da más ponderación a la información derivada de la pesquería tanto en los índices de abundancia como composiciones de edades. En general, índices independientes de la pesquería tales como los cruceros tienen un diseño estadístico que hacen que en promedio sean más robustos a procesos tales como de hiper-estabilidad o hiper depleción. No está claro porque se le da más ponderación a la información de la pesquería. Incluso, uno de los modelos de sensibilidad (Tabla 1) evalúa remover la estructura de edades acústica. Se recomienda evaluar esta situación, ya que en general la información independiente de la pesquería informa mejor sobre procesos de reclutamiento y cambios de biomasa.

7.6.2.4.2.4 Estructura de edades

Los tamaños de muestra parecen ser adecuados tanto para la pesquería como para el crucero acústico. No obstante, se pudo observar que las composiciones son no informativas para seguir cohortes a través de los años. Esta situación es poco común ya que en gádidos es común ver entrada de cohortes. Este no es caso de la merluza del sur. En la sesión final se pudo observar que hay discrepancias en las estructuras de tallas y edades en el índice acústico. En particular, se observan cohortes en las estructuras de tallas que no se ven reflejadas en la estructura de edades. De forma similar, la estructura de edades del palangre

tampoco se observan progresiones modales aun cuando la selectividad captura individuos más juveniles que la pesquería de arrastre y palangre. Se recomienda revisar los protocolos de muestreo y los protocolos de la expansión de las claves talla-edad para construir las matrices de edades. Probablemente exista una discordancia espacio-temporal en el muestreo de edades y las composiciones de tallas. Tal vez, un diagnóstico sería examinar las clases-talla edad a través de los años.

7.6.2.4.2.5 Evaluación de stock

Es evidente de los resultados del modelo IFOP y del modelo SS3 (ver [Msur Analysis Report](#)) que en los datos no existe información adecuada para establecer límites en los parámetros steepness (h) y coeficiente de capturabilidad del crucero (q). No se puede discernir si se está tratando con un stock pequeño y productivo (q alto) o una más grande y no productivo (q bajo). Por lo tanto, tampoco se puede decir que niveles de F_{MSY} podrían ser adecuados para este stock. Esta es la principal incertidumbre que hay en este stock. Es decir, los datos podrían ser explicados con diferentes configuraciones de h y q (Hilborn & Walters, 1992). En este caso, el desempeño estadístico no es adecuado. En una evaluación de stock, el desempeño tiene que verse desde el punto de vista del mejor desempeño en términos de manejo; desempeño de manejo y el estadístico son muy distintos. El informe IFOP, señala que “el escenario S4 como caso base (actualizado), debido a contar con el mejor desempeño estadístico”. El modelo IFOP parece ajustar bien los datos, pero se recomienda reportar la estimación de F_{MSY} , aunque no sea utilizada en la regla de control. Si se considera que el modelo S4 es el más adecuado estadísticamente, también debería tener una estimación de F_{MSY} razonable, de modo que también sea adecuado en términos de manejo. Como guía se puede usar el valor de M como proxy para F_{MSY} (Zhou *et al.*, 2012, 2020). El reporte IFOP no provee una estimación de F_{MSY} pero sí un proxy ($F_{45\%}=0.251$). El valor de M usado en el modelo IFOP es 0.21, el cual está dentro del rango que podría ser considerado adecuado. No obstante, se necesita saber cuál es el valor de F_{MSY} . Es importante saber este valor, ya que tan resiliente a la pesca es el stock. Si el valor de F_{MSY} , es muy alto, podría erróneamente indicar que el stock puede soportar altos niveles de mortalidad por pesca F y además generar proyecciones demasiado optimistas a efectos de F . El modelo SS3 genero F_{MSY} valores similares al proxy estimado por IFOP (excepto por los modelos model_03 y 04). Note que el

modelo 04 tuvo el menor valor de verosimilitud; desempeño estadístico no es lo mismo que desempeño de manejo (ver [Msur Analysis Report](#)).

Otras recomendaciones

1. En el mediano plazo, se recomienda cambiar al modelo Stock Synthesis (SS3) para llevar a cabo las nuevas evaluaciones de stock para la merluza del sur y otras especies que estén bajo la jurisdicción del Estado chileno. Esta acción brindará flexibilidad, uniformidad, transparencia y sólidas capacidades analíticas.
2. En cuanto a la estandarización de la CPUE, se recomienda usar el proceso de selección de modelo e incorporar datos sobre las características de las artes de pesca de estar disponibles. En el Anexo 1, se presentan los nombres de los archivos con códigos en R para realizar la estandarización de la CPUE usando el proceso de selección de modelo.
3. Se recomienda reportar las mortalidades por pesca para las tres flotas y no solo las agregadas para todas las flotas. El modelo SS3 por ejemplo muestra que la flota de arrastre ha aumentado la F con respecto a las otras flotas en los últimos años y la F están cerca o por son M (F o su proxy) dependiendo del modelo.
4. La biomasa del crucero acústico fue particularmente difícil de ajustar y no se logró un ajuste adecuado en el modelo SS3. El modelo IFOP logró un mejor desempeño posiblemente al uso de bloques temporales de capturabilidad. El modelo SS3 no usó bloques de capturabilidad pero utilizó más bloques de selectividad. Entonces, es posible que haya existido algún cambio en la capturabilidad que no está reportada. Tal como se realizan revisiones del modelo de evaluación indirecta, se recomienda que en el mediano plazo se revise el diseño de muestreo del crucero y sus protocolos, debido a que es la principal fuente de información independiente de la pesquería. La biomasa acústica mostró un patrón de análisis retrospectivo que habría que investigar, que probablemente se elimine con bloques de capturabilidad. Esto podría ser muy importante si se decide a futuro una regla de control data-based (model free) para esta pesquería. El modelo IFOP también muestra patrones retrospectivos.
5. Cuando se proponen los valores anuales de ABC y TAC, evitar proveer rangos, los valores de estos indicadores tienen que ser únicos y explícitos para evitar ambigüedades.
6. Se necesita definir con claridad los puntos de referencia biológicos. Se debe uniformar los términos $F_{x\%}$ y $B_{x\%}$ (donde $\%=0.45$ o 0.4)

7. Se recomienda usar los términos “el stock está en estado de sobrepesca” y “existe sobrepesca” en los reportes y diagramas de fase.
8. No usar F_{MSY} hasta que se esté seguro de que el stock está en un estado saludable y sin sobrepesca.
9. En cuanto a las proyecciones, debido a que los resultados de las proyecciones dependen del supuesto de reclutamiento usado y se aumenta la incertidumbre a largo plazo, se recomienda hacer proyecciones en el corto y mediano plazo para recabar información para el manejo del recurso.
10. Existen errores conceptuales a los que corresponde una regla de control. Por ejemplo, en las dos reuniones presenciales se mencionaron varias veces que esta pesquería “no tiene una regla de control”. Recomienda que se clarifique a los miembros del comité científico, SUBPESCA, y comité de manejo que es una regla de control. Esta pesquería se ha manejado usando una regla de control de tipo de tasa de explotación constante. No es necesario tener una evaluación de estrategia de manejo (MSE) para tener una regla de control. Se recomienda que estos conceptos se revisen a la brevedad. Se recomienda revisar (Hilborn & Walters, 1992) capítulo 15 y (Deroba & Bence, 2008; Free *et al.*, 2023)
11. En la actualidad hay evidencia de que F_{MSY} debería ser considerado un punto de referencia límite y no objetivo (PEW, 2016). Así, en la regla de control actual de esta pesquería, es decir, la regla de mortalidad por pesca constante se recomienda usar, por ejemplo, $0.75 * F_{MSY}$ (o $0.75 *$ proxy de F_{MSY}). Además, se recomienda solo reportar una probabilidad de riesgo cuando sobrepase el criterio deseado (ej. al 50%) para el corto plazo.
12. A pesar de que existe toda la información para establecer una regla de control bien definida, todavía hay un área de mejora en este aspecto. Se recomienda que los diversos participantes de la pesquería colaboren en la definición de los puntos de referencia objetivo y límite, la probabilidad límite que se usará en la regla de control.
13. Para brindar uniformidad, se recomienda que en lo posible se use un solo formato de reporte. En el Anexo 2, se muestra un formato de reporte que se recomienda usar en los stocks manejados por el National Marine Fisheries Service (NMFS) de la National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA).
14. Se recomienda incluir un glosario de términos usados en el reporte.
15. Se recomienda reportar los parámetros estimados (y derivados)

16. En el caso del reporte IFOP de la merluza del sur, los resultados de la estandarización deberían ir en un anexo debido a tu extensión para hacer más eficiente su lectura.

7.6.2.5 El modelo Stock Synthesis 3

En el marco de la revisión experta, se implementó el modelo de la merluza del sur en Stock Synthesis (SS3) (ver [Msur Analysis Report](#)). SS3 es un marco estadístico que se caracteriza por ser muy flexible y por ser ampliamente utilizado para la evaluación del stock pesquero en el manejo de recursos pesqueros.

En cuanto a la asesoría científica, SS3 se caracteriza por proveer una cantidad importante de resultados de salida que son críticos para el manejo de los recursos pesqueros y que pueden ser de beneficio para el manejo nacional. Si bien el actual modelo IFOP es adecuado, carece de flexibilidad.

El modelo SS3 es mucho más flexible y también incluye herramientas para el diagnóstico del modelo, para la cuantificación de la incertidumbre, como es el análisis de residuales, perfiles de verosimilitud, análisis retrospectivos y reporte de parámetros de forma eficiente y transparente. Por ejemplo, el reporte IFOP de la meluza del sur podría ser mejorado sustancialmente en cuanto a diagnósticos, reporte de parámetros, análisis de sensibilidad y formato usando los paquetes disponibles para SS3. SS3 permite visualizar los parámetros estimados (y derivados), evaluar cuáles de ellos están fuertemente correlacionados, cuáles de ellos están cerca del límite/borde de estimación, y cuáles de ellos tienen priors. En el caso del informe IFOP, los revisores externos notaron que casi no se reportan parámetros clave como coeficiente de capturabilidad, selectividad, B_0 , F_{MSY} , MSY , B_{MSY} , etc. En general, los parámetros estimados y no estimados (y derivados) deberían ser reportados.

Otra ventaja de SS3 con respecto al modelo IFOP es el número de parámetros estimados. El modelo IFOP estima la mortalidad por pesca anual como parámetros libres. SS3, por su parte, son estimados de forma analítica (Hybrid method), lo cual disminuye la correlación de los parámetros y la complejidad del modelo de evaluación.

Una ventaja adicional es su transparencia; el modelo es open-source (código liberado), permitiendo la revisión por pares y la colaboración. Existe una comunidad de apoyo, debido a que existe una gran comunidad de usuarios, así como de talleres, documentación y foros en línea. Independientemente de la plataforma (JJM, CASAL, u otro),

los revisores externos consideran que adoptar una herramienta estandarizada puede ser una ventaja a corto/mediado plazo (Pascoe *et al.*, 2025). Una ventaja adicional es que SS3 está bien documentado. Por ejemplo, todas las ecuaciones que usan el modelo ya están descritas en el material suplementario de (Methot & Wetzel, 2013).

No obstante, SS3 también presenta algunas desventajas. Por ejemplo, debido a su complejidad, puede ser difícil de implementar e interpretar, y su uso requiere experiencia. Finalmente, dependiendo de la configuración, SS3 puede requerir un tiempo considerable en correr, especialmente si los modelos/datos son muy complejos.

En el marco de la revisión experta, el SS3 permitió explorar otras configuraciones que no fueron evaluadas en el modelo IFOP. En particular, la sensibilidad que tiene el modelo a la falta de información para estimar F_{MSY} , mayor ponderación a la información del crucero, la incorporación de la CPUE usando el proceso de selección de modelo, y mayor desembarque, entre otras configuraciones. En el caso de las proyecciones, SS3 permitió proyectar el stock con diferentes hipótesis de cómo generar reclutamiento futuro y con una regla de control de F constante. La flexibilidad SS3 mostró cómo estas diferentes hipótesis hacen más optimistas (o no) las proyecciones futuras. Se evaluó solo una regla de control, pero cabe hacer notar que SS3 permite explorar otras reglas que están incorporadas en el modelo “Forecast” de SS3, en particular, reglas de control de tipo rampa.

Los modelos en SS3 fueron integrados y presentados en R Markdown (Xie *et al.*, 2021), pero también pueden ser integrados usando Quarto (Allaire *et al.*, 2021). Este enfoque permite distribuir los resultados de forma sencilla usando un archivo HTML.

Los modelos SS3 y archivos R Markdown están puestos a disposición del jefe de proyecto (M.Sc. Claudio Gatica) para su distribución. Cabe hacer notar que estos modelos son demostraciones, pero sirven de base para evaluaciones futuras.

Información más detallada sobre el modelo SS3 se puede encontrar en el siguiente enlace: <https://nmfs-ost.github.io/ss3-website/>

7.6.2.6 Estandarización de los índices de abundancia relativa (CPUE) de la merluza del sur

La captura por unidad de esfuerzo es un índice de abundancia relativa y es una pieza importante para la valoración del stock pesquero. Sin embargo, debido a que generalmente los datos de CPUE nominales contienen sesgos y factores que se confunden y que pueden alterar la relación entre la CPUE y la abundancia, se necesita llevar a cabo un proceso de estandarización. La estandarización ayuda a tomar en cuenta estos factores y logra que la CPUE sea un índice más confiable de la abundancia de peces. Los revisores proponen utilizar el método de selección de modelo

Para la merluza del sur se desarrollaron índices para dos pesquerías (arrastre y palangre), dos periodos de tiempo (1979-1997) y dos opciones de resultados del análisis de cluster (clu3 y clu5). Las combinaciones de estos elementos dieron como resultado una cantidad importante de índices, sobre todo porque dentro de cada índice se exploraron distintas opciones de distribución de errores (normal, Poisson, Gamma) para los modelos lineales generalizados.

Para el primer periodo (1979-1987) y la pesquería de arrastre, IFOP desarrolló cinco modelos en los que se integraron los factores Año, Buque, cluster (3 o 5), Mes, y Zona en distintas combinaciones. Para el segundo periodo (1988-2022), IFOP desarrolló cuatro modelos para la estandarización que incluyen los mismos predictores.

En el marco de la revisión experta, con el fin de comparar y evaluar la estandarización de CPUE de IFOP, para la pesquería de palangre en el primer periodo se construyeron cuatro modelos con los mismos factores, más la adición de un nuevo factor (UP). En el segundo periodo se agregó un nuevo factor (metier).

Para la pesquería de palangre también se tuvieron los dos mismos periodos. En el primer periodo, IFOP desarrolló cuatro modelos con algunas combinaciones de los factores Mes, Buque, UP, Año, y cluster (3 y 5). Para el segundo periodo, también se desarrollaron cuatro modelos, pero ahora se incluyeron los factores año, mes, zona, pesquería y buque.

Dentro de la revisión internacional, para cada una de las pesquerías con su respectivo periodo y opciones de distribuciones de errores se llevó a cabo un proceso de selección de modelo basado en un modelo saturado que uso los mismos predictores propuestos por IFOP más los predictores continuos longitud y latitud que se encontraban disponibles en los datos

(Detalles en el anexo 2). El modelo saturado incluyó los factores mencionados, los predictores continuos y las interacciones de primer orden. Se llevó a cabo el proceso de selección para cada posible escenario y se comparó con los modelos previos del IFOP. Más detalles sobre la estandarización se encuentran en los Anexos 1 y 2.

7.6.2.7 Implementación del modelo SS3 para la evaluación del stock de la merluza del sur

En esta sección se presentan los diferentes escenarios evaluados para la merluza del sur utilizando la plataforma SS3. Se consideró un modelo base (1.0) que incorpora un prior informativo para la pendiente de la relación stock-recluta ($h=0.4$) y la capturabilidad del crucero ($q=0.75$), incluyendo bloques temporales variables para todas las pesquerías y el crucero acústico. A partir de este modelo base, se evaluaron seis configuraciones adicionales (modelos 2.0-7.0) que exploran diferentes valores de capturabilidad del crucero (0.95), la estimación de $q\beta$, valores alternativos de h (0.5), tamaños de muestra, series de CPUE alternativas y escenarios de capturas artesanales. En las siguientes secciones se analizan brevemente los principales resultados de estos modelos en términos de biomasa desovante, reclutamientos, mortalidad por pesca (F), así como las proyecciones del estado del recurso bajo diferentes escenarios de explotación. Adicionalmente, se realizó una exploración limitada de diagnósticos, incluyendo análisis retrospectivo y de residuales, cuyos resultados detallados están disponibles en el reporte “[HTML Msur Analysis Report](#)”, los cuales sugieren un ajuste razonable del modelo a los datos observados y una consistencia aceptable en las estimaciones históricas.

7.6.2.7.1 Tasa de mortalidad por pesca

Las tasas de captura mostradas en los gráficos revelan patrones importantes en la pesquería desde 1980 hasta 2020. La flota de arrastre muestra una alta tasa de mortalidad por pesca (F) que alcanzó un pico de aproximadamente 0.65 a mediados de los años 1980, seguida de una disminución significativa. Esto se debe a las altas capturas que ocurrieron por los barcos fábrica en la zona sur exterior. Este patrón no está reflejado por el modelo IFOP y debería ser investigado. Las otras dos flotas (palangre y espinel) comenzaron sus operaciones más tarde, alrededor de 1987-1990, con tasas de captura más bajas, alcanzando máximos de aproximadamente 0.15.

Los seis modelos evaluados (m01-m06) muestran patrones similares en la tendencia histórica de F , con intervalos de confianza (áreas sombreadas) que se superponen, especialmente después del año 2000, lo que sugiere robustez en las estimaciones. Desde el año 2000, todas las flotas han mantenido tasas de captura más estables y sostenibles, con la flota de arrastre operando alrededor de 0.15-0.20 y las otras flotas manteniendo niveles más bajos, cercanos a 0.05. Así, la flota de arrastre ha aumentado su F en los últimos años. Se sugiere monitorear la flota de arrastre de modo que se mantenga la F a niveles similares a los actuales o más bajos, dado que los modelos muestran una tendencia al alza en los últimos años (2015-2020).

7.6.2.7.2 Edad media

El análisis de las tendencias de edad media en las capturas muestra patrones significativos entre 1980 y 2020. La flota de arrastre exhibió una disminución notable desde aproximadamente 16 años en 1980 hasta estabilizarse en 12-13 años después de 2000. La flota espinel comenzó sus registros alrededor de 1990 con una edad media inicial de 11.5 años, experimentando una disminución hasta 9 años en 1995, seguida de una recuperación gradual hasta 10-11 años. La flota palangre mostró fluctuaciones entre 12 y 14 años, con una tendencia positiva en años recientes. Los datos del crucero acústico desde 2000 indican una edad media más estable, oscilando entre 13-15 años, con un pico cercano a 15 años en 2015. Todas las series muestran una considerable incertidumbre en sus estimaciones, representada por las amplias barras de error, pero sugieren una estabilización general en la estructura de edad de la población en las últimas décadas.

Los gráficos muestran la evolución de la edad media en las capturas de diferentes flotas y el crucero acústico durante las últimas décadas. Considerando que la edad de madurez es 10 años, se observan patrones importantes:

La flota de arrastre muestra una disminución histórica de 16 años (1980) hasta estabilizarse en 13 años actualmente, manteniéndose por encima de la edad de madurez. La flota espinel presenta valores cercanos a los 10-11 años, justo por encima del umbral de madurez. La flota palangre muestra una tendencia positiva en años recientes, alcanzando 14 años. Los datos del estudio científico confirman estas tendencias, con edades medias entre 14-15 años. En conjunto, todas las flotas están capturando individuos por encima de la edad de madurez, lo que sugiere una pesquería bien gestionada que permite la reproducción

efectiva antes de la captura. Sin embargo, las amplias barras de error indican considerable incertidumbre en las estimaciones.

7.6.2.7.3 Biomasa desovante

Los gráficos muestran que la biomasa desovante ha experimentado tres fases distintas: una fuerte disminución desde niveles altos (80% de B_0) en 1980 hasta niveles críticos (35% de B_0) en los años 90, seguida por una recuperación y posterior estabilización hasta la actualidad, donde la población se mantiene en el objetivo de manejo (40% de B_0). Los seis modelos evaluados (m01-m06) muestran tendencias muy similares y consistentes en estas tres fases, con intervalos de confianza (área sombreada) que se superponen entre sí, lo que fortalece la robustez de estas estimaciones. Dado que las proyecciones hasta 2023 indican que la biomasa se mantendrá estable en estos niveles y por encima del umbral mínimo (25% de B_0), se sugiere mantener las medidas de manejo actuales que han demostrado ser efectivas para la sostenibilidad del recurso, mientras se continúa con un monitoreo cercano para asegurar que la biomasa no caiga bajo los niveles objetivo.

7.6.2.7.4 Reclutamiento

El análisis del reclutamiento muestra patrones variables a lo largo de la serie histórica (1960-2020). Las desviaciones del reclutamiento presentan tres períodos distintivos: (1) alta variabilidad e incertidumbre en los primeros años (1960-1980) con desvíos principalmente negativos y amplios intervalos de confianza. Esto es explicado ya que durante este periodo no hay información de composiciones de edades, (2) un período intermedio (1980-2000) con desvíos con menor incertidumbre, con desvíos principalmente negativos destacándose algunos años con desvíos altos, y (3) el período reciente (2000-2020) que muestra desvíos principalmente positivos pero menores que el período anterior. El reclutamiento absoluto se ha mantenido relativamente estable, aunque con intervalos de confianza que aumentan considerablemente en años recientes. La relación stock-recluta muestra que no existe información para niveles bajos de biomasa desovante (menos de 200 mil t), lo que genera incertidumbre sobre la capacidad de recuperación del stock a niveles bajos de abundancia. En general hay mucha incertidumbre en los desvíos de reclutamiento y sus patrones. Por ejemplo, el modelo IFOP muestra patrones cíclicos. Así es importante saber cuáles son las

estimaciones de F_{MSY} en ese modelo. Cabe hacer notar que el modelo SS3 estimó desvíos previos a 1977, mientras que el modelo IFOP solo desde 1977 hacia adelante. En la última reunión se mencionó que existen datos de composiciones de edades para esos primeros años. A mediano/largo plazo se podría usar esa información.

7.6.2.7.5 Estado del stock

Los diagramas de Kobe (modelos 01-06) muestran la evolución del estado del stock desde 1977 hasta 2022, donde se observa que el recurso ha transitado por diferentes estados. En 1977, el stock se encontraba en buenas condiciones (zona verde, $SB/SB_{MSY} > 1$), pero experimentó un período de sobrepesca intensiva que llevó a la población a una situación crítica (zona roja) durante los años 80. Las medidas de manejo implementadas permitieron una recuperación gradual. No obstante, de acuerdo con los modelos implementados, actualmente el stock se encuentra en el límite entre la zona verde y amarilla ($SB/SB_{MSY} \approx 1$), con niveles de mortalidad por pesca cercanos al nivel de referencia ($F/F_{MSY} \approx 1$). Se recomienda 1) Mantener la mortalidad por pesca actual o reducirla ligeramente para asegurar que el stock permanezca en la zona verde, 2) Implementar medidas precautorias dado que el stock está cerca del límite entre zonas, 3) Establecer un programa de monitoreo más intensivo para detectar cambios en la tendencia actual, 4) Considerar establecer límites de captura más conservadores para reducir el riesgo de volver a la zona amarilla

7.6.2.7.6 Cuotas de captura y proyecciones

Las tablas de proyección para los diferentes modelos (01, 02, 03 y 07) muestran tendencias variables para el período 2023-2027. El modelo 01 presenta las estimaciones más optimistas con una probabilidad de 54-66% de mantener la biomasa desovante (SSB) sobre el nivel objetivo y capturas estables cercanas a 28 mil toneladas en 2027. Los modelos intermedios (02 y 03) proyectan probabilidades menores (35-48%) y capturas cercanas a 26 mil toneladas. El escenario más pesimista (modelo 07) muestra las probabilidades más bajas (24-37%) de mantener la biomasa sobre el nivel objetivo hacia el 2027, lo que sugiere un mayor riesgo para la sostenibilidad del recurso. Dado estos resultados y la marcada diferencia entre escenarios, se sugiere adoptar un enfoque altamente precautorio considerando los modelos más conservadores para establecer las cuotas de captura, implementar un sistema de evaluación y monitoreo más frecuente, y establecer puntos de referencia intermedios que

permitan ajustar las medidas de manejo de manera oportuna, especialmente considerando que el escenario más pesimista indica un alto riesgo de no alcanzar los objetivos de conservación.

Las proyecciones se realizaron (ver Risk Analysis Table en [Msur Analysis Report](#)) usando una tasa de explotación igual a F_{MSY} , lo cual podría ser demasiado riesgoso para el manejo sustentable del recurso. La tabla de resultados “Model 01 $\times F_{MSY}$ ” muestra escenarios alternativos usando diferentes multiplicadores de F_{MSY} ($0x$, $0.75x$ y $1x$), donde el escenario más conservador ($0.75F_{MSY}$) proyecta una mayor probabilidad de mantener la biomasa sobre el nivel objetivo (67-71%) con capturas más bajas pero estables (22000-23000 toneladas) para los años 2025 y 2027, respectivamente. Para la proyección sin pesca ($0 \times F_{MSY}$) la biomasa se recuperaría significativamente, alcanzando una probabilidad del 95% para el 2025. Estos resultados sugieren que sería más apropiado utilizar un multiplicador de $0.75F_{MSY}$ para establecer las cuotas de captura, lo que permitiría un balance más adecuado entre la sustentabilidad del recurso y los objetivos económicos de la pesquería.

7.6.2.7.7 Conclusiones

El presente análisis debe considerarse como exploratorio y ejemplifica la flexibilidad de la plataforma SS3 para evaluar diferentes escenarios. Si bien se evaluaron siete configuraciones enfocadas en parámetros clave como la pendiente de la relación stock-recluta (h), capturabilidad del crucero (q) y diferentes fuentes de datos, existen múltiples aspectos adicionales que requieren mayor exploración. La plataforma SS3 permite fácilmente incorporar análisis de sensibilidad adicionales, incluyendo diferentes aproximaciones para modelar el reclutamiento futuro, explorar reglas de control de captura alternativas, y evaluar la robustez de las estimaciones a otros supuestos del modelo. Entre los aspectos que requieren mayor exploración se encuentran: diferentes estructuras para la selectividad, períodos alternativos para los bloques temporales, otras fuentes de información pesquera, y distintas configuraciones para la relación stock-recluta. Además, sería valioso explorar reglas de control de captura más conservadoras o adaptativas según los niveles de incertidumbre observados.

7.6.3 Merluza de tres aletas.

7.6.3.1 Introducción

7.6.3.1.1 Biología

La merluza de tres aletas (Southern blue whiting, *Micromesistius australis*) tiene una amplia distribución en el hemisferio sur. Se reconocen dos poblaciones, la primera población (*Micromesistius australis australis*) se encuentra alrededor de las Islas Malvinas (Falkland Islands) y la Patagonia Argentina en el Atlántico Sudoccidental; también se encuentra en las aguas chilenas en el Pacífico Sudoriental y al sur de las islas Georgia, Shetland y Orkney. La segunda población (*Micromesistius australis pallidus*) se localiza en la parte sureña de la Isla de Nueva Zelanda. En cuanto a la distribución en aguas chilenas, esta especie se distribuye desde el Golfo de Penas (47° L.S.) hasta los 51° L.S. (Figura 6), con una distribución batimétrica entre los 100 y 300 m asociada al borde del talud continental (SUBPESCA, 2008b). Forman cardúmenes que se dirigen a la plataforma continental y se concentran en el talud continental durante el invierno (Annala, 1994).

La talla de primera madurez se estima en 33.7 cm con un rango de 33 a 40 cm, con una longitud total máxima registrada de 90 cm y una longitud común de 60 cm (Cohen et al., 1990). La merluza de tres aletas es una especie longeva con una máxima edad reportada de 30 años (Cousseau, 1993). Esta es una especie ovípara con sexos separados (Breder & Rosen, 1966). La época de desove inicia a fines de julio y termina a principios de noviembre, alcanzando un máximo durante agosto-octubre al sur de las Islas Malvinas. En cuanto a la época de reproducción en el Pacífico sudoriental, es similar a la descrita para el Atlántico (Avilés *et al.*, 1979; Lillo, 1999). Para esta región, el máximo reproductor se da principalmente durante el mes de agosto en una estrecha franja asociada al inicio del talud desde el sur del Golfo de Penas (47°S) hasta los 51°S. Los juveniles se alimentan de eufásidos y anfípodos, ocasionalmente de copépodos, cefalópodos y peces pequeños.

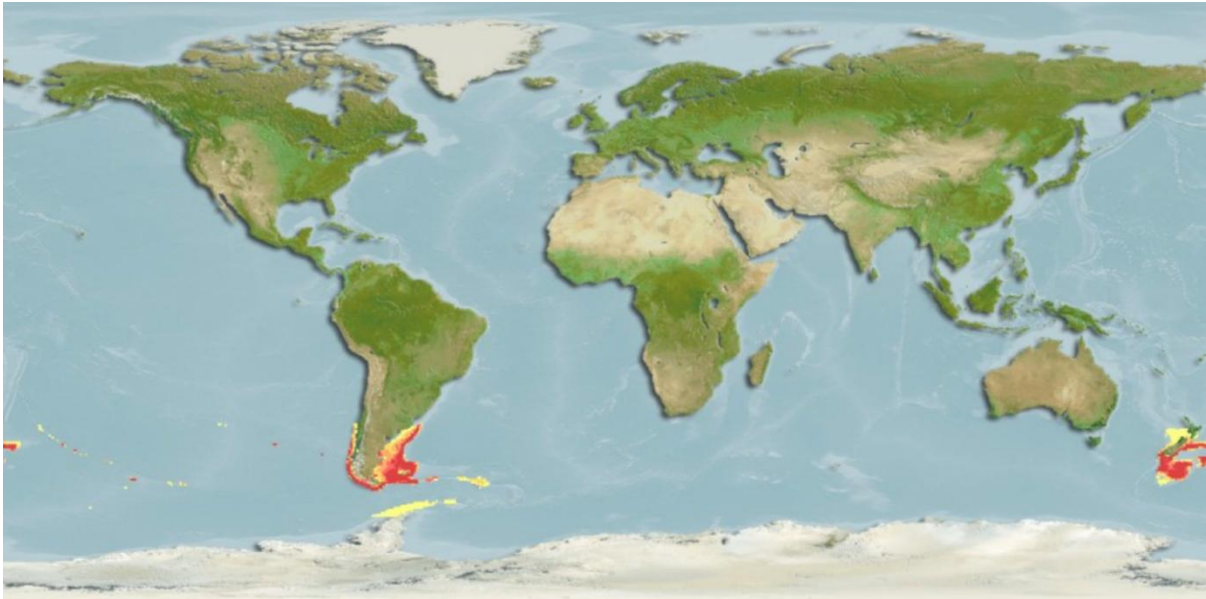


Figura 5. Distribución de la Merluza de tres aletas en el hemisferio sur. Reproducido de fishbase.se.

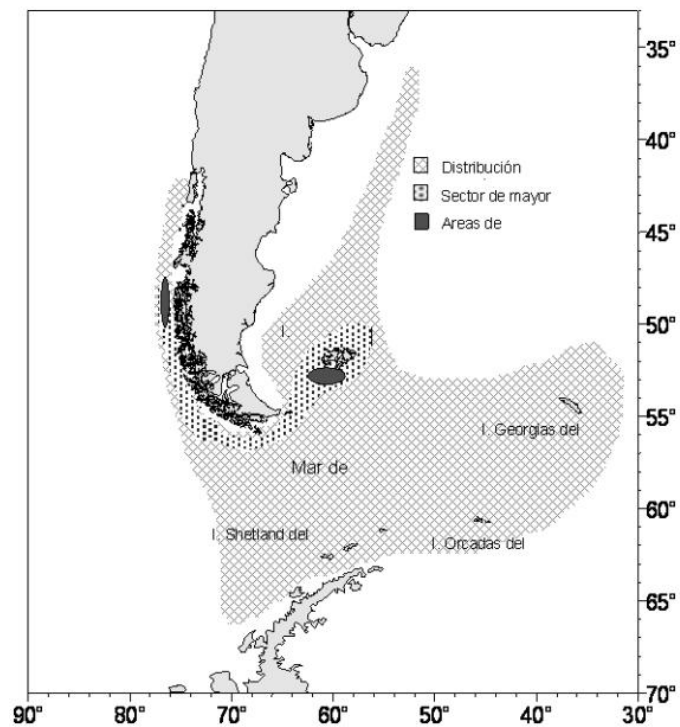


Figura 6. Distribución de la merluza de tres aletas en el hemisferio sur (Aguas chilenas y argentinas). Reproducido de SUBPESCA (2008b).

7.6.3.1.2 Pesquería

En la pesquería industrial se utiliza la red de arrastre de media agua. Este tipo de arte de pesca permite vulnerar eficazmente a los peces que se encuentran en la columna de agua, principalmente cuando estos se encuentran en su etapa reproductiva o de alimentación. La flota fábrica utiliza dos tipos de este arte de pesca, la UT 2642 con redes de cuatro paneles y la ST 2254 con ocho paneles (SUBPESCA, 2008b).

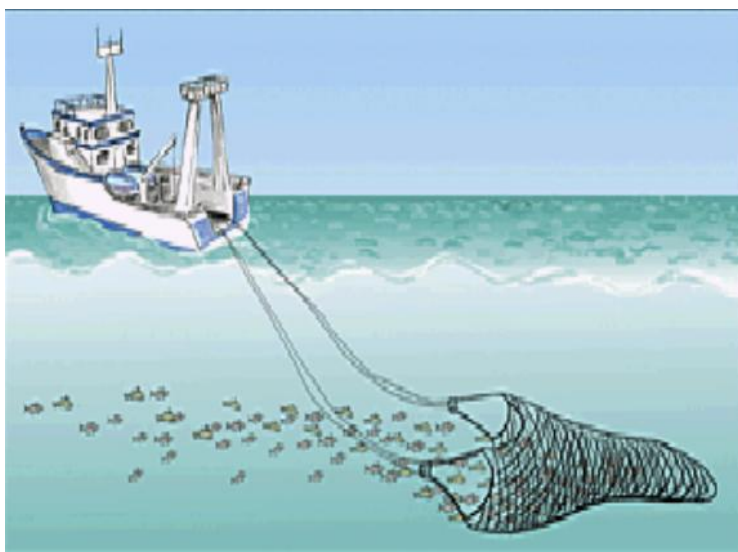


Figura 7. Red de arrastre de media agua utilizada por la flota fábrica en la pesquería de tres aletas en aguas chilenas. Reproducido de SUBPESCA (2008b).

7.6.3.1.3 Manejo

El manejo de esta pesquería también se basa en la Ley General de Pesca y Acuicultura, cuyos objetivos son la conservación y el uso sustentable de los recursos hidrobiológicos, mediante la aplicación del enfoque precautorio, de un enfoque ecosistémico en la regulación pesquera y la salvaguarda de los ecosistemas marinos en los que existan esos recursos.

En cuanto a las regulaciones, esta pesquería se regula a través de una cuota anual. El acceso es restringido, debido a la suspensión de nuevas autorizaciones de pesca. También se encuentra suspendida la inscripción de pescadores y armadores artesanales. Por otra parte, vale la pena mencionar que para esta pesquería no existe veda biológica. Tampoco se ha definido una talla mínima para esta especie. También existe regulación en cuanto a las

características del arte de pesca, cuyo tamaño de luz de malla debe ser mayor de 130 mm en el copo de las redes de arrastre (D. S. N° 144/80). Debido a que no existe una descripción específica del arte de pesca que se tiene que utilizar durante las operaciones, se puede capturar usando una red de arrastre de fondo o de media agua (SUBPESCA, 2008b).

7.6.3.2 Modelo actual de valoración de stock de la merluza de tres aletas.

A continuación, se mencionan brevemente algunos de los aspectos clave en las metodologías, datos y el modelo usado en la valoración del stock de la merluza de tres aletas.

7.6.3.2.1 Datos

Cada año se recaban y compilan los datos e información de la pesquería del país y se presentan los antecedentes disponibles de la pesquería en la zona trasandina (Pérez-Cuesta *et al.*, 2023).

Los desembarques corresponden a los datos oficiales y tienen como propósito cuantificar los volúmenes totales y por especie que se reciben en el desembarque. Estas estadísticas oficiales son sistematizadas por el Servicio Nacional de Pesca. Por su parte, el monitoreo de la pesquería se realiza a través del Proyecto de Investigación Situación Pesquerías Demersal Sur Austral. Los datos recabados incluyen la estructura de tallas/edad con una estimación global agregada entre flotas, con una serie disponible de 1990 a 2022. También se recaban datos de peso medio por edad, que corresponden a estimaciones globales después de la asignación de la edad. La información de los cruceros de evaluación acústica se enfoca en las épocas de desove, y provee la estructura del stock desovante. Los parámetros de historia de vida como la mortalidad natural, el crecimiento y la madurez se recopilan de reportes técnicos y científicos. También se usan los índices de abundancia relativa (CPUE). Detalles de la información se presentan a continuación (Tabla 2).

7.6.3.2.2 Modelo

En la evaluación del stock de la merluza de tres aletas se usa un modelo con estructura de edades ajustado a la composición de edades de las capturas y los cruceros hidro-acústicos, a las capturas totales observadas, a los índices de abundancia relativa (CPUE, 1997-2022), y a los niveles de biomasa observados en el crucero acústico (2001-2022). El modelo estima la abundancia de todas las edades para el primer año como parámetros libres. Los

reclutamientos anuales corresponden a individuos de dos años y corresponden a desviaciones aleatorias del modelo de stock-recluta de tipo Beverton-Holt. En cuanto a la selectividad, esta es diferente entre bloques de años, pero constante dentro de los bloques. En el modelo se asume que el desove se lleva a cabo en el mes de agosto (Pérez-Cuesta *et al.*, 2023).

Tabla 2. Información disponible para llevar a cabo la evaluación de stock de la merluza de tres aletas. Reproducido de Pérez-Cuesta et al. (2023).

Información disponible	CBA ₂₀₂₃
Desembarques nacionales	Serie 1978-2022 (2023 = Cuota de captura 2023)
Capturas argentinas bajo 54°	Serie 1995-2022 de capturas bajo 54°LS. (2023=2022)
CPUE estandarizada (1989-2021)	Serie 1997-2022
Biomasa Acústica	Series 2001-2003; 2005-2009 y 2011-2022
Frecuencia de Tallas (transformadas a edades)	Serie 1982-1989
Composición de edades de los desembarques	Serie 1990-2022
Composición de edades del crucero	Series 2001-2003; 2005-2009 y 2011-2022
Pesos medios a la edad	Serie promedio periodo 1990-2022
Madurez sexual	Céspedes <i>et al.</i> , 2013

Supuestos adicionales se muestran a continuación (Perez-Cuesta *et al.*, 2023):

1. La mortalidad natural es constante con un valor de $M=0.18$ (parámetro fijo), aunque la estimación de este parámetro es posible.
2. Los cruceros hidroacústicos son capaces de observar los cambios de la población, que migra anualmente para desovar en aguas chilenas.
3. La condición inicial (1978) es considerada en equilibrio y virginal, y permite el cálculo de la biomasa desovante virginal.
4. Los reclutamientos siguen una relación stock-recluta de tipo Beverton-Holt con error de proceso y un parámetro de escarpamiento (“steepness”) $d=0.75$. Este valor de escarpamiento implica un nivel de productividad media y se usa con un error de proceso elevado ($CV=0.6$) para dar flexibilidad a la estimación de los reclutamientos.
5. Patrón de explotación tipo domo o logístico dependiendo del periodo de explotación.

6. El modelo considera una población compartida en los océanos Pacífico y Atlántico bajo los 54° L.S, por lo que se adicionó a los desembarques nacionales oficiales los embarques de la flota argentina bajo el 54° L.S.
Las ecuaciones del modelo (Tabla 3) y las verosimilitudes (Tabla 4) usadas se muestran a continuación.

Tabla 3. Ecuaciones de dinámica para el modelo de evaluación de stock de la merluza de tres aletas (primera parte). Reproducido de Pérez-Cuesta *et al.* (2023).

Objetivos, supuestos y prior	Ecuación
Sobrevivencia a es la edad y t es el año. $a = [2 - 24]$, $t = [1978-2022]$	$N_{a,t} = \begin{cases} N_{a-1,t-1}S_{a-1,t-1} & a > 1 \\ N_{a-1,t-1}S_{a-1,t-1} + N_{a,t-1}S_{a,t-1} & a = A + 1 \end{cases}$ $S_{a,t} = \exp(-Z_{a,t})$
Mortalidad total F_t es el efecto anual de la mortalidad por pesca M es la mortalidad natural	$Z_{a,t} = M + F_t\psi_a$
Selectividad	$\psi_a = \left(1 + \exp\left[-\log(19)\frac{(a - A_{50\%})}{\Delta}\right]\right)^{-1}$
Reclutamiento anual $\varepsilon \sim N(0, \sigma_R^2)$; $\ln R_0 \sim U[a, b]$	$R_y = f(SB_{y-1})e^{\varepsilon_y - \sigma_R^2/2}$ $f(SB_{y-1}) = \frac{\alpha SB_{y-1}}{\beta + SB_{y-1}}$ $\alpha = \left(\frac{1-d}{4d}\right)\frac{SB_0}{R1}$ $\beta = \frac{5d-1}{4dR1}$
Población inicial N= abundancia a la edad	$N_{a,1978} = \begin{cases} R_y & a = 2 \\ N_{a-1,1978}e^{-M+\varepsilon_a-0.5\sigma_R^2} & a > 2 \\ N_{a,1990}/(1 - e^{-M}) & a = A + 1 \end{cases}$
Biomasa desovante Inicial (SSBo) N= abundancia; M= Mortalidad natural, Msex= Ojiva de madurez sexual a la edad (a) y Wm= Peso media a la edad (a) constante	$SSBo = e^{-\frac{7}{12}M} \sum_{a=1}^n N_a Msex_a Wm_a$

Capturas estimadas en edad	$\hat{C}_{a,t} = \frac{F_{a,t}}{Z_{a,t}} N_{a,t} (1 - S_{a,t})$
Desembarques en peso	$\hat{Y}_t = \sum_a \hat{C}_{a,t} W m_a$
Biomasa total y desovante O_a Corresponde a la ojiva de madurez sexual a la edad y Δ^t es la fracción del año en la cual ocurre del desove.	$B_t = \sum_a N_{a,t} W m_a$ $B D_t = \sum_a N_{a,t} e^{-\Delta^t Z_{a,t}} W m_a O_a$
Biomasa acústica Δ^c es la fracción del año en la cual se realiza el crucero. q^c es la capturabilidad / disponibilidad del crucero	$\hat{B}_t^c = q^c \sum_a N_{a,t} \psi_a^c e^{-\Delta^c Z_{a,t}} W m_a$
Proporción estimada de la captura/abundancia a la edad cruceros	$\hat{p}_{a,t}^c = \frac{N_{a,t} \psi_a^c e^{-\Delta^c Z_{a,t}}}{\sum_a N_{a,t} \psi_a^c e^{-\Delta^c Z_{a,t}}}$
Proporción estimada de la captura/abundancia a la edad flota	$\hat{p}_{a,t}^f = \frac{\hat{C}_{a,t}}{\sum_a \hat{C}_{a,t}}$

Tabla 4. Componentes de la verosimilitud del modelo de evaluación del stock de la merluza de tres aletas

Función/fuente	-log-verosimilitud
<u>Índices de abundancia</u> σ_I es la desviación estándar del índice I en escala logarítmica	$-l(I) = \frac{1}{2\sigma_I^2} \sum_t \left(\ln \left(\frac{\hat{I}_t}{I_t} \right) \right)^2$
<u>Desembarques</u> σ_Y es la desviación estándar de los desembarques en escala logarítmica	$-l(Y) = \frac{1}{2\sigma_Y^2} \sum_t \left(\ln \left(\frac{\hat{Y}_t}{Y_t} \right) \right)^2$
<u>Proporción de la captura/abundancia a la edad</u> f, c corresponde a la flota o crucero, n es el tamaño de muestra efectivo	$-l(p) = n^{f,c} p_{a,t}^{f,c} \ln \hat{p}_{a,t}^{f,c}$
<u>Distribución a Priori</u> Desvíos del reclutamiento promedio	$-l(R) = \frac{1}{2\sigma_R^2} \sum_t (\delta_t)^2$
<u>Penalización edad de 50% de selectividad comercial</u>	$-l(R) = \frac{1}{2\sigma_{0.1^2}}^*$ $\sum (\log_{L50f} - \log_{L50fprior})^2$

<u>Penalización edad de media de selectividad de acústica</u>	$-l(R) = \frac{1}{2\sigma_{0.1}^2} * \sum (\log_L50c - \log_L50fprior)^2$
<u>Penalización desviación estándar de la selectividad de acústica</u>	$-l(R) = \frac{1}{2\sigma_{0.1}^2} * \sum (\log_s2c - \log_s2priorl)^2$

En cuanto a las proyecciones, estas se hacen para un periodo de 40 años, el supuesto de reclutamiento se basa en una relación S/R de Beverton & Holt ponderado con una condición estable o promedio (pR=1). Mas detalles se pueden encontrar en Perez-Cuesta *et al.* (2023).

7.6.3.3 Observaciones y recomendaciones por parte de los revisores internacionales.

Basadas en la revisión de la evaluación de stock de IFOP, la comparación con el modelo SS3, la bibliografía y las preguntas y aclaraciones de las dos sesiones del taller, los revisores externos proponen las siguientes recomendaciones para la evaluación del stock de la merluza de tres aletas y su manejo:

1. Una incertidumbre principal es la hipótesis del stock compartido con Argentina. El modelo base IFOP incluye las capturas argentinas bajo los 54 grados LS. Se concluye que es inadecuado incluir estas capturas ya que no se tiene control de estas. Por lo tanto, se recomienda no usar la captura de Argentina en la evaluación de Stock Chileno. El modelo de evaluación para el stock chileno debe incluir solo capturas chilenas de modo de tener un mejor control de la mortalidad por pesca (F) que se aplica al stock de Chile. La actual determinación de la cuota incluyendo las capturas es bastante inusual y no hace transparente su estimación. Además, es difícil interpretar las proyecciones y la posible recuperación del stock usando esa aproximación.
2. Si se considera que es necesario analizar el impacto de la captura argentina, se recomienda desarrollar una plataforma a largo plazo que incluya los datos argentinos completos (no solo la captura) como una zona-pesquería, como se ha hecho, por ejemplo, en la pesquería del Pacific Halibut (Stewart & Hicks, 2024).

3. El desarrollo de la plataforma multi-zonas internacional se debe realizar a largo plazo, garantizando la calidad y uniformidad de los datos requeridos.
4. El personal idóneo se debe abocar a las relaciones internacionales para asegurar la cooperación de Argentina.
5. Al igual que la merluza del sur, se recomienda usar la nomenclatura estándar: “diagrama de Kobe” o “diagrama de fase”, “el stock está en estado de sobrepesca” (overfished), “existe sobrepesca” (overfishing).
6. Se recomienda usar la estructura típica del diagrama de Kobe cuando se determine el estado del stock. Ver ejemplo en SS3 en el [“M3a Analysis Report”](#).
7. Se recomienda hacer las proyecciones en el corto y mediano plazo para determinar el estado del stock.
8. Definir con claridad y explícitamente los puntos de referencia objetivo y límite. Al igual que el caso de la merluza del sur, siempre se deberían usar multiplicadores que no sobrepasen puntos de referencia límite. Por ejemplo, es común usar $0.75 F_{MSY}$ (o $0.75*$ proxy de F_{MSY}).
9. La regla de control de tasa de explotación constante (usando un proxy de F_{MSY}) parece ser inadecuada para el sistema actual. El diagrama de Kobe muestra que el recurso está en estado de sobrepesca desde hace varios años. Establecer una nueva regla de control con estructura “si – entonces”, donde se definan las acciones que se tomarán cuando el estado del recurso sobrepase los puntos de referencia, podría ser más adecuada para proteger el stock desovante.
10. Una regla de control tipo rampa podría ser más adecuada para establecer un mínimo de biomasa de resguardo y una disminución de la F cuando la biomasa se acerque a la biomasa límite. Se recomienda un claro protocolo que determine las medidas de manejo a seguir cuando, por ejemplo, se sobrepasen biomasa de resguardo límite.
11. El modelo de evaluación e indicadores empíricos (i.e. Estructura de edad) indican un probable estado de deterioro del recurso, sería recomendable desarrollar un plan de recuperación del recurso. Todos los sectores tienen que intervenir en el desarrollo de un plan de reconstrucción. Se recomienda designar personal idóneo para sensibilizar estos puntos con la industria y pescadores. Se recomienda establecer un claro protocolo para este plan de

recuperación, quién(es) esté(n) encargado de su desarrollo, y los tiempos para su desarrollo y establecer los recursos necesarios.

12. En el manejo actual ha permitido aplicar F_{MSY} (o su proxy o status quo) para establecer cuotas de captura aun cuando el estatus muestra $F_t > F_{MSY}$ y $SB_t < SB_{MSY}$. Se recomienda no usar F_{MSY} en estas situaciones, se debe aplicar una mortalidad por pesca que permita recuperar el stock. Esta debe ser una fracción de F_{MSY} (si se usa una regla de control de mortalidad por pesca constante) que permita recuperar el stock. Establecer cuotas de captura con tasas a F_{MSY} cuando el stock está en estado de sobrepesca no va a recuperar el stock en ningún plazo y deteriora aún más el estado del recurso. Es por esto por lo que se debe establecer un plan de recuperación para determinar esta mortalidad por pesca.

13. Se recomienda definir la captura total permisible anual (total allowable catch TAC) a partir de disminuciones de ABC: $TAC = ABC - C_{surv} - Descartes - correcciones$ (subreportes).

14. Para brindar uniformidad, se recomienda que en lo posible se use un solo formato de reporte. En el Anexo 2, se muestra un formato de reporte que se recomienda usar en los stocks manejados por el National Marine Fisheries Service (NMFS) de la National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) o similar

15. Se recomienda incluir un glosario de términos usados en el reporte.

16. Se recomienda considerar la implementación del modelo de Stock Synthesis (u otras plataformas ya estandarizadas) para la evaluación del stock de merluza de tres aletas. Así como su implementación para la mayoría de las especies valoradas en Chile. Esta acción brindará flexibilidad, uniformidad, transparencia y sólidas capacidades analíticas. Tal como se mencionó para la merluza del Sur, se recomienda el uso SS3 (u otras plataformas ya estandarizadas) dentro del corto a mediano plazo. Es decir, considerando los ciclos de manejo y reportes del recurso.

17. Muchas de las observaciones y recomendaciones señaladas para el stock de la merluza del sur se aplican a la merluza de tres aletas. En particular, se deben reportar los parámetros estimados (o fijos) y derivados, y se deben reportar las estimaciones de F_{MSY} aun cuando no se emplean en la regla de control, etc. El uso de SS3 podría facilitar el diagnóstico y presentación de resultados, así como también la exploración de escenarios de sensibilidad.

7.6.3.4 Estandarización de los índices de abundancia relativa (CPUE) de la merluza de tres aletas

El personal del IFOP desarrolló ocho modelos lineales generalizados para la estandarización de la CPUE de la pesquería de arrastre para el período 1989-2022. Los predictores usados incluyeron el año, buque, zona, mes y dos interacciones zona:mes y buque:mes (Tabla 32). El modelo con menor AIC correspondió al modelo que solo contenía el predictor año y la interacción buque:mes (Tabla 32). La comparación de dichos índices se muestra más adelante (Figura 30 y Figura 31).

Los revisores externos utilizaron el proceso de selección de modelo para determinar el modelo mínimo adecuado a partir de un modelo saturado que contenía los predictores mencionados más las interacciones de primer orden. Se analizaron dos modelos saturados, el primero con errores normales y el segundo con errores quasi Poisson debido a la existencia de sobredispersión. El modelo con errores normales tuvo el menor AIC globalmente (Tabla 35) y explicó la mayor variabilidad observada (56.8%). Las comparaciones de los modelos se pueden observar en el Anexo 2 (Figura 36). El modelo con errores quasi Poisson tuvo algunos problemas que sugieren usar el modelo con errores normales o explorar la opción de usar errores con distribución Gamma. Más detalles se encuentran en el Anexo 2.

7.6.3.5 Implementación del modelo SS3 para la evaluación del stock de la merluza de tres aletas

En esta sección se presentan los diferentes escenarios evaluados para la merluza de tres aletas utilizando la plataforma SS3. El modelo (1.0) que incorpora capturas de Argentina y Chile, un prior informativo para la pendiente de la relación stock-recluta (h), la capturabilidad del crucero ($q=0.75$), y bloques temporales variables para la mortalidad natural (M) durante 2001-2022. Este modelo base otorga mayor peso a la información del crucero que a los datos pesqueros, e incluye bloques temporales variables para la selectividad tanto de la pesquería como del crucero. A partir de este modelo 1.0, se evaluaron ocho configuraciones adicionales (modelos 2.0-2.7) que exploran diferentes escenarios: uso exclusivo de capturas chilenas, valores alternativos de h y q crucero, inclusión de la CPUE alterativa desarrollada por los revisores, remoción del bloque temporal para M , y diferentes aproximaciones para el reclutamiento futuro. En las siguientes secciones se analizan brevemente los principales

resultados de estos modelos que incluyen solo las capturas de Chile, en términos de biomasa desovante, reclutamientos, mortalidad por pesca (F), así como las proyecciones del estado del recurso bajo diferentes escenarios de explotación (ej., ver Risk Analysis Table y Model 02 (xFmsy) en el [M3a Analysis Report](#)).

7.6.3.5.1 Ajuste modelo 02

El ajuste del modelo a los índices de abundancia muestra patrones diferentes para el crucero acústico y la CPUE. El crucero acústico muestra una tendencia decreciente desde 2001 hasta estabilizarse alrededor de 2015, con un ajuste razonable del modelo (línea azul) a las observaciones y barras de error relativamente pequeñas. Los residuales del crucero se mantienen dentro de los límites esperados (banda verde), con un valor p de 0.640 que indica un buen ajuste. Por otro lado, la CPUE también muestra una tendencia decreciente desde 1997 hasta 2021, estabilizándose en niveles bajos en años recientes, con mayor incertidumbre en las observaciones (barras de error más amplias) pero con residuales bien comportados (valor p de 0.212). Ambos índices sugieren una disminución consistente en la abundancia del recurso durante el período analizado, aunque con mayor precisión en las estimaciones del crucero acústico.

Las composiciones de edad muestran patrones diferentes entre la pesquería y el crucero acústico. Para la pesquería (1990-2022), se observa un buen ajuste general del modelo (línea verde) a los datos observados (área gris), con una estructura de edad que ha variado significativamente. En los primeros años (1990-2000), la pesquería capturaba individuos entre 5 y 20 años, con modas principales entre 10 y 15 años. En años recientes (2015-2022), la estructura se ha desplazado hacia individuos más jóvenes, con modas principales entre 5 y 10 años y una notable disminución de ejemplares longevos mayores de 15 años.

Para el crucero acústico (2001-2022), el ajuste también es adecuado, aunque muestra mayor variabilidad en las observaciones. La estructura de edad del crucero tiende a ser más amplia, detectando consistentemente individuos entre 3 y 20 años, pero también evidencia una reducción en la proporción de individuos longevos en años recientes. El análisis de residuales muestra un buen comportamiento tanto para la pesquería como para el crucero, manteniéndose dentro de la banda de confianza (área verde) y sin mostrar patrones sistemáticos o tendencias que sugieran problemas en el ajuste del modelo. Los residuales

medios por edad fluctúan aleatoriamente alrededor de cero, lo que indica un ajuste satisfactorio a los datos observados.

Esta disminución generalizada de individuos longevos tanto en la pesquería como en el crucero tiene implicaciones importantes para el manejo, ya que sugiere una reducción en la porción más reproductiva del stock y podría afectar el potencial reproductivo de la población. Esto indica la necesidad de implementar medidas de manejo más conservadoras para proteger a los individuos de mayor edad y asegurar la sustentabilidad del recurso a largo plazo.

7.6.3.5.2 Mortalidad por pesca

Las tendencias históricas de la pesquería de merluza de tres aletas muestran dos períodos claramente diferenciados. Durante 1980-1990, las capturas se mantuvieron en niveles relativamente bajos y estables, fluctuando alrededor de 5000 toneladas, con una mortalidad por pesca (F) cercana a 0.01. A partir de 1990, se observa un incremento significativo en las capturas, alcanzando un máximo histórico cercano a 45000 toneladas en el año 2000, período que coincide con un aumento sostenido de la mortalidad por pesca hasta alcanzar valores máximos de 0.20 entre 2010 y 2012. Los diferentes modelos evaluados (m2.0-m2.7) muestran patrones similares en la tendencia de F/F_{MSY} , con un período de baja explotación hasta 1990 ($F/F_{MSY} < 0.2$), seguido por un incremento sostenido hasta alcanzar niveles máximos cercanos a 1.5-2.0 entre 2010 y 2015. Posteriormente, tanto las capturas como la mortalidad por pesca han mostrado una tendencia decreciente, alcanzando en años recientes (2020-2022) niveles cercanos a 5000 toneladas y una F/F_{MSY} de 0.4-0.5. Esta reducción en la mortalidad por pesca coincide con una disminución significativa de la biomasa desovante, que actualmente se encuentra por debajo del punto biológico de referencia límite (0.25 de B_0), lo que sugiere la necesidad de mantener niveles bajos de explotación para permitir la recuperación del recurso.

7.6.3.5.3 Biomasa desovante

La biomasa desovante de la merluza de tres aletas muestra tres períodos claramente diferenciados. Durante 1980-1990, la biomasa se mantuvo relativamente estable alrededor de 500 mil toneladas (aproximadamente B_0). Entre 1990 y 1997, se observa un incremento significativo hasta alcanzar un máximo histórico cercano a 800 mil toneladas ($1.3B_0$).

Posteriormente, se evidencia una fuerte disminución desde 1997 hasta la actualidad, donde la biomasa ha alcanzado los niveles más bajos de la serie histórica, aproximadamente 100 mil toneladas ($0.2 B_0$). Esta tendencia decreciente ha llevado a que el stock se encuentre actualmente por debajo del punto biológico de referencia límite ($0.25B_0$), lo que sugiere una condición de agotamiento que requiere medidas urgentes de recuperación. Esto, aun cuando las F han disminuido en los últimos años. Los intervalos de confianza (líneas punteadas) muestran una menor incertidumbre en las estimaciones recientes en comparación con el período histórico. Hay que hacer notar que se usaron los puntos de referencia que traen por defecto SS3 y no necesariamente coinciden con el manejo nacional (ver Figuras en Time-series en [M3a_report_Jan](#)).

7.6.3.5.4 Edad media

El análisis de la edad media muestra una preocupante disminución tanto en la pesquería como en el crucero acústico. La pesquería muestra una reducción desde 10-11 años (1995 y 2000) hasta 7 años en el período reciente (2015 y 2022), mientras que el crucero evidencia una disminución más pronunciada desde 11 años (2005) hasta 6 años (2020). Considerando que la madurez sexual se alcanza a los 5-6 años (50% de madurez) y la madurez completa ocurre a los 8-10 años, la actual estructura de edad media está muy cercana a la edad de primera madurez. La selectividad de la pesquería y el crucero muestra un patrón similar, alcanzando el 50% de selectividad a los 5-6 años, lo que coincide con la edad de primera madurez. Esta situación es preocupante para el manejo, ya que indica que la pesquería está capturando una proporción significativa de individuos que apenas han alcanzado la madurez sexual, reduciendo el potencial reproductivo de la población y aumentando el riesgo de sobrepesca por reclutamiento.

7.6.3.5.5 Reclutamiento

El análisis del reclutamiento muestra patrones importantes en diferentes escalas temporales (ver R-S en Model output de [M3a_report_Jan](#)). Las desviaciones del reclutamiento muestran una alta variabilidad durante 1980-1990 con valores positivos, seguidos por un período de desviaciones negativas entre 1994-2009, seguido por desvíos positivos hasta 2019.

La relación stock-recluta muestra una clara reducción tanto en la biomasa desovante como en el reclutamiento desde los años 80s (600 mil-700 mil t) hasta niveles actuales

cercanos a 100 mil t. Se observa un patrón donde los reclutamientos más altos ocurrieron con biomasa desovantes superiores a 400 mil t (1982-1989), mientras que en años recientes (2017-2022) los reclutamientos han sido consistentemente bajos. Note que el reclutamiento en 2023 no es estimado sino simulado y es para mostrar el efecto de incluir reclutamiento promedio.

El reclutamiento absoluto confirma esta tendencia, mostrando una disminución del reclutamiento en los 80 hacia años recientes. Esta reducción sostenida en el reclutamiento, junto con la actual baja biomasa desovante, sugiere un deterioro en la capacidad reproductiva del stock que requiere medidas de manejo precautorias para permitir su recuperación.

7.6.3.5.6 Estado del stock

Los diagramas de Kobe muestran la evolución histórica del estado del stock de merluza de tres aletas bajo diferentes configuraciones del modelo. El modelo 1.0, que incluye las capturas tanto de Argentina como de Chile, y los modelos alternativos (2.0-2.5, que solo incluyen capturas chilenas) coinciden en mostrar una trayectoria similar: el recurso parte de una condición saludable con alta biomasa ($SB/SB_{MSY} > 3$), experimenta un período de existencia de sobrepesca que lleva a una situación crítica (zona roja, $SB/SB_{MSY} < 1$), y actualmente se encuentra en un estado de sobrepesca (zona amarilla) con niveles de mortalidad por pesca por debajo a F_{MSY} . Si bien no se muestran todos los análisis de sensibilidad realizados, los modelos presentados son consistentes en indicar que el stock se encuentra en una situación preocupante.

Recomendaciones:

- Establecer un plan de recuperación con objetivos y plazos definidos, asegurando la inclusión de todos los participantes de la pesquería y la adquisición del financiamiento necesario.
- Fortalecer el monitoreo biológico-pesquero para validar las tendencias proyectadas
- Considerar la implementación de vedas temporales o espaciales para proteger áreas de desove
- Evaluar escenarios adicionales que incorporen otras fuentes de incertidumbre no consideradas en estos análisis

7.6.3.5.7 Captura y proyecciones

Las proyecciones realizadas bajo diferentes configuraciones del modelo muestran escenarios preocupantes para el stock de merluza de tres aletas. Utilizando F_{MSY} sin multiplicador, todos los modelos (1.0-2.7) proyectan una muy baja probabilidad (0-15%) de que la biomasa desovante supere el punto biológico de referencia en el corto plazo (2024-2027), incluso con capturas que varían entre 7000 y 17000 toneladas. Al aplicar un multiplicador más conservador ($0.75F_{MSY}$), las proyecciones muestran una leve mejoría en la probabilidad de recuperación (7.43% para 2028) con capturas cercanas a 9400 toneladas, mientras que el escenario sin pesca ($0F_{MSY}$) muestra la mayor probabilidad de recuperación (25.05% para 2028).

Las proyecciones de biomasa desovante ilustran la importancia crítica de cómo se modela el reclutamiento futuro en el plan de recuperación de la merluza de tres aletas (ver Model 2 x F_{MSY} Alt future Rec en [M3a report Jan](#)). El modelo actual de IFOP, que utiliza el reclutamiento promedio histórico para las proyecciones, podría estar siendo demasiado optimista en sus predicciones de recuperación hacia 2030, especialmente considerando que el stock se encuentra en niveles históricamente bajos ($0.2B_0$). Esta suposición de reclutamiento promedio no considera que, en condiciones de baja biomasa, el potencial reproductivo del stock podría estar comprometido, resultando en reclutamientos más bajos que el promedio histórico. Por lo tanto, es fundamental que el plan de recuperación evalúe escenarios alternativos de reclutamiento futuro, incluyendo escenarios más pesimistas que reflejen la posible reducción en la capacidad reproductiva del stock, y que las medidas de manejo sean lo suficientemente precautorias para asegurar la recuperación del recurso incluso bajo condiciones menos favorables que las asumidas actualmente.

Recomendaciones:

- Implementar urgentemente un plan de recuperación con medidas más restrictivas que F_{MSY} .
- Considerar reducciones significativas en las cuotas de captura, preferentemente usando multiplicadores que recuperen el stock en un periodo razonable.
- Desarrollar un programa de seguimiento más intensivo para validar las proyecciones.
- Evaluar la implementación de vedas temporales o espaciales adicionales.

7.6.3.5.8 Conclusiones

La evaluación de stock de merluza de tres aletas demuestra que SS3 es una plataforma versátil y robusta que permite explorar diferentes fuentes de incertidumbre en el modelamiento. Los análisis presentados, que incluyen variaciones en la capturabilidad del crucero, diferentes valores de steepness, inclusión de capturas argentinas, y distintas aproximaciones para el reclutamiento futuro, son solo ejemplos de las múltiples configuraciones posibles. Si bien los modelos evaluados muestran consistencia en las tendencias principales (disminución de biomasa, reducción de edad media, bajo reclutamiento reciente), es necesario explorar escenarios adicionales que consideren otras fuentes de incertidumbre como: diferentes estructuras de selectividad, períodos alternativos para los bloques temporales, otras configuraciones de la relación stock-recluta, y distintas reglas de control de captura. Esto es particularmente relevante para el desarrollo de un plan de recuperación robusto, donde la flexibilidad de SS3 permitiría evaluar múltiples estrategias de manejo bajo diferentes escenarios de productividad del stock.

7.6.4 Literatura citada

- Aguayo, M. 1995. Biology and fisheries of Chilean hakes (*M. gayi* and *M. australis*). In: Alheit, J. & T.J. Pitcher (eds). Hakes: Biology, fisheries and markets. Chapman & Hall, Great Britain, pp 305-338.
- Aguayo, M., Payá, I., Céspedes, R., Miranda, H., Cataste, V., Lillo, S., Gálvez, P., Adasme, L., Balbontín, F. & R. Bravo. 2001. Dinámica reproductiva de merluza del sur y congrio dorado. FIP 99-15, 114 pp.
- Allaire, J., Xie, J.Y. & P. R. Studio. P. 2021. Quarto: Open-Source Scientific and Technical Publishing. <https://quarto.org>.
- Annala, J.H. 1994. Report from the Fishery Assessment Plenary, May 1994: stock assessments and yield estimates. Unpublished report held in MAF Fisheries Greta Point library, Wellington. 242 pp.
- Avilés, S., Aguayo, M., Hinostroza, F. & J. Cañón. 1979. Merluza de tres aletas. Estado actual de las principales pesquerías nacionales. Bases para un desarrollo pesquero. Peces. Instituto de Fomento Pesquero, AP 79/18: 1-25.
- Balbontín, F. & R. Bravo. 1993. Fecundidad, talla de la primera madurez sexual y datos biométricos en la merluza del sur (*Merluccius australis*). Rev. Mar. 28: 111-132.
- Breder, C.M. & D.E. Rosen. 1966. Modes of reproduction in fishes. T.F.H. Publications, Neptune City, New Jersey. 941 pp.
- Chong, L., R. Céspedes., L. Adasme., V. Ojeda., L. Muñoz., A. Villalón., K. Hunt., L. Cid., M. Miranda., E. Garcés. & R. San Juan. 2015. Informe Final Convenio de Desempeño 2014. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Demersales y de Aguas Profundas. Sección III: Pesquerías Demersales Sur Austral, 2014. Instituto de Fomento Pesquero. Junio 2015.
- Cohen, D.M., T. Inada., T. Iwamoto. & N. Scialabba. 1990. FAO species catalogue. Vol. 10. Gadiform fishes of the world (Order Gadiformes). An annotated and illustrated catalogue of cods, hakes, grenadiers and other gadiform fishes known to date. FAO Fish. Synop. 125(10). Rome: FAO. 442 pp.
- Contreras-Mejías, F., S. Musleh-Vega. & F. Cabello-Bastías. 2023. Informe Técnico, Asesoría (Estatus, posibilidades de explotación), Convenio de Desempeño 2023. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los

- principales recursos pesqueros nacionales, año 2024: Merluza del Sur. Instituto de Fomento Pesquero.
- Cousseau, M.B. 1993. Las especies del orden gadiformes del Atlántico sudamericano comprendido entre 34° y 55°S y relación con las de otras áreas. *Frente Marit.* 13: 7-108.
- Deroba, J.J. & J.R. Bence. 2008. A review of harvest policies: Understanding relative performance of control rules. *Fisheries Research*, 94 (3): 210–223.
- Free, C.M., T. Mangin., J. Wiedenmann., C. Smith., H. McVeigh. & S.D. Gaines. 2023. Harvest control rules used in US federal fisheries management and implications for climate resilience. *Fish and Fisheries*, 24(2): 248–262.
- Hilborn, R., & Walters, C. (1992). *Quantitative fisheries stock assessment: Choice, dynamics and uncertainty*. Chapman and Hall.
- Lillo, S., V. Ojeda., E. Molina., R. Céspedes., L. Muñoz., H. Hidalgo., K. Hunt., A. Villalón., R. Meléndez., A. Saavedra., F. Balbontín., R. Bravo. & G. Herrera. 2014. Evaluación directa de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, año 2013. Capítulo I: Merluza del sur. FIP N° 2013-13. Mayo 2014. 108 pp.
- Lloris, D., J. Matallanas. & P. Oliver. 2005. Hakes of the world (Family Merlucciidae). An annotated and illustrated catalogue of hake species known to date. *FAO Spec. Cat. Fish. Purp.* (2), 57 pp.
- Methot, R. D. & C.R. Wetzel. 2013. Stock synthesis: A biological and statistical framework for fish stock assessment and fishery management. *Fisheries Research*, 142, 86–99.
- Pascoe, S., N. Dowling., C.M. Dichmont., R. Deng., A.E. Punt. & I. van Putten. 2025. Key drivers of model choice by fisheries scientists and their propensity to adopt stock assessment packages. *Marine Policy*, 174 pp.
- Paxton, J.R., D.F. Hoese., G.R. Allen. & J.E. Hanley. 1989. Pisces. Petromyzontidae to Carangidae. *Zoological Catalogue of Australia*, Vol. 7. Australian Government Publishing Service, Canberra, 665 pp.
- Perez-Cuesta, M.C., I.S. Paya-Contreras. & F.J. Contreras-Mejías. 2023. Informe Técnico Asesoría (Estatus, Posibilidades de explotación). Convenio Desempeño 2023. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales

- recursos pesqueros nacionales, año 2024. Merluza de tres aletas, 2024. Instituto de Fomento Pesquero.
- Stewart, I. & A. Hicks. 2024. Assessment of the Pacific Halibut (*Hippoglossus stenolepis*) stock at the end of 2023. IPHC-2024-SA-01, 37 pp.
- Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. 2008. Ficha pesquera, Merluza del Sur (*Merluccius australis*). Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.
- Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. 2008b. Ficha pesquera, Merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*). Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.
- Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. 2016. Plan de Manejo para la pesquería de Merluza del Sur desde el paralelo 41° 28,6' LS al 57° 00 LS. División de Administración Pesquera – Departamento de Análisis Sectorial, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.
- Xie, Y., J.J. Allaire. & G. Grolemond. 2021. R Markdown: Dynamic Documents for R. <https://rmarkdown.rstudio.com>.
- Zhou, S., S. Yin., J.T. Thorson., A.D. Smith., M. Fuller. & C.J. Walters. 2012. Linking fishing mortality reference points to life history traits: an empirical study. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 69: 1292–1301.
- Zhou, S., A.E. Punt., Y. Lei., R.A Deng. & S.D. Hoyle. 2020. Identifying spawner biomass per-recruit reference points from life-history parameters. Fish and Fisheries, 21: 760–773.

7.6.4.1 Anexo 1. Lista de archivos de entrada y salida para la estandarización de los índices de abundancia relativa para las pesquerías de la merluza del sur y de tres aletas.

Archivo	Uso
Merluza del sur	
msurarrcpue.csv	Archivo de entrada para la estandarización de la CPUE de la pesquería de arrastre de la merluza del sur
MsurArrStdCPUE.R	Código de R para la estandarización de la CPUE de la pesquería de arrastre de la merluza del sur
CPUEmsurarrastre.csv	Archivo conteniendo la CPUE estandarizada asumiendo errores log normal
OPECPUEmsurarrastre.csv	Archivo conteniendo el CPUE estandarizado asumiendo errores Poisson y sobre dispersión.
msurpalcpue.csv	Archivo de entrada para la estandarización de la CPUE de la pesquería de palangre de la merluza del sur
MsurPalStdCPUE.R	Código de R para la estandarización de la CPUE de la pesquería de Palangre de la merluza del sur
CPUEmsurpalangre.csv	Archivo conteniendo la CPUE estandarizada asumiendo errores log normal para la pesquería de palangre de la merluza del sur
EPCPUEmsurpalangre	Archivo conteniendo la CPUE estandarizada asumiendo errores Poisson para la pesquería de palangre de la merluza del sur.
Merluza de tres aletas	
m3aArrStdCPUE.R	
m3aarrcpue.csv	Archivo de entrada para la estandarización de la CPUE de la pesquería de arrastre de la merluza de tres aletas
CPUEm3aarrastre.csv	Archivo conteniendo la CPUE estandarizada asumiendo errores log normal para la pesquería de palangre de la merluza de tres aletas
OPECPUEm3aarrastre.csv	Archivo conteniendo la CPUE estandarizada asumiendo errores Poisson y sobre dispersión para la pesquería de arrastre de la merluza de tres aletas.

7.6.4.2 Anexo 2. Estandarización de la CPUE de la merluza del sur y tres aletas

Merluza del sur

Pesquería de arrastre de la merluza del sur

Estandarización de CPUE para la pesquería en el periodo 1979-1997

Para el primer periodo 1979-1997, personal del IFOP implementó cinco modelos que incorporan factores como el año, mes, buque, zona y cluster asociado a cada operación de lance. Los modelos usados en la estandarización, así como el Akaike Information Criterion (AIC) y el porcentaje de variabilidad explicada correspondiente a cada modelo se muestra a continuación (Tabla 5). El modelo con menor AIC fue el número uno, mientras el que explicó mayor cantidad de variabilidad fue el número cinco. La comparación gráfica de los modelos se muestra enseguida (Figura 8). Todos CPUE estimados muestran una tendencia creciente para los últimos años.

Tabla 5. Estandarizaciones previas de CPUE para el periodo 1979-1997 llevadas a cabo por el personal del IFOP.

Número	Modelo	AIC	%
prev1	<code>est1.clu.1 <- glm(log(cpueMsur) ~ factor(Year) +factor(Mes) +factor(Buque) +factor(Zona),weights= Nlances, family = gaussian, x=T, data = matcpue %>% filter(clu3 %in% c(1)))</code>	24327.45	63.2
prev2	<code>est1.clu.1.2 <- glm(log(cpueMsur) ~ factor(Year) +factor(Mes) +factor(Buque) + factor(Zona) +factor(clu3),weights= Nlances, family = gaussian, x=T, data = matcpue %>% filter(clu3 %in% c(1,2)))</code>	40585.12	66.1
prev3	<code>est2.clu.1.3 <- glm(log(cpueMsur) ~ factor(Year) +factor(Mes) +factor(Buque) +factor(Zona) +factor(clu5), weights= Nlances, family = gaussian, x=T, data = matcpue %>% filter(clu3 %in% c(1,3)))</code>	32178.28	60.98
prev4	<code>est2.clu.1.3.int <- glm(log(cpueMsur) ~ factor(Year) +factor(Mes)*factor(Buque) +factor(Zona)+factor(clu5), weights= Nlances, family = gaussian, x=T, data = matcpue %>% filter(clu3 %in% c(1,3)))</code>	31066.75	65.77
prev5	<code>est2.clu.1.2.3 <- glm(log(cpueMsur) ~ factor(Year) +factor(Mes) +factor(Buque) +factor(Zona) +factor(clu5), weights= Nlances, family = gaussian, x=T, data = matcpue %>% filter(clu5 %in% c(1,2,3)))</code>	33520.25	66.54

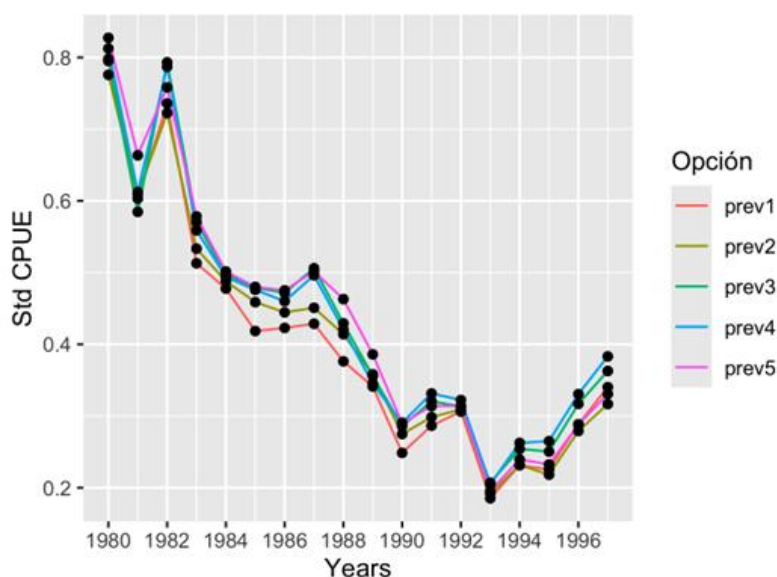


Figura 8. Comparación de los índices de abundancia relativa CPUE estandarizados con los métodos previos para el periodo 1988-1997.

Debido a que los modelos anteriores se seleccionaron arbitrariamente, los revisores internacionales proponen llevar a cabo un proceso de selección de modelo a partir de un modelo saturado que incluya todos los factores propuestos más sus interacciones de primer orden. Los predictores Year, Mes, Buque, UP, pesquería, clu3 y clu5 fueron definidos como factores. El código R para el primer modelo saturado con errores de distribución normal y opción clu3 es el siguiente:

```
mod1 <-  
glm(log(catchMsur)~Year+(Latitud+Longitud+Mes+Buque+UP+Pesqueria+clu3)^2+  
  offset(log(Esfuerzo)), family = gaussian, weights= Nlances,  
  control = glm.control(maxit = 50), x=T, data = matcpue)
```

Para facilitar el proceso se utilizó la función step que se utiliza para la selección de modelos paso a paso agregando o eliminando predictores de un modelo lineal o lineal generalizado basado en el criterio AIC:

```
mod2 <- step(mod1)
```

El modelo 2 se usó como base para aplicar el proceso de selección de modelo a pie. La función summary (mod2) contiene toda la información sobre las variables remanentes en el modelo 2. Se selecciona una variable de manera jerárquica, empezando por la última y se construye un nuevo modelo (mod3) que no contiene la última variable:

```
mod3 <- update(mod2,~.-UP:clu3)
```

El siguiente paso es comparar el modelo 2 con el modelo 3 usando análisis de varianza (ANOVA). La hipótesis nula es que los modelos son iguales ($H_0: \text{mod2}=\text{mod3}$), si el p-value < 0.05 la probabilidad de que los modelos sean iguales es muy baja y se conserva la variable que se había sustraído del modelo 2 y se construye el siguiente modelo sustrayendo la penúltima variable al modelo 2. Si p-value > 0.05 entonces los modelos son iguales y la

variable que se sustrajo del modelo 2 no explica variabilidad y puede ser desechada. Ahora se tendría que usar el modelo 3 para seguir el proceso de selección. Estos pasos se siguen hasta que se examine todas las variables remanentes en el modelo 2. A continuación se muestra el resultado del proceso de selección (Tabla 6). El proceso sugiere quitar dos variables adicionales.

Tabla 6. Proceso de selección para la estandarización de la CPUE de la pesquería de arrastre de la merluza del sur para el periodo 1979-1997, con opción clu3 y se usan el número de lance como pesos para la ponderación en el modelo lineal generalizado

Predictor	P-value	Resultado
UP:clu3	1.837e-15	Mantener
Buque:clu3	< 2.2e-16	Mantener
Buque:UP	< 2.2e-16	Mantener
Mes:clu3	< 2.2e-16	Mantener
Mes:UP	< 2.2e-16	Mantener
Mes:Buque	< 2.2e-16	Mantener
Longitud:clu3	0.001495	Mantener
Longitud:UP	0.1434	Quitar
Longitud:Buque	< 2.2e-16	Mantener
Longitud:Mes	2.827e-07	Mantener
Latitud:UP	7.563e-11	Mantener
Latitud:Buque	< 2.2e-16	Mantener
Latitud:Mes	< 2.2e-16	Mantener
Latitud:Longitud	0.0293	Mantener
Clu3	0.009705	Mantener
UP	1.213e-08	Mantener
Buque	< 2.2e-16	Mantener
Mes	< 2.2e-16	Mantener
Longitud	0.02062	Mantener
Latitud	0.9446	Quitar

El modelo mínimo adecuado se muestra a continuación en código de R:

```
modmin1 <- glm(log(catchMsur) ~ Year + Longitud + Mes + Buque +
  UP + clu3 + Latitud:Longitud + Latitud:Mes + Latitud:Buque +
  Latitud:UP + Longitud:Mes + Longitud:Buque + Longitud:clu3 +
  Mes:Buque + Mes:UP + Mes:clu3 + Buque:UP + Buque:clu3 + UP:clu3 +
  offset(log(Esfuerzo)), family = gaussian, data = matcpue,
  weights = Nlances, control = glm.control(maxit = 50), x = T)
```

Este modelo mínimo adecuado tuvo un AIC= 46779.37 y explicó el 68.61% de la variabilidad observada. También se le aplicó un análisis de varianza al modelo mínimo adecuado para observar la cantidad de variabilidad explicada por cada predictor (Tabla 7). Después del año, la variable que explicó más variabilidad fue Mes, seguida de clu3 y buque. Las interacciones que explicaron más variabilidad fueron Mes:Buque y Mes:Latitud. El total de variabilidad explicada por interacciones fue de 8.22%. La gráfica del CPUE estandarizado se muestra a continuación (Figura 9).

Tabla 7. Análisis de varianza del modelo mínimo adecuado (modmin1).

	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev	F	Pr(>F)	%
NULL			18207	209869			
Year	18	43997	18189	165872	656.02	< 2.20E-16	20.96
Longitud	1	2	18188	165870	0.61	0.43458	0
Mes	11	30464	18177	135406	743.29	< 2.20E-16	14.52
Buque	26	24769	18151	110637	255.69	< 2.20E-16	11.8
UP	1	20	18150	110616	5.39	0.02027	0.01
clu3	2	27436	18148	83180	3681.79	< 2.20E-16	13.07
Longitud:Latitud	1	1123	18147	82057	301.41	< 2.20E-16	0.54
Mes:Latitud	11	3385	18136	78672	82.59	< 2.20E-16	1.61
Buque:Latitud	26	1016	18110	77656	10.49	< 2.20E-16	0.48
UP:Latitud	1	0	18109	77656	0.04	0.8328	0
Longitud:Mes	11	513	18098	77143	12.52	< 2.20E-16	0.24
Longitud:Buque	26	1261	18072	75882	13.01	< 2.20E-16	0.6
Longitud:clu3	2	82	18070	75800	10.98	1.71E-05	0.04
Mes:Buque	280	5839	17790	69961	5.6	< 2.20E-16	2.78
Mes:UP	11	676	17779	69285	16.49	< 2.20E-16	0.32
Mes:clu3	22	1248	17757	68037	15.23	< 2.20E-16	0.59
Buque:UP	24	860	17733	67177	9.62	< 2.20E-16	0.41
Buque:clu3	48	1037	17685	66141	5.8	< 2.20E-16	0.49
UP:clu3	2	255	17683	65886	34.2	1.50E-15	0.12
						Total =	68.61

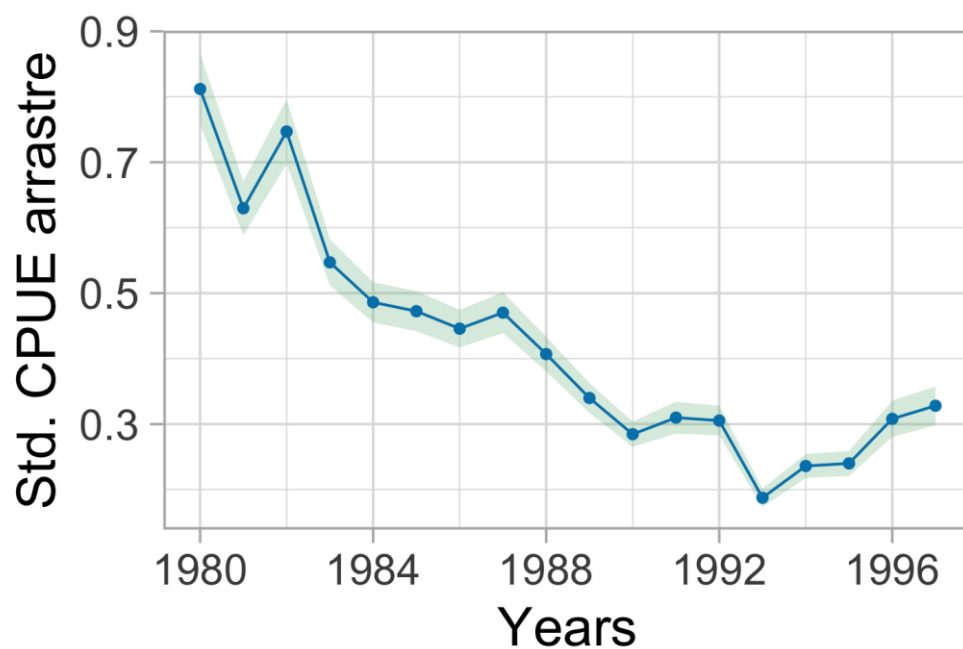


Figura 9. CPUE estandarizado para la pesquería de arrastre de la merluza del sur con selección de modelo, opción clu3, y con errores normales.

También se desarrolló otro proceso de selección usando un modelo saturado semejante al anterior pero que incluyo el factor clu5 y sus interacciones. El modelo saturado se muestra a continuación:

```
model <-  
glm(log(catchMsur)~Year+(Latitud+Longitud+Mes+Buque+UP+Pesqueria+clu5)^2+  
  offset(log(Esfuerzo)), family = gaussian, weights= Nlances,  
  control = glm.control(maxit = 50),x=T,  
  data = matcpue)
```

Se siguió el proceso de selección descrito en párrafos anteriores, cuyos resultados se muestran enseguida (Tabla 8). En esta ocasión se quitaron tres variables para obtener el modelo mínimo adecuado:

```
modemin1 <- glm( log(catchMsur) ~ Year + Longitud + Mes + Buque +  
  UP + Latitud:Longitud + Latitud:Mes + Latitud:Buque + Latitud:UP +  
  Latitud:clu5 + Longitud:Mes + Longitud:Buque + Mes:Buque +  
  Mes:UP + Mes:clu5 + Buque:UP + Buque:clu5 + UP:clu5 +  
  offset(log(Esfuerzo)), family = gaussian, data = matcpue, weights = Nlances,  
  control = glm.control(maxit = 50),  
  x = T)
```

Este modelo tuvo un AIC de 45335.95 y explicó un total de 71.24 de variabilidad total (Tabla 9). El análisis de varianza sugiere que Mes y Buque fueron los factores que explicaron la mayor parte de la variabilidad observada. Las interacciones Mes:Buque y Mes:Latitud fueron las que más variabilidad explicaron. En total las interacciones explicaron 11.2% de la variabilidad observada. La tendencia temporal de la CPUE estandarizada con las opciones descritas se muestra enseguida (Figura 10). La comparación de los dos índices (opciones clu3 y clu5) se muestra a continuación (Figura 11).

Tabla 8. Proceso de selección para la estandarización de la CPUE de la pesquería de arrastre de la merluza del sur para el periodo 1979-1997, con opción clu5 y se usan el número de lance como pesos para la ponderación en el modelo lineal generalizado.

Predictor	P-value	Resultado
UP:clu5	0.001963	Mantener
Buque:clu5	< 2.2e-16	Mantener
Buque:UP	< 2.2e-16	Mantener
Mes:clu5	< 2.2e-16	Mantener
Mes:UP	< 2.2e-16	Mantener
Mes:Buque	< 2.2e-16	Mantener
Longitud:Buque	< 2.2e-16	Mantener
Longitud:Mes	1.71E-05	Mantener
Longitud:clu5	Same deviance	Quitar
Latitud:clu5	0.005664	Mantener
Latitud:UP	1.03E-06	Mantener
Latitud:Buque	< 2.2e-16	Mantener
Latitud:Mes	< 2.2e-16	Mantener
Latitud:Longitud	0.01982	Mantener
Clu5	0.2963	Quitar
UP	2.07E-05	Mantener
Buque	< 2.2e-16	Mantener
Mes	< 2.2e-16	Mantener
Longitud	0.02893	Mantener
Latitud	0.8137	Quitar

Tabla 9. Análisis de varianza para el modelo mínimo adecuado con errores normales y opción clu5.

	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev	F	Pr(>F)	%
NULL			18207	209869			
Year	18	43997	18189	165872	712.98	< 2.20E-16	20.96
Longitud	1	2	18188	165870	0.66	0.41531	0
Mes	11	30464	18177	135406	807.83	< 2.20E-16	14.52
Buque	26	24769	18151	110637	277.89	< 2.20E-16	11.8
UP	1	20	18150	110616	5.86	0.01553	0.01
Longitud:Latitud	1	2455	18149	108162	715.97	< 2.20E-16	1.17
Mes:Latitud	11	6236	18138	101926	165.36	< 2.20E-16	2.97
Buque:Latitud	26	2293	18112	99633	25.73	< 2.20E-16	1.09
UP:Latitud	1	116	18111	99516	33.97	5.68E-09	0.06
Latitud:clu5	4	26770	18107	72746	1952.14	< 2.20E-16	
Longitud:Mes	11	392	18096	72354	10.41	< 2.20E-16	0.19
Longitud:Baque	26	1272	18070	71081	14.28	< 2.20E-16	0.61
Mes:Baque	280	5859	17790	65223	6.1	< 2.20E-16	2.79
Mes:UP	11	583	17779	64640	15.46	< 2.20E-16	0.28
Mes:clu5	44	1415	17735	63224	9.38	< 2.20E-16	0.67
Buque:UP	24	830	17711	62395	10.08	< 2.20E-16	0.4
Buque:clu5	99	1740	17612	60655	5.13	< 2.20E-16	0.83
UP:clu5	4	290	17608	60365	21.15	< 2.20E-16	0.14
						Total =	71.24

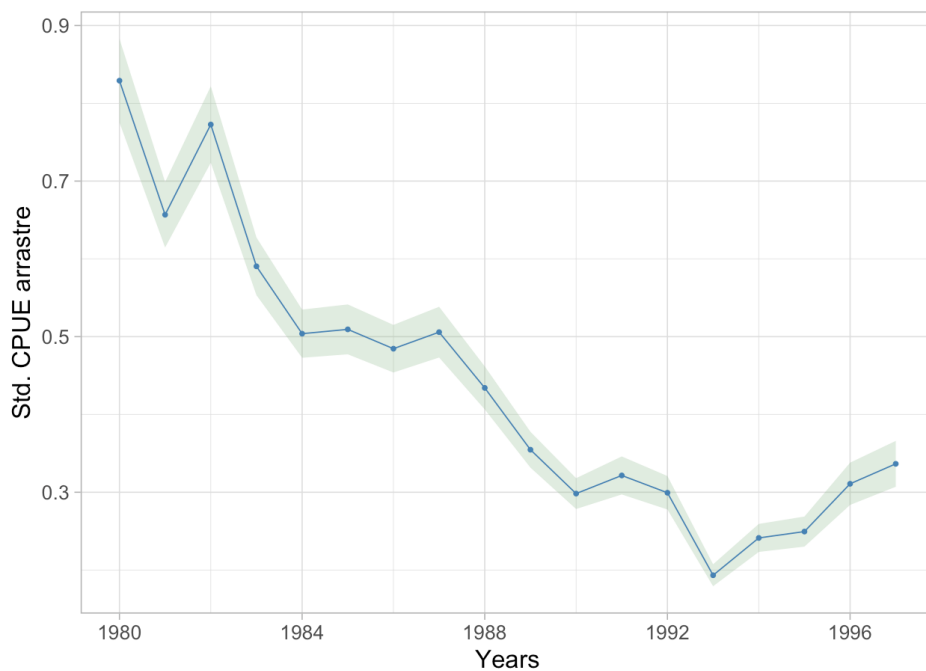


Figura 10. CPUE estandarizado para la pesquería de arrastre de la merluza del sur, con errores normales, y opción clu5.

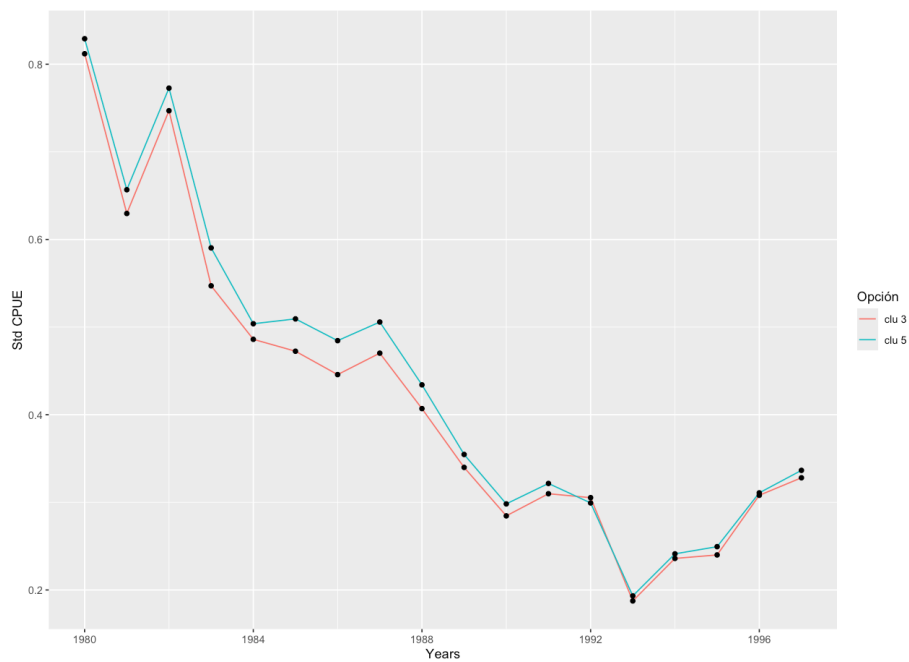


Figura 11. Comparación de los dos CPUE estandarizados (errores normales) para la pesquería de arrastre de la merluza del sur, salida1 – opción clu3, salida2 – opción clu5.

Se repitió el mismo proceso con dos modelos con opción (clu3 y clu5) pero con errores con distribución gamma. El modelo saturado es el siguiente:

```
GAmod1 <- glm(cpueMsur~Year+(Latitud+Longitud+Mes+Buque+UP+Pesqueria+clu3)^2,
              family = Gamma(link="log"), weights= Nlances,
              control = glm.control(maxit = 50),x=T, data = matcpue)
```

Después de aplicar la función step, el proceso de selección de modelo arrojó los resultados mostrados a continuación (Tabla 10). Solo dos variables se quitaron después de la aplicación de la función step. El modelo mínimo adecuado es:

```
GAmodmin1 <- glm( cpueMsur ~ Year + Longitud + Mes + Buque + UP +
                  clu3 + Latitud:Longitud + Latitud:Mes + Latitud:Buque + Latitud:UP +
                  Longitud:Mes + Longitud:Buque + Longitud:clu3 + Mes:Buque +
                  Mes:UP + Mes:clu3 + Buque:UP + Buque:clu3 + UP:clu3, family = Gamma(link
=
                  "log"), data = matcpue, weights = Nlances, control = glm.control(maxit = 50),
                  x = T)
```

Tabla 10. Proceso de selección para la estandarización de la CPUE de la pesquería de arrastre de la merluza del sur para el periodo 1979-1997, con opción clu3 y errores con distribución gamma.

Predictor	P-value	Resultado
UP:clu3	4.95E-14	Mantener
Buque:clue	< 2.2e-16	Mantener
Buque:UP	< 2.2e-16	Mantener
Mes:clu3	< 2.2e-16	Mantener
Mes:UP	1.56E-14	Mantener
Mes:Buque	< 2.2e-16	Mantener
Longitud:clu3	6.16E-05	Mantener
Longitud:UP	0.4001	Quitar
Longitud:Buque	< 2.2e-16	Mantener
Longitud:Mes	1.55E-06	Mantener
Latitud:UP	< 2.2e-16	Mantener
Latitud:Buque	< 2.2e-16	Mantener
Latitud:Mes	< 2.2e-16	Mantener
Latitud:Longitud	0.01817	Mantener
Clu3	0.0003805	Mantener
UP	2.25E-16	Mantener
Buque	< 2.2e-16	Mantener
Mes	< 2.2e-16	Mantener
Longitud	0.01388	Mantener
Latitud	0.919	Quitar

El modelo mínimo adecuado tuvo un AIC= 2570220 y explico una variabilidad observada de 69.55 (Tabla 11). La variable que explico la mayor variabilidad fue Mes, seguido de Buque. La interacción que explico la mayor cantidad de variabilidad fue Mes:Buque. El total de las interacciones contribuyó con un total de 8.27%. La tendencia temporal de la CPUE estandarizada se muestra a continuación (Figura 12).

Tabla 11. Análisis de varianza para el modelo mínimo adecuado para la CPUE estandarizada de la pesquería de arrastre de la merluza del sur, opción clu3, errores gamma, primer periodo.

Predictor	Df	Deviance	Resid. DF	Resid. Dev	F	Pr(>F)	%
Null			18207	192264			
Year	18	43367	18189	148897	716.8537	< 2.20E-16	22.56
Longitud	1	16	18188	148881	4.8518	0.027629	0.01
Mes	11	29817	18177	119064	806.5247	< 2.20E-16	15.51
Buque	26	22742	18151	96322	260.2585	< 2.20E-16	11.83
UP	1	224	18150	96098	66.7374	3.31E-16	0.12
clu3	2	21697	18148	74400	3227.946	< 2.20E-16	11.29
Longitud:latitud	1	1148	18147	73252	341.5238	< 2.20E-16	0.6
Mes:Latitud	11	2805	18136	70447	75.8706	< 2.20E-16	1.46
Buque:Latitud	26	1215	18110	69232	13.9085	< 2.20E-16	0.63
UP:latitud	1	35	18109	69197	10.3222	0.001317	0.02
Longitud:Mes	11	437	18098	68760	11.8261	< 2.20E-16	0.23
Longitud:Baque	26	1052	18072	67708	12.0377	< 2.20E-16	0.55
Longitud:clu3	2	203	18070	67505	30.2322	7.81E-14	0.11
Mes:Baque	280	5605	17790	61900	5.9561	< 2.20E-16	2.92
Mes:UP	11	416	17779	61484	11.2634	< 2.20E-16	0.22
Mes:clu3	22	951	17757	60532	12.8676	< 2.20E-16	0.49
Buque:UP	24	827	17733	59705	10.2585	< 2.20E-16	0.43
Buque:clu3	48	958	17685	58747	5.9382	< 2.20E-16	0.5
UP:clu3	2	207	17683	58540	30.8042	4.42E-14	0.11
						Total =	69.55

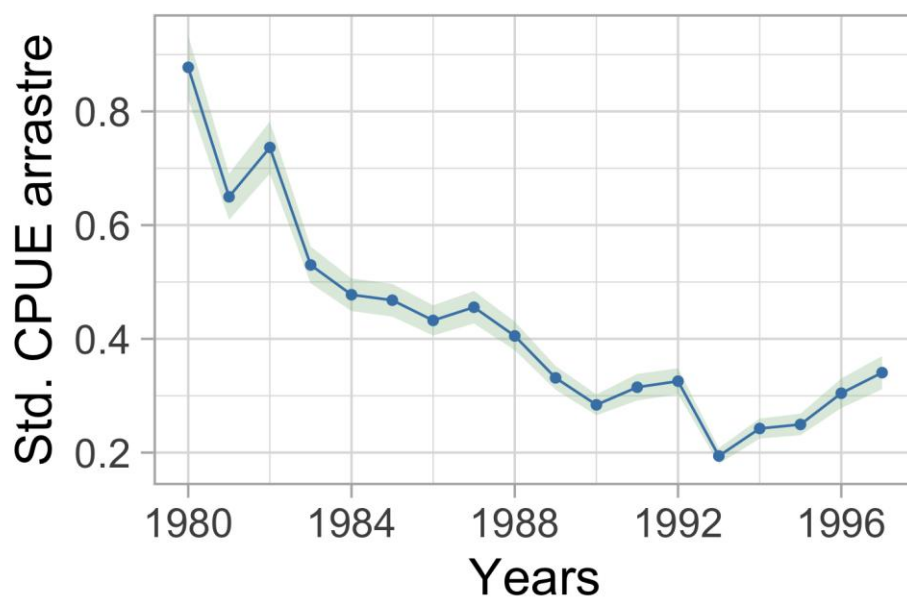


Figura 12. CPUE estandarizada para la pesquería de arrastre de la merluza del sur con errores gamma y opción clu3.

También se construyó un modelo con errores gamma pero con la opción clu5, el modelo saturado es el siguiente:

```
GAmode1 <- glm(cpueMsur~Year +(Latitud +Longitud +Mes +Buque +UP +pesquería
+clu5)^2, family = Gamma(link="log"), weights= Nlances, control = glm.control(maxit =
50), x=T, data = matcpue)
```

Después de usar la función step del paquete estadístico R, el modelo resultante es:

```
GAmode2 <- glm(formula = cpueMsur ~ Year + Latitud + Longitud + Mes + Buque +
UP + clu5 + Latitud:Longitud + Latitud:Mes + Latitud:Buque +
Latitud:UP + Latitud:clu5 + Longitud:Mes + Longitud:Buque +
Longitud:clu5 + Mes:Buque + Mes:UP + Mes:clu5 + Buque:UP +
Buque:clu5 + UP:clu5, family = Gamma(link = "log"), data = matcpue,
weights = Nlances, control = glm.control(maxit = 50), x = T)
```

A partir del modelo anterior se llevó a cabo el proceso de selección de modelo manual cuyos resultados se presentan enseguida (Tabla 12). El proceso sugiere eliminar tres variables (Longitud:clu5, clu5, Latitud). El modelo mínimo adecuado es:

```
GAmodeMin <- glm(cpueMsur ~ Year + Longitud + Mes + Buque +
UP + Latitud:Longitud + Latitud:Mes + Latitud:Buque + Latitud:UP +
Latitud:clu5 + Longitud:Mes + Longitud:Buque + Mes:Buque +
Mes:UP + Mes:clu5 + Buque:UP + Buque:clu5 + UP:clu5, family = Gamma(link
="log"), data = matcpue, weights = Nlances, control = glm.control(maxit = 50),
x = T)
```

Tabla 12. Proceso de selección para la estandarización de la CPUE de la pesquería de arrastre de la merluza del sur para el periodo 1979-1997, con opción clu5 y errores con distribución gamma.

Predictor	p-value	Resultado
UP:clu5	0.0004831	Mantener
Buque:clu5	< 2.2e-16	Mantener
Buque:UP	< 2.2e-16	Mantener
Mes:clu5	< 2.2e-16	Mantener
Mes:UP	6.94E-11	Mantener
Mes:Buque	< 2.2e-16	Mantener
Longitud:clu5	0.07701	Quitar
Longitud:Buque	< 2.2e-16	Mantener
Longitud:Mes	8.21E-05	Mantener
Latitud:clu5	0.0008536	Mantener
Latitud:UP	1.26E-14	Mantener
Latitud:Buque	< 2.2e-16	Mantener
Latitud:Mes	< 2.2e-16	Mantener
Latitud:Longitud	0.007253	Mantener
clu5	0.06821	Quitar
UP	3.92E-12	Mantener
Buque	< 2.2e-16	Mantener
Mes	< 2.2e-16	Mantener
Longitud	0.01689	Mantener
Latitud	0.721	Quitar

El modelo mínimo adecuado tiene un AIC= 2552888 y explica el 72.2% de la variabilidad observada. La variable que explica la mayor variabilidad después del factor Year es el factor Mes, seguido por el factor Buque. La interacción que explica la mayor cantidad de variabilidad observada es Latitud:clu5. El total de interacciones explica el 22.3% de la variabilidad observada (Tabla 13).

Tabla 13. Análisis de varianza para el modelo mínimo adecuado para la CPUE estandarizada de la pesquería de arrastre de la merluza del sur, opción clu5, errores gamma, primer periodo.

	Df	Deviance	Resid. DF	Resid. Dev	F	Pr(>F)	%
NULL			18207	192264			
Year	18	43367	18189	148897	804.8315	< 2.20E-16	22.6
Longitud	1	16	18188	148881	5.4473	0.01961	0
Mes	11	29817	18177	119064	905.5077	< 2.20E-16	15.5
Buque	26	22742	18151	96322	292.1994	< 2.20E-16	11.8
UP	1	224	18150	96098	74.9279	< 2.20E-16	0.1
Longitud:La	1	1910	18149	94188	637.9928	< 2.20E-16	1
Mes:Latitud	11	5125	18138	89063	155.6328	< 2.20E-16	2.7
Buque:Latitud	26	2469	18112	86594	31.7217	< 2.20E-16	1.3
UP:Latitud	1	188	18111	86406	62.8872	2.32E-15	0.1
Latitud:clu5	4	22193	18107	64213	1853.3962	< 2.20E-16	11.5
Longitud:Me	11	310	18096	63904	9.407	< 2.20E-16	0.2
Longitud:Bu	26	980	18070	62924	12.5881	< 2.20E-16	0.5
Mes:Buque	280	5506	17790	57418	6.5691	< 2.20E-16	2.9
Mes:UP	11	359	17779	57059	10.9001	< 2.20E-16	0.2
Mes:clu5	44	1091	17735	55968	8.2805	< 2.20E-16	0.6
Buque:UP	24	817	17711	55151	11.3702	< 2.20E-16	0.4
Buque:clu5	99	1529	17612	53622	5.1596	< 2.20E-16	0.8
UP:clu5	4	251	17608	53371	20.9659	< 2.20E-16	0.1
Total explained							72.2

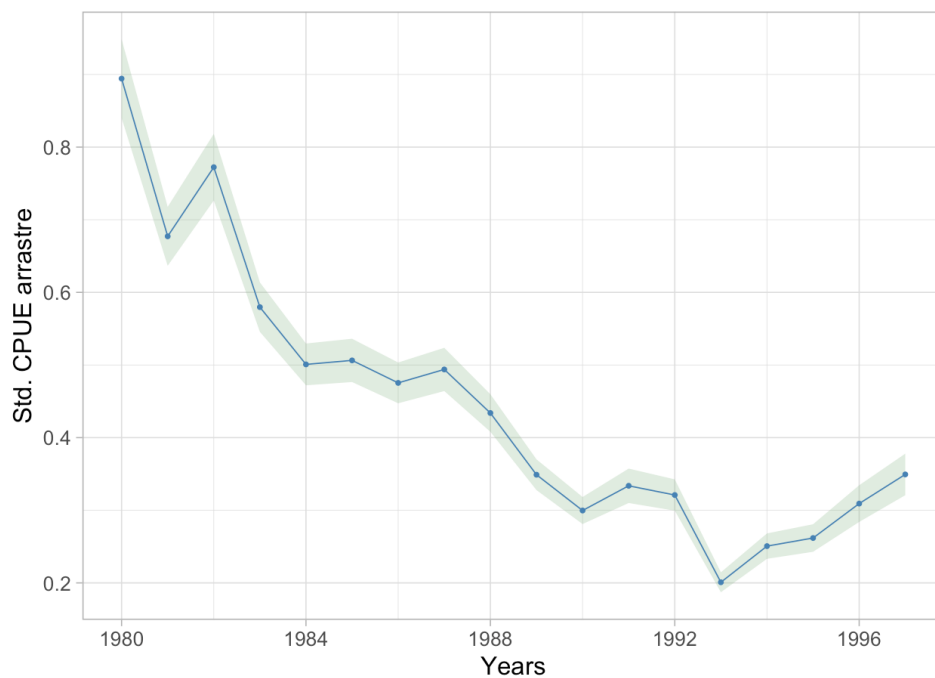


Figura 13. CPUE estandarizada para la pesquería de arrastre de la merluza del sur con errores gamma y opción clu5.

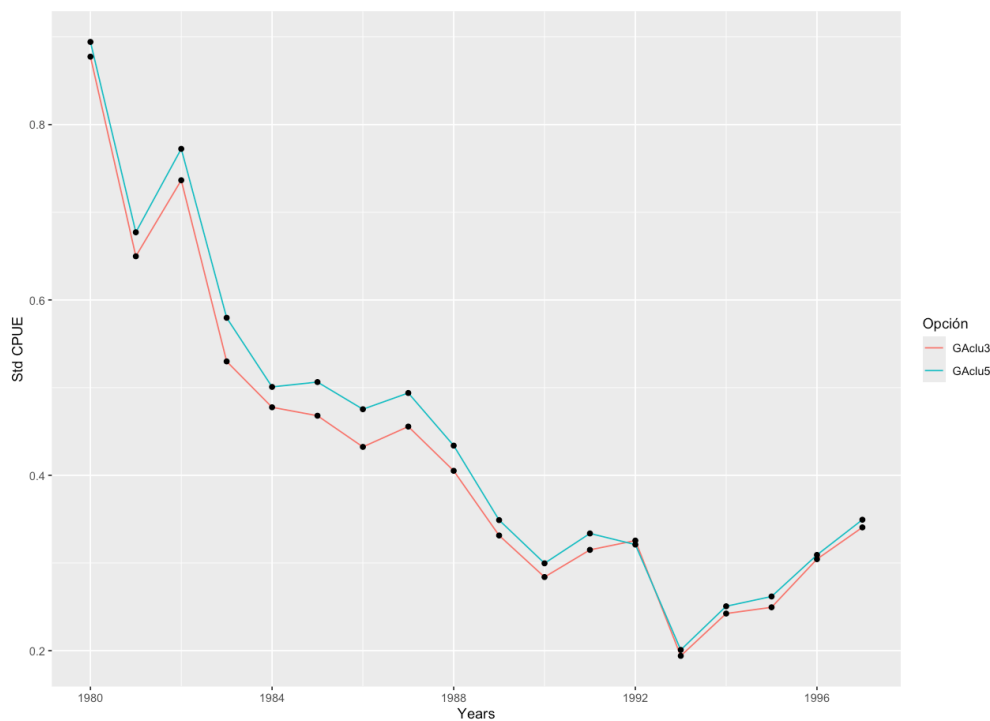


Figura 14. Comparación de los dos CPUE estandarizados (errores gamma) para la pesquería de arrastre de la merluza del sur, GAclu3 – opción clu3, GAclu5 – opción clu5.

Estandarización de CPUE para el período 1998-2022

Para el período 1998-2022, personal del IFOP llevo a cabo 4 estandarizaciones de CPUE con modelos lineales generalizados y errores con distribución normal. El código R para dichos modelos se muestra a continuación:

Modelo 1: `modelo1<- glm(log(cpue) ~ year+month+ zona + pesq+buque,
family = gaussian, data = datos)`

Modelo 2: `modelo2<- glm(log(cpue) ~ year+month+buque+zona+metier+
pesq, family = gaussian, data = datos)`

Modelo 3: `modelo3<-glm(log(cpue) ~ year + month+ zona+ metier,
family = gaussian, data = datos)`

Modelo 4: `modelo4 <-glm(log(cpue) ~ year + month + metier + zona+
metier*zona, family = gaussian, data = datos)`

Las gráficas de las tendencias temporales de la CPUE estandarizada para cada modelo se presentan a continuación (Figura 15).

El proceso de selección de modelo para la estandarización de la CPUE en el segundo periodo de tiempo se basó en un modelo saturado que incluyó predictores y las interacciones de primer orden:

`mod1 <- glm(log(catch)~year+(LATITUD+LONGITUD+month+buque+zona+metier)^2+
offset(log(HA)), family = gaussian,data=datos,control = glm.control(maxit = 50))`

Después de usar la función `step` se utilizó el modelo resultante para llevar a cabo el proceso de selección de modelo de forma manual. Los resultados se muestran enseguida (Tabla 14). Los resultados sugieren eliminar cuatro predictores adicionales (pesq, metier, month, y longitud). El modelo mínimo adecuado resultante es:

```

modelmin <- glm(log(catch) ~ year + LATITUD + buque + zona + LATITUD:LONGITUD
+
    LATITUD:month + LATITUD:buque + LATITUD:zona + LATITUD:metier +
    LATITUD:pesq + LONGITUD:month + LONGITUD:buque +
LONGITUD:zona +
    LONGITUD:metier + LONGITUD:pesq + buque:month + zona:month +
    month:metier + month:pesq + buque:zona + buque:metier + buque:pesq +
    zona:metier + zona:pesq + metier:pesq + offset(log(HA))), family = gaussian, data
= datos).

```

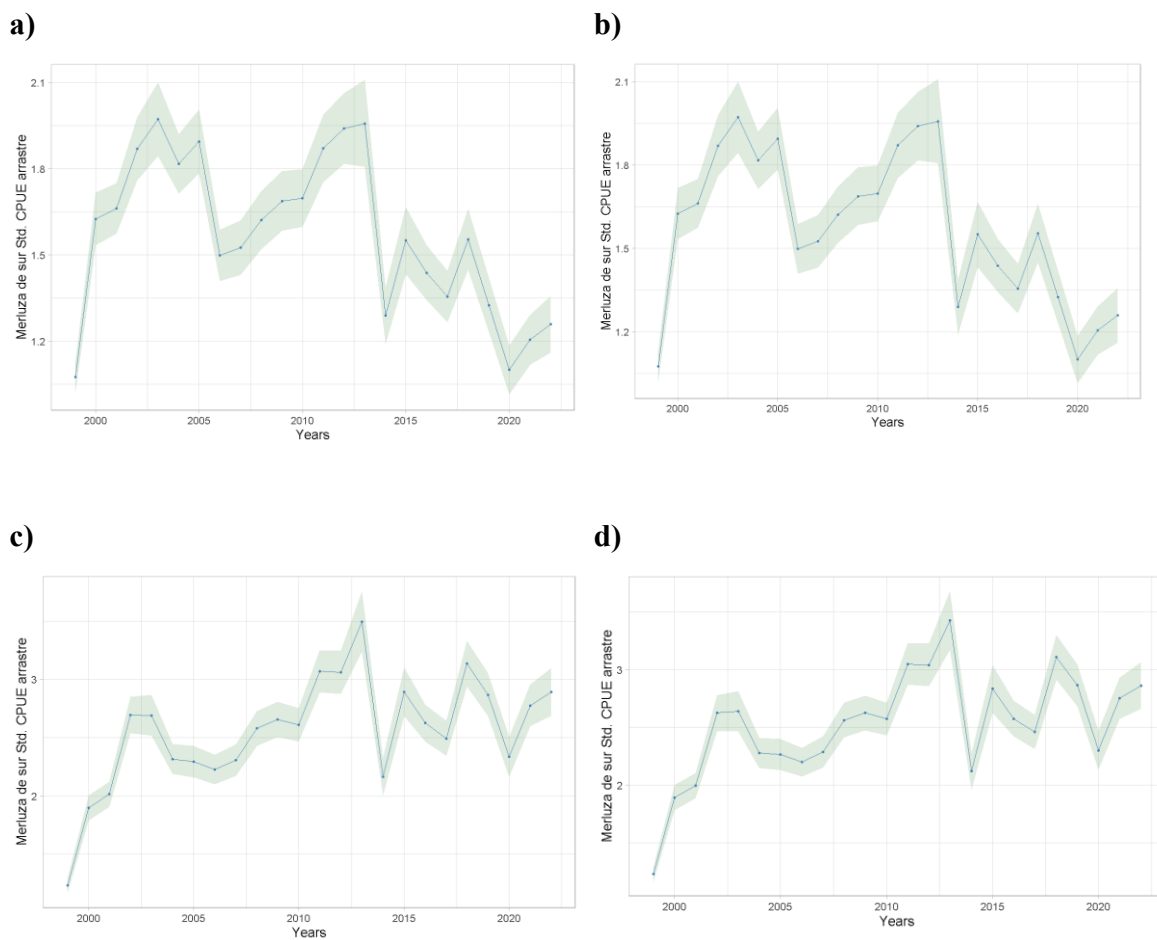


Figura 15. Variación temporal de la CPUE estandarizada para la pesquería de arrastre de la merluza del sur obtenidas por personal del IFOP, a) Modelo 1, b) Modelo 2, c) Modelo 3, d) Modelo 4.

Tabla 14. Proceso de selección para la estandarización de la CPUE de la pesquería de arrastre de la merluza del sur para el periodo 1998-2022.

Predictor	P-value	Resultado
Metier:pesq	< 2.2e-16	Mantener
Zona:pesq	0.03489	Mantener
Zona:metier	2.41E-06	Mantener
Buque:pesq	< 2.2e-16	Mantener
Buque:metier	< 2.2e-16	Mantener
Buque:zona	< 2.2e-16	Mantener
Month:pesq	< 2.2e-16	Mantener
Month:metier	2.2e-16 ***	Mantener
Month:buque	2.2e-16 ***	Mantener
Month:zona	2.2e-16 ***	Mantener
Longitud:pesq	7.47E-07	Mantener
Longitud:metier	3.63E-06	Mantener
LONGITUD:zona	2.79E-15	Mantener
LONGITUD:buque	< 2.2e-16 ***	Mantener
LONGITUD:month	< 2.2e-16 ***	Mantener
LATITUD:pesq	0.00829	Mantener
LATITUD:metier	1.12E-06	Mantener
LATITUD:zona	0.008217	Mantener
LATITUD:buque	< 2.2e-16 ***	Mantener
LATITUD:month	< 2.2e-16 ***	Mantener
LATITUD:LONGITUD	7.77E-12	Mantener
pesq	Misma devianza	Quitar
metier	Misma devianza	Quitar
zona	< 2.2e-16 ***	Mantener
buque	6.39E-07	Mantener
month	0.2715	Quitar
Longitud	Misma devianza	Quitar
Latitud	0.04626	Mantener

El modelo mínimo adecuado tuvo un AIC= 262642.9 y explicó el 40.1% de la variabilidad observada (Tabla 15). Para este modelo, el factor Year solo explicó el 5.8%. El factor que explicó la mayor variabilidad fue buque con 7.3%, le sigue zona con 3.6%. La interacción que explicó más variabilidad observada fue latitud:month con 4.5%. Otras interacciones del factor latitud también explicaron una cantidad importante de variabilidad (Tabla 15). La tendencia temporal de la CPUE estandarizada se muestra enseguida (Figura 16). La

comparación de los modelos lineales generalizados usados para la estandarización de la CPUE (Tabla 16) y la tendencia temporal de la CPUE estandarizada (Figura 17) se muestran a continuación. Los resultados sugieren que el modelo mínimo adecuado es el modelo con menor AIC y que explica la mayor cantidad de variabilidad explicada.

Tabla 15. Análisis de varianza para el modelo mínimo adecuado para la estandarización del CPUE de la pesquería de arrastre de la merluza del sur en el período 1998-2022.

Predictor	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev	F	Pr(>F)	%
NULL			79545	188477			
year	24	10908.6	79521	177568	287.3838	< 2.2E-16	5.8
LATITUD	1	5254.9	79520	172313	3322.559	< 2.2E-16	3
buque	18	12570	79502	159744	441.5362	< 2.2E-16	7.3
zona	1	5755.8	79501	153988	3639.225	< 2.2E-16	3.6
LATITUD:LONGITUD	1	646	79500	153342	408.4795	< 2.2E-16	0.4
LATITUD:month	11	6909	79489	146433	397.1255	< 2.2E-16	4.5
LATITUD:buque	18	1138	79471	145295	39.9735	< 2.2E-16	0.8
LATITUD:zona	1	230.3	79470	145064	145.6084	< 2.2E-16	0.2
LATITUD:metier	3	4234.9	79467	140829	892.5478	< 2.2E-16	2.9
LATITUD:pesq	3	1777.4	79464	139052	374.6037	< 2.2E-16	1.3
LONGITUD:month	11	962.4	79453	138090	55.3184	< 2.2E-16	0.7
buque:LONGITUD	18	461.7	79435	137628	16.2161	< 2.2E-16	0.3
zona:LONGITUD	1	165.3	79434	137463	104.4969	< 2.2E-16	0.1
LONGITUD:metier	3	147	79431	137316	30.9908	< 2.2E-16	0.1
LONGITUD:pesq	3	202.1	79428	137114	42.5881	< 2.2E-16	0.1
buque:month	167	7366.6	79261	129747	27.8903	< 2.2E-16	5.4
zona:month	11	526.6	79250	129220	30.2677	< 2.2E-16	0.4
month:metier	32	1073.3	79218	128147	21.2068	< 2.2E-16	0.8
month:pesq	25	1125.4	79193	127022	28.4624	< 2.2E-16	0.9
buque:zona	16	321.6	79177	126700	12.7069	< 2.2E-16	0.3
buque:metier	38	722.9	79139	125977	12.0286	< 2.2E-16	0.6
buque:pesq	16	597.2	79123	125380	23.5997	< 2.2E-16	0.5
zona:metier	3	52.3	79120	125328	11.0312	3.09E-07	0
zona:pesq	2	10.6	79118	125317	3.3389	0.03548	0
metier:pesq	8	197.3	79110	125120	15.5944	< 2.2E-16	0.2
						Total	40.1

Tabla 16. Comparación de los modelos lineales generalizados para la estandarización de la CPUE de la merluza del sur en el periodo 1998-2022.

Modelo	AIC	% de variabilidad explicada
Modelo 1	273505	23.2
Modelo 2	271706	24.9
Modelo 3	277975	18.7
Modelo 4	277869	18.8
Modelo mínimo	262645	33.6

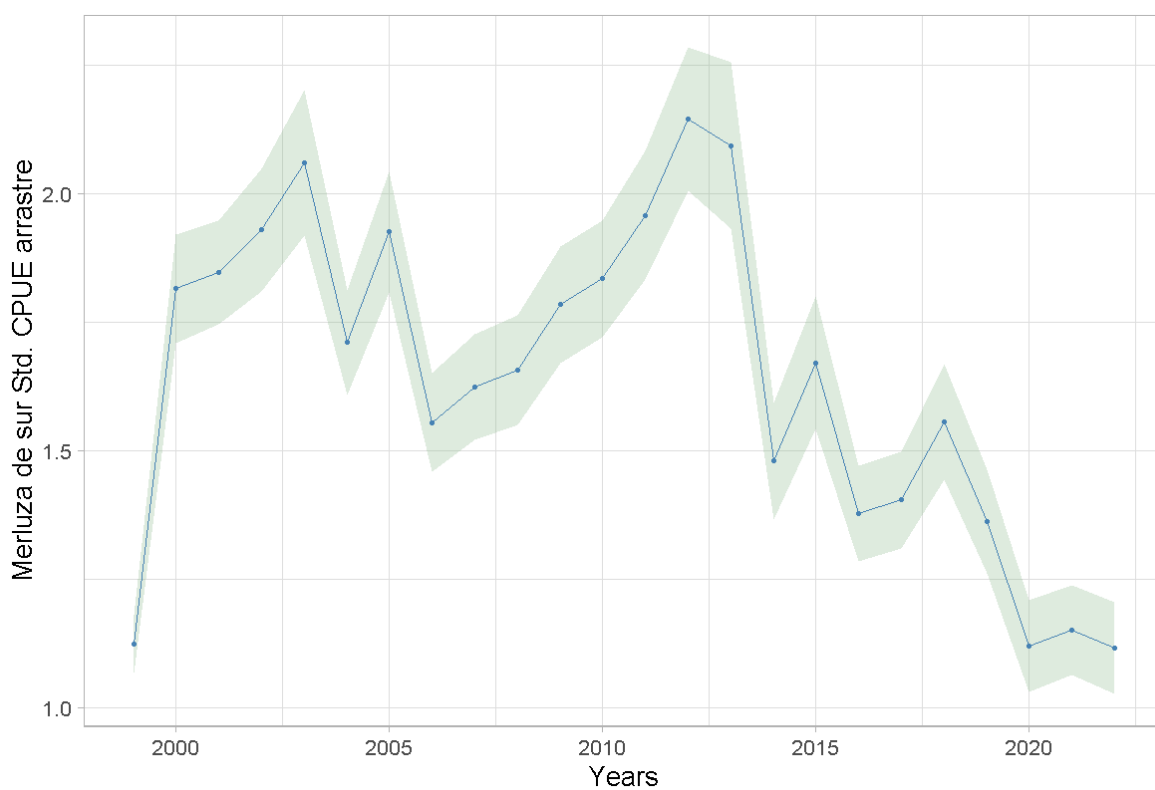


Figura 16. Tendencia temporal del CPUE estandarizado para la pesquería de arrastre de la merluza del sur en el periodo 1998-2022.

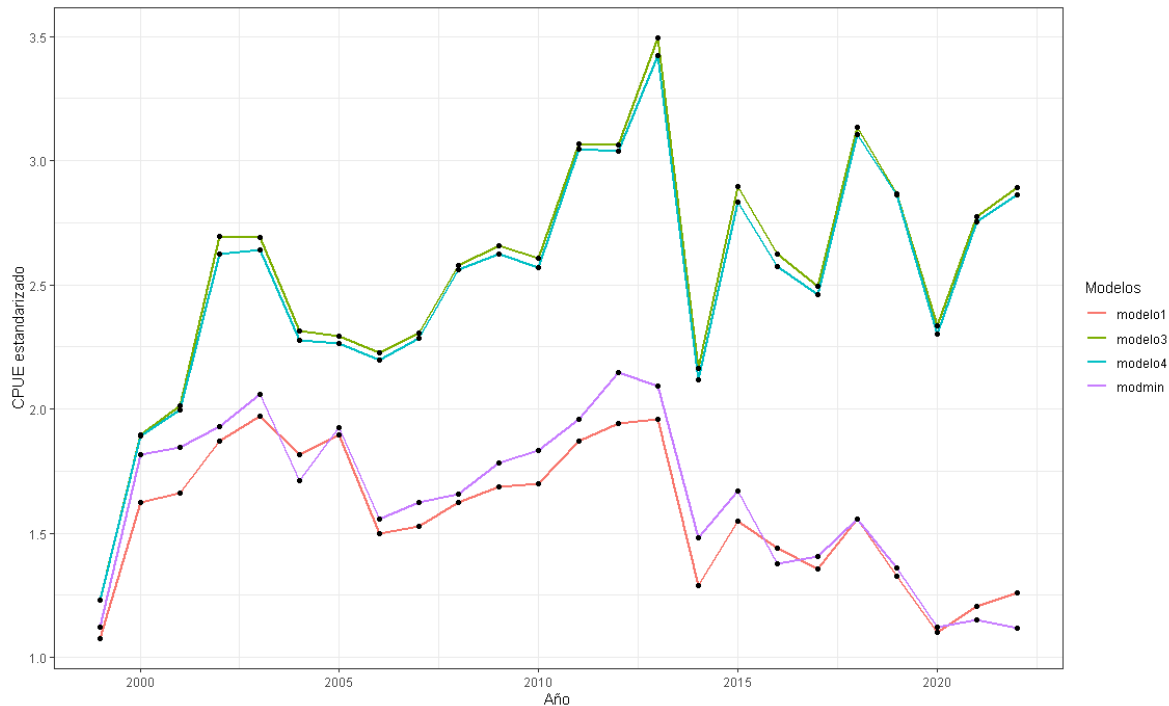


Figura 17. Comparación de los índices de abundancia relativa (CPUE) estandarizados, modmin-modelo mínimo adecuado, modelo1 a modelo4-previas estandarizaciones.

En un segundo enfoque se intentó usar el mismo modelo saturado pero con errores de distribución Poisson con sobre dispersión. Sin embargo, el modelo saturado no convergió, por esta razón se decidió usar un método forward, en donde se empezó desde el modelo más simple:

```
OPEmod1 <- glm(catch~year+offset(HA), family = quasipoisson,data=datos,
  control = glm.control(maxit = 50))
```

Para llevar a cabo la selección de modelo, al modelo anterior se le fue agregando predictor por predictor y probando la igualdad de modelos con análisis de varianza. Los resultados del proceso de selección de modelo se muestran enseguida (Tabla 17). Los resultados sugieren eliminar un predictor y siete predictores. El modelo mínimo adecuado está definido como:


```
OPEminmod <- glm( catch ~ year + LATITUD + LONGITUD + month + buque +
  metier + pesq + LATITUD:month + LATITUD:buque + LATITUD:zona +
  LATITUD:metier + LONGITUD:month + LONGITUD:buque + month:zona +
  month:metier + month:pesq + buque:zona + buque:metier + buque:pesq +
  metier:zona + pesq:zona + offset(HA), family = quasipoisson,
  data = datos, control = glm.control(maxit = 500))
```

Tabla 17. Resultados del proceso de selección de modelo para la estandarización de la CPUE de la merluza del sur en el periodo 1998-2022.

Predictor	p-value	Resultado
Latitud	< 2.2e-16	Mantener
Longitud	1.11E-09	Mantener
Month	< 2.2e-16	Mantener
Buque	1.79E-12	Mantener
Zona	0.2888	Eliminar
Metier	1.03E-05	Mantener
Pesquería	0.03959	Mantener
Latitud:Longitud	0.9404	Eliminar
Latitud:month	0.0017	Mantener
Latitud:buque	< 2.2e-16	Mantener
Latitud:zona	< 2.2e-16	Mantener
Latitud:metier	0.0001908	Mantener
Latitud:pesq	0.3794	Eliminar
Longitud:month	< 2.2e-16	Mantener
Longitud:buque	< 2.2e-16	Mantener
Longitud:zona	0.2208	Eliminar
Longitud:metier	0.2091	Eliminar
Longitud:pesq	0.1319	Eliminar
Month:buque	No converge	Eliminar
Month:zona	< 2.2e-16	Mantener
Month:metier	< 2.2e-16	Mantener
Month:pesq	< 2.2e-16	Mantener
Buque:zona	9.73E-06	Mantener
Buque:metier	< 2.2e-16	Mantener
Buque:pesq	3.98E-09	Mantener
Zona:metier	0.00774	Mantener
Zona:pesq	0.04905	Mantener
Metier:pesq	0.2181	Eliminar

Debido a que el modelo mínimo adecuado usa errores con una distribución quasi Poisson, no se estima el AIC. Una alternativa es calcular QAIC= 13528.2 (detalles en el código MsurArrStdCPUE.R). El modelo mínimo adecuado explicó el 54.51% de la variabilidad observada. Después del factor Year, month fue el predictor que explicó la mayoría de la variabilidad observada. El factor buque explicó una variabilidad semejante. Tres interacciones explicaron cantidades importantes de variabilidad (Tabla 18). La tendencia temporal de la CPUE estandarizada se muestra a continuación (Figura 18). La comparación de un modelo previo, el modelo con errores normales, y el modelo con errores quasi Poisson se muestra abajo (Figura 19).

Tabla 18. Análisis de varianza para el modelo mínimo adecuado con errores Poisson y sobre dispersión para la estandarización de la CPUE de la merluza del sur en el periodo 1998-2022.

	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev	F	Pr(>F)	%
NULL	79545	1253812					
Year	24	297412	79521	956400	279.3679	< 2.2E-16	23.72
LATITUD	1	51757	79520	904643	1166.801	< 2.2E-16	4.13
LONGITUD	1	12460	79519	892183	280.8965	< 2.2E-16	0.99
Month	11	87397	79508	804786	179.116	< 2.2E-16	6.97
Buque	18	82850	79490	721936	103.7643	< 2.2E-16	6.61
metier	3	18403	79487	703534	138.2888	< 2.2E-16	1.47
Pesq	3	4385	79484	699149	32.95	< 2.2E-16	0.35
LATITUD:month	11	28739	79473	670409	58.8999	< 2.2E-16	2.29
LATITUD:buque	18	13755	79455	656655	17.227	< 2.2E-16	1.1
LATITUD:zona	1	6049	79454	650606	136.3676	< 2.2E-16	0.48
LATITUD:metier	3	1372	79451	649233	10.3126	8.79E-07	0.11
LONGITUD:month	11	7758	79440	641476	15.899	< 2.2E-16	0.62
LONGITUD:buque	18	16317	79422	625159	20.4358	< 2.2E-16	1.3
month:zona	11	6478	79411	618681	13.2763	< 2.2E-16	0.52
month:metier	31	9345	79380	609336	6.796	< 2.2E-16	0.75
month:pesq	33	16060	79347	593276	10.9713	< 2.2E-16	1.28
buque:zona	16	2485	79331	590790	3.5019	2.42E-06	0.2
buque:metier	36	16363	79295	574427	10.2468	< 2.2E-16	1.31
buque:pesq	15	3089	79280	571339	4.6424	5.24E-09	0.25
metier:zona	3	531	79277	570807	3.9923	0.007466	0.04
pesq:zona	2	267	79275	570540	3.0151	0.049048	0.02
						Total	54.51

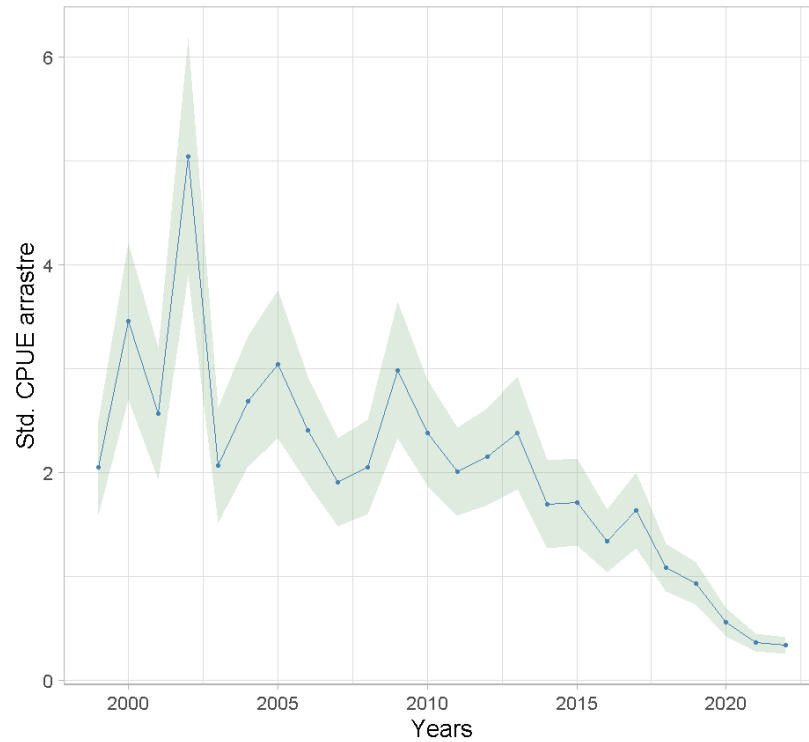


Figura 18. Índice de abundancia relativa (Std. CPUE) con errores Poisson y sobre dispersión para la pesquería de arrastre de la Merluza del Sur.

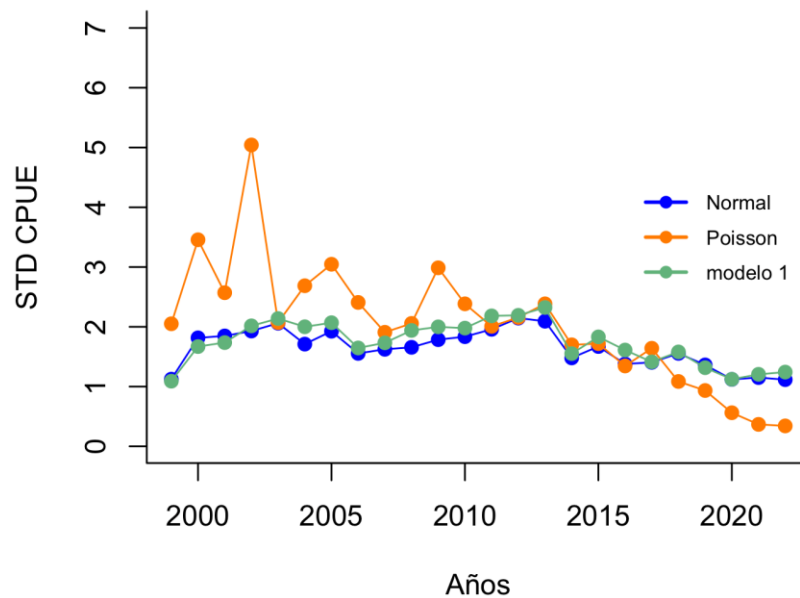


Figura 19. Comparación de índices de abundancia relativa (Std. CPUE) para la pesquería de arrastre de la Merluza del Sur; Normal – Errores con distribución normal, Poisson – errores con distribución Poisson.

Pesquería de palangre de la merluza del sur

Existen dos periodos (1987-1997 y 1998-2022) con datos para la estandarización de la CPUE de la pesquería de palangre de la merluza del Sur. Para el primer y segundo periodo el personal del IFOP desarrolló cuatro modelos lineales generalizados con errores normales.

Estandarización de la CPUE de la pesquería de palangre para el periodo 1987-1997.

El código R para los modelos del primer periodo y los valores de AIC correspondientes se muestran a continuación (Tabla 19). El tercer modelo fue el que tuvo el AIC más bajo. La gráfica de la comparación del CPUE estandarizado obtenido de los cuatro modelos se muestra enseguida (Figura 20).

Tabla 19. Código R para los modelos lineales generalizados para la estandarización desarrollados por personal del IFOP para la pesquería de palangre de la merluza del sur.

est1.clu.2 <- glm(log(cpueMsur) ~factor(Year) +factor(Mes) +factor(Buque) +factor(UP), family = gaussian, x=T, data = matcpue %>% filter(clu3 %in% c(2))) AIC = 14406.87
est1.clu.1.2 <- glm(log(cpueMsur) ~ factor(Year) +factor(Mes) +factor(Buque) +factor(UP)+factor(clu3), family = gaussian, x=T, data = matcpue %>% filter(clu3 %in% c(1,2))) AIC = 36601.13
est2.clu.2.4 <- glm(log(cpueMsur) ~ factor(Year) +factor(Mes) +factor(Buque) +factor(UP)+factor(clu5), family = gaussian, x=T, data = matcpue %>% filter(clu3 %in% c(2,4))) AIC = 14280.5
est2.clu.1.2.4.5 <- glm(log(cpueMsur) ~ factor(Year) + factor(Mes) +factor(Buque) +factor(UP)+factor(clu5), family = gaussian, x=T, data = matcpue %>% filter(clu5 %in% c(1,2,4,5))) AIC = 34406.63

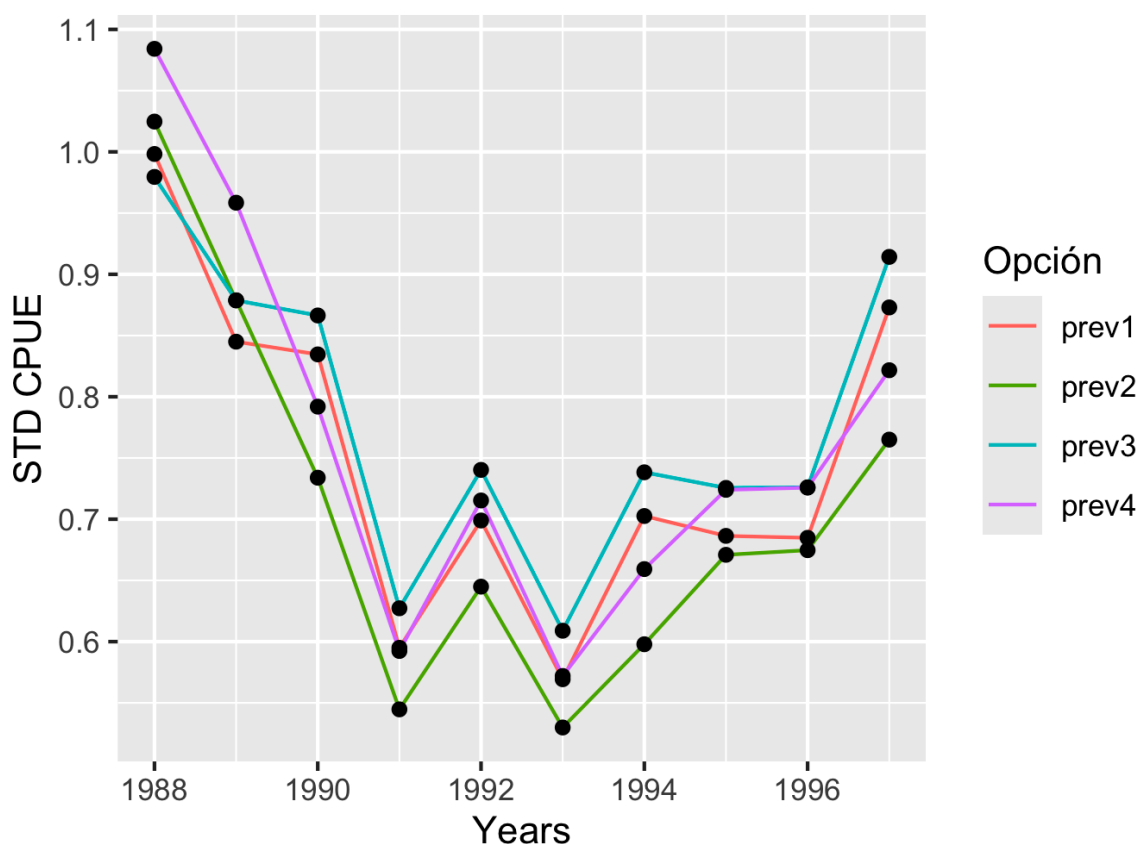


Figura 20. Estandarizaciones previas llevadas a cabo por IFOP para la pesquería de palangre (1987-1997) de la merluza del sur

Para el proceso de selección de modelos, se Siguió la metodología propuesta por personal del IFOP, se desarrollaron dos modelos saturados. El primer enfoque incluye el factor cluster3 con tres niveles y el segundo contiene el factor cluster5 con cinco niveles.

El archivo de datos de entrada usado es “logbook_palangre_87_97.csv”, con 20,722 observaciones de 30 variables. Toda la información se incluyó en un objeto (matcpue) que se usó como entrada a un modelo lineal generalizado. El modelo inicial saturado para el primer enfoque incluye los siguientes covariantes: año, latitud, longitud, mes, buque, UP, pesquería, clu3 y las interacciones de primer nivel de las últimas siete variables. También se asume errores con distribución normal. El código de R es el siguiente:

```
mod1 <-
glm(log(catchMsur)~Year+(Latitud+Longitud+Mes+Buque+UP+Pesqueria+clu3)^2+
    offset(log(Esfuerzo)), family = gaussian, control = glm.control(maxit = 50), x=T,
    data = matcpue)
```

El proceso continuo con la aplicación de la función step, el resultado fue el siguiente modelo:

```
glm(formula <- log(catchMsur) ~ Year + Latitud + Longitud + Mes + Buque + UP +
Pesqueria + clu3 + Latitud:Longitud + Latitud:Mes + Latitud:Buque + Latitud:UP +
Latitud:Pesqueria + Latitud:clu3 + Longitud:Mes + Longitud:Buque + Longitud:UP +
Longitud:Pesqueria + Longitud:clu3 + Mes:Buque + Mes:UP + Mes:Pesqueria + Mes:clu3
+ Buque:UP + Buque:Pesqueria + Buque:clu3 + offset(log(Esfuerzo)), family = gaussian,
data = matcpue, control = glm.control(maxit = 50), x = T)
```

El modelo anterior se usó para continuar el proceso de selección de modelo a mano. Los resultados del proceso de selección se muestran a continuación (Tabla 20). Los resultados sugirieron la eliminación de tres predictores adicionales.

Tabla 20. Resultados del proceso de selección de modelo para la estandarización de la CPUE de la pesquería de palangre de la merluza del sur para el periodo 1988-1997 y primera opción de cluster (clu3).

Predictor	P-value	Resultado
Buque:clu3	< 2.2e-16	Mantener
Buque:Pesqueria	2.08E-11	Mantener
Buque:UP	3.22E-13	Mantener
Mes:clu3	< 2.2e-16	Mantener
Mes:Pesqueria	2.20E-07	Mantener
Mes:UP	3.47E-12	Mantener
Mes:Buque	< 2.2e-16	Mantener
Longitud:clu3	5.12E-06	Mantener
Longitud:Pesqueria	0.02098	Mantener
Longitud:UP	2.98E-13	Mantener
Longitud:Buque	< 2.2e-16	Mantener
Longitud:Mes	< 2.2e-16	Mantener
Latitud:clu3	2.22E-05	Mantener
Latitud:Pesqueria	0.1324	Quitar
Latitud:UP	0.1447	Quitar
Latitud:Buque	< 2.2e-16	Mantener
Latitud:Mes	1.05E-12	Mantener
Latitud:Longitud	< 2.2e-16	Mantener
Clu3	6.71E-07	Mantener
Pesqueria	Misma desviación	Quitar
UP	8.06E-14	Mantener
Buque	3.41E-09	Mantener
Mes	< 2.2e-16	Mantener
Longitud	< 2.2e-16	Mantener
Latitud	< 2.2e-16	Mantener

El modelo mínimo adecuado resultante fue el siguiente:

```
modmin1 <-glm( log(catchMsur) ~ Year + Latitud + Longitud + Mes +
Buque + UP + clu3 + Latitud:Longitud + Latitud:Mes + Latitud:Buque +
Latitud:clu3 + Longitud:Mes + Longitud:Buque + Longitud:UP +
Longitud:Pesqueria + Longitud:clu3 + Mes:Buque + Mes:UP +
Mes:Pesqueria + Mes:clu3 + Buque:UP + Buque:Pesqueria + Buque:clu3 +
offset(log(Esfuerzo)), family = gaussian, data = matcpue,
control = glm.control(maxit = 50), x = T)
```

El valor del coeficiente de Akaike fue $AIC = 42471.75$. El análisis de varianza del modelo mínimo adecuado se muestra a continuación (Tabla 21). El análisis sugiere que el modelo explica el 61.7% de la variabilidad observada en la variable de respuesta. Los resultados sugieren que Cluster 3 es el predictor que explica la mayor parte de la variabilidad observada (28.7%), seguido por el predictor Buque (11%). La interacción Mes:Buque también explica una cantidad importante de variabilidad. El total de la variabilidad explicada por las interacciones fue del 8.6%. La serie del índice de abundancia relativo (CPUE estandarizado) que se muestra a continuación (Figura 21).

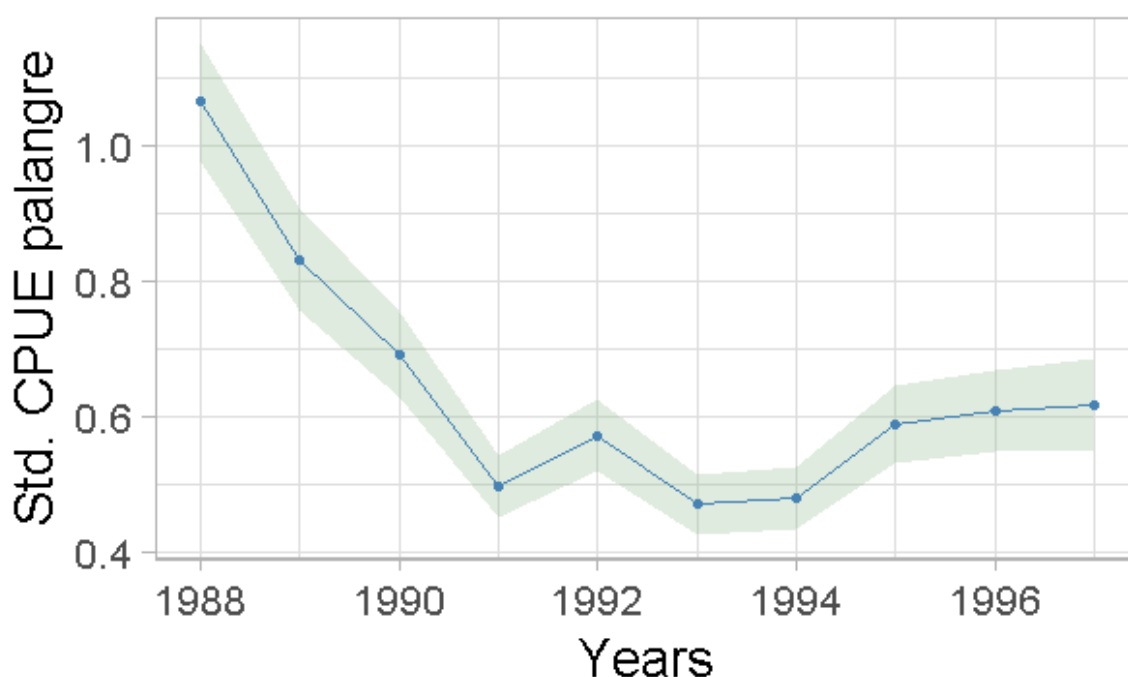


Figura 21. Índice de abundancia relativa para la pesquería de palangre de la merluza del sur, obtenido con proceso de selección de modelo para la primera opción (clu3).

Tabla 21. Resultados del análisis de varianza para el modelo mínimo adecuado para la estandarización de la CPUE de la pesquería de palangre de la merluza del sur en el periodo.

	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev	F	Pr(>F)	%
NULL			20721	23257.4			
Year	10	1510.5	20711	21746.9	341.5364	< 2.2e-16	6.49
Latitud	1	945.4	20710	20801.5	2137.575	< 2.2e-16	4.06
Longitud	1	480.1	20709	20321.3	1085.62	< 2.2e-16	2.06
Mes	11	173.7	20698	20147.7	35.6953	< 2.2e-16	0.75
Buque	30	2556.1	20668	17591.6	192.6493	< 2.2e-16	10.99
UP	1	2.4	20667	17589.2	5.4295	1.98E-02	0.01
clu3	2	6682.9	20665	10906.3	7555.106	< 2.2e-16	28.73
Latitud:Longitud	1	9.6	20664	10896.7	21.6594	3.28E-06	0.04
Latitud:Mes	11	104.5	20653	10792.2	21.4765	< 2.2e-16	0.45
Latitud:Baque	30	242	20623	10550.3	18.2376	< 2.2e-16	1.04
Latitud:clu3	2	20.9	20621	10529.3	23.6534	5.49E-11	0.09
Longitud:Mes	11	75	20610	10454.4	15.4117	< 2.2e-16	0.32
Longitud:Baque	30	153.9	20580	10300.4	11.6023	< 2.2e-16	0.66
Longitud:UP	1	18.7	20579	10281.7	42.3141	7.96E-11	0.08
Longitud:Pesque	2	52.9	20577	10228.8	59.7916	< 2.2e-16	0.23
Longitud:clu3	2	15.3	20575	10213.5	17.3037	3.10E-08	0.07
Mes:Baque	299	954.5	20276	9259	7.2182	< 2.2e-16	4.1
Mes:UP	11	33.4	20265	9225.6	6.8616	1.16E-11	0.14
Mes:Pesqueria	11	40.7	20254	9184.9	8.3719	7.06E-15	0.17
Mes:clu3	22	72.5	20232	9112.3	7.4531	< 2.2e-16	0.31
Baque:UP	16	46	20216	9066.3	6.5048	6.56E-15	0.2
Baque:Pesqueria	12	33.9	20204	9032.4	6.3915	1.85E-11	0.15
Baque:clu3	59	122.8	20145	8909.6	4.7056	< 2.2e-16	0.53
							61.69

En la segunda opción, el modelo saturado incluía el factor clu5 con errores normalmente distribuidos:

```

model <-
glm(log(catchMsur)~Year+(Latitud+Longitud+Mes+Baque+UP+Pesqueria+clu5)^2+
    offset(log(Esfuerzo)), family = gaussian,
    control = glm.control(maxit = 50),x=T,
    data = matcpue)

```

Después de aplicar la función step, se continuó con el proceso de selección de forma manual. Los resultados sugieren la eliminación de dos variables adicionales (Tabla 22). El modelo mínimo adecuado fue el siguiente:

```

modmin2 <- glm(log(catchMsur) ~ Year + Latitud + Longitud + Mes +

```

```

Buque + UP + clu5 + Latitud:Longitud + Latitud:Mes + Latitud:Buque +
Latitud:UP + Latitud:clu5 + Longitud:Mes + Longitud:Buque +
Longitud:UP + Longitud:Pesqueria + Longitud:clu5 + Mes:Buque +
Mes:UP + Mes:Pesqueria + Mes:clu5 + Buque:UP + Buque:Pesqueria +
Buque:clu5 + offset(log(Esfuerzo)), family = gaussian, data = matcpue,
control = glm.control(maxit = 50), x = T)

```

El modelo anterior tuvo un AIC= 40385.87 y explicó el 65.7% (Tabla 23). La variable que explicó la mayor cantidad de variabilidad fue cluster 5 (32.8%). El factor Buque fue el segundo predictor más importante (11%). La interacción Mes:Buque fue la interacción que más explicó variabilidad observada (3.78%). El total de la variabilidad explicada por las interacciones fue 8.46%. La serie de CPUE estandarizada se muestra a continuación (Figura 22). Una comparación de los índices de abundancia relativa con las dos opciones (clu3 y clu5) se muestra adelante (Figura 23).

Tabla 22. Resultados del proceso de selección de modelo para la estandarización de la CPUE de la pesquería de palangre de la merluza del sur para el periodo 1988-1997 y segunda opción de cluster (clu5).

Predictor	P-value	Resultado
Buque:clu5	< 2.2e-16	Mantener
Buque:Pesqueria	8.36E-11	Mantener
Buque:UP	3.23E-06	Mantener
Mes:clu5	< 2.2e-16	Mantener
Mes:Pesqueria	8.91E-08	Mantener
Mes:UP	1.47E-14	Mantener
Mes:Buque	< 2.2e-16	Mantener
Longitud:clu5	7.68E-07	Mantener
Longitud:Pesqueria	0.04248	Mantener
Longitud:UP	< 2.2e-16	Mantener
Longitud:Buque	< 2.2e-16	Mantener
Longitud:Mes	< 2.2e-16	Mantener
Latitud:clu5	1.38E-08	Mantener
Latitud:Pesqueria	0.124	Quitar
Latitud:UP	0.01477	Mantener
Latitud:Buque	< 2.2e-16	Mantener
Latitud:Mes	7.24E-15	Mantener
Latitud:Longitud	< 2.2e-16	Mantener
Clu5	1.31E-09	Mantener
Pesqueria	Same deviance	Quitar
UP	< 2.2e-16	Mantener
Buque	2.17E-09	Mantener
Mes	< 2.2e-16	Mantener
Longitud	< 2.2e-16	Mantener
Latitud	< 2.2e-16	Mantener

Tabla 23. Resultados del análisis de varianza para el modelo mínimo adecuado para la estandarización de la CPUE de la pesquería de palangre de la merluza del sur en el periodo con la segunda opción de cluster (clu5)

	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev	F	Pr(>F)	%
NULL			20721	23257.4			
Year	10	1510.5	20711	21746.9	379.2807	< 2.2E-16	6.49
Latitud	1	945.4	20710	20801.5	2373.805	< 2.2E-16	4.06
Longitud	1	480.1	20709	20321.3	1205.595	< 2.2E-16	2.06
Mes	11	173.7	20698	20147.7	39.6401	< 2.2E-16	0.75
Buque	30	2556.1	20668	17591.6	213.9396	< 2.2E-16	10.99
UP	1	2.4	20667	17589.2	6.0295	0.01408	0.01
clu5	4	7635.5	20663	9953.7	4793.006	< 2.2E-16	32.83
Latitud:Longitud	1	23.8	20662	9929.9	59.7134	1.15E-14	0.1
Latitud:Mes	11	104.5	20651	9825.4	23.849	< 2.2E-16	0.45
Latitud:Baque	30	220.5	20621	9605	18.4532	< 2.2E-16	0.95
Latitud:UP	1	8.1	20620	9596.9	20.2982	6.66E-06	0.03
Latitud:clu5	4	24.4	20616	9572.5	15.2865	1.74E-12	0.1
Longitud:Mes	11	55.5	20605	9517	12.6759	< 2.2E-16	0.24
Longitud:Baque	30	150.4	20575	9366.6	12.5847	< 2.2E-16	0.65
Longitud:UP	1	27.3	20574	9339.3	68.5138	< 2.2E-16	0.12
Longitud:Pesqueria	2	50.2	20572	9289.1	63.0311	< 2.2E-16	0.22
Longitud:clu5	4	25.2	20568	9264	15.81	6.33E-13	0.11
Mes:Baque	299	878.3	20269	8385.7	7.3755	< 2.2E-16	3.78
Mes:UP	11	37.3	20258	8348.4	8.5092	3.58E-15	0.16
Mes:Pesqueria	11	39.9	20247	8308.5	9.1117	< 2.2E-16	0.17
Mes:clu5	44	86.5	20203	8221.9	4.9382	< 2.2E-16	0.37
Baque:UP	16	32.5	20187	8189.4	5.1047	8.78E-11	0.14
Baque:Pesqueria	12	29.5	20175	8159.9	6.1822	5.51E-11	0.13
Baque:clu5	119	172.4	20056	7987.5	3.6368	< 2.2E-16	0.74
						Total	65.66

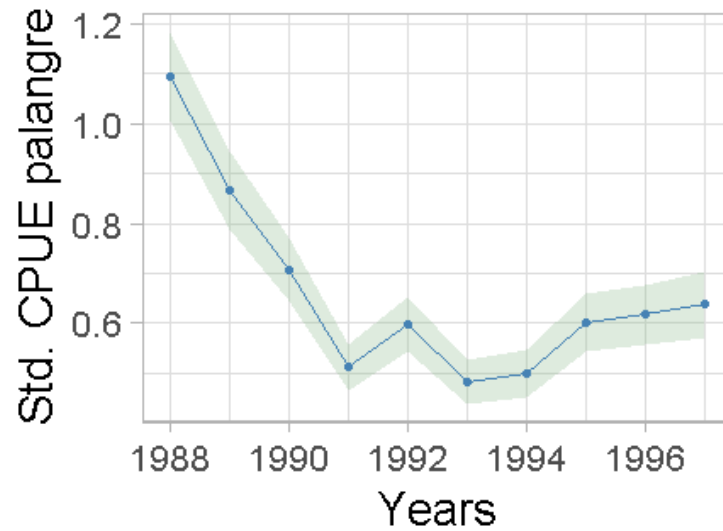


Figura 22. Índice de abundancia relativa para la pesquería de palangre de la merluza del sur, obtenido con proceso de selección de modelo para la segunda opción (clu5).

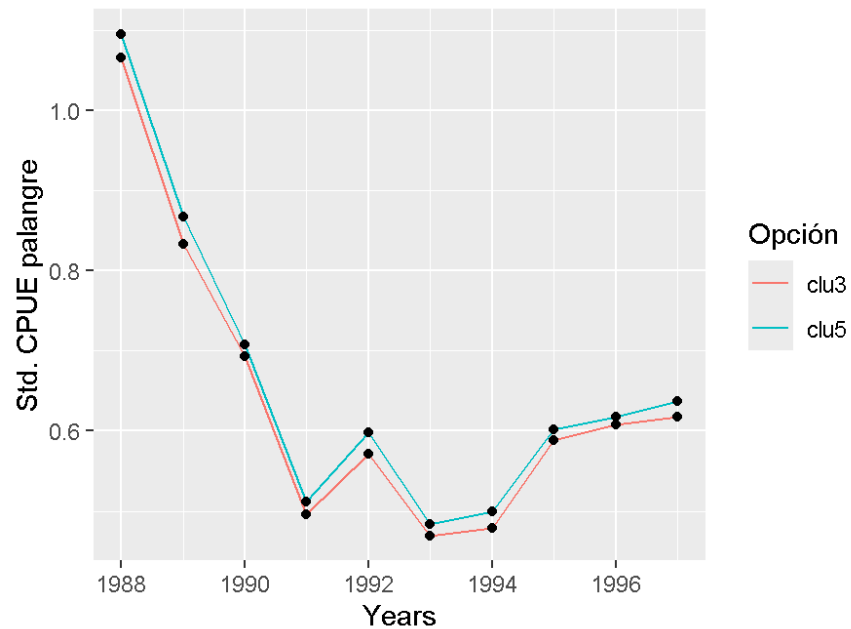


Figura 23. Comparación de los dos índices de abundancia relativa desarrollados a partir de la inclusión del factor cluster (clu3, clu5).

Se repitió el mismo proceso anterior definiendo dos modelos saturados con dos opciones (clu3 y clu5), pero con errores gamma. El modelo saturado para la primera opción fue:

```
GAmo1 <- glm(cpueMsur ~ Year + (Latitud + Longitud + Mes + Buque + UP + Pesqueria
+
      clu3)^2, family = Gamma(link = "log"), data = matcpue, control =
      glm.control(maxit = 250))
```

Después de aplicar la función step al modelo saturado y de continuar el proceso de selección de modelo (Tabla 24), el modelo mínimo adecuado fue el siguiente:

```
GAmo1 <- glm( cpueMsur ~ Year + Latitud + Longitud + Mes + Buque +
      UP + clu3 + Latitud:Longitud + Latitud:Mes +
      Latitud:Buque + Latitud:clu3 + Longitud:Mes + Longitud:Buque +
      Longitud:UP + Longitud:Pesqueria +
      Longitud:clu3 + Mes:Buque + Mes:UP + Mes:Pesqueria + Mes:clu3 +
      Buque:UP + Buque:Pesqueria + Buque:clu3, family = Gamma(link = "log"),
      data = matcpue, control = glm.control(maxit = 250))
```

Este modelo tuvo un AIC = -35304.22 y explicó el 56.5% de la variabilidad observada. Como se muestra adelante (Tabla 25), el factor clu3 fue el que más variabilidad observada explicó (26.7). Otro factor con porcentaje alto fue Buque (8.77%). La interacción con porcentaje más alto fue Mes:Buque (4.37%). El total de variabilidad explicada por las interacciones fue 9.32%. La serie de CPUE estandarizada para la pesquería de palangre de la merluza del sur (opción clu3) en el periodo 1987-1997 se muestra enseguida (Figura 24).

Tabla 24. Proceso de selección de modelo para la estandarización de la CPUE de la pesquería de palangre para el periodo 1987-1997 con errores gamma.

Predictor	P-value	Resultado
Buque:clu3	< 2.2e-16	Mantener
Buque:Pesqueria	6.71E-11	Mantener
Buque:UP	3.15E-13	Mantener
Mes:clu3	< 2.2e-16	Mantener
Mes:Pesqueria	2.63E-08	Mantener
Mes:UP	1.07E-12	Mantener
Mes:Buque	< 2.2e-16	Mantener
Longitud:clu3	1.14E-06	Mantener
Longitud:Pesqueria	0.0098	Mantener
Longitud:UP	3.76E-13	Mantener
Longitud:Buque	< 2.2e-16	Mantener
Longitud:Mes	< 2.2e-16	Mantener
Latitud:clu3	0.01018	Mantener
Latitud:Pesqueria	0.1023	Quitar
Latitud:UP	0.1182	Quitar
Latitud:Buque	< 2.2e-16	Mantener
Latitud:Mes	9.96E-12	Mantener
Latitud:Longitud	< 2.2e-16	Mantener
Clu3	7.49E-06	Mantener
Pesqueria	Misma desviación	Quitar
UP	9.85E-14	Mantener
Buque	2.15E-10	Mantener
Mes	< 2.2e-16	Mantener
Longitud	< 2.2e-16	Mantener
Latitud	< 2.2e-16	Mantener

Tabla 25. Análisis de varianza del modelo mínimo adecuado con errores gamma y opción clu3.

	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev	F	Pr(>F)	%
NULL			20721	16775.3			
Year	10	1470.1	20711	15305.2	443.1826	< 2.20E-16	8.76
Latitud	1	290.7	20710	15014.6	876.2469	< 2.20E-16	1.73
Longitud	1	117.3	20709	14897.3	353.5361	< 2.20E-16	0.7
Mes	11	90.3	20698	14807	24.7369	< 2.20E-16	0.54
Buque	30	1471.4	20668	13335.6	147.8615	< 2.20E-16	8.77
UP	1	6.7	20667	13328.8	20.3005	6.66E-06	0.04
clu3	2	4472.9	20665	8856	6742.035	< 2.20E-16	26.66
Latitud:Longitud	1	16.4	20664	8839.5	49.5624	1.98E-12	0.1
Latitud:Mes	11	81.7	20653	8757.8	22.3999	< 2.20E-16	0.49
Latitud:Baque	30	188.2	20623	8569.6	18.9116	< 2.20E-16	1.12
Latitud:clu3	2	15.4	20621	8554.2	23.2025	8.61E-11	0.09
Longitud:Mes	11	71	20610	8483.2	19.467	< 2.20E-16	0.42
Longitud:Baque	30	120.8	20580	8362.3	12.1406	< 2.20E-16	0.72
Longitud:UP	1	11.6	20579	8350.8	34.8941	3.54E-09	0.07
Longitud:Pesqueria	2	20.3	20577	8330.5	30.5291	5.77E-14	0.12
Longitud:clu3	2	7.6	20575	8322.9	11.478	1.04E-05	0.05
Mes:Baque	299	732.5	20276	7590.4	7.3854	< 2.20E-16	4.37
Mes:UP	11	24.8	20265	7565.6	6.7883	1.65E-11	0.15
Mes:Pesqueria	11	45.5	20254	7520.1	12.4681	< 2.20E-16	0.27
Mes:clu3	22	60	20232	7460.1	8.2256	< 2.20E-16	0.36
Baque:UP	16	30.8	20216	7429.3	5.8013	8.14E-13	0.18
Baque:Pesqueria	12	23.3	20204	7406	5.8563	2.98E-10	0.14
Baque:clu3	59	112.7	20145	7293.3	5.7578	< 2.20E-16	0.67
						Total	56.5

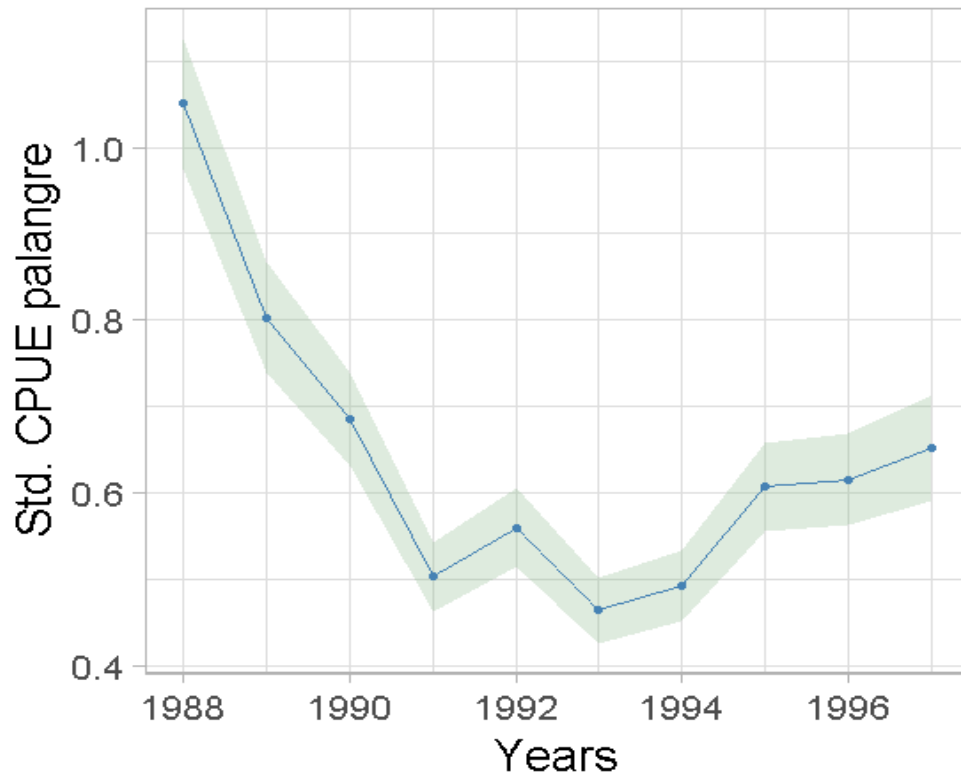


Figura 24. CPUE estandarizado para la pesquería de palangre de la merluza del sur con errores gamma (opción clu3).

El modelo saturado con errores gamma y opcion clu5 es el siguiente:

```
GAmode1 <- glm(cpueMsur ~ Year + (Latitud + Longitud + Mes + Buque + UP + pesquería
+
clu5)^2 , family = Gamma(link = "log"), data = matcpue, control =
glm.control(maxit = 250))
```

Como resultado del proceso de selección de modelo (Tabla 26), se obtuvo el siguiente modelo mínimo adecuado:

```
GAmodmin2 <- glm(formula = cpueMsur ~ Year + Latitud + Longitud + Mes + Buque +
UP + clu5 + Latitud:Longitud + Latitud:Mes +
Latitud:Buque + Latitud:UP + Latitud:clu5 +
Longitud:Mes + Longitud:Buque + Longitud:UP + Longitud:Pesqueria +
```

```

Longitud:clu5 + Mes:Buque + Mes:UP + Mes:Pesqueria + Mes:clu5 +
Buque:UP + Buque:Pesqueria, family = Gamma(link = "log"),
data = matcpue, control = glm.control(maxit = 250))

```

El modelo mínimo adecuado tuvo un AIC = -36979.06 y explicó el 59.6% de variabilidad observada en la variable de respuesta (Tabla 27). Similar al modelo anterior, clu5 y Buque fueron los factores que explicaron la mayor cantidad de variabilidad observada (30.6% y 8.8% respectivamente). Mes:Buque explicó 4.2% de variabilidad, la variabilidad total explicada por las interacciones fue 8.4%. La serie de CPUE estandarizada (errores gamma, opción clu5) se muestra enseguida (Figura 25). La comparación de las CPUE estandarizadas con errores normales y gamma se muestra a continuación (Figura 26 y Tabla 28). Los dos modelos con opción clu 5 son los que tienen el AIC más bajo dentro de cada categoría de errores.

Tabla 26. Resultados del proceso de selección de modelo para la estandarización de la CPUE de la pesquería de palangre de la merluza del sur en el periodo 1987-1997.

Predictor	p-value	Resultado
Buque:clu5	Same deviance	Quitar
Buque:Pesqueria	4.64E-10	Mantener
BuqPe:Up	2.26E-09	Mantener
Mes:clu5	< 2.2e-16	Mantener
Mes:Pesqueria	3.65E-08	Mantener
Mes:UP	< 2.2e-16	Mantener
Mes:Buque	< 2.2e-16	Mantener
Longitud:clu5	2.70E-08	Mantener
Longitud:Pesqueria	0.03052	Mantener
Longitud:UP	< 2.2e-16	Mantener
Longitud:Buque	< 2.2e-16	Mantener
Longitud:Mes	1.78E-14	Mantener
Latitud:clu5	1.29E-13	Mantener
Latitud:Pesqueria	0.1832	Quitar
Latitud:UP	0.002127	Mantener
Latitud:Buque	< 2.2e-16	Mantener
Latitud:Mes	2.31E-13	Mantener
Latitud:Longitud	< 2.2e-16	Mantener
Clu5	9.29E-14	Mantener
Pesqueria	Same deviance	Quitar
UP	< 2.2e-16	Mantener
Buque	5.96E-12	Mantener
Mes	2.97E-13	Mantener
Longitud	< 2.2e-16	Mantener
Latitud	< 2.2e-16	Mantener

Tabla 27. Análisis de varianza del modelo lineal generalizado para la estandarización de la CPUE de la pesquería de palangre de la merluza del sur con errores gamma y opción clu5.

	Df	Deviance	Resid. Dg	Resid. Dev	F	Pr(>F)	%
NULL			20721	16775.3			
Year	10	1470.1	20711	15305.2	467.26	< 2.00E-16	8.8
Latitud	1	290.7	20710	15014.6	923.85	< 2.00E-16	1.7
Longitud	1	117.3	20709	14897.3	372.74	< 2.00E-16	0.7
Mes	11	90.3	20698	14807	26.08	< 2.00E-16	0.5
Buque	30	1471.4	20668	13335.6	155.89	< 2.00E-16	8.8
UP	1	6.7	20667	13328.8	21.4	3.74E-06	0
clu5	4	5137.4	20663	8191.5	4082.14	< 2.00E-16	30.6
Latitud:Longitud	1	30.3	20662	8161.2	96.32	< 2.00E-16	0.2
Latitud:Mes	11	80	20651	8081.2	23.12	< 2.00E-16	0.5
Latitud:Baque	30	174	20621	7907.2	18.43	< 2.00E-16	1
Latitud:UP	1	6.1	20620	7901	19.47	1.03E-05	0
Latitud:clu5	4	15.8	20616	7885.2	12.58	3.21E-10	0.1
Longitud:Mes	11	56	20605	7829.2	16.17	< 2.00E-16	0.3
Longitud:Baque	30	120.6	20575	7708.6	12.78	< 2.00E-16	0.7
Longitud:UP	1	16.3	20574	7692.3	51.69	6.72E-13	0.1
Longitud:Pesqueria	2	21.2	20572	7671.1	33.73	2.36E-15	0.1
Longitud:clu5	4	12.9	20568	7658.2	10.25	2.76E-08	0.1
Mes:Baque	299	702.3	20269	6955.9	7.47	< 2.00E-16	4.2
Mes:UP	11	32.3	20258	6923.7	9.32	< 2.00E-16	0.2
Mes:Pesqueria	11	43.3	20247	6880.3	12.53	< 2.00E-16	0.3
Mes:clu5	44	61.7	20203	6818.6	4.46	< 2.00E-16	0.4
Baque:UP	16	22.9	20187	6795.7	4.54	3.50E-09	0.1
Baque:Pesqueria	12	21.3	20175	6774.4	5.64	8.86E-10	0.1
							59.6

Tabla 28. Comparación de los modelos obtenidos con el proceso de selección de modelo para la estandarización de la CPUE de la pesquería de palangre de la merluza del sur.

Modelo	Características	AIC
modmin1	Errores con distribución normal, clu3	42471.75
modmin2	Errores con distribución normal, clu5	40385.87
GAmadmin1	Errores con distribución gama, clu3	-35304.22
GAmadmin2	Errores con distribución gama, clu5	-36979.06

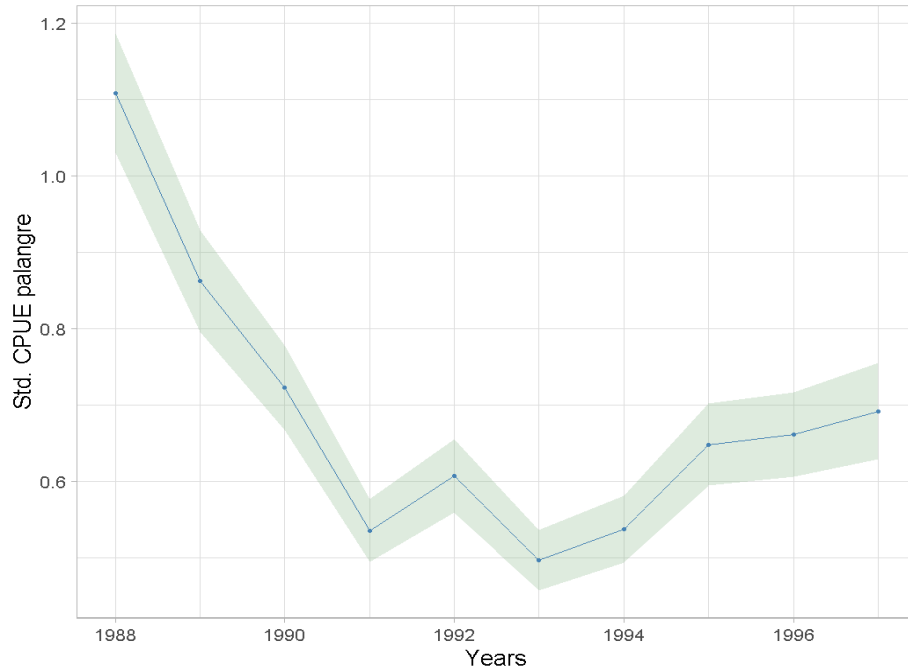


Figura 25. Serie de CPUE estandarizada para la pesquería de palangre de la Merluza del sur en el periodo 1987-1997.

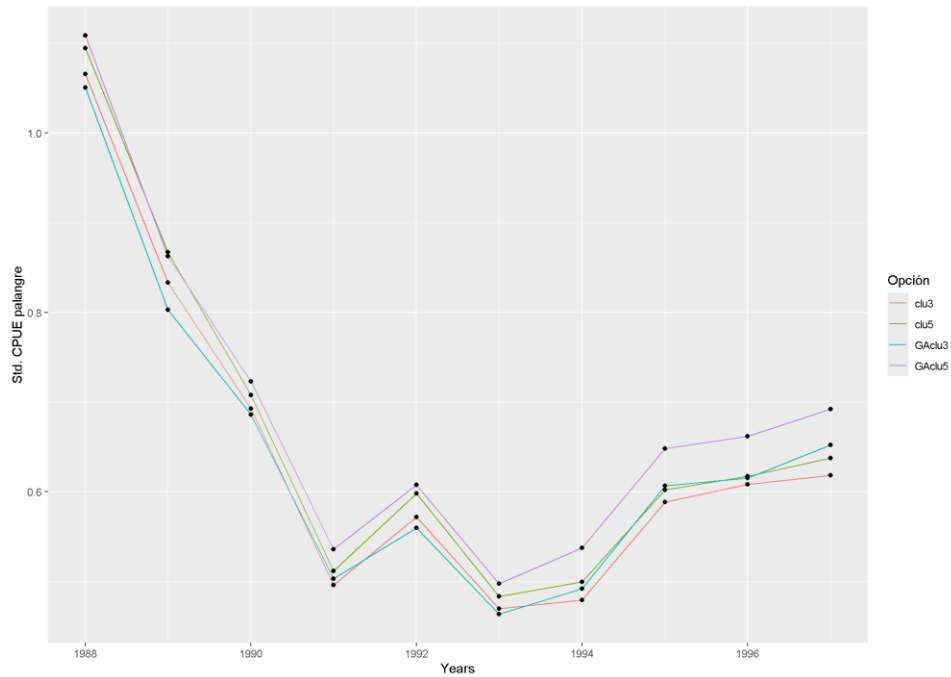


Figura 26. Comparación estandarizada CPUE utilizando modelo de selección y opciones de errores normales (clu3, clu5), error gamma (GAclu3, GAclu5) y dos opciones de análisis de cluster (clu3 and clu5).

Estandarización de la CPUE de la pesquería de palangre para el periodo 1998-2022

Previamente, el IFOP había desarrollado cuatro modelos lineales generales con errores distribuidos normalmente. El código R y el valor de AIC para cada modelo se muestran enseguida (Tabla 29). El modelo con el menor AIC es el modelo M3. La comparación de las series de CPUE estandarizado se muestran más adelante (Figura 27).

Tabla 29. Resumen de los modelos previos de estandarización de la CPUE para la merluza del sur en la pesquería de arrastre.

Modelo	Código de R	AIC
M0	<code>modelo0 <- glm(log(cpue2)~ANO+MES+zona+pesq+buque,family = gaussian)</code>	53304.07
M1	<code>modelo1 <- glm(log(cpue2)~ANO+MES+buque+zona+metier, family = gaussian)</code>	42331.22
M2	<code>modelo2 <- glm(log(cpue2)~ANO+MES+zona+metier,family = gaussian)</code>	42498.93
M3	<code>modelo3 <- glm(log(cpue2)~ANO+MES+metier+zona+metier*zona,family = gaussian,x=T)</code>	42217.03

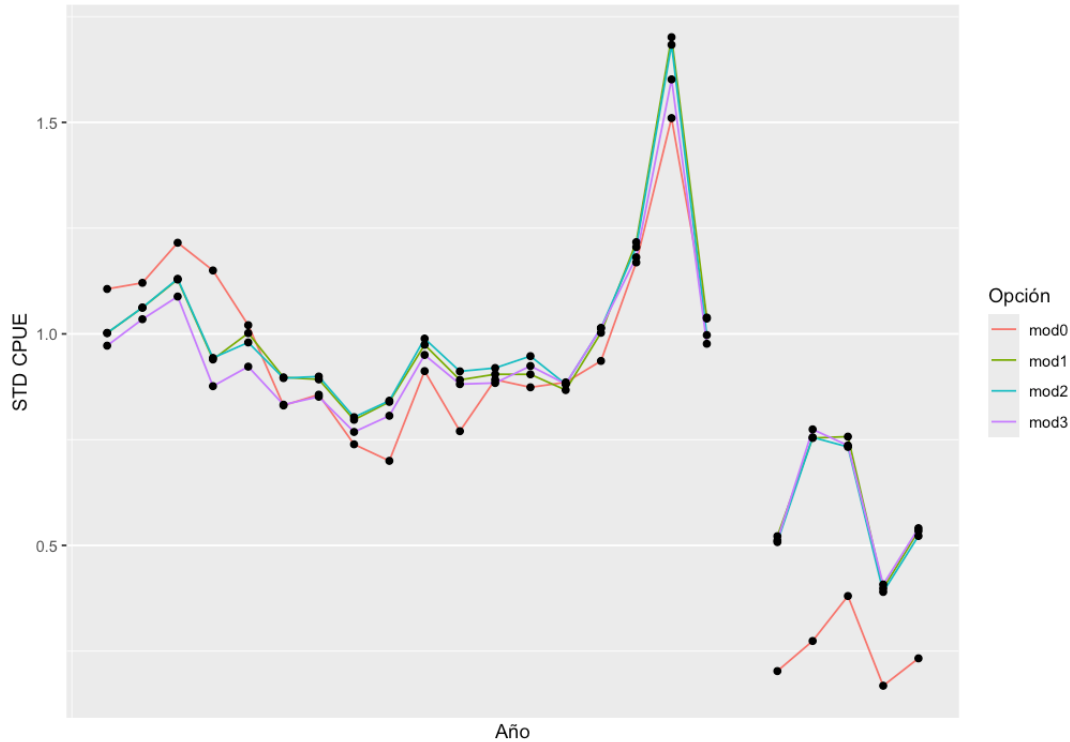


Figura 27. Comparación de las series de CPUE estandarizadas desarrolladas por IFOP.

Para llevar a cabo el proceso de selección del modelo para la estandarización de la CPUE se usó el siguiente modelo saturado:

```
mod1 <- glm(log(catch)~ANO+(LATITUD+LONGITUD+MES+buque+zona+pesq+metier)^2+
  offset(log(esfuerzo)), family = gaussian,data=datos,control = glm.control(maxit =
  50))
```

Para continuar con el proceso se usó la función step de R, que dio como resultado el siguiente modelo:

```
mod2 <- glm(log(catch)~ANO+LATITUD + LONGITUD + MES + buque + zona + pesq +
  LATITUD:MES + LATITUD:buque + LATITUD:zona + LONGITUD:MES +
```

LONGITUD:buque + LONGITUD:zona + LONGITUD:pesq + MES:buque + MES:zona + MES:pesq+buque:zona +buque:pesq + zona:pesq + offset(log(esfuerzo)), family = gaussian, data = datos)

La selección de modelo se continuó a mano, los resultados se presentan a continuación (Tabla 30). La selección de modelo sugiere eliminar un solo predictor (Pesquería). El modelo mínimo adecuado es el siguiente:

```
modelmin <- glm(log(catch) ~ ANO + LONGITUD + LONGITUD+MES+buque + zona+
  metier+LATITUD:LONGITUD+ LATITUD:MES + LATITUD:buque +
  LATITUD:zona + LATITUD:pesq + LATITUD:metier+LONGITUD:MES+
  LONGITUD:buque + LONGITUD:zona + LONGITUD:pesq +
  LONGITUD:metier+
  MES:buque + MES:zona + MES:pesq+ MES:metier+ buque:zona +
  buque:pesq + buque:metier+zona:pesq + zona:metier+ pesq:metier+
  offset(log(esfuerzo)), family = gaussian, data = datos, control = glm.control(maxit
= 50))
```

El modelo mínimo adecuado tuvo un AIC de 39072.02 y explico el 71.8% de la variabilidad observada (Tabla 31). Metier fue el factor que explico la mayor cantidad (30.44%) de variabilidad observada en la variable de respuesta. Mes fue el segundo factor con mayor porcentaje (14.67%). Una vez más, la interacción que explico la mayor variabilidad observada fue Mes:Buque (1.58%). El total de variabilidad explicada por las interacciones fue de 7%. La tendencia temporal de la CPUE estandarizada se muestra enseguida (Figura 28). Por su parte, la comparación de la CPUE obtenida con el modelo mínimo adecuado y los modelos IFOP se muestra más adelante (Figura 29).

Tabla 30. Resultados del proceso de selección de modelo manual para la estandarización de la CPUE de la pesquería de palangre en el periodo 1998-2022.

Predictor	P-value	Resultado
Pesquería:metier	0.003183	Mantener
Zona:metier	0.004334	Mantener
Zona:pesquería	0.004334	Mantener
Buque:metier	< 2.2e-16	Mantener
Buque:pesquería	< 2.2e-16	Mantener
Buque:zona	< 2.2e-16	Mantener
Mes:metier	< 2.2e-16	Mantener
Mes:pesquería	< 2.2e-16	Mantener
Mes:zona	4.50E-08	Mantener
Mes:buque	< 2.2e-16	Mantener
Longitud:metier	0.004374	Mantener
Longitud:pesquería	0.02114	Mantener
Longitud:zona	0.006566	Mantener
Longitud:buque	0.0005487	Mantener
Longitud:mes	9.18E-12	Mantener
Latitud:metier	2.07E-06	Mantener
Latitud:pesquería	0.02985	Mantener
Latitud:zona	< 2.2e-16	Mantener
Latitud:buque	0.002097	Mantener
Latitud:mes	< 2.2e-16	Mantener
Latitud:Longitud	0.002086	Mantener
Metier	4.08E-07	Mantener
Pesquería	0.1354	Quitar
Zona	2.21E-09	Mantener
Buque	0.001424	Mantener
Mes	2.41E-13	Mantener
Longitud	0.001194	Mantener
Latitud	0.04489	Mantener

Tabla 31. ANOVA del modelo mínimo adecuado para la estandarización de la CPUE de la pesquería de palangre de la merluza del sur.

Predictor	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev	F	Pr(>F)	%
NULL	17498	32422					
ANO	23	4912.4	17475	27510	399.55	< 2.20E-16	15.15
LATITUD	1	583.5	17474	26926	1091.53	< 2.20E-16	1.8
LONGITUD	1	250.1	17473	26676	467.93	< 2.20E-16	0.77
MES	11	4755.7	17462	21920	808.78	< 2.20E-16	14.67
buque	15	530.2	17447	21390	66.12	< 2.20E-16	1.64
zona	1	98.5	17446	21292	184.27	< 2.20E-16	0.3
metier	3	9868.3	17443	11423	6153.64	< 2.20E-16	30.44
TITUD:LONGITUD	1	0.7	17442	11423	1.32	0.25087	0
LATITUD:MES	11	446.4	17431	10976	75.91	< 2.20E-16	1.38
LATITUD:buque	14	193.5	17417	10783	25.86	< 2.20E-16	0.6
LATITUD:zona	1	47.2	17416	10736	88.3	< 2.20E-16	0.15
LATITUD:metier	3	42.8	17413	10693	26.71	< 2.20E-16	0.13
LATITUD:pesq	3	7.3	17410	10685	4.57	0.003325	0.02
LONGITUD:MES	11	67	17399	10618	11.39	< 2.20E-16	0.21
LONGITUD:buque	14	60.3	17385	10558	8.06	< 2.20E-16	0.19
LONGITUD:zona	1	6.4	17384	10552	12.03	0.000524	0.02
LONGITUD:metier	3	32.2	17381	10520	20.06	5.66E-13	0.1
LONGITUD:pesq	3	49.5	17378	10470	30.84	< 2.20E-16	0.15
MES:buque	101	512.6	17277	9957	9.49	< 2.20E-16	1.58
MES:zona	10	42.2	17267	9915	7.89	9.07E-13	0.13
MES:metier	32	240.4	17235	9675	14.05	< 2.20E-16	0.74
MES:pesq	28	94.9	17207	9580	6.34	< 2.20E-16	0.29
buque:zona	10	130	17197	9450	24.31	< 2.20E-16	0.4
buque:metier	33	154.2	17164	9296	8.74	< 2.20E-16	0.48
buque:pesq	22	106.3	17142	9190	9.04	< 2.20E-16	0.33
zona:metier	3	7.1	17139	9182	4.42	0.004092	0.02
zona:pesq	3	13.4	17136	9169	8.37	1.48E-05	0.04
metier:pesq	9	13.8	17127	9155	2.87	0.002224	0.04
						Total	71.77

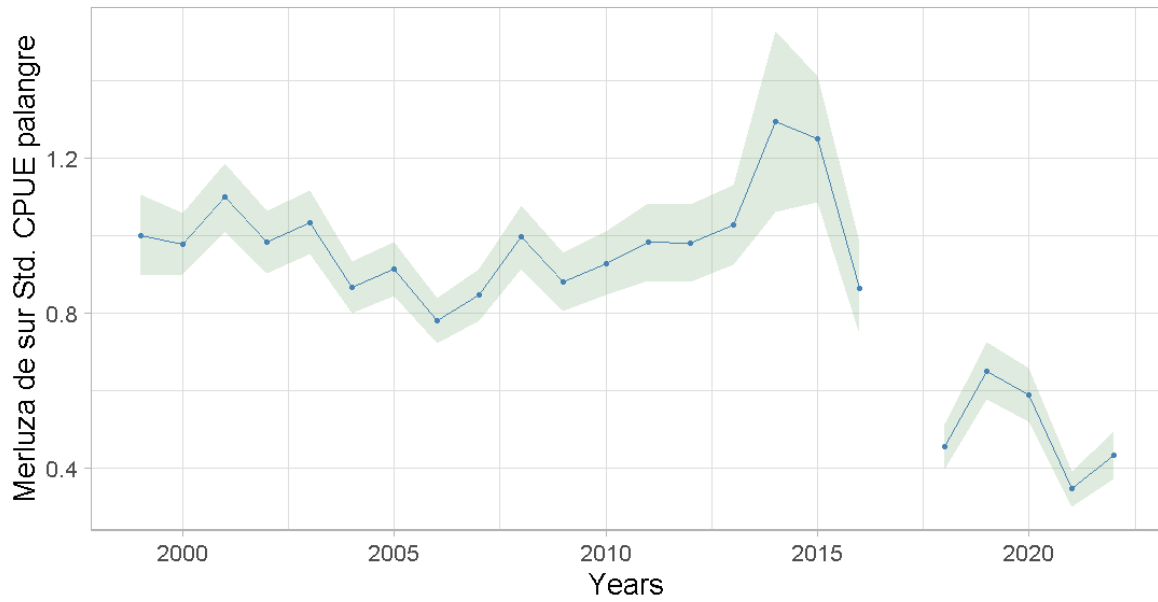


Figura 28. Serie de CPUE estandarizada para la pesquería de palangre de la merluza del sur en el periodo 1998-2022.

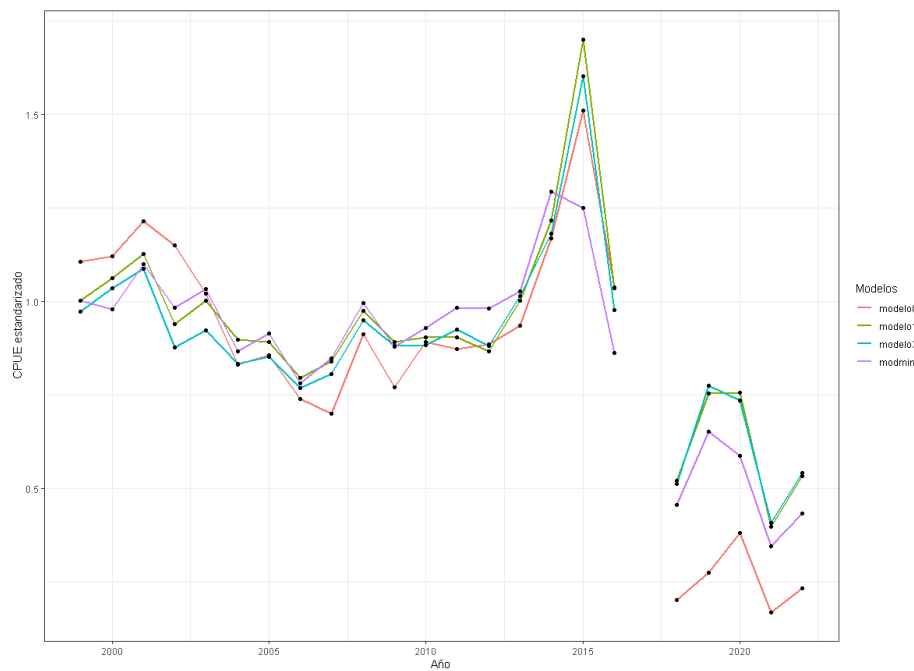


Figura 29. Comparación de los índices relativos de abundancia estandarizados (previos y con selección de modelo, error normal) para la pesquería de palangre de la merluza del sur.

Se intento aplicar el enfoque anterior pero ahora con errores con distribución Poisson y Gamma pero los modelos no convergieron por lo que los revisores externos proponen solo usar el proceso de selección de modelo solo con errores de distribución normal.

Merluza de tres aletas

Pesquería de arrastre

Para la pesquería de arrastre de la merluza de tres aletas, el IFOP había desarrollado ocho modelos lineales generalizados para la estandarización de la CPUE. Seis de esos modelos tienen errores con distribución Gamma y dos tienen distribución normal (Tabla 32). En general los modelos con errores normales tuvieron menor AIC, siendo el modelo 7 el de menor AIC. La comparación de las series de CPUE estandarizadas se muestra más adelante (Figura 30 y Figura 31).

Tabla 32. Modelos previos desarrollados por el IFOP para la estandarización de la CPUE de la pesquería de arrastre de la merluza de tres aletas.

Modelo	AIC
modelo1 <- glm(CPUEton~YEAR,family = "Gamma"(link ='log'))	50371.27
modelo2 <- glm(CPUEton~YEAR+buque,data=datos,family = "Gamma"(link ='log'))	48196.48
modelo3 <- glm(CPUEton~YEAR+buque+zona,data=datos,family = "Gamma"(link ='log'))	46606.92
modelo4 <- glm(CPUEton~YEAR+zona+MES,data=datos,family = "Gamma"(link ='log'))	47997.85
modelo5 <- glm(CPUEton~YEAR+buque+zona+I(zona:MES),data=datos,family = "Gamma"(link ='log'))	46203.51
modelo6 <- glm(CPUEton~YEAR+zona+I(buque:MES),data=datos,family = "Gamma"(link ='log'))	46157.67
modelo7 <- glm(log(CPUEton)~YEAR+zona+buque+MES,data=datos,family = gaussian)	17186.92
modelo8 <- glm(log(CPUEton)~YEAR+I(buque:MES),data=datos,family = gaussian)	17204.38

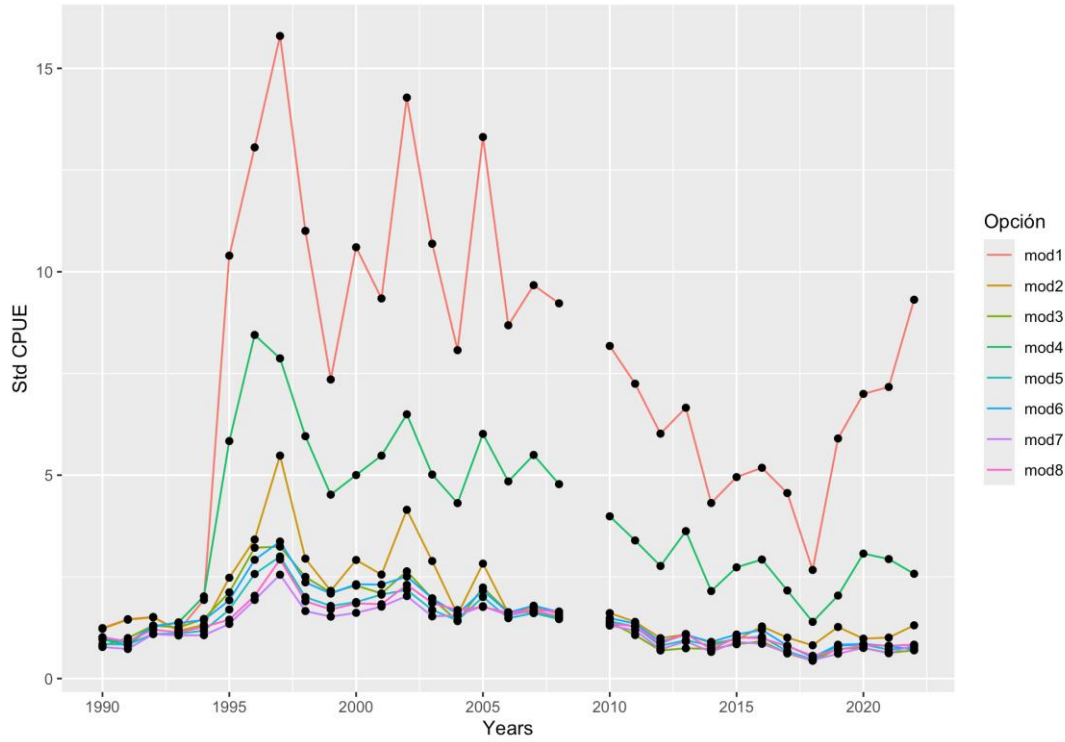


Figura 30. Comparación de las series de CPUE estandarizadas desarrolladas por IFOP para la pesquería de arrastre de la merluza de tres aletas.

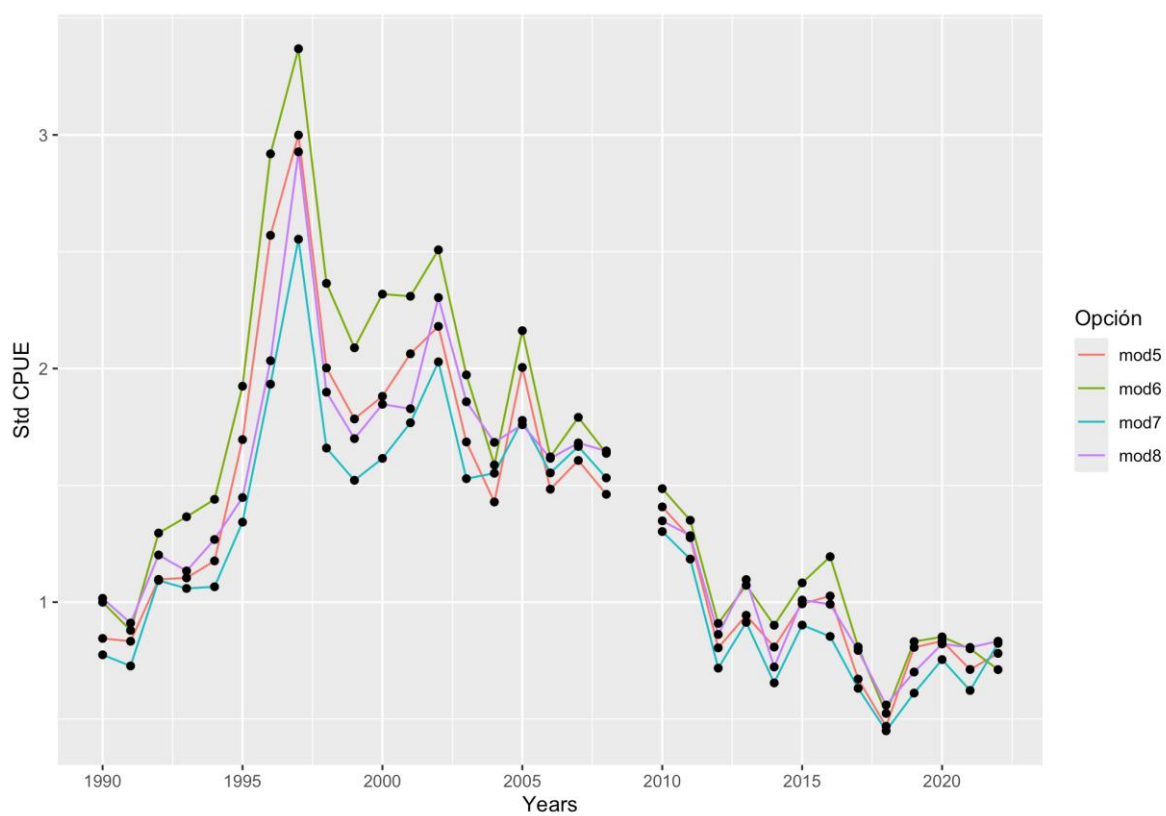


Figura 31. Comparación de las últimas cuatro series de CPUE estandarizadas desarrolladas por IFOP para la pesquería de arrastre de la merluza de tres aletas.

A continuación, se llevó a cabo el proceso de selección de modelo. Se propuso un modelo saturado basado en los predictores usados en los modelos previos desarrollados por IFOP. El modelo saturado incluye los factores más sus interacciones de primer orden, asumiendo errores con distribución normal:

```
mod1 <- glm(log(PESOton)~YEAR+(LATITUD+LONGITUD+MES+buque+zona+pesq)^2+
  offset(log(esfuerzo)), family = gaussian,data=datos,control = glm.control(maxit =
  50))
```

Después de aplicar la función step al modelo mod1, se siguió el proceso de forma manual, cuyos resultados se muestran a continuación (Tabla 33). Los resultados sugieren mantener todos los predictores después de la aplicación de la función step. El modelo mínimo adecuado resultante fue:

```
modelmin <- glm(log(PESOton) ~ YEAR + LATITUD + LONGITUD + MES + buque
+zona +
  pesq + LATITUD:LONGITUD + LATITUD:MES + LATITUD:buque +
  LATITUD:zona + LONGITUD:buque + MES:buque +MES:zona +
  MES:pesq + buque:zona + buque:pesq + offset(log(esfuerzo)), family =
  gaussian,
  data = datos, control = glm.control(maxit = 50))
```

El modelo mínimo adecuado obtuvo una AIC = 16853.54, valor que es menor que todos los valores de AIC correspondientes a los modelos previos del IFOP. El modelo explico el 56.82% de la variabilidad observada en el variable de respuesta (Tabla 34). El factor que explico la mayor variabilidad fue Buque, le siguió en importancia el predictor LATITUD. La interacción que explico la mayor variabilidad fue LATITUD:Buque. El total de la variabilidad explicada por todas las interacciones fue 3.29%. La tendencia temporal de la CPUE estandarizada se muestra más adelante (Figura 32). La comparación (Tabla 35, Figura 33 y Figura 34) de la serie de CPUE obtenida de los modelos previos y el modelo mínimo

adecuado muestra que este último tuvo la menor AIC y que explicó la mayor cantidad de variabilidad.

Tabla 33. Resultados del proceso de selección de modelo manual para la estandarización de la CPUE de la pesquería de arrastre de la merluza de tres aletas en el periodo 1989-2022.

Predictor	Pvalue de anova	Resultado
Buque:pesq	0.01952	Mantener
Buque:zona	0.003371	Mantener
Mes:pesq	1.95E-05	Mantener
Mes:zona	9.91E-06	Mantener
Mes:buque	3.42E-09	Mantener
Longitud:buque	1.10E-05	Mantener
Latitud:zona	4.10E-06	Mantener
Latitud:buque	0.0008028	Mantener
Latitud:mes	5.14E-05	Mantener
Latitud:longitud	0.00593	Mantener
pesq	1.82E-12	Mantener
zona	0.001475	Mantener
Buque	0.0006391	Mantener
Mes	5.38E-06	Mantener
Longitud	0.004809	Mantener
Latitud	0.01032	Mantener

Tabla 34. Análisis de varianza del modelo mínimo adecuado para la estandarización de la CPUE de la pesquería de arrastre.

	Df	Deviance	Resid. DF	Resid. Dev.	F	Pr(>F)	%
NULL			5913	13295.5			
YEAR	32	2380.54	5881	10915	75.05	< 2.20E-16	17.9
LATITUD	1	1717.78	5880	9197.2	1733.07	< 2.20E-16	12.92
LONGITUD	1	499.46	5879	8697.8	503.9	< 2.20E-16	3.76
MES	5	572.49	5874	8125.3	115.52	< 2.20E-16	4.31
buque	2	1923.15	5872	6202.1	970.13	< 2.20E-16	14.46
zona	5	18.82	5867	6183.3	3.8	1.95E-03	0.14
pesq	4	5.26	5863	6178.1	1.33	0.257736	0.04
LATITUD:LONGITUD	1	0.4	5862	6177.7	0.4	5.27E-01	0
LATITUD:MES	5	49.9	5857	6127.8	10.07	1.30E-09	0.38
LATITUD:buque	2	77.57	5855	6050.2	39.13	< 2.20E-16	0.58
LATITUD:zona	5	30.19	5850	6020	6.09	1.24E-05	0.23
LONGITUD:buque	2	52.54	5848	5967.4	26.51	3.48E-12	0.4
MES:buque	10	92.12	5838	5875.3	9.29	1.90E-15	0.69
MES:zona	22	61.54	5816	5813.8	2.82	1.18E-05	0.46
MES:pesq	13	42.37	5803	5771.4	3.29	5.16E-05	0.32
buque:zona	10	25.08	5793	5746.3	2.53	4.86E-03	0.19
buque:pesq	1	5.41	5792	5740.9	5.46	0.019516	0.04
Total deviance							56.82

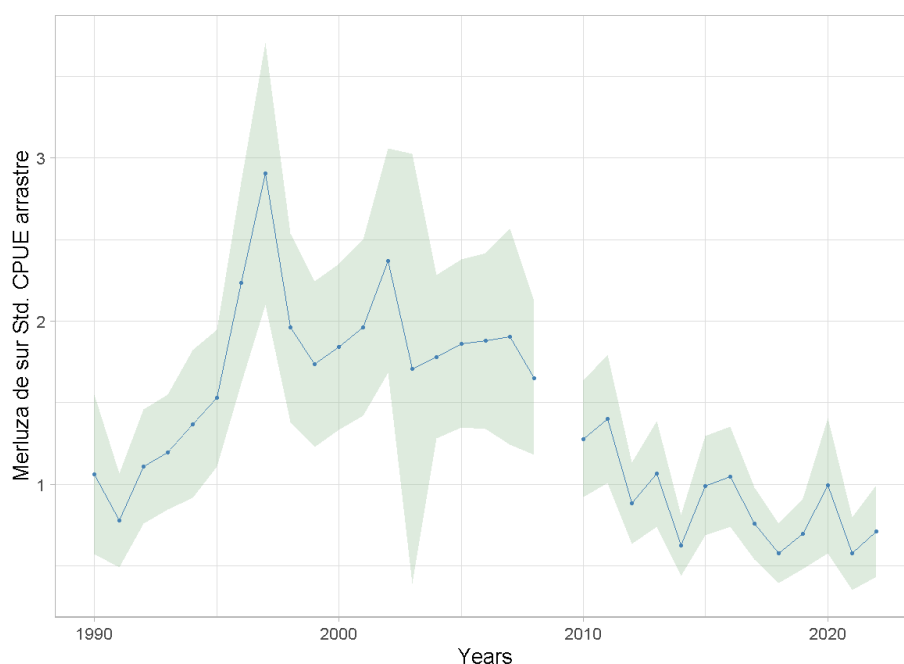


Figura 32. Índice de abundancia relativa (CPUE estandarizada) para la pesquería de arrastre de la merluza de tres aletas.

Tabla 35. Comparación de los modelos previos del IFOP con el modelo mínimo adecuado con errores normales.

Modelo	AIC	%
modelo1	50371.27	14.2
modelo2	48196.48	36.7
modelo3	46606.92	49.7
modelo4	47997.85	38.6
modelo5	46203.51	53
modelo6	46157.67	53.2
modelo7	17186.92	53.1
modelo8	17204.38	53.1
modelmin	168953.5	56.8

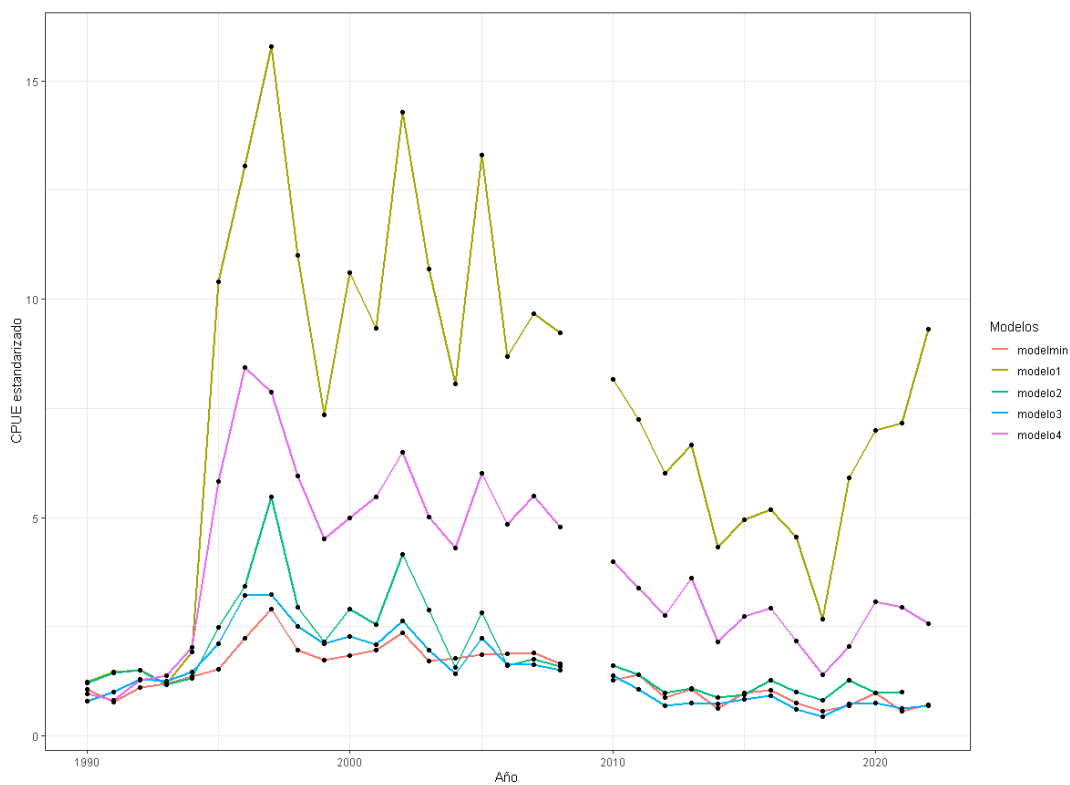


Figura 33. Comparación de las primeras cuatro series de CPUE desarrolladas con los modelos previos del IFOP y el modelo mínimo adecuado.

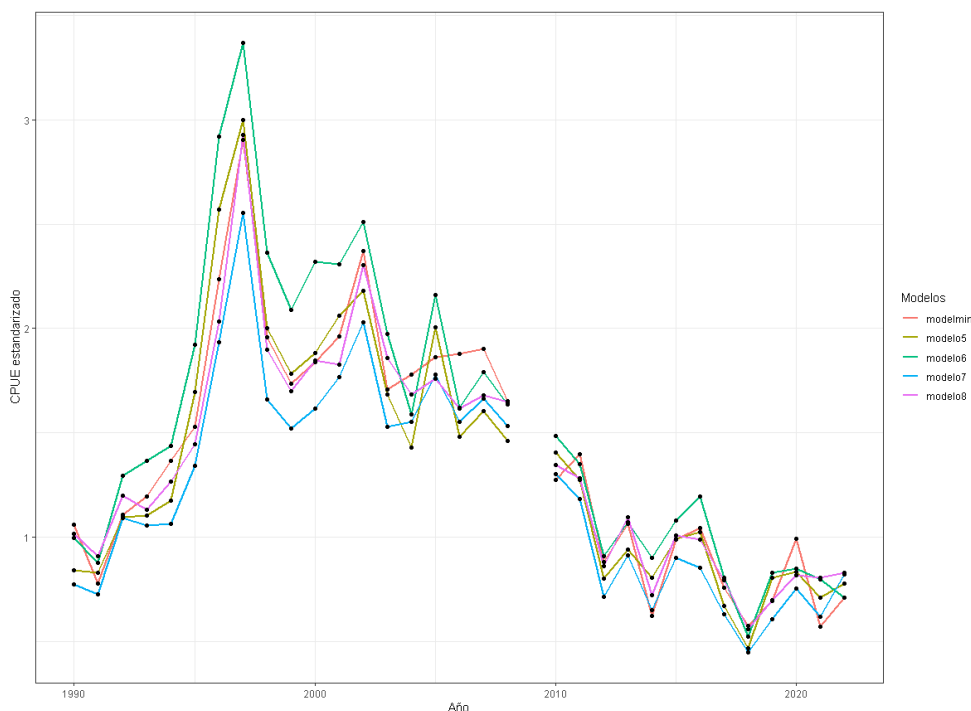


Figura 34. Comparación de las últimas cuatro series de CPUE desarrolladas con los modelos previos del IFOP y el modelo mínimo adecuado.

A continuación, se llevó a cabo el proceso de selección de modelo para errores con distribución Poisson. El modelo saturado fue el siguiente:

```
PEmod1 <-  
glm(PESOton~YEAR+(LATITUD+LONGITUD+MES+buque+zona+pesq)^2+  
  offset(esfuerzo), family = poisson,data=datos,control = glm.control(maxit = 50))
```

El modelo anterior presentó sobre dispersión, por lo que se definió un modelo saturado con distribución quasi Poisson:

```
OPEmod1 <-  
glm(PESOton~YEAR+(LATITUD+LONGITUD+MES+buque+zona+pesq)^2+  
  offset(esfuerzo), family = quasipoisson,data=datos,control = glm.control(maxit =  
50))
```

Debido a que para los errores quasi Poisson no se puede usar la función step, la selección de modelo se hizo manual. Los resultados de dicho proceso se muestran a continuación (Tabla 36). Basado en los resultados se eliminaron nueve predictores. El modelo mínimo adecuado resultante fue:

```
OPEmodmin <- glm(PESOton ~ YEAR + MES + buque + zona + pesq + LATITUD:MES +
  LATITUD:buque + LATITUD:pesq + MES:LONGITUD + buque:LONGITUD
+
  pesq:LONGITUD + MES:buque + MES:zona + offset(esfuerzo),
  family = quasipoisson, data = datos, control = glm.control(maxit = 50))
```

Dicho modelo explico el 50.2% de la variabilidad observada en la variable de respuesta (Tabla 37). Los factores que explicaron la mayoría de la variabilidad fueron Mes (17.7%) y Buque (12.8%). La interacción con mayor porcentaje fue Mes:latitud con 1.7%. En total las interacciones explicaron el 3.9%. Cabe mencionar que la estimación para el año 2009 la estimación de CPUE fue muy alta por esa razón se decidió borrarla. La serie de CPUE estandarizada con un modelo glm y errores quasi-Poisson se muestra enseguida (Figura 35). La comparación de los índices desarrollados con modelos con error normal y quasi Poisson se muestran más adelante (Figura 36).

Tabla 36. Resultados del proceso de selección de modelo manual para la estandarización de la CPUE de la pesquería de arrastre de la Merluza de tres aletas en el periodo 1989-2022.

Predictor	Pvalue de anova	Resultado
zona:pesq	0.1021	Eliminar
Buque:pesq	0.02689	Eliminar
Buque:zona	0.3502	Eliminar
Mes:pesq	0.4322	Eliminar
Mes:zona	0.002	Mantener
Mes:buque	1.08E-05	Mantener
Longitud:pesq	0.005769	Mantener
Longitud:zona	0.08464	Eliminar
Longitud:buque	0.00056	Mantener
Longitud:mes	0.0152	Mantener
Latitud:pesq	1.78E-05	Mantener
Latitud:zona	0.1275	Eliminar
Latitud:buque	0.03408	Mantener
Latitud:mes	0.0092	Mantener
Latitud:Longitud	0.2634	Eliminar
Pesq	0.01824	Mantener
zona	1.46E-10	Mantener
Buque	0.001808	Mantener
Mes	0.02531	Mantener
Longitud	Same deviance	Eliminar
Latitud	Same deviance	Eliminar

Tabla 37. Análisis de varianza para el modelo mínimo adecuado con errores quasi Poisson.

	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev	F	Pr(>F)	%
NULL	5913	519493					
YEAR	32	72175	5881	447318	32.6445	< 2.2E-16	13.9
MES	5	91835	5876	355482	265.8342	< 2.2E-16	17.7
buque	2	66353	5874	289129	480.1806	< 2.2E-16	12.8
zona	5	9671	5869	279457	27.9958	< 2.2E-16	1.9
pesq	4	127	5865	279330	0.4612	0.76429	0
MES:LATITUD	6	7172	5859	272158	17.2994	< 2.2E-16	1.4
buque:LATITUD	2	2078	5857	270081	15.0372	3.06E-07	0.4
pesq:LATITUD	3	1465	5854	268616	7.0664	9.74E-05	0.3
MES:LONGITUD	6	1196	5848	267420	2.8847	0.00828	0.2
buque:LONGITUD	2	1560	5846	265860	11.2902	1.28E-05	0.3
pesq:LONGITUD	3	525	5843	265335	2.5311	0.055313	0.1
MES:buque	10	3037	5833	262298	4.3961	3.54E-06	0.6
MES:zona	22	3215	5811	259083	2.1149	0.001744	0.6
Total % explicado							50.2

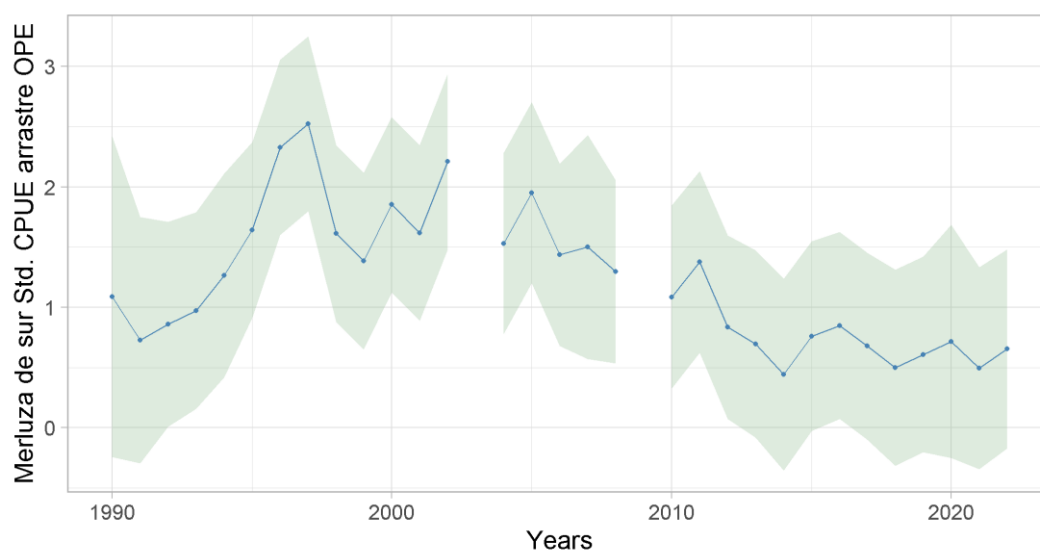


Figura 35. Índice de abundancia relativa (CPUE estandarizado) de la pesquería de arrastre obtenido del modelo con errores quasi-Poisson.

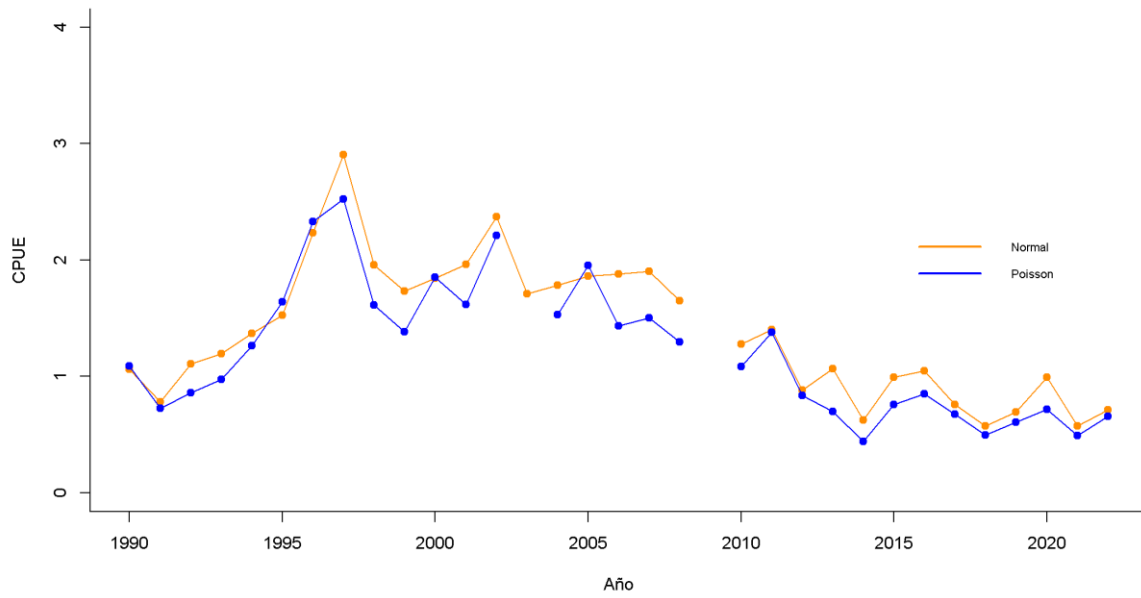


Figura 36. Comparación de los índices de abundancia relativa estandarizados con errores Normal y quasi Poisson.

7.6.4.3 Anexo 3. Ejemplo de contenido estándar de un reporte de evaluación de stock pesquero.

Portada y lista de preparadores

Resumen ejecutivo

Población: especie/área.

Capturas: tendencias y niveles actuales.

Fuentes de datos

Stock de biomasa

Reclutamiento

Rendimiento de la gestión

Proporcionar la base para el asesoramiento sobre capturas

Un resumen de los resultados de cualquier análisis de reconstitución: cuadro que muestra el año en el que se espera que ocurra la reconstrucción, el período de reconstrucción, las capturas para la próxima campaña de pesca y la probabilidad de recuperación hasta el valor sustitutivo de BMSY para una serie de estrategias de captura (incluida una para la que la probabilidad de recuperación dentro del período de recuperación es 0,5).

A. Resumen de los principales cambios

Cambios (si los hubiera) en la gestión de la pesquería.

Cambios en los datos de entrada (por ejemplo, especificar nuevas fuentes de datos y qué fuentes de datos se han actualizado).

Cambios (si los hubiera) en la metodología de evaluación.

Cambios en los resultados de la evaluación

B. Respuestas a los comentarios de los exámenes

C. Introducción

Nombre científico.

Descripción de la distribución general (incluyendo un mapa que muestre el límite de las existencias y, si es posible, la distribución real).

Evidencia de la estructura de las existencias, si la hubiera.

Descripción de las características del ciclo de vida pertinentes para las evaluaciones de las poblaciones (por ejemplo, características especiales de la biología reproductiva).

Breve resumen de la historia de la gestión. Breve descripción de la estrategia de cosecha anual. Todos los parámetros para las existencias con una estrategia de captura aprobada deben proporcionarse en tablas tanto en t como en millones de libras.

Resumen de la historia de la base y estimaciones BMSY o BMSYPROXY

Breve historia de la pesquería objetivo para la población, incluyendo a) períodos de apertura/cierre de la pesquería, b) revisiones en la política de captura, y c) cambios en el acceso a la pesquería.

D. Datos (Los elementos de esta sección deben presentarse principalmente en forma de tabla).

Resumen de la nueva información (la sección debe repetir esencialmente la información proporcionada)

Datos que deben presentarse como series temporales, por sexo y en función de la evaluación. Captura total, dividida por los estratos utilizados en el modelo de evaluación, si los hubiera.

Información sobre capturas incidentales y descartes. Lo ideal sería que las capturas no retenidas y los descartes se informaran utilizando las categorías del Cuadro 4 del presente documento (en el encabezado del cuadro se deben especificar las tasas de mortalidad aplicadas a los descartes y las capturas incidentales, y si a los valores del cuadro se les han aplicado o no estas tasas de mortalidad).

Captura en longitud (con tamaños de muestra) para pesquerías, capturas incidentales, descartes y encuestas. En el caso de las encuestas, incluya todas las encuestas conocidas que capturen cangrejos.

Encuestas de biomasa estimadas (con medidas de incertidumbre).

Encuesta de captura en profundidad (con tamaños de muestra), según corresponda.

Series temporales de captura por unidad de esfuerzo (si se utilizaron en la evaluación) y cómo se estandarizaron los datos con tablas/gráficos de diagnóstico.

Otros datos de series temporales (por ejemplo, abundancia de depredadores, esfuerzo pesquero, datos de marcado).

Datos que pueden agregarse a lo largo del tiempo:

Crecimiento por muda; frecuencia de muda, etc. (por sexo y quizás estado de madurez).

Peso-talla o peso-edad (por sexo).

Información sobre las fuentes de datos disponibles, pero que se excluyeron de la evaluación.

E. Enfoque analítico

Historia de los enfoques de modelado para esta acción

Resuma los comentarios de las reseñas anteriores y aborde secuencialmente cómo se han considerado esos comentarios.

Proporcione un resumen (tabla o lista con viñetas) que describa los cambios en el modelo a lo largo del tiempo desde que el modelo se aceptó por primera vez para su uso en la evaluación.

Descripción del modelo

Descripción del enfoque general de modelado (p. ej., estructurado por edad/tamaño frente a dinámica de biomasa, máxima verosimilitud frente a bayesiano). Si el modelo no se ha publicado en su forma actual, sus ecuaciones deben enumerarse en su totalidad en un apéndice. Si hay un apéndice técnico, los puntos b-f a continuación deben incluirse en el apéndice, y solo es necesario incluir en esta sección una breve descripción del modelo y su esquema de estimación. Especificar cuándo se supone que se produce la pesquería y, de ser necesario, proporcionar un cuadro en el que se enumere el tiempo previsto de la pesquería para cada año de los períodos de evaluación.

Software de referencia utilizado (por ejemplo, Synthesis, AD Model Builder).

Descripción de todos los componentes de probabilidad.

Descripción de cómo se determina el estado de la población al inicio del primer año del período de evaluación y el rango de tamaño que cubre el modelo.

Marco de estimación de parámetros:

Enumere todos los parámetros que se estiman fuera de la evaluación (por ejemplo, la tasa de mortalidad natural, los parámetros que rigen el calendario de madurez), junto con la forma en que se estimaron los valores de estos parámetros (los métodos no tienen que ser necesariamente estadísticos, por ejemplo, M podría estimarse haciendo referencia a un valor publicado anteriormente).

Enumere todos los parámetros que se estiman condicionalmente en función de los descritos anteriormente (por ejemplo, las tasas de mortalidad por pesca en la selección completa, los parámetros que rigen los programas de encuesta y selectividad de la pesca, los

reclutamientos) e indique los límites y/o las prioridades asignadas a estos parámetros y si la estimación de los parámetros está dentro del x% del límite.

Enumere las restricciones impuestas a los parámetros estimados (incluidas las penalizaciones por contratación y selectividad).

El valor predeterminado para el reclutamiento promedio debe incluir toda la serie temporal. Deben proporcionarse justificaciones para incluir menos años junto con las series de modelos de las series temporales completas y truncadas.

Definición de las salidas del modelo

Medidas de biomasa (por ejemplo, biomasa de animales de 50 mm o más). Indicar el supuesto momento de apareamiento y el de la pesquería.

Reclutamiento (por ejemplo, número de machos y hembras en la clase de tamaño de 50-55 mm).

Mortalidad por pesca (p. ej., F de selección completa multiplicada por la selectividad para longitudes de 80 mm o más). Si la mortalidad por pesca es una tasa de explotación o una tasa instantánea debe informarse en los encabezados de las tablas y en el texto. Lo ideal es informar sobre la "mortalidad por pesca" como la tasa de mortalidad por pesca instantánea totalmente seleccionada en el momento de la pesquería para mejorar la comparabilidad entre las evaluaciones de las poblaciones.

Supuestos críticos y consecuencias de los fallos de los supuestos (por ejemplo, resalte los supuestos relativos a M , q y selectividad, a los que las evaluaciones suelen ser muy sensibles).

Cambios en cualquiera de los anteriores desde la evaluación anterior.

Esquema de los métodos utilizados para validar el código para implementar el modelo y si el código está disponible.

Selección y evaluación de modelos

Describir configuraciones de modelos alternativos

Mostrar una progresión de los resultados de la evaluación anterior al modelo base preferido

Proporcionar evidencia de la búsqueda de equilibrio entre modelos realistas (pero posiblemente sobreparametrizados) y modelos más simples (pero poco realistas)

Proporcionar el estado de convergencia y los criterios de convergencia para el modelo de caso base

Proporcione una tabla (o gráfico) de los tamaños de muestra asumidos para los datos de composición, p. ej.,

el número de animales realmente medidos;

una constante fija (por ejemplo, 500);

la aplicación de enfoques de bootstrapping (por ejemplo, Folmer y Pennington, 2000);

En cuanto a I y III, con un máximo impuesto al tamaño de la muestra de entrada

Proporcionar la base para la ponderación de los datos, incluyendo si los tamaños de muestra efectivos de entrada están ajustados y el CV de la encuesta ajustado.

¿Las estimaciones de parámetros para todos los modelos tienen sentido y son creíbles?

Describa los criterios utilizados para evaluar el modelo o para elegir entre modelos alternativos, incluyendo el papel (si lo hay) de la incertidumbre.

Mostrar análisis de residuos (por ejemplo, gráficos de residuales, gráficos de series temporales de valores observados y predichas, u otros enfoques). Tenga en cuenta que se espera un análisis residual para el modelo de caso base a continuación.

Mostrar evaluación del modelo, si solo se presenta un modelo, o evaluación de modelos alternativos y selección de un modelo final, si se presenta más de un modelo.

Resultados

Todas las tablas y figuras deben estar etiquetadas en orden numérico (es decir, 1, 2, 3, etc.) e incluidas en el documento en páginas numeradas secuencialmente.

Enumere los tamaños de muestra efectivos, los factores de ponderación aplicados al ajustar los índices y los factores de ponderación aplicados a las sanciones.

Incluya una tabla que muestre las diferencias de probabilidad.

Incluya tablas de estimaciones (todas las cantidades deben ir acompañadas de intervalos de confianza u otras medidas estadísticas de incertidumbre, a menos que no sea viable; incluya estimaciones de SAFEs anteriores para comparaciones retrospectivas), incluyendo:

Todos los parámetros (incluidos los reclutamientos, los parámetros de selectividad, los parámetros de crecimiento estimados, la capacidad de captura, etc.).

Series temporales de abundancia y biomasa, incluida la biomasa reproductora

Series temporales de contratación (incluida la contratación media).

Series temporales de las capturas divididas por la biomasa reproductora

Incluya gráficos de estimaciones (todas las cantidades deben ir acompañadas de intervalos de confianza u otras medidas estadísticas de incertidumbre, a menos que no sea factible), incluyendo:

Selectividades en pesquerías y encuestas

F de selección completa estimada a lo largo del tiempo.

Ajuste de una relación de contratación de acciones, si es posible.

Mostrar la evaluación del ajuste a los datos. Los ajustes del modelo deben representarse mediante una línea continua, mientras que las estimaciones de población deben representarse mediante una línea de puntos. Se deben proporcionar intervalos de confianza estimados sobre el ajuste (los resultados de los modelos [1-3] incluidos en el documento deben trazarse juntos para ayudar con las comparaciones entre las estimaciones).

Gráficos de los ajustes a las capturas observadas y predichas por modelos (capturas retenidas y descartes), incluidas las capturas y descartes pronosticados por modelos para todos los años a fin de permitir inferir los descartes para los años para los que no se dispone de datos.

Los gráficos del modelo se ajustan a los números de la encuesta (incluyen intervalos de confianza para los datos y las predicciones del modelo).

Los gráficos del modelo se ajustan para capturar proporciones por longitud (por ejemplo, usando diagramas de burbujas y/o líneas).

Los gráficos del modelo se ajustan a las proporciones de la encuesta por longitud (por ejemplo, utilizando gráficos de burbujas y/o líneas).

Distribuciones marginales para los ajustes a los datos de composición y etiquetado.

Gráficos de tamaños de muestra efectivos implícitos frente a los de entrada y series temporales de tamaños de muestra efectivos implícitos.

Tablas de los errores cuadráticos medios (RMSE) para los índices y una comparación con los valores supuestos para los coeficientes de variación supuestos para los índices.

Gráficos cuantil-cuantiles (q-q) e histogramas de residuos (a los índices y datos de composición) para justificar la elección de las distribuciones de muestreo para los datos.

Incluir análisis retrospectivos e históricos

Análisis retrospectivo del parámetro clave de gestión

Análisis histórico (gráfico de las estimaciones reales de las evaluaciones actuales y anteriores).

Incluir análisis de incertidumbre y sensibilidad

El mejor enfoque para describir la incertidumbre depende de la situación. Los posibles enfoques (que no se excluyen mutuamente) incluyen:

Análisis de sensibilidad (tablas o figuras) que muestran los niveles finales de biomasa, los límites de sobrepesca, los OFL y/o los valores de los componentes de probabilidad obtenidos mientras varían sistemáticamente (por ejemplo, reduciendo a la mitad y duplicando) los factores de énfasis para cada tipo de datos (y penalización) en el modelo.

Perfiles de verosimilitud de parámetros o niveles de biomasa.

CVs para biomasa u OFL estimados por bootstrap, el método delta o métodos bayesianos.

Valoración subjetiva de la magnitud y fuentes de incertidumbre.

Análisis retrospectivos e históricos (véase más arriba).

Comparación de modelos y/o supuestos alternativos (es decir, la incertidumbre de la estructura del modelo, tal como se evalúa en la Sección E.3 de este documento).

Es importante que se indique alguna información cualitativa o cuantitativa sobre la probabilidad relativa si se utiliza un rango de ejecuciones de modelos (por ejemplo, basadas en CV o suposiciones alternativas sobre la estructura o el reclutamiento del modelo) para representar la incertidumbre. Es importante señalar que todos los escenarios (o todos los escenarios entre los límites representados por las carreras) son igualmente probables si no se pueden hacer afirmaciones sobre la probabilidad relativa.

Resultados de la simulación.

Examinar los patrones retrospectivos en la estimación de las desviaciones de reclutamiento utilizando diagramas de calamar. No incluya el último año en los cálculos de contratación promedio.

Realizar un "análisis de fluctuación" que implica ajustar aleatoriamente todos los valores iniciales (en ~10%), volver a ejecutar el proceso de ajuste del modelo y registrar la probabilidad resultante y los OFL o MMB terminales.

Proyecciones de acciones

Incluya una tabla de proyecciones de 5 años de abundancia de poblaciones y rendimientos de pesquerías para el modelo recomendado por el autor con la siguiente configuración:

Las proyecciones deben basarse en la mortalidad media por pesca de los últimos cinco años, con la excepción de una extrapolación lineal de la mortalidad por pesca para las poblaciones con tendencia a la disminución.

La contratación debe basarse en las contrataciones históricas del período utilizado para determinar la situación de esa población, o en el caso de las existencias con años de baja contratación reciente, un período de tiempo más corto que refleje ese nivel de contratación más bajo.

Inicie proyecciones utilizando las estimaciones de máxima verosimilitud (MLE) del modelo recomendado o las extracciones de MCMC de ese modelo.

F. Cálculo de la recomendación de capturas.

G. Lagunas de datos y prioridades de investigación

Identificar la información que podría ser factible y los análisis que deberían realizarse para mejorar la evaluación. Idealmente, las necesidades de recopilación y análisis de datos deben enumerarse en orden de prioridad.

Consideraciones sobre los ecosistemas

Se han desarrollado nuevos productos para proporcionar indicadores de las condiciones ambientales y de los ecosistemas

Efectos del ecosistema en la población

Tendencias de disponibilidad/abundancia de presas (históricamente, en el presente y en el futuro previsible). Estas tendencias de presas podrían afectar el crecimiento o la supervivencia de una población objetivo.

Tendencias de la población de depredadores (históricamente, en el presente y en el futuro previsible). Estas tendencias podrían afectar las tasas de mortalidad de las poblaciones a lo largo del tiempo.

Cambios en la calidad del hábitat (históricamente, en el presente y en el futuro previsible).

...

Efectos de la pesca en el ecosistema

Se deben analizar los siguientes factores:

Contribución específica de la pesquería a la captura incidental, mamíferos marinos, aves y otras especies sensibles no objetivo (incluidos los principales depredadores como los tiburones)

Concentración específica de la pesquería de las capturas objetivo en el espacio y el tiempo en relación con las necesidades de los depredadores en el espacio y el tiempo (si se conocen) y en relación con los componentes de desove.

Efectos específicos de la pesquería sobre la cantidad de cangrejo objetivo de gran tamaño.

Contribución específica de la pesquería a la producción de descartes y despojos.

Efectos específicos de la pesquería sobre el tamaño en la madurez y la fecundidad de las especies objetivo.

I. Bibliografía citada

7.7 Reporte Ejecutivo Taller 1 agencia nacional (INPESCA)

PROGRAMA DE REVISIÓN Y MEJORA EXPERTA (BENCHMARK) PARA LA EVALUACIÓN INDIRECTA DE MERLUZA DEL SUR Y MERLUZA DE TRES ALETAS (FIPA 2023-27).

Fecha: 3-7 de junio de 2024

Lugar: Hotel Novotel (6 Norte 745, Viña del Mar)

7.7.1 Merluza del sur y merluza tres aletas (datos)

LUNES 3 DE JUNIO

Hora: 09:00

El taller comenzó con las palabras de bienvenida de Claudio Gatica, jefe de proyecto, quien explicó los alcances del proyecto y detalló la estructura y dinámica del taller. A continuación, dio la palabra al Dr. Aquiles Sepúlveda, encargado de la conducción del taller. El Dr. Sepúlveda dio la bienvenida a todos los participantes, tanto a los presentes en el lugar del evento como a los conectados telemáticamente, y luego inició una ronda de presentaciones de cada participante. Posteriormente, se presentó la agenda del taller y se mencionaron los nombres de los presentadores.

Hora: 10:40

Merluza de tres aletas y merluza del sur: Revisión de datos y sus características

Presentador: Renato Céspedes Michea

Presentación: **Indicadores biológicos y pesqueros de merluza del sur en la pesquería demersal austral industrial.**

- Se presentó el área de estudio, destacando la distribución espacial de las unidades de pesquería de merluza del sur. Además, se describieron los tipos de embarcaciones y artes de pesca involucrados, que incluyen barcos arrastreros de fábrica, arrastreros hieleros y palangreros de fábrica.
- El desembarque de merluza del sur por flota y a nivel nacional mostró variaciones en los porcentajes de asignación de cuotas debido a cambios legislativos: 60% para la pesca

industrial y 40% para la artesanal con la LGPA, 50% para ambas con la ley corta, y finalmente 40% industrial y 60% artesanal con la ley PA. Además, se informaron las cuotas anuales de captura de merluza del sur establecidas por decreto desde el año 2000 hasta 2024.

- Se presentaron los viajes anuales cubiertos por observadores científicos por tipo de flota industrial y la cobertura en relación con los viajes oficiales durante la temporada 2010-2023 en la Pesquería Demersal Austral.

- La distribución del esfuerzo de pesca (h.a.) por rango de latitud y meses para la merluza del sur se informó entre los años 2019 y 2023 para cada flota: arrastrera hielera, arrastrera fábrica, arrastrera surimera y palangrera de fábrica.

- Se indicó el número de ejemplares muestreados, la proporción de hembras y la distribución de tallas de merluza del sur por tipo de flota y zona de pesquería sur austral para los años 2006 y 2020-2023.

Resumen conclusiones

Las conclusiones revelaron un aumento en las capturas de merluza del sur, impulsado por los traspasos de cuotas de la flota artesanal a la industrial, especialmente en la zona norte exterior. El desembarque industrial predominó, representando aproximadamente el 75% del total desde 2012. Más del 90% de las capturas industriales provinieron de la zona norte exterior, donde el recurso se concentró durante el período reproductivo (julio a septiembre). El rendimiento nominal de la flota palangrera fábrica mostró estabilidad en los últimos años, aunque siguió siendo inferior al período anterior a 2017, con una reciente disminución operacional. Las medidas administrativas, como los traspasos de cuotas, contribuyeron a la sustentabilidad de la pesquería, aunque la concentración de capturas en un área específica sugirió la necesidad de un manejo centrado en la recuperación del recurso. La estructura de talla se mantuvo estable en torno a los 80-90 cm, con un aumento en las capturas de hembras adultas maduras (edades XVII-XIX), cruciales para el desove. Además, hubo una reducción en el esfuerzo de pesca en la zona sur (47°-57° S), lo que podría beneficiar al stock del recurso. Se recomendó realizar cruceros de investigación para monitorear la abundancia en estos caladeros. Estas conclusiones indicaron una situación mixta para la pesquería de merluza del sur, con aspectos positivos como la estabilidad en algunos indicadores y la

reducción del esfuerzo en áreas sensibles, pero también desafíos en términos de manejo y sostenibilidad a largo plazo.

Hora: 11:30

Presentador: Luis Adasme

Presentación: **Monitoreo de la pesquería industrial de merluza de tres aletas**

- La presentación comenzó con un contexto histórico, destacando los inicios de la pesquería y las zonas donde se desarrollaba. Además, se señaló que el 90% de las capturas de merluza de tres aletas fueron realizadas por un único barco AF surimero, principalmente durante el segundo semestre de cada año.
- Se indicó el número de ejemplares muestreados desde 1997 hasta 2023, las cuotas y el desembarque interanual desde 1995 hasta 2023, y el desembarque intranual desde 2013 hasta 2023. También se presentaron las capturas diarias desde 2011 hasta 2022 y el CPUE en el área de concentración reproductiva.
- Además, se mostraron indicadores de talla, edad y estado reproductivo.

Resumen conclusiones

La pesquería mostró una preocupante serie de cambios desde 2012, incluyendo el retraso del pulso migratorio, el deterioro de la estructura poblacional y un desove que pasó de ser masivo a estar más limitado temporalmente. La disminución progresiva de hembras adultas dentro de la zona principal de desove desde 2011 subrayó la gravedad de la situación. La concentración de la flota pesquera durante el pico de desove entre la Península de Tres Montes e Isla Duque de York indicó un impacto significativo en la dinámica de reproducción de la especie. Estos hallazgos acentuaron la necesidad urgente de medidas de gestión más efectivas para asegurar la sostenibilidad a largo plazo de la pesquería.

Hora: 14:30

Presentador: Javier Legua

Presentación: **Evaluación del stock total y desovante de merluza del sur, contexto histórico 2000-2022**

- Se informó sobre el área de estudio, el período de ejecución del crucero y las embarcaciones utilizadas en los 22 cruceros de investigación realizados. Además, se indicaron los equipos acústicos y redes utilizados, destacando que para estandarizar las capturas se empleó un cubrecopo de 50 mm de tamaño de malla y que para los registros acústicos se utilizó una frecuencia de 38 kHz y un pulso de 1.024 ms.
- Para hacer comparables los resultados de las estimaciones entre las diferentes tecnologías utilizadas en los registros acústicos a lo largo del tiempo, se mostraron datos de intercalibraciones entre estas (ES60, EK60 y EK80).
- Se explicó el diseño de muestreo y los cambios realizados a lo largo del tiempo.
- Se entregó una síntesis de los principales resultados históricos entre el año 2000 y 2022, considerando la distribución espacial, las estructuras de talla, peso y abundancia, así como la biomasa por tallas y grupos de edad.

Resumen conclusiones

En resumen, las evaluaciones históricas del stock de merluza del sur entre 2000 y 2022 revelaron variaciones significativas en la biomasa total y desovante. Durante los últimos cinco años, la proporción de biomasa desovante respecto a la total se mantuvo en promedio alrededor del 34%, con un ligero aumento en el último año evaluado. Se observó una tendencia positiva en la biomasa desovante de 2015 a 2018, seguida de tres años de decrementos y un modesto incremento en 2022. El cociente de biomasa desovante respecto a la total promedió un 67% en los últimos cinco años, manteniéndose estable en 2022 después de un aumento gradual de 2015 a 2018 y fluctuaciones menores en años posteriores. Desde 2016-2017, se detectó un contingente importante de juveniles en el área de estudio, con una presencia destacada en 2020-2021. La intensificación del muestreo en la zona de cañones desde 2004 proporcionó datos consistentes, subrayando una alta concentración del recurso con un índice de concentración superior a 0.73 en todos los estudios realizados. Los resultados de la eco-integración de mediciones acústicas coincidieron estrechamente con los datos de las plataformas de investigación, demostrando la adecuación de los sistemas acústicos a bordo para estimar indicadores clave como la abundancia y la biomasa. Estos

hallazgos respaldaron la fiabilidad de los métodos de evaluación utilizados y la importancia de continuar monitoreando de cerca la dinámica poblacional para una gestión efectiva del recurso pesquero.

Hora: 15:00

Presentador: Javier Legua

Presentación: **Principales indicadores acústicos históricos de merluza de tres aletas entre 2001 y 2022.**

- La presentación inició proporcionando antecedentes biológicos y detalles sobre la distribución espacial de la especie, incluyendo su patrón migratorio.
- Se discutió la logística de los cruceros de investigación, mencionando las fuentes de financiamiento y las reducciones presupuestarias que afectaron el proyecto con el tiempo, enfatizando que en 2023 no se llevó a cabo el crucero debido a limitaciones financieras.
- Se detallaron las embarcaciones utilizadas para la evaluación del recurso, así como los equipos acústicos y las redes empleadas durante los lances de investigación.
- Se presentaron los resultados de las estimaciones de abundancia, biomasa y peso promedio desde 2001 hasta 2022, junto con la distribución espacial de los principales puntos de abundancia de merluza de tres aletas durante esos años.
- En relación con la estructura de tallas, se expusieron las proporciones ponderadas desde 2001 hasta 2022. También se mostraron los cambios en la predominancia de machos y hembras a lo largo del tiempo, así como la abundancia de merluza de cola por grupo de edad y talla en el mismo periodo.

Resumen conclusiones

En resumen, la merluza de tres aletas enfrenta serios desafíos en su población y estructura reproductiva. Hubo una drástica disminución en la fracción adulta migratoria, que representaba menos del 2,5% de la estructura de tallas, indicando un grave deterioro en las clases de edad más maduras. Esta situación se agravó al observar que el stock desovante estaba mayormente compuesto por individuos jóvenes, con una notable falta de reproductores adultos.

Además, los análisis de parámetros reproductivos como la talla de madurez y la fecundidad total mostraron tendencias preocupantes, con una disminución del 30% en la fecundidad en 2022 en comparación con el año anterior. Estos indicadores reflejaron un deterioro continuo en el potencial reproductivo de la especie, afectado principalmente por la predominancia de hembras jóvenes.

A pesar del aumento en la energía retrodispersada y la densidad relativa de las agregaciones desde 2015, no se observaron incrementos significativos en las estimaciones de biomasa y abundancia. Este fenómeno de hiperestabilidad, evidente desde 2012, se caracterizó por una agregación tardía y una distribución cada vez más restringida y concentrada al norte del área de estudio.

En conjunto, estos hallazgos subrayaron la urgencia de implementar medidas de manejo más efectivas para revertir la tendencia de declive y asegurar la sostenibilidad a largo plazo de la pesquería de merluza de tres aletas.

7.7.2 Merluza de tres aletas (Modelo)

MARTES 4 DE JUNIO

Hora: 09:00

Comienza el segundo día de taller con la bienvenida de Claudio Gatica y un resumen de los puntos tratados el día anterior realizado por Aquiles Sepúlveda.

Hora: 09:45

Presentador: María Cristina Pérez

Presentación: **Modelo conceptual y datos merluza de tres aletas**

Modelo conceptual:

- La presentación inició entregando antecedentes biológicos, de comportamiento y distribución espacial del recurso, incluyendo sus zonas de desove.
- En vista de la existencia de dos zonas de desove, Payá y colaboradores (2002) sugirieron la hipótesis de la presencia de dos unidades de stock para la merluza de tres aletas. Además, dado que no se conoce la migración de los peces después del desove, se han postulado dos hipótesis: H1, que propone la existencia de dos stocks que no se mezclan, y H2, que sugiere que los dos stocks pueden mezclarse.

- Se expusieron los resultados del modelo conceptual desarrollado.

Resumen conclusiones modelo conceptual

En resumen, la pesca de merluza de tres aletas en la región de la frontera entre Chile y Argentina muestra una continuidad tanto espacial como temporal. Los barcos argentinos se concentran principalmente en noviembre en esta área, coincidiendo con la migración del recurso desde Chile. No se ha observado evidencia de que parte del stock chileno se desplace directamente hacia el Mar de Escocia sin pasar por Argentina.

Los estudios científicos no han podido obtener muestras de las zonas donde se supone que ocurre la mezcla de stocks. La distribución en el Mar de Escocia parece general y poco precisa, con una concentración más específica cerca de las islas. La propuesta de circuitos cerrados por parte de la industria carece de respaldo científico hasta el momento.

Es crucial invertir en investigación adicional en las áreas identificadas como potenciales puntos de mezcla de stocks para obtener una comprensión más completa de la dinámica migratoria y la distribución de la merluza de tres aletas en la región. Esto permitirá mejorar la gestión pesquera y asegurar la conservación sostenible del recurso en el largo plazo.

Hora: 10:30

Presentador: María Cristina Pérez

Presentación: **Modelo conceptual y datos merluza de tres aletas**

Datos modelo:

- Se informaron y describieron los datos de entrada del modelo de evaluación.
- Se dieron a conocer los desembarques registrados en Chile y Argentina entre 1978 y 2023, además de la cuota para el año 2023.
- Estructura de tallas, pesos medios, edad media, proporciones de tallas en la captura comercial y del crucero acústico, estimación de abundancia y biomasa desde el 2001 al 2022, fueron presentadas. Finalizando con un resumen de los indicadores del crucero acústico.
- Se informó que, para la estandarización de la CPUE el Instituto de Fomento Pesquero ha compilado bases de datos oficiales que abarcan la Pesquería Demersal Austral (PDA) desde 1978 hasta 2022. Inicialmente, los datos de los primeros años (1978-1988) no se

utilizaron en la estandarización de la CPUE debido a que los rendimientos de pesca reflejan más un proceso de aprendizaje de captura que un aumento real en la biomasa del recurso.

- El proceso de estandarización de la CPUE se implementó a partir de 1989, aunque solo una porción de este índice se utiliza en los modelos de evaluación desde 1997 hasta 2022. La base de datos se filtró específicamente utilizando el trabajo histórico de estandarización de CPUE, centrándose en buques con alta participación histórica como UNZEN MARU, UNION SUR y UNION SUR I, y meses con las mayores capturas (junio a noviembre). Se consideró la serie histórica de 1989 a 2022 y las zonas de pesca designadas del 1 al 6.
- Además, se aplicaron otros filtros para mejorar la calidad de los datos, como valores de CPUE inferiores a 500 toneladas por hora de arrastre, capturas superiores a 2 toneladas y horas de arrastre entre 0.15 y 3.5.
- Estos criterios de filtrado y estandarización aseguran que las bases de datos utilizadas sean consistentes y confiables para el análisis y la gestión de la Pesquería Demersal Austral, proporcionando información crucial para entender y manejar de manera sostenible este recurso pesquero.
- Para el escenario 2022 se utilizó el caso 2: Modelo base, sin hiperestabilidad, el fundamento en la utilización de este caso tiene que ver con el impacto que genera el nuevo índice de CPUE, que es proporcional a la biomasa ($b=1$).

Resumen conclusiones datos

Se presentaron y describieron exhaustivamente los datos de entrada utilizados en el modelo de evaluación, la estructura de tallas, pesos medios, edad media y proporciones de tallas tanto en la captura comercial como en el crucero acústico han sido detalladamente analizadas. Las estimaciones de abundancia y biomasa desde 2001 hasta 2022 han sido proporcionadas, junto con un resumen de los indicadores obtenidos del crucero acústico.

Para la estandarización de la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE), el Instituto de Fomento Pesquero ha compilado bases de datos desde 1978 hasta 2022. Inicialmente, se excluyeron los datos de los primeros años (1978-1988). A partir de 1989, se implementó la estandarización de la CPUE, con una porción de este índice utilizada en los modelos de

evaluación desde 1997 hasta 2022. Se aplicaron filtros rigurosos, incluyendo buques clave y meses con altas capturas, así como criterios adicionales para mejorar la calidad de los datos.

Hora: 14:30

Presentador: María Cristina Pérez

Presentación: **Modelo de evaluación Merluza de tres aletas**

- Se presentó un cuadro comparativo elaborado por Payá (2022), que muestra los supuestos, modelos utilizados y conclusiones, además de mencionarse la hipótesis utilizada por IFOP.
- Se detallaron los procesos de evaluación experta realizados sobre el modelo de evaluación, junto con las recomendaciones correspondientes, emitidas por la Dra. Ana Parma (2003) y Francis (2012).
- Para el año 2020 se analizaron varios escenarios, optando por el caso 2 que corresponde al modelo base con hiperestabilidad.
- Se presentaron los ajustes de edad de la captura (1982-2022) y de los cruceros (2001-2022), además de los ajustes de la CPUE, biomasa del crucero, mortalidad por pesca y biomasa desovante desde 1978 hasta 2023.
- Se informaron los ajustes de la relación biomasa desovante/biomasa desovante inicial y la mortalidad por pesca para los seis escenarios desde 1978 hasta 2023.
- Finalmente, se entregó el resultado del análisis de CBA para el año 2023 considerando los seis escenarios evaluados.

Resumen conclusiones

La evaluación realizada en enero de 2022 confirma que el estado del stock de merluza es de agotado-colapsado, con una biomasa desovante notablemente reducida, alcanzando solo entre el 11% y el 20% de la biomasa desovante virginal según el escenario considerado. La mortalidad por pesca actual supera el nivel sostenible a largo plazo. Las proyecciones indican que se requerirían alrededor de 20 años bajo el nivel de explotación actual para recuperar el stock y alcanzar el Rendimiento Máximo Sostenible (RMS). Se recomienda reducir la explotación actual para mitigar el riesgo y acortar el tiempo necesario para la recuperación. Para 2023, se estima una captura total entre 10,441 y 13,505 toneladas, aplicando una

mortalidad que llevaría el stock al RMS en 20 años. Es crucial considerar los indicadores de seguimiento y las evaluaciones directas, dada la escasez de información para 2023 y la falta de medidas de protección durante los períodos críticos de reproducción. Además, es necesario abordar las discrepancias entre los supuestos de captura y los valores reales observados en años anteriores.

7.7.3 Merluza de tres aletas (CBA y estatus)

MIERCOLES 5 DE JUNIO

Hora: 09:30

Comienza con la bienvenida del jefe de proyecto (Claudio Gatica) y un resumen ejecutivo realizado por Aquiles Sepúlveda de los temas tratados el día anterior.

Hora: 10:00

Presentador: María Cristina Pérez

Presentación: **CBA y estatus de Merluza de tres aletas.**

- La presentación comenzó con una introducción sobre la determinación del estado del stock, los puntos biológicos de referencia y el diagrama de fases de la pesquería. Para el año 2023, se calculó una Cuota Biológicamente Aceptable (CBA) basada en datos hasta 2022, proyectando una captura de 10,047 toneladas y asignando una cuota de 5,677 toneladas. En Argentina, la captura bajo los 54°S en 2022 fue de 4,370 toneladas, sin información detallada sobre la estructura de edades o los índices de abundancia. Las proyecciones para 2023 se utilizaron para estimar los sobrevivientes hasta enero de 2024, siendo fundamentales para calcular la CBA y las proyecciones a mediano plazo. Además, se evaluó la probabilidad de que la biomasa desovante esté por debajo del 40% de su nivel virginal o del límite crítico del 20%, indicando un estado de agotamiento preocupante. Para 2024, aplicando una mortalidad por pesca que llevaría al stock al Rendimiento Máximo Sostenible (FRMS), se proyectó una captura total de 8,466 toneladas, con un rango entre 6,525 toneladas (percentil del 10%) y 7,672 toneladas (percentil del 30%).

- Se realizaron proyecciones poblacionales utilizando una estrategia de mortalidad por pesca constante a lo largo de 40 años, considerando tres niveles (FRMS, FSTQ y F=0) y utilizando ecuaciones de dinámica poblacional consistentes. La proyección con F=0 se

empleó para verificar el algoritmo de proyección y evaluar el potencial de recuperación del stock sin pesca. Se incorporaron datos de abundancia estimada, selectividad del último año registrado, pesos medios y madurez sexual del modelo base. El horizonte de simulación fue de 40 años, utilizando un reclutamiento modelado según la relación S/R de Beverton y Holt, ajustado con una condición estable ($pR=1$), y con un valor de h dependiente del escenario analizado, sin considerar errores de proceso.

Resumen conclusiones

El estado del stock a enero de 2022 es crítico, encontrándose en un estado de agotamiento o colapso, con la biomasa desovante reducida entre el 11 y 20% de la biomasa desovante virginal. La mortalidad por pesca actual es superior a la necesaria para alcanzar el Rendimiento Máximo Sostenible (RMS) a largo plazo. Las proyecciones indican que, con el nivel de explotación actual, se necesitarían unos 20 años para recuperar el stock al nivel del RMS. Dado que no existe un plan de manejo para esta pesquería, se sugiere reducir los niveles de explotación para minimizar el riesgo y acortar el tiempo de recuperación. Para 2023, la captura total, sumando la captura chilena y argentina al sur de los 54°L.S., se estima en 10,441 toneladas para el percentil del 10% y en 13,505 toneladas para el percentil del 50%. Además, es crucial considerar los indicadores de seguimiento y evaluaciones directas, así como la falta de una veda en periodos de mayor agregación reproductiva, y tener en cuenta las discrepancias entre los supuestos de captura y los valores reales observados en los últimos años.

7.7.4 Merluza del sur (Modelo)

JUEVES 6 DE JUNIO

Hora: 09:30

Presentador: Francisco Contreras

Presentación: **Modelo conceptual merluza del sur**

- Distribución general de la especie con énfasis en Sudamérica donde se especifica que la especie se distribuye principalmente al sur de los 50°S alrededor de América del Sur, encontrándose en aguas templado-frías de origen subantártico. En el océano Atlántico

Sudoccidental, solo los adultos son abundantes. En el océano Pacífico se distribuye desde la latitud 35° al extremo sur de Chile. En su área administrativa se encuentra dividida en dos zonas; una norte (41°28' al 47°) y otra sur desde el paralelo 47° al extremo sur.

- El modelo conceptual poblacional de merluza del sur asume que en aguas chilenas existe un único stock auto-sustentable distribuido en toda la zona económica exclusiva.
- Se indican los fundamentos científicos del modelo conceptual de merluza del sur.
- Estructura poblacional y estudios que confirman las unidades de stocks.
- Área y época de desove
- Respecto del reclutamiento, se comunica que en la ZEE de Chile, el modelo o hipótesis actual reconoce para esta especie una sola zona de reproducción en el área Guafo-Guamblín, donde la mayor parte del stock adulto desovaría hacia fines de invierno y principios de primavera desde julio a septiembre. En este modelo, los individuos desovantes migrarían hacia esta zona de reproducción desde sus respectivas zonas de alimentación.
- En relación con las migraciones se señaló que, hasta el momento, no existen estudios específicos sobre el comportamiento migratorio de la merluza del sur. Sin embargo, se conocen antecedentes que se derivan básicamente de la actividad de la flota que opera sobre este recurso.
- Parámetros de historia de vida con énfasis en crecimiento, mortalidad natural y madurez sexual
- Consideraciones ecosistémicas basados en estudios tróficos.

Hora: 11:30

Presentador: Francisco Contreras

Presentación: **Información para la evaluación de stock de merluza del sur**

- Diagrama general de datos disponible y usados en la evaluación de stock. Como datos de entrada provenientes de la pesquería se cuenta con Captura a la edad: 42 años de datos para el arrastre (1981-2022), 32 años para palangre (1989-1992, 1995-2022), 29 años para espinel artesanal (1987, 1988, 1995-1997, 1999- 2022). Además, 22 años de datos de biomasa desovante provenientes del crucero (2000-2005, 2007-2022). En cuanto a índices de abundancia CPUE, se cuenta con series asociadas con arrastre (1979-2022), palangre (1987-2022), artesanal (2000-2022). Índices acústicos desde 2000-2022. En cuanto a los

desembarques, se dispone de series de arrastre (1977-2022), palangre (1987-2022) y artesanal (1981-2022). Se tiene información desde estudios de corrección de capturas.

- Estructura de edades industriales desde palangre y arrastre, artesanal desde flota espinelera y datos de composición de edades desde el crucero acústico.
- Estimaciones de biomasa desde cruceros acústicos en el período 2000 a 2022.
- Descripción en detalle de los indicadores de CPUE arrastre y palangre.
- Detalle de los pesos medios desde arrastre, palangre, espinel y acústica utilizados en la evaluación de stock.
- Madurez sexual diferenciada por años y parámetros de historia de vida.

Hora: 15:00

Presentador: Francisco Contreras

Presentación: **Modelo de evaluación de stock merluza del sur**

- Caracterización del modelo conceptual que soporta la evaluación de stock de merluza del sur. Descripción de principales supuestos del modelo de evaluación.
- Se detalla la condición inicial de la modelación, asumiendo reclutamiento virginal R_0 al año 1977 y su correspondiente nivel de biomasa virginal B_0
- El escenario altamente probable para describir el reclutamiento asume una relación stock-reclutamiento tipo Beverton-Holt
- Se describe el proceso de estimación de abundancia poblacional mediante un proceso de sobrevivencia en donde interactúa la mortalidad natural y por pesca.
- La curva de selectividad implementada en el modelo para las flotas de arrastre, espinel y palangre y cruceros corresponde a una función doble-normal definida para todo el rango de edades en el modelo.
- Se realiza una descripción en detalle del modelo de procesos y estimación, así como también, ponderadores a los datos de entrada y parámetros críticos en la evaluación de merluza del sur.
- La bondad de ajuste y consistencia del modelo de evaluación de stock se comprueba mediante análisis retrospectivos, presentación gráfica de los ajustes, perfil de verosimilitud y uso de un modelo ASPM se evaluó si el efecto neto entre la producción excedentaria y las capturas observadas por sí solas podrían explicar las tendencias en el índice de abundancia

frente a un modelo más complejo que usa desviaciones anuales en el reclutamiento para mejorar el ajuste a las tendencias en los datos.

- Se describen los principales hitos desde el año 2016 que han modificado el actual modelo de evaluación de stock.

Hora: 16:30

Presentador: Francisco Contreras

Presentación: **Objetivos de manejo y Puntos Biológicos de Referencia (PBR)**

- Ámbito de la Ley de Pesca y el contexto de los PBR y la sustentabilidad y manejo de las pesquerías nacionales
- Los PBR en Chile. Explicación de panel de expertos que revisó y determinó los PBR para pesquerías chilenas.
- La clasificación del estándar una pesquería. Es decir, sistema de niveles para la determinación de los PBR de acuerdo con la cantidad, tipo y la calidad de la información disponible y métodos de evaluación de stock empleados en cada pesquería.
- La definición del estado de explotación de merluza del sur es condicionada a proxies de PBR basados en el Rendimiento Máximo Sostenido (RMS) considerando la incertidumbre del modelo de evaluación de stock y resiliencia del stock.
- Para merluza del sur, la biomasa objetivo es equivalente a un 40% de la biomasa virginal y la mortalidad por pesca objetivo es equivalente a una explotación de 45% de la Biomasa Desovante por Recluta (BDPR). La biomasa límite, que define el agotamiento, se ubica en 20% de la biomasa virginal.
- Se describe el marco de referencia biológico y de explotación de merluza del sur mediante el diagrama de fases de explotación.
- Caracterización del plan de manejo de la pesquería de merluza del sur. Se describió las metas asociadas a los ámbitos biológicos, económico y social.
- Se establece que el propósito del plan de manejo es contribuir a la “conservación y uso sustentable del recurso merluza del sur, dándole el mayor valor social y económico en el tiempo”.
- Se indican aspectos relacionados con la estrategia de explotación, el nivel de riesgo y plazo de recuperación del stock.

7.7.5 Merluza del sur (CBA y estatus)

VIERNES 7 DE JUNIO

Hora: 09:30

Presentador: Francisco Contreras

Presentación: **Estatus de merluza del sur**

- Se contextualiza respecto de los cambios en el modelo, y como estos producen que la biomasa sea sensible a la incorporación de nuevos datos. Se revisa además el efecto del ajuste de la estructura de los cruceros.
- Se detalla en relación con los avances en la programación de la evaluación de stock en merluza del sur.
- Se indica que durante el año 2023 se trabajó en revisar modelo actual y elaborar un modelo alternativo por medio de asesoría externa.
- Se señala que existen avances en modelación en modelo Stock Synthesis (SS3)
- La revisión actual del modelo incluye un modelo alternativo al año 2023 con cambio en el parámetro de escarpamiento desde $h=0,5$ a $h=0,75$. Se observan cambios en el coeficiente de capturabilidad (q) del arrastre y del palangre. Se incluyen cambios en q para el espinel y acústica y finalmente cambios en la definición de las fases de estimación en el proceso de optimización del modelo de evaluación.
- Se incorpora un modelo de producción edad estructurado ASPM para evaluar si el efecto neto entre la producción excedentaria y las capturas observadas por sí solas podrían explicar las tendencias en el índice de abundancia frente a un modelo más complejo que usa desviaciones anuales en el reclutamiento para mejorar el ajuste a las tendencias en los datos.
- Se muestran resultados de un análisis de sensibilidad sobre el parámetro h , dada la importancia del parámetro que contiene alta incertidumbre en su estimación y que relaciona productividad y rendimiento del stock.
- Se observan los resultados de la aplicación de modelo alternativo en ADMB, se verifica el diagnóstico del modelo y estatus del stock. Para el año 2022 la merluza del sur se ubica en un 27 % de la condición inicial. El estado actual de esta pesquería es de sobreexplotación y sobrepesca.

- Finalmente, se establece que el modelo alternativo reproduce resultados del modelo base. Además, el modelo alternativo presenta una apropiada bondad de ajuste (mejores ajustes de las piezas de información) y presenta resultados consistentes con el estado de conocimiento de merluza del sur.

Hora: 11:30

Presentador: Francisco Contreras

Presentación: **Modelo de proyección**

- En el protocolo de estimación de CBA, ha sido recurrente en la evaluación de la pesquería la existencia de un retardo en la disponibilidad de información biológica y pesquera de un año.
- El análisis prospectivo proyecta el valor esperado de la biomasa desovante relativa a B_0 y capturas de merluza del sur para 4 escenarios de mortalidad por pesca objetivo.
- Respecto del análisis de riesgo asociado a la recomendación de CBA, se indica que se realiza un análisis de riesgo frente a la toma de decisiones respecto a la CBA. Siguiendo a FAO (1995), se define el riesgo como “la probabilidad de que suceda algo indeseable”. En este caso, el suceso indeseable es rebasar los puntos de referencia objetivo especificados en este documento, es decir, el F_{RMS} .
- Los análisis de proyección incluyen como indicadores de desempeño a la biomasa desovante, bajo distintas políticas de explotación basadas en F_{RMS} y fracciones de esta.

7.8 Reporte Ejecutivo Taller 2 agencia nacional (INPESCA)

PROGRAMA DE REVISIÓN Y MEJORA EXPERTA (BENCHMARK) PARA LA EVALUACIÓN INDIRECTA DE MERLUZA DEL SUR Y MERLUZA DE TRES ALETAS (FIPA 2023-27)

7.8.1 Merluza de tres aletas

LUNES 6 DE ENERO

Hora: 09:00

El taller comenzó con las palabras de bienvenida de Claudio Gatica, Jefe de proyecto, quien explicó los alcances del proyecto y detalló la estructura y dinámica del taller. A continuación, dio la palabra al Dr. Aquiles Sepúlveda, encargado de la conducción del taller. El Dr. Sepúlveda dio la bienvenida a todos los participantes, tanto a los presentes en el lugar del evento como a los conectados telemáticamente, explico los aspectos logísticos y contenido del taller y luego inició una ronda de presentaciones de cada participante.

Hora: 09:30am

Presentador: Jesús Jurado-Molina y Roberto Licandeo.

Presentación: **El modelo Stock Synthesis para valoración del stock pesquero.**

- Se hizo una descripción general del modelo, haciendo hincapié en las ventajas, desventajas y aplicaciones del modelo.
- El Stock Synthesis Model (SS3), es un marco estadístico ampliamente utilizado para la valoración de stocks pesqueros. Fue desarrollado en AD Model Builder por Rick Methot y permite evaluar la dinámica poblacional de peces, crustáceos y moluscos, integrando múltiples fuentes de datos y considerando factores ambientales. Su enfoque es flexible y ha sido adoptado en diversos contextos de gestión pesquera.
- Entre sus principales características, SS3 permite la integración de datos provenientes de capturas, encuestas, estudios de marcado y datos biológicos. Además, facilita el modelado del crecimiento, la mortalidad y el reclutamiento de las poblaciones, incorporando análisis de incertidumbre y sensibilidad en diversas escalas temporales.

- El modelo presenta ventajas significativas, como su capacidad para proporcionar un enfoque integral en la evaluación de stocks pesqueros, admitir distintos tipos de datos y facilitar el asesoramiento basado en análisis de incertidumbre. También es adaptable a sistemas pesqueros complejos y multi-específicos, lo que amplía su aplicabilidad.
- Si bien SS3 es una buena herramienta para evaluar stocks de peces, también tiene ciertas desventajas. Su implementación requiere altos recursos computacionales y experiencia técnica, lo que puede dificultar su uso. Además, necesita grandes volúmenes de datos, lo que representa un reto en pesquerías con información limitada. La complejidad del modelo también puede hacer que sus resultados sean difíciles de interpretar y algunos supuestos utilizados pueden influir en los resultados si no se validan adecuadamente.
- Las aplicaciones del modelo son diversas y han sido adoptadas por organizaciones como NOAA, IATTC y ICES. Se ha utilizado en la evaluación de stocks comerciales clave, como la sardina del Pacífico, el bacalao del Mar del Norte, el atún aleta azul del sur y el atún patudo, y es una herramienta fundamental en el desarrollo de reglas de control de explotación y estrategias de manejo.
- Las fuentes de datos utilizadas en SS3, incluyen datos dependientes de la pesquería, como capturas comerciales y recreacionales, y datos independientes, como muestreos acústicos y estudios de marcado. También incorpora datos biológicos sobre talla, edad, madurez y otros atributos, así como datos medioambientales sobre hábitats y condiciones oceanográficas.
- La estructura del modelo se basa en varios componentes clave. La dinámica poblacional modela la mortalidad, el crecimiento y el reclutamiento. La selectividad evalúa cómo diferentes artes de pesca afectan a distintas clases de edad o talla. Las funciones de verosimilitud permiten cuantificar el ajuste entre datos observados y predichos, mientras que la estimación de parámetros se realiza mediante máxima verosimilitud o enfoques bayesianos.
- El funcionamiento de SS3 se basa en archivos de entrada y salida en formato de texto. Para ejecutar el modelo, se requieren cuatro archivos clave: `starter.ss`, que define los nombres de los archivos principales; `data.ss/dat`, que contiene los datos del modelo; `control.ss/ctl`, que configura los parámetros del modelo; y `forecast.ss`, que especifica los puntos de referencia y las proyecciones futuras.

Conclusiones

En conclusión, Stock Synthesis es una herramienta esencial para la evaluación de stocks pesqueros. Su capacidad para integrar múltiples fuentes de datos y modelar dinámicas poblacionales lo convierte en un recurso valioso para la gestión pesquera. Aunque su complejidad y necesidad de grandes volúmenes de datos pueden representar desafíos, su flexibilidad y enfoque integral lo hacen indispensable para la evaluación de pesquerías complejas y la toma de decisiones en conservación y explotación sostenible.

Hora: 10:00 am

Presentador: Roberto Licandeo y Jesús Jurado-Molina.

Presentación: **Consideraciones modelo previo.**

- La presentación aborda las consideraciones previas para la modelación del stock de merluza de tres aletas, enfatizando la importancia de revisar y ajustar los supuestos incorporados en el modelo previo. Se expone de forma detallada la necesidad de homogeneizar los datos y supuestos al integrar la captura Argentina en el modelo, partiendo de la premisa de que tanto la estructura de tallas y la composición de edades como el crecimiento y el estado de madurez son equivalentes entre las áreas de influencia.
- Se asume, en primer lugar, que la captura reportada para 2023 se mantiene inalterada respecto a la de 2022, proponiéndose además la aplicación de un multiplicador (P) y la utilización del parámetro FMSY para calcular la captura futura. Sin embargo, se identifican inconsistencias en la definición de los proxies de FMSY y BMSY, sugiriéndose que, si se emplea F45% como proxy de FMSY (donde esta tasa de mortalidad conduce la biomasa desovante a un 45% de la biomasa virgen), se debe adoptar B45% como el correspondiente proxy de BMSY.
- Se enfatiza la necesidad de actualizar la nomenclatura utilizada en la comunicación de los resultados, recomendando el uso de términos como “diagrama de Kobe” o “diagrama de fase” en lugar de “marco de referencia biológico”. Asimismo, se aconseja limitar los valores del cociente BT/BMSY al rango de cero a dos, con el fin de facilitar la interpretación del estado del stock, y se plantea la pertinencia de realizar proyecciones en el corto y mediano plazo para evitar que supuestos de reclutamiento a largo plazo generen una imagen optimista y potencialmente errónea del estado del recurso.

- Adicionalmente, se discuten cuestiones relacionadas con la asignación del ABC (Allowable Biological Catch) entre Chile y Argentina, resaltando la importancia de establecer criterios claros y consistentes para dicha distribución. Se advierte que, bajo los supuestos actuales, la recuperación del stock podría extenderse a más de dos décadas, lo que resulta incompatible con la proximidad del stock al punto de referencia crítico y con las implicaciones que esto tiene en el manejo sostenible.
- Se insiste en la urgencia de definir reglas de control más precisas y operativas, especialmente en contextos donde los niveles de explotación superan los límites biológicos. Se propone la implementación de reglas en formato “si-entonces”, de manera que, al alcanzarse una probabilidad igual o superior al 50% de que la biomasa sea inferior al punto de referencia objetivo (BMSY) o al límite (por ejemplo, 20%B₀), se inicie inmediatamente un programa de reducción de la mortalidad por pesca o, en casos extremos, se suspendan las operaciones pesqueras.

Conclusiones

En conclusión, la exposición destaca que los supuestos del modelo previo para la merluza de tres aletas son críticos y requieren una revisión minuciosa para garantizar la fiabilidad de los resultados. Se recomienda, en el corto plazo, basar el manejo exclusivamente en datos chilenos, mientras que la incorporación de datos argentinos debería considerarse en un enfoque multizona para el mediano y largo plazo, en consonancia con prácticas de manejo conjunto que han demostrado éxito en otras pesquerías.

Hora: 11:45 am

Presentador: Alejandro Zuleta

Presentación: **La unidad de stock de *Micromesistius australis* en la ZEE de Chile**

- Previa consulta a los asistentes, se autorizó la presentación de CEPES, la cual abordó teorías sobre la estructura poblacional y la dinámica de la merluza de tres aletas en la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de Chile, enfatizando la importancia de definir correctamente la unidad de stock para una gestión pesquera efectiva. Se identifican dos subpoblaciones principales en el Cono Sur: la del Atlántico Sudoeste (SWA) y la del Pacífico Sureste (SEP),

que presentan cierto grado de independencia demográfica, pero con una conectividad limitada a través del reclutamiento y la migración.

- Los estudios revisados en el documento sugieren que la estructura metapoblacional de la merluza de tres aletas en la región está determinada por procesos de auto reclutamiento y fidelidad al lugar de origen. Las diferencias fenotípicas, genéticas y ecológicas entre SWA y SEP refuerzan la hipótesis de que son subpoblaciones separadas, aunque comparten áreas de alimentación y ciertas rutas migratorias.

- Dentro del SEP se distinguen dos contingentes: uno migratorio y otro residente. El contingente migratorio se desplaza entre Chile y Argentina, siendo el objetivo principal de la pesquería, mientras que el residente permanece en aguas chilenas a lo largo del año. Esta diferenciación es clave para entender la sostenibilidad del stock, dado que el contingente migratorio sostiene la reproducción de la población.

- El documento también analiza las rutas migratorias de ambas subpoblaciones y sus patrones de explotación pesquera. Se plantea que el límite geográfico de SEP en el Atlántico no debe establecerse en el paralelo 55°LS, sino siguiendo la Cordillera de Scotia Norte, lo que tiene implicaciones directas para la evaluación de stock y el manejo conjunto entre Chile y Argentina.

- Los datos de CPUE (captura por unidad de esfuerzo), muestran tendencias divergentes entre SWA y SEP. Mientras que la CPUE de SWA, ha aumentado en los últimos años debido a reclutamientos favorables y medidas de manejo, la CPUE de SEP sigue siendo baja, lo que sugiere una menor capacidad de recuperación de este stock, a pesar de la reducción del esfuerzo pesquero.

Conclusiones

La merluza de tres aletas en el Cono Sur se compone de dos subpoblaciones interconectadas, pero con independencia demográfica. La delimitación del stock SEP debe ajustarse siguiendo la Cordillera de Scotia Norte, ya que su contingente migratorio, principal objetivo de la pesquería, es altamente vulnerable a la explotación en Chile y Argentina. La evidencia sugiere que las capturas argentinas pueden comprometer la sostenibilidad del recurso en Chile, lo que requiere una revisión de los límites y estrategias de manejo para garantizar su conservación a largo plazo.

Hora: 15:00 pm

Presentador: Jesús Jurado-Molina y Roberto Licandeo.

Presentación: **Manejo de los stocks pesqueros con distribución amplia: stock separados o conjuntos un estudio de caso sobre el sablefish y el pacific halibut en la costa del pacífico y sus implicaciones en el manejo de la merluza de tres aletas.**

- La presentación aborda estrategias de manejo para stocks pesqueros con amplia distribución, utilizando como casos de estudio el sablefish (*Anoplopoma fimbria*) y el Pacific halibut (*Hippoglossus stenolepis*), y sus implicaciones en la gestión de la merluza de tres aletas. Se comparan dos enfoques: el manejo de stocks separados, utilizado para el sablefish, y el manejo de stocks conjuntos, aplicado al Pacific halibut, explorando sus ventajas, desventajas y criterios de aplicación.
- El sablefish, pese a su amplia distribución en el Pacífico Norte, es manejado como múltiples stocks separados, cada uno modelado de manera independiente. En contraste, el Pacific halibut es tratado como una única población, regulada de forma conjunta por la International Pacific Halibut Commission (IPHC), basada en evaluaciones de stock integradas y una gobernanza binacional entre EE.UU. y Canadá.
- Para la merluza de tres aletas, se propone un modelo conceptual que asume que el stock explotado en aguas chilenas y el componente migratorio que se dirige anualmente a zonas de reproducción, conforman una única unidad de stock. Sin embargo, la inclusión de datos de Argentina en la evaluación del stock plantea desafíos metodológicos, legales y administrativos, dado que existen diferencias en la recopilación de datos, marcos regulatorios y estrategias de manejo.
- La presentación discute las implicaciones de incluir datos de múltiples países en las evaluaciones de stock, destacando que, si bien puede mejorar la precisión de las estimaciones de biomasa y tasas de mortalidad, también introduce riesgos asociados a la compatibilidad de datos, conflictos jurisdiccionales y diferencias en prioridades de manejo.
- Se establece que la incorporación de datos de Argentina en la evaluación de la merluza de tres aletas aún no es viable, debiendo considerarse un "trabajo en desarrollo".

Para su futura implementación, se recomienda establecer un programa de armonización de datos y evaluar la posibilidad de adoptar un enfoque similar al del Pacific halibut, basado en un manejo conjunto estructurado bajo acuerdos internacionales.

Conclusiones

El manejo de stocks pesqueros con amplia distribución puede realizarse de forma separada o conjunta, dependiendo de su conectividad biológica y las presiones pesqueras. Mientras que el sablefish es gestionado como múltiples stocks independientes, el Pacific halibut se maneja de forma conjunta mediante acuerdos binacionales. Para la merluza de tres aletas, se recomienda basar la evaluación del stock únicamente en datos de Chile, ya que la inclusión de datos de Argentina aún presenta desafíos metodológicos y regulatorios. Sin embargo, incorporar datos de múltiples países, podría mejorar la precisión de las evaluaciones en el futuro, siempre que se establezca un programa de validación de datos y un marco de gobernanza efectiva, siguiendo el modelo de manejo conjunto del Pacific halibut.

Hora: 16:15 pm

Presentador: Roberto Licandeo y Jesús Jurado-Molina.

Presentación: Estandarización de CPUE merluza de tres aletas

- La presentación aborda la estandarización de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) para la merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*), mediante la aplicación de modelos estadísticos para mejorar la estimación del índice de abundancia relativo. Se examinan múltiples modelos utilizando diferentes estructuras de predictores e interacciones, comparando su desempeño a través del criterio de información de Akaike (AIC) y análisis de varianza (ANOVA).
- Inicialmente, se probaron modelos basados en distribuciones Gamma y Gaussianas, considerando variables como año, buque, zona, mes, latitud y longitud, así como, sus interacciones. Mediante un proceso de selección basado en la función step, se identificaron los predictores significativos y se descartaron aquellos sin influencia estadísticamente relevante en la CPUE. Posteriormente, se construyó un modelo mínimo adecuado, que presentó un AIC de 16,853.54, el más bajo entre los modelos evaluados, lo que indica un mejor ajuste.

- También se exploraron modelos con errores Poisson y cuasi-Poisson, ajustando la sobredispersión. El modelo final basado en cuasi-Poisson explicó el 50.2% de la variabilidad de los datos, lo que representa una mejora en la precisión de la estandarización de la CPUE en comparación con modelos previos.

Conclusiones

La estandarización de la CPUE para la merluza de tres aletas mediante modelos estadísticos avanzados permite obtener un índice de abundancia relativo más preciso, fundamental para la evaluación del stock. El modelo basado en distribución Gaussiana con selección de predictores mostró el mejor desempeño ($AIC = 16,853.54$), mientras que el modelo con errores cuasi-Poisson capturó el 50.2% de la variabilidad, ajustando mejor la sobre dispersión en los datos. Las variables clave identificadas incluyen año, latitud, longitud, mes, buque y zona, junto con interacciones significativas. La correcta selección del modelo es esencial para generar estimaciones robustas de abundancia, proporcionando información confiable para la gestión sostenible de la pesquería.

Hora: 18:30 pm

Cierre de la primera jornada.

MARTES 7 DE ENERO

Hora: 09:00

Comienza el segundo día de taller con la bienvenida de Claudio Gatica y un resumen de los puntos tratados el día anterior realizado por Aquiles Sepúlveda.

Hora: 09:45 am

Presentador: Roberto Licandeo y Jesús Jurado-Molina.

Presentación: **Reporte sobre el análisis de merluza de tres aletas.**

- El Dr. Roberto Licandeo y el Dr. Jesús Jurado-Molina, presentan a la audiencia los resultados del modelo de evaluación propuesto para la merluza de tres aletas. Explican en detalle el funcionamiento del modelo, sus consideraciones y los resultados obtenidos.

- Se proporciona una base explicativa sobre las capacidades del modelo Stock Synthesis, incluyendo recomendaciones para el uso de parámetros clave en la evaluación y la posible correlación entre ellos.
- Se recomienda incluir todos los datos de los cruceros de prospección, asignando un menor peso a los años en los que la variabilidad es muy alta.
- El evaluador señala que la variabilidad en las estimaciones de la merluza de tres aletas es común en comparación con otras especies de merluza.
- Se indica que es posible incorporar una segmentación por flotas o grupos en el modelo.
- Se plantea la posibilidad de agregar los datos de los primeros años, cuando la información era escasa o poco confiable, mediante el uso de una selectividad tipo domo. El evaluador responde que esta opción es viable, aunque no es de su preferencia. No obstante, su aplicabilidad depende de la pesquería específica. Advierte que el uso de selectividad tipo domo puede excluir parte de la población y dificultar la estimación de ciertos parámetros.
- Se propone utilizar únicamente la biomasa de hembras desovantes como dato de entrada en el modelo, especialmente en los últimos años, donde más del 90% de la población corresponde a machos.
- En cuanto al diagnóstico del modelo:
 - Se debe revisar los residuales, generados automáticamente por Stock Synthesis.
 - La opción de jittering permite evaluar la sensibilidad del modelo a diferentes datos de entrada.
 - En el análisis retrospectivo, los cambios en la mortalidad generan variaciones significativas.
 - Se recomienda estimar el valor del Rendimiento Máximo Sostenible (MSY), para cada modelo.
 - Es fundamental presentar los resultados de los diagnósticos en el informe y contrastarlos con información de la literatura para validar su coherencia y solidez.

Hora: 11:25 am

Presentador: Roberto Licandeo y Jesús Jurado-Molina.

Presentación: **Comparación de modelo anterior y modelo propuesto SS3.**

- La presentación abordó el modelo de evaluación propuesto para la merluza de tres aletas, centrándose en sus fundamentos, diferencias con modelos previos y principales resultados. Se destacó que el modelo actual se basa exclusivamente en desembarques de Chile (2015-2021), y en datos derivados de cruceros de investigación, con ponderaciones ajustadas según la variabilidad de la información.
- Se incorporaron mejoras metodológicas, como la inclusión de parámetros de hiperestabilidad, selectividad logística con bloques temporales y una prior informativa para la estimación de parámetros clave como la capturabilidad (Q) y la steepness (h). Además, se revisaron inconsistencias en la serie de datos acústicos y en la definición de proxies para la mortalidad por pesca sostenible (FMSY).
- En términos de proyecciones, se evaluaron diferentes escenarios de explotación considerando multiplicadores de FMSY. Se concluyó que el modelo previo no definía claramente valores críticos como la depleción mínima para planes de recuperación, lo que sugiere que se debieron implementar medidas de control mucho antes.

Conclusiones

El análisis del modelo de evaluación para la merluza de tres aletas, resalta la necesidad de mejorar la gestión de la pesquería mediante el uso de datos más completos y ponderaciones ajustadas a la variabilidad. Se identificaron incertidumbres en la estimación del stock debido a patrones de información limitados y a la falta de definiciones claras en indicadores clave como FMSY y la depleción mínima para planes de recuperación. Las proyecciones sugieren que el stock podría estar en un proceso de deterioro, con evidencias de mortalidad depensatoria y cambios en la composición por edades. Por ello, se recomienda establecer umbrales de depleción bien definidos, aplicar reglas de control efectivas y mejorar el monitoreo de la biomasa desovante para asegurar la sostenibilidad del recurso.

Hora: 15:00 pm

Presentador: Roberto Licandeo y Jesús Jurado Molina.

Presentación: **Estado del recurso en base al modelo seleccionado. Status y propuesta de manejo.**

- Se propone mejorar y simplificar el Kobe plot para una mejor interpretación de los resultados.
- Desde 2010, se observa una disminución constante en la mortalidad por pesca.
- Un factor crítico es la baja participación de ejemplares adultos en la pesquería, lo que puede afectar la recuperación del stock.
- La merluza de tres aletas se encuentra en estado de “sobreexplotación” (overfished).
- Las proyecciones indican una lenta recuperación, extendiéndose hasta 2028 sin evidencias claras de una mejora significativa.
- Se enfatiza la necesidad de establecer una regla de control antes de realizar ajustes en relación con el Fmsy.
- La regla de control actual para la merluza de tres aletas funciona adecuadamente cuando el recurso está en buenas condiciones, pero presenta deficiencias cuando el stock está en estado crítico.
- Se sugiere utilizar la relación captura/biomasa (U), como una regla empírica de manejo.
- Se recomienda implementar medidas de gestión simples y efectivas para mejorar el manejo de la pesquería.
- Se enfatiza la urgencia de iniciar un programa de reconstrucción de la pesquería debido a su estado de deterioro.
- Se propone reducir el esfuerzo en el área reproductiva mediante el cierre de zonas de pesca.
- También se sugiere restringir la pesca en función de períodos de tiempo en lugar de áreas geográficas, dado que la flota podría capturar el stock antes de su ingreso a la zona de migración.
- Se debate sobre la limitada interacción entre los Comités Científico Técnicos (CCT) y los Consejos de Manejo (CM); se señala que la Subsecretaría debería asumir un rol más proactivo y creativo.
- En la zona de desove de la merluza de tres aletas convergen tres placas tectónicas de Nazca, generando condiciones de surgencia únicas que favorecen la reproducción de la especie.

- Es fundamental fomentar la investigación sobre procesos biológicos y oceanográficos que podrían estar limitando la recuperación del recurso.
- Se destaca que las medidas de manejo deben ser flexibles y adaptativas para responder a la dinámica de la pesquería.
- Un plan de recuperación debe estar acompañado de un programa de investigación, conforme a lo establecido en la Ley de Pesca.
- Es crucial analizar la relación entre las variaciones en el reclutamiento y la mortalidad por pesca.
- Se recomienda no utilizar la Captura Biológicamente Aceptable (CBA), hasta que la pesquería haya alcanzado un estado saludable.

Conclusiones

Las conclusiones del análisis resaltan la necesidad de establecer medidas urgentes y efectivas para la recuperación de la merluza de tres aletas, dado su estado de sobre-explotación y la baja participación de ejemplares adultos en la pesquería. Se observa una reducción en la mortalidad por pesca desde 2010, pero las proyecciones indican una recuperación lenta y sin garantías de mejora significativa hasta 2028. Se recomienda definir una regla de control adecuada antes de realizar ajustes sobre el F_{MSY} , ya que la actual solo funciona en condiciones favorables del recurso. Se sugiere aplicar estrategias de manejo flexibles y adaptativas, como la reducción del esfuerzo en áreas reproductivas y el cierre de zonas de pesca por períodos de tiempo en lugar de áreas fijas, considerando la dinámica migratoria del stock. Además, es fundamental fortalecer la investigación sobre procesos biológicos y oceanográficos que puedan estar limitando la recuperación. Finalmente, se enfatiza que un plan de recuperación debe ir acompañado de un programa de investigación, conforme a la Ley de Pesca, y que no se debe utilizar la Captura Biológicamente Aceptable (CBA) hasta que la pesquería haya alcanzado un estado saludable.

Hora: 16:30 pm

Presentador: Roberto Licandeo y Jesús Jurado-Molina.

Presentación: **Conclusiones y recomendaciones de los expertos para merluza de tres aletas.**

- Se presentan las conclusiones y recomendaciones sobre la implementación del modelo Stock Synthesis (SS3) en la evaluación del stock de la merluza de tres aletas en Chile. Se plantea que la adopción de SS3 permitiría mayor uniformidad, transparencia y ahorro de tiempo en la evaluación de stock.

Principales Recomendaciones:

- Uso del modelo SS3: Se recomienda su implementación a corto y mediano plazo en la mayoría de las especies en Chile.
- Capturas chilenas versus argentinas: No se debe incluir la captura de Argentina en la valoración del stock chileno. En caso de analizar su impacto, se sugiere una plataforma diferenciada.
- Estandarización de reportes: Se recomienda adoptar terminología estándar como "diagrama de Kobe", "sobrepesca" (overfished), y "existe sobrepesca" (overfishing).
- Definición de puntos de referencia: Es clave establecer reglas claras de control y acciones basadas en el estado del recurso.
- Plan de recuperación del recurso: Se sugiere un enfoque progresivo con participación de todos los sectores involucrados.
- TAC (Total Allowable Catch): Se propone definirlo basado en disminuciones del ABC (Acceptable Biological Catch), considerando descartes y correcciones.
- Mayor transparencia: Crear un repositorio de modelos y reportes, aprovechando experiencias de pesquerías internacionales.
- Se resalta la necesidad de cooperación internacional, en particular con Argentina, para garantizar calidad y uniformidad en los datos.

Hora: 18:30 pm

Cierre de la segunda jornada.

7.8.2 Merluza del sur

MIERCOLES 8 DE ENERO

Presentador: Dr. Roberto Licandeo

Presentación: **Propuesta, estructura y datos del modelo SS3 y presentación de los principales resultados del modelo**

- En relación con aspectos de coordinación, el Jefe de proyecto Claudio Gatica indica que se acordó cambiar la agenda al comienzo del día para dar paso a la demostración del SS3 en merluza del sur.
- Se prescinde de comunicar aspectos teóricos de SS3.
- Se da inicio con palabras de coordinación y aspectos generales para la merluza del sur.
- El revisor experto Dr. Licandeo demuestra aspectos generales acerca del funcionamiento de SS3, indicando que no existe codificación y este se compone de 5 plantillas, las cuales deben ser completadas de acuerdo con el recurso que se requiere evaluar.
- La discusión se concentra en configurar en el *template* el error a la lectura de edad.
- Se indica que el archivo de mayor complejidad es el *template* de control, donde se configuran tanto las características biológicas como pesqueras del stock. El resto de los *template* “starter”, “watage” y “projections” son mencionados respecto de su acondicionamiento para merluza del sur.
- Posterior al proceso de condicionamiento, el revisor experto realiza una demostración de corrida del SS3 en la plataforma R.
- Se realiza una presentación de consideraciones al actual modelo de evaluación de stock de merluza del sur, señalando que esta especie se encuentra en 27% respecto del objetivo (zona sobreexplotación y sobrepesca) al año 2022.
- Se menciona los PBR utilizados para el manejo, estos son $F_{45\%}$ y $BD_{40\%}$, indicando que la explotación pesquera en $F_{45\%}$ no genera una biomasa en el nivel de $B_{40\%}$, esto sería incongruente y requiere ser revisado.
- Por otro lado, se discute respecto de la estimación de CBA. Se recomienda que la captura no debería establecerse por medio de un rango de valores. En su lugar, debería ser comunicada como un valor específico. El rango puede generar confusión en los usuarios.

- En términos generales el actual modelo de evaluación de stock contempla casi en su totalidad lo requerido para mejorar la actual asesoría. No obstante, se indica que es necesario ordenar y sistematizar dicho trabajo.
- Respecto del diagnóstico del stock de merluza del sur, se menciona que se encuentra bajo un estado de sobrepesca, pero no en un estado de deterioro.
- La regla de control de captura se puede establecer en un marco probabilístico en su configuración.
- Se discute acerca de los indicadores de desempeño y como estos se relacionan con la definición de la regla de control de captura. Se señala la necesidad de discutir con diversos actores la definición de la regla de control y los PBR objetivo y límite.
- Surge una argumentación desde los usuarios respecto de la fuerte componente política en el manejo. Se indica que el manejo y la cuota de pesca debe ser basada en aspectos biológicos.
- Existe preocupación por el antecedente de altos niveles de captura ilegal que podría llevar a que la captura observada se amplifique hasta 6 veces. Se señala que, la EEM es la herramienta apropiada para probar el efecto de capturas extras sobre la población y la pesquería y en este caso este aspecto no puede abordarse en la presente revisión experta. No obstante, se sugiere que se compruebe la existencia de la pesca ilegal y no declarada.
- Existe una corrección de captura de 70% aproximadamente, en las capturas de la flota industrial. Desde los proyectos de observadores a bordo se indica que este valor está sobrevalorado.
- Frente a esta situación desde IFOP se indica que se han incorporado series de captura alternativas y por lo tanto dicha incertidumbre ha sido abordada.
- Un aspecto llamativo es la estructura de edades del crucero, aquí no se observa una progresión sino más bien cada composición tiene forma similar a través de los años. Al observar la estructura a la talla en los cruceros dicha progresión es posible observarla. Causas de estas diferencias pueden deberse al proceso de expansión de las estructuras.
- Respecto a la implementación de la modelación en SS3, se muestra la configuración de los escenarios (7 casos), donde se exhiben casos con variantes en q y h , amplificación de capturas artesanales por 2, índices alternativos, altos tamaños de muestra. La simulación comenzó en el año 2023.

- La modelación muestra un leve patrón retrospectivo de la biomasa desovante, dando cuenta que el modelo está subestimando la variable.
- El índice acústico presenta un fuerte patrón retrospectivo con alta subestimación. Se discuten varias hipótesis al respecto, una de ellas es la mayor presencia de juveniles en el último período.
- En la relación stock-recluta el nivel de “*steepness*”, para ser estimado requiere que la relación gráfica tenga una buena cobertura de todas las edades en reclutas y desovantes. Para el caso de la merluza del sur, no hay puntos en bajos niveles de ambas variables. Es decir, la nube de puntos se concentra en la zona derecha y superior de la gráfica stock-recluta.
- El h está correlacionado con q del crucero acústico. Ambos afectan la productividad y tiene incidencia hacia las proyecciones.
- Se señala la precaución con los metaanálisis para adoptar valores de h , ya que estos provienen de outputs como reclutas y desovantes con una estimación de relación S-R previa, más tarde estos vuelven a utilizarse para estimar h en el metaanálisis. Lo ideal es aplicar un Análisis de Población Virtual (APV) sin relación S-R y desde ambas variables de estado estimar posteriormente h .

Presentador: Dr. Jesus Jurado Molina

Presentación: Estandarización de CPUE merluza austral

- Se presentan las estandarizaciones de la CPUE por parte del revisor experto Dr. Jesús Jurado Molina. De los escenarios ensayados se determina el mejor modelo en términos de ajuste y parsimonia estadística (AIC y explicación de varianza).
- Se generaron dos bloques temporales los cuales se relacionan con las distintas áreas de operación. No obstante, este tipo de variabilidad es representada por el factor zona.
- Se discute respecto de los datos cero en el análisis de estandarización de capturas.
- El índice de la CPUE de arrastre fue modificado de manera que los dos bloques tuvieran la misma escala. Anteriormente, presentan 2 a 3 escalas diferentes y no guardaba sentido la serie completa.

JUEVES 9 DE ENERO

Presentador: Dr. Roberto Licandeo

Presentación: **Propuesta, estructura y datos del modelo SS3 y presentación de los principales resultados del modelo**

- En esta jornada la discusión se centra en el modelo conceptual de merluza del sur y la relación de este con la historia de las capturas y cruceros.
- Se discute respecto de los niveles históricos de F para arrastre, palangre y espinel. Destaca el alto nivel del arrastre en la década de los años 80 (en torno a $F=0,6 \text{ año}^{-1}$)
- Se muestra la selectividad para todos los artes de pesca y se relacionan con la madurez sexual.
- Los resultados del modelo muestran que entre los casos analizados no hubo grandes diferencias en el valor de F ni en el valor de biomasa desovante. Esta última presenta bajo nivel de incertidumbre. Cabe señalar, que las tendencias son un tanto diferentes de lo reportado por IFOP debido a distintas configuraciones del valor de q y h .
- Del punto de vista del estatus, los escenarios muestran que en general el stock de merluza del sur se ubica en zona segura (en torno a $B_{40\%}$), pero en algunos casos sobre-explotado. Se enfatiza que los mayores cambios son consecuencia de la distinta especificación de q y h .
- Se destaca que de todos los casos analizados ninguno constituye caso base y esta experimentación corresponde a una exploración.

Presentador: Dr. Jesús Jurado Molina

Presentación: **Conclusiones y recomendaciones merluza del sur**

- Se recomienda usar la plataforma SS3 para la evaluación de stock de la merluza del sur.
- En cuanto a la estandarización del CPUE se recomienda integrar los datos sobre el arte de pesca usado (probablemente tres niveles arrastre, media agua, arrastre-media agua).
- En cuanto al subreporte de la captura, se recomienda desarrollar protocolos para estimarlo anualmente. Se debe definir explícitamente cual es la institución responsable para

llevar a cabo esta tarea. Dicha institución requerirá del financiamiento y personal técnico adecuados.

- Se recomienda hacer una revisión de los datos de entrada y en específico del crucero y su inclusión en la verosimilitud. Evitar en la verosimilitud el uso de datos procesados, solo usar datos observados.
- Se recomienda proveer un solo valor de cuota de CBA y CTP.
- En cuanto al estatus, la merluza del sur se encuentra en estado de sobrepesca y existe sobrepesca. Además, se informa que el stock está alejado del punto de deterioro del reclutamiento (PRI: *point of recruitment imparement*). En ese ámbito, el stock no requiere un plan de reconstrucción.
- Se requiere bajar la mortalidad por pesca para dirigir el stock a un estado saludable.
- Se necesita definir con claridad los puntos biológicos de referencia.
- Se recomienda usar los términos “el stock está en estado de sobrepesca” (overfished) y “existe sobrepesca” (overfishing) en los diagramas de fase.
- La mayor parte de la información para establecer una regla de control ya existe.
- No usar F_{MSY} hasta que el stock este saludable.
- Debido a que los resultados de las proyecciones dependen del supuesto de reclutamiento usado y se aumenta la incertidumbre en el largo plazo, se recomienda hacer proyecciones en el corto y mediano plazo.
- Los diversos actores de la pesquería tendrán que participar en la definición de los puntos biológicos de referencia objetivo y límite, y la probabilidad que se usara en la regla de control de captura.
- alguna institución tendrá que estar a cargo de un programa de sensibilización hacia la industria para mostrar el estado del stock y la necesidad de tomar medidas y su participación.

7.9 Reporte Ejecutivo Taller de Difusión agencia nacional (INPESCA)

PROGRAMA DE REVISIÓN Y MEJORA EXPERTA (BENCHMARK) PARA LA EVALUACIÓN INDIRECTA DE MERLUZA DEL SUR Y MERLUZA DE TRES ALETAS (FIPA 2023-27)

Fecha: Miércoles 22 de octubre de 2025

Modalidad: Telemática vía ZOOM.

Participantes Taller de Difusión Resultados FIPA 2023-27

	Nombre	Apellido	Institución
1	Jorge	Farías	SUBPESCA
2	Daniela	Bolbarán	SUBPESCA
3	Alejandro	Zuleta	CEPES
4	Lorenzo	Flores	SUBPESCA
5	Romina	Paillán	SUBPESCA
6	Marcos	Arteaga	INPESCA
7	Aquiles	Sepúlveda	INPESCA
8	Claudio	Gatica	INPESCA
9	Nicolás	Alegría	INPESCA
10	Fernanda	Mercado	SUBPESCA
11	Francisco	Contreras	IFOP
12	Danilo	De la Rosa	SUBPESCA
13	Darío	Rivas	SUBPESCA
14	Renato	Céspedes	IFOP
15	Jesús	Jurado-Molina	EXPERTO
16	Rubén	Alarcón	INDEPENDIENTE
17	María Angela	Barbieri	Directorio FIPA
18	Cristian	Canales	PUCV
19	Rodrigo	San Juan	IFOP
20	Heide	Heredia	IFOP
21	Patricio	Gálvez	IFOP
22	Javier	Legua	IFOP
23	René	Vargas	IFOP

Introducción y Contexto del Taller

Este documento constituye el acta ejecutiva del taller de difusión de resultados del proyecto FIPA 2023-27. El objetivo central de la sesión fue discutir los hallazgos, conclusiones y recomendaciones emanados del proceso de revisión por pares de las evaluaciones de stock de merluza del sur (*Merluccius australis*) y merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*). Este ejercicio de validación científica reunió a los principales actores involucrados en la asesoría y gestión pesquera nacional para analizar de manera crítica las metodologías actuales y trazar un camino de mejora continua.

Las discusiones contaron con la representación de instituciones clave en el sistema de gestión pesquera chileno, incluyendo:

- **Instituto de Fomento Pesquero (IFOP):** Responsable de la ejecución de las evaluaciones de stock.
- **Instituto de Investigación Pesquera (INPESCA):** Agencia ejecutora del proyecto.
- **Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA):** Mandante y principal usuaria de la asesoría científica.
- **Expertos Revisores Externos:** Responsables de la evaluación independiente de los modelos y metodologías.

Marco General y Objetivos del Proceso de Revisión

El proceso de revisión por pares se ha consolidado como un pilar estratégico en la gestión pesquera chilena. Respondiendo a mandatos internacionales, como los lineamientos de la FAO bajo el enfoque precautorio, estas revisiones buscan garantizar la calidad y objetividad de la asesoría científica a través de una evaluación rigurosa e independiente. La elección de expertos internacionales persigue no solo validar los modelos, sino también enriquecer el conocimiento local.

En sus palabras de apertura, Jorge Farías (SUBPESCA) destacó que estos ejercicios permiten "refrescar conceptos y conocimiento", fomentando la mejora continua en la evaluación de recursos. Contextualizó el proyecto FIPA 2023-27 dentro de una serie de revisiones formales que en los últimos años han abarcado recursos como el congrio, la merluza de cola y el bacalao de profundidad, demostrando un compromiso sistemático con esta práctica.

M.Sc. Claudio Gatica (Jefe de Proyecto), presentó la estructura del proyecto, subrayando el uso de la plataforma "Stock Synthesis" como una herramienta estandarizada para la modelación. Resaltó el compromiso con la transparencia, manifestado en la disponibilidad de productos clave para consulta pública, tales como los informes y análisis de datos detallados de los expertos que permitieron explorar las distintas sensibilidades de los modelos evaluados.

Adicionalmente, Jorge Farías delineó el horizonte estratégico de estas iniciativas, señalando que los desafíos futuros implican extender el proceso de revisión por pares más allá de los modelos de evaluación para abarcar otros componentes críticos de la asesoría científica, tales como los programas de seguimiento de pesquerías y las metodologías de evaluación acústica.

Principales Recomendaciones Técnicas de los Expertos Externos

Las recomendaciones de los expertos revisores constituyeron el núcleo técnico del proyecto, centrándose en mejorar la robustez, consistencia y realismo biológico de las evaluaciones de stock. Se identificaron tanto mejoras transversales, aplicables a múltiples pesquerías, como ajustes específicos para cada uno de los recursos analizados.

Recomendaciones Transversales a Ambos Recursos

1. Incorporación de Parámetros Biológicos Dinámicos: Se recomendó enfáticamente utilizar datos anuales específicos de madurez y peso, en lugar de mantener parámetros constantes a lo largo de toda la serie temporal. Esta medida permite que el modelo refleje de manera más realista los cambios biológicos que ocurren en la población a lo largo del tiempo.
2. Estandarización de Metodologías y Reportes: Los expertos hicieron un llamado a unificar la estructura y el contenido de los informes de evaluación de stock entre diferentes recursos. La adopción de criterios y formatos internacionales mejoraría la comparabilidad, claridad y transparencia de los resultados presentados.
3. Fortalecimiento del Diagnóstico de Modelos: Se subrayó la importancia de ir más allá de la simple presentación de múltiples escenarios alternativos. La recomendación es someter el modelo base a pruebas de robustez más rigurosas para evaluar la solidez de sus resultados frente a distintos supuestos.

4. Uso de Indicadores Empíricos: Se sugirió complementar las complejas evaluaciones de stock con el análisis sistemático de indicadores empíricos (ej. tendencias en tallas, tasas de captura). Esto permite verificar la consistencia entre los resultados del modelo y las observaciones directas de la pesquería y la población.

5. Credibilidad de Fuentes de Datos: A través de las notas del Dr. Roberto Licandeo, se transmitió la recomendación de "dar más credibilidad a los cruceros de investigación y menos credibilidad a la CPUE" (Captura por Unidad de Esfuerzo). Esta guía enfatiza priorizar datos independientes de la pesquería (cruceros), que son menos susceptibles a sesgos como la hiperestabilidad donde las tasas de captura se mantienen altas incluso cuando el stock disminuye, proporcionando así una señal más fiable del estado de la población.

Recomendaciones Específicas por Recurso

- Merluza del Sur: La principal recomendación fue utilizar los datos de biomasa acústica directamente en el modelo, sin aplicar procesos de ajuste o post-procesamiento que puedan introducir supuestos adicionales.

- Merluza de Tres Aletas: La recomendación más contundente fue excluir de la evaluación nacional las series históricas de capturas de Argentina. La justificación es que incluir únicamente los datos de captura obliga al modelo a asumir, de manera infundada y biológicamente irrealista, que la estructura poblacional, el crecimiento y la dinámica de la pesquería son idénticos en las cuencas del Atlántico y del Pacífico.

Esta última recomendación, en particular, generó el debate técnico más profundo y significativo del taller, revelando implicancias que trascienden el mero ajuste metodológico. La discusión sobre la inclusión de las capturas del Atlántico en la evaluación de merluza de tres aletas se posicionó como el punto de inflexión crítico del taller. Esta discusión trascendió el ámbito puramente técnico para abordar los supuestos fundamentales y el alcance de la evaluación de stock realizada para la gestión pesquera chilena.

Se define que esta problemática es el tema de mayor importancia y con una fuerte incertidumbre. Al sumar las capturas del Atlántico al modelo, se asume implícitamente, y sin evidencia de respaldo, que la biología del recurso (crecimiento, estructura de tallas), la estructura poblacional y la dinámica de la pesquería son idénticas en ambas áreas. Este

supuesto fundamental carece de sustento y puede conducir a una percepción errónea del estado del stock que se maneja en aguas chilenas.

Con base en esta inconsistencia fundamental, la recomendación de los expertos, articulada por Jesús Jurado-Molina indica que, para fines de manejo, la evaluación de stock chilena debe basarse exclusivamente en datos chilenos validados. La inclusión de datos del Atlántico solo debería considerarse en el futuro, supeditada a un proceso formal y bilateral para estandarizar y verificar la calidad de los datos y los protocolos de recopilación.

La discusión también abordó la conectividad biológica entre las poblaciones del Pacífico y el Atlántico. Se contrastó la perspectiva de manejo pragmático para gestionar localmente a pesar de la conectividad, como se hace en Norteamérica con la necesidad científica a largo plazo de comprender mejor dicha conexión.

Las profundas implicancias técnicas de esta recomendación, en particular el llamado al enfoque institucional y a la soberanía de los datos, desencadenaron directamente un debate crucial sobre la gobernanza del propio proceso de revisión y las responsabilidades institucionales para implementar cambios tan fundamentales.

Desafíos en la Implementación y Gobernanza del Proyecto

La conversación evolucionó desde los hallazgos técnicos hacia el proceso de ejecución del proyecto FIPA y la futura implementación de sus recomendaciones, revelando aspectos sobre los roles y responsabilidades institucionales. El punto central fue la evaluación del Pre-Informe final del proyecto por parte del revisor del FIPA.

Se expuso que el revisor consideró el informe "excesivamente técnico" y solicitó a la agencia ejecutora (INPESCA) que elaborara una "hoja de ruta" y una agenda de implementación de mejoras". Esta solicitud implicaba que INPESCA debía priorizar tareas y establecer un cronograma de trabajo para otras instituciones, principalmente para IFOP.

Esta petición generó controversia. La postura de INPESCA y otros participantes fue que dicha solicitud excedía el mandato del proyecto y comprometía la independencia de la agencia ejecutora. Se argumentó que esta priorización es una responsabilidad soberana de las instituciones directamente involucradas en la asesoría científica, como el propio IFOP y los Comités Científicos Técnicos, y no del gestor de un proyecto de revisión externa.

Desde IFOP se aclaró que el instituto ya ha asumido proactivamente esta responsabilidad, mediante un programa de trabajo para incorporar las recomendaciones, el cual ya fue presentado al Comité Científico correspondiente. La implementación es un proceso gradual y planificado, donde algunas acciones son de corto plazo mientras que otras, de mayor complejidad, son de largo aliento y dependen de decisiones que exceden las competencias del propio instituto. Este debate sobre los alcances del proyecto y las responsabilidades institucionales llevó a una serie de sugerencias constructivas para optimizar futuros ejercicios de revisión.

Propuestas de Mejora para Futuros Procesos de Revisión por Pares

A pesar de los desafíos de proceso, existió un consenso generalizado entre los participantes sobre el valor fundamental de las revisiones por pares. El diálogo se orientó hacia la búsqueda de mejoras constructivas para perfeccionar la ejecución de estos ejercicios y maximizar su impacto en el sistema de gestión. Las principales propuestas de mejora fueron:

- **Optimización de la Agenda del Taller:** Se sugirió la necesidad de estructurar mejor las discusiones en los talleres de revisión y mejora, ordenando de manera más explícita la agenda, priorizando los temas clave y siendo más rigurosos con la gestión del tiempo para evitar la dispersión y asegurar que las discusiones más relevantes reciban la atención adecuada.
- **Clarificación de Productos Esperados:** Se propuso que los proyectos de revisión incluyan, como parte de sus productos finales, un borrador de "hoja de ruta de mejoras" con plazos sugeridos. Aclaró que este documento no debería ser un mandato vinculante, sino una guía orientadora que sirva como punto de partida para que las instituciones responsables (IFOP, Comités Científicos y de Manejo) puedan planificar la implementación.
- **Visión Estratégica de Transparencia:** Se enfatizó que estos ejercicios deben ser vistos no solo como una auditoría técnica, sino como un pilar de la gobernanza pesquera. Se afirmó que aseguran la transparencia hacia la ciudadanía y el uso de los mejores estándares científicos disponibles, lo cual refuerza la credibilidad del sistema de manejo tanto a nivel nacional como internacional, garantizando su alineación con las mejores prácticas globales de gobernanza científica.

Estas propuestas reflejan una madurez institucional y un interés colectivo en consolidar y perfeccionar un mecanismo clave para la ciencia pesquera.

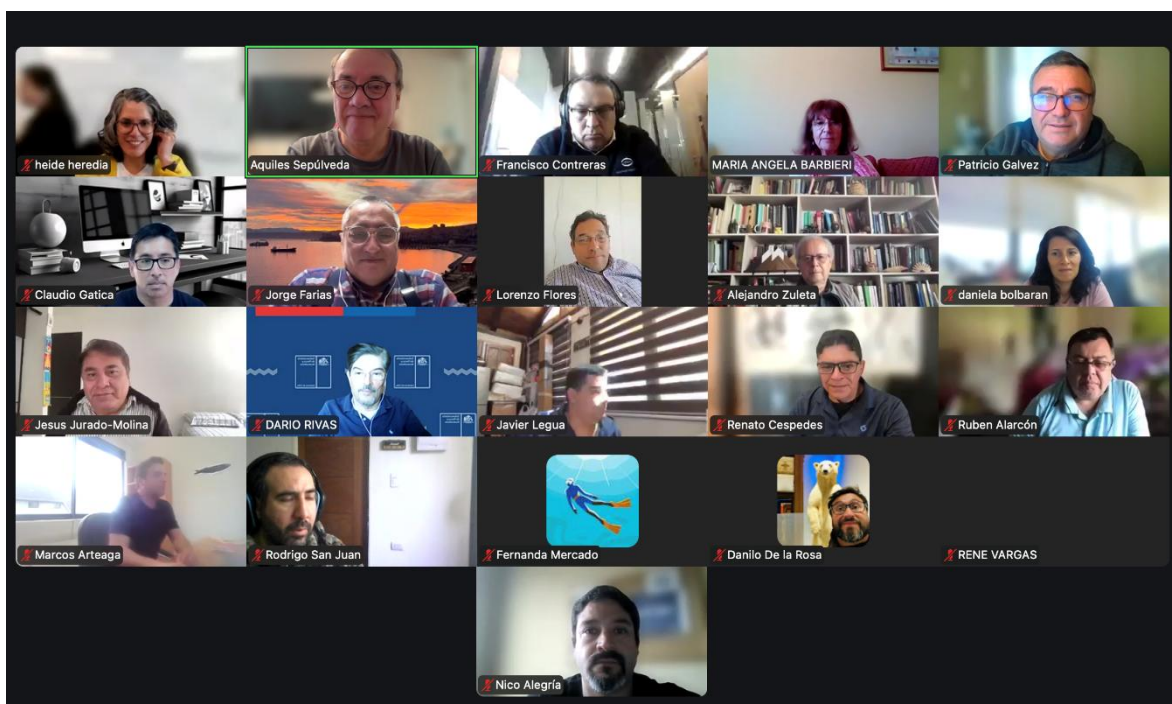
Conclusiones y Próximos Pasos

El taller de difusión de resultados del proyecto FIPA 2023-27 culminó como un exitoso ejercicio de validación científica y diálogo institucional. La discusión permitió identificar con claridad tanto mejoras técnicas cruciales para las evaluaciones de stock como desafíos de proceso que pueden ser abordados en futuras iniciativas.

Los tres resultados principales del taller pueden resumirse de la siguiente manera:

1. **Consenso Técnico Crítico:** Se estableció la necesidad imperativa de reenfocar la evaluación de merluza de tres aletas exclusivamente en el stock del Pacífico, utilizando datos nacionales. Esta medida es fundamental para asegurar que la asesoría científica sea pertinente para la toma de decisiones de manejo en Chile, hasta que no exista un proceso validado de estandarización de la información externa.
2. **Compromiso Institucional con la Mejora:** Se confirmó que IFOP está trabajando activamente en un plan de acción para asimilar las recomendaciones viables, reconociendo que los Comités Científicos Técnicos son la instancia formal para discutir, validar y supervisar la incorporación de estas mejoras en el proceso de asesoría científica.
3. **Reafirmación del Valor del Proceso:** Hubo un acuerdo unánime sobre la importancia estratégica de continuar realizando revisiones por pares. Este mecanismo se reafirma como una herramienta indispensable para la transparencia, el aprendizaje colectivo y la mejora continua del sistema de asesoría científica para la gestión pesquera.

El taller culmina a las 12:45 horas.



7.10 Tareas de difusión de resultados del proyecto hacia Comités Científicos, Manejo y comunidad

En condición de aprobación del Informe de Avance 2, lo que implica haber desarrollado el Taller 1 de revisión y el Taller 2 de mejoramiento. A solicitud de la SSPA, el Jefe de proyecto y el chair de los talleres han participado en actividades de difusión y apoyo al Comité Científico Técnico y Comité de Manejo (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), presentando los resultados de ambos talleres y principales conclusiones del informe de expertos, adicionalmente de explicar detalles de los resultados y demostraciones del uso e implementación de análisis y modelos implementados ([Fipa 2023 27site](#)). En el mismo sitio, están disponibles videos de difusión con entrevistas a participantes del taller. En el desarrollo del proyecto, también han sido difundidas actividades del proyecto por medio de la prensa y portales. En esta línea un equipo de prensa colaboró con Inpesca, en las tareas de difusión por medio de prensa en tareas como entrevistas, notas el cual se detalla a continuación:

Como parte de los compromisos de registro y difusión del taller desarrollado en Viña del Mar, Surtentable, por encargo del Instituto de Investigación Pesquera (INPESCA), realizó la

cobertura gráfica y comunicacional de la actividad. El encuentro reunió a expertos nacionales e internacionales en el marco del proyecto FIPA, con el objetivo de revisar y fortalecer las metodologías de evaluación de stock de los recursos merluza del sur y merluza de tres aletas, fundamentales para la pesquería nacional. El registro y la difusión de este taller permitieron visibilizar su relevancia científica y técnica, asegurando su proyección en medios especializados y en las plataformas institucionales de INPESCA.

Durante las jornadas de trabajo se realizó un registro integral en fotografía y video. Con este material se editó un video resumen que destacó:

- Las principales intervenciones técnicas.
- La participación de expertos internacionales y nacionales.
- Los objetivos y alcances del proceso de revisión de stock.

El video se difundió a través del perfil institucional de INPESCA, alcanzando a audiencias técnicas, sectoriales y académicas vinculadas al ámbito pesquero. Además, se elaboró una nota de prensa oficial, publicada en la web institucional de INPESCA y replicada en medios especializados. Esta difusión permitió ampliar el alcance del contenido a públicos relevantes del sector.

-Nota de prensa: https://docs.google.com/document/d/1GG0TcyFlx5Pz9PYjzv16e6CG-qzxSnVE6NX_Qi4dW7s/edit?usp=sharing

-Publicación medio especializado Mundo Acuícola:

<https://www.mundoacuicola.cl/new/expertos-se-reunen-para-revisar-evaluaciones-de-stock-indirectas-de-los-recursos-merluza-del-sur-y-merluza-de-tres-aletas/>

-Publicación medio local El Calbucano: <https://www.elcalbucano.cl/2024/06/expertos-se-reunen-para-revisar-evaluaciones-de-stock-indirectas-de-los-recursos-merluza-del-sur-y-merluza-de-tres-aletas/>

-Publicación web institucional Inpesca:

<http://www.inpesca.cl/index.php/2024/06/27/expertos-se-reunen-para-revisar-evaluaciones-de-stock-indirectas-de-los-recursos-merluza-del-sur-y-merluza-de-tres-aletas/>

La nota destacó: la importancia del proceso de revisión por pares en la pesca nacional.

La participación de investigadores como Aquiles Sepúlveda (Inpesca), Jesús Jurado-Molina (México) y Roberto Licandeo (Canadá, Universidad de British Columbia).

En resumen, el trabajo de registro y difusión realizado por Surtentable permitió proyectar el impacto del taller más allá de sus participantes presenciales, asegurando presencia en plataformas institucionales, medios especializados y redes sociales del sector. De este modo, se cumplió el objetivo de entregar herramientas de comunicación que refuercen el posicionamiento del INPESCA como referente científico y técnico en la asesoría pesquera nacional e internacional.

8 Conclusiones Informe Final

Las conclusiones y recomendaciones de este informe se fundamentan tanto en la etapa de revisión de las evaluaciones de stock (Taller 1), como en la de mejoramiento de las evaluaciones de stock para merluza del sur y merluza de tres aletas (Taller 2). Ambos talleres han dado lugar a informes elaborados por los expertos independientes del proyecto, asegurando así la independencia en la revisión de las evaluaciones de stock del Instituto de Fomento Pesquero.

Si bien este informe presenta las principales conclusiones, se recomienda revisar en detalle el reporte independiente elaborado por los evaluadores para una comprensión más completa y técnica de las observaciones sobre los modelos de evaluación de stock. Dicho reporte justifica y respalda sus recomendaciones con material de apoyo, incluyendo informes de modelos en formato digital, accesibles a través de los enlaces disponibles en este informe. Las conclusiones de esta sección son una simplificación de los principales temas desarrollados por los expertos y deben ser consideradas como información general de referencia del contenido en los reportes expertos.

La recomendación de cambio de plataforma de modelamiento a Stock Synthesis (SS3), se soporta en reducir riesgos de codificación y concentrar los esfuerzos de modelamiento, en desarrollar modelos de dinámica coherentes y robustos, permitiendo enfocarse en la calidad de la información y los datos. Adicionalmente, esta plataforma en su estructura y elementos facilita probar los efectos de uso de datos y robustez del modelo y sus salidas, además, incluye pruebas de diagnóstico implementables evaluadores o científicos previos a capacitación y conocimiento de SS3.

El caso de la **merluza del sur** las conclusiones principales identificadas son:

Mejoras en la Incorporación de Parámetros Biológicos Dinámicos

Se concluye que es fundamental incorporar datos de madurez y peso por edad que reflejen su variación temporal en el modelo de evaluación de stock de la merluza del sur (*Merluccius australis*). Esto permitirá representar de manera más precisa la dinámica biológica de la

población, aumentando la fiabilidad de las estimaciones de biomasa y reduciendo la incertidumbre en la calificación del estado del stock.

Optimización del Proceso de Estandarización de CPUE

Se identificó la necesidad de revisar y perfeccionar el proceso de estandarización de la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE). Una estandarización más robusta y metodológicamente sólida asegurará la generación de índices de abundancia más representativos, fundamentales para la evaluación precisa del stock y la formulación de recomendaciones de manejo.

Enfoque Conservador en Proyecciones Poblacionales

Se recomienda evitar supuestos optimistas respecto a incrementos rápidos de la biomasa en las proyecciones poblacionales. En su lugar, se deben utilizar escenarios conservadores que permitan mantener un manejo precautorio y sostenible del recurso, minimizando el riesgo de sobreexplotación por sobreestimaciones en la recuperación del stock.

Fortalecimiento del Monitoreo del Descarte y Sub-reporte

Se establece la necesidad de implementar protocolos específicos para la estimación del descarte y sub-reporte, impulsando métodos directos de cálculo y reduciendo el uso de factores de corrección cuando exista información adecuada. Esto mejorará la calidad de los datos de captura utilizados en la evaluación y reducirá posibles sesgos en los resultados.

Otras acciones de mejoras al modelo que se concluyen se pueden listar en:

- Incorporar escenarios de sensibilidad para evaluar los efectos del descarte y sub-reporte en las estimaciones de biomasa y la mortalidad por pesca.
- Mejorar la metodología de estandarización de la CPUE para reducir la incertidumbre en los índices de abundancia.
- Revisar los protocolos de muestreo y la consistencia entre la estructura de edades y la composición de tamaños.
- En relación con la evaluación de stock y manejo, recomienda implementar una estrategia de explotación precautoria con una reducción a $0.75F_{MSY}$.
- Establecer un monitoreo intensivo para detectar variaciones en la tendencia del stock.

- Considerar reglas de control de captura más conservadoras para mitigar riesgos de sobre-explotación.
- Reportar explícitamente los parámetros estimados del modelo de evaluación de stock, incluyendo niveles de F_{MSY} y biomasa desovante.
- Implementar reglas de control de tipo rampa que permitan ajustes progresivos en la mortalidad por pesca según el estado del recurso.
- Realizar la evaluación de stock basada en la plataforma de Stock Synthesis (SS3) como modelo estándar de evaluación a corto y medio plazo.

Para la **merluza de tres aletas**:

Mejoras en la incorporación y uso de datos al modelo

Se identificó la necesidad de fortalecer el rigor en la incorporación de datos en los modelos de evaluación. Se recomienda tomar decisiones basadas en métodos estadísticos claros, transparentes y comparativos para conocer el efecto de incluir diferentes fuentes de información, particularmente en la selección de datos de captura, índices de abundancia y estructuras de edad y peso.

Utilización de información histórica

Se estableció que, en la evaluación de la Merluza de tres aletas, los datos de composición de edades reconstruidas entre 1982-1989, presentan un alto nivel de incertidumbre. Por tanto, se recomienda su exclusión a menos que su inclusión esté debidamente sustentada. De igual manera, para los índices de CPUE históricos (1978-1988), se concluyó que no son fiables debido a cambios espaciales en la operación de la flota.

Incorporación de Variaciones Temporales en Parámetros Biológicos

Ambas evaluaciones destacan la importancia de considerar las variaciones temporales en el peso y la madurez a la edad. Esta práctica permite representar en forma más precisa los procesos biológicos de las poblaciones, mejorar las estimaciones de biomasa y reducir la incertidumbre en el diagnóstico del estado de los recursos.

Proyecciones Realistas y Conservadoras

Se advierte que las proyecciones poblacionales deben evitar supuestos de recuperación optimista. Se recomienda realizar proyecciones a corto plazo bajo escenarios conservadores,

dado que los supuestos de rápido incremento de biomasa han mostrado ser inconsistentes con la dinámica observada en las poblaciones.

Manejo del Descarte y Sub-reporte

Se destaca la urgencia de fortalecer los sistemas de monitoreo de descarte y sub-reporte, estableciendo protocolos que permitan estimar de manera directa los niveles de descarte y evitando, en lo posible, la aplicación de factores de corrección en periodos de alta cobertura de muestreo.

Otras recomendaciones de los expertos son:

- El proceso de estandarización de la CPUE, debe ser orientado en forma similar a la recomendación en merluza del sur, con mejoras en la rigurosidad y aplicación del principio de parsimonia para la selección de variables.
- Excluir las capturas argentinas del modelo de evaluación del stock chileno para mejorar la precisión en la estimación de la mortalidad por pesca (F).
- Establecer una plataforma internacional de evaluación multi-zona a largo plazo para considerar interacciones transfronterizas del stock.
- Implementar un plan de recuperación basado en una reducción de la mortalidad por pesca (F).
- Establecer cuotas de captura restrictivas que permitan la recuperación del stock.
- Adoptar una regla de control tipo rampa para evitar fluctuaciones bruscas en la explotación del recurso.
- Uniformizar la metodología de evaluación y estandarizar los reportes bajo criterios internacionales.
- Incorporar stock synthesis (SS3), como plataforma de evaluación a corto y medio plazo para mejorar la flexibilidad y robustez analítica.
- Sensibilizar a la industria y a los pescadores sobre la necesidad de implementar un plan de recuperación y reducir la presión sobre el stock de merluza de tres aletas.

9 Referencias Informe Final

- Carvalho, F., H. Winker., D. Courtney., M. Kapur., L. Kell., M. Cardinale., M. Schirripa., T. Kitakado., D. Yemane., K.R. Piner., M.N. Maunder., I. Taylor., C.R. Wetzel., K. Doering., K.F. Johnson. & R.D. Methot. 2021. A Cookbook for Using Model Diagnostics in Integrated Stock Assessments. Fisheries Research, Vol 240, pp. 1-18.
- Contreras, F., S. Musleh. & F. Cabello. 2023. INFORME TÉCNICO ASESORÍA (Estatus, posibilidades de explotación) Convenio de Desempeño 2023 Estatus y Posibilidades de Explotación Biológicamente Sustentable de los Principales Recursos Pesqueros Nacionales, año 2024: MERLUZA DEL SUR SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA y EMT / Septiembre 2023.
- Gatica, C., A. Sepúlveda., N. Alegría., M. Arteaga. & M. Neira. 2024. Programa de revisión y mejora experta (benchmark) para las evaluaciones indirectas de merluza del sur y merluza de tres aletas. Informe de Avance 1. Proyecto FIPA 2023-27, 92 pp.
- Gatica, C., A. Sepúlveda., N. Alegría., M. Arteaga. & M. Neira. 2025. Programa de revisión y mejora experta (benchmark) para las evaluaciones indirectas de merluza del sur y merluza de tres aletas. Informe de Avance 2. Proyecto FIPA 2023-27, 294 pp.
- Ianelli, J., T. Honkalehto, S. Wassermann, A. McCarthy, S. Steinessen, C. McGilliard. & E. Siddon. 2024. Assessment of walleye pollock in the eastern Bering Sea. North Pacific Fishery Management Council, Anchorage, AK.
- Pérez, M., I. Payá. & F. Contreras. 2023. INFORME TÉCNICO DE ASESORÍA (ESTATUS, POSIBILIDADES DE EXPLOTACIÓN) Convenio Desempeño 2023. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales, año 2024: Merluza de tres aletas, 2024. SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA y EMT / agosto 2023.

10.1 Documentos de la agencia para expertos

La agencia nacional preparó un set de documentos para resumir el conocimiento de los recursos de revisión, consultando diversas fuentes que consolidan documentos de apoyo con información base de la biología, historia de vida y pesquería de los recursos.

10.1.1 D1. Revisión información base de la historia de vida y pesquería de Merluza del sur.

Antecedentes generales

La merluza del sur (*Merluccius australis*) es un gran teleósteo que se encuentra comúnmente en comunidad

es de peces de aguas profundas (300–1000 m), es una especie bentopelágica (Riede, 2004) y se distribuye por los océanos en todo el hemisferio sur, abarcando una distribución en el cono sur de América que se extiende desde los 36°00' S en el océano Pacífico suroriental, bordeando el extremo sur de América para subir hasta los 38°00' S en el lado Atlántico (Paxton *et al.*, 1989). En Chile se encuentra en aguas exteriores e interiores (canales y fiordos entre la X y la XII Regiones) en rangos de temperatura de 3,8 a 12°C (Aguayo, 1995) y habita entre los 60 y 800 m de profundidad, con las mayores concentraciones entre los 200 y 400 m. Su tamaño relativamente grande con longitud máxima registrada de 155 cm de longitud total (Lloris *et al.*, 2005), aunque su longitud común es de 80 cm (Cohen *et al.*, 1990). La talla media de madurez se ha estimado en 65 cm (Lloris *et al.*, 2005). La fracción de sexos es diferente, siendo las hembras más abundantes que los machos y se les encuentra de 28 a 1000 m de profundidad (Stevenson, 2004).

También, la merluza austral es un gran teleósteo que se encuentra comúnmente en comunidades de peces de aguas profundas (300–1000 m) alrededor de Nueva Zelanda. Sustenta importantes pesquerías comerciales de arrastre en aguas del sur de Nueva Zelanda y se captura con arrastre como especie objetivo ocasional y como captura incidental valiosa.

Se conoce de su biología y se dispone de cantidades considerables de datos para los modelos de evaluación de stock.

El área de operación de la flota chilena dirigida a la captura de merluza del sur se distribuye entre las latitudes $41^{\circ}28,6'S$ a $57^{\circ}S$, en aguas exteriores (flotas industriales) e interiores (flota artesanal) de las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes y Antártica Chilena. De este modo, el área de explotación pesquera se divide en dos unidades de pesquería, una norte ($41^{\circ}28,6'S - 47^{\circ}S$) y otra sur ($47^{\circ}S - 57^{\circ}S$), subdivididas en áreas administrativas de aguas interiores y exterior, teniendo como límite con la zona exterior las líneas de base recta.

La pesquería de merluza del sur ha operado con clara intencionalidad en la zona austral de Chile desde el año 1977, y ha sido manejada utilizando un sistema de Cuota Anual Global de Captura, restricciones al número de embarcaciones y vedas biológicas, medidas que tienen por objeto evitar o mitigar los efectos de las actividades pesqueras sobre la especie objetivo, fauna acompañante y el ecosistema. La magnitud de estas cuotas surge a partir de las recomendaciones del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), con base en la asesoría técnica que se entrega anualmente, mediante las estimaciones de abundancia, el potencial productivo de la población y los niveles de explotación.

Distribución y estructura poblacional

Es posible indicar que el primer estudio sobre unidades poblacionales en merluza del sur fue realizado por el IFOP en el año 1993, a través de 3 técnicas: marcadores genéticos, análisis de la carga parasitaria y estudios morfométricos. Para el caso de los marcadores genéticos se analizaron un total 670 ejemplares, 400 correspondientes a aguas exteriores y 270 a aguas interiores. Este análisis, realizado a través de electroforesis de proteínas, mostró que no existen diferencias significativas en las muestras que provienen de aguas exteriores e interiores de la PDA (Chong & Galleguillos, 1993). Esto es concordante con los resultados encontrados a través de la composición y magnitud de la fauna parasitaria y de la morfometría de merluza del sur, que de la misma forma indica una alta similitud cualitativa entre las zonas de pesca. Por otra parte, Chong (1993) utilizó el análisis morfométrico de estructuras duras (otolitos sagitales), debido a que permite la discriminación fenotípica entre individuos de

diferentes unidades poblacionales. A través de análisis multivariado de los otolitos, concluyó que, si bien las variables morfológicas soportan la existencia de grupos locales, las variables discriminantes muestran una importante sobreposición, sugiriendo que los grupos analizados presentan un alto grado de mezcla, lo que impide considerarlos como unidades discretas.

En el marco de un estudio FONDEMA “Diagnóstico merluza del sur y congrio dorado, aguas interiores, XII Región”, se desarrollaron estudios del tipo genético, parasitológico, morfométrico y merístico, con objeto de determinar la existencia de unidades de stock y poblaciones residentes de merluza del sur en la XII Región (Daza *et al.*, 2005). Para verificar la existencia de un stock puro o genético en este estudio se utilizaron como marcadores moleculares segmentos de ADN mitocondrial (D-Loop, NADH, Cyt B) y nuclear (Calmodulina e ITS). Los resultados obtenidos indicaron valores muy bajos de diferenciación genética poblacional, no permitiendo diferenciar más de un stock de merluza del sur. Desde la determinación de stocks ecológicos (poblaciones residentes) por medio de análisis parasitológicos, morfométricos y merísticos, no se obtuvieron diferencias significativas en la abundancia de parásitos según el sexo del pez y según la estación temporal.

En cuanto al modelo conceptual poblacional de merluza del sur, se asume que en aguas chilenas existe un único stock autosustentable distribuido en toda la zona económica exclusiva. Este supuesto aún es la base de todos los escenarios de evaluación presentados en la asesoría del año 2014 (Payá, 2015) y ha sido respaldado por el Comité Científico (Quiroz & Wiff, 2012) como también en las reuniones bilaterales IFOP-SUBPESCA relacionada con la estructura espacial de la población de merluza del sur (Quiroz *et al.*, 2013).

Los antecedentes indican que se identifica una zona única de desove de gran extensión, además existe información científica que respalda la existencia de zonas de crianza en aguas interiores de la zona austral, con mayor preponderancia en los canales y fiordos de la X y XII Regiones. La distribución de larvas entre aguas interiores y exteriores muestra una mayor presencia de larvas de pequeños tamaños en los fiordos y canales de la zona sur austral, sin detectar mayores diferencias entre la macrozona norte y macrozona sur. De manera análoga, la merluza del sur de Nueva Zelanda evidencia que existen al menos tres poblaciones

biológicas separadas en la Zona Económica Exclusiva (ZEE), conocidas como como poblaciones subantárticas, Chatham Rise y WCSI, desconociéndose la afinidad poblacional de la relativamente escasa merluza del sur que se encuentra alrededor de la Isla Norte (Arancibia, 2015).

Edad y crecimiento

La merluza del sur es una especie longeva en la cual se han observado individuos de 30 años en ambos sexos. Las mayores tasas de crecimiento se alcanzan durante los 6 primeros años de vida registrándose el mayor valor entre el primer y segundo año para ambos sexos. Presenta, asimismo, dimorfismo sexual en el crecimiento, en que las hembras exhiben edades y tallas mayores que los machos (Ojeda & Aguayo, 1986). En la Tabla 1 se presentan los parámetros de crecimiento obtenidos por Ojeda & Aguayo (1986). *Merluccius australis* se encontraría junto a *M. capensis* entre las especies de mayor talla y longevidad del género *Merluccius*.

Tabla 1. Parámetros de crecimiento en longitud individual estimados para *Merluccius australis* en Chile.

Sexo	Parámetro			Estructura medida	Método de determinación	Autores
	L_{∞} (cm)	K (años)	t_0 (años)			
Machos	110,2	0,0958	-0,8530	nº anillos	Edad Actual	Ojeda & Aguayo (1986)
Hembras	121,4	0,0827	-1,2957			
Ambos	121,0	0,0801	-1,4571			

Pesquería

Desembarques artesanales e industriales

Los desembarques de merluza del sur corresponden a la sumatoria de desembarques oficiales en aguas de la unidad de pesquería norte y sur entre durante el período 1977 y 2022 para la flota arrastrera industrial (**Figura 2**), período 1987 y 2022 en el caso de la flota palangrera industrial (**Figura 2**), y finalmente, para la flota artesanal la sumatoria de los desembarques informados entre las Regiones X-XII para el período 1981 y 2022 (**Figura 1 y 3**)

El desembarque de merluza del sur a nivel nacional muestra una tendencia decreciente a partir de 1988, desde 69.300 t a tan solo 12.400 t en 2014, para posteriormente presentar una relativa estabilidad en torno a las 17.200 t promedio durante el periodo 2015-2021, esto último influenciado por el incremento de las cuotas de captura. Si bien durante el 2021 la flota artesanal contribuyó oficialmente con el 24% (4.511 t) del desembarque total (**Figura 1**), la información debe ser considerada como referencial, debido a que esta se encuentra afecta a subreporte y descarte. En efecto, Arancibia et al. (2017) cuantificó diferencias del orden promedio para la serie 1980-2015, de 2.7 veces la estadística oficial del país, llegando incluso a 3.05 veces el año 1988 y a 5.2 el año 2015.

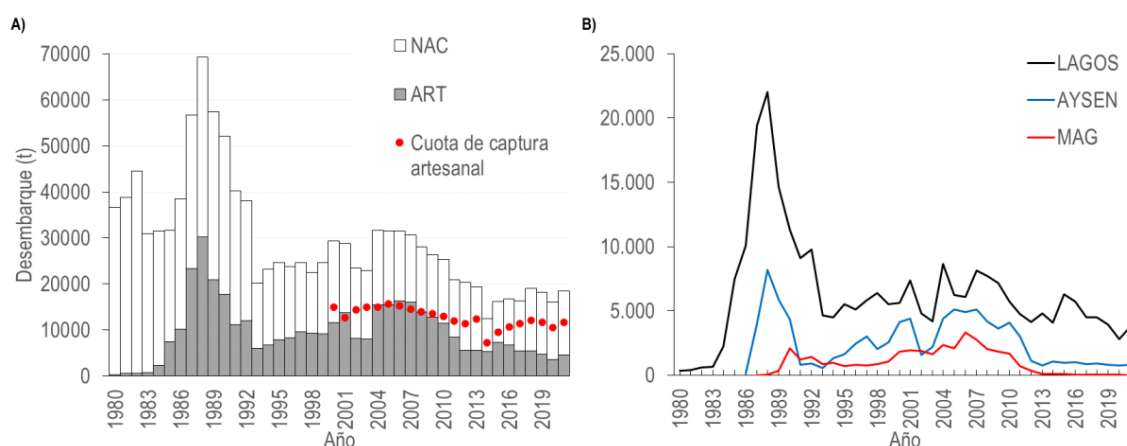


Figura 1. Desembarque (ton) total anual nacional (NAC) y artesanal (ART) de merluza del sur (A). Desembarque (t) artesanal anual regional de merluza del sur (B), periodo 1980-2021. (Fuente: Sernapesca)

IFOP realiza una corrección a los desembarques basándose en Payá (2015), quien construyó una serie de factores de corrección para ambas flotas (**Figura 2 y 3**) considerando que para las flotas arrastreras la estimación se basó en la razón entre las capturas observadas por los muestreadores a bordo de las embarcaciones y las capturas declaradas por los pescadores, mientras que para la captura artesanal se estimó como el porcentaje en peso de los peces descartables (supuestos menores de la talla mínima legal de 60 cm) en los muestreos de tallas de la captura.

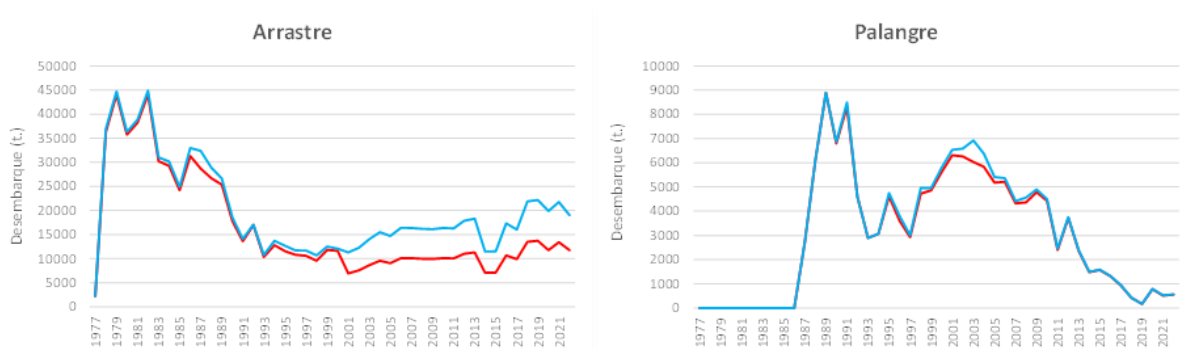


Figura 2. Desembarque (ton) flota arrastre y espinel de merluza del sur Línea roja: desembarques oficiales, línea azul: desembarques corregidos de merluza del sur según metodología de Payá et al. (2014).

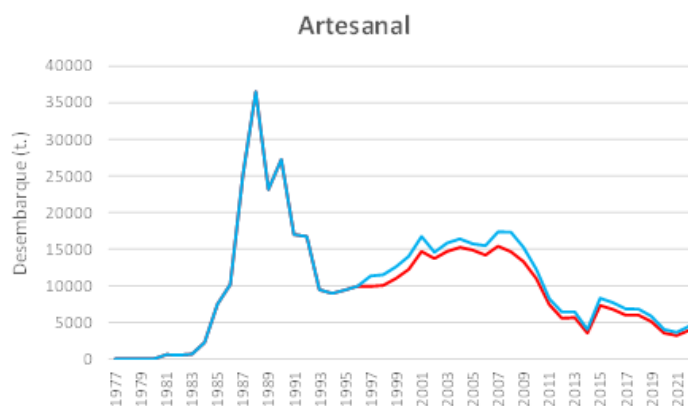


Figura 3. Desembarque (ton) flota artesanal de merluza del sur Línea roja: desembarques oficiales, línea azul: desembarques corregidos de merluza del sur según metodología de Payá et al. (2014).

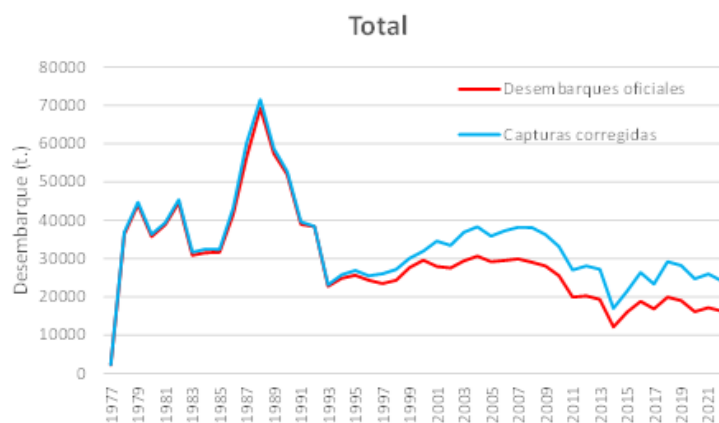


Figura 4. Desembarque (ton) total de merluza del sur. Línea roja: desembarques oficiales, línea azul: desembarques corregidos de merluza del sur según metodología de Paya et al. (2014).

En relación con la práctica de descarte, se establece que las flotas tienen incentivos para descartar y subreportar motivados principalmente por restricciones del mercado y limitaciones en los niveles de cuotas de captura. Quiroz (2016) mostró que los niveles de descarte por parte de las flotas industriales son elevados, principalmente para la flota arrastrera donde en promedio entre los años 2000 y 2020 el nivel de evasión alcanzó un valor promedio de 5917 toneladas, con un máximo de 8483 toneladas el año 2019. Menor participación en el descarte y subreporte se observó en la flota artesanal, que alcanzó su nivel máximo de evasión en el año 2003 con 883 toneladas (**Figura 3**). Desafortunadamente la ausencia de muestreos rigurosos de las capturas artesanales durante la primera década de esta actividad, como también importantes vacíos legislativos que imposibilitaba la cuantificación del descarte en las naves industriales, limitaron la estimación de factores de corrección confiables para los desembarques oficiales.

Evaluación de stock de merluza del sur

El proceso de evaluación de stock de merluza del sur se enmarca dentro del proyecto denominado “Estatus y Posibilidades de Explotación Biológicamente Sustentables de los Principales Recursos Pesqueros Nacionales”, ejecutado por IFOP y constituye el sustento técnico fundamental para establecer los rangos de explotación biológicamente recomendables para los principales recursos pesqueros nacionales, cuyos niveles de biomasa son regulados posteriormente mediante cuotas de captura establecidas por la autoridad (Contreras *et al.*, 2023).

El procedimiento de manejo (PM) de merluza del sur se compone de tres elementos:

- Los datos, información e indicadores del recurso y su pesquería que sean útiles a la evaluación.
- La evaluación del recurso propiamente tal, que generalmente está basada en modelos.
- La regla de control de captura, que es un algoritmo a través del cual se elige la mortalidad o tasa de explotación que debe implementarse para la estimación de la

CBA. La regla de control de captura también contempla el algoritmo de proyección de estimación de abundancia, al año de implementación de la CBA.

La evaluación de stock en Chile ha sido desarrollada y perfeccionada por IFOP durante los últimos 15 años, y cuya metodología se encuentra en general acorde con los estándares internacionales vigentes. Como una vía para mantener este estándar, también se han incorporado las recomendaciones emanadas tanto desde los Comités Científico Técnicos como de los lineamientos entregados por el equipo de expertos internacionales en el marco del proyecto “Revisión de los puntos biológicos de referencia (Rendimiento Máximo Sostenido) en las pesquerías nacionales” (Payá *et al.*, 2014).

La evaluación de stock de merluza del sur asume que en aguas chilenas existe un único stock autosustentable distribuido en toda la zona económica exclusiva. El ciclo anual del modelo comienza con el ingreso de nuevos reclutas de edad 1 (a inicios de año) que dependen de un único stock desovante. No se consideran procesos de migración e inmigración. Se implementa un modelo que asume error de observación en las capturas utilizando la ecuación de Baranov y donde las mortalidades por pesca son estimadas como parámetros en el modelo. Las biomاسas son calibradas utilizando series de abundancia relativas basadas en CPUE y estimaciones de cruceros acústicos.

Durante la implementación del modelo poblacional de merluza del sur, se consideran elementos de incertidumbre estructural basados en el nivel de conocimiento y de la información o datos disponible, así como la incertidumbre de estimación generada de su aplicación al conjunto de datos disponibles. En este sentido, el modelo de evaluación de stock de merluza del sur se basa en el análisis estadístico de la dinámica de estructuras de edad anual y pesos medios a la edad, donde los reclutamientos estimados (especificados a la edad 1) utilizan un modelo stock-recluta de Beverton-Holt con estructura de error log normal y la curva de selectividad implementada en el modelo para las flotas arrastre, espinelera y palangrera, como también en los cruceros, corresponde a una función doble-normal definida para todo el rango de edad.

Los datos y modelos usados para la evaluación del stock de merluza del sur se sustentan en que el ingreso de nuevos reclutas ocurre a inicios del año, lo que depende de un único stock desovante. En el modelo se asume error de observación en las capturas. La biomasa es calibrada con series de abundancia relativa (CPUE) y estimaciones de biomasa de cruceros acústicos. El periodo de evaluación abarca desde 1977 hasta 2022. Además, en el modelo se considera elementos de incertidumbre estructural basados en el nivel de conocimiento e información o datos disponible, así como la incertidumbre de estimación generada de su aplicación al conjunto de datos disponibles. El estado de explotación de este recurso se define con *proxies* de puntos de referencia biológicos basados en el rendimiento máximo sostenible, los que son comunes en varias pesquerías del mundo.

Referencias

- Aguayo, M. 1995. Biology and fisheries of Chilean hakes, fisheries, ecology and markets. J. Alheit and T. Pitcher (Ed.). Chapman & May, London. pp 305-337.
- Arancibia, H. 2015. Hakes: Biology and Exploitation. John Wiley and Sons, Ltd, UK, 348 pp.
- Arancibia, H., R. Robotham., R. Alarcón., M. Barros., O. Santis. & C. Sagua. 2017. Informe Final Proyecto FIP N° 2015-45. Metodología para la Estandarización de Capturas Totales Anuales Históricas. Casos de Estudio: Pesquerías Merluza Común y Merluza del Sur. Universidad de Concepción, 207 pp.
- Chong, J. 1993. Ciclo de madurez sexual del congrio dorado (*Genypterus blacodes*) en la zona de la pesquería sur-austral. Estudio complementario a “Captura total permisible del recurso merluza del sur en aguas interiores, 1991”. IFOP-SUBPESCA (Circulación restringida).
- Chong, J. & R. Galleguillos. 1993. Determinación de unidades de stock de merluza del sur. Estudio poblacional de merluza de cola. Estudio de reproducción de congrio dorado y estudio de edad de la merluza de cola. Estudio encargado por IFOP a la Sociedad de Estudios Hidrobiológicos Ltda.
- Contreras, F., S. Musleh. & F. Cabello. 2023. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales, año

2023. Merluza del Sur. Informe técnico de asesoría. Subsecretaría de Pesca - IFOP. 129 pp.
- Cohen, D.M., T. Inada., T. Iwamoto. & N. Scialabba. 1990. FAO species catalogue. Vol. 10. Gadiform fishes of the world (Order Gadiformes). An annotated and illustrated catalogue of cods, hakes, grenadiers and other gadiform fishes known to date. FAO Fish. Synop. 125(10). Rome: FAO. 442 pp.
- Daza, E., R. Céspedes., R. Galleguillos., L. Gonzales., C. Vargas., H. Miranda. & J. Saavedra. 2005. Diagnóstico merluza del sur y congrio dorado, Aguas Interiores, XII Región. Proyecto FONDEMA Magallanes y Antártica Chilena. Código BIP: 20196777-0. Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) – Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA).
- Lloris, D., J. Matallanas. & P. Oliver. 2005. Hakes of the world (Family Merlucciidae). An annotated and illustrated catalogue of hake species known to date. FAO Spec. Cat. Fish. Purp. 2: 57 pp. Rome: FAO.
- Ojeda, V. & M. Aguayo. 1986. Edad y crecimiento de merluza del sur (*Merluccius australis*) (Gadiformes-Merluciidae). Investigaciones Pesqueras (Chile) 33: 47-59.
- Paxton, J.R., D.F. Hoese., G.R. Allen. & J.E. Hanley. 1989. Pisces. Petromyzontidae to Carangidae. Zoological Catalogue of Australia, Vol. 7. Australian Government Publishing Service, Canberra, 665 pp.
- Payá I., C. Canales., D. Bucarey., T.M. Canales., F. Contreras., F. Espíndola., E. Leal., C. Montenegro., J.C. Quiroz. & R. Tascheri. 2014. Revisión de los puntos biológicos de referencia (Rendimiento Máximo Sostenible) en las pesquerías nacionales.” Primer Taller internacional. Informe de Avance 1. Subsecretaría de Economía - IFOP. 32 pp.
- Payá, I. 2015. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales, año 2015. Merluza del Sur. Informe de Estatus y Cuota. Subsecretaría de Economía y Empresas de menor tamaño - IFOP. 127 pp.
- Quiroz, J.C. & R. Wiff. 2012. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales, año 2012. Merluza del Sur. Subsecretaría de Pesca - IFOP. 86 pp.

- Quiroz, J.C. 2016. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales, Año 2016. Merluza del Sur. Subsecretaría de Pesca - IFOP. 74 pp.
- Riede, K. 2004. Global register of migratory species - from global to regional scales. Final Report of the R&D-Projekt 808 05 081. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany, 329 pp.
- Stevenson, M.L. 2004. Trawl survey of the west coast of the South Island and Tasman and Golden Bays, March-april 2003 (KAH0304). New Zealand Fisheries Assessment Report 2004/4. 69 pp.

10.1.2 D2. Revisión información base de la historia de vida y pesquería de *Micromisistius australis* (merluza de tres aletas)

Distribución

Merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*), perteneciente a la familia Merlucciidae y denominada en inglés como *Southern blue whiting*, es una especie mesopelágica que se distribuye en el Atlántico sudoccidental, Pacífico sur-oriental y Nueva Zelanda. En el cono sur de América su explotación comercial comenzó a finales de la década del 70, siendo originalmente parte de la fauna acompañante de pesquerías como el congrio dorado (*Geniptyrus blacodes*) y merluza de cola (*Macruronus magellanicus*). Luego, sus capturas adquirieron mayor importancia en la década de los 90, sobre todo en las costas argentinas (Niklitschek *et al.*, 2010). En el Océano Atlántico, como en el Pacífico, la actividad pesquera esta asociada con migraciones reproductivas a las zonas de desove, localizadas hacia el Sur de las Islas Malvinas en el Atlántico sur-occidental y el Golfo de Penas en el Pacífico sur-oriental (Céspedes *et al.*, 1998; Pájaro & Macchi, 2001).

Unidad poblacional

La merluza de tres aletas, se encuentra asociada a la plataforma argentina y chilena, con movimientos migratorios relacionados con las aguas de origen subantárticas, distribuyéndose en la vertical entre los 50 y 900 metros de profundidad. La merluza de tres aletas, se caracteriza por realizar migración hacia las zonas de desove. En las Islas Malvinas, el desove

ocurre entre los meses de septiembre y octubre. En Chile, la merluza de tres aletas presenta una dinámica reproductiva asociada a un pulso migratorio desde el Atlántico entre junio y julio para desovar en aguas chilenas en agosto, concentrándose principalmente entre los 47°S a 51°S.

En relación con la estructura poblacional Arkhipkin *et al.* (2009), mediante el análisis de micro química del otolito analizan las zonas de desove del Pacífico y el Atlántico, y concluyen que los peces adultos presentan estrecha conexión con sus respectivos lugares de desove señalando que la población reproductora de Chile consta de cerca de cuatro quintas partes de los peces nativos, mientras que parte de individuos que migrarían desde el Atlántico. De manera equivalente Niklitschek *et al.* (2010), con técnicas de química del otolito, genética y antecedentes biológico-pesquero, morfología de otolitos y prevalencia parasitaria, describe la existencia de distintos stocks de merluza de tres aletas en el cono sur de América, señalando en base al parasitismo y la microquímica de los otolitos la existencia de dos subpoblaciones alrededor del cono sur de Sudamérica (Niklitschek *et al.*, 2010). Las conclusiones señaladas no condicen con las comparaciones realizadas en el marco del convenio de cooperación entre INIDEP e IFOP, donde se analizan las estructuras de tamaños, la madurez sexual e índices de abundancia, además de los reclutamientos estimados por modelos de evaluación de stock con información independiente; los cuales presentan una importante relación entre las poblaciones en ambos océanos (Contreras & Quiroz, 2017).

Mortalidad natural

Aguayo *et al.* (2010), estiman valores promedios de M , determinados por diferentes métodos que fluctúan entre 0.29 y 0.38 año⁻¹ en hembras y 0.28 y 0.42 año⁻¹ en machos. El valor ponderado de $M=0.32$ y 0.33 año⁻¹ en hembras y machos respectivamente.

Crecimiento

La merluza de tres aletas es una especie relativamente longeva, presenta un rápido crecimiento en los primeros años de vida y una tasa de crecimiento notablemente lenta después de la edad 7. Ojeda *et al.* (1998), registraron individuos desde el GE I hasta el GE XX. En la Tabla 1 se presentan los parámetros de crecimiento reportados para esta especie por distintos autores, siendo el más reciente el estudio de Aguayo *et al.* 2010. Por otro lado, existe dimorfismo sexual en el crecimiento para machos y hembras, presentando las hembras mayor talla.

Tabla 1. Parámetros de crecimiento para merluza de tres aletas en Chile.

Sexo	Parámetro			Estructura medida	Método de determinación	Autores
	L_{∞} (cm)	K (años)	t_0 (años)			
Machos	53,3	0,2330	-1,4586	Radio Anillos	Retro calculo	Payá (1997)
Hembras	56,4	0,2269	-1,1645			
Ambos	55,0	0,2280	-1,3156			
Machos	58,2	0,1391	-3,5728	Radio Anillos	Edad Actual	Ojeda <i>et al</i> (1998)
Hembras	61,6	0,1391	-3,1922			
Machos	51,5	0,2677	-1,5934			
Hembras	55,1	0,2464	-1,1690	Radio Anillos	Retro calculo	Aguayo <i>et al</i> (2010)
Ambos	53,3	0,2550	-1,5584			
Machos	55,0	0,1800	-3,3960			
Hembras	59,1	0,1680	-3,2620	Radio Anillos	Edad Actual	
Machos	52,1	0,2621	-1,6852			
Hembras	55,7	0,2390	-1,6789			
Ambos	53,9	0,2480	-1,7120			

Desove y área de reproducción

La merluza de tres aletas, desova principalmente en aguas subantárticas cercanas a la isla de Georgia del Sur e Islas Malvinas. En aguas chilenas y argentinas, el área de desove de esta especie se encuentra principalmente en la región del Mar Argentino, que incluye la plataforma continental adyacente a la Patagonia Argentina y la zona cercana a Tierra del Fuego. Antecedentes indican que la merluza a mediados de año ingresa a las costas chilenas por el extremo sur desde aguas del Atlántico, desplazándose al norte para desovar, permaneciendo en aguas chilenas asociadas a la plataforma y talud continental hasta noviembre de cada año (Cornejo, 2013). Luego del desove, el recurso retornaría al Atlántico, por el sur a inicios de invierno con altas concentraciones al oeste de la Isla de los Estados, de hecho la información obtenida a partir de cruceros acústicos, ha demostrado que la merluza de tres aletas migran desde el océano Atlántico en junio y julio, y se mueven a lo largo de la costa chilena a su zona de desove en el océano Pacífico, ocurriendo este principalmente en agosto, sugiriendo la existencia de una población en el extremo sur de Sudamérica (Lillo *et al.*, 1999).

En la temporada de desove, que ocurre entre finales de primavera y principios de verano, la merluza de tres aletas se acerca a la plataforma continental para fines reproductivos. La merluza se concentra en aguas relativamente poco profundas, donde libera sus huevos en grandes cantidades, siendo estas zonas ricas en nutrientes para el desarrollo de los huevos y larvas de la especie, describiéndose dos zonas de desove para esta especie, una en el sudoeste Atlántico, en el sector de las Islas Malvinas entre los meses de septiembre y octubre (Shubnikov *et al.*, 1969). La otra zona de desove se encuentra al sur de Chile entre el Golfo de Penas y la Península de Tres Montes (47°S y 51°S) a profundidades de 200-300 m (Céspedes *et al.*, 1998).

En lo que respecta a su proceso reproductivo, la merluza de tres aletas presenta un desarrollo ovárico de tipo sincrónico, con un solo grupo modal de ovocitos, los cuales maduran para ser desovados en tandas sucesivas en corto tiempo, identificándose como un desovador parcial con fecundidad anual determinada (Lillo *et al.*, 2002). El valor de fecundidad visto para una hembra de 51,1 cm LT es cercano a los 478 mil ovocitos (Macchi & Pájaro, 1999). En las costas del Pacífico comienza a desovar a una talla de 31 cm (2 años) y sobre 45 cm de longitud la totalidad de las hembras se encuentran maduras (Lillo *et al.*, 2002; Córdova *et al.*, 2003). Estudios realizados en el stock del Atlántico señalan una talla media de madurez de 35,4 cm para machos y 38,01 cm para hembras (Sánchez *et al.*, 1986), mientras que Macchi & Pájaro (1999) señalan un valor menor cercano a los 31 cm para hembras.

REFERENCIAS

- Aguayo, M., J. Chong. & I. Payá. 2010. Edad, crecimiento y mortalidad natural de merluza de tres aletas, *Micromesistius australis* en el Océano Pacífico suroriental. Revista de Biología Marina y Oceanografía Vol. 45, S1: 723-735.
- Arkhipkin, A., P.C. Schuchert. & L. Danyushevsky. 2009. Otolith chemistry reveals fine population structure and close affinity to the Pacific and Atlantic oceanic spawning grounds in the migratory southern blue whiting (*Micromesistius australis australis*). Fisheries Research 96: 188–194.
- Cordova, J., M. Barbieri., M. Espejo., A. Saavedra., V. Ojeda., L. Muñoz., L. Chong., R. Cespedes., L. Adasme., J. Oliva. & E. Díaz. 2003. Evaluación hidroacústica del stock

- desovante de merluza de tres aletas en su unidad de pesquería, año 2002. Informe final proyecto FIP 2002-20. IFOP, Valparaíso. 76 pp.
- Cornejo, M. 2013. Edad y crecimiento de la merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*) en los stocks de los océanos Atlántico y Pacífico Sur. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Escuela de Ciencias del Mar. Proyecto de Tesis, 41 pp.
- Céspedes R., H. Robotham., A. Zuleta., A. Adasme. & P. Gálvez. 1998. Análisis de la pesquería de la merluza de tres aletas en la zona sur austral. Informe Final (FIP 96-36), IFOP, 124 pp.
- Contreras F. & J.C. Quiroz. 2017. Convenio de desempeño 2017: Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales 2014. Investigación del estatus y evaluación de estrategias de explotación sustentables en Merluza de tres aletas, al sur del paralelo 47°, año 2017.
- Lillo, S., R. Céspedes., V. Ojeda., E. Díaz., Y. Muñoz., A. Saavedra., J. Oliva. & L. Adasme. 2002. Evaluación hidroacústica de merluza de tres aletas. Informe Final Proyecto FIP 2001-20, Instituto de Fomento Pesquero, Valparaíso, Chile.
- Macchi, G.J. & M. Pájaro. 1999. Features of the reproductive biology of the southern blue whiting (*Micromesistius australis*). En: Reproductive habitat, biology and acoustic biomass estimates of the southern blue whiting (*Micromesistius australis*) in the sea off southern Patagonia. Doc. Cient. INIDEP. 5: 67-79.
- Niklitschek, E.J., D.H. Secor., P. Toledo., A. Lafon. & M. George-Nascimento. 2010. Segregation of SE Pacific and SW Atlantic southern blue whiting stocks: integrating evidence from complementary otolith microchemistry and parasite assemblage approaches. Environmental Biology of Fishes, 89: 399-413.
- Ojeda, V., F. Cerna., M. Aguayo., I. Payá. & C. Chong. 1998. Estudio de crecimiento y construcción de claves talla edad de merluza de tres aletas y merluza de cola, Proyecto FIP 97-15. Instituto de Fomento Pesquero, Valparaíso, Chile, 134 pp.
- Pájaro, M. & G.J. Macchi. 2001. Spawning pattern, length at maturity, and fecundity of the southern blue whiting (*Micromesistius australis*) in the South-west Atlantic Ocean. New Zeal. J. Mar. Fresh., 35: 375-385.
- Payá, I. 1997. Investigación CTP merluza de tres aletas. Instituto de Fomento Pesquero, Valparaíso, Chile, 67 pp.

- Sánchez, R., J. Ciechomszki. & E. Acha. 1986. Estudios sobre la reproducción y fecundidad de la polaca (*Micromesistius australis* Norman, 1937) en el mar Argentino. Res. Invest. Des. Pesq., 6: 21-43.
- Shubnikov, D.A., Y.E. Permitin. & S.P. Voznyak. 1969. Biology of the pelagic gadoid fish *Micromesistius australis* Norman. Trudy VNIRO 66: 299-306.
- Lillo, S., R. Céspedes. & M. Barbieri. 1999. Evaluación directa del stock desovante de merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*) y monitoreo de sus procesos biológicos y migratorios. Informe Final, IFOP (1999), 48 pp.

10.1.3 D3. Resumen de la metodología utilizada para evaluar el stock desovante de merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre las regiones de los Lagos y de Magallanes y la Antártica Chilena

PROLOGO

El presente documento resume la metodología empleada y los resultados más importantes de la estimación de biomasa y abundancia de merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*) durante el crucero destinado a evaluar el stock desovante de esta especie en aguas exteriores entre las regiones de los Lagos y de Magallanes y la Antártica Chilena, año 2022.

Además, se informan los principales resultados y cambios metodológicos en la serie de tiempo desde el año 2001 al 2022.

1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en las aguas exteriores entre las regiones de los Lagos y de Magallanes y la Antártica Chilena, durante el año 2022.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- i. Estimar el tamaño del stock total y desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, presentes en el área de estudio.
- ii. Determinar la composición demográfica de los stocks evaluados de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas.
- iii. Caracterizar la actividad reproductiva de los stocks evaluados de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, a partir de los datos obtenidos en los lances de identificación.

iv. Caracterizar la fauna acompañante de la merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, a partir de los datos obtenidos en los lances de identificación, en el área y período de estudio.

v. Caracterizar las agregaciones de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, registrada acústicamente en el área de estudio.

3. ANTECEDENTES

La merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*, Norman, 1937) muestra dos poblaciones, una alrededor de Nueva Zelanda en el Pacífico suroccidental y otra en el Pacífico suroriental y Atlántico suroccidental (Csirke, 1990). Existe debate sobre si son poblaciones separadas o subpoblaciones (Ryan *et al.*, 2002). Niklitschek *et al.* (2008) no encuentran evidencia de segregación poblacional a escala evolutiva, pero sugieren dos poblaciones separadas. Por otro lado, Arkhipkin *et al.* (2008) encuentran diferencias en los niveles de estroncio entre ejemplares capturados en Chile y Argentina, respaldando la existencia de subpoblaciones. Esta conclusión es respaldada por Niklitschek *et al.* (2010), quienes también encuentran diferencias mediante análisis químicos y parasitarios.

La merluza de tres aletas tiene una amplia distribución geográfica en el Océano Atlántico, encontrándose entre las latitudes 38°00'S a 55°00'S en invierno y desde los 42°00'S a 55°00'S en verano, principalmente en profundidades de 80 a 800 m cerca del talud continental (Perrotta, 1982). Durante el verano, se extiende hacia el extremo meridional del mar de Scotia entre las islas Georgias y Shetland del sur, asociada a un desplazamiento trófico durante el primer trimestre del año. En el océano Pacífico Suroriental, su distribución se encuentra entre las latitudes 42°26'S a 57°00'S, asociada principalmente a la plataforma y talud continental en un rango batimétrico entre 130 a 800 metros (Avilés & Aguayo, 1979; Lillo *et al.*, 1993). Lillo & Paillamán (1995), propusieron un esquema de dinámica espacial que describe un pulso migratorio reproductivo de la merluza de tres aletas en el Pacífico suroriental. Este pulso migratorio solía ingresar al sector chileno desde el sector Atlántico a fines del segundo trimestre, desplazándose hacia el norte en la plataforma y talud continental, concentrándose en un área de desove entre las latitudes 47°00'S a 51°00'S de julio a septiembre, para luego retornar al sur y abandonar el sector Pacífico hacia mediados de noviembre. Sin embargo, desde 2010, se ha observado un cambio en esta dinámica reproductiva. El recurso ahora se concentra principalmente cerca de la península de tres montes (47°00'S), con un desfase

temporal de al menos quince días respecto a los máximos de abundancia y biomasa registrados antes de 2012 (Saavedra *et al.*, 2012; Saavedra *et al.* 2017; Vargas *et al.*, 2018-2022).

Entre 2001 y 2005, se observó una estructura de tallas de la merluza de tres aletas con una mayor presencia de peces adultos, indicativa del período de desove. En 2007, se notó una concentración importante de peces del grupo de edad XVIII y mayores, con la continuación del GE IX relevante, siguiendo la tendencia del GE VIII del año anterior. En 2012, se observó una composición más joven con la moda en el grupo de edad IV. En 2017, el 39% de la estructura de abundancia fue conformada por el GE V, destacando como moda en este grupo. En 2018, el GE VI fue la moda principal, mientras que, en 2019, el GE VII continuó siendo importante. Esto sugiere un cambio hacia un stock desovante cada vez más joven, lo que podría afectar el recurso, aunque se destaca que la presencia de individuos más adultos no ha desaparecido por completo, pero su proporción en el stock desovante ha cambiado (Ojeda *et al.*, 2020).

La merluza de tres aletas presenta un proceso reproductivo sincrónico, con un solo grupo modal de ovocitos que se desovan en tandas sucesivas en poco tiempo, indicativo de un desovador parcial con fecundidad anual determinada (Lillo *et al.*, 2002; Macchi & Pájaro, 1999). La información recopilada desde 2001 muestra una disminución constante en la talla mínima de desove de las hembras, evidenciando una mayor participación de individuos jóvenes en el proceso (Lichtenberg, M. 2019 en Vargas *et al.*, 2020).

El desove en el Pacífico ocurre entre mediados de julio y septiembre, con un pico en agosto-septiembre (Lillo *et al.*, 1993; Córdova & Céspedes, 1997; Lillo & Céspedes, 1998; Lillo *et al.*, 2002; Córdova *et al.*, 2003; Lillo *et al.*, 2004 y 2005; Saavedra *et al.*, 2017). En el Pacífico suroriental, se registra una alta actividad reproductiva en ese periodo, con valores de fecundidad promedio que varían entre 386.831 y 733.540 ovocitos, y más del 50% de las hembras en proceso de desove activo (Lillo *et al.*, 2002; Córdova *et al.*, 2003; Lillo *et al.*, 2004).

La talla media de madurez sexual en el Pacífico suroriental se estima en 38,4 cm (Balbontín & Lillo, 1999) y 36 cm (Córdova *et al.*, 2003; Lillo *et al.*, 2004). En el Atlántico suroccidental, para machos es de 35,4 cm y para hembras es de 38,01 cm (Sánchez *et al.*, 1986), aunque Macchi & Pájaro (1999) indican un valor menor de 30,8 cm. En 2019, se

registró una talla de 33,6 cm, más baja que las estimaciones previas, lo que sugiere una presencia más frecuente de hembras jóvenes en el proceso reproductivo.

Los primeros estudios sobre la dieta de *M. australis* revelaron su alimentación zooplanctófaga, destacando crustáceos pelágicos (eufáusidos) y pequeños peces (mictófidios) como principales presas (Otero, 1977; Pool *et al.*, 1997; Lillo *et al.*, 2003; Brickle *et al.*, 2009). Se observa una baja proporción de estómagos con contenido, atribuida a la rápida digestión de presas de zooplancton (Pool *et al.*, 1997). Aunque *M. australis* es parte de la dieta de *Merluccius australis* y *Genypterus blacodes*, no alcanza la importancia de *Macruronus magellanicus* (Pool *et al.*, 1997; Lillo *et al.*, 2002, 2003). Sin embargo, estudios isotópicos recientes la identifican como un depredador de peces mesopelágicos del género *Lampanyctus*, indicando una adaptación a su entorno (Klarian *et al.*, 2018).

La pesquería de merluza de tres aletas se inició a fines de la década de 1970 con desembarques de 2,000 a 5,000 toneladas, como parte de la captura incidental de otras especies. A partir de 1993, proyectos de desarrollo pesquero impulsaron un fuerte crecimiento de los desembarques, alcanzando 31,000 toneladas anuales en la década de 1990. Sin embargo, los desembarques mostraron señales de disminución después de 2010. En los últimos 16 años, se ha capturado entre el 78% y el 95% de la cuota asignada. En 2019, los desembarques en Chile alcanzaron su nivel mínimo en los últimos 25 años, con aproximadamente 6,075 toneladas.

Los estudios de pesca en el Atlántico y el Pacífico muestran que las mayores capturas de merluza de tres aletas ocurren entre el segundo y tercer trimestre del año, cuando migran hacia sus áreas de desove. Wohler & Marí (1996) indican que las principales áreas de pesca de la flota argentina se encuentran al este y noreste de las islas de los Estados, con mayores capturas en mayo-junio cerca del banco Burdwood, en dirección a las islas Malvinas (Madirolas *et al.*, 1997). Entre 1991 y 2006, Argentina tuvo capturas superiores a las de las Malvinas y Chile. La Comisión pesquera del Atlántico sur recomendó reducir la mortalidad por pesca, manteniendo bajas las capturas en las Malvinas desde 2010, debido a su declaración como área de desove. En los últimos diez años, Chile ha sido el mayor productor, con un 46,5% de las capturas totales, seguido de Argentina y las Malvinas (Falkland Island Government, 2020).

Las evaluaciones de la biomasa de la merluza de tres aletas muestran fluctuaciones significativas a lo largo de los años. En 1993, entre junio y noviembre, la biomasa disminuyó un 65%. Durante el período reproductivo de 2001 y 2002, la biomasa rondaba las 200 mil toneladas, pero en 2004 cayó a 84,000 toneladas debido al post-desove. En 2009, hubo un aumento del 22% en la biomasa. Sin embargo, en 2012, se observó un cambio en el comportamiento del recurso, con una disminución del 32% en la biomasa respecto al año anterior. A pesar de repuntes en 2015 y 2016, la situación se complicó en 2019, con la biomasa cayendo a alrededor de 13,000 toneladas, principalmente compuesta por individuos jóvenes. Aunque 2020 mostró un aumento inesperado en la biomasa, volvió a caer en 2021, generando incertidumbre sobre el futuro de la especie.

La pesquería de la merluza de tres aletas fue declarada en régimen de plena explotación en 2000, conforme a la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA). La asignación de cuotas se lleva a cabo mediante licencias transables de pesca, y se establecieron comités científicos técnicos para asesorar en la administración de las pesquerías. El Ministerio de Economía, Fomento y Turismo es responsable de regular la actividad pesquera y acuícola. En este contexto, se incluyó el proyecto de evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en el programa de investigaciones del año 2022, con el objetivo de determinar niveles de captura permisibles para garantizar la sustentabilidad de la actividad.

4. METODOLOGÍA

4.1 Área y período de estudio

El estudio se centró en la plataforma continental entre las latitudes 46°30'S y 51°00'S, entre 100 y 1500 m de profundidad, donde se encuentran los principales lugares de desove de la merluza de tres aletas. Históricamente el crucero se ha realizado principalmente en el mes de agosto, considerando entre 3 y 15 días para el desarrollo de este. Los años 2021 y 2022 fueron los años con menor cantidad de días de estudio, 4 y 3 días respectivamente (Tabla 1).

4.2 Embarcaciones y equipos utilizados

4.2.1 Embarcación

El año 2022 La embarcación utilizada fue el buque fábrica “Cabo de Hornos”.

En los últimos 21 años, variadas han sido las embarcaciones utilizadas como plataforma de investigación, principalmente barcos factoría: Unzen, Fríosur VIII y el Cabo de Hornos.

Además, se han utilizado dos embarcaciones científicas, que son: Abate Molina y AGS61 Cabo de Hornos (Tabla 1).

4.2.2 Equipos

a) Sistema de ecointegración

Para el registro de la información acústica se han utilizado 3 tipos de ecosonda: Científicas sin banda ancha (EK60), científicas banda ancha (EK80) y ecosondas pesqueros (ES60), todas marca simrad y equipadas con al menos un transductor split beam de 38 kHz. El ecosonda fue configurada en su frecuencia principal (38 kHz) para transmitir a una potencia de 2000 W y una duración del pulso de 1,024 ms (Tabla 1).

Se informa que los ecosondas fueron calibrados según el procedimiento recomendado por el fabricante antes de cada crucero de evaluación, sin embargo, no se informa si se hizo intercalibración entre los mismos para validar la correspondencia entre los datos registrados por las distintas embarcaciones, equipos y tecnologías. Además, los ecosondas pesqueros (ES60) introducen un error intencional en la data registrada por parte del fabricante (triangle wave error sequence) y no permiten la calibración interna, debiendo hacerse una corrección en el proceso de análisis de la información acústica registrada. Si bien en algunos casos se informa la corrección de la calibración, no se informa la corrección del TWES.

b) Equipos de pesca

Los lances de pesca de identificación fueron realizados con red de media agua de distintos modelos, ocupando seis diferentes, siendo las más utilizadas la red Gloria 1408 y 896, además de la red Barracuda 608, cuyos tamaños de abertura son diferentes (Tabla 1). Para, de cierta manera estandarizar la captura, se instaló un cubrecopo de 50 mm de tamaño de malla, para retener el mayor rango de longitudes de peces posible, manteniendo las condiciones operacionales de estudios anteriores.

4.3 OBJETIVO ESPECÍFICO 1.

Estimar el tamaño del stock total y desovante de merluza de tres aletas presente en el área de estudio.

4.3.1 Diseño del muestreo

Tradicionalmente, el diseño de muestreo ha sido de tipo sistemático, el cual presume la aleatoriedad en la distribución del recurso con respecto a la ubicación de la primera transecta.

Este enfoque ha sido considerado como el más apropiado en estudios destinados a estimar la abundancia y distribución de un recurso pesquero (Rivoirard *et al.*, 2000; Kalikhman, 2002).

4.3.2 Transectas de muestreo acústico

El muestreo acústico del área de estudio ha variado en cuanto al número de transectas distribuidas de forma sistemática y con dirección perpendicular al sentido general de la costa, con un mínimo de 13 y un máximo de 64 transectas, cubriendo veriles principalmente entre 100 y 1000 m de profundidad. Los dos últimos años (2021 y 2022) presentaron la menor cantidad de transectas de toda la serie. (Tabla 1)

Es importante señalar que la variación en el número de transectas se produce por muestreos más intensos en las zonas de cañones, ya que, en general el estudio ha realizado 49 transectas separadas cada 5 mn y en la zona de cañones la distancia entre dos transectas adyacentes fue de 2.5 y 0.5 mn dependiendo el año (Tabla 1).

La densidad acústica, intensidad de blanco y la profundidad del fondo, se recolectaron de manera continua y georreferenciada durante las transectas; discretizadas en unidades básicas de muestreo (UBM) de 1 mn entre los años 2001 y 2006 para luego disminuir la UBM en los años siguientes a 0.5 mn (Tabla 1).

4.3.3 Estimación de la abundancia y biomasa.

La estimación de la abundancia y biomasa del stock entre los años 2001 y 2022 se basó principalmente en dos métodos: el método geoestadístico a lo largo de toda la serie, y la variación del segundo método de estimación, detallada en la Tabla 1.

Desde el año 2001, se observa un descenso general en la biomasa y la abundancia, con una marcada variabilidad. Destaca un valor notablemente alto en el año 2020, con la mayor abundancia de peces registrada en la serie temporal y una biomasa similar a años anteriores, lo que sugiere que ese año en particular, el stock está compuesto principalmente por merluza de tres aletas de pequeño tamaño. Por otro lado, las abundancias y biomasa más bajas se registran en los años 2019 y 2022, justo antes y después del pico de abundancia de 2020 (Figuras 1 y 2).

4.4 OBJETIVO ESPECÍFICO 2.

Determinar la composición demográfica del stock de merluza de tres aletas.

4.4.1 Estructura de tallas y proporción sexual

Se utilizó un diseño de muestreo bi-etápico para estimar la estructura de talla y la proporción sexual de la merluza de tres aletas. En el primer paso, se tomaron lances de pesca como unidades de muestreo primario, seguidos de la selección aleatoria de ejemplares capturados para la segunda etapa. Se registraron datos como fecha, hora, posición, profundidad, captura, talla, sexo y frecuencia en cada muestreo. La composición de talla se estimó combinando las distribuciones de tallas de los lances de pesca, con pesos proporcionales a las capturas de cada lance. Las distribuciones resultantes se representaron gráficamente junto con distribuciones acumuladas. Además, el análisis de las estructuras de talla y proporción sexual se basó en información espacial, correspondiente a las zonas definidas para la estimación de biomasa hidroacústica.

Se aplicó un análisis similar al utilizado en proyectos previos entre 2001 y 2020, dividiendo el área de estudio en tres áreas: Taitao (Área 1, entre 45°30' y 47°29'S), golfo de Penas-Ladrillero (Área 2, entre 47°30' y 48°59'S) y Trinidad-Concepción (Área 3, entre 49°00' y 51°00'S). Sin embargo, debido a una reducción del área de estudio en el año actual, solo se obtuvo información de las zonas 1 y 2.

4.4.2 Composición de edades del stock de merluza de tres aletas.

El diseño de muestreo para la estimación de la estructura de edades de la merluza de tres aletas es relacional, conectando la captura en número y la estructura de edad. La asignación de grupos de edad se basa en el número de anillos observados en los otolitos, junto con el tipo de borde y la época del muestreo. Se emplea una fecha de nacimiento arbitraria, comúnmente el 1 de enero, para identificar la clase anual.

Los otolitos se someten a un tratamiento de hidratación y pulido para resaltar los anillos, facilitando su observación bajo un microscopio estereoscópico. Las claves edad-talla agrupan a los individuos según su longitud en intervalos de 2 cm, proporcionando la probabilidad de pertenencia a diferentes edades. La composición en número de la abundancia por edad se determina utilizando estas claves, basadas en las lecturas de edad de los otolitos recolectados.

La relación longitud-peso, fundamental en pesquerías, se establece mediante una ecuación alométrica que relaciona el peso con la longitud. Los parámetros de esta ecuación se estiman mediante regresión lineal de datos log-transformados, aunque la corrección del sesgo introducido rara vez se aplica en aplicaciones pesqueras debido a su pequeña magnitud.

4.5 OBJETIVO ESPECÍFICO 3.

Caracterizar la actividad reproductiva del stock evaluado de merluza de tres aletas a partir de los datos obtenidos en los lances de identificación.

A partir de las muestras obtenidas durante los lances de identificación realizados en los cruceros de evaluación acústica se caracterizaron diferentes aspectos del estado reproductivo de la merluza de tres aletas.

4.5.1 Metodología a bordo

A cada ejemplar se le registró la longitud total (LT), el peso total y el peso eviscerado, ambos con una precisión de 5 gramos y peso de la gónada, con una precisión de 1 gramo. Además, se determinó la madurez sexual de acuerdo con una escala de apreciación macroscópica, para posteriormente los ovarios ser inmediatamente fijados en formalina al 10% tamponada (introducidos completamente en el fijador). La fijación es una etapa esencial de la técnica histológica, siendo de gran importancia la velocidad de penetración del fijador en los diversos tejidos para conservarlo lo más parecido al estado vivo y protegerlo de la autólisis y del ataque bacteriano, evitando las distorsiones y retracciones que sobrepasen los límites compatibles con la obtención de cortes (Santander *et al.*, 1984; Hunter *et al.*, 1985). A partir del estudio del presente año, los antecedentes que se presentan en San Juan (2021) serán considerados para el establecimiento de los estadios de madurez. En dicho trabajo se definen los distintos estadios de madurez con base en los aspectos macroscópicos e histológicos que los caracterizan.

4.5.2 Procesamiento de muestras

Los ovarios fijados se procesaron histológicamente para el examen microscópico del parénquima gonadal, en base a los criterios señalados por San Juan (2021). Cada ovario se clasificó en su fase de madurez según la escala microscópica para hembras de merluza de tres aletas. El método microscópico se basa en la observación interna de la gónada y su aplicación permite confirmar las apreciaciones efectuadas en forma macroscópica, dado que

confiere una información precisa y detallada de las distintas transformaciones morfológicas que acontecen durante el ciclo de maduración gonadal.

4.5.3. Estimación de Indicadores reproductivos

Se calculó el índice gonadosomático individual como la proporción del peso de la gónada con respecto al peso eviscerado. Posteriormente se obtiene el IGS promedio.

El diseño de muestreo para estimar la proporción de estadios de madurez correspondió a un muestreo aleatorio bi-etápico, donde las unidades de primera etapa corresponden a los lances y de segunda etapa a la selección de ejemplares al interior del lance.

4.5.4 Estimación de la ojiva de madurez a la talla y edad

Se necesita una cobertura y representatividad adecuadas de tamaños de la población para ajustar correctamente la ojiva de madurez. Se realizó un muestreo dirigido para incluir ejemplares de tamaños poco comunes, especialmente aquellos menores a 41 cm, que abarcan la fracción juvenil y de transición a la madurez. Se basó en estimaciones de $L_{50\%}$ entre 36,0 y 36,7 cm obtenidas de evaluaciones previas de la especie (Saavedra *et al.*, 2010).

El análisis consta de dos pasos. Primero, se ajusta un modelo para la probabilidad de madurez sexual (P) en función del tamaño/edad del pez. Luego, se estima el tamaño/edad del pez dado cierta probabilidad de madurez, típicamente la talla/edad donde $P=50\%$. Esta metodología sigue el enfoque detallado por Roa *et al.* (1999), quienes han abordado el tema exhaustivamente.

4.5.5 Estimación de la fecundidad

La fecundidad total se determinó utilizando el método gravimétrico, basado en la relación entre el peso del ovario y la densidad de ovocitos, descrito por Hunter & Goldberg (1980), Santander *et al.* (1984) y Hunter *et al.* (1985). Se examinaron 56 hembras para asegurar un error relativo del 9 al 10% en la estimación de la fecundidad promedio.

Dado que la merluza de tres aletas es un desovador parcial con fecundidad anual predecible, se seleccionaron microscópicamente solo ovarios en desarrollo avanzado pre-desovantes, sin signos de atresia folicular, para el cálculo de la fecundidad total. Se aplicó el método de distribución modal de tamaños de los ovocitos.

El proceso incluyó la extracción de una submuestra de la región media del ovario de cada hembra seleccionada, la cual se pesó con precisión de 0.1 mg. Los ovocitos de la submuestra se disgregaron mecánicamente en un tubo bajo presión de agua y se retuvieron en un tamiz de 250 μm . Luego, los ovocitos se digitalizaron con un escáner y se analizaron utilizando el programa ImageJ, tras calibrar las unidades de píxeles a micras.

4.6 OBJETIVO ESPECÍFICO 4.

Caracterizar la fauna acompañante de merluza de tres aletas a partir de los datos obtenidos en los lances de identificación, en el área y período de estudio.

4.6.1 Composición e importancia relativa de la captura.

Se estableció un diseño para evaluar la importancia relativa de la fauna acompañante basado en su proporción en la captura, utilizando como unidad de muestra cada lance de pesca identificado. Se analizó información como el peso total capturado en kilogramos por especie en cada lance, junto con datos de muestreo como número de lance, posición geográfica, hora de inicio y fin, fecha y profundidad.

El diseño muestral incluyó un censo de especies e individuos en lances de baja captura (hasta 1000 kg). En caso de no poder muestrear toda la captura, se tomaron muestras aleatorias en cajas de 30 kg, cuyo número varió según la siguiente escala de captura.

Intervalo Captura (kg)	Número cajas
< 2000	3
2000 - 6000	4
6000 - 17000	5
> 17000	6

Cada caja muestreada se identificó y registró su peso total, para luego separar todas las especies presentes (incluyendo la especie objetivo), y registrar su peso por grupo de especies y contabilizar la cantidad de individuos por especie, presentes en la muestra.

Se agruparon los lances de pesca por rango de profundidad y posición latitudinal a fin de describir y analizar la presencia de las especies según estas categorías.

4.6.2 Análisis de los datos

Se realizó un análisis descriptivo para calcular el aporte porcentual en peso de las especies que conforman la fauna acompañante del recurso merluza de tres aletas. Se describieron los

datos en términos de posición latitudinal y de manera global en relación con la captura total y la captura específica de la merluza de tres aletas, así como de las especies acompañantes. Para determinar el aporte porcentual de cada especie respecto a la captura total de merluza de tres aletas, se agrupó la fauna acompañante por especie y rango latitudinal, basándose en datos de los lances de pesca. Se examinó el volumen de captura específico de cada especie para evaluar su importancia relativa en peso en comparación con la especie objetivo, tanto en términos de contribución a la captura total como en relación con la merluza de tres aletas.

4.6.3 Análisis comunitario

Se realizó un análisis para identificar agrupaciones específicas en la fauna acompañante de la merluza de tres aletas. Se dividió el área de estudio en tres macrozonas, cada una subdividida en rangos batimétricos de 50 metros para facilitar la comparación faunística. Este análisis se basó en métodos de clasificación y ordenación de especies, permitiendo obtener una visión macro de la estructura de la comunidad asociada a la especie objetivo, según lo propuesto por Acuña *et al.* (2004).

4.7 Objetivo específico.5.

Caracterizar las agregaciones de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, registradas acústicamente en el área de estudio. Sección merluza de tres aletas.

La merluza de tres aletas forma agregaciones fácilmente identificables y distinguibles de otras especies presentes en el área, como la merluza de cola y la merluza del sur. Estas agregaciones se caracterizan como estratos de alta densidad, bien definidos en los bordes y formando cardúmenes. La detección y separación de estas agregaciones no son complejas. Se utilizó el sistema de eointegración Simrad EK-80 para realizar observaciones acústicas verticales durante el crucero de evaluación. Los datos se procesaron con el programa Echoview® (versión 9.0.343). Se definió un ecotrazo como un conjunto de muestras acústicas con continuidad vertical y horizontal que superan un umbral predefinido de energía y tamaño, con resolución horizontal determinada por la distancia entre pulsos sucesivos y resolución vertical por la semi-longitud del pulso.

Procedimiento de detección y de asignación de ecotrazos de merluza de tres aletas

1. Definición de líneas de superficie y línea de fondo en el ecograma, las cuales limitaron las zonas de detección superior e inferior en el ecograma.

2. Revisión y edición de la línea de fondo, la cual fue corregida en las zonas en que hubo pérdida de señal, o en las zonas en que eventualmente el fondo se confundía con señales de agregaciones muy cercanas a éste, Esta corrección de la señal de fondo generó un límite inferior para el área de integración y detección.
3. Revisión y edición de la línea de superficie, la cual debió ser generada a una profundidad tal que evite que la turbulencia o burbujas generadas por el casco del buque sean incorporadas como ruido a la integración, esta línea se ubicó 3 metros bajo el transductor. En todo caso este factor no fue relevante dada la profundidad media en que se encontraba el recurso.
4. Limpieza del ecograma, este proceso consistió en definir regiones del tipo “bad data”, las cuales fueron excluidas de la detección e integración de los ecotrazos seleccionados y correspondieron a zonas con ruido acústico y fuera del contorno de éstos, de tal forma de delinear el borde de la señal acústica.
5. Una vez limpio el ecograma se enmarcó el ecotrazo seleccionado dentro de una región (rectangular) y se procedió a la detección automática de agregaciones, delineándose de esta forma el contorno de ésta. Los parámetros de detección fueron variables y dependieron de cada ecotrazo en particular, ya que en ocasiones un parámetro estándar provoca cortes en la agregación.
6. Asignación de NASC: A fin de asignar correctamente los s_A a los ecotrazos detectados y que sobrepasaban el largo de la UBM (0,5 mn), se procedió a exportar dos tipos de archivos. Uno con “regiones” y otro con “regiones y celdas (UBM’s)”, debiendo efectuar un cruzamiento a fin de asignar a cada “región” la sumatoria de los s_A (PRC_NASC) que esta región generó en cada celda o UBM.

4.7.1 Descriptores y variables utilizadas en el análisis

Se extrajeron descriptores de posición, energía, morfológicos y batimétricos de las agregaciones detectadas. Los descriptores de posición se refieren a la ubicación geográfica de las agregaciones, los de energía a la energía retrodispersada, los morfológicos al tamaño y forma, y los batimétricos a la posición en la columna de agua, siguiendo metodologías descritas por Scalabrin & Massé (1993) y Freón et al. (1996).

Análisis de los datos:

Se aplicó estadística descriptiva, incluyendo valores promedio, máximo, mínimo, desviación estándar y coeficientes de variación para todos los descriptores. Debido a la reducción del área de estudio durante este año, no se realizaron divisiones por zonas para la estimación de abundancia, biomasa o análisis de agregaciones.

Toda la información obtenida de los descriptores se analizó mediante un análisis de componentes principales (ACP) para resumir la información contenida en la matriz de datos. Esto permitió una representación visual o geométrica de los datos, preservando las características originales de las observaciones. Se utilizó la matriz de correlaciones para reducir la dimensionalidad del problema y obtener componentes principales expresados como combinaciones lineales de las variables originales. Se aplicó el criterio de selección de Kaiser para determinar los componentes principales, seleccionando aquellos con valores propios superiores al valor promedio de todos los componentes (Vivanco, 1999).

Tabla 1. Resumen resultados destacados de evaluación de stock desovante de merluza de tres aletas entre 2001 y 2022.

Year	Code	Abundance	Biomass	Area	Depth	Vessel	Date	Transect	Intertransect distance	Echosounder	UBM	Estimation method	Net
2001	FIP2001-20	246,500,000	199,975	47° a 51° S	100 a 1200 m	B/F Unzen	29 August - 08 September	49	5 mn	ES60	1 mn	Petitgas, 1991 (Geoest)	FT2044S (35-90 m)
2002	FIP2002-20	180,392,501	179,600	47° a 51° S	100 a 1200 m	B/F Unzen	03 - 17 August	49	5 mn	ES60	1 mn	Petitgas, 1991 (Geoest)	FT2044S (35-90 m)
2003	FIP2003-10	172,850,700	174,379	47° a 51° S	100 a 1000 m	B/C Abate Molina	02 - 15 August	49	5 mn	EK60	1 mn	Petitgas, 1991 (Geoest)	Motueka (30-37 m)
2004	FIP2004-08	117,052,899	83,386	47° a 51° S	100 a 1000 m	B/C Abate Molina	13 - 28 August	49	5 mn	EK500	1 mn	Petitgas, 1991 (Geoest)	Motueka (30-37 m)
2005	FIP2005-06	179,000,000	173,876	47° a 51° S	100 a 1000 m	B/F Unzen	13 - 22 August	49	5 mn	ES60	1 mn	Petitgas, 1991 (Geoest)	FT2044S (35-90 m)
2006	BIP30043868-0	178,000,000	128,522	47° a 51° S	100 a 1000 m	B/F Unzen	20 - 27 August	49	5 mn	ES60	1 mn	Petitgas, 1991 (Geoest)	FT2044S (35-90 m)
2007	FIP2007-15	97,239,608	98,500	47° a 51° S	100 a 1000 m	B/F Fríosur VIII	20 - 26 August	49	5 mn	EK60	0.5 mn	Geoest y est. razón	Gloria 896 (40-45 m)
2008	FIP2008-12	106,602,427	93,463	47° a 51° S	100 a 1000 m	B/F Fríosur VIII	15 - 27 August	49	5 mn	EK60	0.5 mn	Geoest y est. razón	Gloria 896 (40-45 m)
2009	FIP 2009-11	174,230,000	113,730	47° a 51° S	100 a 1000 m	B/F Fríosur VIII	18 - 29 August	49	5 mn	EK60	0.5 mn	Geoest y est. razón	Gloria 896 (40-45 m)
2011	FIP2011-09	166,800,000	129,427	47° a 51° S	100 a 1000 m	B/F Fríosur VIII	15 - 28 August	49	5 mn	EK60	0.5 mn	Geoest y est. razón	Gloria 1408 (60-70 m)
2012	FIP2012-08	128,680,000	87,759	47° a 51° S	100 a 1000 m	B/F Fríosur VIII	15 - 28 August	52	5 y 2.5 mn	EK60	0.5 mn	Geoest y est. razón	Gloria 1408 (60-70 m)
2013	FIP2013-13	107,380,000	60,941	46°40' a 51° S	100 a 1500 m	AGS61 Cabo de Hornos	18 - 29 August	59	5 y 2.5 mn	EK60	0.5 mn	Geoest y est. razón	Barracuda 608 (40-50 m)
2014	ASIPA2014	72,645,000	37,341	46°35' a 51° S	100 a 1500 m	AGS61 Cabo de Hornos	24 August - 04 September	64	5 y 2.5 mn	EK60	0.5 mn	geoest, conglomerados y boost	Barracuda 608 (40-50 m)
2015	ASIPA2015	163,900,000	76,001	46°40' a 51° S	100 a 1500 m	AGS61 Cabo de Hornos	18 - 28 August	52	5 y 2.5 mn	EK60	0.5 mn	geoest, conglomerados y boost	Barracuda 608 (40-50 m)
2016	ASIPA2016	154,400,000	97,042	46°35' a 51° S	100 a 1500 m	AGS61 Cabo de Hornos	18 - 28 August	54	5 y 2.5 mn	EK60	0.5 mn	geoest, conglomerados y boost	Barracuda 608 (40-50 m)
2017	ASIPA2017	158,500,000	72,352	46°30' a 51° S	100 a 1000 m	B/F Fríosur VIII	29 August - 06 September	53	5 y 2.5 mn	EK60	0.5 mn	geoest y boost	Gloria 1408 (60-70 m)
2018	ASIPA2018	152,694,000	76,315	46°30' a 51° S	100 a 1000 m	B/F Fríosur VIII	16 - 30 August	53	5 y 2.5 mn	EK60	0.5 mn	geoest y boost	Gloria 1408 (60-70 m)
2019	ASIPA2019	31,300,000	13,167	46°50' a 51° S	100 a 1000 m	AGS61 Cabo de Hornos	23 - 31 August	49	5 y 2.5 mn	EK60	0.5 mn	geoest, conglomerados y boost	Gloria 1408 (60-70 m)
2020	ASIPA2020	333,922,000	139,227	46°30' a 50°25' S	100 a 1000 m	AGS61 Cabo de Hornos	22 - 30 August	37	5 y 0.5 mn	EK60	0.5 mn	geoest y boost	Gloria 1408 (60-70 m)
2021	ASIPA2021	161,800,000	63,232	46°50' a 48°10' S	100 a 1000 m	B/F Cabo de Hornos	20 - 24 August	14	5 y 0.5 mn	EK80	0.5 mn	geoest y boost	Gloria 1408 (60-70 m)
2022	ASIPA2022	35,700,000	13,644	47° a 48° S	100 a 1000 m	B/F Cabo de Hornos	22 - 25 August	13	5 y 2.5 mn	EK80	0.5 mn	geoest y boost	Gloria 704 (27 m)

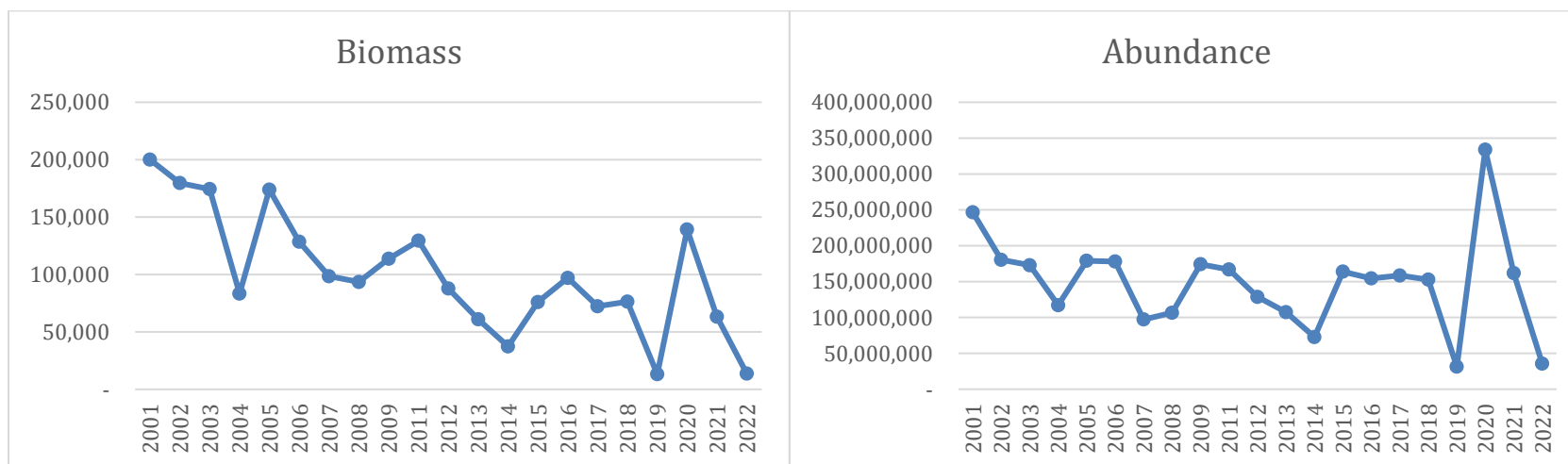


Figura 1. Resultados de estimación de abundancia y biomasa de merluza de tres aletas.

REFERENCIAS

- Aguayo, M., 1974. Estudio de la edad y el crecimiento de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*, Lönnberg) (Gadiformes–Gadidae). Serie Invest. Pesq. Inst. Fom. Pesq. (Chile) 19, 1– 43.
- Aguayo, M., I. Payá., C. Vera., V. Ojeda., I. Céspedes. & J. Donoso, J. 1991. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales 1990. Pesquerías demersales "peces" zona sur austral. Estado de situación y perspectivas del recurso. Corporación de Fomento de la Producción (SGI-IFOP 91/6). Instituto de Fomento Pesquero, Chile, 83 pp. + tablas.
- Aguayo, M., R. Céspedes., L. Arias., I. Payá., E. Figueroa., V. Ojeda., L. Adasme. & L. Muñoz. 1994. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales demersales "peces" zona sur austral - 1993. Estado de situación y perspectivas del recurso. Corporación de Fomento de la Producción (SGI IFOP 94/3). Instituto de Fomento Pesquero, Chile, 50 pp.
- Aguayo, M., R. Céspedes., F. Balbontín., R. Bravo., V. Catasti., O. Gálvez. & L. Adasme. 2001. Dinámica reproductiva de merluza del sur y congrio dorado. Informe final proyecto FIP 99 - 15.
- Alday, A., A. Uriarte., M. Santos., I. Martin., A. Martinez de Murguia. & L. Moto. 2008. Degeneration of postovulatory follicles of the Bay of Biscay anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.), Barcelona, España. Scientia Marina 72 (3) 565-575.
- Balbontín, F. & 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.
- Balbontín, F. & R. Bravo. 2001. Índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza del sur y merluza de cola. En: Informe Final Evaluación hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola, 2001. Informe Técnico para el Instituto de Fomento Pesquero, 45 pp.
- Bradu, D. & Y. Mundlak. 1970. Estimation in lognormal linear models. J. Am. Stat. Assoc. 65(329): 198-211.
- Céspedes, R., L. Adasme., V. Ojeda., C. Vargas, C., L. Muñoz., A. Villalón. & R. San Juan. 2016. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas profundas

- (Informe Final: Sección IV: Pesquería Demersal Sur Austral Industrial, 2015, Convenio de Desempeño IFOP-Minecon, 2015). Valparaíso, Chile: Instituto de Fomento Pesquero.
- Céspedes, R., L. Adasme., V. Ojeda., C. Vargas., L. Muñoz., A. Villalón. & R. San Juan. 2017. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas profundas (Informe Final: Sección IV: Pesquería Demersal Sur Austral Industrial, 2016, Convenio de Desempeño IFOP-Minecon, 2016. Valparaíso, Chile: Instituto de Fomento Pesquero.
- Cochran, W. 1977. Sampling Techniques, 3rd edition. John Wiley, Sons, New York, 428 p.
- Clifford, H.T. & W. Stephenson. 1975. An introduction to numerical classification. Academic Press, Inc., London, 229 pp.
- Córdova, J., R. Céspedes., V. Ojeda., F. Balbontín., P. Rojas., A. Saavedra., M.A. Barbieri. & J. Saavedra. 2006. Evaluación del Stock desovante de merluza del sur y merluza de cola. Zona Sur Austral, 2005. Informe proyecto FIP 2005-04.
- Chong, J. 2000. Ciclo de maduración ovárica, fecundidad y talla de madurez en *Macruronus magellanicus* (Lonnberg, 1907) de la zona sur de Chile. Biol. Pesquera 28: 3-13.
- De Robertis, A. & K. Williams. 2008. Weight-length relationships in fisheries studies: the standard allometric model should be applied with caution. Trans. Am. Fish. Soc. 137:707-719.
- Ernst, B., G. Aedo., R. Roa., L. Cubillos., P. Rubilar., A. Zuleta., L. Castro. & M. Landaeta, M. 2006. Evaluación del reclutamiento de merluza de cola entre la V y X regiones: Revisión metodológica". Informe final FIP 2004-12.
- Freón, P., F. Gerlotto. & O.M. Soria. 1996. Diel variability of school structure with special reference to transition periods. ICES. J. Mar. Sci., 53: 459-464.
- Galleguillos, R., R. Montoya., L. Troncoso., M. Oliva. & C. Oyarzún. 1999. Identificación de unidades de stock en el recurso merluza de cola en el área de distribución de la pesquería. Informe Final. Proyecto FIP 1996-30. U. de Concepción, Fac. Ciencias Naturales y Oceanográficas. 81 pp.
- Giussi, A. R. 2002. Parámetros poblacionales de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) del Atlántico Sudoccidental. Año 2001. Inf. Téc. INIDEP N° 01/02, 7 pp.

- Hair, J. F., R.E. Anderson., R.L. Tathan. & W.C. Black.1999. Análisis Multivariante. Madrid. Prentice Hall. (5º edición).
- Hayes, D. B., J. K.T. Brodziak. & J.B. O'Gorman. 1995. Efficiency and bias of estimators and sampling designs for determining length-weight relationships of fish. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 52: 84 -92.
- Hunter, J. & B. Macewicz. 1985. Measurements of spawning frequency in multiple spawning fishes. In R. Lasker (ed). An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Tech. Rep. NMFS, 36: 79-94.
- Kalikhman, I. 2002. Patchy distribution fields: sampling distance unit and reconstruction adequacy. ICES J. Mar. Sci., 58: 1184-1194.
- Legua, J., V. Ojeda., R. Céspedes., H. Hidalgo., L. Muñoz., M. Landaeta., G. Herrera., E. López., P. Troncoso., L. Rodríguez., E. Molina., S. Klarian., M. Hernández., C. Salas., D. Riquelme., C. Cárcamo. & B. Leiva. 2018. Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre la X y XII Regiones. Sección II: Merluza de cola. SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT. Informe Final. Convenio desempeño 2017. IFOP: 57 pp.
- Legua, J., R. Vargas., R. Cespedes., V. Ojeda., H. Hidalgo., L. Muñoz., M. Landaeta., G. Herrera., E. López., P. Troncoso., L. Rodríguez., S. Klarián., F., C. Cárcamo., J. Julca., I. Quintanilla. & B. Leiva. 2019. Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre la X y XII Regiones. Sección II: Merluza de cola. SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA y EMT. Informe final. Convenio de Desempeño 2018. Instituto de Fomento Pesquero, 70 pp.
- Lillo, S., M. Espejo., M. Rojas., M.A. Barbieri., J. Castillo., V. Ojeda., F. Cerna., R. Céspedes., L. Adasme., H. Miranda., C. Bravo., F. Balbontín., M. Acevedo., L-Rodríguez., M. Braun., V. Valenzuela., H. Miles., J.L. Blanco., J. Letelier. & J. Osses. 1997. Evaluación directa del stock desovante de merluza del sur en la zona sur-austral. Informe final FIP 1996-38, 203 pp.

- Lillo, S., R. Céspedes., V. Ojeda. & R. Vega. 2000. Evaluación directa de merluza de cola en la zona centrosur, 1999. Inf. Téc. FIP-IT/99-06: 55 pp.
- Lillo, S., R. Céspedes., V. Ojeda., F. Balbontín., L. Adasme., M. Aguayo. & A. Saavedra. 2001. Evaluación acústica del stock desovante de merluza del sur en aguas exteriores. Informe Final (FIP 2000-14), IFOP, 64 pp.
- Lillo, S., E. Molina., V. Ojeda., R. Céspedes., L. Muñoz., H. Hidalgo., K. Hunt., L. Adasme., F. Balbontín., R. Bravo., M. Rojas., R. Meléndez. & A. Saavedra. 2009. Evaluación del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona austral, año 2008. Informe Final (FIP 2008-11), IFOP, 114 pp.
- Lillo, S., E. Molina., V. Ojeda., R. Céspedes., L. Muñoz., K. Hunt., H. Hidalgo., F. Balbontín., R. Bravo. & R. Meléndez. 2011. Evaluación del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur - austral, año 2010. Informe Final Pesca de Investigación. Ejecutor IFOP Requiriente SUBPESCA.
- Lillo, S., E. Molina., V. Ojeda., R. Céspedes., L. Muñoz., H. Hidalgo., K. Hunt., A. Villalón., F. Balbontín., R. Bravo., E. Molina., R. Meléndez. & A. Saavedra. 2012. Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral, año 2011. Pesca de Investigación SubPesca-IFOP. Informe FIP 2011-04.
- Lillo, S., E. Molina., V. Ojeda., R. Céspedes., L. Muñoz., H. Hidalgo., K. Hunt., A. Villalón., F. Balbontín., R. Bravo., G. Herrera., R. Meléndez. & A. Saavedra. 2013. Evaluación del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral, aguas exteriores, año 2012. Informe final. FIP 2012-07.
- Lillo, S., E. Molina., V. Ojeda., R. Céspedes., L. Muñoz., H. Hidalgo., K. Hunt., A. Villalón., F. Balbontín., R. Bravo., G. Herrera., R. Meléndez. & A. Saavedra. 2014. Evaluación directa de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, año 2013. FIP 2013-13. 106 pp.
- Lillo S., E. Molina., J. Legua., V. Ojeda., R. Céspedes., L. Muñoz., H. Hidalgo., K. Hunt., A. Villalón., F. Balbontín., R. Bravo., G. Herrera., S. López. & A. Saavedra. 2015. Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre la X y XII Regiones. Sección II: Merluza

- de cola SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT. Informe de Avance 2. Convenio de Desempeño 2014 Ejecutor: IFOP.
- Lillo, S., J. Legua., V. Ojeda., R. Céspedes., L. Muñoz., H. Hidalgo., K. Hunt., A. Villalón., F. Balbontín., R. Bravo., G. Herrera., E. Molina., S. López. & A. Saavedra. 2016. Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre la X y XII Regiones. Sección II: Merluza de cola SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT. Pre-Informe Final. Convenio de Desempeño 2015 Ejecutor: IFOP.
- Lillo, S., J. Legua., V. Ojeda., R. Céspedes., L. Muñoz., H. Hidalgo., K. Hunt., A. Villalón., F. Balbontín., R. Bravo., G. Herrera., E. Molina., S. López. & B. Leiva. 2017. Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre la X y XII Regiones. Sección I: Merluza del sur. SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT. Informe Final. Convenio de Desempeño 2016 Ejecutor: IFOP.
- McCullagh, P. & J.A. Nelder. 1989. Generalized Linear Models. London: Chapman and Hall, 511 pp.
- Ojeda, V. & I. Céspedes. 1988. Elaboración de claves edad-talla y composición en número de individuos por grupos de edad para merluza del sur, *Merluccius australis*, (Hutton.1872), en la zona sur-austral, año 1987. Informe Interno, IFOP.
- Ojeda, V., F. Cerna., J. Chong., M. Aguayo. & I. Payá. 1998. Estudio de crecimiento y construcción de claves talla edad de merluza de tres aletas y merluza de cola. FIP 97-15 – IFOP, 131 pp.
- Ojeda, V., F. Cerna., H. Hidalgo., R. Bravo., L. Cid., L. Muñoz. & L. Chong. 2001. Determinación de Edad. En: Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Investigación Estado de Situación Pesquería Demersal Zona Sur - Austral, 2000. II Parte. 46 pp.
- Ojeda, V., L. Muñoz., H. Hidalgo., R. Bravo., L. Cid., K. Hunt. & L. Miranda. 2007. Estimación de Edad. En: Informe Final Programa de Seguimiento de las Principales Pesquerías Nacionales. Investigación Estado de Situación Pesquería Demersal Zona Sur - Austral, 2006.

- Ojeda, V., L. Muñoz., K. Hunt., L. Miranda., R. Bravo., L. Cid., H. Hidalgo. & M. Miranda. 2008a. Estructuras de edad en las capturas de los recursos pesqueros: Merluza del sur, Congrio dorado, Merluza de cola, Merluza de tres aletas, Bacalao de profundidad. En: Informe Final Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Investigación Situación Pesquería Demersal Sur - Austral, 2007.
- Ojeda, V., O. Guzmán., V. Bocic., L. Muñoz., J. Olivares. & F. Cerna. 2008 b. Actualización y perfeccionamiento de metodologías científicas de determinación de edad en peces para la sustentabilidad de los recursos pesqueros nacionales.05CN11IPT-16. INNOVA – CHILE. Requirente: CORFO. Ejecutor: IFOP.
- Ojeda, V. & L. Muñoz. 2008. Técnicas y metodologías de análisis de edad en recursos pesqueros chilenos. Serie 1 peces de importancia comercial. I.S.B.N. RPI N° 173096.
- Ojeda, V., H. Hidalgo. & L. Muñoz. 2013. Estructuras de edad en las capturas de los recursos: Merluza de cola. Reg. 2013-I-14 En: Proyecto Asesoría Integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura, 2012. Actividad: Demersal. Pesquería Demersal Industrial.
- Ojeda V., L. Muñoz., A. Villalón., K. Hunt., M. Miranda., L. Cid. & L. Vidal. 2014. Estructuras de edad en las capturas de los recursos: Merluza del sur, Congrio dorado, Merluza de tres aletas. En: Proyecto Asesoría Integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura, 2013. Actividad Demersal. Reg. 2014-I-11. SEC- IFOP.
- Ojeda, V., H. Hidalgo. & L. Muñoz. 2015. Estructuras de edad en la captura del recurso: Merluza de cola. Reg. 2015-I-10 En: Proyecto Asesoría Integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura, 2014. Actividad: Demersal. Pesquería Demersal Industrial.
- Ojeda, V., H. Hidalgo. & L. Muñoz. 2016. Estructura de edad en la captura del recurso: Merluza de cola *Macrurus magellanicus*. Reg. 2016-I-D4. En: Proyecto Asesoría Integral Para la Toma de Decisiones en Pesca y Acuicultura, 2015. Actividad: Demersal. Pesquería Demersal Industrial.

- Ojeda, V., H. Hidalgo. & L. Muñoz. 2017. Edad merluza de cola 2016 *Macruronus magellanicus*. Reg. 2017-I-D3. En: Informe final evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en las aguas exteriores entre la X y XII regiones. Sección II: Merluza de cola. SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT. Convenio de Desempeño 2016 Ejecutor: IFOP.
- Ojeda, V., H. Hidalgo. & L. Muñoz. 2018. Edad merluza de cola 2017. *Macruronus magellanicus*. Sección Edad y Crecimiento Reg. 2018-I-D3 En: Informe Final Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en las aguas exteriores entre la X y XII regiones. Sección II: Merluza de cola. Ejecutor: IFOP Requirente: SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT.
- Petitgas, P. 1991. Contributions geostatistiques a la biologie des peches maritimes. Thèse de doctorat, Centre de Geostatistique, Fontainebleau, 211 pp.
- Pool, H., F. Balbontín., C. Montenegro., N. Cortés. & M. Arriaza. 1997. Interacciones tróficas en recursos demersales en la zona sur. Informe final FIP 1994-32. 131 pp.
- Rencher, A. 1995. Methods of multivariate analysis. New York. Wiley. 627 pp.
- Rivoirard, J., K. Simmonds., P. Foote., A. Fernandes. & N. Bez. 2000. Geostatistics for estimating fish abundance. Ed. Blackwell. 345 pp.
- Robotham, H. & J. Castillo. 1990. The bootstrap method; an alternative for estimating confidence intervals of resources surveyed by hydroacoustics techniques. Rapp. P.-v. Reún. Cons. Int. Explor. Mer, 189: 421 - 424.
- Scalabrin, C. & J. Masse. 1993. Acoustic detection of spatial and temporal distribution of fish shoals in the Bay of Biscay. Aquat. Living Resour. 6:269-283.
- Schuchert, P.C., A.I. Arkhipkin. & A.E. Koenig,. 2010. Travelling around Cape Horn: Otolith chemistry reveals a mixed stock of Patagonian hoki with separate Atlantic and Pacific spawning grounds. Fisheries Research 102:80-86.
- Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. 2018. Estado de Situación de las Principales Pesquerías Chilenas, año 2017. Departamento de Pesquerías, División de Administración Pesquera.

- Tascheri, R., J.C. Saavedra. & R. Roa. 2010. Statistical models to standardize catch rates in the multi-species trawl fishery for Patagonian grenadier (*Macruronus magellanicus*) off Southern Chile. Fish Res. 105: 200 - 214.
- Thompson, S.K. 1992. Sampling. John Wiley & Sons, New York, 343 pp.
- Vivanco, M. 1999. Análisis estadístico multivariable. Editorial Universitaria, Chile. 233 pp.
- Wallace, R. & K. Selman. 1981. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. Amer. Zool. 21: 325-343.
- Young, Z., J. Chong., H. Robotham., P. Gálvez. & H. González. 1998. Análisis de la pesquería de merluza de cola en la zona sur-austral. 1998. Informe Final proyecto FIP 96-37. IFOP.

10.1.4 D4. Metodología utilizada para evaluar el stock desovante de merluza del sur en aguas exteriores entre las regiones de los Lagos y de Magallanes y la Antártica Chilena

PROLOGO

Este documento resume la metodología y los resultados más importantes de la estimación de biomasa y abundancia de merluza del sur (*Merluccius australis*) durante el crucero destinado a evaluar el stock desovante de esta especie en aguas exteriores entre las regiones de los Lagos y de Magallanes y la Antártica Chilena, Año 2022.

Además, se informan los principales resultados y cambios metodológicos en la serie de tiempo desde el año 2000 al 2022.

1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en las aguas exteriores entre las regiones de los Lagos y de Aysén.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- i. Estimar el tamaño del stock total y desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, presentes en el área de estudio.

- ii. Determinar la composición demográfica de los stocks evaluados de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas.
- iii. Caracterizar la actividad reproductiva de los stocks evaluados de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, a partir de los datos obtenidos en los lances de identificación.
- iv. Caracterizar la fauna acompañante de la merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, a partir de los datos obtenidos en los lances de identificación, en el área y período de estudio.
- v. Caracterizar las agregaciones de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, registrada acústicamente en el área de estudio.

3. RESUMEN DE ANTECEDENTES

La pesquería demersal sur-austral se estableció en 1972, con la llegada de naves arrastreras soviéticas a las aguas chilenas, amparadas por un acuerdo entre Chile y la URSS. El Decreto Ley N°500 de 1974 y su sucesor, el DL N°600 de 1978, impulsaron la actividad al permitir la operación de barcos extranjeros y la formación de empresas chilenas con capital mixto (Arana, 2012).

La pesquería se divide en dos unidades: la Unidad de Pesquería Norte (UPN), desde el paralelo 41°28,6' L.S al 47°, y la Unidad de Pesquería Sur (UPS), desde el paralelo 47° L.S. hasta el extremo sur del país. La pesca artesanal se concentra en las regiones de Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes y La Antártica Chilena.

Esta pesquería se enfoca en especies como la merluza del sur, merluza de cola, congrio dorado y merluza de tres aletas. Las capturas comenzaron en 1976 con flotas asiáticas y europeas, seguidas por flotas nacionales en 1984 y pesca artesanal desde 1986-1987. Las capturas alcanzaron su máximo histórico en 1988 con 70,000 t, pero han fluctuado desde entonces, llegando a 16,000 t en 2017 (SERNAPESCA, 1980).

Las evaluaciones de merluza austral datan de 1992, con proyectos financiados por el Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura (FIPA) hasta 2013 y luego por un convenio entre la Subsecretaría de Economía y Empresas de Menor Tamaño y el IFOP desde 2014. Estas evaluaciones son cruciales para la gestión pesquera (Lillo *et al.*, 2000-2017; Legua *et al.*, 2018, 2019).

Las capturas industriales de merluza del sur consisten principalmente en ejemplares adultos (Céspedes *et al.*, 2016, 2017), aunque se reconoce el sesgo en los datos debido al arte de pesca seleccionado. El ciclo reproductivo se concentra de junio a septiembre, con desoves masivos en agosto (Chong, 1991; Balbontín & Bravo, 1993). Además, se ha observado actividad reproductiva en fiordos chilenos durante la primavera austral (Bustos *et al.*, 2007). Los análisis de otolitos sugieren la existencia de un área única de desove en el sur de Chile (Brickle *et al.*, 2016), mientras que estudios de isótopos estables han revelado diferencias en el crecimiento larval según la influencia de la escorrentía de agua dulce (Landaeta *et al.*, 2018).

En cuanto a la alimentación, la merluza del sur muestra preferencia por la merluza de cola y crustáceos, tanto en aguas interiores como exteriores (Bahamonde, 1953; Ojeda, 1981; Payá, 1992).

Se han empleado diversas técnicas, como el análisis de contenido estomacal (ACE) y los análisis de isótopos estables (AIE), para estudiar la dieta de la merluza del sur, aunque ambas presentan limitaciones y se recomienda su uso complementario (Keller *et al.*, 2016).

Estudios hidroacústicos han sido fundamentales para evaluar el stock de las especies objetivo y orientar la toma de decisiones en pesca y acuicultura (Ojeda 1981; Payá 1992; Lillo *et al.*, 1995; Céspedes *et al.*, 1996; Pool *et al.*, 1997; Lillo *et al.*, 1997; Lillo *et al.*, 2000 a 2017; Legua *et al.*, 2018).

4. METODOLOGÍA

4.1 Área y período de estudio

Desde el año 2000 el estudio se ha realizado principalmente en el mes de agosto de cada año, en el área ubicada en la plataforma continental, delimitada por los veriles de ~150 y 600 m de profundidad, entre las latitudes 43°30'S y 47°00'S.

4.2 Embarcaciones y equipos utilizados

4.2.1 Embarcación

En los últimos 22 años, variadas han sido las embarcaciones utilizadas como plataforma de investigación, principalmente barcos factoría: Betanzos, Unzen, Fríosur VIII, Fríosur IX y el Cabo de Hornos. Además, se han utilizado dos embarcaciones científicas, que son: Abate Molina y AGS61 Cabo de Hornos (Tabla 1).

4.2.2 Equipos

a) Sistema de eointegración

Para el registro de la información acústica se han utilizado 3 tipos de ecosonda (Tabla 1): científicas sin banda ancha (EK60), científicas banda ancha (EK80) y ecosondas pesqueros (ES60), todas marca simrad y equipadas con al menos un transductor split beam de 38 kHz. El ecosonda fue configurado en su frecuencia principal (38 kHz) para transmitir a una potencia de 2000 W y una duración del pulso de 1,024 ms (Tabla 1).

Se informa que los ecosondas fueron calibrados según el procedimiento recomendado por el fabricante antes de cada crucero de evaluación, sin embargo, no se informa si se hizo intercalibración entre los mismos para validar la correspondencia entre los datos registrados por las distintas embarcaciones, equipos y tecnologías. Además, los ecosondas pesqueros (ES60) introducen un error intencional en la data registrada por parte del fabricante (triangle wave error sequence) y no permiten la calibración interna, debiendo hacerse una corrección en el proceso de análisis de la información acústica registrada. Si bien en algunos casos se informa la corrección de la calibración, no se informa la corrección del TWES.

b) Equipos de pesca

Los lances de pesca de identificación se llevaron a cabo utilizando redes de media agua de distintos modelos, con un total de siete variantes utilizadas en el estudio (Tabla 1). Estos modelos fueron los siguientes:

- Red modelo Gloria 704, utilizada en los años 2000 y 2022.
- Red modelo FT2044S, empleada en los años 2001, 2002 y 2005.
- Red modelo Motueka, utilizada en los años 2003 y 2004.
- Red modelo Gloria 898, empleada en el año 2008.
- Red modelo Gloria 1408, utilizada entre los años 2009 y 2012, así como entre 2018 y 2021.
- Red modelo Barracuda 608, utilizada desde el año 2013 hasta el 2017.

Para maximizar la retención de diferentes longitudes de peces y mantener las condiciones operativas consistentes con estudios anteriores, se instaló un cubrecopo de 50 mm de tamaño de malla en cada red.

4.3 OBJETIVO ESPECÍFICO 1.

Estimar el tamaño del stock total y desovante de merluza del sur presente en el área de estudio.

4.3.1 Diseño del muestreo

Históricamente, el diseño de muestreo ha sido de tipo sistemático, el cual presume aleatoriedad en la distribución del recurso con respecto a la ubicación de la primera transecta. Este enfoque ha sido considerado como el más apropiado en estudios destinados a estimar la abundancia y distribución de un recurso pesquero (Rivoirard *et al.*, 2000; Kalikhman, 2002).

4.3.2 Transectas de muestreo acústico

El muestreo acústico del área de estudio ha experimentado variaciones en el número de transectas, las cuales se distribuyen de forma sistemática y perpendicular al sentido general de la costa. Este rango ha oscilado entre un mínimo de 43 y un máximo de 65 transectas, abarcando principalmente veriles con profundidades que van desde los 100 hasta los 600 metros (Tabla 1).

Es relevante destacar que la variación en el número de transectas se debe a la intensificación del muestreo en áreas de cañones. En términos generales, el estudio ha realizado 43 transectas separadas cada 5 mn, mientras que, en las zonas de cañones, la distancia entre dos transectas adyacentes se ha reducido a 2.5 y 1 mn, dependiendo del año (Tabla 1).

Durante las transectas, se recolectaron de manera continua y georreferenciada datos sobre la densidad acústica, la intensidad de los blancos y la profundidad del fondo. Estos datos se discretizaron en unidades básicas de muestreo (UBM) de 1 mn entre los años 2000 y 2007, y posteriormente se redujo la UBM a 0.5 mn a partir de 2008 (Tabla 1).

4.3.3 Estimación de la abundancia y biomasa.

La estimación de la abundancia y biomasa del stock a partir de los datos acústicos entre los años 2000 y 2022 se ha realizado principalmente utilizando dos métodos en cada estudio. El método geoestadístico se ha aplicado en toda la serie temporal, mientras que el segundo método de estimación ha variado. Entre los años 2001 y 2007, se empleó exclusivamente el método geoestadístico descrito por Petitgas (1991). En el año 2000 y entre los años 2008 y 2013, se utilizó el método geoestadístico descrito por Rivoirard y colaboradores en el año 2000, junto con un estimador de razón propuesto por Cochran (1977). Finalmente, desde el año 2014 hasta el 2022, se ha recurrido nuevamente al método geoestadístico de Rivoirard *et al.*, (2000), complementado con un enfoque de razón bootstrap desarrollado por Robotham y Castillo en 1990 (Tabla 1).

En relación con los resultados de biomasa y abundancia entre 2000 y 2022, se observa una marcada disminución en los primeros años de evaluación, seguida de una estabilización y un posterior aumento en los valores de abundancia y biomasa a partir de 2014. Sin embargo, en 2020 se registra una ligera disminución en la abundancia con respecto al año anterior, seguida de un incremento en 2021, alcanzando así la abundancia más alta de la serie, para luego experimentar una leve reducción en 2022. Por otro lado, la biomasa muestra una disminución en 2020 después de un aumento constante desde 2013, seguido de incrementos en los últimos dos años (Figura 1).

4.4 OBJETIVO ESPECÍFICO 2.

Determinar la composición demográfica del stock de merluza del sur.

4.4.1 Estructura de tallas y proporción sexual

En la estimación de la estructura de talla y la proporción sexual de merluza del sur se empleó un diseño de muestreo bi-etápico, siendo la unidad de muestreo primario el lance de pesca y la unidad de segunda etapa fue la submuestra al azar de ejemplares de la captura de los lances de identificación de los ecotrazos. En cada muestreo se registró los datos del lance de pesca (fecha y hora del lance, posición, profundidad y captura), y los datos del muestreo biológico, como: talla, sexo y frecuencia.

La composición de talla fue estimada por una combinación lineal de las distribuciones de tallas obtenidas en cada lance de pesca, empleando como factor de ponderación los valores de capturas, correspondientes a cada uno de los lances. Las distribuciones de tallas de merluza del sur obtenidas fueron representadas de forma gráfica, y apoyados también con distribuciones de tallas acumuladas.

El análisis de las estructuras de tallas utilizó información georeferenciada, en sentido latitudinal y batimétrico, según los estratos espaciales empleados en proyectos similares de evaluación hidroacústica de esta especie entre el 2000 y 2017 (Legua *et al.*, 2018; Lillo *et al.*, 2017; Córdova *et al.*, 2006). Para efectos de análisis espacial fue empleada una subdivisión latitudinal aplicada por Lillo *et al.* (2000 y 2001), la cual consistió en dividir la zona de estudio en 3 áreas: Area 1 entre 42°00' y 44°29'S. denominada Guafo; Area 2 entre 44°30' y 45°29'S. denominada Guamblín; y Area 3 entre 45°30' y 47°29'S. denominada Taitao. A su vez, estas estructuras de tallas fueron analizadas para las zonas específicas de

los tres cañones registrados en el área de estudio y descritos por Córdova *et al.* (2006), denominados Cañón Guafo, Cañón Guamblín y Cañón Taitao; y el área Fuera de los cañones.

4.4.2 Composición de edades del stock de merluza del sur

4.4.2.1 Análisis de los otolitos

Se emplearon diferentes tratamientos en los otolitos recolectados para el análisis de edad. El otolito izquierdo se sometió a hidratación para permitir su observación completa, mientras que el otolito derecho se seccionó transversalmente y se horneó para resaltar los anillos anuales y asignar la edad. Este método, utilizado desde el inicio del análisis de edad de la serie histórica, se emplea en el seguimiento anual de la estructura de edades de la pesquería demersal austral (Ojeda *et al.*, 2014).

Para optimizar el tiempo empleado, se utilizó una preparación masiva de muestras, que implica el tratamiento en serie de conjuntos de otolitos dispuestos secuencialmente. Se emplearon moldes de resina para incluir los otolitos y se extrajeron láminas finas (0,5 mm de espesor) con una máquina de corte de precisión. Los analistas observaron estas láminas finas, que contenían los otolitos seccionados, mediante un estereomicroscopio, lo que permitió el reconocimiento de las edades presentes en el crucero de evaluación del stock desovante.

4.4.2.2 Clave edad – talla

Las claves edad - talla son matrices que permiten clasificar los individuos según su grupo de edad (GE) y estimar la probabilidad de pertenencia a las diferentes edades según el número de anillos en la estructura, el tipo de borde y la época del año en que se obtuvo la muestra. Se emplea una fecha arbitraria de nacimiento, que en el caso de las pesquerías chilenas es el uno de enero, facilitando la identificación de la clase anual restando al año de la captura el GE asignado.

4.4.2.3 Madurez a la edad

Durante el crucero de investigación, el muestreo biológico realizado en los lances de identificación incluyó la caracterización del estado reproductivo de ambos recursos objetivo. Esto se llevó a cabo mediante la clasificación macroscópica de las gónadas según su estadio de madurez sexual (EMS), utilizando las escalas de clasificación establecidas por el Instituto de Fomento Pesquero. De manera excepcional, en el crucero de 2022, se implementó la nueva

escala de madurez macroscópica de hembras para la merluza del sur, propuesta por San Juan (2021). Esta nueva escala se basa en análisis histológicos de las gónadas en hembras y establece criterios de madurez actualizados.

4.4.2.4 Relación longitud – peso

La relación longitud - peso es ampliamente usada en pesquerías para estimar el peso a partir de la longitud de un individuo y también para estimar índices de condición (Hayes *et al.*, 1995). La expresión más usada para esta relación corresponde a la ecuación alométrica donde el peso es expresado en función de la longitud, y sus parámetros son estimados mediante una regresión lineal de los datos log-transformados. Dado que la variabilidad en el peso aumenta con la longitud, esta transformación tiene la ventaja de estabilizar la varianza del peso, pero introduce un factor de sesgo en las predicciones retransformadas (Bradú & Mundlak, 1970; Hayes *et al.*, 1995). Sin embargo, en pesquerías esta corrección frecuentemente se omite, puesto que generalmente es muy pequeña (De Robertis & Williams, 2008).

4.5 OBJETIVO ESPECÍFICO 3.

Caracterizar la actividad reproductiva del stock evaluado de merluza del sur a partir de los datos obtenidos en los lances de identificación.

A partir de las muestras obtenidas durante los lances de identificación realizados en los cruceros de evaluación acústica se caracterizaron diferentes aspectos del estado reproductivo de la merluza del sur.

4.5.1 Metodología a bordo

A cada ejemplar muestreado se le midió la longitud total (LT), peso total; peso eviscerado, ambos con una precisión de 5 gramos y peso de la gónada, con una precisión de 1 gramo. Además, se determinó la madurez sexual de acuerdo con una escala de apreciación macroscópica que distingue 5 estadios; posterior a ello las muestras se pesaron y fijaron en formalina 10% con tampón fosfato de Sorensen (Hunter & Macewicz, 1985), metodología requerida para el análisis histológico.

La determinación del tamaño de muestra para estimar el índice gonadosomático, se basó en el análisis de datos de cruceros previos. De esta manera, conociendo un estimado a priori de la media y varianza del IGS y utilizando la metodología de determinación de tamaño de muestra para variables continuas (Thompson, 1992), se estimó el número ejemplares requerido en 700 para obtener un IGS con un error de un 8% en merluza del sur.

La relación entre el error de estimación del IGS y el número de ejemplares muestreados presenta un patrón de disminución del error en que este decrece rápidamente en la medida que se selecciona un número mayor de ejemplares en la muestra hasta llegar alrededor de los 300 ejemplares, posteriormente la tasa de disminución decrece sistemáticamente.

4.5.2 Análisis de laboratorio

a) Estadio de madurez sexual (EMS)

Para establecer el estadio de madurez sexual se analizaron un total de 653 gónadas que fueron clasificadas según sus características macroscópicas y mediante el examen microscópico de trozos de las gónadas fijadas a bordo. Los trozos de gónada se disgregaron para posteriormente medir el diámetro de los ovocitos más desarrollados, determinar la presencia de ovocitos hidratados con gota oleosa y la existencia de algún grado de reabsorción, como también para examinar el aspecto general del resto de los ovocitos. La escala apreciativa utilizada para determinar los estadios de madurez sexual corresponde a una elaborada por el IFOP (Instituto de Fomento Pesquero), la cual consta de 5 estadios (EMS), y que por primera vez incorpora en su análisis un estadio de reposo de las gónadas (San Juan, 2021)

Para determinar la etapa del desove en que se encontraba la fracción adulta de la población se estimó el índice gonadosomático (IGS).

b) Análisis histológico de las gónadas

El proceso de fijación consiste en mantener los tejidos gonadales cómo eran en vida. Para ello se debe elegir un líquido fijador que asegure una penetración total en los tejidos, lo que permite evitar cambios estructurales en la morfología microscópica (histoarquitectura gonadal) como también la acción bacteriana, hongos o la autólisis celular.

De acuerdo con los objetivos descritos y las características del parénquima ovárico, submuestras de 3 mm de grosor proveniente de la porción central del lóbulo gonadal derecho se post fijaron en una solución de formaldehído 10% en buffer fosfato pH 7,2 durante 48 horas e incluyeron en paraplast PF 58-60°C. Esto permitió obtener cortes finos de 5 micras de espesor en un micrótopo rotatorio Micrón modelo HM 325, los cuales fueron teñidos con hematoxilina de Harris/eosina y montados con entellan nuevo (Merck Química Chile). El análisis histomorfológico se llevó a cabo en un microscopio de luz Karl Zeiss modelo Axiostar plus con sistema micro fotográfico Canon EOS 1100 Rebel T3.

La definición de los estadios ováricos se llevó a cabo sobre la base de los criterios señalados por Wallace & Selman (1981) para peces teleósteos y los descritos por Hunter & Macewicz (1985) en clupeidos: Sobre esta plataforma se clasifican estadios virginal e inmaduro, alveolo cortical, parcialmente vitelado, vitelado, migrante, hidratado y post desovado (o reposo sexual) los cuales se asimilan a los 6 estadios definidos por Balbontín & Bravo (1993) en merluza del sur *Merluccius australis*. Cuando correspondió y bajo el supuesto que el proceso de degeneración de FPO en anchoveta de la bahía de Biscay (*Engraulis encrasicolus*) es similar a la merluza, la identificación de folículo postovulatorio (FPO) se basó en los criterios descritos por Alday *et al.* (2008).

La definición de los estadios ováricos se llevó a cabo sobre la base de los criterios señalados por San Juan R. 2021 para recursos ícticos demersales.

c) Ojiva de madurez y talla media de madurez.

Para la estimación de la talla y edad media de madurez en que el 50% de las hembras está sexualmente madura y la ojiva de madurez, se utilizó un modelo lineal generalizado GLM (McCullagh & Nelder, 1989) asumiendo una respuesta binomial con función de enlace logística.

La estimación de parámetros por este método fue realizada mediante el método de máxima verosimilitud (Welch & Foucher, 1988). Se utilizó el programa R versión 4.0.3. (2020) The R Foundation for Statistical Computing Platform.

Dada la definición de modelo lineal generalizado (McCullagh & Nelder, 1989), este no considera un error en el modelo más bien, y esa es una de las generalizaciones desde un modelo lineal, que asume una distribución para la respuesta, que en este caso corresponde a una distribución binomial. Para la incorporación de la incertidumbre se consideró el uso de la estimación analítica descrita en Roa *et al.* (1999).

d) Fecundidad modal

Para la determinación de fecundidad se introdujeron pequeñas variaciones al método de Hunter & Macewicz (1985) para ello, se seleccionaron ovarios de peces en maduración avanzada o maduros, en la escala histológica corresponden a ovocitos con núcleo migrante, o bien sólo en etapa de inicio del proceso de la hidratación (hialinos), para evitar la utilización de gónadas en que ya se hubiese iniciado el proceso de desove, considerando además que merluza del sur presenta un desove de tipo total las tres submuestras solo fueron

contabilizadas, de las cuales 100 muestras cumplieron con los requisitos establecidos en este procedimiento.

4.6 OBJETIVO ESPECÍFICO 4.

Caracterizar la fauna acompañante de merluza del sur a partir de los datos obtenidos en los lances de identificación, en el área y período de estudio.

El diseño empleado para determinar la importancia relativa de la fauna acompañante considera como unidad de muestra el lance de pesca. La información básica que caracterizó el lance fue el peso de las especies capturadas (kg) y datos operacionales, como: número del lance, posición geográfica, hora de inicio y término, fecha y profundidad de operación de la red (relinga superior).

En cada lance se tomó una muestra aleatoria de la captura, dispuesta en cajas de 44 litros. Cada caja fue pesada, para luego identificar y pesar por grupos específicos, incluyendo las especies objetivos del estudio.

Se agruparon los lances de pesca por rango de profundidad y posición latitudinal a fin de describir y analizar la presencia de las especies según estas categorías.

4.6.1 Análisis de los datos

Se realizó un análisis descriptivo para investigar la participación de las especies que conforman la fauna acompañante en relación con las especies objetivo. Este análisis incluyó descripciones sobre el rango de profundidad y posición latitudinal de las especies, tanto en términos globales como en relación con la captura total obtenida y la captura de la especie objetivo. Además, se examinó la captura de las especies que componen la fauna acompañante.

Para calcular el aporte porcentual en peso de cada especie con respecto a la captura total de la especie objetivo, se agrupó la fauna acompañante según el rango batimétrico y la latitud. Para determinar la importancia relativa de las especies, se revisaron los registros del volumen de captura específica y se calculó su importancia relativa en peso en relación con la captura total y las especies objetivo del estudio.

4.6.2 Análisis comunitario

Se realizó para establecer e identificar agrupaciones específicas en el área de estudio, se dividió en macro zonas, las que a su vez se dividieron en rangos batimétricos de 100 m de profundidad. Estos análisis consistieron básicamente en establecer e identificar agrupaciones específicas a partir de la aplicación de métodos de análisis basados en la clasificación y ordenación de las especies, que permiten obtener una visión de la comunidad a la cual está asociada la especie objetivo.

4.6.3 Identificaciones de agrupaciones específicas

El análisis consistió en la identificación por macro zona y batimétrica de las agrupaciones específicas a partir del análisis de clasificación de conglomerados (análisis de cluster) y de ordenación MDS (Multidimensional Scaling) (Clifford & Stephenson, 1975). En ambos casos se trabajó con una matriz de abundancia relativa de las especies más representativas, en términos de la presencia de éstas a lo largo de los cruceros realizados entre los años 2000 y 2017, agrupadas por cruceros, cruceros-subzonas de evaluación y cruceros - estratos de profundidad. Cabe destacar que, para determinar la presencia de agrupaciones de fauna se consideró a merluza del sur y merluza de cola como parte integral de la fauna asociada a la zona de estudio.

4.7 Objetivo específico.5.

Caracterizar las agregaciones de merluza del sur registradas acústicamente en el área de estudio.

La caracterización de las agregaciones se efectuó mediante el uso de descriptores obtenidos a partir de observaciones acústicas verticales realizadas durante la prospección acústica y lances de pesca mediante el sistema de eointegración y que fueron procesados mediante el programa Echoview®.

Una agregación es definida como un conjunto de muestras acústicas que poseen una continuidad vertical y horizontal y además exceden un umbral predeterminado de energía y tamaño, es decir, muestras contiguas tanto a lo largo del mismo pulso (continuidad vertical) como desde el pulso anterior (continuidad horizontal). La resolución horizontal corresponde a la distancia cubierta entre pulsos sucesivos y la vertical a la distancia relativa correspondiente a la semi longitud del pulso.

Un aspecto que se debe mencionar con respecto a las agregaciones de peces detectadas en la zona de estudio es que merluza del sur no forma cardúmenes y merluza de cola lo hace en

escasas ocasiones, sino que generalmente forman agregaciones de densidad variable que presentan distintos grados de mezcla. Lo anterior no permite diferenciar que parte de la agregación está conformada por una u otra especie para poder estimar particularmente los descriptores de energía y morfométricos considerados en este objetivo.

4.7.1 Descriptores y variables utilizadas en el análisis

De las agregaciones detectadas se extrajeron descriptores de posición, energía, morfológicos y batimétricos, estando referidos los primeros a la posición geográfica de las agregaciones, los de energía a la energía retrodispersada por las agregaciones, los morfológicos asociados al tamaño y forma de éstas, y los batimétricos definiendo la posición de la agregación en la columna de agua (Scalabrin & Massé, 1993; Freón *et al.*, 1996).

Análisis de los datos

Se empleó estadística descriptiva para analizar valores promedio, máximos, mínimos, desviación estándar y coeficientes de variación de los descriptores totales. Se dividió el área en tres subzonas y se analizó la influencia de la profundidad del fondo en las agregaciones. También se examinaron las características de las agregaciones en tres cañones específicos. Se realizó un análisis de varianza para determinar si existían diferencias significativas en las características de las agregaciones entre los cañones.

Luego, se aplicó un análisis de componentes principales (ACP) para resumir la información contenida en los descriptores de las agregaciones. Se redujo la dimensionalidad del problema obteniendo componentes principales que representaban una combinación lineal de las variables originales. Se utilizó el criterio de selección de Kaiser para determinar los componentes principales significativos.

Finalmente, se realizó un análisis de red neuronal artificial para discriminar entre zonas y años utilizando la combinación lineal de las salidas del ACP. Se empleó un perceptrón multicapa con propagación hacia adelante, donde las variables dependientes fueron la zona y el año, y los factores fueron los rangos de fondo y de cardumen, con las combinaciones lineales del ACP como covariables.

Tabla 1. Resumen resultados destacados de evaluación de stock desovante de merluza del sur entre 2000 y 2022.

Year	Code	Abundance	Biomass	Area	Depth	Vessel	Date	Transect	Intertransect distance	Echosounder	UBM	Estimation method	Net
2000	FIP2000-14	35,585,682	133,845	43° a 47° S	200 a 600 m	B/F Betánzos	5 - 29 August	48	5 mn	EK60	1 mn	Geoest y est. razón	Gloria 704 (60-70 m)
2001	FIP2001-19	26,800,000	100,326	43°30 a 47° S	200 a 800 m	B/F Unzen	7 - 28 August	43	5 mn	ES60	1 mn	Petitgas, 1991 (Geoest)	FT2044S (35-90 m)
2002	FIP2002-19	13,700,000	50,356	43°30 a 47° S	100 a 600 m	B/F Unzen	15 July - 3 August	43	5 mn	ES60	1 mn	Petitgas, 1991 (Geoest)	FT2044S (35-90 m)
2003	FIP2003-09	21,321,834	84,269	43°30 a 47° S	100 a 600 m	B/C Abate Molina	15 - 31 August	43	5 mn	EK60	1 mn	Petitgas, 1991 (Geoest)	Motueka (30-37 m)
2004	FIP2004-07	11,789,646	53,200	43°30 a 47° S	100 a 600 m	B/C Abate Molina	13 - 28 August	43	5 y 1 mn	EK60	1 mn	Petitgas, 1991 (Geoest)	Motueka (30-37 m)
2005	FIP2005-04	10,388,863	42,500	43°30 a 47° S	100 a 600 m	B/F Unzen	4 - 13 August	50	5 y 2.5 mn	ES60	1 mn	Petitgas, 1991 (Geoest)	FT2044S (35-90 m)
2007	FIP2007-12	15,600,407	55,632	43°30 a 47° S	200 a 600 m	B/F Fríosur IX	24 August - 5 Septe	43	5 y 2.5 mn	EK60	1 mn	Petitgas, 1991 (Geoest)	-
2008	FIP2008-11	20,890,709	59,687	43°30 a 47° S	200 a 600 m	B/F Fríosur VIII	1 - 15 August	43	5 y 2.5 mn	EK60	0.5 mn	Geoest y est. razón	Gloria 898 (50 m)
2009	FIP 2009-10	18,616,730	65,337	43°30 a 47° S	200 a 600 m	B/F Fríosur VIII	1 - 15 August	43	5 y 2.5 mn	EK60	0.5 mn	Geoest y est. razón	Gloria 1408 (60-70 m)
2010	Pesca invest	14,265,269	51,451	43°30 a 47° S	200 a 600 m	B/F Fríosur VIII	1 - 15 August	43	5 y 2.5 mn	EK60	0.5 mn	Geoest y est. razón	Gloria 1408 (60-70 m)
2011	FIP2011-04	16,171,323	60,394	43°30 a 47° S	200 a 600 m	B/F Fríosur VIII	1 - 15 August	43	5 y 2.5 mn	EK60	0.5 mn	Geoest y est. razón	Gloria 1408 (60-70 m)
2012	FIP2012-07	13,563,492	51,270	43°30 a 47° S	150 a 600 m	B/F Fríosur VIII	1 - 15 August	43	5 y 2.5 mn	EK60	0.5 mn	Geoest y est. razón	Gloria 1408 (60-70 m)
2013	FIP2013-13	14,000,000	42,800	43°30 a 47° S	200 a 500 m	AGS61 Cabo de Hornos	5 - 18 August	43	5 y 2.5 mn	EK60	0.5 mn	Geoest y est. razón	Barracuda 608 (40-50 m)
2014	ASIPA2014	13,000,000	49,300	43°30 a 47° S	100 a 500 m	AGS61 Cabo de Hornos	4 - 19 August	43	5 y 2.5 mn	EK60	0.5 mn	geoest y boost	Barracuda 608 (40-50 m)
2015	ASIPA2015	14,000,000	50,300	43°30 a 47° S	100 a 600 m	AGS61 Cabo de Hornos	1 - 16 August	43	5 y 2.5 mn	EK60	0.5 mn	geoest y boost	Barracuda 608 (40-50 m)
2016	ASIPA2016	22,000,000	67,300	43°30 a 47° S	100 a 600 m	AGS61 Cabo de Hornos	1 - 16 August	43	5 y 2.5 mn	EK60	0.5 mn	geoest y boost	Barracuda 608 (40-50 m)
2017	ASIPA2017	33,988,081	96,082	43°30 a 47° S	200 a 500 m	AGS61 Cabo de Hornos	2 - 21 August	44	5 y 2.5 mn	EK60	0.5 mn	geoest y boost	Barracuda 608 (40-50 m)
2018	ASIPA2018	41,609,986	115,068	43°30 a 47° S	200 a 500 m	B/F Fríosur VIII	3 - 15 August	65	43 (5 mn) y 22 (2.5 mn)	EK60	0.5 mn	geoest y boost	Gloria 1408 (60-70 m)
2019	ASIPA2019	51,000,000	131,400	43°30 a 47° S	200 a 500 m	AGS61 Cabo de Hornos	7 - 23 August	54	43 (5 mn) y 11 (2.5 mn)	EK60	0.5 mn	geoest y boost	Gloria 1408 (60-70 m)
2020	ASIPA2020	50,581,099	102,240	43°30 a 47° S	200 a 500 m	AGS61 Cabo de Hornos	2 - 21 August	53	43 (5 mn) y 10 (2.5 mn)	EK60	0.5 mn	geoest y boost	Gloria 1408 (60-70 m)
2021	ASIPA2021	63,188,117	111,211	43°30 a 47° S	200 a 500 m	B/F Cabo de Hornos	5 - 20 August	53	43 (5 mn) y 10 (2.5 mn)	EK80	0.5 mn	geoest y boost	Gloria 1408 (60-70 m)
2022	ASIPA2022	54,263,679	113,162	43°30 a 47° S	200 a 500 m	B/F Cabo de Hornos	5 - 22 August	53	43 (5 mn) y 10 (2.5 mn)	EK80	0.5 mn	geoest y boost	Gloria 704 (27 m)

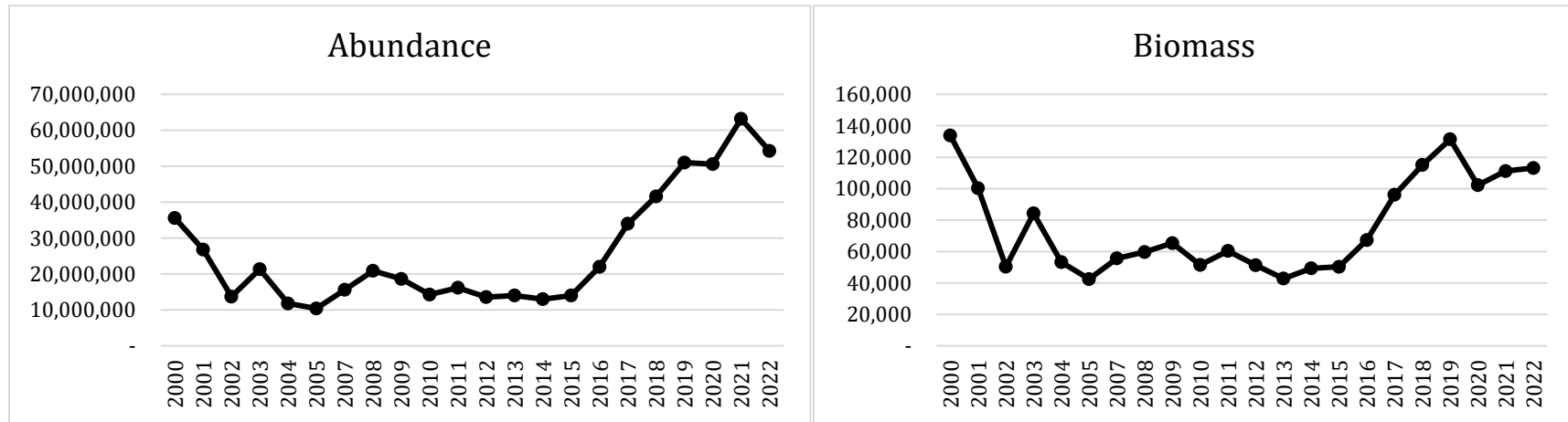


Figura 1. Resultados de estimación de abundancia y biomasa de merluza del sur desde el año 2000 al 2022.

REFERENCIAS

- Arana, P. 2012. Recursos pesqueros del mar de Chile. Escuela de Ciencias del Mar, Valparaíso, 308 pp.
- Bahamonde, N. 1953. Alimentación de la merluza de los canales (*Merluccius australis*, Hutton). Investigaciones Zoológicas Chilenas 2: 23-30.
- Balbontín, F. & R. Bravo. 1993. Fecundidad, talla de la primera madurez sexual y datos biométricos en la merluza del sur *Merluccius australis*. Rev. Biol. Mar., Valparaíso 28:111 – 132.
- Bradu, D. & Y. Mundlak. 1970. Estimation in lognormal linear models. J. Am. Stat. Assoc. 65 (329): 198-211.
- Brickle, P., P.C. Schuchert., A.I. Arkhipkin., M.R. Reid. & H.S. Randhawa. 2016. Otolith Trace Elemental Analyses of South American Austral Hake, *Merluccius australis* (Hutton, 1872) Indicates Complex Salinity Structuring on their Spawning/Larval Grounds. PLOS ONE 11(1): e0145479. Doi:10.1371/journal.pone.0145479.
- Bustos, C.A., F. Balbontín. & M. Landaeta. 2007 Spawning of the southern hake (*Merluccius australis*) (Pisces: Merlucciidae) in Chilean fjords. Fish. Res. 83 (1) 23 – 32.
- Céspedes, R., L. Adasme., H. Reyes., H. Braun., E. Figueroa., V. Valenzuela., V. Ojeda. & R. Roa. 1996. Identificación de áreas de reclutamiento de merluza austral en la zona sur-austral. Informe final FIP 1993-20. 328 pp.
- Céspedes, R., L. Adasme., V. Ojeda., C. Vargas., L. Muñoz., A. Villalón. & R. San Juan, R. 2016. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas profundas (Informe Final: Sección IV: Pesquería Demersal Sur Austral Industrial, 2015, Convenio de Desempeño IFOP-Minecon, 2015). Valparaíso, Chile: Instituto de Fomento Pesquero.
- Céspedes, R., L. Adasme., V. Ojeda., C. Vargas., L. Muñoz., A. Villalón. & R. San Juan. 2017. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas profundas (Informe Final: Sección IV: Pesquería Demersal Sur Austral Industrial, 2016, Convenio de Desempeño IFOP-Minecon, 2016). Valparaíso, Chile: Instituto de Fomento Pesquero.
- Clifford, H.T. & W. Stephenson. 1975. An introduction to numerical classification. Academic Press, Inc., London, 229 pp.

- Córdova, J., R. Céspedes., V. Ojeda., F. Balbontín., P. Rojas., A. Saavedra., M. Barbieri. & J. Saavedra. 2006. Evaluación del Stock desovante de merluza del sur y merluza de cola. Zona Sur Austral, 2005. Informe Final. FIP 2005-04.
- Chong, J. 1991. Ciclo reproductivo y fecundidad de la merluza del sur, *Merluccius australis*, en la pesquería sur – austral. Estudio complementario captura total permisible del recurso merluza del sur en aguas interiores. 1991. Informe Técnico IFOP-SUBPESCA.
- De Robertis, A. & K. Williams. 2008. Weight-length relationships in fisheries studies: the standard allometric model should be applied with caution. Trans. Am. Fish. Soc. 137: 707 – 719.
- Freón, P., F. Gerlotto. & O.M. Soria. 1996. Diel variability of school structure with special reference to transition periods. ICES. J. Mar. Sci., 53: 459-464.
- Hayes, D. B., J. K.T. Brodziak. & J.B. O’Gorman. 1995. Efficiency and bias of estimators and sampling designs for determining length-weight relationships of fish. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 52: 84 – 92.
- Hunter, J. & B. Macewicz. 1985. Measurements of spawning frequency in multiple spawning fishes. In R. Lasker (ed). An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Tech. Rep. NMFS, 36: 79-94.
- Kalikhman, I. 2002. Patchy distribution fields: sampling distance unit and reconstruction adequacy. ICES J. Mar. Sci., 58: 1184-1194.
- Keller, H.R., A.C. Hirons. & D.W. Kerstetter. 2016. Combined stomach content and $\delta^{13}\text{C}/\delta^{15}\text{N}$ analyses of oilfish, escolar, snake mackerel and lancetfish in the western North Atlantic. Mar. Ecol. 37: 727-736.
- Landaeta, M., G. Castillo. & C. Bustos. 2018. “Effects of Salinity Gradients on Larval Growth and Otolith Asymmetry of Austral Hake *Merluccius australis*.” Lat. Am. J. Aquat. Res., 46 (1): 212–18.
- Legua J., V. Ojeda., R. Céspedes., L. Muñoz., K. Hunt., A. Villalón., M. Landaeta., G. Herrera., E. López., P. Troncoso., L. Rodríguez., E. Molina., S. Klarian., M. Hernández., C. Salas., D. Riquelme., C. Cárcamo. & B. Leiva, B. 2018. Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en

- las aguas exteriores entre la X y XII Regiones. Sección I: Merluza del sur. SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT. Informe final. Convenio de Desempeño 2017. Inst. de Fomento Pesquero, 67 pp.
- Legua J., R. Vargas., R. Céspedes., V. Ojeda., L. Muñoz., K. Hunt., A. Villalón., M. Landaeta., G. Herrera., E. López., P. Troncoso., L. Rodríguez., S. Klarian., S. Vargas., C. Cárcamo., J. Julca., I. Quintanilla. & B. Leiva. 2019. Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre la X y XII Regiones. Sección I: Merluza del sur. SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT. Informe final. Convenio de Desempeño 2018. Instituto de Fomento Pesquero, 73 pp.
- Lillo, S., Paillamán, A., Correa, V., Figueroa, E., Céspedes, R., Miranda, H., Blanco, J.L., Vega, A., Balbontín, F., Bravo, R. & Bernal, R. 1995. Evaluación Hidroacústica del stock desovante de merluza del sur en la zona de Guafo y Guamblin, X y XI regiones. Informe final FIP 1993-04. 147 pp.
- Lillo, S., M. Espejo., M. Rojas., M.A. Barbieri., J. Castillo., V. Ojeda., F. Cerna., R. Céspedes., L. Adasme., H. Miranda., C. Bravo., F. Balbontín., M. Acevedo., L. Rodríguez., M. Braun., V. Valenzuela., H. Miles., J.L. Blanco., J. Letelier. & J. Osses. 1997. Evaluación directa del stock desovante de merluza del sur en la zona sur-austral. Informe final FIP 1996-38. 203 pp.
- Lillo, S., R. Céspedes., V. Ojeda. & R. Vega. 2000. Evaluación directa de merluza de cola en la zona centrosur, 1999. Inf. Téc. FIP-IT/99-06: 55 pp.
- Lillo, S., R. Céspedes., V. Ojeda., F. Balbontín., V. Adasme., M. Aguayo. & A. Saavedra. 2001. Evaluación acústica del stock desovante de merluza del sur en aguas exteriores. Informe Final (FIP 2000-14), IFOP, 64 pp.
- Lillo, S., V. Ojeda., R. Céspedes., F. Balbontín., A. Saavedra., R. Bravo., L. Adasme. & M. Rojas. 2002. Evaluación hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola, 2001. Proyecto FIP 2001-19. Informe. 86 pp.
- Lillo, S., V. Ojeda., R. Céspedes., F. Balbontín., A. Saavedra., R. Bravo., C. Vera., L. Adasme. & M. Rojas. 2003. Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral, 2002. Pre-Informe Final (FIP 2002-19), IFOP, 81 pp.

- Lillo, S., R. Céspedes., F. Balbontín., V. Ojeda. & A. Saavedra. 2004. Evaluación hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola, 2003. Proyecto FIP 2003-09. 103 pp.
- Lillo, S., M.A. Barbieri., M. Espejo., J. Castillo., H. Miranda., J. Córdova., A. Saavedra., M. Rojas., C. Cancino., F. Flores. & H. Reyes. 2005 a. Estimaciones in situ de la fuerza de blanco (TS) de merluza del sur y merluza de cola. Informe IFOP/FIP 2003-34.
- Lillo, S., R. Céspedes., V. Ojeda., F. Balbontín., R. Bravo., A. Saavedra., M.A. Barbieri. & C. Vera. 2005 b. Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola, en la zona sur austral, año 2004. Proyecto FIP 2004-07. Informe Final.
- Lillo, S., E. Molina., V. Ojeda., R. Céspedes., L. Adasme., F. Balbontín., M. Rojas. & A. Saavedra. 2008. Evaluación del stock desovante de merluza de cola en aguas exteriores, año 2007. Informe FIP 2007-13.
- Lillo, S., E. Molina., V. Ojeda., R. Céspedes., L. Muñoz., H. Hidalgo., F. Balbontín., R. Bravo., E. Molina., R. Meléndez. & A. Saavedra. 2009. Evaluación del stock desovante de merluza del sur en aguas exteriores, año 2008. Informe FIP 2008-11.
- Lillo S., E. Molina., V. Ojeda., R. Céspedes., L. Muñoz., H. Hidalgo., K. Hunt., L. Adasme., M. San Martín., F. Balbontín., R. Bravo., R. Meléndez. & A. Saavedra. 2010. Evaluación del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur-austral, año 2009. Informe Final Corregido. FIP 2009-10.
- Lillo, S., E. Molina., V. Ojeda., R. Céspedes., L. Muñoz., K. Hunt., H. Hidalgo., F. Balbontín., R. Bravo. & R. Meléndez. 2011. Evaluación del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur – austral, año 2010. Informe Final Pesca de Investigación. Ejecutor IFOP Requirente SUBPESCA.
- Lillo S., E. Molina., V. Ojeda., R. Céspedes., L. Muñoz., H. Hidalgo., K. Hunt., A. Villalón., F. Balbontín., R. Bravo., R. Meléndez. & A. Saavedra. 2012. Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur-austral, año 2011. Informe Final FIP N° 2011-04.
- Lillo, S., E. Molina., V. Ojeda., R. Céspedes., L. Muñoz., H. Hidalgo., K. Hunt., A. Villalón., F. Balbontín., R. Bravo., G. Herrera., R. Meléndez. & A. Saavedra, A. 2013.

- Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur-austral, año 2012. Informe Final FIP N° 2012-07.
- Lillo, S., V. Ojeda., R. Céspedes., L. Muñoz., H. Hidalgo., K. Hunt., A. Villalón., F. Balbontín., R. Bravo., G. Herrera., E. Molina., R. Meléndez. & A. Saavedra. 2014. Evaluación directa de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, año 2013. Informe Final. FIP 2013-13 Capítulo I – Merluza del sur. Capítulo II– Merluza de cola.
- Lillo S., V. Ojeda., R. Céspedes., L. Muñoz., H. Hidalgo., K. Hunt., A. Villalón., F. Balbontín., R. Bravo., G. Herrera., S. López. & A. Saavedra. 2015. Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre la X y XII Regiones. Sección I: Merluza del sur.
- Lillo S., J. Legua., V. Ojeda., R. Céspedes., L. Muñoz., H. Hidalgo., K. Hunt., A. Villalón., F. Balbontín., R. Bravo., G. Herrera., E. Molina., S. López. & B. Leiva. 2016. Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre la X y XII Regiones. Sección I: Merluza del sur.
- Lillo, S., J. Legua., V. Ojeda., R. Céspedes., L. Muñoz., H. Hidalgo., K. Hunt., A. Villalón A., F. Balbontín., R. Bravo., G. Herrera., E. Molina., S. López. & B. Leiva. 2017. Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre la X y XII Regiones. Sección I: Merluza del sur.
- McCullagh, P. & J.A. Nelder. 1989. Generalized Linear Models. London: Chapman and Hall, 511 pp.
- Ojeda, F.P. 1981. Estructura comunitaria de peces demersales en el extremo austral de Chile: Explicación ecológica de patrones latitudinales, batimétricos y de simpatria. Tesis. Universidad de Chile. 91 pp.
- Ojeda, V., L. Muñoz., A. Villalón., K. Hunt., M. Miranda., L. Cid. & L. Vidal. 2014. Estructuras de edad en las capturas de los recursos: Merluza del sur, Congrio dorado, Merluza de tres aletas. En: Proyecto Asesoría Integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura, 2013. Actividad Demersal. Reg. 2014-I-11. SEC- IFOP.

- Payá, I. 1992. The diet of Patagonian hake *Merluccius australis polylepis* and its daily ration of Patagonian grenadier *Macrouronus magellanicus*. In: Benguela Trophic Functioning. Payne, A. I. L., Brink, K. H., Mann, K. H. and R. Hilborn (Eds.). Afr. J. Mar. Sci., 12:753-760.
- Petitgas, P. 1991. Contributions geostatistiques a la biologie des peches maritimes. Thèse de doctorat, Centre de Geostatistique, Fontainebleau, 211 pp.
- Petitgas, P. & A. Prampart. 1993. EVA. Estimation variance. A geostatistical software for structure characterisation and variance computation.
- Pool, H., F. Balbontín., C. Montenegro., N. Cortés. & M. Arriaza. 1997. Interacciones tróficas en recursos demersales en la zona sur. Informe final FIP 1994-32. 131 pp.
- R Core Team. 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Rivoirard, J., J. Simmonds., K. Foote., P. Fernandes. & N. Bez. 2000. Geostatistics for estimating fish abundance. Ed. Blackwell. 345 pp.
- Roa, R., B. Ernst. & F. Tapia. 1999. Estimation of size at sexual maturity: an evaluation of analytical and resampling procedures. Fish. Bull. 97: 570–580.
- Robotham, H. & J. Castillo. 1990. The bootstrap method; an alternative for estimating confidence intervals of resources surveyed by hydroacoustic techniques. Rapp. P.-v. Reún. Cons. Int. Explor. Mer, 189: 421-424.
- San Juan, R., 2021. Manual para la determinación de estadios de madurez sexual en recursos ícticos demersales. IFOP. 77 pp.
- Scalabrin, C. & J. Massé. 1993. Acoustic detection of spatial and temporal distribution of fish shoals in the Bay of Biscay. Aquat. Living Resour. 6 : 269-283.
- SERNAPESCA, 1980. Anuario Estadístico de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Chile. 97 pp.
- Simmonds, J. & D. MacLennan. 2005. Fisheries acoustic. Chapman & Hall, 548 pp.
- Simrad, 2008. Simrad EK60 Scientific echo sounder system. Instruction manual. 91 pp.
- Thompson, S.K. 1992. Sampling. John Wiley & Sons, New York, 343 pp.
- Welch, D. & R.P. Foucher. 1988. A maximum likelihood methodology for estimating length-at-maturity with application to Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) population dynamics. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45:333-343.

10.2 ACTAS DEL PROYECTO

La agencia nacional preparó desarrollo varias reuniones de coordinación (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), para cada una de ellas fueron elaboradas actas que se incluyen como parte del trabajo de coordinación entre la agencia, instituciones y expertos independientes.

10.2.1 Acta 1. Reunión de coordinación inicial proyecto fipa 2023-27.

ACTA 1 REUNIÓN DE COORDINACIÓN INICIAL PROYECTO FIPA 2023-27

“FIPA 2023-27 ” Programa de revisión y mejora experta benchmark para las evaluaciones indirectas de merluza del sur y merluza de tres aletas”

16/1/2024

Antecedentes de la reunión

Fecha: 16/01/2024

Hora: 15.00-16.00

Proyecto: FIPA 2023-27 ” Programa de revisión y mejora experta benchmark para las evaluaciones indirectas de merluza del sur y merluza de tres aletas”

Asistentes: Sra. Lilian Troncoso (Directora, FIPA), Sr. Jorge Farías (Sectorialista, Subsecretaría de Pesca), Sr. Dario Rivas (Sectorialista, Subsecretaria de Pesca), Sr. Lorenzo Flores (Subsecretaría de Pesca), Sr. Claudio Gatica (INPESCA), Sr. Aquiles Sepúlveda (INPESCA) y Sr. Sergio Núñez (INPESCA).

Lugar Reunión: Formato telemático vía plataforma ZOOM.

Temario de la reunión

- a) Presentación y contexto inicial del proyecto (Sr. Jorge Farias)
- b) Presentación del proyecto FIPA 2023-27 (Jefe de Proyecto)
- c) Desarrollo de acuerdos y revisión de Términos Técnicos de Referencia.

Material apoyo a la reunión

Como material de apoyo a la reunión, se compartió:

- i) Oferta Técnica FIPA 2023-27

ii) Presentación formato PPT

Presentaciones

Presentación Subsecretaría de Pesca (Sr. Jorge Farias)

El sectorialista da la bienvenida a los participantes de la reunión, destaca la importancia del presente proyecto por la trascendencia que tienen las evaluaciones de recursos para el manejo de diferentes pesquerías nacionales, donde los procedimientos de revisión experta de las evaluaciones cumplen un rol fundamental para desarrollarse en un estándar científico de calidad para la toma de decisión. Además, se menciona que en la actualidad la agencia nacional (INPESCA) es parte de otro proyecto de revisión de las evaluaciones de stock, el cual recientemente realizó el segundo taller 2 de mejoramiento con buenos resultados para la asesoría entre los días 9 y 12 de enero de 2024.

Presentación Inpesca (Jefe proyecto, Sr. Claudio Gatica Molina)

El Sr. Claudio Gatica, presenta los objetivos generales y específicos relacionados con el proyecto FIPA 2023-27, orientado a una revisión y mejoramiento de las evaluaciones de stock de merluza del sur y merluza de tres aletas. Se revisan los hitos principales del proyecto relacionado con el tipo de revisión y que se refieren al modelo conceptual y de evaluación del stock, utilizado para determinar el estado del recurso y generar asesoría para su administración. Se presenta el equipo de evaluadores externos independientes, correspondientes al Dr. Roberto Licandeo, Dr. Jesús Jurado-Molina y Dr. Aquiles Sepúlveda (experto nacional), así como, el equipo de investigadores de la agencia.

En la presentación, además de la coordinación inicial de fechas para la realización del taller de revisión (Taller 1), se clarifica la necesidad de determinar sobre que informe y modelo será realizada la evaluación, los suministros y formatos necesarios de implementación de modelos, datos e informes, para efectuar la revisión y suministrar contenidos específicos de forma oportuna a los expertos independientes. Otro aspecto es la coordinación con la Subsecretaría de Pesca, cuyo representante técnico para los fines del proyecto será el Sr. Jorge Farías. En el transcurso de la presentación se realizan consultas, acuerdos y sugerencias que son detalladas a continuación.

RESUMEN INDICACIONES Y RECOMENDACIONES

Fechas del proyecto:

El proyecto FIPA 2023-27, se iniciará administrativamente cuando por resolución sea aprobado el contrato. Sin embargo, y conociéndose de la adjudicación el día 8 de enero de 2024, se realizan tareas de coordinación inicial para revisar términos de referencia (TTR) y fechas de hitos del proyecto por la naturaleza de este. Luego, acorde a la revisión de los TTR del proyecto, donde los hitos de entrega de informes de avance 1 y 2, se indican para los meses 4 y 8, determinando por ello que el Taller 1 (“revisión”), debiese realizarse al mes 2 de iniciado el proyecto, y que el Taller 2 (“mejoramiento”),

debiese desarrollarse al mes 6 respectivamente. Se propone por parte de la agencia un nuevo calendario de hitos modificados a los presentes en los TTR, con el fin de cubrir adecuadamente los objetivos del proyecto y las tareas específicas, a la vez que considera situaciones como el período estival donde profesionales de distintas instituciones desarrollan mayormente su período anual de vacaciones (i.e. enero – febrero).

En relación con lo anterior, se propone que la fecha del primer taller de revisión (Taller 1), sea desarrollado entre los meses de mayo o junio de 2024, coincidiendo esto con fechas de trabajo disponibles para los expertos Dr. Jesús Jurado-Molina y Dr. Roberto Licandeo para su participación en taller 1 de formato presencial, acorde a oferta técnica. Por su parte, el taller de mejoramiento (taller 2) en modalidad remota acorde a oferta técnica, se tiene considerado para ser realizado entre los meses de diciembre del 2024 o enero de 2025, la posibilidad de ser desarrollado en octubre de 2024, si bien es viable afecta el período anual de asesoría, ya que es en ese período donde se concentran las actividades relacionadas con determinaciones de estatus y recomendaciones de cuotas anuales por parte del Instituto de Fomento Pesquero. Por lo tanto, al desarrollarse el taller 2 de mejoramiento en enero de 2025, la entrega del informe de avance 1, correspondería agosto de 2024, mientras que el informe de avance 2, tendría su entrega en el mes de marzo de 2025.

En resumen, la agenda de hitos del proyecto propuesta se resumen en el siguiente listado:

reuniones de coordinación (mes 1).

entrega de información a expertos (inicio mes 5).

Taller 1 revisión (final mes 6).

Taller 2 mejoramiento (mes 12 (2024) o 1 (2025)).

entrega de informes (mes 8, 14, 18 y 20); “avance 1, 2, pre final, final”

Alternativas:

3. taller revisión (final mes 5) (mayo)
4. taller mejoramiento (mes 10)(octubre)
5. entrega de informes (mes 7, 12, 16 y 18).

La siguiente carta Gantt (Figura 1), da cuenta de un esquema visual de las posibilidades de fechas para la realización de talleres, además considera que, por la naturaleza del proyecto, se requiere adecuar la fecha al tiempo disponible de los expertos, así como, de los investigadores relacionados con los recursos y las evaluaciones a ser revisadas en el presente proyecto por parte de IFOP, en una próxima reunión con representantes de IFOP, Subsecretaría de Pesca, FIPA e INPESCA (agencia del proyecto) a desarrollarse el día lunes 22 de enero de forma presencial en la ciudad de Valparaíso.

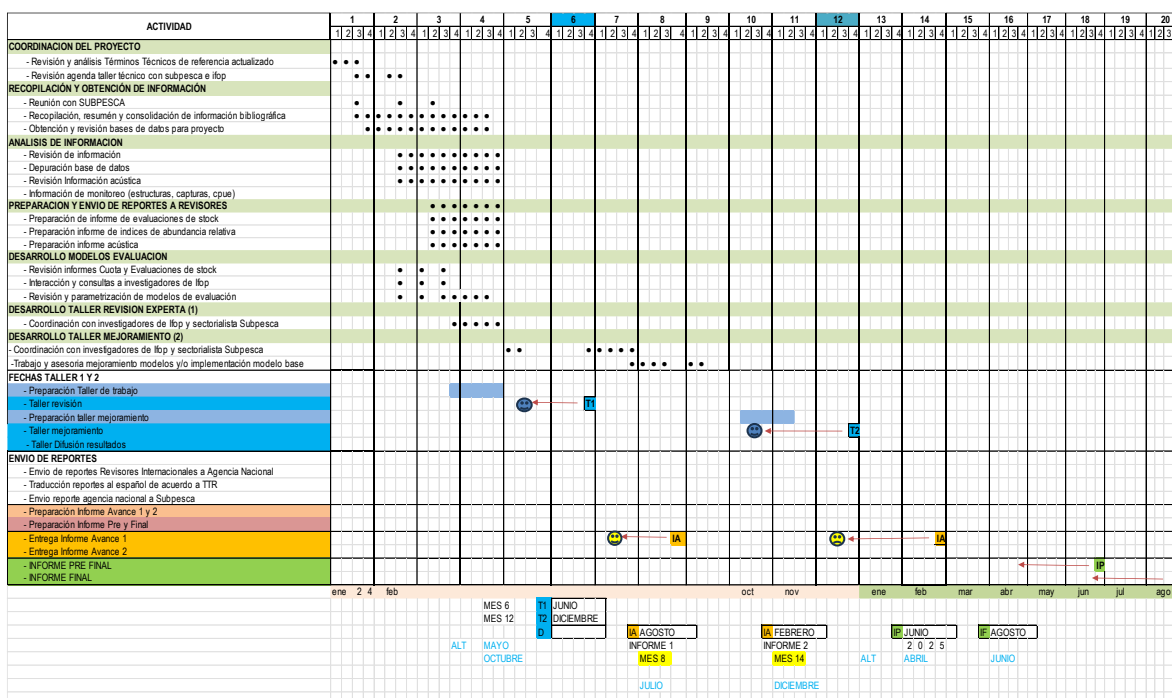


Figura 1. Carta Gantt modificada para propuesta de adecuación de fechas para desarrollo de proyecto FIPA 2023-27.

LOCACIÓN Y FORMATO:

Se acuerda que el Primer Taller (taller de revisión), tendrá modalidad presencial y se efectuará en la ciudad de Valparaíso. Se propone el Diego de Almagro, por la calidad de sus instalaciones, entorno seguro y buen desempeño en talleres desarrollados con anterioridad para diferentes proyectos. El Segundo Taller (taller de mejoramiento) tendrá una modalidad híbrida (presencial/telemática), soportada esencialmente en plataforma de zoom u otro. Se acuerda la proposición de realizar este taller entre los meses de diciembre 2024 o enero de 2025. Los equipos de trabajo podrán conectarse en grupos o bien de forma individual en el desarrollo del segundo taller de mejoramiento.

En relación con el formato en modalidad remota del segundo taller, el sectorialista Sr. Dario Rivas, consulta por la posibilidad de realizar el taller 2 al igual que el taller 1 de forma presencial. Por parte de la agencia, se indica que la oferta adjudicada fue diseñada con un taller 1 presencial y un taller 2 telemático, sin embargo, cambios al formato son posibles de desarrollar y son dependientes de la posibilidad de requerir un aumento de presupuesto, debidamente justificado y que será evaluado una vez desarrollado el taller 1, y conocido los resultados del reporte de expertos.

IDIOMA DE TALLER:

El taller será desarrollado en idioma español, debido a que ambos expertos tienen total dominio del idioma, no siendo necesario el uso de inglés ni traducciones.

DOCUMENTOS BASE DE EVALUACIÓN:

Se determina que las evaluaciones a revisar tanto en su implementación (datos y códigos) como en los resultados (informes), sean aquellas utilizadas para asesorar la tarea del Comité Científico Técnico en **octubre de 2023**; esto es, el informe técnico de asesoría de las evaluaciones para merluza del sur y merluza de tres aletas **2023**, y que es el utilizado para asesorar al comité científico en la recomendación de cuotas para el año 2024. Por lo tanto, será esta configuración y sus resultados la que será la evaluada, requiriéndose la colaboración del Instituto de Fomento Pesquero y sus investigadores para compartir por medio de la Subsecretaría de Pesca, los Informes correspondientes en versiones Word editables para fines de edición que correspondan, el modelo implementado base del informe y casos a través de códigos utilizados en formato de la evaluación (*i.e.* archivos tpl, dat, control) y todo aquel elemento necesario para correr los modelos asociados al informe respectivo. Adicionalmente, se solicitará información referente al monitoreo a partir del cual se construye el archivo de entrada al modelo y toda información necesaria como claves talla edad y base de datos de entrada en el análisis del índice de abundancia (estandarización CPUE), si alguno de estos índices se utilizó en el modelo revisado. Esta última información adquiere importancia debido a que en otras revisiones los expertos han hecho consultas con respecto a la forma de análisis de índices de abundancia, generación de composiciones por edad y matrices de error en lectura de edad. Adicionalmente, se solicitará la información de entrada por parte del grupo de acústica en relación con estimados de biomasa, abundancia, composiciones por edad y tamaños, vectores de madurez y parámetros con el objeto de estar disponibles y revisados para el trabajo de los expertos en la revisión de los modelos.

Reuniones de coordinación iniciales de partida del proyecto

En relación con la primera etapa del proyecto (puesta en marcha), se determinó efectuar un mínimo de 2 reuniones iniciales, a saber:

REUNIÓN INICIAL COORDINACIÓN FIPA-SSP-AGENCIA NACIONAL

Esta reunión es aquella destinada a la coordinación inicial entre la agencia, el FIPA y la Subsecretaría de Pesca, estableciéndose los alcances de los TTR y fechas de hitos claves. Además, se establecerá el tipo de revisión y el material base a ser utilizado.

Reunión coordinación y trabajo SSP-IFOP-Agencia Nacional

Con el objetivo se atender consultas de IFOP y permitir el traspaso de datos y modelos para los fines de revisión. Así, como dar cuenta de la metodología base del proyecto y fechas hitos de actividades. Esta actividad tendrá un carácter presencial de parte de la agencia.

TAREAS PRINCIPALES DEL PROYECTO

La naturaleza y experiencia de diferentes revisiones, y las características de las bases técnicas determinan que prácticamente la totalidad de las tareas principales del proyecto se concentren en los primeros meses con especial concentración en el período previo a los talleres, el desarrollo de estos y el trabajo posterior donde los expertos en su conocimiento e independencia determinan sus recomendaciones y/o correcciones a las evaluaciones.

DIFUSIÓN

Por solicitud del FIPA se establece que exista una fuerte difusión para tener talleres lo más amplio posibles en sus aspectos técnicos, y que la difusión de resultados se haga también extensiva a los comités de manejo y sus representantes. En materias de difusión se solicita que se desarrollen videos—capsulas con el principal contenido de las revisiones y actividades. En este contexto, el Instituto de Investigación Pesquera se compromete en apoyar esta tarea y preparar material para difusión en formato de videos.

10.2.2 Acta 2. Reunión de coordinación Agencia/SSP/IFOP

ACTA N°2 “REUNIÓN DE COORDINACIÓN Agencia/SSP/IFOP”

PROYECTO FIPA 2023-27

“Programa de revisión y Mejora Experta (Benchmark) para la evaluación indirecta de merluza del sur y merluza de tres aletas”

ANTECEDENTES REUNIÓN

Fecha: 22/1/2024

Hora: 11.00

Proyecto: FIPA 2023-27 ”Programa de revisión y mejora experta (Benchmark) para la evaluación indirecta de merluza del sur y merluza de tres aletas”

Asistentes: Sr. Jorge Farías (Subsecretaría de Pesca); Sr. Dario Rivas (Subsecretaría de Pesca); Sr. Lorenzo Flores (Subsecretaría de Pesca); Sr. Claudio Gatica (INPESCA); Sr. Aquiles Sepúlveda (INPESCA); Sra. Dora Jimenez; Sra. Fabiola Cabello; Sr. Francisco Contreras (IFOP); Sr. Patricio Gálvez (IFOP); Sr. Esteban Molina (IFOP); Sr. Marcelo San Martín (IFOP); Sr. Luis Adasme (IFOP); Rodrigo San Juan (IFOP).

Vía remota: Srta. Maria Cristina Pérez (IFOP); Sr. Selim Musleh (IFOP)

Lugar Reunión: Hotel Diego de Almagro, Valparaíso.

Objetivo de la reunión

El objetivo de la reunión fue dar a conocer a los profesionales del Instituto de Fomento Pesquero, el objetivo general y específicos del proyecto FIPA 2023-27. En este marco, transmitir los principales hitos del proyecto referidos al desarrollo de dos talleres de trabajo, el primero referido a un Taller de revisión (T1), y un segundo taller de Mejoramiento de las evaluaciones de stock de los recursos merluza del sur y merluza de tres aletas (T2), revisar

las características generales de estos talleres, fechas de realización y requerimientos de participación y colaboración acorde a términos de referencia.

Como material de apoyo a la reunión, se realizó una presentación que fue remitida posteriormente al Sr. Jorge Farías (Subsecretaría de Pesca) y Sra. Dora Jimenez (Jefa del Departamento de Evaluación de Recursos) y además se compartió un site de google (<https://sites.google.com/view/merluzas2023-27/inicio>), construido para fines de trabajo del proyecto, y donde se puede ver información del proyecto, agenda general, expertos y oferta técnica entre otros.

PRESENTACION

Presentación Agencia Nacional (Sr. Claudio Gatica Molina)

El Sr. Claudio Gatica (Jefe de Proyecto), presenta los objetivos generales y específicos relacionados con el proyecto FIPA 2023-27, orientado a una revisión y mejoramiento de las evaluaciones indirectas de merluza del sur y merluza de tres aletas. Se revisan los hitos principales del proyecto, relacionados con el tipo de revisión a desarrollar, referida al modelo conceptual y de evaluación de stock sobre la base de información disponible y sus resultados. Asimismo, se presenta el equipo de trabajo y la funciones en el proyecto del equipo de trabajo, así como, los expertos internacionales y experto nacional.

En la presentación, además de la coordinación inicial de fechas, se clarifica la necesidad de determinar sobre que informe y modelo será realizada la evaluación, los suministros y formatos necesarios de implementación de modelos, datos e informes, para efectuar la revisión y entregar contenidos específicos de forma oportuna a los expertos internacionales. Una vez finalizada la presentación, se da espacio para consultas y sugerencias por parte de investigadores de IFOP y representantes de Subsecretaría de Pesca.

Expertos Internacionales y nacional

Para las tareas de experto, se dispone de los expertos internacionales, Dr. Jesús Jurado-Molina y Dr. Roberto Licandeo, el experto nacional corresponde al Dr. Aquiles Sepúlveda (INPESCA).

Agenda

Se presentó una agenda sugerida, que se tiene preparada para los fines del proyecto, con el objeto de informar oportunamente los tiempos a dedicar y permitir las coordinaciones en cada institución participante, la cual previamente había sido analizada en reunión entre representantes de la Subsecretaría de Pesca y la agencia nacional (**Acta 1**, FIPA 2023-27). En particular, se requiere modificaciones a los tiempos indicados en acta de adjudicación de parte del FIPA y términos de referencia, para hacer posibles los objetivos y una buena realización del Taller 1 (revisión) y Taller 2 (mejoramiento). Las fechas establecidas en esta reunión y acordadas en un marco general entre la Subsecretaría de Pesca, IFOP y la agencia, en concordancia con los tiempos disponibles para participación presencial en primer taller de los expertos es la siguiente (Tabla 1):

Tabla 1. Fechas hitos establecidas en coordinación para desarrollo hitos Proyecto FIPA 2023-27.

Taller	contenido	fecha
T1	Taller 1 revisión	3 – 7 junio de 2024
IA1	Informe Avance 1	7 agosto de 2024
T2	Taller 2 mejoramiento	6 – 10 enero de 2025
IA2	Informe Avance 2	10 de marzo de 2025
IP	Informe Pre-final	10 de julio de 2025
IF	Informe Final	10 de septiembre de 2025

Formato de Taller de revisión y mejoramiento para tareas de colaboración y presentación de modelos

- Se solicita la participación de investigadores de IFOP, para participar en taller y presentar contenidos en su especialidad acorde a la agenda propuesta.

- Las presentaciones deben idealmente ser presentadas en power point u otro), para una mejor comprensión de detalles por parte de expertos.
- El taller presencial será desarrollado en salones de hotel Diego de Almagro, Valparaíso.
- La agenda definitiva, será presentada con el debido tiempo de antelación con los representantes de cada institución para coordinación final previa a talleres 1 y 2. En primera instancia los contenidos de la revisión son:
 - 1) Modelo conceptual
 - 2) Información y datos utilizados en la evaluación de stock
 - 3) Modelo de evaluación de stock
 - 4) PBR y objetivos de manejo
 - 5) Test diagnósticos (i.e. ajustes, análisis retrospectivos, otros)
 - 6) Status y proyecciones.
- En el site del proyecto, se encuentra información general y contenidos temáticos de agenda de revisión taller 1.

Link: <https://sites.google.com/view/merluzas2023-27/inicio>

- Se propone que los talleres 1 y 2, tengan una duración de 4 días con el desarrollo de trabajo en bloques, esto es 2 días por recurso. Siendo el primer taller en formato presencial, mientras el segundo taller en modalidad remota.

Documentos e información base para el proceso de revisión FIPA 2023-27

Documentos:

- Informe de CTP para la asesoría efectuada el año 2023, con recomendación cuota para el 2024 y modelo asociado al informe tanto en archivos de datos de entrada y los correspondientes al modelo y su configuración (*.tpl, dat, ctl, etc), con el objeto que los expertos puedan reproducir los resultados presentados en informe(s) respectivo(s).
- Informe de revisiones por pares desarrolladas al recurso como parte del programa de mejoramiento.

Información:

- Datos y parámetros de entrada que se utilizaron en las evaluaciones de stock para el cálculo de cuota.
- Bases de datos de los programas de seguimiento.
- Información de estructuras de tallas expandidas a la captura y claves talla-edad.
- Información y base datos cruceros acústico (serie histórica de abundancia, biomasa, composiciones por edad y/o tamaño, pesos, madurez).
- Información utilizada para última estandarización de rendimientos incluida en evaluación de stock (informe, dato de entrada y algoritmo estandarización).

RESUMEN, INDICACIONES Y RECOMENDACIONES**Locación y formato:**

Se acuerda que el Primer Taller (taller de revisión), tendrá modalidad presencial y se efectuará en la ciudad de Valparaíso, durante el mes de **junio de 2024**. Se propone el Diego de Almagro, por la calidad de las instalaciones, logística y buen desempeño en talleres desarrollados con anterioridad para diferentes proyectos. El Segundo Taller (taller de mejoramiento), tendrá una modalidad híbrida (presencial/telemática), soportada esencialmente en plataforma de zoom. Se acuerda la proposición de realizar este taller en el mes de **enero de 2025**. Los equipos de trabajo podrán conectarse en grupos o bien de forma individual en el desarrollo del segundo taller de mejoramiento. En relación con el segundo taller, se reitera por parte de los representantes de la Subsecretaría de Pesca, el desarrollar el Taller 2 en modalidad presencial. Por parte de la agencia, se indica al igual que en acta 1, que se tiene disposición para explorar esta alternativa y que dependen en primer lugar de los resultados del Taller 1 (revisión), y de una solicitud de incrementos de fondos, ya que un taller presencial requiere una logística de costos distinta, y que será evaluada y justificada si corresponde.

Documentos base de evaluación:

Se determina que las evaluaciones a revisar tanto en su implementación (datos y códigos) como en los resultados (informes de asesoría), sean aquellas utilizadas para asesorar la tarea del Comité Científico Técnico en **octubre del 2023**, esto es, el informe Técnico de asesoría para merluza del sur y merluza de tres aletas desarrollada y presentada el 2023, que incluye la recomendación de cuota para el 2024. Por lo tanto, será esta configuración y sus resultados

la que será la evaluada, requiriéndose la colaboración del Instituto de Fomento Pesquero y sus investigadores para compartir vía Subsecretaría de Pesca los Informes correspondientes en versiones Word editables, el modelo implementado base del informe y casos a través de códigos utilizados en formato de la evaluación (*i.e.* archivos tpl, dat y control), y todo aquel elemento necesario para correr los modelos asociados al informe respectivo. Adicionalmente, se solicitará información referente al monitoreo a partir del cual se construye el archivo de entrada al modelo y toda información necesaria como claves talla edad y base de datos de entrada en el análisis del índice de abundancia (estandarización CPUE). Esta última información adquiere importancia debido a que en otras revisiones los expertos han hecho consultas con respecto a la forma de análisis de índices de abundancia, generación de composiciones por edad y matrices de error en lectura de edad.

Respuesta de IFOP a las tareas de apoyo al proyecto de revisión

El IFOP a través de su equipo profesional, señala un ánimo y compromiso de colaboración y participación en las tareas requeridas, cumplimiento con lo expresado en el proyecto formulado por la Agencia Nacional en concordancia con los objetivos del proyecto. Sobre los tiempos, solicitan se informen con debida antelación fechas y programas de los talleres 1, y posteriormente 2, para fines de coordinación. Sobre los canales para el traspaso de informes y datos. Se establece como canal entre la Subsecretaría de pesca y el IFOP a los profesionales; Sr. Jorge Farías y el Sra. Dora Jimenez (Jefa de Departamento de Evaluación de recursos, Instituto de Fomento Pesquero). En particular, para el Taller 1 (revisión), se indica por parte de IFOP que los informes de cuota y modelos (códigos, archivos de datos y control), se encuentran disponibles y serán traspassados a las Subsecretaría para el trabajo por parte de la agencia, siendo canalizados hacia los expertos internacionales en las tareas de preparación del Taller 1.

Consideraciones al proceso de asesoría contractual anual de IFOP y la Subsecretaría de Pesca, en las evaluaciones de stock y recomendaciones de cuota para el 2024.

El IFOP manifiesta su preocupación por los tiempos destinados al trabajo de preparación de contenidos para Taller 1 y en particular con el énfasis en tareas de coordinación entre instituciones, ya que coincide con compromisos de informes y análisis para la asesoría anual. En este sentido, los representantes de la Subsecretaria de Pesca, Sr. Jorge Farías y Sr. Dario

Rivas, señalan que se darán todas las facilidades para que los investigadores puedan participar en los talleres 1 y 2, modificando fechas de entregas de informes u otro con el fin de desarrollar y apoyar de la mejor forma las tareas del presente proyecto. Además, se indica que los resultados del estudio FIPA 2023-27, no debiesen ser considerados en el proceso de manejo del año 2024, y recomendación para el 2025. De tal forma que la asesoría avance de forma independiente al trabajo que se desarrolla en el marco del proyecto de revisión. Sin embargo, también se indica que cada institución como la Subsecretaría de Pesca e IFOP, tienen un grado de independencia en las necesidades de asesoría y toma de decisión. Por lo tanto, será esencial mantener canales de comunicación y coordinación constantes, para establecer los alcances de los resultados en sus diferentes hitos.

Sobre la confidencialidad de informes, contenidos y datos.

En el marco del proyecto, tanto los modelos como la información serán resguardados en un contexto de confidencialidad en el uso de la información. Lo misma característica, ha sido expresada en las declaraciones de trabajo de los expertos independientes.

Consulta para desarrollar un taller de datos.

Por parte de los sectorialistas, se plantea la necesidad de realizar un taller de datos para mejorar aspectos de conocimiento para el taller de revisión. Sobre este punto, se señala que el objetivo principal y extenso del proyecto, es la revisión de las evaluaciones de stock con énfasis en la información de entrada a los modelos, parámetros y propuesta de modelo de dinámica. La realización de un tercer taller, implicaría cambios de logística y propuesta de un diseño de taller que no ha sido incluido en la oferta técnica ni evaluada económicamente. Por lo tanto, se acuerda explorar alternativas a esta tarea como un taller remoto acotado de revisión y conocimiento de datos, el cual se evaluará para su ejecución en coordinación con las instituciones para evaluar si es viable en los tiempos del proyecto y plazos de cada institución. Una posibilidad es utilizar los talleres de revisión de datos de los comités científicos en su contenido y relacionarlos con el proyecto de revisión, y en relación con el calendario podría ser en el mes previo al taller de revisión (mayo de 2024). En resumen, este aspecto será revisado y se realizará una propuesta para consideración de la Subsecretaría, el IFOP y la participación acotada de los expertos.

Requerimiento de la Subsecretaría de Pesca previo a hitos de revisión.

Desarrollar un encuentro previo al comienzo del Taller 1, para plantear su visión de requerimiento para la asesoría, en la búsqueda del desarrollo de un plan de mejoras basada en opinión experta que responda a los objetivos del manejo.

Consideraciones para el desarrollo de los Talleres 1 y 2.

Basado en el desarrollo de procesos de revisión, se acuerda en general mantener el formato de recientes revisiones, esto es, desarrollar de forma continua la revisión por recursos y no separados por jornadas de mañana y tarde, y realizar el taller en 4 días totales con el objetivo de mantener el máximo de atención a los contenidos revisados.

10.2.3 Acta 3. Reunión de coordinación Agencia/SSP/IFOP

ACTA N°3 “REUNIÓN DE COORDINACIÓN Agencia/SSP”

PROYECTO FIPA 2023-27

“Programa de revisión y Mejora Experta (Benchmark) para la evaluación indirecta de merluza del sur y merluza de tres aletas”

ANTECEDENTES REUNIÓN

Fecha: 1/abril/2024

Hora: 10.00

Proyecto: FIPA 2023-27 ”Programa de revisión y mejora experta (Benchmark) para la evaluación indirecta de merluza del sur y merluza de tres aletas”

Asistentes: Sr. Jorge Farías (Subsecretaría de Pesca); Sr. Dario Rivas (Subsecretaría de Pesca); Sr. Lorenzo Flores (Subsecretaría de Pesca); Sr. Claudio Gatica (INPESCA); Sr. Aquiles Sepúlveda (INPESCA); Sr. Sergio Núñez (INPESCA)

Formato remoto

Objetivo de la reunión

El objetivo es revisar elementos de logística y técnicos asociados a los Talleres 1 y 2. Los aspectos principales se refieren desarrollar el conocimiento y consultas sobre datos en forma detallada en sus aspectos de diseño y métodos, así como, de características relevantes a la evaluación de los stock de merluza del sur y merluza de tres aletas, además de considerar consultas previas o aclaraciones de parte de los expertos independientes al equipo de profesionales de IFOP.

En el aspecto logístico, se revisa la agenda propuesta, tipo de presentaciones y tiempos destinados en el desarrollo del taller.

Presentación y actualización site

El jefe de Proyecto (Sr. Claudio Gatica), comparte con los participantes una presentación con los contenidos principales del taller y presenta el sitio actualizado, para generar interacción y coordinación entre los equipos asociados al proyecto

Los contenidos presentados fueron:

- Formato taller 1 (presencial) y rol de los expertos y especialistas a cargo de las evaluaciones.
- Consultas a IFOP por evaluadores que participaran de forma presencial y/o remota.
- Desarrollo de taller 1 en ciudad de Viña del Mar (Hotel Novotel).
- Realizar reunión previa a taller con expertos y la contra parte técnica de la SSP.
- Propuesta de desarrollo de revisión detallada de datos y su generación en el marco del proyecto.

Sitio actualizado:

(<https://sites.google.com/view/merluzas2023-27/inicio>)

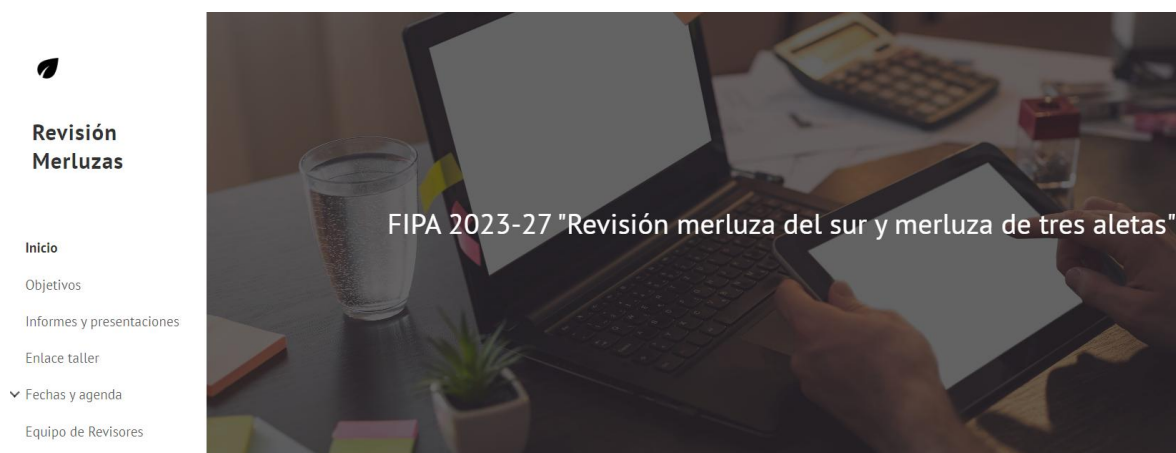


Figura 1. Site de google de proyecto FIPA 2023-27.

DESARROLLO REUNION POR TEMAS

Esquema del taller

Se revisa la agenda para el primer Taller de revisión de las evaluaciones de stock, donde se resalta la necesidad de dar más espacio al conocimiento de los datos que se utilizan en las evaluaciones de stock. Por ello hay coincidencia en utilizar el día 1 (3 junio 2024) por completo a tarea de conocimiento de la información y aclaraciones con respecto a datos, para ello será necesario disponer de representante (es) con conocimiento de parte de equipos de profesionales relacionados con información proveniente de cruceros acústicos y seguimiento entre otros.

Queda establecido, que se solicitará que los expertos independientes, preparen consultas previamente al desarrollo del taller, para que sean atendidas por los equipos de especialistas de IFOP en el marco de la revisión de datos en lo que corresponde a metodología y procedimientos por medio de una Minuta Técnica de consulta.

Fechas de talleres y entrega de informes.

Las fechas del proyecto, se mantienen para el desarrollo de los hitos del proyecto (Tabla 1).

Tabla 1. Fechas hitos establecidas en coordinación para desarrollo hitos Proyecto FIPA 2023-27.

Taller	contenido	fecha
T1	Taller 1 revisión	3 – 7 junio de 2024
IA1	Informe Avance 1	7 agosto de 2024
T2	Taller 2 mejoramiento	6 – 10 enero de 2025
IA2	Informe Avance 2	10 de marzo de 2025
IP	Informe Pre-final	10 de julio de 2025
IF	Informe Final	10 de septiembre de 2025

Participación de IFOP

Se acuerda una reunion de coordinación con IFOP, para actualizar temas de logística y los requerimientos de presentaciones y equipos de profesionales disponibles para cubrir las

tareas del proyecto, en especial aquellas referidas a su participación activa en los talleres. En este marco, se comunica a los representantes de la SSP, que los expertos ya disponen de la información y modelos a revisar a partir del día 22 de marzo de 2024.

En relación con los talleres, se establece coordinar con IFOP el equipo y personas que realizarán la presentación de contenidos principales del proyecto y el formato que estos participaran (presencial y/o remoto).

Aspectos técnicos

En relación con aspectos técnicos, se establece además de la reunión previa entre la SSP y los expertos, considerar la necesidad de visualizar que las revisiones, además de establecer la calidad de las evaluaciones e información, tienen como alcance el desarrollar MSE en las principales pesquerías nacionales, siendo necesario en el transcurso del taller se conozca que los resultados, tienen implicancias hacia el manejo.

En este escenario, se recuerda la necesidad de revisar el esquema de plataformas estandarizada (i.e. JJM; TMB; Open MSE), tanto para la validación y revisión de los modelos aplicados y sus resultados, como sentar bases y elementos útiles en la aplicación de MSE en pesquerías nacionales.

Acuerdos

1. En relación con el diseño de un taller de datos, se adopta destinar el primer día del taller para el conocimiento detallado de la información, datos y su generación en relación con aspectos de diseño de muestreo, métodos y procesos de análisis. En particular se visualiza la importancia de la información de capturas, desembarques y correcciones de esta, así como, de los índices de abundancia y biomasa que son provistos por los equipos de profesionales de métodos acústicos en los recursos analizados.
2. Se acuerda que la sección de conocimiento de datos no sea solo un esquema de presentaciones sino que se involucre en la genesis de la información y en particular con los alcances hacia su uso en las evaluaciones de stock, por ello se decide solicitar adicionalmente al equipo de revisores una minuta de consultas específicas para los equipos relacionados con la información pesquera, biológica y acústica desde su perspectiva. Esta minuta debe estar disponible al menos 20 días previos al inicio del taller con el objeto los equipos preparen sus presentaciones en orden a clarificar consultas por parte de expertos u otros participantes en el desarrollo del taller.

3. Es acordado, realizar una reunión de coordinación con IFOP para revisar la agenda establecida, los objetivos del proyecto y lineamientos por parte de la contra parte técnica de la SSP. Entre otros temas, es necesario conocer quienes estarán presentando de forma activa en el taller como representantes de IFOP en las materias de la agenda y el taller de forma presencial y remota si corresponde.

10.2.4 Acta 4. Reunión de coordinación Agencia/SSP”

ACTA N°4 “REUNIÓN DE COORDINACIÓN Agencia/SSP”

PROYECTO FIPA 2023-27

“Programa de revisión y Mejora Experta (Benchmark) para la evaluación indirecta de merluza del sur y merluza de tres aletas”

Antecedentes reunión

Fecha: 9/abril/2024

Hora: 14.30

Proyecto: FIPA 2023-27 ”Programa de revisión y mejora experta (Benchmark) para la evaluación indirecta de merluza del sur y merluza de tres aletas”

Asistentes: Sr. Jorge Farías (Subsecretaría de Pesca); Sr. Dario Rivas (Subsecretaría de Pesca); Sr. Lorenzo Flores (Subsecretaría de Pesca); Sr. Claudio Gatica (INPESCA); Sr. Aquiles Sepúlveda (INPESCA); María Cristina Pérez (IFOP); Francisco Contreras (IFOP); Dora Jiménez (IFOP).

Formato remoto

Objetivo de la Reunión

El propósito de esta reunión es revisar los aspectos logísticos y técnicos relacionados con el Taller 1 “Revisión de las evaluaciones de stock de merluza de tres aletas y merluza del sur”. En relación con el taller entregar antecedentes actualizados de formato, contenidos y agenda. Generar interacción con IFOP, para establecer los tiempos asignados, tipo de presentaciones y objetivo de la revisión.

Presentación y Actualización del Sitio

El Sr. Claudio Gatica, jefe de Proyecto, comparte previo a la reunión una presentación que aborda los temas principales del taller y un enlace a sitio actualizado del taller 1, para facilitar la interacción y coordinación entre los equipos involucrados en el proyecto. La presentación incluyó los siguientes puntos:

- Objetivos del proyecto.
 - Lista de expertos independientes y nacional.
 - Fechas hitos del proyecto, asociadas con taller 1 y 2, y entrega de informes.
 - Formato del Taller 1 (presencial) y roles de los expertos y especialistas a cargo de las evaluaciones.
 - Consulta al IFOP sobre los evaluadores que participarán de forma presencial y/o remota.
 - Detalles sobre el desarrollo del Taller 1 en la ciudad de Viña del Mar (Hotel Novotel).
- El sitio actualizado del proyecto se puede acceder en el siguiente enlace:
[<https://sites.google.com/view/merluzas2023-27/inicio>]

Desarrollo reunión

Objetivos

Al inicio de la reunión, se revisa el objetivo general y específicos del proyecto, orientados al desarrollo de una revisión independiente de las evaluaciones de stock. En esta línea, se indica que el proyecto comparte los mismos objetivos del FIPA 2022-12, en otros recursos de interés, razón por la cual los talleres y las agendas son similares, con diferencias específicas asociadas a los recursos merluza del sur y tres aletas.

La SSP agradece la colaboración del IFOP y destaca su respuesta oportuna en la provisión de informes y datos para la revisión. Además, se destaca que estos proyectos tienen implicaciones en la gestión de futuras acciones de desarrollo de la Evaluación de Estrategias de Manejo (MSE) en pesquerías nacionales y la administración de recursos pesqueros.

Expertos revisores

Se confirma la participación de los expertos independientes, Dr. Jesús Jurado-Molina y Dr. Roberto Licandeo, así como, del experto nacional Dr. Aquiles Sepúlveda, quien actuará como presidente de la reunión en la conducción de esta. Es informado que con fecha 12 de marzo de 2024, los expertos disponen de los informes de asesoría a evaluar del 2023, así como, de los modelos, datos y otros elementos pertinentes para el proceso de revisión.

Fechas del Proyecto

Se actualizan y reafirman las fechas de realización de los talleres 1 y 2, así como las fechas de entrega de informes (Tabla 1).

Taller	contenido	fecha	
T1	Taller 1 revisión	3-7 junio	2024
IA1	Informe Avance 1	7 agosto	2024
T2	Taller 2 mejoramiento (remoto)	6-10 enero	2025
IA2	Informe Avance 2	10 marzo	2025
IP	Informe Pre-final	10 julio	2025
IF	Informe Final	10 septiembre	2025

Tabla 1. Fecha hitos correspondientes a proyecto FIPA 2023-27.

Formato del Taller 1

El Taller 1, se realizará de forma presencial y se dispondrá de streaming para aquellos que sigan la reunión desde otras ubicaciones. Se utilizará el site google para fines de difusión y coordinación. En relación con la agenda del taller, es justificada la dedicación del primer día al conocimiento detallado de información, generación de datos y procesamientos entre otros aspectos fundamentales para la implementación de modelos de evaluación. Además, es revisada en detalle la agenda por días con los respectivos contenidos y tiempos, para que los evaluadores y sus equipos puedan preparar con anticipación las presentaciones, centrándose en la revisión del modelo y sus componentes.

Se establece que el IFOP tiene independencia en la selección de los presentadores. Por ello en la reunión IFOP confirma que los jefes de proyecto correspondientes para representar a IFOP son el Sr. Francisco Contreras en la merluza del sur y la profesional, Srta. María Cristina Pérez en merluza de tres aletas. Se informa además, que la Srta. Pérez participará de forma remota desde los Estados Unidos, aunque el IFOP manifiesta su disponibilidad en caso de que cambien las circunstancias o se obtenga financiamiento para su estadía en Chile.

Se solicitará a los expertos una minuta de consultas previas para mejorar la interacción y aclarar aspectos de la revisión con los equipos del IFOP, en especial en relación con los datos,

aspectos de diseño, procesamiento o cualquier elemento que los revisores independientes deseen consultar o conocer en específico.

Durante la reunión, el investigador Sr. Francisco Contreras pregunta si los expertos, ya tienen acceso a revisiones previas en los recursos y si podrán hacer un seguimiento del desarrollo en los modelos y mejoras que se han realizado en aspectos de evaluación. Se aclara por parte del Jefe de proyecto, que los expertos ya tienen acceso al material y que, aunque la revisión independiente no requiere necesariamente de una opinión sobre el contenido, podrían surgir elementos de interés durante la fase de mejora de los modelos, según lo determinen los expertos. En otras palabras, la revisión tienen su principal foco en revisar la asesoría efectuada el año 2023, y será ese modelo(s) en particular que son objeto de la presente revisión. En cuanto a los tiempos, se señala que son limitados debido a las múltiples etapas del proyecto. Se destaca que los informes y modelos forman parte de la revisión, y que las presentaciones están diseñadas para facilitar la interacción con los revisores.

El Sr. Darío Rivas (sectorialista SSP), destaca la importancia de las revisiones para mejorar el estándar de las evaluaciones y facilitar las tareas de administración, como el desarrollo de MSE en diferentes pesquerías. Se sugiere que los representantes de la SSP preparen una minuta con los alcances e intereses de la administración para facilitar la interacción con los expertos, donde por ejemplo una aspiración de la administración es avanzar hacia plataformas estandarizadas para la evaluación de los recursos.

Acuerdos

1. Se acuerda solicitar a los expertos una minuta de consultas que deberán enviar al encargado del proyecto antes del 30 de abril de 2024, con el fin de apoyar la preparación de exposiciones por parte del IFOP.
2. La SSP preparará una minuta con los elementos de interés para la administración en el marco del proyecto y en asuntos relacionados con la administración de pesquerías nacionales.
3. Se identifican los principales investigadores del IFOP que llevarán a cabo las presentaciones y la interacción con los revisores independientes.
4. Se solicita por parte de IFOP, que se disponga de los elementos necesarios para una buena comunicación a través del servicio de streaming para las presentaciones a cargo de la profesional María Cristina Pérez.

5. Se llega a acuerdos sobre la agenda semanal y diaria del proyecto, compartida tanto en el sitio web del proyecto como en la presentación enviada a los participantes de la reunión.
6. Se establece que el Taller 1, se llevará a cabo en la ciudad de Viña del Mar, en el Hotel Novotel .

10.2.5 Acta 5. Reunión de coordinación Agencia/SSP.

ACTA N°5 “REUNIÓN DE COORDINACIÓN Agencia/SSP”

PROYECTO FIPA 2023-27

“Programa de revisión y Mejora Experta (Benchmark) para la evaluación indirecta de merluza del sur y merluza de tres aletas”

Antecedentes reunión

Fecha: 6 mayo de 2024

Hora: 14.30

Proyecto: FIPA 2023-27 ”Programa de revisión y mejora experta (Benchmark) para la evaluación indirecta de merluza del sur y merluza de tres aletas”

Asistentes: Sr. Jorge Farías (Subsecretaría de Pesca); Sr. Dario Rivas (Subsecretaría de Pesca); Sr. Lorenzo Flores (Subsecretaría de Pesca); Sr. Claudio Gatica (INPESCA); Sr. Aquiles Sepúlveda (INPESCA); Roberto Licandeo (experto independiente); Jesús Jurado-Molina (experto independiente).

Formato remoto

Objetivo de la Reunión

Conocer requerimientos de la SSP en relación al proyecto de revisión, generar interacción entre revisores y requirentes. Aclarar dudas con respecto al proceso y alcances de la revisión. Dar elementos de necesidades del manejo y proyección de acciones futuras en recursos pesqueros de interés.

Desarrollo reunión

Aspectos generales

El jefe de proyecto da una visión general del estudio, destacando los objetivos e hitos del mismo dados por talleres de revisión y mejoramientos. Se da cuenta del estado actual del proyecto y actividades realizadas, además de destacar los elementos ya disponibles para el trabajo y evaluación por parte de los expertos del proyecto Dr. Jesús Jurado-Molina, Dr. Roberto Licandeo y Dr. Aquiles Sepúlveda (experto nacional). Los elementos principales son:

1. Informes correspondientes de CTP para el establecimiento de cuotas del año 2024, sobre la asesoría del año 2023.
2. Modelos codificados y archivos de datos y controles.
3. Bases de datos de seguimiento e informes asociados.
4. Informe de cruceo acústicos recientes y bases de datos.

En la reunión, se presenta la actualización del site del proyecto, sus contenidos estructurales de informes, revisiones y agenda entre otros.

El sitio actualizado del proyecto se puede acceder en el siguiente enlace: [<https://sites.google.com/view/merluzas2023-27/inicio>].

Fechas del Proyecto

Se recuerdan las fechas del proyecto en sus principales hitos, resaltando en especial el próximo taller de revisión en el mes de junio y la logística asociada (Tabla 1).

Taller	contenido	fecha	
T1	Taller 1 revisión	3-7 junio	2024
IA1	Informe Avance 1	7 agosto	2024
T2	Taller 2 mejoramiento (remoto)	6-10 enero	2025
IA2	Informe Avance 2	10 marzo	2025
IP	Informe Pre-final	10 julio	2025
IF	Informe Final	10 septiembre	2025

Tabla 1. Fecha hitos correspondientes a proyecto FIPA 2023-27.

Finalmente, se comentan los aspectos de formato del taller con 5 días de desarrollo, el primero con mayor foco en la información y datos, y dos días por recurso en la revisión de las evaluaciones de stock. Con ello se da la palabra a los sectorialistas de la Subsecretaría de Pesca, que de forma detallada comentan su visión con respecto a la asesoría que requieren, adicionalmente dan detalles del sistema de manejo y sus necesidades futuras y elementos de

análisis como problemáticas relacionadas con la incertidumbre en el estado actual de los recursos bajo estudio “condición de los stock”.

Requerimientos desde la administración

JF: El sectorialista da cuenta de la importancia del proceso de revisión y en particular, del nuevo formato que incluye el mejoramiento desde el punto de vista de los expertos, se agradece el apoyo y compromiso de los expertos y se señala que un elemento de la revisión es recuperar la confianza en la asesoría, que se ha visto debilitada por diferentes motivos. Al mismo tiempo, se resalta que se busca que se realicen revisiones de forma frecuente y se desarrollen programas en diversas pesquerías.

En relación a revisiones, se indica que las revisiones probablemente se extiendan a especialidades como la acústica y otras que sean identificadas.

DR: El sectorialista, explica los problemas que tienen el manejo por la falta de ordenamiento y planes, señalando por ejemplo que la implementación de la ley fue rápida y no considero múltiples necesidades para su desarrollo en aspectos de financiamiento, medios y apoyos técnicos suficientes. La política pesquera no es clara y podría en varios elementos estar ausente como es la operación sin planes de manejo o herramientas de evaluación para su diseño, lo que ha generado retraso en la gestión pesquera.

En relación con el paradigma de la asesoría, se destaca que el enfoque de la “mejor evaluación”, no ha sido del todo eficiente y presenta limitaciones como son que no existe un mejor modelo, ya que en muchos casos es un modelo con varios casos y no se resuelven elementos de asesoría, o mantiene problemas sin resolver permaneciendo la asesoría con limitaciones por años. En la misma línea, se destacan problemáticas relacionadas con evaluaciones analista dependiente, que afectan al manejo por desarrollar por ejemplo modelos específicos no necesariamente validados y que producen diferentes estados dependientes del analista. Hay instancias de resistencias a nuevos enfoques o cambios en el razonamiento e implementación de modelos, por ello se sostiene que es necesarios avanzar hacia plataformas probadas y estandarizadas y evitar modelos “ad hoc” o personalizados.

Para el caso de merluza de tres aletas, se indica la problemática al ser una especie transfronteriza, con explotación compartida pero sin una organica para la explotación

conjunta y manejo. En particular, se consideran problemas por limitaciones de información del efecto de Atlántico y como se debe modelar internamente la merluza de tres aletas o que escenarios deben ser contrastados y especificados. En otras palabras, no se debiera limitar sólo a disponer de una evaluación en el cono sudamericano, es así, como se han establecido por incertidumbre cuotas por años (i.e. 3 años) y explotaciones a nivel de status quo.

En relación al modelo conceptual, se indica una situación de confusión entre distribución y unidad de gestión, el componente migratorio con desove en aguas chilenas (fiordos y exteriores en al PDA), genera problemáticas en la interpretación de indicadores y conocer que representa el crucero.

LF: Refuerza la problemática de la administración y la información entregada por el modelo, señalando por ejemplo la aplicación de cuotas status quo de 3 años e incertidumbre en el nivel de productividad del stock. Hay correcciones en las capturas acorde a reporte de pesca ilegal. Hay además otras fuentes de remoción que se desconoce el impacto en M como es el efecto por predadores como lobos marino. En relación a la gestión las cesiones de cuotas y reducciones locales en el área norte de la UPN, dan cuenta de otro elemento a la gestión documentado en actas de CM y CCT.

DR: Señala la importancia de evaluar, considerar y discutir el efecto de la concentración del esfuerzo de pesca, ya que en la operación los capitanes conocen exactamente donde localizar y explotar el recurso. En este sentido, un manejo espacialmente explícito es una posibilidad a estas condiciones. El Dr. Licandeo, señala lo interesante de este punto, y la implicaciones que tiene en evaluación y evaluación de los impactos de la mortalidad por pesca e interpretación correcta de índices y estructura de la captura. En relación con los traspasos el fraccionamiento y los niveles de traspasos, también juegan un papel que podría tener consideraciones importantes al manejo.

En relación con las evaluaciones, se indica que es necesario avanzar hacia herramientas de evaluación estandarizadas y probadas, y evitar el uso de modelos específicos “ad hoc” por recursos, ya que aumenta la confusión en la transferencia de conocimiento e hipótesis de trabajo, y se minimizan errores de implementación, permitiendo el foco en las hipótesis de trabajo, la información, datos y no en aspectos de codificación. En esa línea se destaca la implementación de evaluaciones como el caso del jurel en la ORP con “jjm”, y pesquerías modeladas para efectos de revisión como la merluza de cola y el congrio dorado

recientemente, así como, el bacalao en una versión de “amak”. De la misma forma, otra plataforma viable de implementar es Stock Synthesis que se usa en varias pesquerías mundiales para la administración. Relacionado con lo anterior, recientemente se ha iniciado MSE en pesquería de merluza común y anchoveta norte, con la herramienta de “open MSE”, para que la implementación de modelos vaya en la línea de aplicación de estas herramientas.

JJM: El experto señala que en los informes en general y es una situación amplia, existe poca claridad con respecto al significado y aplicación de reglas de control, existiendo por ejemplo confusión con PBR, por lo tanto, se indica que es necesarios mayor precisión tanto en el lenguaje como en la nomenclatura utilizada. Por ello se aprecian años con alta variación en las capturas, y una opción ampliamente empleada es el uso de estabilizador en las capturas (i.e. 15%).

JF: El sectorialista, da cuenta del avance en la aplicación de la herramienta de BlueMatter Open MSE, en evaluación de estrategias de explotación y reglas de control en la pesquería de merluza común y anchoveta, y es el espíritu ampliar estas evaluaciones, ya que además es un elemento que aporta en la certificación de pesquerías y entrega insumos al manejo pesquero.

Generales

En relación al proceso, se establece por parte de los requirentes que al igual que revisiones anteriores, la base de un buen proceso de revisión y calidad de la misma, es el aspecto de transparencia. A la vez de indicar que las necesidades de la administración apuntan a que las evaluaciones sean funcionales al manejo, y esto implica que sean de calidad, actualizadas y validades en relación a sus componentes de información e implementación. Por ello, se indica la sugerencia y necesidad de avanzar hacia modelos estandarizados con el objetivo de concentrar el trabajo en las hipótesis de dinámica y calidad y suficiencia de la información utilizada en la implementación de modelos y conocer que representan en la naturaleza.

10.2.6 Acta 6. REUNIÓN DE COORDINACIÓN Agencia/SSPA

PROYECTO FIPA 2023-27

“Programa de revisión y Mejora Experta (Benchmark) para la evaluación indirecta de merluza del sur y merluza de tres aletas”

Antecedentes reunión

Fecha: 27 agosto de 2024

Hora: 10.30

Proyecto: FIPA 2023-27 ”Programa de revisión y mejora experta (Benchmark) para la evaluación indirecta de merluza del sur y merluza de tres aletas”

Asistentes: Sr. Jorge Farías (Subsecretaría de Pesca); Sr. Dario Rivas (Subsecretaría de Pesca); Sr. Lorenzo Flores (Subsecretaría de Pesca); Sr. Claudio Gatica (INPESCA); Sr. Aquiles Sepúlveda (INPESCA).

Formato remoto

Objetivo de la Reunión

Revisión de principales resultados realizados con Hito 1 de Taller de revisión y reporte de expertos independientes, para coordinar las prioridades con respecto al proceso de mejoramiento de las evaluaciones de stock de merluza del sur y tres aletas. En consecuencia, se revisan los objetivos del proyecto y discute el formato de agenda y contenidos priorizados para consideración de los expertos.

Aspectos generales

El jefe de proyecto da una visión general del estudio, presentando los objetivos e hitos del mismo dados por talleres de revisión y mejoramiento. Se da cuenta del estado actual del proyecto y actividades realizadas, además de destacar los elementos base que se utilizaron para el trabajo y evaluación por parte de los expertos del proyecto; Dr. Jesús Jurado-Molina, Dr. Roberto Licandeo y Dr. Aquiles Sepúlveda (experto nacional). Los elementos principales son:

1. Informes correspondientes de CTP para el establecimiento de cuotas del año 2024, sobre la asesoría del año 2023.
2. Modelos codificados y archivos de datos y controles.
3. Bases de datos de seguimiento e informes asociados.
4. Informe de crucero acústicos recientes y bases de datos.

En la reunión, se presenta el site del proyecto para el segundo Taller que corresponden a mejoramiento de la evaluación de stock, sus contenidos estructurales de informes, revisiones y agenda entre otros. Adicionalmente, para apoyar esta reunión de coordinación se compartió con los asistentes la presentación utilizada y el documento de los expertos incluido en el informe de avance N°1.

El sitio actualizado del proyecto se puede acceder en el siguiente enlace: <https://sites.google.com/view/mejoramiento-merluzas/inicio>

Fechas del Proyecto

Las fechas del proyecto para los fines de organización de mantienen acorde a lo originalmente establecido (Tabla 1).

Taller	contenido	fecha	
T1	Taller 1 revisión	3-7 junio	2024
IA1	Informe Avance 1	7 agosto	2024
T2	Taller 2 mejoramiento (remoto)	6-10 enero	2025
IA2	Informe Avance 2	10 marzo	2025
IP	Informe Pre-final	10 julio	2025
IF	Informe Final	10 septiembre	2025

Tabla 1. Fecha hitos correspondientes a proyecto FIPA 2023-27.

Desarrollo de la reunión

Presentación principales conclusiones de expertos del proyecto.

En la presentación del jefe de proyecto, se dan de forma resumida las principales recomendaciones y conclusiones por parte de los expertos independientes, las que correspondieron a:

- Para merluza de tres aletas, se recomienda no incluir las composiciones de edad reconstruidas para 1982 y 1989 en el modelo de evaluación de stock. Además de incorporar datos de peso por edad y madurez con variación temporal tanto para merluza del sur y para la merluza de tres aletas.
- Se recomienda mejoramiento de la estandarización de la CPUE, definiendo un modelo máximo con factores adicionales relacionados con el arte de pesca y eliminando términos no significativos según el principio de parsimonia en ambos recursos.
- En relación con el estatus, sugieren definir claramente el punto de deterioro del reclutamiento para gestionar acciones asociadas con el estatus. Usar los términos "overfishing" y "overfished" en el diagrama de Kobe según el estándar MSC.
- Se sugiere realizar análisis de incertidumbre, respecto a los efectos de las incertidumbres principales relacionadas con los supuestos del modelo y la disponibilidad de datos.
- En relación con la información relacionada con cruceros acústicos, se indica la importancia de mantener evaluaciones en el tiempo de forma regular, y analizar posibles procesos de adelantamiento y retraso en la época de desove.
- Modificar el método de proyección poblacional en actual uso, junto con establecer programas de recuperación de la población en plazos determinados en especial con el recurso merluza de tres aletas.

Por otra parte, se muestra un set de solicitud de información y consultas referido a merluza de tres aletas, que constituye parte de información y conocimiento a ser utilizado por los expertos como parte del taller de mejoramiento.

- 1) pesos a la edad por año, para el survey y pesquería, para los años donde estén disponibles
- 2) Como se pondero la estructura de edades de machos y hembras para sacar la composiciones por edades combinadas? podrían enviar un ejemplo?.
- 3) Las claves de talla-edad se leyeron edades 1. Si bien el porcentaje es menos del 1% en algunos casos es un poco más. La idea es incluir esa información en el modelo.
- 4) Podrían enviar la estructura de tallas que se usaron para transformarlas en edades? Es decir la serie 1982-1989.
- 5) no hay composiciones de survey para los años 2004 y 2010. Sin embargo, para el año 2004 si hay datos de matriz talla-edad. Cuál fue el criterio para no incluirla?.

- 6) Están disponibles de las claves-talla edad para la pesquería? si estuvieran fácilmente disponibles, las podrían enviar?.
- 7) confirmación que la madurez a la edad fue derivada de individuos con estimación de edad. Si fuera posible enviar madurez a la edad para los años disponibles.
- 8) El equipo de descarte podría trabajar en los multipliers que deberían ser usados para corregir descarte y subreporte. Esta tarea probablemente es para mediano plazo.

Consultas y observaciones por participantes

DR: El sectorialista, solicita que en el taller se de énfasis a las hipótesis de modelo conceptual, en especial en la conexión con la población del atlántico, clarificando la posición por parte de los expertos de como considerar esta condición para los fines de implementación del modelo conceptual y de la propia evaluación de stock en aguas nacionales. Por lo tanto, se sugiere se atienda el punto de conectividad con la población y se de una propuesta para consideración de su efecto en la modelación de la merluza de tres aletas. Por ejemplo, que fracción poblacionales o procesos son los que se comparten con la población del Atlántico. En esta misma, línea se plantea una necesidad de referirse a los grandes cambios geográficos que ha presentado la población de merluza de tres aletas y merluza del sur. Por lo tanto, sería interesante que se aborden diferentes escenarios de modelación para estos procesos de tal forma de conocer sus efectos a nivel poblacional.

AS: En relación con la hipótesis de conectividad, el experto nacional para el proyecto recuerdo que durante el taller de revisión, los investigadores de CEPES propusieron realizar una presentación respecto a la conectividad entre la población del Atlántico y del Pacífico. Ahora, sobre este tema y ya que no estaba considerado en la agenda dado los términos del proyecto con objetivo en revisar la evaluación de stock, se decidió permitir la presentación siempre que la institución en revisión y los participantes estuviesen de acuerdo. Al no existir consenso justificado en que IFOP no conocía de esta iniciativa, se optó en el taller por no realizar la presentación basado en criterio de transparencia para los fines del proyecto. En esta línea, se indicó que se revisaría la posibilidad que CEPES presente un trabajo documentado (i.e. reporte) y haga una presentación de forma previa al taller 2, o en el taller 2. Finalmente, se acordó que la SSPA consulte y coordine con CEPES si desean presentar su documento

durante el mes de octubre, para que sea parte de la documentación del proyecto y sea considerado por los expertos previo al desarrollo del taller 2, en enero de 2024.

DR: En relación con el trabajo de los expertos y del proyecto, el sectorialista indica que necesidad que los elementos de mejoramiento propuestos incluyan un protocolo de evaluación de stock, donde esta especificado la forma de implementación y orden o priorización de recomendaciones efectuadas acorde a su complejidad, definiéndose por ejemplo plazos para determinados trabajos en datos, implementación o estudios necesarios a desarrollar. Lo anterior, para impulsar que las recomendaciones producto del proyecto de revisión y mejoras, sea implementado por parte de la entidad y modelos revisados, de tal forma que exista una consecuencia por efecto de las mejoras propuestas. Entre algunos elementos mencionados que requieren un protocolo detallado se menciona:

- Cálculo de CBA/procedimiento.
- Proyección poblacional.
- Datos y supuestos utilizados para recomendación.

JF: El sectorialista, se refiere a formalizar en el protocolo la manera de realización de las proyecciones poblacionales, solicitando estén claramente documentadas, para ser incluidas como requerimiento de mejoras. Luego, estas observaciones buscan promover que el proceso de revisiones sea vinculante para los fines de implementación por el Instituto, de tal forma de poder trabajar en una lista de chequeo de mejoras implementadas asociadas a plazos o etapas.

En relación con la revisión, se indica que los expertos proponen que el diagrama de fase siga el estándar del MSC, por ello se solicita que en la etapa de mejoramiento, se presente este formato como caso para identificar su efecto en la evaluación y comparativamente, también sea presentado el esquema en actual uso del diagrama para establecimiento del estatus.

En lo que correspondiente al mejoramiento, se señala la importancia de conocer la recomendación de los expertos para implementación y uso de plataforma estandarizada, como ha ocurrido en otras revisiones (i.e. merluza de cola y congrio dorado). En esta línea, es deseable se justifique las razones de una determinada plataforma. Se indica por los asistentes, que disponer de evaluaciones en plataformas conocidas, disminuye el error de implementación y permite focalizar el conocimiento en las hipótesis de dinámica, información biológica y calidad de datos. Adicionalmente, el mejoramiento de plataformas

permite avanzar de forma más eficiente en la implementación y evaluación de estrategias de manejo.

LF: El sectorialista, consulta la posibilidad que el taller de mejoramiento a desarrollarse en enero en formato presencial, se modifique a uno de carácter presencial. Sobre el particular, se explica que un cambio implica solicitar recursos adicionales, y que la solicitud debe ser realizada formalmente por la SSPA, para que la agencia pueda consultar al FIPA la solicitud de fondos adicionales a los presupuestados, manifiestan la agencia la disposición para realizar las gestiones si es solicitado por la SSPA.

Acuerdos generales

Se establece que el taller de mejoramiento, será desarrollado en un total de 4 días (2 días por recurso. Se consultará a los expertos el horario de inicio, considerandose inicialmente las 10.00am hora de Chile, para luego desarrollar la agenda a ser preparada en conjunto con los expertos a partir de una próxima reunión de coordinación con presencia de los expertos en octubre de 2024. La semana del taller, será entre los días 6-10 enero de 2025.

Se consultará por medio de la SSPA, a CEPES para que pongan a disposición un documento a ser incluido en la etapa de mejoramiento, con la opción de una presentación durante el taller o previamente.

Será realizada una reunión de coordinación con presencia de los expertos (octubre de 2024), con el objeto de preparar el taller de mejoramiento en componentes como la agenda principal de contenidos y modalidad remota a ser utilizada. Se compartirá una agenda tentativa para obtener comentarios por parte de los expertos.

10.2.7 Acta 7. Agencia/SSP/expertos

PROYECTO FIPA 2023-27

“Programa de revisión y Mejora Experta (Benchmark) para la evaluación indirecta de merluza del sur y merluza de tres aletas”

Antecedentes reunión

Fecha: 29/10/2024

Hora: 12:00

Asistentes: Sr. Jorge Farías (Subsecretaría de Pesca); Sr. Dario Rivas (Subsecretaría de Pesca); Sr. Lorenzo Flores (Subsecretaría de Pesca); Sr. Claudio Gatica (INPESCA); Sr. Aquiles Sepúlveda (INPESCA); Jesús Jurado-Molina (experto independiente); Roberto Licandeo (experto independiente).

Formato remoto

Objetivo de la Reunión

Revisión de contenidos y agenda para desarrollo de Taller 2 de mejoramiento, precisar principales intereses de la administración respecto a mejoras y protocolos para la evaluación de los recursos objeto de la revisión sobre la base de los resultados del taller 1 de revisión.

Temas abordados

La reunión abordó diversos aspectos relacionados con la evaluación y gestión de pesquerías, incluyendo el proceso de revisión independiente, la estructuración de recomendaciones de expertos y la elaboración de informes de evaluación de stock. Se discutió la organización de talleres específicos para mejorar los modelos conceptuales y de dinámica poblacional de merluza del sur y merluza de tres aletas. Se determinó la importancia de realizar el taller # 2 de mejoramiento en formato presencial, por ello se acordó iniciar acciones para solicitar un incremento de fondos para desarrollar el taller 2 de forma presencial con la participación de expertos. Los participantes acordaron la necesidad de mejorar los procesos de evaluación y seguimiento, así como la importancia de equilibrar los requerimientos de gestión del país con las recomendaciones de los expertos, esto es, complementar los resultados para identificar

una hoja de ruta que emerge de las recomendaciones de los expertos y que sea trabajada por las entidades que le compete abordar estas tareas y su continuidad futuro como el IFOP y la SSPA.

Principales intervenciones y acuerdos

CG: Modificar la agenda del taller en caso de realizarse de forma remota, para que esta sea desarrollada en 3 días de trabajo (Taller de mejoramiento), y compartirla con los participantes. La modificación de días responde a generar un equilibrio para el trabajo de un taller remoto y donde por ejemplo los diferentes usos horarios generan limitaciones de tiempo, se suma que un taller remoto genera a los participantes un nivel de concentración que normalmente condicionada una fatiga en la atención del taller y la interacción se ve limitada por las complejidades de los temas de discutir, además de la propia referida a modelos de evaluación complejos y métodos estadísticos o de dinámica.

LF: El sectorialista, recuerda y enfatiza el interés por parte de la SSPA, en buscar la forma de desarrollar el taller de mejoramiento en formato presencial. En particular, se verifica que la calidad de la interacción mejora de forma considerable en un esquema presencial, a la vez de permitir una mejor discusión y conocimiento de los temas abordados. Por ello, y para minimizar una interacción acotada, se establece que se buscare y apoyará en conjunto un mecanismo para realizar el taller de forma presencial.

LF: En relación con la hipótesis de conectividad y como quedo establecido en reunión previa (Acta 6), la SSPA debe realizar una gestión interna para que CEPES, si lo desea ponga a disposición un documento técnico de su propuesta de modelo de conectividad y se les de un espacio de presentación en el esquema del taller 2 de mejoramiento.

DR: Señala que se deberá plantear a la autoridad correspondiente la importancia de asignar recursos para realizar el taller de forma presencial, dada la relevancia de la pesquería de merluza del sur, para ellos se establece que el profesional encargado de la contraparte técnica por parte de la SSPA, para el proyecto consultará internamente la posibilidad de gestionar los fondos incrementales necesarios para ello, el jefe de proyecto indica que iniciará acciones de cotización para disponer de valores actualizados de los ítems requeridos para consolidar este taller 2, en forma presencial.

DR y CG: Se comenta que las revisiones independientes no presentan un formato pre-establecido de contenidos a causa de la variabilidad de los problemas encontrados y se comparte un documento sobre patrones y conductas en el proceso de revisión en diferentes países. Se debate sobre la implementación de recomendaciones y el papel de la agencia en facilitar las condiciones para la revisión, sin interferir en la independencia del proceso, con el objetivo principal que los expertos establezcan sin intervención de otros profesionales, cuales son los principales aspectos que ellos encuentran requieren revisión o modificación que van por ejemplo; desde hipótesis de dinámica, datos disponibles, métodos estadísticos, índices de abundancia, construcción de modelos, plataforma etc. Ambos coinciden en la necesidad de mejorar el proceso y llegar a un acuerdo que beneficie a todas las partes involucradas.

DR y JF: Los sectorialistas discuten la necesidad de estructurar y resumir las recomendaciones de expertos para mejorar las evaluaciones en Chile. JF enfatiza la importancia de que estas revisiones sean más críticas y directas en sus observaciones, sugiriendo que las recomendaciones deben ser más contundentes para facilitar su implementación y adopción por parte de entidades a cargo de las evaluaciones. Ambos coinciden en la necesidad de mejorar la forma de informar las evaluaciones y en la importancia de tener una pauta ordenada para dar seguimiento a las recomendaciones con claridad respecto a cambios relevantes de modelos, plataformas u otro, que sea comprensible y precisa.

DR, JF y CG: En la reunión se discute la importancia de fortalecer la elaboración de informes y evaluaciones de stock pesquero, especialmente para el caso de merluza de tres aletas en relación a los efectivos poblacionales disponibles en aguas de Chile. CG propone organizar las recomendaciones de manera más precisa y comprensible, aunque sugiere no interferir mayormente en el proceso de expertiz de los expertos que realizan la revisión; Dr. Jesús Jurado-Molina y Dr. Roberto Licandeo, durante el taller de mejoramiento y el pronunciamiento que les compete como expertos independientes. Se menciona la necesidad de equilibrar los requerimientos de gestión del país con las recomendaciones de los expertos, y se destaca la importancia de una segunda etapa de análisis más detallado para implementar cambios en los modelos y metodologías, la cual no necesariamente es labor del proyecto ya

que contempla acuerdos con instituciones que son independientes al proceso de revisión y donde en su independencia, pueden o no considerar y en que plazo las recomendaciones que surgen del presente proyecto.

Expertos RL y JJM: Los especialistas, señalan lo importante de la reunión para conocer las prioridades y preocupaciones de la administración, con ello revisaran y mejoraran los contenidos para el taller de mejoramiento, a partir del cual se conocerá de forma más detalladas las recomendaciones a las evaluaciones de merluza del sur y merluza de tres aletas.

10.3 Listado participantes Taller 1

Se adjunta listado de participantes invitados y asistentes al Taller 1 “Revisión de las evaluaciones de stock de merluza del sur y merluza de tres aletas”

LISTADO DE ASISTENCIA TALLER # 1 "revisión de las evaluaciones de stock de merluza del sur y merluza de tres aletas"

Lugar: Hotel Novotel Viña del Mar

Fecha: 3 al 7 de junio de 2024

Nota: por favor marcar con ticket asistencia diaria

NOMBRE	INSTITUCION	correo	03-jun	04-jun	05-jun	06-jun	07-jun	FIRMA
ALEJANDRO ZULETA	CEPES	ezuleta@cepel.cl	✓	✓	✓	✓	✓	
AQUILES SEPULVEDA	INPESCA	asepulveda@inpesc.cl	✓	✓	✓	✓	✓	
AURORA GUERRERO								
CARLOS CORTES								
CARLOS MONTENEGRO								
CARLOS VIAL								
CLAUDIO BÉRBAL	IFOP	claudio.berbal@ifop.cl	✓	✓	✓	✓	✓	
CLAUDIO GATICA	INPESCA	cgatica@inpesc.cl	✓	✓	✓	✓	✓	
CRISTIAN CANALES	PUCV	cristian.canales@pucv.cl	✓	✓	✓	✓	✓	
DANILO DE LA ROSA								
DARIO RIVAS	SSPA	drivas@ssp.cl	✓	✓	✓	✓	✓	
DORA MARIELA JIMENEZ ALVAREZ								
ENRIQUE GUTIERREZ								
ESTEBAN MOLINA								
FABIOLA CABELLO								
FRANCISCO CONTRERAS	IFOP	fcontreras@ifop.cl	✓	✓	✓	✓	✓	
GUILLERMO MOYANO	IFOP	gmoyno@ifop.cl	✓	✓	✓	✓	✓	
HUGO ARANCIBIA								
IGNACIO PAYA								
JAIME ACUÑA								

NOMBRE	INSTITUCION	correo	03-jun	04-jun	05-jun	06-jun	07-jun	FIRMA
JESUS JURADO-MOLINA	CEPES	jjurado@cepel.cl	✓	✓	✓	✓	✓	
JORGE FARIAS	SSPA	jfarias@ssp.cl	✓	✓	✓	✓	✓	
LILIAN TRONCOSO								
LORENZO FLORES	SSPA	lflores@ssp.cl	✓	✓	✓	✓	✓	
MARCEL MOENNE								
MARCOS ARTEAGA	INPESCA	marcos.artea@inpesc.cl	✓	✓	✓	✓	✓	
MARIA ANGELA BARBIERI								
MARIANO VILLA								
NAZARETH SANCHEZ								
NICOLAS ALEGRIA	INPESCA	nalegria@inpesc.cl	✓	✓	✓	✓	✓	
PATRICIA RUIZ	CEPES	pruiz@cepel.cl	✓	✓	✓	✓	✓	
PEDRO RUBILAR								
RENE VARGAS								
ROBERTO LICANDEO	INPESCA	roberto.licande@inpesc.cl	✓	✓	✓	✓	✓	
RODOLFO SERRA								
ROMINA PAILLAN	Subseca	rpailan@subseca.cl	✓	✓	✓	✓	✓	
RUBEN ALARCON								
SARA HOPF	CEPES	shopf@cepel.cl	✓	✓	✓	✓	✓	
SERGIO LILLO								
SERGIO NEIRA								
VALERIA CARVAJAL								
DANIEL GALVEZ	IFOP	dgalez@ifop.cl	✓	✓	✓	✓	✓	
JOSE ALVARO D.	IFOP	jalvaro@ifop.cl	✓	✓	✓	✓	✓	
JOSE ALVARO M.	IFOP	jalvaro@ifop.cl	✓	✓	✓	✓	✓	
ESTEBAN RODRIGUEZ	IFOP	erodriguez@ifop.cl	✓	✓	✓	✓	✓	
Rodrigo San Juan Ch.	IFOP	rsanjuan@ifop.cl	✓	✓	✓	✓	✓	
Renato Gispodes M	IFOP	rgispodes@ifop.cl	✓	✓	✓	✓	✓	

10.4 Agenda Taller 1

Día 1

3/Jun/2024 (merluza 3 aletas y merluza del sur. Revisión datos y sus características)

9.00-9.20

Bienvenida/ logística /introducción (Claudio Gatica)

▪ 9.20-9.40

Conducción meeting/agenda/modalidad (Aquiles Sepúlveda)

▪ 9.40-9.45

Importancia revisiones y manejo (Sectorialista)

▪ 9.50-10.50

Monitoreo y seguimiento merluza del sur y tres aletas

▪ 11.00-11.20 (Café)

▪ 11.30-12.10

Consultas e interacción por información (expertos)

▪ 12.10-12.40

Opinión de expertos respecto a datos y diseño (Roberto Licandeo y Jesús Jurado-Molina)

12.40-14.30 (pausa almuerzo)

▪ 14.30-15.45

Índices independientes acústicos de merluza del sur y tres aletas

▪ 15.45-16.15

Consultas y discusión general (Roberto Licandeo y Jesús Jurado-Molina, Aquiles Sepúlveda)

▪ 16.15-16.30 (pausa café)

▪ 16.30-17.30

Opinión expertos por información acústica

Día 2

4/jun/24 (merluza de tres aletas)

▪ 9.00-9.20

Bienvenida/ logística /introducción (Claudio Gatica)

▪ 9.20-9.40

Conducción meeting/agenda/modalidad (Aquiles Sepúlveda)

▪ 9.40-9.45

Importancia revisiones y manejo (Sectorialista)

▪ 9.50-10.30

Modelo conceptual (Evaluador)

- 10.30-11.00

Consultas expertos

- 11.00-11.20 (Café)
- 11.30-12.10

Datos e información en modelo evaluación stock (Evaluador)

- 12.10-12.40

Consultas expertos /discusión/ consultas público (Roberto Licandeo y Jesús Jurado-Molina)

- 12.40-14.30 (pausa almuerzo)
- 14.30-15.30

Modelo Evaluación de stock y PBR (Evaluador)

- 15.30-16.00

Consultas y discusión general (Roberto Licandeo y Jesús Jurado-Molina, Aquiles Sepúlveda)

- 16.00-16.20 (pausa café)
- 16.20-17.20

Comentarios expertos y público

Día 3

5/jun/24 (merluza de tres aletas)

- 9.00-9.20

Resumen ejecutivo jornada previa (Aquiles Sepúlveda)

- 9.20-10.20

Status del recurso y proyecciones (Evaluador)

- 10.20-11.00

Consultas expertos , aclaraciones (Roberto Licandeo y Jesús Jurado-Molina)

- 11.00-11.30

Pausa cafe

- 11.30-12.30

Discusión general, comentarios (Roberto Licandeo y Jesús Jurado-Molina)

- 12.40-14.30 (pausa almuerzo)

- 14.30-15.30

Resumen temáticas y apreciación general (Roberto Licandeo; Jesús Jurado-Molina, Aquiles Sepúlveda)

- 15.30-16.00

Comentarios público participante (Público)

- 16.00-16.20 (pausa café)
- 16.20-17.20

Interacción expertos, acuerdos y discusión (Roberto Licandeo; Jesús Jurado-Molina, Aquiles Sepúlveda)

Día 4

6/jun/24 (merluza del sur)

- 9.00-9.20

Bienvenida/ logística /introducción (Claudio Gatica)

- 9.20-9.40

Conducción meeting/agenda/modalidad (Aquiles Sepúlveda)

- 9.40-9.45

Importancia revisiones y manejo (Sectorialista)

- 9.50-10.30

Modelo conceptual (Evaluador)

- 10.30-11.00

Consultas expertos

- 11.00-11.20 (Café)
- 11.30-12.10

Datos e información en modelo evaluación stock (Evaluador)

- 12.10-12.40

Consultas expertos /discusión/ consultas público (Roberto Licandeo y Jesús Jurado-Molina)

- 12.40-14.30 (pausa almuerzo)

- 14.30-15.30

Modelo y PBR (Evaluador)

- 15.30-16.00

Consultas y discusión general (Roberto Licandeo y Jesús Jurado-Molina, Aquiles Sepúlveda)

- 16.00-16.20 (pausa café)

- 16.20-17.20

Comentarios expertos y público (Expertos y público)

Día 5

7/jun/24 (merluza del sur)

- 9.00-9.20

Resumen ejecutivo jornada previa (Aquiles Sepúlveda)

- 9.20-10.20

Status del recurso y proyecciones (Evaluador)

- 10.20-11.00

Consultas expertos , aclaraciones (Roberto Licandeo y Jesús Jurado-Molina)

- 11.00-11.30

Pausa cafe

- 11.30-12.30

Discusión general, comentarios (Roberto Licandeo y Jesús Jurado-Molina)

- 12.40-14.30 (pausa almuerzo)

- 14.30-15.30

Resumen temáticas y apreciación general (Roberto Licandeo; Jesús Jurado-Molina, Aquiles Sepúlveda)

- 15.30-16.00

Comentarios público participante (Público)

- 16.00-16.20 (pausa café)

- 16.20-17.20

Interacción expertos, acuerdos y discusión (Roberto Licandeo; Jesús Jurado-Molina, Aquiles Sepúlveda)

10.5 Listado participantes Taller 2

FIPA 2023-27 "Programa de revisión y mejora experta benchmark para las evaluaciones indirectas de merluza del sur y merluza de tres aletas"

LISTADO DE ASISTENCIA TALLER # 2 "Revisión y mejoramiento de las evaluaciones de stock de merluza del sur y merluza de tres aletas"

Lugar: Hotel Novotel Viña del Mar, Fecha: 6 al 9 enero de 2025

Nota: por favor marcar con ticket asistencia diaria

NRO	NOMBRE	INSTITUCION	correo	6/ene	7/ene	8/ene	9/ene
1	ALEJANDRO ZULETA	COMITÉ MANEJO	azuleta@cepes.cl	✓	✓	✓	✓
2	AQUILES SEPULVEDA	INPESCA	asepulveda@inpesca.cl	✓	✓	✓	✓
3	AURORA GUERRERO	SSPA	aguerrero@subpesca.cl				
4	CARLOS CORTES	IFOP	carlos.cortes@ifop.cl				
5	CARLOS MONTENEGRO	IFOP	carlos.montenegro@ifop.cl		✓	✓	
6	CARLOS TECHIRA	IFOP	carlos.techeira@ifop.cl	✓	✓	✓	
7	CARLOS VIAL	COMITÉ MANEJO	cvial@friosur.cl				
8	CLAUDIO BERNAL	IFOP	claudio.bernal@ifop.cl				
9	CLAUDIO GATICA	INPESCA	cgatica@inpesca.cl	✓	✓	✓	✓
10	CRISTIAN CANALES	PUCV	cristian.canales.r@pucv.cl				
11	DANIELA BOLBARAN	FIPA	dbolbaran@subpesca.cl			✓	
12	DANILO DE LA ROSA	SSPA	ddelarosa@subpesca.cl				
13	DARIO RIVAS	SSP	draburto@subpesca.cl				
14	ENRIQUE GUTIERREZ	PESCA CHILE	enrique.gutierrez@pescachile.cl				
15	ESTEBAN MOLINA	IFOP	esteban.molina@ifop.cl				
16	FABIOLA CABELLO	IFOP	fabiola.cabello@ifop.cl				
17	FRANCISCO CONTRERAS	IFOP	francisco.contreras@ifop.cl	✓	✓	✓	✓
18	FRANCISCO CONTRERAS	IFOP	francisco.contreras@ifop.cl	✓	✓	✓	✓
19	GUILLERMO MOYANO	IFOP	guillermo.moyano@ifop.cl		✓		✓
20	HUGO ARANCIBIA	UDEC	harancib@udec.cl				

LISTADO DE ASISTENCIA TALLER # 2 "Revisión y mejoramiento de las evaluaciones de stock de merluza del sur y merluza de tres aletas"

Lugar: Hotel Novotel Viña del Mar, Fecha: 6 al 9 enero de 2025

Nota: por favor marcar con ticket asistencia diaria

NRO	NOMBRE	INSTITUCION	correo	6/ene	7/ene	8/ene	9/ene
1	ALEJANDRO ZULETA	COMITÉ MANEJO	azuleta@cepes.cl	✓	✓	✓	✓
2	AQUILES SEPULVEDA	INPESCA	asepulveda@inpesca.cl	✓	✓	✓	✓
3	AURORA GUERRERO	SSPA	aguerrero@subpesca.cl				
4	CARLOS CORTES	IFOP	carlos.cortes@ifop.cl				
5	CARLOS MONTENEGRO	IFOP	carlos.montenegro@ifop.cl				
6	CARLOS TECHEIRA	IFOP	carlos.techeira@ifop.cl	✓	✓	✓	
7	CARLOS VIAL	COMITÉ MANEJO	cvial@friosur.cl				
8	CLAUDIO BERNAL	IFOP	claudio.bernal@ifop.cl				
9	CLAUDIO GATICA	INPESCA	cgatica@inpesca.cl	✓	✓	✓	✓
10	CRISTIAN CANALES	PUCV	cristian.canales.r@pucv.cl				
11	DANIELA BOLBARAN	FIPA	dbolbaran@subpesca.cl				
12	DANILO DE LA ROSA	SSPA	ddelarosa@subpesca.cl				
13	DARIO RIVAS	SSP	draburto@subpesca.cl				
14	ENRIQUE GUTIERREZ	PESCA CHILE	enrique.gutierrez@pescachile.cl				
15	ESTEBAN MOLINA	IFOP	esteban.molina@ifop.cl				
16	FABIOLA CABELLO	IFOP	fabiola.cabello@ifop.cl				
17	FRANCISCO CONTRERAS	IFOP	francisco.contreras@ifop.cl	✓	✓	✓	✓
18	FRANCISCO CONTRERAS	IFOP	francisco.contreras@ifop.cl	✓	✓	✓	✓
19	GUILLERMO MOYANO	IFOP	guillermo.moyano@ifop.cl		✓		✓
20	HUGO ARANCIBIA	UDEC	harancib@udec.cl				

NRO	NOMBRE	INSTITUCION	correo	6/ene	7/ene	8/ene	9/ene
21	Pedro Zúñiga San Juan	IFOP	pedro.sanzun@ifop.cl	✓	✓	✓	✓
22	Heide Heredia-Aguar	IFOP	heide.heredia@ifop.cl	✓	✓	✓	✓
23	Marcelo San Martín	IFOP	marcelo.sanmartin@ifop.cl	✓	✓	✓	✓
24	Claudio Bernal	IFOP	claudio.bernal@ifop.cl		✓		✓
25	Ramiro Cespedes-Michea	IFOP	ramiro.cespedes@ifop.cl	✓	✓	✓	✓
26							
27							
28							
29							
30							
31							

10.6 Agenda Taller 2

Lunes 6 de enero de 2025

9:00 – 9:15

Bienvenida, presentación del Taller, y objetivos

Claudio Gatica (Jefe del proyecto) y Dr. Aquiles Sepúlveda

9:15 - 9:30

Aspectos logísticos y de contenido del Taller 2

Dr. Aquiles Sepúlveda (director del Taller 2)

9.30 – 10:00

Stock Synthesis model. Descripción general, Ventajas, Desventajas, y Aplicaciones.

Dr. Roberto Licandeo y Dr. Jesús Jurado Molina

10:00-10:30

Consideraciones modelo previo para la merluza de tres aletas.

Dr. Roberto Licandeo y Dr. Jesús Jurado Molina

10:30 – 11:00

Mejoras en la información de entrada al modelo de la merluza de tres aletas CPUE

Dr. Roberto Licandeo y Dr. Jesús Jurado Molina

11:00 – 11:15

Receso para café

11:15 – 13:00

Consultas y aclaraciones

Dr. Roberto Licandeo, Dr. Jesús Jurado Molina, Dr. Aquiles Sepúlveda y M.Sc. Claudio Gática

13:00 – 14:30

Receso para almuerzo

14:45 – 16:00

Consideraciones del modelo conceptual

Dr. Roberto Licandeo y Dr. Jesús Jurado Molina

16:00 – 16:15

Receso para café

16:15 – 17:30

Presentación de los principales resultados del modelo propuesto SS3:

- Estimaciones poblacionales

- Ajustes

- Diagnósticos

Dr. Roberto Licandeo y Dr. Jesús Jurado Molina

17:30 – 18:15

Discusión general y consultas

Dr. Aquiles Sepúlveda

Martes 7 de enero de 2025

9:00 - 9:30

Resumen del primer día (modelo de la merluza de tres aletas)

Dr. Aquiles Sepúlveda (director del Taller)

9:30 – 10:30

Como hacer análisis de Sensibilidad, y análisis de escenarios alternos con SS3

Dr. Roberto Licandeo y Dr. Jesús Jurado Molina

10:30 – 11:30

Discusión y consultas

Dr. Aquiles Sepúlveda

11:30 – 11:45

Receso para café

11:45 – 12:30

Comparación de modelo anterior y modelo propuesto SS3

Dr. Roberto Licandeo y Dr. Jesús Jurado Molina

12:30 – 13:15

Discusión y consultas

Dr. Aquiles Sepúlveda

13:30 – 14:30

Receso para almuerzo

14:45 – 16:00

Estado del recurso con base al modelo seleccionado. Status y propuesta de manejo.

Dr. Roberto Licandeo y Dr. Jesús Jurado Molina

16:00 – 16:20

Receso para café

16:30 – 17:20

Discusión y cierre

Dr. Aquiles Sepúlveda

Miércoles 8 de enero de 2015

9:00 – 9:15

Bienvenida, presentación del Taller, y objetivos

Claudio Gática (jefe del proyecto) y Dr. Aquiles Sepúlveda

9:15 - 9:30

Aspectos logísticos y de contenido del Taller 2

Dr. Aquiles Sepúlveda (director del Taller 2)

9.30 – 10:30

Consideraciones modelo previo para la merluza del sur

Dr. Roberto Licandeo y Dr. Jesús Jurado Molina

10:30 – 11:00

Mejoras en la información de entrada al modelo para la merluza del sur.

Dr. Roberto Licandeo y Dr. Jesús Jurado Molina

11:00 – 11:15

Receso para café

11:15 – 13:00

Consultas y aclaraciones

Dr. Roberto Licandeo, Dr. Jesús Jurado Molina, Dr. Aquiles Sepúlveda y M.Sc. Claudio Gática

13:00 – 14:30

Receso para almuerzo

14:45 – 15:15

Propuesta del Modelo SS3, estructura, y datos

Dr. Roberto Licandeo y Dr. Jesús Jurado Molina

15:15 – 16:00

Presentación de los principales resultados del modelo propuesto SS3:

- Estimaciones poblacionales
- Ajustes
- Diagnósticos

Estado del recurso

Dr. Roberto Licandeo y Dr. Jesús Jurado Molina

16:00 – 16:15

Receso para café

16:15 – 17:30

Discusión general y consultas

Dr. Aquiles Sepúlveda

Jueves 9 de enero de 2015

9:00 - 9:30

Resumen del primer día (modelo de la merluza del sur)

Dr. Aquiles Sepúlveda (director del Taller)

9:30 – 11:00

Como hacer análisis de sensibilidad, y análisis de escenarios alternos. Comparación con el modelo de Jim Ianelli

Dr. Roberto Licandeo y Dr. Jesús Jurado Molina

11:00 – 11:30

Discusión y consultas

Dr. Aquiles Sepúlveda

11:30 – 11:45

Receso para café

11:45 – 12:30

Comparación de modelo anterior y modelo propuesto SS3

Dr. Roberto Licandeo y Dr. Jesús Jurado Molina

12:30 – 13:15

Discusión y consultas

Dr. Aquiles Sepúlveda

13:30 – 14:30

Receso para almuerzo

14:30 – 16:00

Estado del recurso con base en el modelo seleccionado. Status y propuesta de manejo. Comparación de SS3 y el modelo de Jim Ianelli.

Dr. Roberto Licandeo y Dr. Jesús Jurado Molina

16:00 – 16:20

Receso para café

16:30 – 17:20

Discusión y cierre. Dr. Aquiles Sepúlveda

10.7 Listado participantes Taller Final Difusión resultados

El Taller de Difusión Final se desarrolló de manera remota el día 22 de octubre de 2025. El objetivo principal fue dar a conocer los principales resultados y alcances del proyecto hacia la tarea de mejoramiento de las evaluaciones de stock de merluza del sur y merluza de tres aletas, además de implicancias para el manejo del recurso.

	Nombre	Apellido	Institución
1	Jorge	Farías	SUBPESCA
2	Daniela	Bolbarán	SUBPESCA
3	Alejandro	Zuleta	CEPES
4	Lorenzo	Flores	SUBPESCA
5	Romina	Paillán	SUBPESCA
6	Marcos	Arteaga	INPESCA
7	Aquiles	Sepúlveda	INPESCA
8	Claudio	Gatica	INPESCA
9	Nicolás	Alegría	INPESCA
10	Fernanda	Mercado	SUBPESCA
11	Francisco	Contreras	IFOP
12	Danilo	De la Rosa	SUBPESCA
13	Darío	Rivas	SUBPESCA
14	Renato	Céspedes	IFOP
15	Jesús	Jurado-Molina	EXPERTO
16	Rubén	Alarcón	INDEPENDIENTE
17	María Angela	Barbieri	Directorio FIPA
18	Cristian	Canales	PUCV
19	Rodrigo	San Juan	IFOP
20	Heide	Heredia	IFOP
21	Patricio	Gálvez	IFOP
22	Javier	Legua	IFOP
23	René	Vargas	IFOP

10.8 Agenda Taller Final Difusión resultados

MIERCOLES 22 OCTUBRE DE 2025

Agenda de la Reunión / Taller Técnico Remoto

Hora de inicio: 10:30 hrs

Duración total estimada: 2 horas

Modalidad: Reunión remota (Zoom / Teams / otra plataforma)

10:30 – 10:45 | Bienvenida e introducción

Palabras de apertura jefe proyecto

Revisión breve de los objetivos generales del taller.

10:45 – 11:00 | Presentación del Chair

Explicación de la modalidad del taller

Estructura de presentaciones.

11:00 – 11:15 | Exposición 1

Expositor: [Sr. Jorge Farías]

Tema: Visión de la administración

Duración: 15 minutos.

Preguntas breves de aclaración (si aplica).

11:15 – 11:45 | Exposición 2

Expositor: Claudio Gatica M

Tema: Resultados principales FIPA 2023-27

Duración: 30 minutos.

Espacio final de 10 minutos para preguntas inmediatas.

11:45 – 12:30 | Interacción y discusión técnica

Ronda de comentarios y preguntas abiertas.

Discusión de puntos críticos y recomendaciones.

Definición de próximos pasos o compromisos (si corresponde).

12:30 | Cierre

Síntesis de conclusiones por parte del Chair.

Agradecimientos y cierre formal de la sesión.