



**Universidad de Concepción**

Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas

Departamento de Oceanografía

**FIP 2008-22**

## **Análisis de estrategias de explotación en peces pelágicos pequeños basados en la fuerza de los reclutamientos**

**Informe Final**

Enero 2012



**EVALUACION DE POBLACIONES MARINAS**

---

Laboratorio de L.A. Cubillos  
<http://www.udec.cl/~lucubillos/index.htm>



# Informe Final

Departamento de Oceanografía  
Universidad de Concepción



## PROYECTO

FIP 2008-22

Análisis de estrategias de explotación en peces pelágicos pequeños basados en la fuerza de los reclutamientos

## REQUIRENTE

Fondo de Investigación Pesquera  
Consejo de Investigación Pesquera

## UNIDAD EJECUTORA

Departamento de Oceanografía  
Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas  
Universidad de Concepción

## SUBCONTRATOS

Instituto de Fomento Pesquero.  
Valparaiso.

## JEFE PROYECTO

MSc. Luis Cubillos Santander  
Departamento de Oceanografía  
Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas  
Universidad de Concepción  
Casilla 160-C, Concepción, Chile  
Tel.: 56-41-2207233  
Fax: 56-41-2256571  
E-mail: lucubillos@udec.cl

• Concepción, Enero de 2012 •



## **Informe Final Corregido 2**

Análisis de estrategias de explotación en peces pelágicos pequeños  
basados en la fuerza de los reclutamientos

### **AUTORES**

**Luis A. Cubillos  
Héctor Trujillo  
Claudia Jiménez  
Billy Ernst  
Marcelo Feltrim  
Claudio Gatica**

• Enero 2012 •

**Departamento de Oceanografía Universidad de Concepción**



## Resumen Ejecutivo

Se revisó el Sistema de Manejo actual, y que dice relación con: a) los aspectos biológicos y pesqueros fundamentales de los peces pelágicos pequeños, b) el objetivo de manejo, c) el sistema de monitoreo, d) el estimador o modelo de evaluación, y sus supuestos, e) la estrategias de explotación, y f) el sistema o nivel de control. Asimismo, se conceptualiza y formaliza un modelo operativo en sus aspectos biológicos y pesqueros. El modelo operativo fue condicionado y se establece un escenario para evaluar las estrategias de explotación actuales, y una estrategia de explotación alternativa de naturaleza empírica y que se basa en la fortaleza de los reclutamientos evaluados acústicamente en enero de cada año (RECLAS) y la biomasa evaluada acústicamente durante el crucero de otoño (PELACES).

Se realizó una serie de reuniones participativas con los usuarios. Las reuniones consultivas tuvieron como propósito auscultar las percepciones de los usuarios en relación al **actual Sistema de Explotación** e inferir a través de ellas, cuáles objetivos de manejo e indicadores podrían surgir, que fuesen diferentes a los que actualmente se están utilizando. De manera que a los usuarios se les planteó la siguiente pregunta: **“¿Cómo usuario de la pesquería de sardina común y anchoveta....cuales cree usted son los principales problemas del actual Sistema de Explotación, que limitan, dificultan o entorpecen el manejo de estos recursos?”**

Los grupos participantes (Investigadores, Institucionalidad, Artesanales e Industriales) contestaron a la pregunta en forma independiente y de igual manera analizaron en forma independiente sus respuestas. Del análisis sistémico, se encontró 5 problemas claves o forzantes del sistema. De estos, la falta de cultura organizacional de los pescadores artesanales y presupuesto insuficiente para la investigación no son controlables directamente por Subsecretaría de Pesca. Sin embargo, los otros 3 son viables técnica y políticamente y que dicen relación con la falta de voluntad política para: i) aplicar la normativa vigente en vedas adaptativas y sectorizadas sobre la base de la situación del recurso en tiempo real; ii) tomar en cuenta los estudios de investigación; y iii) crear instancias de contacto entre la autoridad y los usuarios.

En relación con el primer tipo de problema que es viable tecno-políticamente, los usuarios con distinto uso del lenguaje, están sugiriendo a Subsecretaría de Pesca una **Regla de Decisión consistente en sincronizar en tiempo real el ciclo biológico de los recursos con las operaciones**

**de pesca.** Desde el punto de vista biológico-pesquero, esta demanda dice relación con resguardar al recurso de los problemas de la sobrepesca por crecimiento. Técnicamente, esto implica un objetivo de manejo orientado al uso eficiente del recurso en función del tamaño de los ejemplares.

La evaluación del sistema de manejo actual, que consiste en aplicar una tasa de explotación constante para fijar una captura total permisible provisoria, con actualización después de medir la intensidad del reclutamiento, tuvo un buen desempeño con la tasa de mortalidad por pesca asociada con el 60% de la biomasa desovante por recluta no explotada. Esta tasa de mortalidad permite, en promedio, acumular biomasa desovante, capturas marginalmente menores, y menor variación interanual de las capturas.

Se evaluó una regla de control empírica, cuyo objetivo es lograr capturas esperadas de 300 mil toneladas por recurso, según niveles de biomasa evaluadas acústicamente. Se encontró que existe un menor riesgo de colapso con captura promedio de 300 mil toneladas por especies. La regla además considera una asignación de captura total de 600 mil toneladas cuando la suma de las capturas permisibles son inferiores a dicha cantidad, asignando la diferencia entre especies y castigando a la especie más abundante. En este contexto, con estas condiciones, se logra el mejor desempeño y menor variabilidad interanual.

Tanto los investigadores como los usuarios coincidieron en que hay que acoplar el ciclo operativo de la flota con el ciclo biológico de los recursos, con decisiones a tiempo real. Esta sugerencia, si bien escapa a una estrategia de explotación, la complementa y amerita el evaluar el diseño del sistema para decidir cuando levantar la veda de reclutamiento y autorizar la pesca.



### **Abstract**

This research attempts to evaluate exploitation strategies based on the recruitment strength for anchovy and common sardine. The methodological focus considered the evaluation of the management strategies through simulation under uncertainty by using an operating model, which described monthly changes in abundance of sardine and anchovy.

The current management system was reviewed, by considering: a) fundamental biological and fishery aspects of the small pelagic fish, b) the management objective, c) the monitoring system, d) the stock assessment model or estimator, and its assumptions, e) the exploitation strategy, and f) the control system. At the same time, the operating model is conceptualized and formalized in biological and fishery terms. The operating model was conditioned, and a scenario was established to assess the current exploitation strategies, as well as an alternative exploitation strategy empirically based. The latter by considering the recruitment strength which is acoustically evaluated in January each year (RECLAS) and biomass evaluated by acoustic during autumn cruise (PELACES).

A series of consultive meetings with stakeholders were carried out. The consultive meetings had the purpose of looking for perceptions about of the current exploitation system, and to infer from them what are the management objectives and indicators that could be emerged and different from those currently used. The unique and following question was consulted to the stakeholders: "As an users of the fishery of anchovy and common sardine...What do you believe about the main troubles of the current exploitation system that are limiting, difficulting, or disturbing the management of those fish resources?".

The participants groups (researcher, institutional delegates, artisanal and industrial fishermen) answered the question independently, and then answers were systematized and summarized. From the systemic analysis, 5 key-troubles were recognized as driven the system (or forcing) by all of the users. Two of them are not directly controllable by Undersecretariat of Fishing, and they are the "scarcity of a cultural organization of fishermen" and "economic budget for fisheries research". Nevertheless, the rest have technical and political viability for

Undersecretariat of Fishing, and they are related with political voluntariness to apply the following: i) to apply the current norms for adaptive fishery closures (vedas) by monitoring the state of the resource near real time, ii) to take into account the results of research studies, and iii) to create contact instances between authority and stakeholders for effective communication.

The first kind of problem was identified by users by employing distinct uses of language, and is suggesting to Undersecretariat of Fishing to implement a decision-making rule. This rule consists in synchronizing in real time the biological cycle of the fish resources with the operation of the fishing fleet. From a fishery-biological point of view, the users are claiming to avoid growth overfishing and issues related with opening the fishing season with the size of the fish caught. From a technical point of view, this implies a management objective oriented to the efficient uses of the resources as a function of the length of specimens being caught.

The evaluation of the current management system, which consists in applying a constant exploitation rate to calculate a provisional total allowable catch for the next year, which is updated once the recruitment is quantified, had good performance with a fishing mortality associated with 60% of unfished spawning biomass per recruit. This fishing mortality rate allows, on average, to accumulate spawning biomass, less marginal catch, and less interannual catch variability.

By considering an empirical control rule, less collapse risk occurred with average captures of 300 thousand tons per species. This rule considered an allocation of 600 thousand tons for total catch when the sum of the individual quotas was less than this quantity, allocating the difference between the species and weighting by the less abundant species. These conditions allow good performance and less interannual variability.

Modelers and stakeholders were able to point out that it is necessary to link the fishing operation cycle of the fleet with the biological cycle of the fish resources, by taking into account near real time decisions. Although this suggestion is not an exploitation strategy, it could be a complement for the current exploitation strategy. In this way, it is advisable to design a management system allowing to decide when the “recruitment-time closure” (vedas) should be finished and opening to fishing.

## Lista de autores, funciones, y horas de dedicación por objetivos

Objetivo 1: Identificar los objetivos de manejo y representar estos en función de un conjunto de indicadores de desempeño para la pesquería de pelágicos pequeños de la zona sur-austral.

Autor	Horas de dedicación	Función
Luis Cubillos	120	Jefe Proyecto, autor
Héctor Trujillo	205	Co-investigador, autor
Claudia Jimenez	205	Co-investigador, autor
Milton Pedraza	227	Co-investigador, autor
María J. Zuñiga	130	Co-investigador, autor
Claudio Castillo	130	Co-investigador

Objetivo 2: Identificar estrategias de explotación alternativas, y establecer un modelo operativo básico y su condicionamiento, con variantes que permitan tomar en cuenta la incertidumbre.

Autor	Horas de dedicación	Función
Billy Ernst	150	Co-investigador, autor
Marcelo Feltrim	122	Co-investigador, autor
Claudio Gatica	80	Co-investigador, autor
Luis Cubillos	98	Autor
Juan C. Quiroz	20	Co-investigador

Objetivo 3: Evaluar estrategias de manejo alternativas, ya sea basadas en modelos o indicadores de situación de los recursos, para recomendar capturas biológicamente aceptables.

Autor	Horas de dedicación	Función
Claudio Gatica	42	Co-investigador, autor
Billy Ernst	77	Co-investigador, autor
Juan C. Quiroz	156	Co-investigador
Cristian Canales	130	Co-investigador
Rodrigo Wiff	192	Co-investigador

TABLA DE CONTENIDO

<b>1. OBJETIVO GENERAL</b> .....	<b>14</b>
<b>2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	<b>14</b>
<b>3. ANTECEDENTES</b> .....	<b>14</b>
<b>4. METODOLOGÍA GENERAL</b> .....	<b>16</b>
<b>4.1. ENFOQUE DE LA APROXIMACION METODOLOGICA</b> .....	<b>16</b>
4.1.1. Descripción de la evaluación del Estrategias de Manejo .....	19
<b>4.2. OBJETIVO 1: OBJETIVOS DE MANEJO E INDICADORES DE DESEMPEÑO</b> .....	<b>21</b>
4.2.1. Revisión del sistema de manejo actual, objetivo de manejo y función de desempeño actual .....	21
4.2.2. Talleres participativos .....	22
<b>4.3. OBJETIVO 2: ESTRATEGIAS DE EXPLOTACIÓN Y MODELO OPERATIVO</b> .....	<b>25</b>
4.3.1. Estrategias de explotación .....	25
4.3.2. Modelo operativo .....	30
<b>4.4. OBJETIVO 3: EVALUACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE EXPLOTACIÓN</b> .....	<b>41</b>
<b>5. RESULTADOS</b> .....	<b>43</b>
<b>5.1. OBJETIVO 1: Objetivo de manejo y funciones de desempeño</b> .....	<b>43</b>
5.1.1. Revisión del sistema de manejo actual .....	43
5.1.2. Talleres participativos .....	49
<b>5.2. OBJETIVO 2: ESTRATEGIAS DE EXPLOTACIÓN ALTERNATIVAS, MODELO OPERATIVO Y CONDICIONAMIENTO</b> .....	<b>51</b>
5.2.1. Condicionamiento del modelo operativo .....	51
5.2.3. SELECCIÓN CONFIGURACION MODELO OPERACIONAL .....	81
<b>5.3. OBJETIVO 3: EVALUACION DE LAS ESTRATEGIAS DE EXPLOTACION</b> .....	<b>90</b>
5.3.1. Las estrategias de explotación .....	90
5.3.2. Evaluación del Estrategias de Explotación del Sistema de Manejo actual: Tasa de explotación constante. ....	93
5.3.3. Evaluación de la regla de explotación empírica.....	102
<b>5.4. Análisis de los resultados</b> .....	<b>114</b>
5.4.1. Sobre los talleres participativos.....	114
5.4.2. Sobre el objetivo de manejo, funciones de desempeño, y estrategias de explotación alternativas .....	116
5.4.3. Sobre la evaluación de la estrategias de explotación actual .....	121
5.4.3. Sobre la estrategia de explotación empírica .....	123
5.4.4. Sobre el enfoque del proyecto.....	125
<b>6. CONCLUSIONES</b> .....	<b>129</b>

<b>7. REFERENCIAS .....</b>	<b>131</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>140</b>
<b>ANEXO 1. LISTADO DE ITEMS EN ANALISIS DE PESQUERIAS Y EVALUACION DE STOCK</b> .....	<b>142</b>
<b>ANEXO 2: TALLER METODOLOGICO .....</b>	<b>147</b>
<b>Taller metodológico .....</b>	<b>148</b>
Discusión del proyecto.....	149
Análisis <b>FODA</b> .....	152
<b>ANEXO 3. SISTEMA DE MANEJO ACTUAL: ASPECTOS BIOLÓGICOS Y PESQUEROS,</b> <b>SISTEMA DE MONITOREO, ESTIMADOR O MODELO DE EVALUACIÓN .....</b>	<b>157</b>
<b>El sistema de manejo actual.....</b>	<b>158</b>
Aspectos biológicos y pesqueros de los peces pelágicos pequeños.....	158
El sistema de monitoreo.....	174
El estimador o modelo de evaluación.....	181
<b>ANEXO 4: RESULTADOS TALLERES PARTICIPATIVOS.....</b>	<b>193</b>
<b>ANEXO 5: MODELO OPERATIVO.....</b>	<b>246</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema conceptual para la evaluación del Procedimiento de Manejo (PM), que incluye los datos que se obtendrán, el modelo de evaluación y la estrategia de explotación. El Modelo Operativo permitirá evaluar el desempeño del PM bajo simulación. ....	18
Figura 2. Proceso inductivo utilizado para abordar la Pesquería de Pequeños Pelágicos (PPP), siguiendo a Trujillo et al. (2008). ....	24
Figura 3. Comparación del desempeño del modelo empírico para determinar CTP (inicial y revisada) basada en cruceros de evaluación acústica, en relación con la magnitud de las cuotas iniciales fijadas por Subsecretaría de Pesca y el desembarque anual logrado. ....	29
Figura 4. Esquema de evaluación de estrategias de explotación en sardina común y anchoveta. ...	42
Figura 5. Diagrama del sistema actual de manejo de la pesquería de anchoveta y sardina común centro sur.....	48
Figura 6. Curvas de crecimiento de sardina común (líneas), ajustadas a las longitudes promedio mensuales (puntos) obtenidas de la descomposición de las estructuras de frecuencia de longitud. ....	57
Figura 7. Sobre-posición de las curvas de crecimiento cohorte específicas estimadas para sardina común. ....	57
Figura 8. Biomasa desovante (t) para los casos con mejor desempeño estadístico. ....	58
Figura 9. Capturas (t) y rendimientos (CPUE, t/vcp) mensuales observados y estimados.....	59
Figura 10. Capturas (t) y rendimientos (CPUE, t/vcp) mensuales observados y estimados.....	59
Figura 11. Residuales de los ajustes a las observaciones de capturas. ....	60
Figura 12. Residuales de los ajustes a las observaciones de captura por unidad de esfuerzo. ....	60
Figura 13. Ajustes del Caso 8 a las observaciones de biomasa del crucero RECLAS de anchoveta. .	61
Figura 14. Ajustes del Caso 8 a las observaciones de biomasa del crucero PELACES de anchoveta.	61

Figura 15. Residuales de los ajustes del Caso 6 para las observaciones de biomasa de los cruceros RECLAS y PELACES.....	61
Figura 16. Residuales de los ajustes del Caso 6 a las distribuciones de frecuencia de longitud de las capturas. ....	62
Figura 17. Resultados de estimaciones de selectividad (a), máxima mortalidad por pesca anual (b) y su distribución intra-anual (c) para la sardina común. ....	63
Figura 18. Estimaciones de reclutamiento de sardina común en escala logarítmica .....	64
Figura 19. Estimaciones de biomasa total y vulnerable de sardina común. ....	65
Figura 20. Curvas de crecimiento de anchoveta (líneas), ajustadas a las longitudes promedio mensuales (puntos) obtenidas de la descomposición de las estructuras de frecuencia de longitud. ....	72
Figura 21. Sobre-posición de las curvas de crecimiento cohorte específicas estimadas para la anchoveta. ....	72
Figura 22. Estimaciones de biomasa desovante para los distintos escenarios con adecuada convergencia en el proceso de estimación, con destaque para el caso elegido (Caso8).....	73
Figura 23. Ajustes del Caso8 a las observaciones de capturas y CPUE mensuales de anchoveta.....	74
Figura 24. Residuales de los ajustes del Caso8 a las observaciones de capturas y CPUE mensuales. ....	75
Figura 25. Ajustes del Caso 8 a las observaciones de biomasa del crucero RECLAS de anchoveta. .	76
Figura 26. Ajustes del Caso 8 a las observaciones de biomasa del crucero PELACES de anchoveta.	76
Figura 27. Residuales de los ajustes del Caso8 a las observaciones de biomasa de los cruceros RECLAS y PELACES.....	76
Figura 28. Residuales de los ajustes del Caso8 a las distribuciones de frecuencia de longitud de las capturas. ....	77
Figura 29. Resultados de estimaciones de selectividad (a), máxima mortalidad por pesca anual (b) y su distribución intra-anual (c) para la anchoveta. ....	78



Figura 30. Estimaciones de reclutamiento de anchoveta en escala logarítmica. ....	79
Figura 31. Estimaciones de biomasa total y vulnerable.....	79
Figura 32. Estimaciones promedio de biomasa desovante mensual de anchoveta, con los intervalos de confianza a 5%. ....	80
Figura 33. Capturas observadas y estimadas para sardina común y anchoveta (agosto 1990-diciembre 2006).....	85
Figura 34. CPUE observada y estimada para sardina común y anchoveta del modelo operacional.	86
Figura 35. Biomasa RECLAS observada y estimada en modelo operacional.....	87
Figura 36. Biomasa PELACES observada y estimada en modelo operacional.....	87
Figura 37. Biomasa total, vulnerable, desovante y acústica para sardina común y anchoveta en modelo operacional. ....	88
Figura 38. Biomasa total, vulnerable, desovante y acústica para sardina común y anchoveta en modelo operacional. ....	89
Figura 39. Ejemplo de las salidas del modelo de dinámica mensual de sardina común: estructura de tallas observada (línea azul) y predicha por el modelo (línea roja) para las cohortes de 1994 a 1997, y que sustentaron la actividad pesquera de 1995 a 1998. ....	91
Figura 40. Reducción de la abundancia (arriba) y biomasa (abajo) de una cohorte de sardina común según tres escenarios de tasa de explotación. ....	92
Figura 41. Patrón de explotación temporal sobre sardina común.....	93
Figura 42. Box-plot indicador de desempeño (ba 2012/ba 2006) para sardina común y anchoveta. ....	94
Figura 43. Box-plot indicador de desempeño (ba 2012/ba 2000-2005) para sardina común y anchoveta. ....	96
Figura 44. Captura promedio de anchoveta, sardina común y total el 2012.....	98
Figura 45. Desviación estándar de la captura de anchoveta, sardina común y total el 2012.....	100
Figura 46. Box-plot biomasa anchoveta entre 1990 y 2012. ....	101

Figura 47. Box-plot biomazas sardina común entre 1990-2012. ....	102
Figura 48.Box-plot indicador de desempeño (ba 2012/ba 2000-2005) para sardina común y anchoveta considerando regla empírica.....	104
Figura 49. Box-plot indicador de desempeño (ba 2012/ba 6) para sardina común y anchoveta considerando regla empírica. ....	106
Figura 50. Indicador de colapso para diferentes casos forzados a capturas futuras (C1-C4,D1-C4) regla empírica y tasas de explotación constante (F40,F50 y F60).....	107
Figura 51. Captura promedio por especies (anchoveta, sardina común) y total (ambas especies) y desviación estándar en la proyección (2007-2012). ....	109
Figura 52. Captura promedio por especies (anchoveta, sardina común) y total (ambas especies) y desviación estándar en la proyección (2007-2012). ....	110
Figura 53. Box-plot biomasa en agosto de anchoveta (2008-2012). ....	111
Figura 54. Box-plot biomasa en agosto de sardina común (2008-2012) .....	112
Figura 55. Box-plot biomasa febrero de anchoveta (2008-2012). ....	113
Figura 56. Box-plot biomasa febrero de sardina común (2008-2012). ....	113
Figura 57. Desembarque nacional y de cinco especies de peces pelágicos: jurel, sardina, anchoveta, sardina común y anchoveta. Fuente: Anuarios de Pesca del Servicio Agrícola y Ganadero, División de Pesca y Caza (1958-1977); y Servicio Nacional de Pesca (1978-2008).....	158
Figura 58. Evolución del número de barcos, de la capacidad de bodega (CB) y de los viajes totales en la pesquería de Talcahuano (Fuente: Instituto de Fomento Pesquero).....	161
Figura 59. Captura anual de sardina común y anchoveta en la zona centro-sur de Chile Fuente: Servicio Agrícola y Ganadero, División de Pesca y Caza (1960-1977) y Servicio Nacional de Pesca (1978-2008). ....	162
Figura 60. Comportamiento estacional de los viajes con pesca estándar (VCP) y de la abundancia relativa (captura por unidad de esfuerzo, CPUE) en la pesquería de sardina común y anchoveta (1990-1996). Las barras verticales representan un error estándar (modificada de <a href="#">Cubillos et al. 1998b</a> ).....	165

Figura 61. Distribución de la abundancia huevos de anchoveta (arriba) y sardina común (abajo), huevos por 0,05 m <sup>2</sup> en la zona centro-sur de Chile. ....	168
Figura 62. Esquema conceptual del ciclo de vida de sardina común en su primer año de vida en el sistema de surgencia estacional de la zona centro-sur. Se destaca el inicio (sep-oct) y término (mar-abr) del periodo estival, caracterizado por un incremento progresivo en la intensidad de la surgencia costera hacia enero-febrero y una declinación hacia los meses de marzo-abril, donde comienza la época de convergencia costera por la predominancia de vientos norte (Cubillos, 1999). ....	170
Figura 63. Curvas de crecimiento de juveniles y adultos de sardina y anchoveta (modificada de <a href="#">Cubillos et al. 2001</a> ). ....	172
Figura 64. Composición por tallas y edad de las capturas de anchoveta (2000-2008). ....	176
Figura 65. Composición por tallas y edad de las capturas de sardina común (2000-2008). ....	177
Figura 66. Stock desovante de anchoveta y sardina común mediante el MPDH, según dos métodos de datación de huevos: convencional (procedimiento de Lo) y actual (procedimiento multinomial) ( <a href="#">Cubillos et al., 2009</a> ). ....	181
Figura 67. Diagrama de flujo del modelo de evaluación de pelágicos pequeños. ....	184
Figura 68. Heurística para abordar los Talleres en la Pesquería de Pequeños Pelágicos, región centro-sur. ....	198
Figura 69. Estructura del Grupo PPP-Concepción. Rojo: personalidad fuerte, voluntad fuerte, decididos, eficientes, sus deseos cambian, competitivos, independientes, prácticos. Amarillo: emocionales, entusiastas, optimistas, persuasivos, animados, conversadores, comunicativos, estimulantes. Verde: pomposos, exigentes, críticos, lentos para tomar decisiones, temen a las críticas. Azul: confiables, agradables, dan apoyo, aceptan los cambios lentamente, contentos, calmados, amigables, reservados. ....	200
Figura 70. Motricidad-dependencia de los problemas detectados por Investigadores. ....	201
Figura 71. Estructura grupal de los participantes Institucionales. Rojo: personalidad fuerte, voluntad fuerte, decididos, eficientes, sus deseos cambian, competitivos, independientes, prácticos. Amarillo: emocionales, entusiastas, optimistas, persuasivos, animados, conversadores,	

comunicativos, estimulantes. Verde: pomposos, exigentes, críticos, lentos para tomar decisiones, temen a las críticas. Azul: confiables, agradables, dan apoyo, aceptan los cambios lentamente, contentos, calmados, amigables, reservados. ....	204
Figura 72. Motricidad-dependencia de los problemas detectados en el Taller El Retiro-Quilpué.	205
Figura 73. Análisis Contrastante <i>Weltanschauungen</i> (ACW). Investigadores-Institucionalidad .....	209
Figura 74. Diagrama de Motricidad-Dependencia que muestra el peso específico de los problemas en relación al conjunto. ....	212
Figura 75. Ranking de nuevos problemas detectados aplicando el Protocolo NGT (fichas de color celeste).....	220
Figura 76. Relaciones entre los actores en diferentes planos de la Situación. (Fuente: adaptado de Carlos Matus. 2000. Teoría del Juego Social. Fondo Altadir. Caracas. Venezuela). Esta Figura 67 y la 68 muestran las relaciones de conformación entre las reglas dadas en el Sistema PPP que dinamizan el juego de actores y observadores y la variedad de lo posible en el juego.....	225
Figura 77. Distintos Planos de la Situación que señalan la variedad de lo posible en el Juego Social que ocurre en la Pesquería de Pequeños Pelágicos. (Fuente: Adaptado de Matus, 1980). Desde el punto de vista del actor que planifica, la Subsecretaría de Pesca, puede apreciarse que desde un punto de vista tecno-político este actor sólo tiene control sobre algunos de los 29 problemas forzantes que aquejan al actual sistema de explotación de la PPP, según la `percepción de los Usuarios. ....	226
Figura 78. Problemas-clave que están bajo el control del actor que planifica (SUBPESCA) .....	227
Figura 79. Gráfico de Motricidad dependencia taller Industriales 26.05.2010.....	231
Figura 80. Gráfico Motricidad dependencia Taller 1° Junio 2010 .....	234
Figura 81. Viabilidad Tecno-Política de los principales forzantes en el sistema: Decisor que planifica Subsecretaría de Pesca. ....	238

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Representación del modelo de dinámica mensual para sardina común y anchoveta en escala mensual.....	37
Tabla 2. Representación del modelo de crecimiento para sardina común y anchoveta en escala mensual. ....	38
Tabla 3. Modelos de las observaciones para sardina común y anchoveta. ....	39
Tabla 4. Funciones de log-verosimilitud principales. ....	39
Tabla 5. Parámetros a ser estimados para el modelo operativo. ....	40
Tabla 6. Fraccionamiento zonal (%) de la cuota de captura artesanal, año 2009.....	49
Tabla 7. Parámetros estimados de la curva de crecimiento de von Bertalanffy para las cohortes de sardina común, y sus respectivas desviaciones estándares entre paréntesis. ....	54
Tabla 8. Escenarios utilizados en el análisis de sensibilidad del modelo mensual de sardina común. ....	55
<b>Tabla 9.</b> Resultados de las funciones de verosimilitud total, marginales, y de los principales parámetros estimados el análisis de sensibilidad del modelo mensual de sardina.....	56
Tabla 10. Parámetros estimados de la curva de crecimiento de von Bertalanffy para las cohortes de anchoveta, y sus respectivas desviaciones estándares entre paréntesis. ....	69
Tabla 11. Escenarios utilizados en el análisis de sensibilidad del modelo mensual de anchoveta. ...	70
Tabla 12. Resultados de las funciones de verosimilitud total, marginales, y de los principales parámetros estimados el análisis de sensibilidad del modelo mensual de anchoveta.....	71
Tabla 13. Componentes de verosimilitud para los diferentes casos evaluados en el modelo operacional. ....	81
Tabla 14. Coeficientes de variación y tamaños de muestra modelo operacional (caso 5). ....	82

Tabla 15. Configuración de los casos para los parámetros relacionados con la mortalidad por pesca. .....	82
Tabla 16. Asignación de períodos en modelo operacional en su componente de estimación (celdas blancas) y simulación (celdas plomas). .....	84
Tabla 17. Estadígrafos anchoveta y sardina común sobre el índice de desempeño, ba= biomasa adulta agosto (ba2012/ba 2006). .....	94
Tabla 18. Estadígrafos anchoveta y sardina común sobre ID (ba2012/ba 2000-2005).....	95
Tabla 19. Capturas totales de anchoveta y sardina común el 2012.....	96
Tabla 20. Captura total de sardina común y anchoveta el 2012.....	97
Tabla 21. Desviación estándar de las capturas de sardina común y anchoveta el 2012. ....	99
Tabla 22. Desviación estándar de las capturas del conjunto sardina común y anchoveta 2012. ....	99
Tabla 23. Configuración de proyección sobre regla de decisión empírica.....	103
Tabla 24. Indicador de desempeño (ba 2012/ba 2000-2005) para anchoveta considerando regla empírica. ....	105
Tabla 25. Indicador de desempeño (ba 2012/ba 2000-2005) para sardina común considerando regla empírica. ....	105
Tabla 26. Indicador de desempeño (ba 2012/ba 2006) para anchoveta considerando regla empírica. ....	106
Tabla 27. Indicador de desempeño (ba 2012/ba 2006) para sardina común considerando regla empírica. ....	107
Tabla 28. Identificación de objetivos de manejo, estrategias de explotación alternativas, objetivo operacional e indicadores de desempeño y de diagnóstico. ....	119
Tabla 29. Desembarque (t) de anchoveta y sardina común por los subsectores industrial y artesanal en la zona centro-sur de Chile (1990-2007, Fuente: SERNAPESCA). ....	164

Tabla 30. Parámetros de crecimiento en longitud de anchoveta y sardina común, según el modelo de crecimiento de von Bertalanffy con oscilación estacional en la tasa de crecimiento (Cubillos et al. 2001). Error estándar entre paréntesis.....	172
Tabla 31. Parámetros para la ojiva de madurez de <i>S. bentincki</i> y <i>E. ringens</i> , reportados por varios autores. Nomenclatura: NR = No Reportado; $L_{50\%}$ = Talla a la cual el 50% de los individuos están maduro. ....	173
Tabla 32. Principales estadísticos de los 3000 valores de mortalidad natural obtenidos de cada modelo empírico de estimación para anchoveta y sardina común por Cubillos et al. (1998b).....	174
Tabla 33. Biomasa (toneladas) en el stock de sardina común y anchoveta, la que ha sido evaluada en los cruceros acústicos de reclutamiento. Norte, se refiere a la zona comprendida entre la V y VIII Región, y Sur a la zona comprendida entre el sur de la Isla Mocha y Punta Galera (38°28'S-40°S).....	179
Tabla 34. Abundancia (millones de ejemplares) en el stock de sardina común y anchoveta, la que ha sido evaluada en los cruceros acústicos de reclutamiento. Norte, se refiere a la zona comprendida entre la V y VIII Región, y Sur a la zona comprendida entre el sur de la Isla Mocha y Punta Galera (38°28'S-40°S). ....	179
Tabla 35. Resumen de la información disponible de sardina común y anchoveta y su uso en términos de la estructura de la dinámica por edad de cada especie en la zona centro-sur de Chile. ....	183
Tabla 36. Penalizaciones para la distribución a priori de los parámetros que permiten estabilizar las estimaciones de las desviaciones del reclutamiento, patrón de explotación de la flota y patrón de explotación asociado con la detección acústica. ....	192
Tabla 37. Descripción de problemas detectados por investigadores correspondientes a zona de poder y conflicto de análisis de motricidad-dependencia. ....	202
Tabla 38. Descripción de problemas detectados por institucionalidad correspondiente a zona de poder y conflicto de análisis de motricidad-dependencia. ....	205
Tabla 39. Distribución de las tarjetas-problema según dominios, entregados como material en el Taller contrastante realizado en IFOP 11.08.09. Las tarjetas de color rosado corresponden a los	

problemas- clave identificados por la Institucionalidad y las de color amarillo a los problemas - clave identificados por los Investigadores. ....	207
Tabla 40. Reagrupamiento de las tarjetas-problema por los asistentes al Taller en el IFOP. ....	208
Tabla 41. Descripción de problemas detectados por investigadores-institucionalidad correspondientes a zona de poder y conflicto de análisis de motricidad-dependencia. ....	209
Tabla 42. Lista de participantes en el Taller realizado con el Sector Artesanal los días 28–29 de Enero de 2010 en la Universidad de Concepción EX–ANTE <i>TSUNAMI</i> .....	211
Tabla 43. Descripción de problemas detectados por sector artesanal correspondientes a zona de poder y conflicto de análisis de motricidad-dependencia. ....	213
Tabla 44. Lista de participantes en el Taller realizado con el Sector Artesanal – Institucional e Investigadores los días 6–7 de Mayo de 2010 en el Hotel Queen Royal, Viña del Mar de Concepción EX–POST <i>TSUNAMI</i> . ....	216
Tabla 45. Descripción de nuevos problemas detectados por sector artesanal, institucionalidad y expertos modeladores. ....	217
Tabla 46. Descripción de nueva lista de problemas resumidos por sector artesanal, institucionalidad y expertos modeladores. ....	218
Tabla 47. Descripción de los siete primeros lugares de problemas detectados .....	221
Tabla 48. Asistentes al taller 26 de Mayo .....	229
Tabla 49. Agrupación por afinidad: los asistentes al Taller Industrial agruparon bajo las categorías que agregaron en el mismo taller los problema detectados en las entrevistas quedando el sistema de problemas resumido de la siguiente forma: .....	230
Tabla 50. Descripción de problemas detectados por sector industrial correspondientes a zona de poder y conflicto de análisis de motricidad-dependencia. ....	231
Tabla 51. Resumen de problemas-clave (forzantes) provenientes de Talleres previos. ....	233
Tabla 52. Descripción de problemas detectados por sector industrial, artesanal y SUBPESCA correspondientes a zona de poder y conflicto de análisis de motricidad-dependencia. ....	234
Tabla 53. Forzantes considerados como fichas de juego en el Tablero de Juego Social. ....	237





## 1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar estrategias de explotación de peces pelágicos pequeños sobre la base de la magnitud del reclutamiento anual en la zona centro-sur.

## 2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2.1. Identificar los objetivos de manejo y representar éstos en función de un conjunto de indicadores de desempeño para la pesquería de pelágicos pequeños de la zona centro-sur.

2.2. Identificar estrategias de explotación alternativas, y establecer un modelo operativo básico y su condicionamiento, con variantes que permitan tomar en cuenta la incertidumbre.

2.3. Evaluar estrategias de manejo alternativas, ya sea basada en modelos o indicadores de situación de los recursos, para recomendar capturas biológicamente aceptables.

## 3. ANTECEDENTES

La sardina común (*Strangomera bentincki*) y anchoveta (*Engraulis ringens*) son peces pelágicos pequeños de gran importancia pesquera para una flota industrial y otra artesanal de cerco que opera en la zona centro-sur de Chile, con Talcahuano y Corral como los principales centros de desembarque (Cubillos et al. 1998, Cubillos et al. 2002, Gatica et al. 2007).

En la zona centro-sur, la pesquería se desarrolla estacionalmente con capturas fuertemente dependientes de los pulsos de reclutamiento anual, proceso que tiende a ocurrir entre noviembre y enero de cada año y representado por peces de cuatro a cinco meses de edad y longitud modal centrada entre los 6 y 7 cm de longitud total (Cubillos et al. 1998, 2002). La evaluación del reclutamiento anual de los stocks de anchoveta y sardina común se realiza desde

1999 mediante métodos hidroacústicos (Castillo et al. 2000, 2001, 2002a, 2004, 2005), métodos que también fueron aplicados en el 2001 para evaluar la biomasa del stock desovante (Castillo et al. 2002b).

Actualmente, el manejo de la pesquería de sardina común y anchoveta se basa en un **“procedimiento tradicional”**. Este procedimiento consiste en lograr la **“mejor evaluación”** de los recursos, sobre la base de un modelo de dinámica poblacional que integra todos los datos disponibles para comprender la situación del recurso en base a estimaciones poblacionales (reclutamiento, mortalidad por pesca, abundancia). La condición actualizada del recurso sirve para recomendar capturas biológicamente aceptables, proceso que se repite cada año. Una alternativa plausible consiste en establecer un Procedimiento de Manejo, que consiste en establecer una formulación tal que permita calcular una captura biológicamente aceptable, sobre la base de datos pre-establecidos y que están siendo monitoreados. La diferencia con la aproximación tradicional se sustenta en que la formulación del procedimiento de manejo ha sido evaluada mediante simulación para confirmar lo que podría esperarse bajo incertidumbre, y considerando múltiples objetivos (maximizar capturas vs. estabilidad, minimizar riesgos de agotamiento, etc).

En el caso de los pelágicos pequeños de la zona centro-sur, el reclutamiento de ambas especies está siendo evaluado anualmente por métodos hidroacústicos, conformándose una serie de tiempo estandarizada con el potencial de ser utilizada en una estrategia de explotación basada en el reclutamiento. En el contexto precitado, el Consejo de Investigación Pesquera teniendo presente lo informado al efecto por la Subsecretaría de Pesca y la conveniencia de contar con una evaluación de un procedimiento de manejo de los pelágicos pequeños, ha decidido incluir el presente proyecto en el programa de investigación pesquera correspondiente al año 2008.

## 4. METODOLOGÍA GENERAL

### 4.1. ENFOQUE DE LA APROXIMACION METODOLOGICA.

Con el objeto de desarrollar un sistema de recomendación científica para el manejo de la pesquería de peces pelágicos pequeños de la zona centro-sur de Chile, se introduce el concepto de Estrategia de Manejo (EM), Evaluación de Estrategias de Manejo (EEM), Procedimiento de Manejo (PM), Procedimiento de Manejo Operacional (PMO), y Marco para la Evaluación de Procedimientos de Manejo (MEPM), los que siguiendo a [Motos y Wilson \(2005\)](#) se definen como:

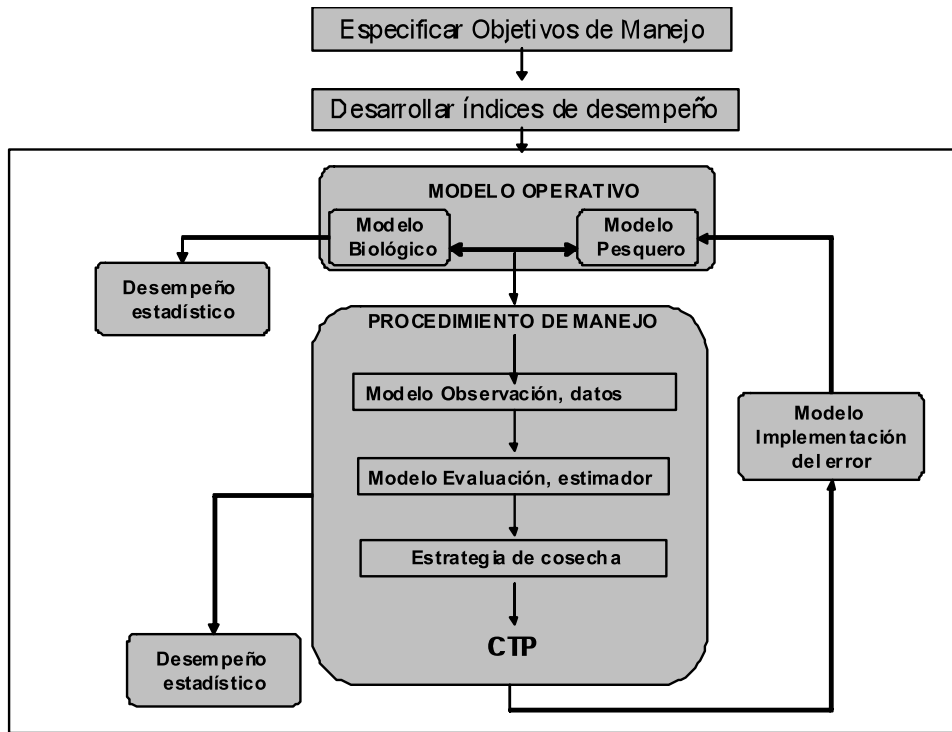
- **Estrategia de Manejo (EM)**, se refiere a la combinación de objetivos de manejo específicos y asociados con la implementación de las medidas (Management Strategy, MS).
- **Evaluación de Estrategias de Manejo (EEM)**, conjunto de simulaciones de algunos o todos los elementos de la EM, complementada con análisis de aquellos elementos de la estrategia los cuales no son enmendables cuantitativamente (Management Strategy Evaluation, MSE).
- **Procedimiento de Manejo (PM)**, se refiere al conjunto de reglas evaluadas por simulaciones para determinar acciones de manejo, en las cuales los datos, los métodos de evaluación y las reglas de control de la explotación para implementar acciones de manejo (i.e. las reglas usadas por los administradores) son pre-acordadas (Management Procedure, MP).
- **Procedimiento de Manejo Operacional (PMO)**, define al PM que está actualmente siendo utilizado para determinar acciones de manejo o que ha sido evaluado por una estructura de manejo competente para ser utilizado en la práctica (Operational Management Procedure, OMP).
- **Marco para la Evaluación de Procedimientos de Manejo (MEPM)**, conjunto de herramientas que permite el desarrollo del PMO de manera que reúna los requerimientos de la aproximación precautoria para el manejo de las pesquerías de FAO (Management Procedure Evaluation Framework, MPEF).

De acuerdo con estos conceptos, el proyecto pretende realizar una evaluación de estrategias de manejo (EEM), y proveer las bases para desarrollar el Marco para la Evaluación de

Procedimientos de Manejo de la pesquería de peces pelágicos pequeños. De acuerdo con [Butterworth et al. \(1997\)](#), un PM es una formulación acordada (conjunto de reglas de control) para calcular el nivel de control anual que se realizará. Según los Términos Básicos Especiales de este proyecto, el manejo de la pesquería puede establecerse mediante el control por Captura Total Permisible (CTP), aunque el control por Esfuerzo Total Permisible (ETP) no se descarta *a priori*. Las reglas de control ó formulación pre-acordada por las partes interesadas (*Stakeholders*) simplemente especifican cómo se calculará la CTP y qué datos se utilizarán. En este contexto, la formulación se basa en los productos de vigilancia (monitoreo) que se utilizarán como datos de entrada en el cálculo. La combinación que se establecerá entre la formulación y los datos debe ser evaluada por simulación con el objeto de conocer anticipadamente el desempeño de las reglas de control y su robustez a la inevitable incertidumbre científica asociada a los datos, los modelos de la dinámica poblacional y de la pesquería (**Figura 1**).

En este contexto, el PM debe ser seleccionado por simulación. La evaluación del desempeño se basa en “Modelos Operativos” de la dinámica subyacente del recurso, el cual cubre los escenarios más plausibles y que tienen implicancias de importancia cuantitativa, y un conjunto de “pruebas de robustez” que involucran modelos operativos para escenarios considerados menos creíbles o importantes ([Rosenberg y Restrepo 1994](#), [De Oliveira et al. 1998a, b](#); [McAllister et al. 1999](#), [Butterworth et al. 2007](#)).

La intención es que el PM sea utilizado sobre una base rutinaria para proveer consejo técnico para el manejo, sujeto a revisiones con periodicidad regulares. No obstante, se debe también considerar la posibilidad de que de vez en cuando “**Circunstancias Excepcionales**” podrían indicar la necesidad de desviarse de las salidas de tal PM, o realizar una revisión regular antes de lo programado. El PM que demuestre un buen desempeño será seleccionado para recomendar su implementación. El desempeño adecuado se medirá en términos de un resumen de estadísticos de desempeño acordados (por ejemplo, captura anual promedio alta y bajo riesgo de agotamiento del recurso), y en términos de si reúne las características de las partes interesadas, y demuestra razonable robustez entre un rango de posibles modelos operativos.



**Figura 1.** Esquema conceptual para la evaluación del Procedimiento de Manejo (PM), que incluye los datos que se obtendrán, el modelo de evaluación y la estrategia de explotación. El Modelo Operativo permitirá evaluar el desempeño del PM bajo simulación.

Varios PM han sido implementados exitosamente en varios stocks de peces en el mundo (Geromont et al., 1999; Butterworth y Punt, 1999; Punt, 2006), siendo para el caso de pesquerías pelágicas de Sudáfrica el primer ejemplo documentado en pequeños pelágicos (Bergh y Butterworth, 1987; Butterworth y Bergh, 1993; De Oliveira y Butterworth, 2004). En este contexto, a través de la ejecución de este proyecto, se pretende establecer por primera vez en Chile un procedimiento que permita avanzar en dicha dirección, involucrando a las partes interesadas (*Stakeholders*) en el manejo de la pesquería de sardina común y anchoveta de la zona centro-sur de Chile.

#### *4.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA EVALUACIÓN DEL ESTRATEGIAS DE MANEJO*

Una ventaja importante de la evaluación del PM radica en hacer explícita la incertidumbre que está presente en distintos aspectos del PM, tal como los datos, los parámetros de los modelos, la estructura de los modelos sobre los cuales la asesoría se apoya y la capacidad para implementar las acciones de manejo. En situaciones donde la incertidumbre es muy grande, es aún factible considerar varios modelos alternativos compatibles con los datos disponibles, pero con una estrategia de explotación moderada que podría satisfacer los objetivos de la conservación. En este contexto, la evaluación del PM constituye una herramienta científica que sirve a los propósitos del enfoque precautorio (FAO 1995) y ayuda a operacionalizar el manejo pesquero acorde con tales principios.

El propósito principal es identificar, de manera más objetiva, los compromisos que surgen entre los objetivos de manejo frente a un rango de acciones posibles. Este es el tipo de información que los encargados de la administración pesquera necesitan para tomar decisiones informadas frente a objetivos que no se pueden satisfacer plenamente de manera conjunta. En segundo lugar, la evaluación del PM también apunta a identificar acciones “robustas” a las fuentes de incertidumbre que pueden funcionar razonablemente bien en diversos escenarios, en lugar de acciones “óptimas” para algún escenario, pero que pueden no comportarse de la misma manera en otros escenarios.

Brevemente, la evaluación del PM consiste en evaluar mediante simulación (Monte Carlo) el procedimiento de manejo completo; esto es, los datos que están siendo monitoreados, el método de evaluación de stock, los indicadores de desempeño, y la estrategia de explotación. Las actividades o etapas son las siguientes:

- 1) Identificación de los objetivos de manejo y representación en función de un conjunto de indicadores de desempeño (**Objetivo 1, Sección 4.2**).
- 2) Identificación de estrategias de explotación alternativas. Para los efectos de esta metodología, la estrategia de explotación se define como aquella parte del PM que especifica qué datos van a ser colectados y cómo estos serán utilizados para determinar las acciones de manejo (CTP, por ejemplo). En este contexto, la estrategia de cosecha

consiste de dos componentes: un método de evaluación de stock que se utiliza para analizar los datos colectados y una regla de control (o decisión). El método de evaluación de stock se usa para analizar los datos colectados de la pesquería (simulada mediante el modelo operativo) y para estimar los parámetros que se requieren como entrada a la regla de control que será usada para determinar la CTP (**Figura 1, Objetivo 2, Sección 4.3**).

- 3) Desarrollo y condicionamiento de un conjunto de modelos operativos, que representan la pesquería en sus componentes biológicos y pesqueros (**Objetivo 2, Sección 4.3**).
- 4) Simulación de cada una de las estrategias de explotación que serán evaluadas para manejar la pesquería (**Objetivo 3, Sección 4.4**). Para cada año del periodo proyectado, la simulación consistirá de:
  - a) La generación de los datos que serán usados para evaluar el stock.
  - b) La aplicación del método de evaluación de stock a los datos generados para determinar variables de utilidad para el manejo y otros resultados que sirven de entrada a la regla de control.
  - c) La aplicación de la regla de control que se empleará para determinar la CTP, sobre la base de los resultados de la evaluación de stock (la regla de control que sirve para determinar la captura puede incluir uno o más indicadores de desempeño).
  - d) Determinación de las implicancias de la CTP aplicándola como las capturas verdaderas o percibidas al modelo operativo de la población.
- 5) Resumen de los resultados de las simulaciones mediante el desempeño estadístico de los indicadores. Los estadísticos deberán permitir una comparación entre las estrategias de explotación en un formato fácil de visualizar por los administradores pesqueros y usuarios de la pesquería (**Objetivo 3, Sección 4.4**).



En consecuencia, el esquema resumido e ilustrado de las etapas de la evaluación del PM que se resume en la **Figura 1**, implica desarrollar la siguiente metodología por objetivos específicos.

## 4.2. OBJETIVO 1: OBJETIVOS DE MANEJO E INDICADORES DE DESEMPEÑO

Para cumplir el presente objetivo se utilizó dos enfoques, siendo el primero una revisión general del sistema de manejo actual, su implementación y el objetivo de manejo que lo condiciona (**Sección 4.2.1**); y el segundo enfoque se sustenta en una serie de talleres participativos en que se consultó a los usuarios de la pesquería la visión que se tiene de la pesquería sobre la base de una pregunta única, que permitió descubrir los objetivos de manejo (**Sección 4.2.2**).

### *4.2.1. REVISIÓN DEL SISTEMA DE MANEJO ACTUAL, OBJETIVO DE MANEJO Y FUNCIÓN DE DESEMPEÑO ACTUAL*

Sobre la base de informes técnicos, se describen los siguientes aspectos del sistema de manejo actual:

- a) Los aspectos biológicos y pesqueros fundamentales de los peces pelágicos pequeños
- b) El(los) Objetivo(s) de manejo
- c) El sistema de monitoreo
- d) El estimador o modelo de evaluación, y sus supuestos
- e) Estrategias de explotación
- f) El sistema o nivel de control

Con el objeto de focalizar la revisión de estos aspectos, se utilizó como guía inventario para evaluación de stock, que viene dado por la lista de ítems resumidos en el formulario del **ANEXO 1**. Se describen los objetivos de manejo sobre la base de los lineamientos generales establecidos en los regímenes de explotación e informes técnicos elaborados por Subsecretaría de Pesca. Sobre la base de los objetivos identificados, se plantean indicadores de desempeño que han sido seleccionadas con el objeto de evaluar el sistema de manejo actual. En este sentido se tomó en cuenta el código de conducta de FAO que reconoce: ***“el principal objetivo de la conservación y manejo es el uso sustentable a largo plazo de los recursos pesqueros...”***.

La interpretación de [Cochrane \(2002\)](#) de dicho Código, sugiere la consideración de cuatro categorías genéricas de objetivos: biológicos, ecológicos, económicos y sociales (incluyendo aquí lo político y cultural). Tales objetivos pueden incluir declaraciones amplias, como aquellas que se pueden identificar en la Ley General de Pesca y Acuicultura y en los Informes Técnicos que Subsecretaría de Pesca remite a los Consejos Zonales de Pesca. Dado que dichos objetivos son de carácter muy general, [Cochrane \(2002\)](#) plantea que: *“no son de gran ayuda para la toma de decisiones y es necesario refinarlos para desarrollar objetivos operacionales que son más precisos y que se formulan de tal manera que puedan ser simultáneamente logrados en una pesquería. Dicho de otra manera los intercambios entre los objetivos biológicos, económicos, ecológicos y sociales deben consensuarse para que sean resueltos conflictos y contradicciones”*.

#### 4.2.2. TALLERES PARTICIPATIVOS

La manera en cómo se armonizó la “visión” de los expertos con la de los usuarios se describe en la **Figura 2**, donde la Visión A de los usuarios permite contrastar con la Visión B de los expertos (Figura 1). Es un proceso de aprendizaje (Trujillo et al., 2008) que se basó en una sola pregunta que se hizo tanto a los usuarios (*stakeholders*) como a los expertos; y cuyas respuestas permitieron el aprendizaje inductivo en forma colectiva, paso-a-paso desde la base (1), hasta lograr el descubrimiento de los problemas-clave (5) del sistema socioecológico (SSE) en el cual se encuentra insertada la Pesquería de Pelágicos Pequeños (PPP). La columna vertebral de este proceso la constituye una forma de comunicación (3) que se articula según los rasgos de

personalidad de los usuarios, en el lenguaje que armoniza las conversaciones y en el modelaje de los comportamientos que son observados. Este proceso se muestra en la **Figura 2**.

El proceso se inició con un Test (Paso 1) cuyo objetivo fue conocer los rasgos primarios de personalidad de cada persona involucrada en el Proyecto. Esto permitió precisar la estructura de personalidad del colectivo (Paso 2), facilitó la comunicación con lo cual disminuyó la entropía grupal lo que a su vez facilitó la articulación de una red de conversaciones entre todos los actores. Una vez identificada la estructura grupal de personalidad se inició el proceso de aprendizaje (Paso 3) que permitió a los diferentes grupos de interesados (Industria, Artesanales, Investigadores e Institucionalidad) acotar las visiones del SSE (i.e, "*weltanschauungen*") que luego se transformaron en una Visión A y en una Visión B (Paso 4). Ellas representan la autoreferencia que los actores tienen del SSE en el cual opera la Pesquería de Pelágicos Pequeños.

Posteriormente, los representantes de cada grupo de usuarios realizaron un Análisis Contrastante de la "visión" (*Weltanschauung*, Paso 5), (ACW, texto-contexto) para poner en un contexto Socioecológico los objetivos de manejo e indicadores duros de la PPP identificados *a priori* conjuntamente por los investigadores del proyecto y los encargados de la pesquería.

En un segundo Taller de Evaluación se realizó un Análisis de Afinidad con el propósito de detectar las estrategias de explotación alternativas sugeridas por los expertos-usuarios para el modelo operativo básico. Finalmente, el proceso culminó en un tercer Taller de Consolidación donde se descubrieron las mejores estrategias de manejo alternativas para la PPP y los indicadores de desempeño, desde las bases.

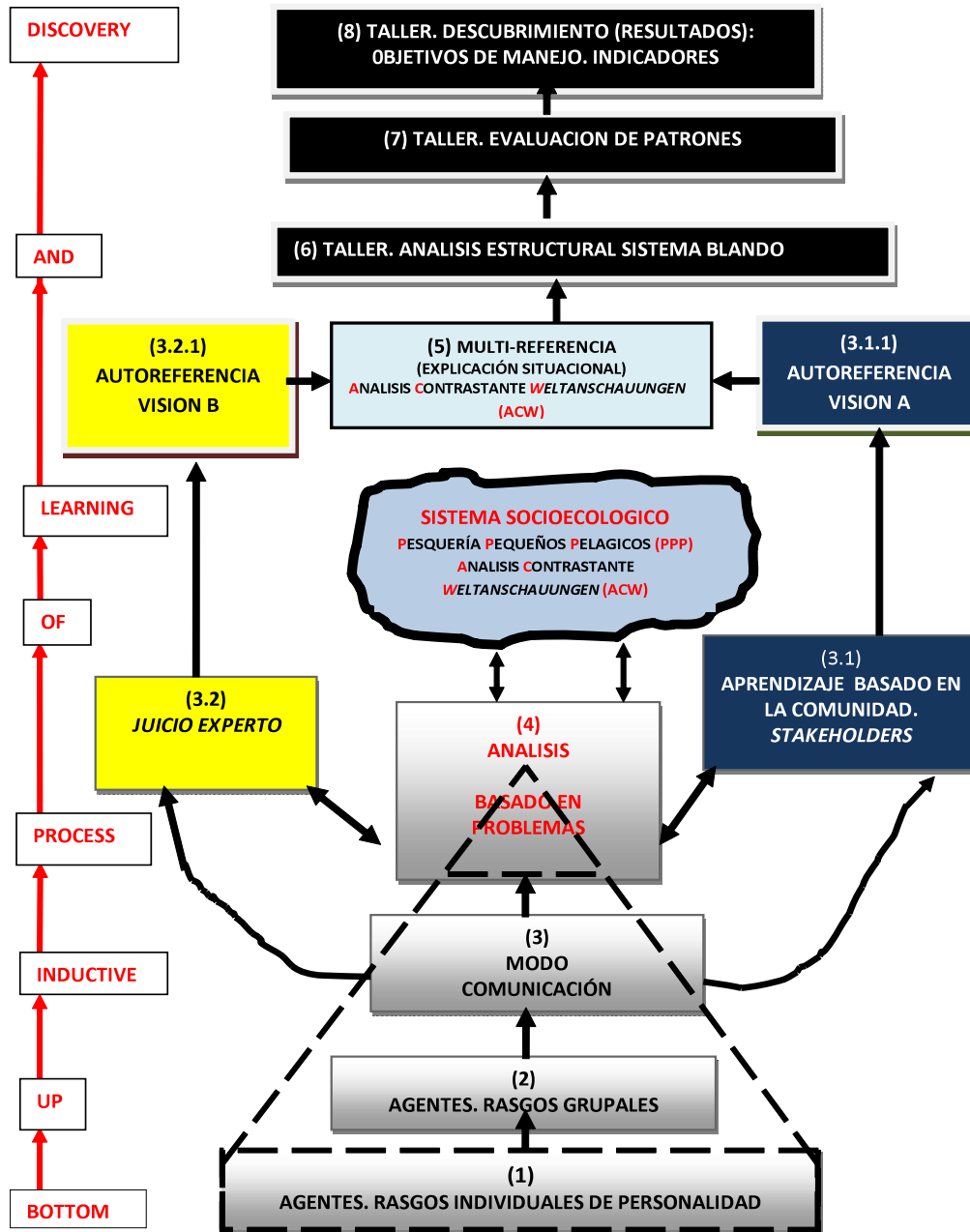


Figura 2. Proceso inductivo utilizado para abordar la Pesquería de Pequeños Pelágicos (PPP), siguiendo a Trujillo et al. (2008).

## 4.3. OBJETIVO 2: ESTRATEGIAS DE EXPLOTACIÓN Y MODELO OPERATIVO

### 4.3.1. ESTRATEGIAS DE EXPLOTACIÓN

Sobre la base de las características biológicas y pesqueras de sardina común y anchoveta, el presente objetivo pretende identificar estrategias de explotación alternativas. Sin embargo, sobre la base de lo acordado en el Taller de Presentación Metodológica inicial (ver Resultados, Sección 5.1.2), se acordó con representantes de Subsecretaría de Pesca y del Fondo de Investigación Pesquera que **la ejecución del proyecto se debía focalizar en evaluar el sistema de manejo actual y que corresponde a una tasa de explotación constante**. Las estrategias de explotación alternativas podrán ser evaluadas en el futuro a consideración de Subsecretaría de Pesca en términos de los límites y umbrales precautorios de [FAO \(1995\)](#).

El sistema de manejo actual utiliza una estrategia de explotación con tasas de mortalidad por pesca constantes, que corresponden a niveles de mortalidad por pesca objetivos y límites. Se basan en reducciones de la biomasa desovante por recluta a niveles de 66, 60, 50 y 40% desde una condición sin pesca; y que son utilizadas como tasas de mortalidad por pesca objetivo para el cálculo de capturas totales permisibles. Estas tasas de mortalidad por pesca del sistema de manejo actual son:

ANCHOVETA		SARDINA COMÚN	
F66%	0.53	F66%	0.53
F60%	0.58	F60%	0.67
F50%	0.86	F50%	0.94
F40%	1.31	F40%	1.30

No obstante lo anterior, se logró identificar una estrategia de explotación alternativa, la cual es una estrategia que se basa en la experiencia del manejo de la anchoveta de Sudafrica ([De](#)

Oliveira et al. 2004). A diferencia de la estrategia de explotación del sistema de manejo actual, y que se basa en la mejor evaluación de stock y la aplicación de tasa de explotación constante para fijar una captura biológicamente aceptable, la estrategia de manejo alternativa que se propone a continuación puede ser potencialmente útil dado el sistema de monitoreo con dos cruceros al año, y las reglas de control fijadas empíricamente sobre la base de la historia de la pesquería.

El sistema empírico se basa en los cambios relativos de la biomasa evaluados por acústica RECLAS y PELACES, crucero de verano y de otoño, respectivamente. La importancia de estas biomásas en las reglas de control es que se utilizan considerando una condición promedio con memoria, lo que quiere decir que la condición promedio va tomando en cuenta siempre toda la serie histórica. Se tiene así la siguiente secuencia temporal del ciclo de manejo:

a) Agosto-Septiembre

Veda biológica reproductiva, inicio el primero de agosto y termina el 30 de septiembre.

b) Octubre

En el caso de la sardina común, la cuota del próximo año asume una ponderación de 70% para la información basada en los cruceros de reclutamiento, y en esta formulación al asumir una condición promedio tal información no se expresa en la fórmula, solo la ponderación de 70%. Se utiliza una ponderación de 30% para el crucero de otoño PELACES del año en curso, y se adoptó un nivel de 300 mil toneladas como objetivo de largo plazo. Esta cantidad corresponde a una aproximación de la magnitud promedio históricamente lograda y que ha permitido sustentar la explotación. Los coeficientes  $\alpha$  y  $\delta$  por el momento son equivalentes a la unidad ( $=1$ ), y pueden ser utilizados bajo algunas situaciones en que por ejemplo se requiera considerar circunstancias excepcionales que aun no están definidas para el cálculo de la captura total permisible. En el caso de la anchoveta, el crucero RECLAS solo tiene una ponderación de 30% ya que se considera que el crucero de otoño PELACES es más informativo sobre la abundancia del stock de anchoveta.

El TAC inicial para el año siguiente ( $t+1$ ), se fija en octubre del año anterior ( $t$ ), y se expresan para la sardina común y la anchoveta por:

$$1.1) {}^i TAC_{t+1}^S = \alpha \delta 300000 \left( 0.7 + 0.3 \frac{B_t^{S,P}}{B^{S,P}} \right)$$

$$1.2) {}^i TAC_{t+1}^A = \alpha \delta 300000 \left( 0.3 + 0.7 \frac{B_t^{A,P}}{B^{A,P}} \right)$$

La nomenclatura utilizada para la descripción de modelos y estrategias de manejo modelo basadas y empíricas es la siguiente:

Biomosas:  $B_{(t)}^{(S,A),(R,P,V,T)}$

Captura Total Permisible:  ${}^{i,r} TAC_t^{(S,A),(R,P,V,T)}$

donde el superíndice para la Biomasa o Captura Total Permisible (TAC) pueden indicar: S = sardina ó A= anchoveta, y R = RECLAS, P = PELACES, V = Vulnerable, ó T = Total, mientras que el subíndice t indica el año. En el caso del TAC, el superíndice de la izquierda puede indicar i = inicial, r = revisado, ó f = final.

c) Diciembre

Comienza la veda de reclutamiento

d) Enero

Se ejecuta el crucero de evaluación acústica RECLAS

e) Febrero-Marzo

Se revisa la cuota inicial, y se actualizan los calculos de CTP al incorporar la información actual del crucero de reclutamiento RECLAS. El TAC revisado (febrero-marzo) en el año t, toma la forma:

$$2.1) {}^r TAC_t^A = \alpha \delta 300000 \left( 0.3 \frac{B_t^R}{B^R} + 0.7 \frac{B_{t-1}^{A,P}}{B^{A,P}} \right)$$

$$2.2) {}^r TAC_t^S = \alpha \delta 300000 \left( 0.7 \frac{N_t^R}{N^R} + 0.3 \frac{B_{t-1}^{S,P}}{B^{S,P}} \right)$$

Una vez calculado el TAC, si se cumple que:  ${}^rTAC_t^S + {}^rTAC_t^A < \text{minTAC}$ , donde minTAC es la captura mínima necesaria para garantizar la viabilidad de la pesquería; p.e., 600 mil toneladas si la biomasa estuviera estabilizada (sin cambios). Si ocurre que la suma de las capturas permisibles es menor a 600 mil toneladas (minTAC), entonces se calcula el siguiente factor:

$$\Omega_t = \frac{B_t^{A,R}}{B_t^{A,R} + B_t^{S,R}}$$

Entonces, se define el TAC final del presente año:

$$3.1) {}^fTAC_t^A = {}^rTAC_t^A + (1 - \Omega_t)(\text{minTAC} - ({}^rTAC_t^A + {}^rTAC_t^S))$$

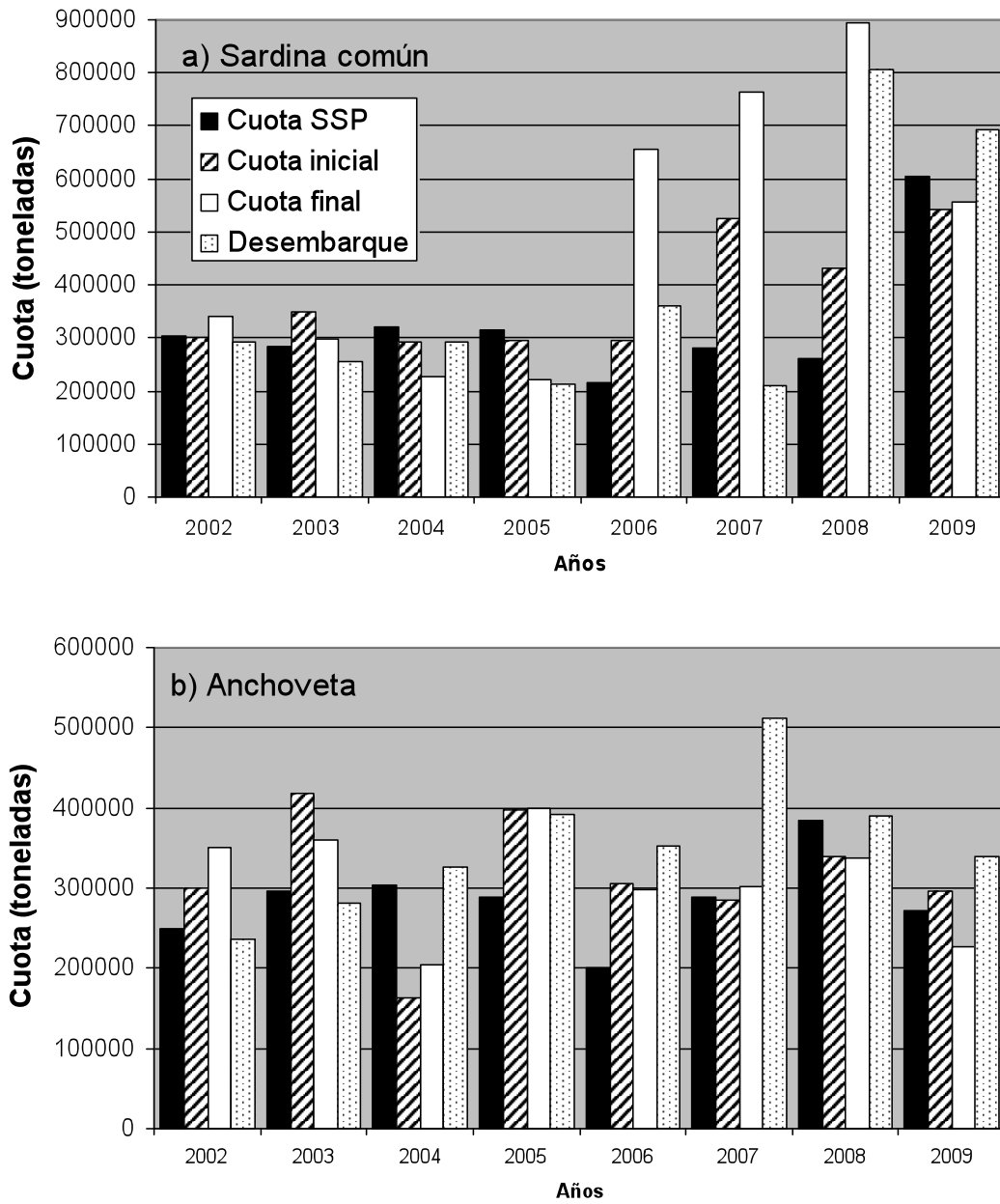
$$3.2) {}^fTAC_t^S = {}^rTAC_t^S + \Omega_t(\text{minTAC} - ({}^rTAC_t^S + {}^rTAC_t^A))$$

La diferencia entre 600 mil toneladas, que es esperable en un horizonte de largo plazo, y la suma de los TAC individuales, se asignan dependiendo el factor  $\Omega$  y que mide la importancia relativa de la biomasa de anchoveta en el crucero de evaluación RECLAS.

Una simulación de este ciclo de manejo se muestra en la **Figura 3**, donde se compara con las recomendaciones de cuotas iniciales que fijó Subsecretaría de Pesca, y el desembarque anual logrado por la flota. El sistema de ecuaciones se desempeña bien en esta simulación, observándose que las CTP finales siguen los cambios de biomasa detectados en los cruceros. Por ejemplo, el caso de la sardina común desde 2007 al 2009; así como las disminuciones en el caso de la anchoveta en igual periodo.

Esta estrategia de explotación empírica, según la abundancia de los cruceros, se evalúa su desempeño bajo incertidumbre con el Modelo Operativo que se describe a continuación.





**Figura 3. Comparación del desempeño del modelo empírico para determinar CTP (inicial y revisada) basada en cruces de evaluación acústica, en relación con la magnitud de las cuotas iniciales fijadas por Subsecretaría de Pesca y el desembarque anual logrado.**

#### 4.3.2. *MODELO OPERATIVO*

El modelo operativo es un intento por representar la estructura y funcionamiento de un sistema, no obstante, ningún modelo refleja la realidad en forma exacta. El modelo operativo representa nuestra mejor conceptualización del sistema, y para efectos prácticos del mundo real en el esquema de evaluación del procedimiento de manejo. En este contexto en el modelo operativo se balancea el realismo del sistema con la parsimonia del modelo, en búsqueda por una parte de una buena descripción de la dinámica biológica y pesquera, y por parte del uso de un modelo simple.

Los principales componentes del modelo operativo están representados en el modelo biológico y el modelo pesquero.

##### **a) Modelo biológico**

El modelo biológico constituye una parte fundamental del esquema de evaluación del procedimiento de manejo. La formulación (estructura), codificación (implementación) y condicionamiento (estimación de parámetros) son actividades claves para el éxito del proyecto. En la conceptualización del modelo se discutieron los siguientes componentes de la dinámica poblacional de ambas especies:

- Estructura geográfica: Se asume un stock homogéneo al interior de la unidad de pesquería, donde el conjunto de individuos está sujeto a la misma probabilidad de crecimiento y mortalidad, y donde la migración no es importante.
- Reproducción: Se asume que los individuos del stock tienen un evento reproductivo discreto, que se representa a comienzos de la estación reproductiva y que con propósitos prácticos se asume el 1ro de julio.
- Reclutamiento: El reclutamiento ocurre a la forma de un pulso de abundancia en octubre de cada año, 3 meses después del evento reproductivo.
- Tasa mortalidad natural: La tasa de mortalidad natural se asume invariante y se considera  $M = 1$  por año para la sardina común, y  $M = 0.7$  por año para la anchoveta.

- Dinámica del crecimiento somático: El crecimiento se asume cohorte-específico, y se describe por el modelo de crecimiento en longitud de von Bertalanffy con cambios estacionales en la tasa de crecimiento (Cubillos et al. 2001, Castillo-Jordán et al. 2010, Feltrim & Ernst 2010).
- Interacción inter-específica: La interacción se asume ocurre en los eventos de pesca, de tal manera que el Modelo Operativo es del tipo “single-species”.

## **b) Modelo pesquero**

El modelo pesquero constituye el subcomponente que permite representar la forma en que se lleva a cabo el proceso de pesca dentro del sistema. Este tendrá como principal *input* las salidas del modelo de cosecha, pero considerará también un posible error de implementación. Este factor puede ser muy importante al momento de evaluar los procedimientos de manejo, y se relaciona con errores en hacer efectivo los niveles de captura acordados.

En el modelo pesquero cuantifica las remociones del stock (en términos de número, biomasa, mortalidad por pesca o esfuerzo efectivo de pesca) y estas serán utilizadas para actualizar en el modelo biológico.

## **c) Implementación**

En general, la implementación del modelo de simulación y su condicionamiento, constituyen una secuencia de actividades que estuvieron relacionadas entre sí:

- a) Desarrollo del modelo conceptual que representó los procesos biológicos y pesqueros
- b) Implementación computacional del modelo operativo
- c) Estimación de parámetros y condicionamiento del modelo operativo
- d) Desarrollo e implementación del modelo de observación (monitoreo)

- e) Desarrollo e implementación computacional del modelo de estimación, que representa la evaluación de stock que se lleva a cabo cada año.
- f) Desarrollo e implementación de distintas estrategias de cosecha a evaluar (regla de control).
- g) Desarrollo e incorporación de errores de implementación en los niveles o temporalidad acordados en las reglas de control.
- h) Implementación de un modelo de simulación que incorpore todos los pasos anteriores (excepto el condicionamiento del modelo operativo) y permita considerar tanto la incertidumbre en el sistema (en los parámetros del modelo operativo) como en las observaciones.
- i) Evaluación del desempeño de cada uno de los procedimientos de manejo a través de los indicadores de desempeño, pudiéndose evaluar la robustez del procedimiento de manejo a distintas fuentes de incertidumbre.

Desde el punto de vista ejecutivo, cada uno de estas etapas necesitó una codificación cuidadosa de los modelos, su depuración y evaluación para evitar errores de implementación.

#### **4.3.2.1. Implementación computacional y condicionamiento de los modelos biológicos del procedimiento de manejo**

La implementación de los diferentes modelos que componen el procedimiento de manejo se realizó en AD Model Builder, ya que permite una alta estabilidad numérica, computación rápida y eficiente, y precisión en los parámetros estimados. Este programa constituye un lenguaje de alto nivel construido sobre la base de la librería Autodif, correspondiente a una extensión de lenguaje C++ con una implementación transparente y de diferenciación automática (<http://www.admb-project.org/>).

El trabajo de codificación del modelo biológico base para la sardina común y la anchoveta, se desarrolló en un esquema de modelo a escala mensual que aportará la información como realización de la naturaleza (Modelo Base). Estos modelos utilizan información de la pesquería dada principalmente por: capturas (t), CPUE (t/vcp), estructuras de tamaños e información de biomasa y abundancias por métodos acústicos RECLAS y PELACES. Para ambas especies fueron realizados análisis de sensibilidad en la ponderación de las piezas de información a través de los Coeficiente de variación (CV) y tamaños de muestra para penalizar la influencia de la composición por tamaños de las capturas o de los cruceros.

#### *Generalidades modelo mensual sardina común y anchoveta*

El modelo de evaluación de stock mensual para sardina común y anchoveta en la zona centro-sur de Chile, corresponde a un modelo estadístico con estructura de edad para el período 1990 al 2006. El modelo utiliza información de capturas mensuales (t), Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE), y estimaciones de biomasa por métodos hidroacústicos (cruceros de verano RECLAS y el desarrollado en otoño denominado PELACES. La información de estructura proviene de la actividad pesquera, incorporándose también la composición por longitudes de la acústica en el proceso de ajuste, por medio de una transformación de la abundancia por edades en abundancias por tamaños (intervalo de clase), utilizando para ello claves talla/edad mensuales obtenidas de un análisis de crecimiento cohorte específico. Este esquema de modelación se diferencia de aquellos utilizados en la evaluación de stock del recurso y estimaciones de cuota, en su dinámica temporal intra-anual, que se relaciona de manera más directa con las características de crecimiento, mortalidad de los individuos y estacionalidad de la pesquería. Como resultado es posible conocer los cambios de las fluctuaciones de abundancias y biomásas entre meses. El modelo de evaluación mensual desarrollado para la sardina común corresponde entonces a una parte del esquema de evaluación de Procedimientos de Manejo para este tipo de recursos en lo que se denomina el modelo operacional de sardina común.

**a) Crecimiento de sardina común y anchoveta**

Las distribuciones de frecuencia de longitud de las capturas fueron analizadas a través del análisis de descomposición modal, siguiendo a [MacDonald & Pitcher \(1979\)](#). Se utiliza el paquete *mixdist* implementado en ambiente estadístico R, cuyo método asume que las distribuciones de longitud están compuestas por una mixtura finita de funciones de densidad. La función de densidad probabilística de una variable ( $X$ ) de cada componente ( $i$ ), se asume con distribución normal, con tres parámetros: longitud promedio ( $\mu_i$ ), desviación estándar ( $\sigma_i$ ) y su proporción en la distribución total ( $\pi_i$ ). La distribución ( $\rho$ ) es entonces compuesta por  $n$  grupos de edad:

$$\rho = \sum_{i=1}^n \pi_i f_i(x | \mu_i, \sigma_i)$$

Se estimaron parámetros para cada muestra mensual de frecuencias de longitud en el período estudiado, en donde fue posible seguir visualmente cada cohorte anual presente en la pesquería.

De esa manera se obtienen las longitudes promedio a la edad de las cohortes presentes en cada estructura, sobre las cuales se ajustaron de manera independiente curvas de crecimiento del tipo von Bertalanffy con su componente estacional ([Pauly & Gäschutz, 1979](#); [Somers, 1988](#)). De esta manera, la longitud promedio a la edad  $\hat{L}_{c,m}$ , al mes  $m$  para cada cohorte  $c$  es determinada por:

$$\hat{L}_{c,m} = L_{\infty c} \left[ 1 - \exp \left\{ -k_c (m - t_{0c}) - \frac{C_c k_c}{2\pi} \left[ \sin(2\pi(m - t_{sc})) - \sin(2\pi(t_{0c} - t_{sc})) \right] \right\} \right]$$

En donde el vector de parámetros cohorte específicos estimados es compuesto por cinco elementos:  $L_{\infty c}$ ,  $k_c$ ,  $t_{0c}$  (parámetros típicos de von Bertalanffy),  $C_c$  y  $t_{sc}$  (para modelar la amplitud y la fase de máximo efecto estacional, respectivamente).

Una función Gaussiana log-negativa de verosimilitud fue minimizada para ajustar la longitud a la edad predicha del modelo a la observada en las estructuras de longitud, obteniéndose la siguiente función:

$$-\log L_c(\varphi_c) = \sum_{m=1}^{n_c} \left[ 0.5 \log(\sigma_{c,m}^2) + \frac{(L_{c,m} - \hat{L}_{c,m})^2}{2\sigma_{c,m}^2} \right]$$

Donde  $L_{c,m}$  y  $\sigma_{c,m}^2$  son la longitud promedio y la varianza al mes ( $m$ ) para la cohorte  $c$ , ambas obtenidas del análisis de descomposición modal,  $\hat{L}_{c,m}$  es la longitud promedio estimada por el modelo de crecimiento estacional y  $n_c$  es en número de observaciones de cada cohorte.

**b) Modelo de evaluación de stock sardina y anchoveta mensual (escala mensual)**

El modelo de evaluación de stock para la sardina común cubre el periodo comprendido desde Junio de 1990 a Diciembre de 2006, utilizándose un modelo con estructura de edad estadístico a escala mensual, y donde el decaimiento de las cohortes es producto de la mortalidad natural ( $M$ ) y la mortalidad por pesca ( $F$ ). Son estimados parámetros de reclutamiento anual y el nivel de máxima mortalidad por pesca, la distribución intra-anual de esta última (doble-normal), la selectividad de la flota y de cruceros acústicos (RECLAS y PELACES) y sus respectivos coeficientes de capturabilidad, resultando un total de 129 parámetros.

Las abundancias por edades se convierten en abundancia por tamaños empleando claves talla/edad cohortes dependientes, con los parámetros de crecimiento estimados en el análisis anterior. Las capturas mensuales a la longitud se asumen con error, y se estiman a través de la ecuación de captura de Baranov. Posteriormente, se obtienen la biomasa utilizándose parámetros de relación longitud-peso incorporada la variabilidad estacional.

El modelo es ajustado iterativamente a la información de capturas y CPUE mensuales, y a los índices de abundancia del crucero RECLAS y PELACES, con la minimización de una función de verosimilitud log-normal. Para las estructuras de frecuencia de longitud (en proporciones), se utiliza una función de verosimilitud multinomial (Hilborn & Walters, 1992).

En el caso de sardina común, se realizó un análisis de sensibilidad del modelo frente a la ponderación para las diferentes fuentes de información, evaluándose el efecto de asignación de coeficientes de variabilidad en las funciones de verosimilitud de las capturas, la CPUE y los índices de abundancia hidroacústicos. A partir de los resultados del ajuste expresado por el valor de la función de verosimilitud total y las correspondientes a cada índice se seleccionó el caso con mejor desempeño estadístico, para luego evaluar el efecto de un valor diferente de mortalidad natural con un porcentaje de variación de un 20%. El caso base considera valores de CV de 0.3 (capturas), 0.1 (CPUE), 0.3 (RECLAS), 0.3 (PELACES), y para los tamaños de muestra de estructura un valor de 10 (capturas), 50 (RECLAS) y 50 (PELACES). En el caso de anchoveta, la sensibilidad del modelo frente a la ponderación dada a las distintas fuentes de información, se realizó sobre la base de distintos coeficientes de variabilidad en las funciones de verosimilitud de las capturas, de la CPUE y de los índices hidroacústicos. Se evaluó también la respuesta del modelo a la exclusión de estas fuentes de información, e finalmente a la utilización de distintos valores de mortalidad natural. El caso base presenta igual ponderación (CV=0.3) para las fuentes poblacionales agregadas, números de muestra efectivos de 10 para las estructuras de las capturas y 50 para las estructuras de los hidroacústicos y mortalidad natural se asumió igual a  $0,071\text{m}^{-1}$ . El resultado de estos análisis se consideró para definir el mejor escenario de modelación para la anchoveta, bajo criterios como estabilidad en la convergencia, los valores marginales de las funciones de verosimilitud y las estimaciones de biomasa desovante.

Las **Tabla 1, 2, 3, 4 y 5** contienen el sistema de ecuaciones para la dinámica poblacional del modelo de evaluación de stock de sardina común y anchoveta, considerando diferentes tasas de mortalidad natural para cada especie.



**Tabla 1.** Representación del modelo de dinámica mensual para sardina común y anchoveta en escala mensual.

Modelo de dinámica	
Índices	$m = \text{mes}; y = \text{año}; a = \text{edad}; c = \text{cohorte}; n_c = \text{numero de cohorts}; l = \text{clases de longitud}; m_R = \text{meses con RECLAS}; m_P = \text{meses con PELACES}$
Dinámica de abundancia	$N_{m,a,c} = \begin{cases} R_a \\ N_{m-1,a-1,c} e^{-Z_{m-1,a-1}} \end{cases}$
Selectividad de la flota	$S_{f_a} = \begin{cases} \exp\left(-1.0 \frac{(a - A_{full})^2}{v_{A_{full}}}\right) & \text{for } a < A_{full} \\ 1.0 & \text{for } a > A_{full} \end{cases}$
Selectividad del RECLAS	$S_{R_a} = \left[ 1 + \exp\left\{-\ln(19) \left(\frac{a - A_{50_R}}{A_{95-50_R}}\right)\right\} \right]^{-1}$
Selectividad de PELACES	$S_{P_a} = \left[ 1 + \exp\left\{-\ln(19) \left(\frac{a - A_{50_P}}{A_{95-50_P}}\right)\right\} \right]^{-1}$
Mortalidad por pesca mensual	$F_m = F_y \left\{ p_y N(\mu_{y_1}, \sigma_{y_1}) + (1 - p_y) N(\mu_{y_2}, \sigma_{y_2}) \right\}$
Mortalidad total	$Z_{m,a} = (F_m S_{fleet_a}) + M$

**Tabla 2. Representación del modelo de crecimiento para sardina común y anchoveta en escala mensual.**

Modelo de crecimiento	
Longitud promedio a la edad	$L_{a,c} = L_{\infty} \left[ 1 - \exp \left\{ -k_c (a - t_{0c}) \right. \right. \\ \left. \left. - \frac{C_c k_c}{2} \left[ \sin \left( 2\pi (a - t_{sc}) \right) - \sin \left( 2\pi (a - t_{sc}) \right) \right] \right\} \right]$
Varianza de la longitud promedio a la edad	$\sigma_{a,c} = \sigma_{1,c} \left( \frac{(\sigma_{1,c} - \sigma_{end,c})}{n_c} \right) / (a - 1)$
Distribución de la longitud promedio a la edad	$P_{l,a,c} = f(L_{a,c}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{a,c}^2} e^{\left[ -\frac{1}{2\sigma_{a,c}^2} (L - L_{a,c})^2 \right]}$
Proporción de la longitud promedio a la edad por cohorte	$\hat{P}_{l,a,c} = \frac{P_{l,a,c}}{\sum_{L=1} P_{a,c}}$
Peso promedio a la longitud por mes	$W_{m,l} = a_m l^{b_m}$

**Tabla 3. Modelos de las observaciones para sardina común y anchoveta.**

Modelo de observaciones	
Captura mensual a la edad	$C_{m,a} = \frac{F_m S_{fleet_a}}{(F_m S_{fleet_a}) + M} N_{m,a} \left[ 1 - e^{-(F_m S_{fleet_a}) + M} \right]$
Captura mensual a la longitud	$C_{m,l} = C_{m,a} \hat{P}_{l,a,c}$
Captura total mensual en peso	$C_m = \sum_{l=1}^L C_{m,l} W_{m,l}$
Abundancia a la longitud del RECLAS	$NR_{m_R,l} = N_{m,a} S_{R_a} \hat{P}_{l,a,c}$
Índice de abundancia RECLAS	$\hat{IR}_{m_R} = q_R \left( \sum_{l=1}^L NR_{m_R,l} W_{m,l} \right)$
Abundancia a la longitud PELACES	$NP_{m_R,l} = N_{m,a} S_{P_a} \hat{P}_{l,a,c}$
Índice de abundancia PELACES	$\hat{IP}_{m_R} = q_P \left( \sum_{l=1}^L NP_{m_R,l} W_{m,l} \right)$

**Tabla 4. Funciones de log-verosimilitud principales.**

Modelos estadísticos	
Verosimilitud multinomial	$\ln L(\hat{p}_{m,l}   \theta) = -n_m \sum_{l=1}^L \hat{p}_{m,l} \ln p_{m,l}(\theta)$
Verosimilitud Log-normal	$\ln L(X_i   \theta) = -\frac{1}{2cv_i^2} \sum_m (\ln(X_{m,i}) - \ln(\hat{X}_{m,i}))^2$

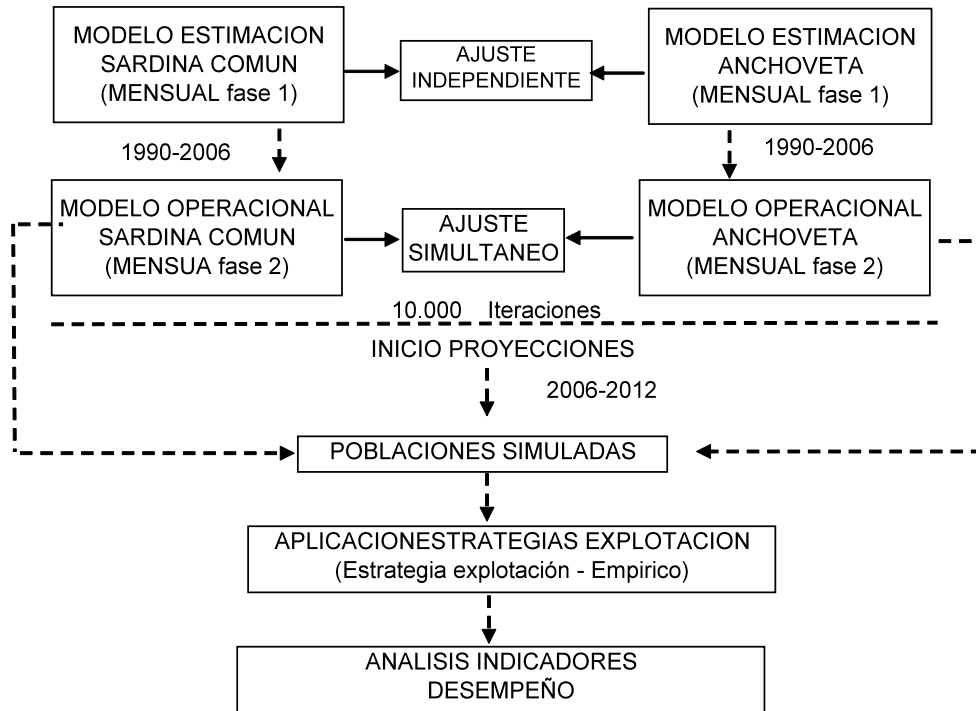
**Tabla 5. Parámetros a ser estimados para el modelo operativo.**

<p>Parámetros estimados</p>	<p><math>R_a</math> = Reclutamientos anuales</p> <p><math>A_{full}</math> = primera edad 100% vulnerable a la flota</p> <p><math>v_{A_{full}}</math> = dispersión de la función de selectividad media-normal</p> <p><math>A_{50_R}</math> = edad de 50% de selectividad del RECLAS</p> <p><math>A_{95-50_R}</math> = diferencia entre <math>A_{95_R}</math> y <math>A_{50_R}</math></p> <p><math>A_{50_P}</math> = edad de 50% de selectividad del PELACES</p> <p><math>A_{95-50_P}</math> = diferencia entre <math>A_{95_P}</math> y <math>A_{50_P}</math></p> <p><math>F_y</math> = máxima mortalidad anual</p> <p><math>q_f</math> = capturabilidad del RECLAS</p> <p><math>q_P</math> = capturabilidad del PELACES</p> <p><math>\mu_{y_1}</math> = mes de máximo <math>F</math> para el 1° semestre del año <math>y</math></p> <p><math>\sigma_{y_1}</math> = dispersión del máximo <math>F</math> para el 1° semestre del año <math>y</math></p> <p><math>\mu_{y_2}</math> = mes de máximo <math>F</math> en el 2° semestre del año <math>y</math></p> <p><math>\sigma_{y_2}</math> = dispersión del máximo <math>F</math> para el 2° semestre del año <math>y</math></p> <p><math>p_y</math> = proporción de <math>F_y</math> en el 1° semestre del año <math>y</math></p>
<p>Parámetros fijos</p>	<p><math>L_{\infty_c}</math> = longitud asintótica</p> <p><math>k_c</math> = tasa de crecimiento</p>

	$t_{0,c}$ = edad a la longitud cero $C_c$ = intensidad del efecto estacional $t_{s,c}$ = edad de máximo efecto estacional $\sigma_{1,c}$ = dispersión de la longitud de la 1ª edad de la cohorte $c$ $\sigma_{end,c}$ = dispersión de la longitud de la última edad de la cohorte $c$ $a_m$ = parámetro de la relación peso-longitud $a$ en el mes $m$ $b_m$ = parámetro de la relación peso-longitud $b$ en el mes $m$ $M$ = mortalidad natural
--	---

#### 4.4. OBJETIVO 3: EVALUACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE EXPLOTACIÓN

El diseño implementado para la evaluación de estrategias de sistema de manejo actual se muestra la **Figura 4**. La principal característica es que el modelo operacional de sardina común y anchoveta, ambos de escala mensual son ajustados en conjunto en el proceso de estimación. A partir de este ajuste conjunto de los modelos operacionales se generaron simulaciones sobre la base de un proceso de MCMC, resultando 5000 posibles trayectorias de indicadores poblacionales y estructuras. Posteriormente el proceso de estimación de la población en cada una de las poblaciones simuladas fue realizado por el modelo de estimación en escala anual en lo que sería una evaluación de stock tradicional de una población bajo análisis. Posteriormente, el modelo de estimación se utiliza para evaluar la situación del stock en relación a las diferentes estrategias de explotación modelo basadas y empíricas.



**Figura 4.** Esquema de evaluación de estrategias de explotación en sardina común y anchoveta.

La evaluación de las estrategias de explotación fue realizada de acuerdo con las siguientes funciones de desempeño:

- A. Probabilidad de colapso: Referido a que la biomasa adulta se encuentre por debajo del mínimo histórico entre los años 2000 al 2006.
- B. Agotamiento:
  - B.1. Reducción de la biomasa adulta al final del periodo de proyección en relación con el promedio histórico.
  - B.2. Reducción de la biomasa adulta al final del periodo de proyección en relación a la existente al comienzo del período de proyección.

C. Rendimientos

C.1. Captura promedio por especie.

C.2. Captura promedio del total (ambas especies).

C.3. Desviación estándar de la captura de cada especie.

C.4. Desviación estándar de la captura total (ambas especies).

## 5. RESULTADOS

### 5.1. OBJETIVO 1: OBJETIVO DE MANEJO Y FUNCIONES DE DESEMPEÑO

#### 5.1.1. REVISIÓN DEL SISTEMA DE MANEJO ACTUAL

La revisión de los aspectos biológicos y pesqueros que sustentan la unidad de pesquería, así como del sistema de monitoreo y del estimador o modelo de evaluación anual que se utiliza para establecer el estado de situación se describen detalladamente en el **ANEXO 3**. A continuación se expone brevemente lo que corresponde al objetivo de manejo actual, la estrategia de explotación y el sistema de control.

#### a) **Objetivos de manejo en el sistema actual y función de desempeño**

De acuerdo con los Informes Técnicos emitidos por Subsecretaría de Pesca a los Consejos Zonales de Pesca respecto del establecimiento de cuotas de capturas anuales y otras regulaciones, se establece que **“el objetivo de conservación asociado a las pesquerías pelágicas de anchoveta y sardina común, consiste en un aprovechamiento eficiente de su biomasa, sujeto a la condición de mantener un tamaño de los stocks equivalente a un  $F_{66\%SPR}$ , es decir, mantener como mínimo un 66% de biomasa desovante por recluta (SPR) en el agua, en el largo plazo”**. Asimismo, y atendiendo a distintas fuentes de incertidumbre, se establece un nivel de riesgo de no alcanzar el

objetivo de conservación de un 10%. En este caso, el riesgo se presenta como una distribución de probabilidad acumulada y representa la probabilidad de no cumplir el objetivo de conservación, equivalente a mantener un stock parental robusto.

Esta declaración se resume en los siguientes elementos:

**Objetivo de manejo:** Lograr un aprovechamiento eficiente de la biomasa del stock en el largo plazo.

**Función de desempeño:** Mantener una biomasa equivalente al 66% de la biomasa desovante por recluta.

**Estrategia de explotación:** Aplicar una tasa de explotación constante, equivalente al  $F_{66\%SPR}$ .

En la actualidad, Subsecretaría de Pesca (SSP) ha establecido como ***“objetivo de conservación para los recursos anchoveta y sardina común el aprovechamiento eficiente de su biomasa, sujeto a la restricción de mantener el stock desovante en un nivel que asegure la sustentabilidad”***. Operacionalmente, se establece conservar un 60-66% de la biomasa desovante por recluta, lo que involucra utilizar niveles de mortalidad por pesca que permitan la mantención de un 66% del stock desovante por recluta en el mar. A su vez, y atendiendo a diferentes fuentes de incertidumbre, SSP recomienda fijar una cuota de captura con nivel de riesgo del 10% de no alcanzar el objetivo de conservación (SSP, 2005).

Sin embargo, la estrategia de explotación normalmente se ha establecido sobre el punto biológico de referencia de  $F_{60\%SPR}$  en ambas especies, incorporando otros puntos alternativos tales como  $F_{66\%SPR}$ ,  $F_{50\%SPR}$ ,  $F_{40\%SPR}$ .

El análisis de las estrategias de explotación es efectuado considerando las consecuencias de cambios poblacionales ante los diferentes escenarios de mortalidad por pesca constante y en un horizonte de 5 años plazo. En las proyecciones los escenarios de reclutamiento se generan a partir de algún escenario de reclutamiento estimado desde la serie histórica el cual considerada la incertidumbre de la evaluación. Cada una de las estrategias de explotación se analiza sobre



niveles de riesgo (probabilidad) de sobrepasar la estrategia de explotación. Los indicadores de desempeño actualmente utilizados corresponde a:

- i. Probabilidad que la biomasa futura sea menor a la biomasa crítica
- ii. Probabilidad que la biomasa futura sea menor a la biomasa actual
- iii. Razón entre la biomasa desovante futura y la actual.
- iv. CTP ante distintos niveles de riesgo de exceder la estrategia de explotación

#### **b) El sistema o nivel de control**

Para esta pesquería, el sistema o nivel de control se basa en la “mejor evaluación de stock” disponible, lo que en términos técnicos implica la existencia de un modelo de evaluación estadístico estructurado por edad para cada especie (ver **Anexo 3**), el cual integra información biológico-pesquera, evaluaciones directas y desembarques.

Este estimador permite contar con los niveles de abundancia y biomasa de cada especie, así como las tasas de mortalidad por pesca a las cuales ha sido sometido el recurso. Sobre la base de estos resultados se establece un diagnóstico de la condición del recurso respecto a los niveles de biomasa desovante existentes y con respecto a los niveles referenciales de biomasa límite y precautoria, analizando si las estrategias de explotación utilizadas son sobrepasadas. Sobre la base de los últimos años de la evaluación de los recursos, se realizan:

- i. las proyecciones del stock en un horizonte de mediano plazo, incluyendo un escenario de la fuerza de los reclutamientos que sustentarán la productividad de la temporada siguiente. Esta proyección se realiza bajo una estrategia de explotación constante y cuyos niveles de explotación equivalen a puntos de referencia biológicos (PRB) basados en mortalidad por pesca.
- ii. Estas estrategias de explotación se analizan en función de algunos indicadores de desempeño que evalúan los riesgos que el stock desovante descienda a niveles bajo los

límites críticos para los stocks.

- iii. Posteriormente, y sobre las proyecciones mencionadas se estiman los niveles de captura total permisible (CTP), en función de los niveles de biomasa desovante, los diversos PRB evaluados (e.g. F60%) y el nivel de riesgo que la captura real sobrepase la mortalidad por pesca referenciada a los PRBs.

Durante un ciclo anual se revisan a lo menos en dos oportunidades los niveles recomendados de CTP. El primero, y denominado CTP inicial, se establece en diciembre y su característica principal es estar condicionado a un escenario de reclutamiento bajo (precautorio). Este criterio se ha establecido, dado que en diciembre de cada año aún no se cuenta con una estimación de la fuerza de la clase anual entrante y que será la que sustente las capturas del primer trimestre de la siguiente temporada de pesca. De esta forma se persigue cautelar al recurso ante la entrada de una clase anual débil.

El segundo análisis de estimación de CTP, que ocurre posterior a la evaluación hidroacústica de verano (RECLAS), incorpora algunos criterios basados en las estimaciones del RECLAS, las que de ser mayores que las precautorias utilizadas en la estimación CTP diciembre, posibilitan incrementar los niveles de CTP. Los nuevos niveles de CTP son estimados incorporando las abundancias o biomásas preliminares obtenidas por el crucero de verano explícitamente en el modelo de evaluación, se actualizan los desembarques, estructura de edades de la captura y otras piezas de información necesarias.

Si bien no es una regla general, algunos años y particularmente cuando las clases anuales entrante de ambos recursos han sido débiles se lleva a cabo en otoño una nueva evaluación hidroacústica (PELACES) la cual se considera un símil de la biomasa vulnerable. Posterior a esta evaluación se revisa nuevamente la estimación de CTP, pero esta vez solo a nivel de las proyecciones realizadas en febrero.

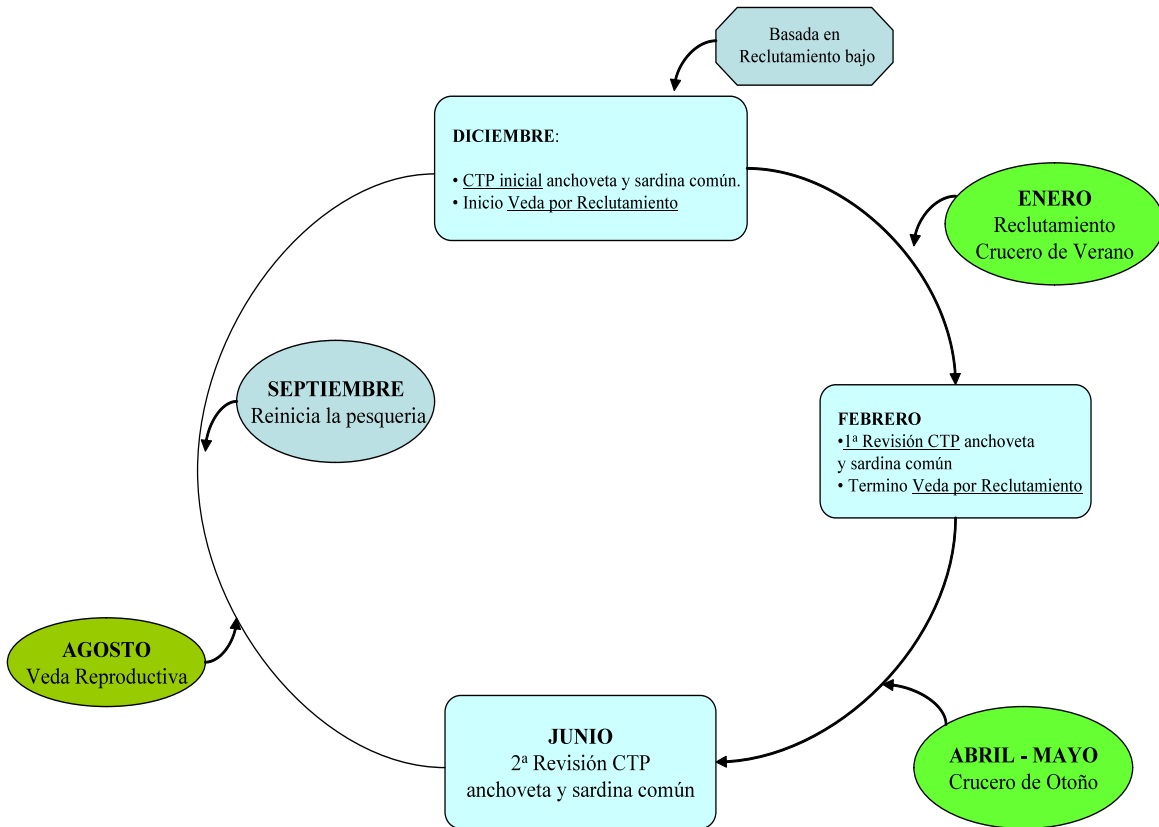
La secuencia de eventos que permite la estimación de CTP de anchoveta y sardina común se resume en la **Figura 4**, y se describe a continuación:

- i. **Diciembre:** El ciclo de eventos de la CTP de anchoveta o sardina común comienza con la primera recomendación de CTP, la que está asociada a un diagnóstico de la condición de los recursos. Esta CTP tiene un carácter de inicial dado que se estima sobre un escenario de reclutamiento promedio para cada especie (precautorio). Paralelamente, en diciembre se cierra nuevamente la pesquería, iniciándose la Veda por Reclutamiento.
- ii. **Enero:** se realiza el crucero (verano) de evaluación hidroacústica de reclutamiento de ambos recursos entre los 33°50'S – 40°00'S.
- iii. **Febrero:** posterior al término del crucero y con los datos de abundancia y biomasa de ambos recursos, se revisa la CTP inicial establecida en diciembre incluyendo esta vez la estimación de reclutamiento obtenida por el crucero, emergiendo una nueva recomendación de CTP para la temporada. Durante este mes concluye la Veda por reclutamiento, abriéndose la temporada de pesca.
- iv. **Abril – Mayo:** en algunos años se lleva a cabo un segundo crucero (otoño) de evaluación hidroacústica de la biomasa vulnerable o disponible de ambos recursos.
- v. **Junio:** al término del crucero de otoño y con los datos preliminares de abundancia y biomasa de ambos recursos se revisa la recomendación de CTP de febrero pasado, pero solo en términos de las proyecciones realizada para ambos recursos.
- vi. **Agosto:** se cierra la pesquería iniciándose la Veda Reproductiva de ambos recursos.
- vii. **Septiembre:** finaliza la veda reproductiva y se reinicia la actividad de pesca la cual se extenderá hasta principios de diciembre.

- Asignación de la CTP

La cuota de captura global sugerida al Consejo Zonal de Pesca, a través de informe técnico, contiene además las asignaciones correspondientes entre subsectores artesanal e industrial, temporales y zonales.

El 3% de la cuota se reserva para fines de investigación, y el 97% se distribuye entre el subsector industrial y subsector artesanal. La flota industrial puede operar en toda la macrozona de la unidad de pesquería, y la flota artesanal está restringida a la región en que está inscrita.



**Figura 5.** Diagrama del sistema actual de manejo de la pesquería de anchoveta y sardina común centro sur.

En el caso de la cuota 2009, se asignó 44% de anchoveta y 30% de sardina común al subsector industrial, y sus complementos respectivos para el subsector artesanal. El fraccionamiento temporal obedece a lo dispuesto en el Artículo 3 de la Ley 19713, y para el caso de los pelágicos pequeños en la distribución temporal de la cuota se ha considerado la estacionalidad del desembarque. En este contexto, la distribución temporal de la fracción industrial considera: 85% para el periodo febrero- abril, 10% para el periodo mayo-agosto, y 5 % para el periodo septiembre-diciembre.

La distribución geográfica se aplica solamente para el subsector artesanal, y comprende el fraccionamiento que se ilustra en la **Tabla 6**. Finalmente, se distribuye temporalmente en 3 periodos: i) enero-abril (85%), ii) mayo-agosto (10%), y iii) septiembre-diciembre (5%), a excepción de la VIII y X Región que se fracciona solo en dos periodos: i) enero-agosto (95%), y ii) septiembre-diciembre (5%) en la VIII Región; y i) enero-julio (80%), y ii) agosto-diciembre (20%) en la X Región.

**Tabla 6.** Fraccionamiento zonal (%) de la cuota de captura artesanal, año 2009.

Región	Anchoveta	Sardina
V	6.263	0.918
VI	0.041	0.033
VII	0.669	0.513
VIII	80.263	80.623
IX	0.585	0.912
XIV	7.536	11.551
X	4.643	5.450
Total	100	100

### 5.1.2. TALLERES PARTICIPATIVOS

El primer taller se realizó el 6 de marzo de 2009, y su objetivo fue presentar el enfoque metodológico del proyecto. Se solicitó que los participantes opinarán sobre las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (**ANEXO 2**). Dicha primera reunión marcó el énfasis del proyecto, y que fueron los siguientes:

- i) Focalizar y concentrar el esfuerzo en tratar de evaluar el procedimiento de manejo actual, compuesto de: a) las variables monitoreadas (desembarque, estructura de tallas, edades, cruceros, etc), b) el modelo de evaluación separado por especies, y c) el establecimiento de CTP y sus modificaciones; y,
- ii) Involucrar a los usuarios en tratar de identificar los problemas-clave que inciden en el manejo de la pesquería, con el objeto de levantar un sistema de problemas percibidos (forzantes), confrontados y resumidos para luego identificar sus nudos críticos.

El primer enfoque fue adoptado principalmente por los modeladores, y el segundo se desarrollo sobre la base de una serie de talleres estructurados para levantar problemas desde las bases, sistematizarlos y contrastarlos, descubrir y aprender sobre el sistema.

Del análisis sistémico (**ANEXO 4**), se descubre que para los usuarios es importante “mejorar la sincronía entre el ciclo biológico de los recursos con el ciclo operativo de la explotación”. ***El objetivo de manejo, en este caso biológico, está orientado al uso eficiente del tamaño de los ejemplares capturados, que viene dada por el pulso de reclutamiento, y la de proteger el periodo reproductivo.*** Desde el punto de vista biológico-pesquero, y considerando que: i) el reclutamiento determina la abundancia de sardina común y anchoveta en la zona de estudio; y ii) que la pesquería se sustenta en el pulso de reclutamiento; entonces es factible establecer las siguientes regulaciones:

- a) Regulación de la actividad pesquera en función del tamaño de los individuos que reclutan,
- b) Regulación de la tasa de explotación.

La primera forma de regulación, en función del tamaño de los individuos, tiene por objetivo evitar la sobrepesca por crecimiento somático; es decir, evitar que el esfuerzo de pesca sea intenso y concentrado sobre juveniles que no han alcanzado un tamaño suficiente como para aportar por crecimiento a las capturas. En otro tipo de pesquerías, el objetivo de manejo sería regular la selectividad del arte de pesca, incrementar el tamaño de primera captura, o bien fijar un tamaño mínimo legal de extracción. Estos enfoques no son eficientes en el caso de recursos pelágicos que son capturado por un arte poco selectivo (red de cerco), de tal manera que las regulaciones pasan por establecer periodos de veda que permitan proteger de la pesca el proceso

de reclutamiento. En la pesquería de sardina común y anchoveta, esto se ha realizado sobre la base de fechas fijas. Sin embargo, en los últimos años, el levantamiento de la veda por reclutamiento se ha pospuesto incidiendo en el inicio de la temporada de pesca. Una alternativa que puede ser evaluada con el modelo operativo es establecer un sistema de vigilancia y control del tamaño de los individuos; aspecto que escapa a la programación del proyecto y dedicación de horas-hombre requeridas.

La segunda regulación implica establecer una estrategia de explotación que permita aprovechar la productividad. Esto es, una estrategia de explotación con tasa de explotación fija que permita acumular suficiente biomasa desovante en momentos de alta productividad.

## 5.2. OBJETIVO 2: ESTRATEGIAS DE EXPLOTACIÓN ALTERNATIVAS, MODELO OPERATIVO Y CONDICIONAMIENTO

### 5.2.1. CONDICIONAMIENTO DEL MODELO OPERATIVO

#### a) Crecimiento sardina común

El análisis de crecimiento muestra un reclutamiento a la pesquería con variabilidad entre los 5 y 6.2 cm, presentando los adultos una longitud asintótica media de 18.1 cm. En relación al patrón de crecimiento fue posible caracterizar un crecimiento estacional para la totalidad de las cohortes con excepción de las correspondientes a los años 1994, 2000, 2003, este patrón muestra una mayor tasa de crecimiento en época estival la cual se reduce en período de invierno (**Figura 5**).

El modelo estacional de Von Bertalanffy recoge parcialmente la variabilidad observada en la longitud a la edad (**Figura 6**). Los parámetros del modelo de crecimiento estacional se presentan en la **Tabla 7**, se observan variaciones importantes en los parámetros de cada cohorte con rangos para  $L_{\infty}$  entre 14.9 cm y 27.6 cm, para  $K$  entre  $0.31 \text{ año}^{-1}$  y  $1.41 \text{ año}^{-1}$  y  $t_0$  entre -0.55 y 0. La estimación de longitud a la edad indican baja variabilidad entre cohortes, diferencia que disminuye hacia edades mayores (**Figura 6**).

## b) Dinámica poblacional sardina común

El análisis de sensibilidad para el modelo de evaluación a escala mensual de la sardina común indica el Caso 6 como aquel con mejores resultados en términos de desempeño estadístico, además las estimaciones obtenidas del modelo en este caso se ubican para la biomasa total, desovante y abundancias en valores promedio en relación al rango de estimados generados por los diferentes casos. De la totalidad de casos analizados 22 (**Tabla 8**), se observó robustez del modelo frente a diferentes valores de CV, ya que con excepción del caso 16 todos los casos convergieron y no presentaron fuertes variaciones entre sus estimados. En la **Tabla 9** se entregan los valores de verosimilitud total y marginales relacionados con los diferentes casos y los parámetros estimados.

La biomasa desovante muestra considerables fluctuaciones para el periodo analizando y fluctuando entre valores de 200 mil a 1400 mil de toneladas. El valores medios de biomasa desovante se encuentra en 400 mil de toneladas, la variabilidad intra-anual muestra el patrón estacional de la pesquería y destaca un período de tendencia negativa de la biomasa entre 1990 y el 1995, donde se produce un fuerte aumento de la biomasa desovante para luego disminuir entre 1997 y el 2000. Desde el año 2000 al 2006, la tendencia ha sido más estable y en torno a los valores promedios para la serie (**Figura 7**).

El modelo de dinámica poblacional mensual muestra un ajuste adecuado a la captura y captura por unidad de esfuerzo CPUE, en relación a la captura existen observaciones en el periodo de los años 1995, 1997, 2000 y 2003 que son difícilmente explicadas por el modelo y se alejan de los patrones observados en las capturas para la serie analizada. En el caso de la CPUE, no se observan valores especialmente atípicos existiendo un buen ajuste entre valores observados y estimados (**Figuras 8 y 9**). Estas observaciones se pueden apreciar en los gráficos de residuales correspondientes (**Figuras 10 y 11**).

Los índices acústicos de los cruceros RECLAS y PELACES (**Figuras 12 y 13**), muestran un ajuste adecuado con excepción de RECLAS del 2006, valor alto comparado con las otras observaciones de la serie. Los gráficos de los residuales también describen esta característica del proceso de ajuste (**Figura 14**).



El análisis de residuales para las estructuras de tamaños (**Figura 15**), muestra principalmente residuos negativos, aunque también se observan residuales positivos situación que podría indicar problemas de ajuste, que pueden relacionarse especialmente con entradas de ejemplares en más de un período dentro del año. Los patrones de selectividad de la flota, y cruceros RECLAS y PELACES muestran que el crucero RECLAS captura ejemplares de menor edad (5 meses), mientras que el PELACES captura ejemplares principalmente a partir de los 6 meses.

Por su parte la flota selecciona ejemplares desde 7 meses (**Figura 16a**). La mortalidad por pesca muestra fluctuaciones considerables con una tendencia positiva entre 1990 y 1994, entre 1995 y 1997 permanece más estable y se incrementa fuertemente en 1999, para luego disminuir y fluctuar en valores medios de la serie (**Figura 16b**). Por su parte, la mortalidad por pesca mensual muestra altas variabilidades y también refleja la estacionalidad de la pesquería y fluctuaciones de la abundancia (**Figura 16c**).

Los indicadores poblacionales muestran variaciones del reclutamiento pero en valores promedios de 24 en escala logarítmica. Los valores mínimos se encuentran en valores de 23.7 y máximos por sobre 25 (**Figura 17**). Las tendencias en las biomásas totales, explotables y desovantes, muestran trayectorias asociadas con periodos de altas y bajas abundancias mensuales determinadas por la fuerza de las clases anuales y las mortalidades asociadas (**Figura 18**).

**Tabla 7.** Parámetros estimados de la curva de crecimiento de von Bertalanffy para las cohortes de sardina común, y sus respectivas desviaciones estándares entre paréntesis.

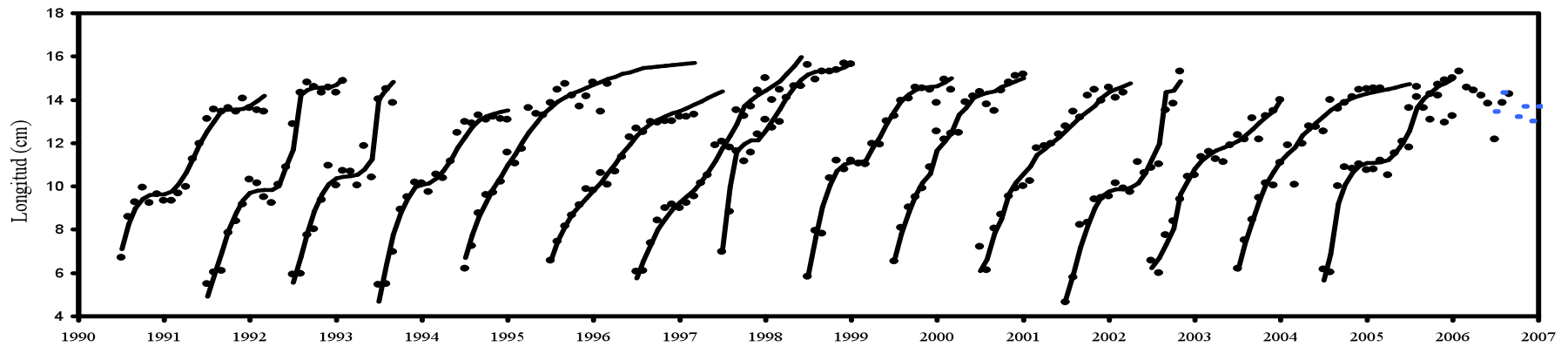
<b>Cohorte</b>	<b>Parámetros</b>				
	<b>Loo</b>	<b>K</b>	<b>to</b>	<b>c</b>	<b>Ts</b>
<b>1990</b>	16.05 (1.02)	0.94 (0.15)	0.00 (0.00)	1.00 (0.00)	0.34 (0.06)
<b>1991</b>	27.66 (9.63)	0.31 (0.18)	-0.55 (0.11)	1.00 (0.00)	0.41 (0.05)
<b>1992</b>	23.18 (5.87)	0.45 (0.22)	-0.46 (0.12)	0.97 (0.41)	0.46 (0.05)
<b>1993</b>	14.90 (0.91)	1.19 (0.22)	0.00 (0.00)	0.86 (0.36)	0.32 (0.06)
<b>1994</b>	15.91 (0.23)	1.41 (0.11)	0.00 (0.00)	0.20 (0.22)	0.16 (0.21)
<b>1995</b>	15.57 (1.05)	1.02 (0.31)	-0.06 (0.29)	0.34 (0.36)	0.32 (0.15)
<b>1996</b>	25.80 (9.74)	0.36 (0.25)	-0.45 (0.21)	0.43 (0.33)	0.38 (0.13)
<b>1997</b>	17.05 (0.83)	1.06 (0.25)	-0.40 (0.11)	1.00 (0.00)	0.42 (0.06)
<b>1998</b>	16.25 (1.14)	1.14 (0.41)	-0.24 (0.77)	1.00 (0.00)	0.39 (0.08)
<b>1999</b>	16.07 (1.03)	1.09 (0.35)	-0.14 (0.40)	0.47 (0.40)	0.46 (0.19)
<b>2000</b>	17.19 (2.50)	0.71 (0.33)	-0.39 (0.24)	0.25 (0.57)	0.64 (0.31)
<b>2001</b>	22.23 (5.35)	0.46 (0.22)	-0.42 (0.09)	1.00 (0.00)	0.46 (0.05)
<b>2002</b>	15.40 (1.44)	0.97 (0.41)	-0.26 (0.20)	0.55 (0.52)	0.73 (0.16)
<b>2003</b>	15.22 (0.57)	1.38 (0.38)	-0.11 (0.30)	0.29 (0.39)	0.50 (0.25)
<b>2004</b>	17.66 (1.67)	0.75 (0.23)	-0.41 (0.08)	1.00 (0.00)	0.50 (0.06)

**Tabla 8.** Escenarios utilizados en el análisis de sensibilidad del modelo mensual de sardina común.

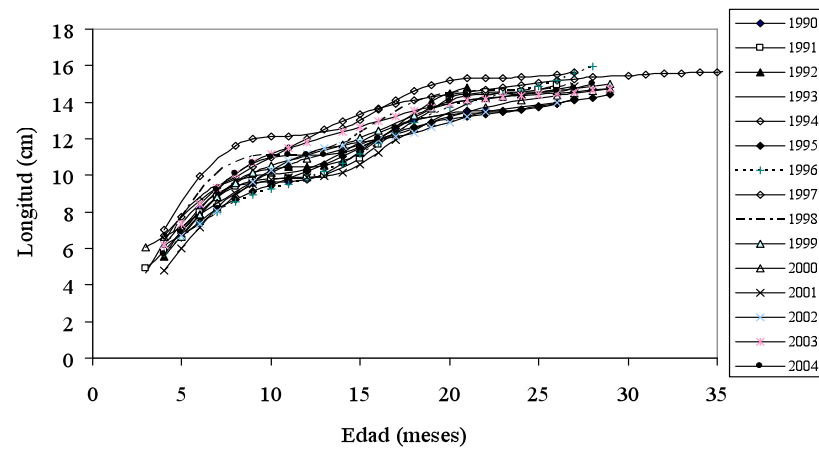
		Caso	Caso	Caso	Caso	Caso	Caso	Caso	Caso	Caso	Caso	Caso	Caso	Caso	Caso	Caso	Caso	Caso	Caso	Caso	Caso	Caso	Caso	
<b>CV's</b>	<b>Base</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	
Capturas	0.3	0.3	0.25	0.2	0.15	0.1	0.3	0.25	0.2	0.15	0.1	0.3	0.25	0.2	0.15	0.1	0.3	0.25	0.2	0.15	0.1	0.3	0.3	
CPUE	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
RECLAS	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
PELACES	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
<b>N° Muestra Efectivo</b>																								
Capturas	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
RECLAS	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
PELACES	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
<b>Mortalidad Natural</b>																								
M (m-1)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.08	1.2

**Tabla 9.** Resultados de las funciones de verosimilitud total, marginales, y de los principales parámetros estimados el análisis de sensibilidad del modelo mensual de sardina.

		CASOS																					
Estadísticos	Caso Base	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Función Objetivo	-11276.2	-8908.2	-8409.8	-8124.7	-7518.6	-5828.2	-10840.6	-10683.5	-10402.5	-9844.0	-8206.1	-10825.1	-10668.6	-10387.8	-9829.0	-8309.1	28023.7	-10640.7	-10364.4	-9757.6	-4220.0	-10733.3	-10733.3
Gradiente	0.0	0.8	0.1	0.0	20.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	224.5	0.0	0.0	5.1	0.0	0.0	0.5	16173.1	1.5	1.5
Capturas	313.1	923.3	766.1	821.0	1366.8	2998.9	378.3	506.8	757.0	1248.7	2823.5	380.1	507.3	753.3	1248.6	2684.0	22026.8	509.2	754.4	1294.3	5768.7	408.2	408.2
CPUE	512.8	2155.6	2683.1	2860.1	2891.3	2948.7	821.0	838.0	856.1	917.5	981.0	822.5	840.7	862.5	920.9	1014.8	16649.3	844.1	862.7	927.4	1892.2	884.5	884.5
Reclas	12.3	11.8	13.2	14.0	14.2	14.3	12.8	12.9	13.1	13.6	13.9	25.3	26.0	26.5	25.8	26.4	461.4	25.1	25.5	25.1	31.6	12.1	12.1
Pelaces	19.7	22.9	26.5	26.4	26.6	26.7	21.9	22.0	22.1	22.3	21.9	21.6	31.0	30.9	22.0	21.3	57.9	47.0	47.4	48.0	41.1	22.3	22.3
Estructuras Captura	-11666.7	-11542.6	-11454.6	-11411.6	-11387.7	-11390.3	-11611.5	-11601.7	-11591.4	-11589.9	-11592.0	-11611.8	-11602.0	-11592.6	-11591.2	-11598.9	-10752.7	-11603.7	-11594.1	-11595.4	-11481.1	-11606.5	-11606.5
Estructuras Reclas	-232.7	-257.6	-233.4	-223.4	-218.7	-216.2	-237.4	-236.8	-235.7	-232.8	-226.6	-236.7	-236.4	-235.1	-231.6	-227.6	-221.8	-235.7	-234.8	-231.6	-227.9	-229.9	-229.9
Estructuras Pelaces	-234.6	-221.6	-210.7	-211.3	-211.0	-210.3	-225.8	-224.7	-223.8	-223.2	-227.6	-226.0	-235.1	-233.3	-223.4	-229.1	-197.2	-226.8	-225.6	-225.4	-244.6	-224.2	-224.2
<b>Parametros</b>																							
A50% flota	5.9	7.8	6.9	7.8	7.7	7.5	7.6	7.5	7.5	6.7	6.5	7.6	7.5	7.4	6.7	6.4	1.2	7.6	7.5	6.7	7.1	6.6	6.6
A95%-50% flota	0.1	1.0	0.3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.3	1.0	1.0	0.9	0.5	0.3	1.0	1.0	1.0	0.5	0.4	0.2	0.2
A50% Reclas	2.2	5.9	5.7	1.6	3.1	2.6	5.7	5.7	5.7	1.2	2.6	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	4.4	5.9	5.9	5.9	4.5	5.7	5.7
A95%-50% Reclas	0.7	0.5	0.5	0.7	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.8	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	2.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
A50% Pelaces	6.8	7.4	6.3	6.5	6.6	7.7	7.8	8.2	6.9	6.2	6.9	6.6	9.1	9.1	6.5	6.7	1.5	6.7	8.1	6.2	6.3	6.3	6.3
A95%-50% Pelaces	0.4	0.1	0.1	0.2	0.3	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.4	0.3	0.1	0.1	0.2	0.3	0.7	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
log_q	-10.4	-10.1	-10.5	-10.7	-10.9	-11.0	-10.2	-10.2	-10.3	-10.4	-10.5	-10.2	-10.2	-10.3	-10.4	-10.5	-9.8	-10.2	-10.3	-10.4	-9.5	-10.1	-10.1
Reclas_log_q	-0.8	-0.5	-0.9	-1.1	-1.3	-1.4	-0.6	-0.7	-0.7	-0.8	-0.9	-0.6	-0.6	-0.7	-0.8	-0.8	-0.8	-0.6	-0.7	-0.8	-0.2	-0.4	-0.4
Pelaces_log_q	-0.7	-0.5	-1.0	-1.2	-1.3	-1.4	-0.6	-0.7	-0.7	-0.8	-0.9	-0.6	-0.5	-0.6	-0.8	-0.8	-0.8	-0.6	-0.7	-0.8	-0.1	-0.5	-0.5
log(Reclutamientos)	24.7	24.7	24.8	24.9	25.0	25.1	24.7	24.7	24.7	24.8	24.8	24.7	24.7	24.7	24.8	24.8	25.1	24.7	24.7	24.8	24.6	24.4	24.4
Mortalidad por Pesca	0.1	0.5	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.8	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
mu1F	3.6	3.3	3.4	3.5	3.5	3.5	3.6	3.6	3.6	3.6	3.4	3.4	3.6	3.6	3.6	3.6	4.4	3.5	3.6	3.6	3.8	3.6	3.6
mu2F	10.2	10.3	10.3	10.3	10.3	10.2	10.3	10.3	10.3	10.3	10.2	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.1	10.2	10.3	10.2	10.3	10.3	10.3
sd1F	1.8	2.2	2.1	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.7	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.6	1.8	1.9	2.0	1.5	2.0	2.0
sd2F	1.4	1.3	1.5	1.5	1.6	1.8	1.6	1.5	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5	1.5	1.6	1.4	1.0	1.5	1.5
pF	0.7	0.4	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
<b>Capturabilidad</b>																							
q_flota	3.06E-05	4.20E-05	2.72E-05	2.22E-05	1.91E-05	1.70E-05	3.69E-05	3.56E-05	3.39E-05	2.91E-05	2.66E-05	3.71E-05	3.58E-05	3.35E-05	2.94E-05	2.86E-05	5.42E-05	3.63E-05	3.46E-05	3.02E-05	7.77E-05	4.21E-05	4.21E-05
q_Reclas	0.47	0.63	0.42	0.33	0.29	0.26	0.53	0.51	0.49	0.43	0.41	0.55	0.53	0.50	0.45	0.46	0.45	0.54	0.52	0.47	0.83	0.64	0.64
q_Pelaces	0.49	0.58	0.38	0.31	0.27	0.25	0.53	0.52	0.50	0.44	0.42	0.53	0.58	0.55	0.44	0.45	0.46	0.52	0.51	0.45	0.90	0.61	0.61



**Figura 6.** Curvas de crecimiento de sardina común (líneas), ajustadas a las longitudes promedio mensuales (puntos) obtenidas de la descomposición de las estructuras de frecuencia de longitud.



**Figura 7.** Sobre-posición de las curvas de crecimiento cohorte específicas estimadas para sardina común.

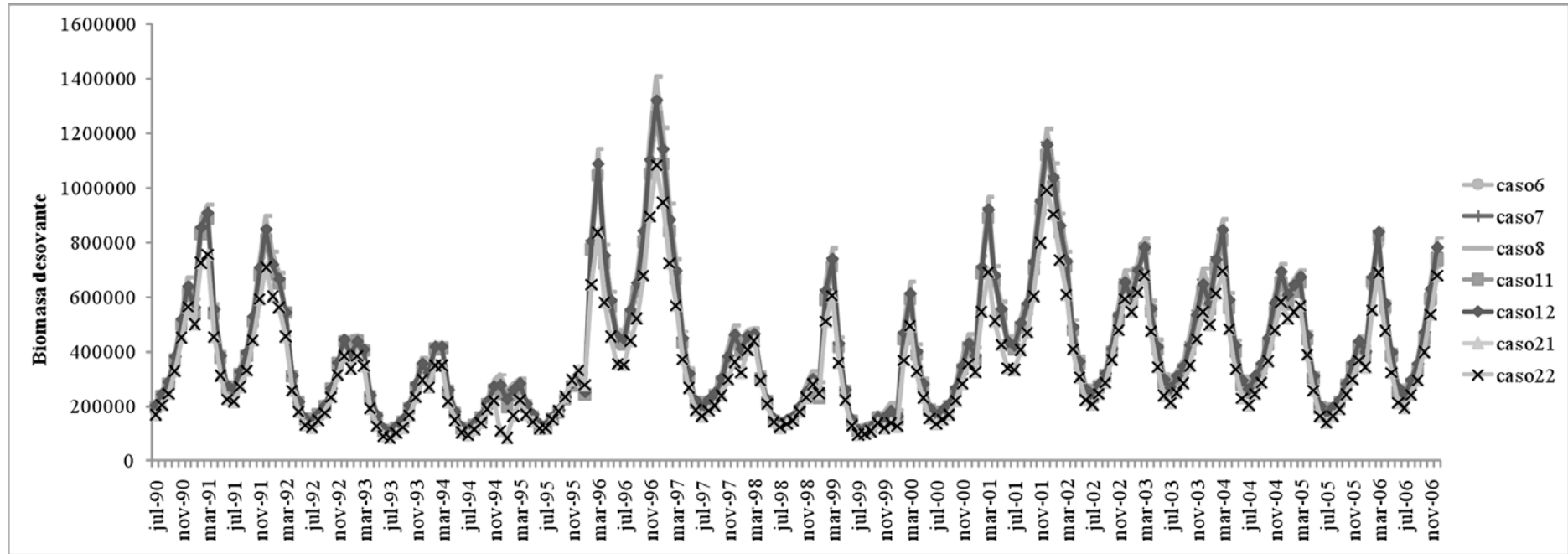


Figura 8. Biomasa desovante (t) para los casos con mejor desempeño estadístico.

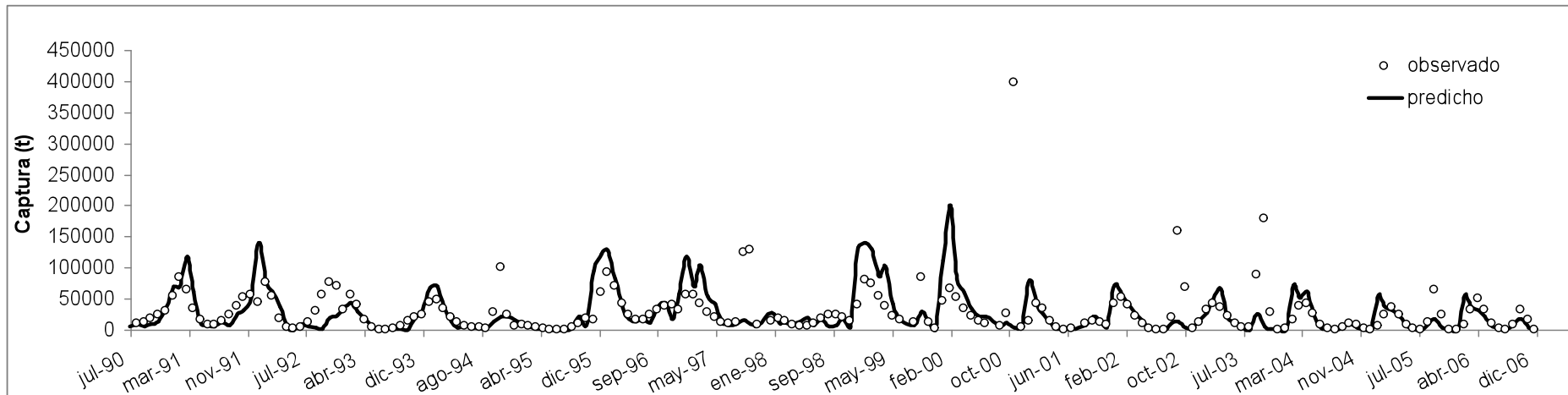


Figura 9. Capturas (t) y rendimientos (CPUE, t/vcp) mensuales observados y estimados.

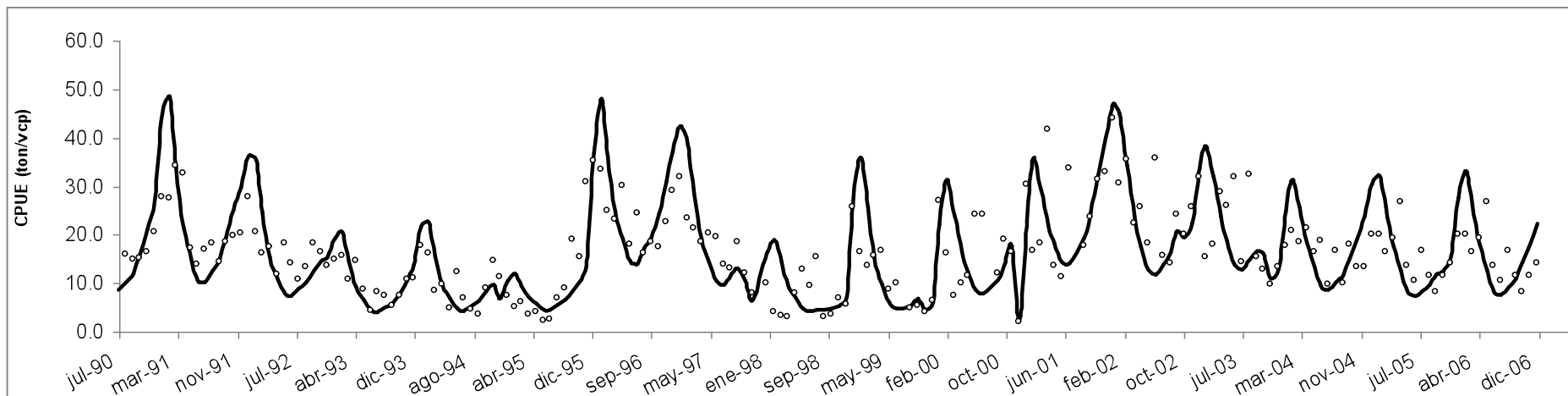


Figura 10. Capturas (t) y rendimientos (CPUE, t/vcp) mensuales observados y estimados.

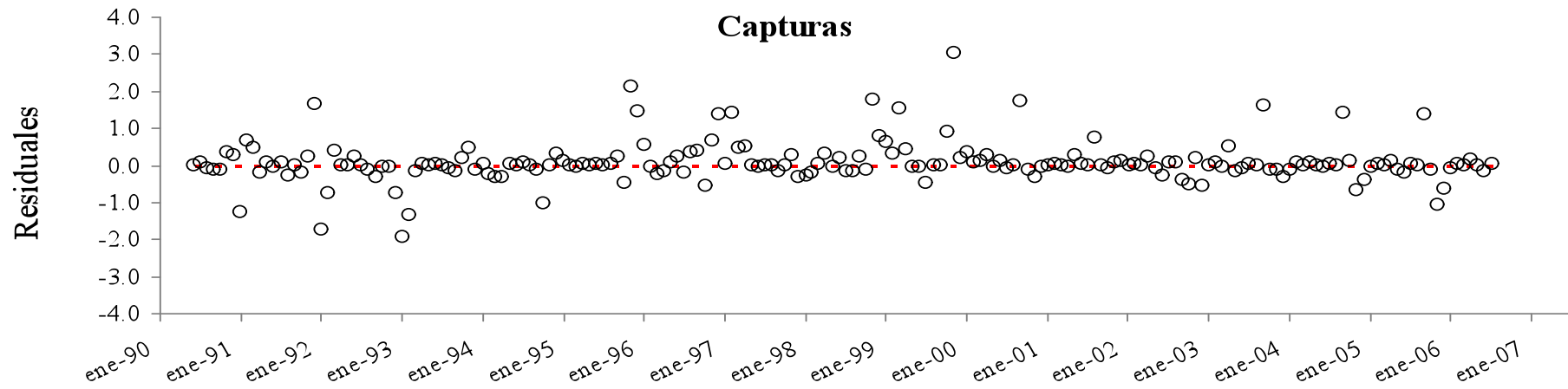


Figura 11. Residuales de los ajustes a las observaciones de capturas.

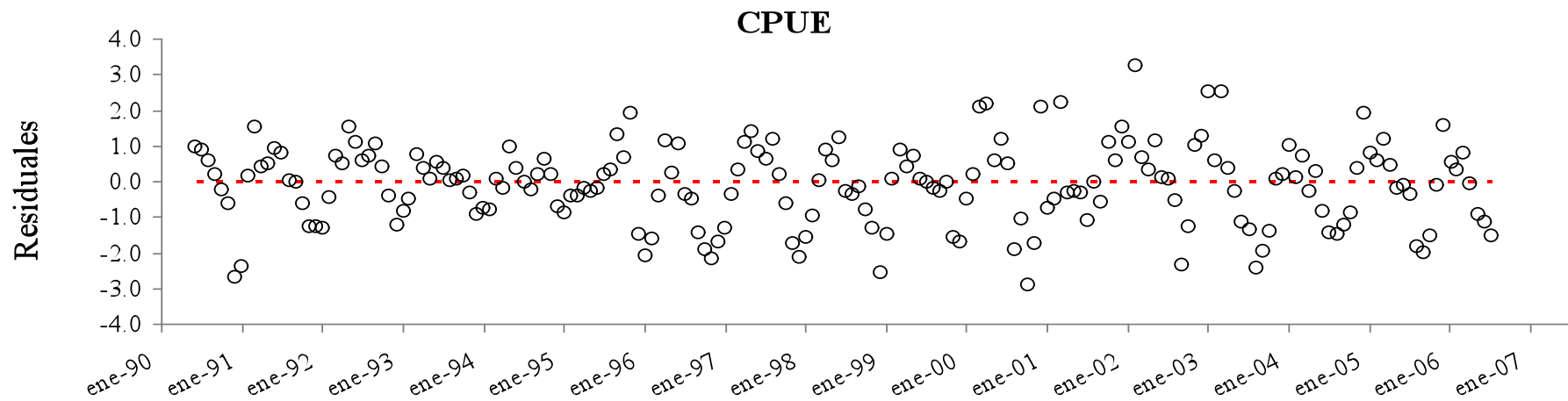


Figura 12. Residuales de los ajustes a las observaciones de captura por unidad de esfuerzo.



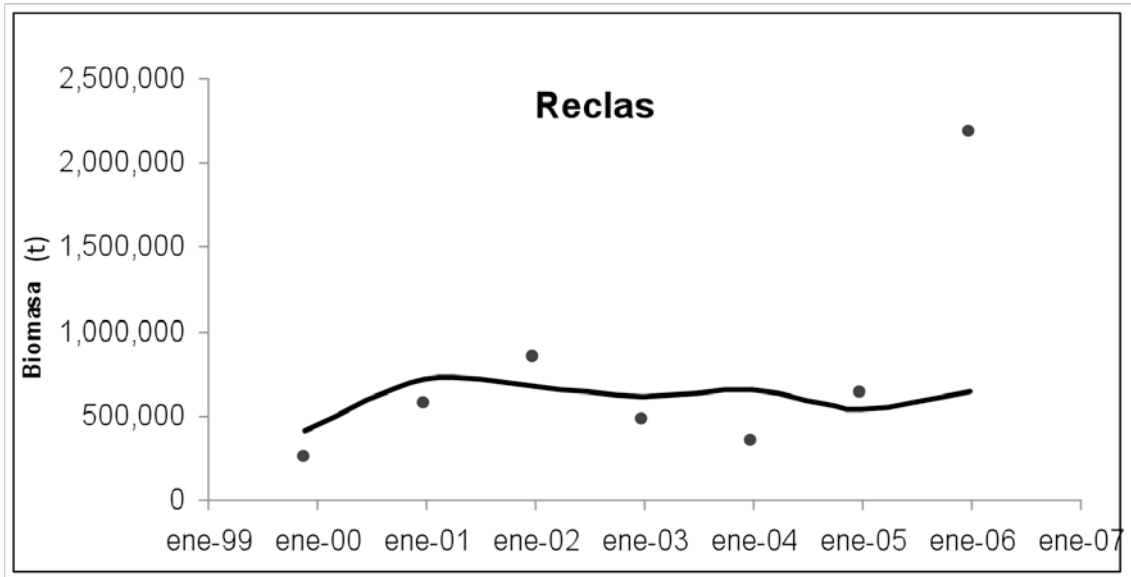


Figura 13. Ajustes del Caso 8 a las observaciones de biomasa del crucero RECLAS de anchoveta.

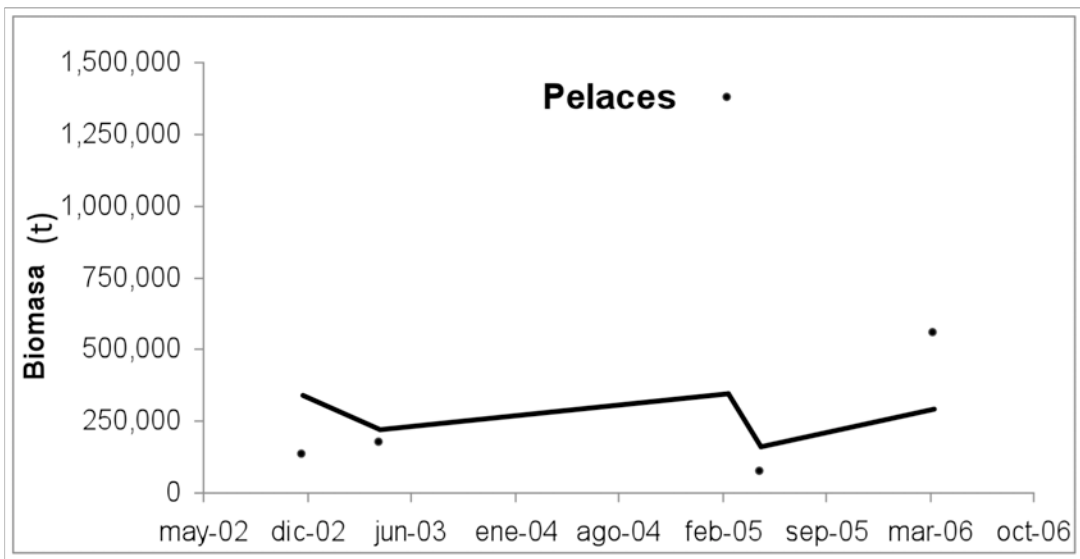


Figura 14. Ajustes del Caso 8 a las observaciones de biomasa del crucero PELACES de anchoveta.

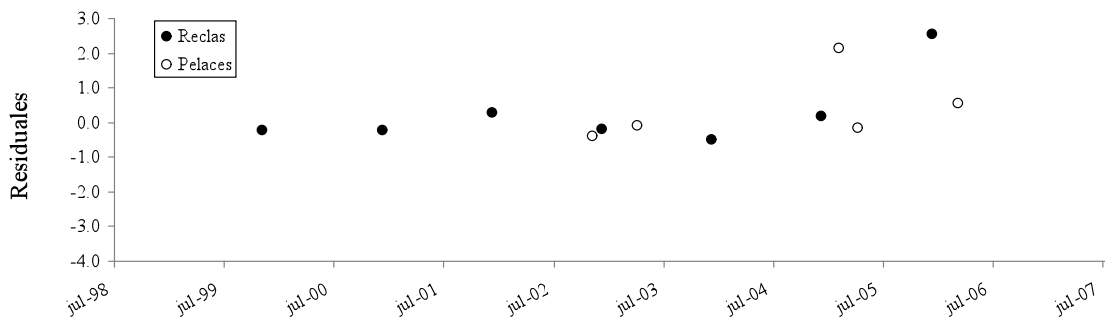


Figura 15. Residuales de los ajustes del Caso 6 para las observaciones de biomasa de los cruceros RECLAS y PELACES.

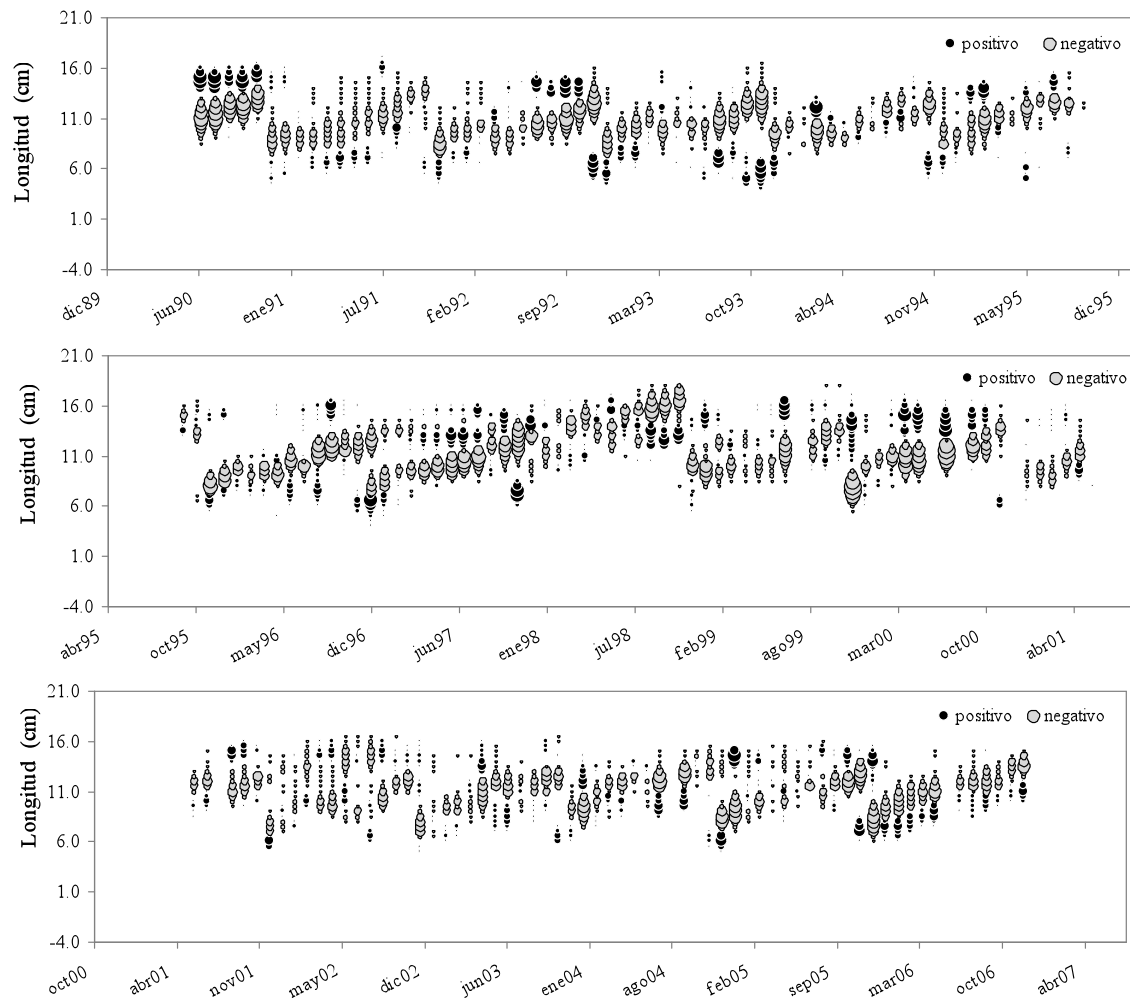
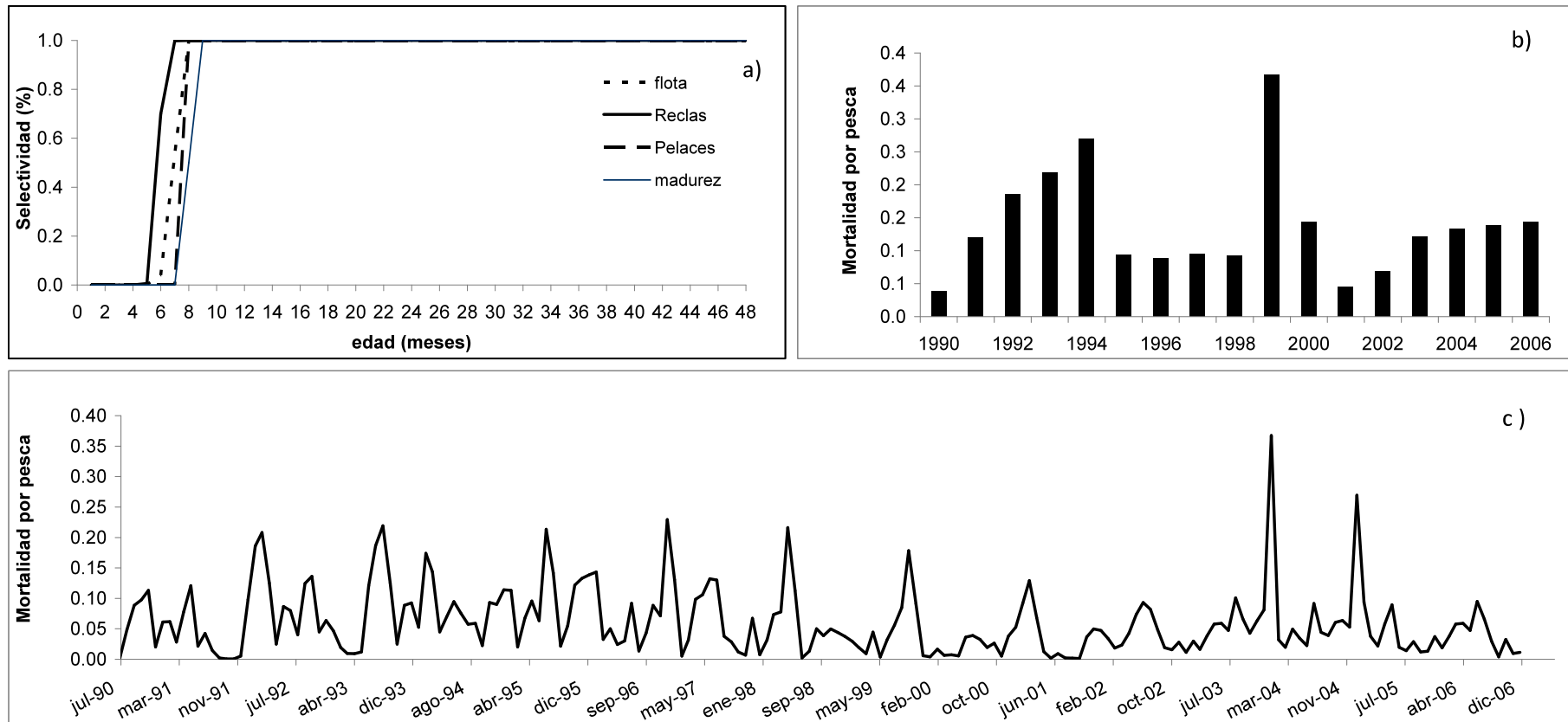
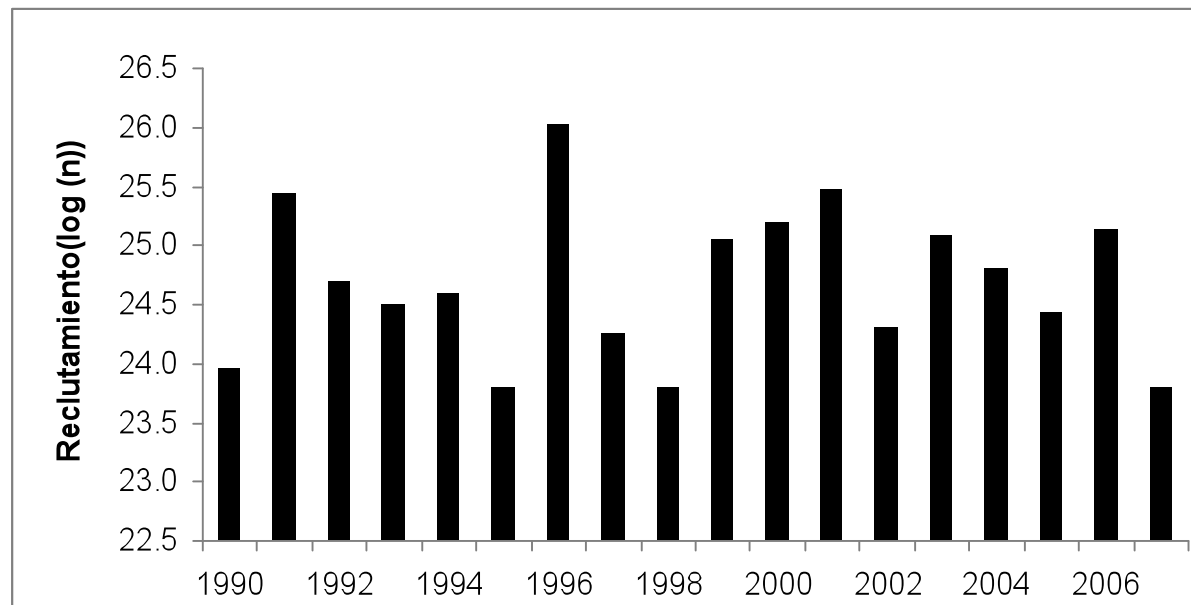


Figura 16. Residuales de los ajustes del Caso 6 a las distribuciones de frecuencia de longitud de las capturas.



**Figura 17.** Resultados de estimaciones de selectividad (a), máxima mortalidad por pesca anual (b) y su distribución intra-anual (c) para la sardina común.



**Figura 18.** Estimaciones de reclutamiento de sardina común en escala logarítmica

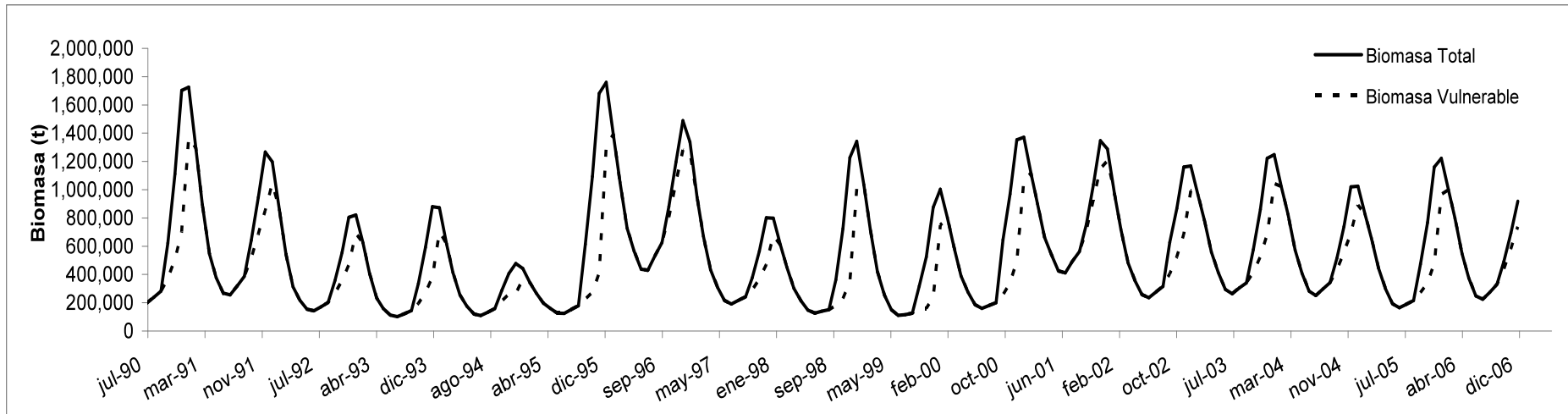


Figura 19. Estimaciones de biomasa total y vulnerable de sardina común.

### c) Crecimiento en anchoveta

Los resultados muestran que el reclutamiento biológico (y pesquero) ocurre generalmente con individuos de 7-8 cm, y los adultos alcanzan una longitud asintótica promedio alrededor de los 17 cm. El patrón estacional ha sido observado para la mayoría de las cohortes, con un rápido crecimiento durante el verano y un pequeño cambio de longitud durante otoño e invierno (**Figura 19**). El modelo estacional de von Bertalanffy recoge parcialmente la variabilidad observada en la longitud a la edad (**Figura 20**). Los parámetros de crecimiento cohorte específicos para la anchoveta resultaron relativamente estables, cuando comparados con los de la sardina común. La longitud asintótica varió entre 17.6 y 24 cm, mientras  $k$  varió entre 0.30 y 0.64 año<sup>-1</sup> (**Tabla 10**). Las estimaciones de longitud a la edad siguen lo observado para los parámetros de crecimiento, resultando en una baja variabilidad inter-cohorte, especialmente a partir del segundo año de vida (**Figura 19**). La fuerte anomalía observada en el crecimiento de la cohorte de 1998 es claramente debido a la escasez de información, especialmente durante sus fases juvenil y senil.

### d) Dinámica poblacional de anchoveta

Los resultados del análisis de sensibilidad del modelo de anchoveta reflejan una alta estabilidad en el proceso de convergencia y ajuste. De los 16 escenarios evaluados (**Tabla 11**), solamente 4 (25%) no obtuvieron convergencia en el proceso de estimación (casos 1, 4, 6, y 16), mientras para todos los otros escenarios fue posible definir la matriz Hessiana positivamente (**Tabla 12**). Entre los casos mencionados, se destacan en la **Tabla 12** los valores mínimos y máximos de cada verosimilitud marginal pasible de comparación. Se pudo observar que los casos base, 2, 7, 8, 9 y 11 no presentaron ninguno de estos valores, lo que representa un adecuado balance entre las ponderaciones y los ajustes a las distintas fuentes de información. Finalmente, se evaluaron los resultados de biomasa desovante cada caso convergido (**Figura 21**), y de esa manera se eligió en Caso 8 como el más representativo de los casos evaluados, por presentar niveles de biomasa desovante cercanos a los valores centrales. Dicho caso considera una menor ponderación a la fuente de información de índice de biomasa del crucero PELACES, con un CV = 0.5.

Los ajustes a las fuentes de información de la pesquería, como la captura y la CPUE, muestran que el modelo recogió de manera satisfactoria las variaciones temporales para la primera, pero sin el mismo desempeño para la segunda (**Figura 22**). Algunas capturas mensuales por sobre las 50 mil toneladas no pudieran ser replicadas, es especial para el año 1999. Para la CPUE, aparentemente el modelo trata de seguir una tendencia más global, replicando algunos incrementos como los observados en 1994, 1998 y a partir de 2003, sin embargo la variabilidad más fina no pudo ser seguida en la modelación (**Figura 22**). Estos resultados pueden ser corroborados en el análisis de los residuales (**Figura 23**). Los mayores valores para las capturas se observaron en los mismos años arriba mencionados, y la CPUE presentó un ajuste levemente mejor en el periodo inicial de la modelación, con una reducción en la calidad del ajuste a partir de 1998. Con excepción del ajuste a las capturas para el año del año 1999, la distribución de los residuales se presentó simétrica para ambas fuentes de información, lo que refleja la ausencia de alguna falta de ajuste sistemática del modelo.

Para los índices hidroacústicos, se observó cierta dificultad en seguir los valores de biomasa observados. En el caso del RECLAS, la alta variabilidad observada en el periodo 2002-2004 no pudo ser recogida por el modelo, comportamiento esperado dado los cambios de cerca de más de 1 millón de toneladas observadas entre estos años por los cruceros (**Figura 24**). Resultados similares fueron registrados para el crucero PELACES en los años 2004 y 2005, en donde la reducción de cerca de 1 millón de toneladas en los niveles de biomasa en pocos meses tampoco fue seguida por el modelo (**Figura 25**). Sin embargo, el análisis de los residuales muestra que para los otros valores de ambas series el ajuste fue razonable, principalmente para el crucero PELACES (**Figura 26**).

Los residuales observados para las estructuras de longitud evidencian un sobrestimación en la abundancia de algunas cohortes, como son las de 1992, 1994, 1997 y 2002 (**Figura 27**) reflejados por los altos residuales negativos observados en algunos periodos de la serie. De las cohortes observadas en las capturas, ninguna ha presentado niveles importantes de subestimación por el modelo.

Las estimaciones asociadas a la actividad pesquera muestran una diferenciación en la selectividad de flota, RECLAS y PELACES (**Figura 28a**), en donde los cruceros de verano vulneran desde la fracción más juvenil, a partir de los 4 meses, la flota desde edades medianas 8 meses, y los PELACES la fracción prácticamente adulta, a partir de los 12 meses. Los niveles de mortalidad por pesca se mostraron variables, con un máximo para el año 2000, y una

distribución intra-anual en dos periodos anuales, con mayores niveles en el primer semestre del año (**Figura 28b,c**). A nivel poblacional, se pudo detectar una alta variabilidad en los niveles de reclutamiento estimados, con un máximo en el año 1997 y un mínimo en el 2003. El período 1997-2002 fue el más estable, y con niveles altos de reclutamiento (**Figura 29**). Los resultados se corroboran con los niveles de biomasa estimados por el modelo (**Figura 30**), que reflejan periodos de incremento en los niveles de biomasa, a fines de 1993, inicio de 1998, y para el periodo final, a partir de 2003 y culminando en 2006 con valores de cercanos a los 3 millones de toneladas de biomasa desovante (**Figura 31**).



**Tabla 10.** Parámetros estimados de la curva de crecimiento de von Bertalanffy para las cohortes de anchoveta, y sus respectivas desviaciones estándares entre paréntesis.

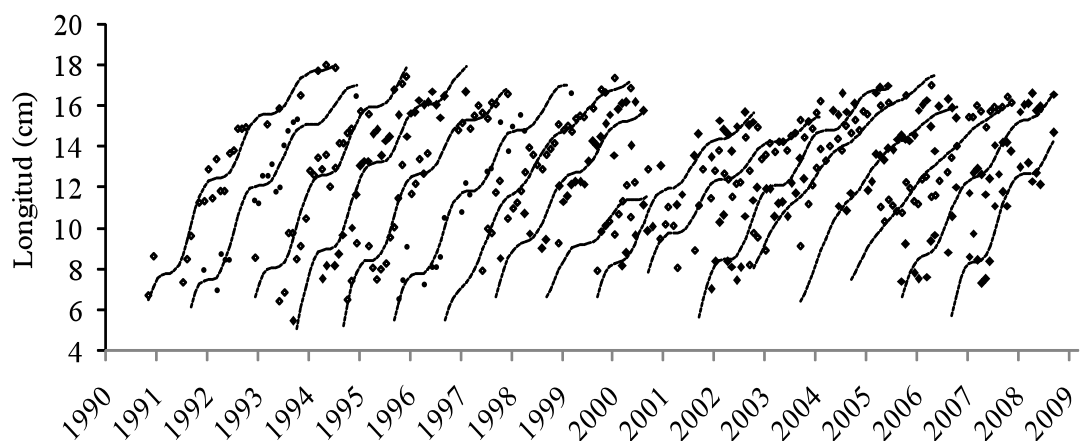
<i>Cohorte</i>	<i>Parámetros</i>				
	<i>L<math>\infty</math></i>	<i>k</i>	<i>t0</i>	<i>C</i>	<i>Ts</i>
<b>1990</b>	21.50 (1.24)	0.43 (0.07)	-0.37 (0.46)	1.00 (0.00)	0.26 (0.04)
<b>1991</b>	20.60 (1.99)	0.43 (0.10)	-0.60 (0.23)	1.00 (0.00)	0.10 (0.05)
<b>1992</b>	24.05 (2.43)	0.34 (0.07)	-0.44 (0.10)	1.00 (0.00)	0.37 (0.03)
<b>1993</b>	19.16 (0.50)	0.64 (0.04)	0.00 (0.00)	0.94 (0.22)	0.52 (0.04)
<b>1994</b>	19.98 (1.32)	0.45 (0.08)	-0.57 (0.08)	1.00 (0.00)	0.27 (0.03)
<b>1995</b>	23.38 (0.52)	0.30 (0.00)	-0.70 (0.04)	1.00 (0.00)	0.23 (0.04)
<b>1996</b>	20.31 (1.70)	0.44 (0.11)	-0.29 (0.43)	0.54 (0.28)	0.10 (0.00)
<b>1997</b>	22.41 (0.45)	0.30 (0.00)	-0.86 (0.07)	0.80 (0.35)	0.31 (0.06)
<b>1998</b>	17.70 (0.40)	0.30 (0.00)	-1.50 (0.00)	0.99 (0.63)	0.48 (0.12)
<b>1999</b>	19.31 (2.33)	0.40 (0.14)	-0.79 (0.19)	0.84 (0.43)	0.17 (0.07)
<b>2000</b>	18.13 (1.55)	0.38 (0.11)	-1.43 (0.54)	1.00 (0.00)	0.28 (0.04)
<b>2001</b>	22.47 (0.35)	0.30 (0.00)	-0.74 (0.04)	1.00 (0.00)	0.30 (0.03)
<b>2002</b>	22.12 (0.43)	0.30 (0.00)	-1.29 (0.09)	0.41 (0.39)	0.61 (0.16)
<b>2003</b>	17.65 (1.44)	0.63 (0.25)	-0.39 (0.41)	0.39 (0.48)	0.71 (0.17)
<b>2004</b>	21.55 (0.41)	0.30 (0.00)	-1.23 (0.12)	0.19 (0.33)	0.46 (0.29)
<b>2005</b>	23.40 (0.39)	0.30 (0.00)	-0.82 (0.04)	0.73 (0.27)	0.21 (0.05)
<b>2006</b>	18.45 (0.39)	0.55 (0.00)	-0.54 (0.04)	1.00 (0.28)	0.21 (0.05)

**Tabla 11.** Escenarios utilizados en el análisis de sensibilidad del modelo mensual de anchoveta.

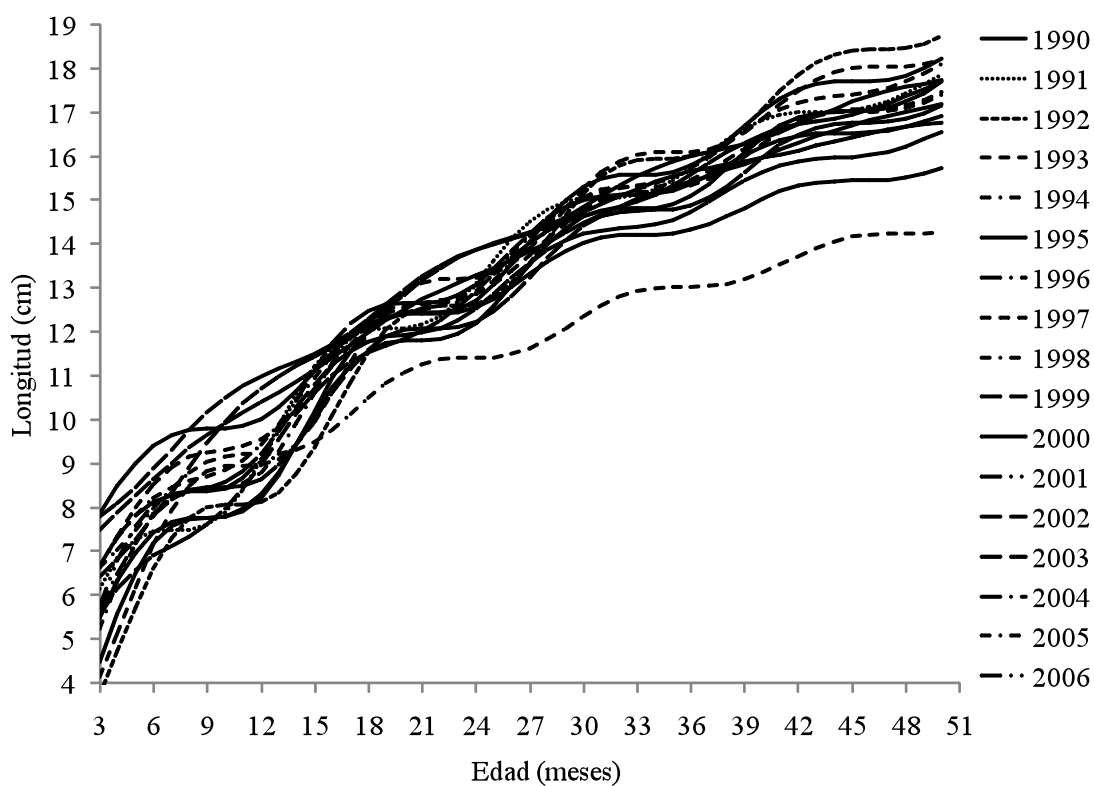
Escenarios	BASE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
<b><u>CV's</u></b>	1.2	1	1.4	1	1.4	1	1.4	1	1.4	1.2	1.2	1.2	0.9	0.9	0.9	1.2	1.2	
Capturas	0.3	<b><u>0.1</u></b>	<b><u>0.5</u></b>	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	
CPUE	0.3	0.3	0.3	<b><u>0.1</u></b>	<b><u>0.5</u></b>	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	--	0.3	0.3	0.3	0.3	
RECLAS	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	<b><u>0.1</u></b>	<b><u>0.5</u></b>	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	--	0.3	0.3	0.3	
PELACES	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	<b><u>0.1</u></b>	<b><u>0.5</u></b>	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	--	0.3	0.3	
<b><u>N° Muestra Efectivo</u></b>																		
Capturas	10	10	10	10	10	10	10	10	10	<b><u>50</u></b>	<b><u>100</u></b>	50	10	10	10	10	10	
RECLAS	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	--	50	50	50	50	50	
PELACES	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	--	50	50	50	50	50	
<b><u>Mortalidad Natural</u></b>																		
M (m <sup>-1</sup> )	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	<b><u>0.065</u></b>	<b><u>0.085</u></b>

**Tabla 12.** Resultados de las funciones de verosimilitud total, marginales, y de los principales parámetros estimados el análisis de sensibilidad del modelo mensual de anchoveta.

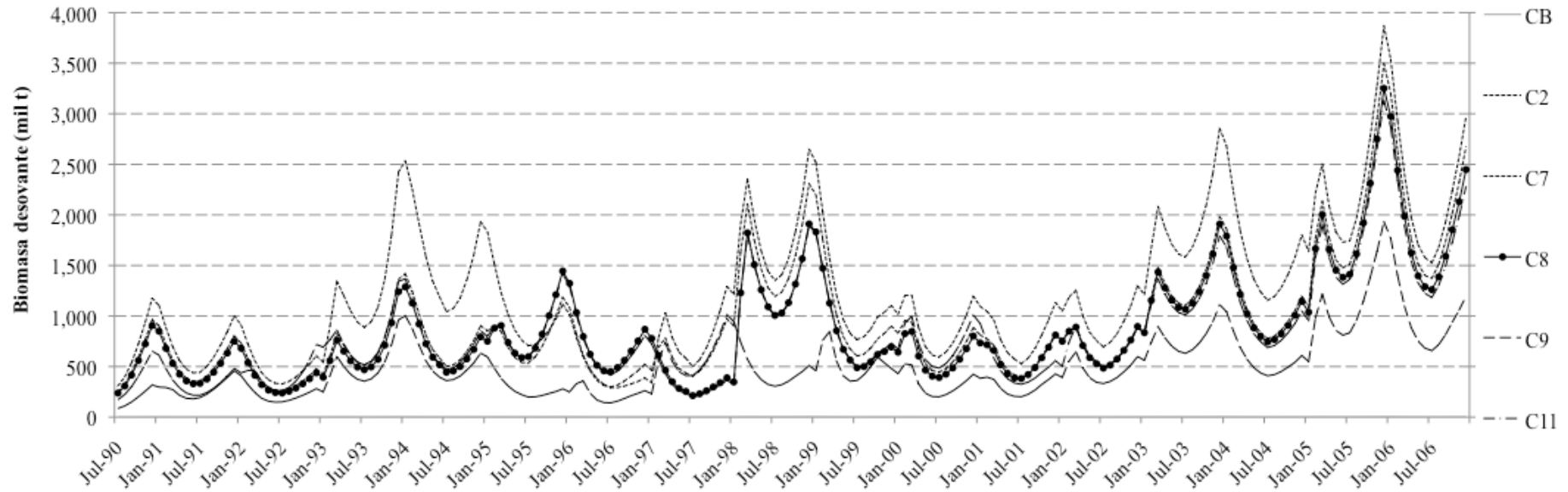
	BASE	CASOS															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>Estadísticos</b>																	
Función Objetivo	-11,731	-11,731	-8,368	-7,723	-12,166	-11,493	-11,403	-11,643	-11,610	-8,472	-5,902	-11,209	-12,426	-11,743	-11,673	-11,732	-11,557
Gradiente	1.87E-04	1.9E-04	2.6E-04	7.8E-05	7.3E-05	6.3E-05	8.7E-05	8.7E-05	7.3E-05	9.4E-05	6.6E+02	9.5E+01	1.2E-04	2.5E-04	1.2E-04	4.6E-04	1.7E-04
Capturas	442	442	3,762	863	434	429	430	442	426	434	454	443	433	425	444	420	431
CPUE	655	655	600	3,963	251	610	692	656	607	592	642	654	1,397	576	662	571	629
Reclas	17.4	17.4	16.0	11.4	15.2	124.1	6.2	17.7	16.5	16.3	15.7	15.1	15.4	81.3	12.4	15.8	16.7
Pelaces	13.3	13.3	13.1	33.9	13.7	13.4	12.0	91.6	4.7	13.2	14.2	11.5	13.6	13.2	25.0	13.0	12.5
Estructuras Captura	-12312	-12,312	-12,222	-12,017	-12,338	-12,133	-12,006	-12,310	-12,130	-8,966	-6,497	-12,332	-12,339	-12,220	-12,234	-12,219	-12,104
Estructuras Reclas	-314	-314	-303	-307	-309	-303	-303	-313	-302	-312	-295	-301	-312	-305	-292	-302	-307
Estructuras Pelaces	-233	-233	-234	-270	-234	-233	-235	-228	-233	-249	-236	-215	-238	-232	-265	-232	-235
<b>Parámetros</b>																	
A <sub>50%</sub> flota	8.5	8.5	8.3	8.5	8.2	8.4	8.4	8.5	8.4	8.9	8.2	8.5	8.3	8.4	8.5	8.4	8.4
A <sub>95%-50%</sub> flota	0.28	0.28	0.24	0.30	0.19	0.25	0.34	0.27	0.25	0.46	0.16	0.26	0.27	0.26	0.26	0.25	0.29
A <sub>50%</sub> Reclas	3.2	3.2	3.2	5.8	1.9	6.9	3.2	3.2	1.3	3.1	3.2	5.1	3.2	2.0	3.2	1.9	6.0
A <sub>95%-50%</sub> Reclas	0.40	0.40	0.40	0.19	0.67	0.14	0.40	0.40	0.75	0.44	0.40	3.94	0.40	0.59	0.40	0.52	0.18
A <sub>50%</sub> Pelaces	11.5	11.5	11.6	14.6	11.5	11.5	11.7	15.0	11.5	11.6	11.5	15.0	11.5	11.6	13.3	11.5	11.8
A <sub>95%-50%</sub> Pelaces	1.27	1.27	1.27	3.54	1.23	1.25	1.27	2.92	1.24	1.39	1.09	4.07	1.16	1.32	5.00	1.28	1.33
log <sub>e</sub> q	-11.7	-11.7	-11.8	-11.0	-11.7	-11.7	-11.4	-11.6	-11.6	-11.7	-11.1	-11.7	-11.7	-11.7	-11.6	-11.8	-11.4
Reclas_log <sub>e</sub> q	-1.41	-1.41	-1.35	-0.84	-1.34	-1.25	-1.11	-1.31	-1.31	-1.44	-0.81	-1.40	-0.71	-0.10	-1.32	-1.42	-1.15
Pelaces_log <sub>e</sub> q	-0.54	-0.54	-0.48	0.64	-0.54	-0.50	-0.19	-0.29	-0.46	-0.59	0.02	-0.45	0.21	-0.56	-0.54	-0.64	-0.10
log(Reclutamientos)	24.0	24.0	24.5	24.3	24.3	24.9	24.3	23.9	24.6	24.2	23.7	24.0	23.9	24.5	24.1	24.4	24.5
Mortalidad por Pesca	0.05	0.05	0.05	0.29	0.05	0.05	0.07	0.05	0.06	0.05	0.10	0.05	0.11	0.05	0.05	0.05	0.07
mu1F	3.5	3.5	3.4	3.3	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.4	3.5	3.5	3.5	3.4	3.5	3.4	3.5
mu2F	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.5	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6
sd1F	1.44	1.44	1.43	1.63	1.43	1.42	1.40	1.44	1.42	1.46	1.41	1.44	1.40	1.46	1.45	1.45	1.40
sd2F	1.10	1.10	1.10	1.04	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.09	1.10	1.11	1.10	1.10	1.10	1.10
pF	0.80	0.80	0.82	0.69	0.79	0.81	0.82	0.80	0.81	0.81	0.81	0.81	0.82	0.79	0.80	0.81	0.81
<b>Capturabilidad</b>																	
q <sub>e</sub> flota	8.3E-06	8.3E-06	7.6E-06	1.7E-05	8.4E-06	8.5E-06	1.1E-05	9.0E-06	9.1E-06	8.2E-06	1.6E-05	8.3E-06	8.1E-06	8.0E-06	8.9E-06	7.8E-06	1.1E-05
q <sub>e</sub> Reclas	0.25	0.25	0.26	0.43	0.26	0.29	0.33	0.27	0.27	0.24	0.44	0.25	0.49	0.90	0.27	0.24	0.32
q <sub>e</sub> Pelaces	0.58	0.58	0.62	1.90	0.58	0.60	0.82	0.75	0.63	0.55	1.02	0.64	1.24	0.57	0.58	0.53	0.91



**Figura 20.** Curvas de crecimiento de anchoveta (líneas), ajustadas a las longitudes promedio mensuales (puntos) obtenidas de la descomposición de las estructuras de frecuencia de longitud.



**Figura 21.** Sobre-posición de las curvas de crecimiento cohorte específicas estimadas para la anchoveta.



**Figura 22.** Estimaciones de biomasa desovante para los distintos escenarios con adecuada convergencia en el proceso de estimación, con destaque para el caso elegido (Caso8).

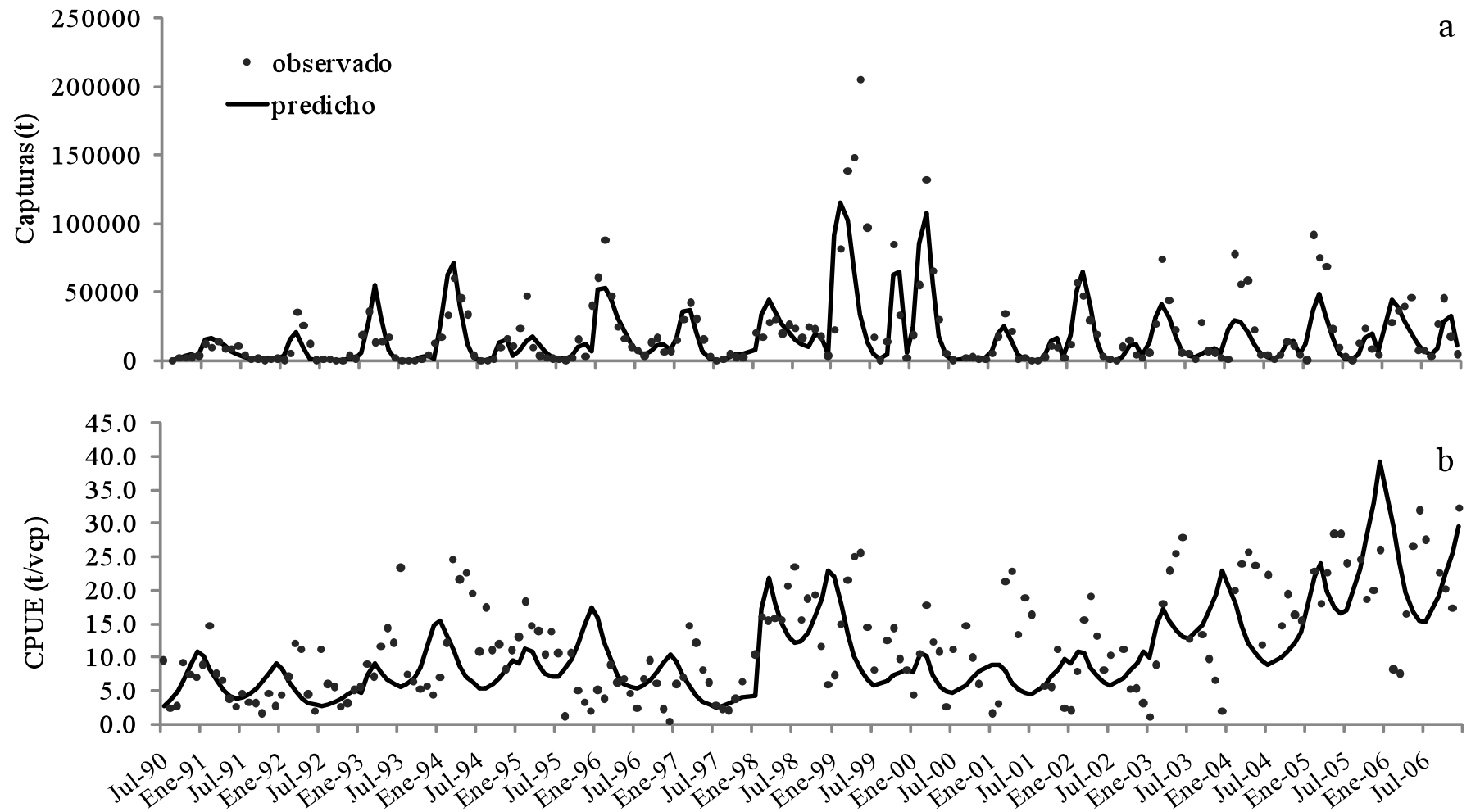


Figura 23. Ajustes del Caso8 a las observaciones de capturas y CPUE mensuales de anchoveta.

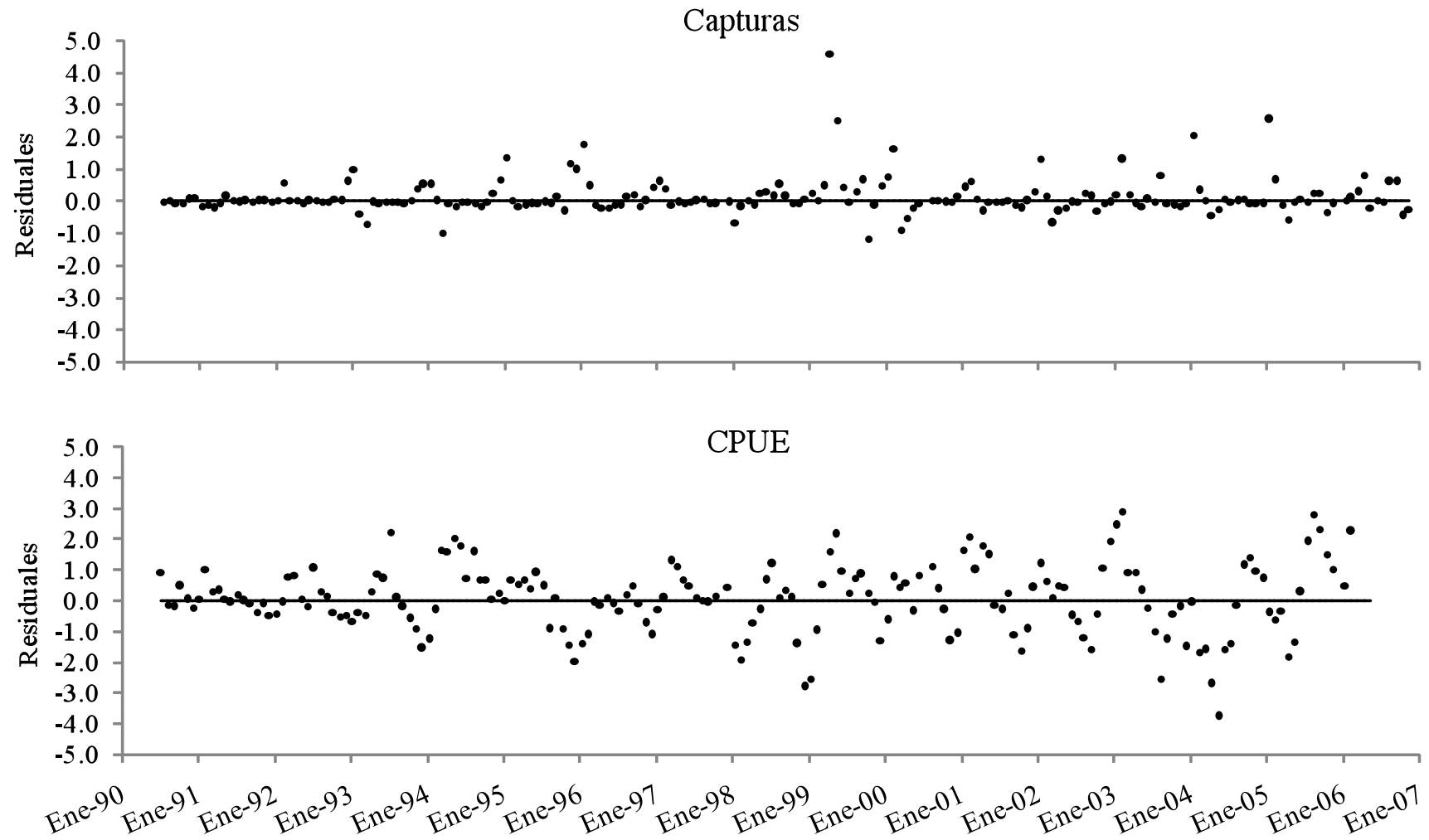


Figura 24. Residuales de los ajustes del Caso8 a las observaciones de capturas y CPUE mensuales.

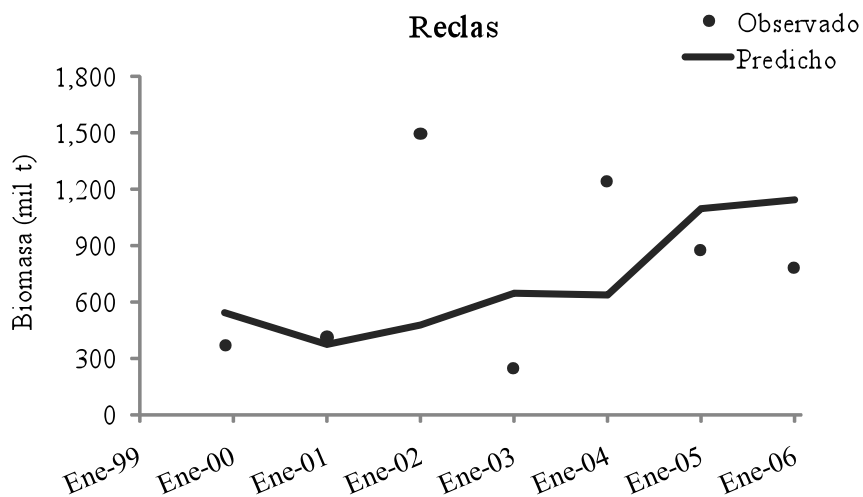


Figura 25. Ajustes del Caso 8 a las observaciones de biomasa del crucero RECLAS de anchoveta.

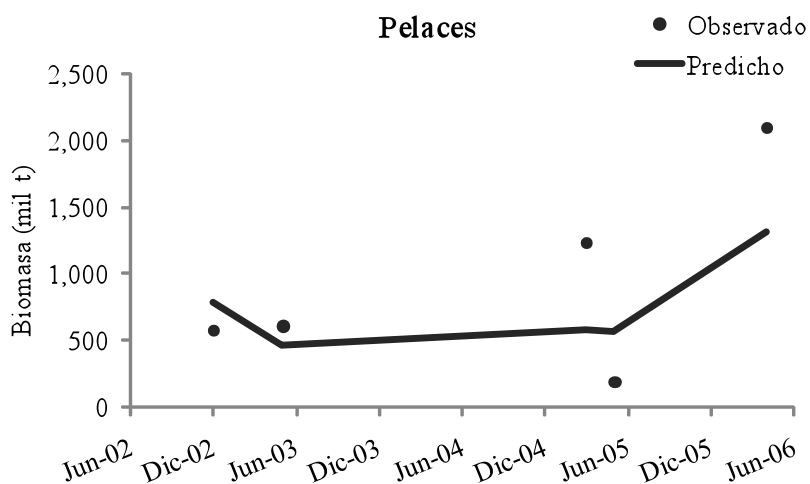


Figura 26. Ajustes del Caso 8 a las observaciones de biomasa del crucero PELACES de anchoveta.

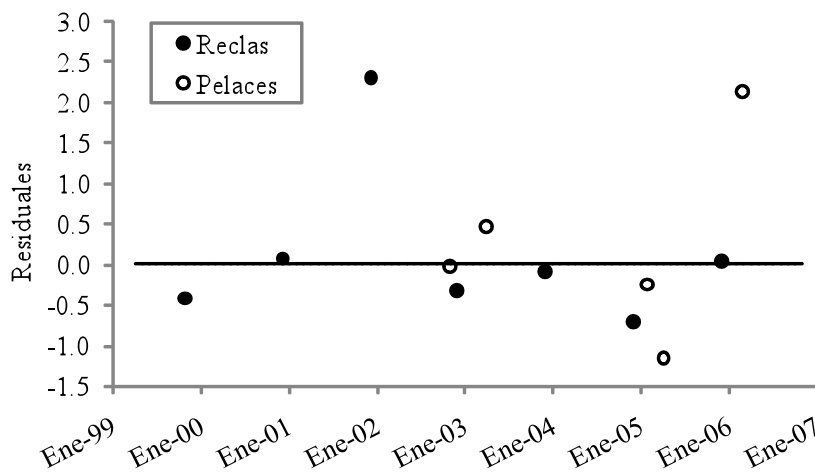


Figura 27. Residuales de los ajustes del Caso8 a las observaciones de biomasa de los cruceros RECLAS y PELACES.



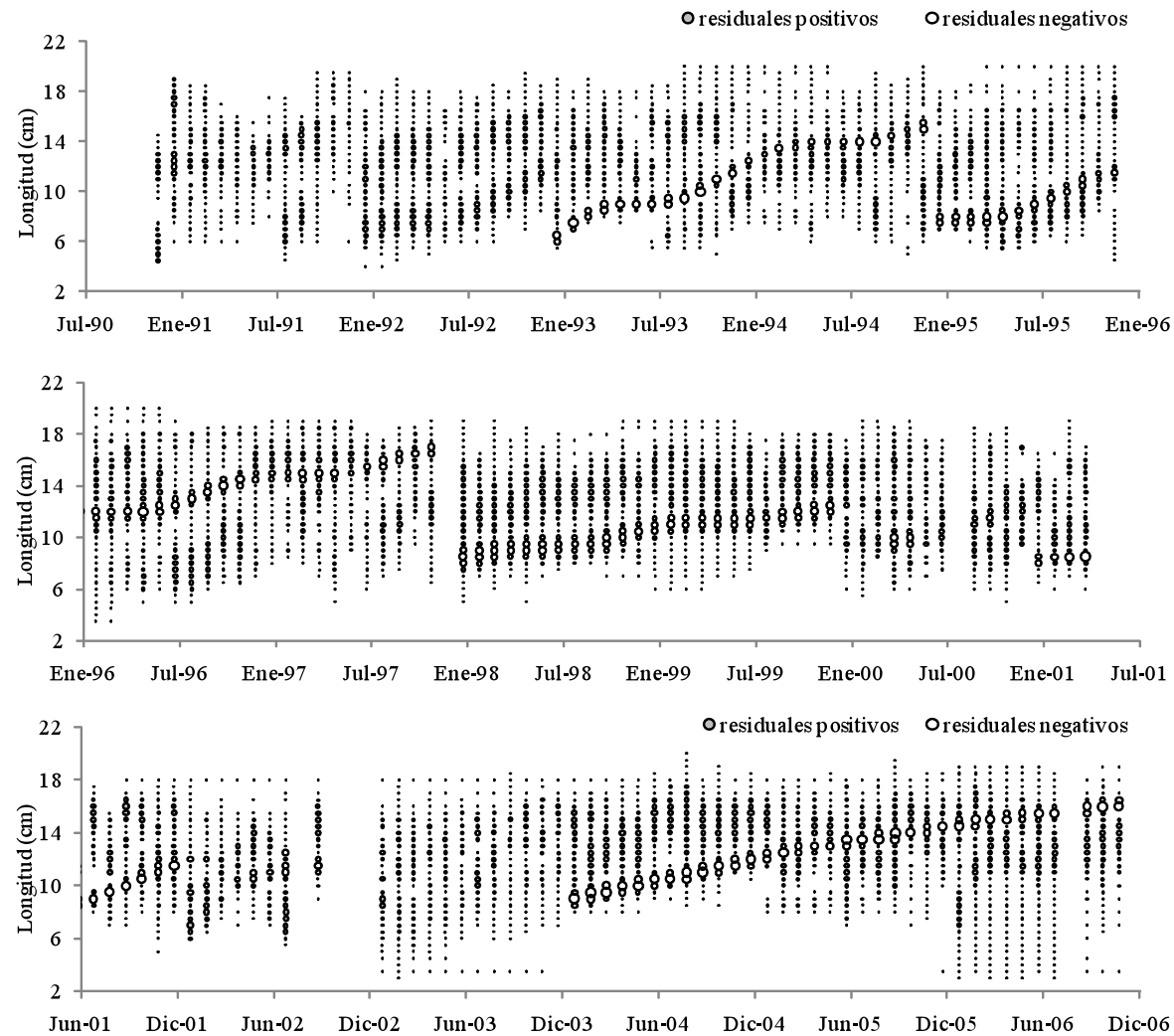


Figura 28. Residuales de los ajustes del Caso8 a las distribuciones de frecuencia de longitud de las capturas.

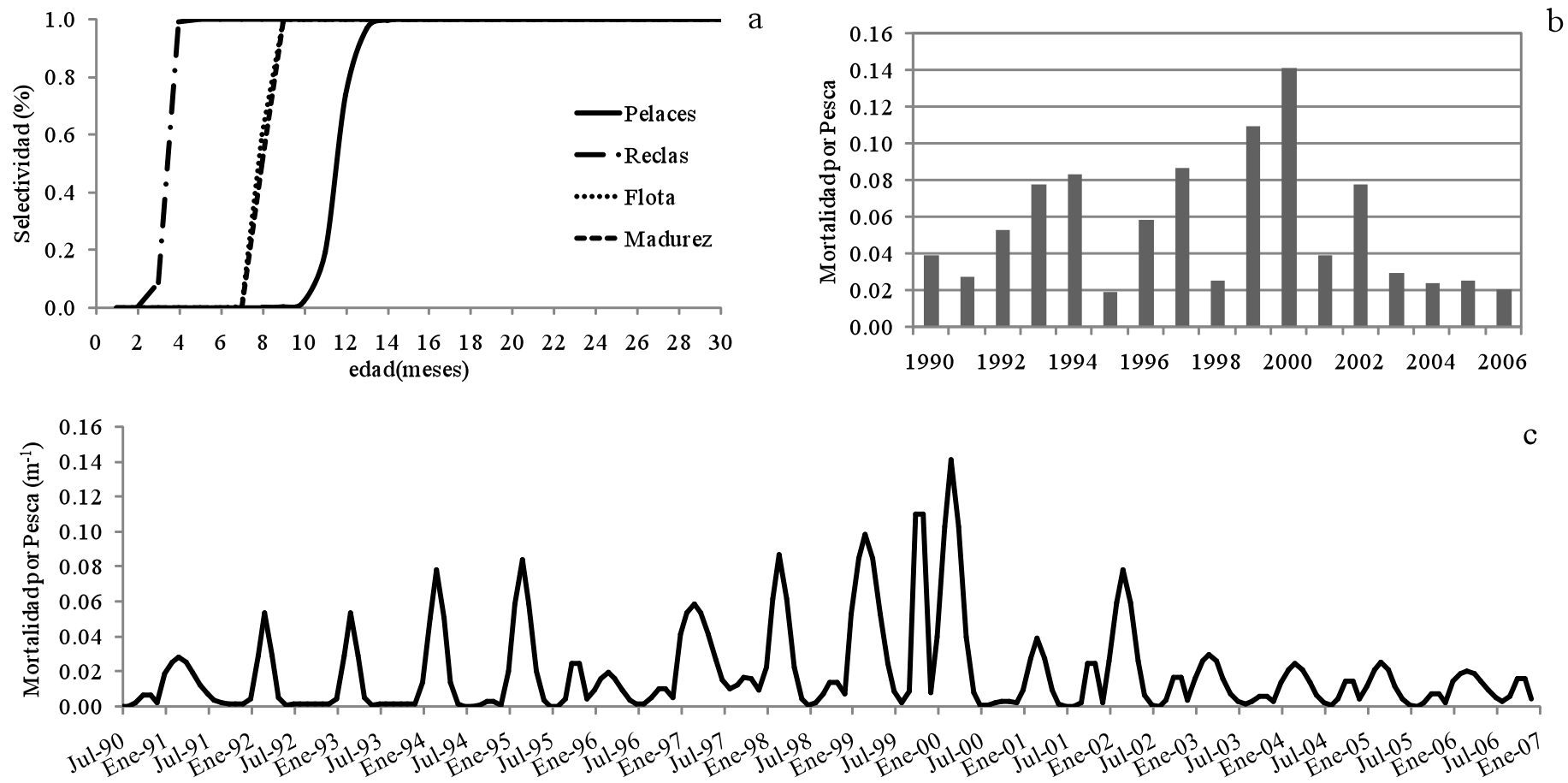


Figura 29. Resultados de estimaciones de selectividad (a), máxima mortalidad por pesca anual (b) y su distribución intra-anual (c) para la anchoveta.

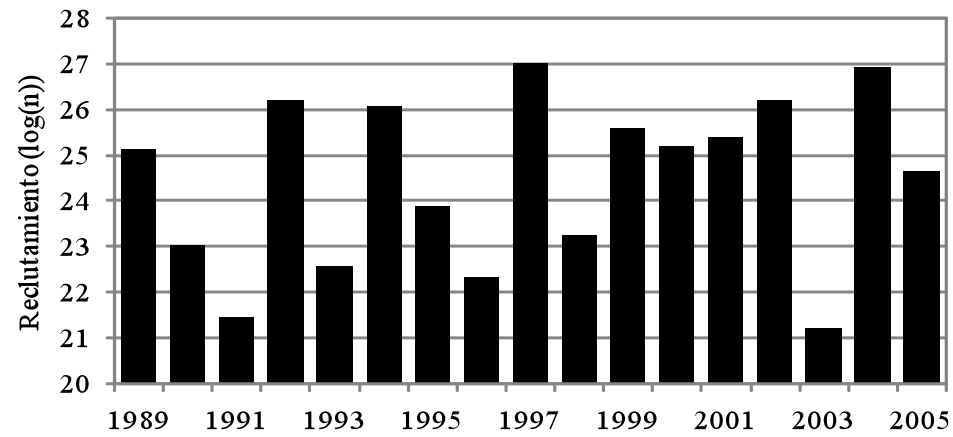


Figura 30. Estimaciones de reclutamiento de anchoveta en escala logarítmica.

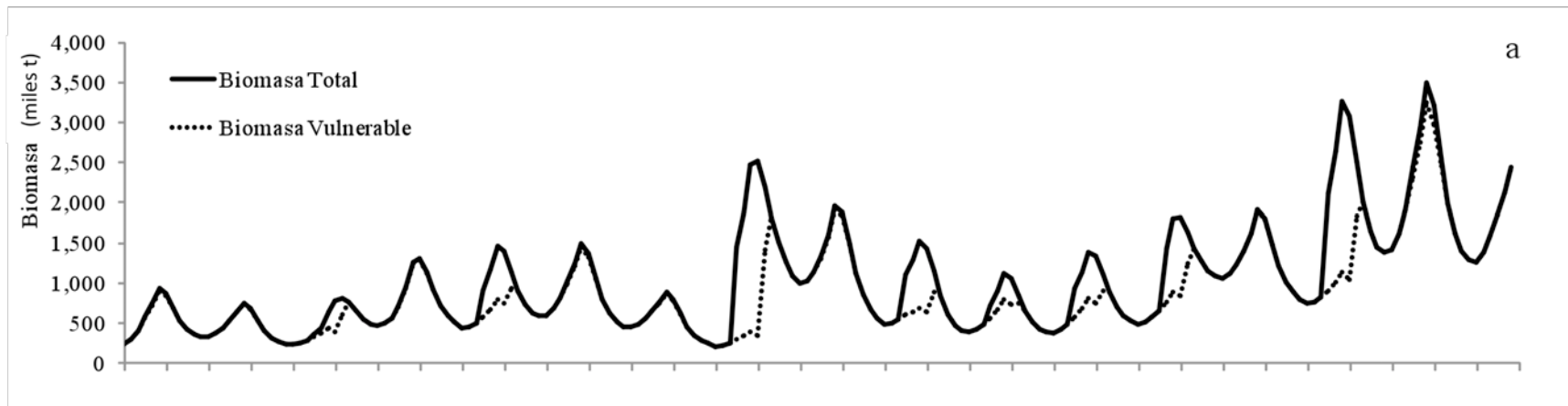


Figura 31. Estimaciones de biomasa total y vulnerable.

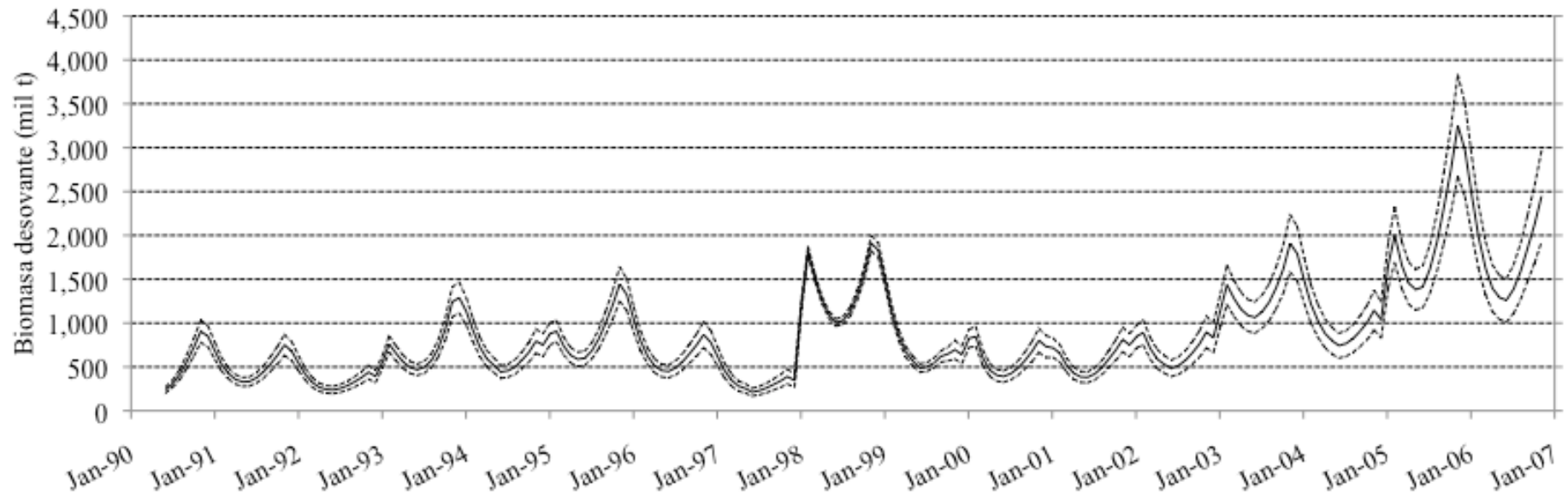


Figura 32. Estimaciones promedio de biomasa desovante mensual de anchoveta, con los intervalos de confianza a 5%.

### 5.2.3. SELECCIÓN CONFIGURACION MODELO OPERACIONAL

La configuración del modelo operacional corresponde al Caso 5, este condicionamiento presentó los mejores ajustes a la información relacionada con la pesquería y cruceros acústicos, e información biológica pesquera, constituyéndose de esta forma en la base del proceso de simulación. La **Tabla 13** resume los valores de los diferentes componentes de verosimilitud, observándose los mejores desempeños para los casos 2 y 5. Además, la configuración relacionada con el caso 5 en sus coeficientes de variación y tamaños de muestra se presenta en la **Tabla 14**. La **Tabla 15**, muestra la configuración relacionada con los diferentes casos evaluados, indicándose la fase de estimación y restricciones para los parámetros relacionados con la mortalidad por pesca en su componente de valor medio ( $\hat{\mu}$ ) y desviación estándar ( $\hat{\sigma}$ ). Los valores -1 y 1, indican si el parámetro es fijo o es estimado por el modelo lo que produce variaciones en el número de parámetros a estimar.

**Tabla 13.** Componentes de verosimilitud para los diferentes casos evaluados en el modelo operacional.

<b>Componente de Verosimilitud</b>	<b>caso 1</b>	<b>caso 2</b>	<b>caso 3</b>	<b>caso 4</b>	<b>caso 5</b>	<b>caso 8</b>
Total	-8384.5	-9317.5	-627.3	-627.3	<b>-9683.4</b>	-627.3
Gradiente máximo F						
Objetivo	0.0000	0.0001	0.0012	0.0012	<b>0.0001</b>	0.0012
Captura	1666.4	922.5	2909.1	2909.1	<b>753.4</b>	2909.1
CPUE	674.3	669.9	2820.9	2820.9	<b>610.5</b>	2820.9
RECLAS	17.1	16.3	9.3	9.3	<b>16.6</b>	9.3
PELACES	4.5	4.6	24.8	24.8	<b>4.5</b>	24.8
Composicion Pesquería	-12190.9	-12201.1	-10472.4	-10472.4	<b>-12134.7</b>	-10472.4
Composición RECLAS	-306.1	-306.5	-301.2	-301.2	<b>-306.2</b>	-301.2
Composicion PELACES	-237.2	-236.9	-162.0	-162.0	<b>-236.8</b>	-162.0

**Tabla 14.** Coeficientes de variación y tamaños de muestra modelo operacional (caso 5).

<b>Caso 5</b>	<b>Anchoveta</b>	<b>Sardina</b>
CV capturas	0.3	0.3
CV cpue	0.3	0.2
Cv RECLAS	0.3	0.3
Cv PELACES	0.5	0.3
N mta Captura	10	10
N mtra RECLAS	50	50
N mta PELACES	50	50

**Tabla 15.** Configuración de los casos para los parámetros relacionados con la mortalidad por pesca.

<b>Anchoveta</b>	<b>Fase</b>	<b>Lím_Sup</b>	<b>Lim_Inf</b>	<b>caso 1</b>	<b>caso 2</b>	<b>caso 3</b>	<b>caso 4</b>	<b>caso 5</b>	<b>caso 8</b>
M	-1	0.5	1.5	-1	-1	1	1	-1	1
$\hat{\mu}_1$	-3.0	2.5	5.5	-1	1	1	1	-1	1
$\hat{\mu}_2$	-3.0	9.5	12.0	-1	1	1	1	-1	1
$\hat{\sigma}_1$	-3.0	0.0	4.0	-1	-1	-1	-1	1	-1
$\hat{\sigma}_2$	-3.0	0.0	4.0	-1	-1	-1	-1	1	-1

<b>Sardina común</b>	<b>Fase</b>	<b>Lím_Sup</b>	<b>Lim_Inf</b>	<b>caso 1</b>	<b>caso 2</b>	<b>caso 3</b>	<b>caso 4</b>	<b>caso 5</b>	<b>caso 8</b>
M		-1.0	0.5	1.5	-1	1	1	-1	1
$\hat{\mu}_1$	-3.0	2.5	5.5	-1	1	1	1	-1	1
$\hat{\mu}_2$	-3.0	9.5	11.0	-1	1	1	1	-1	1
$\hat{\sigma}_1$	-3.0	0.0	4.0	-1	-1	-1	-1	1	-1
$\hat{\sigma}_2$	-3.0	0.0	4.0	-1	-1	-1	-1	1	-1

### **a) Desempeño modelo operacional**

El funcionamiento del modelo operacional (MO) consiste de una fase de estimación y otra de proyecciones. El período de ajuste y estimación de parámetros corresponde al período 1990 - 2006, iniciándose la simulación en enero del 2007 y finalizando el 2012. El MO se desarrolla en 198 períodos en la estimación y 18 cohortes. La proyección se genera en 72 períodos. La configuración temporal del modelo operacional se presenta en la **Tabla 16**.

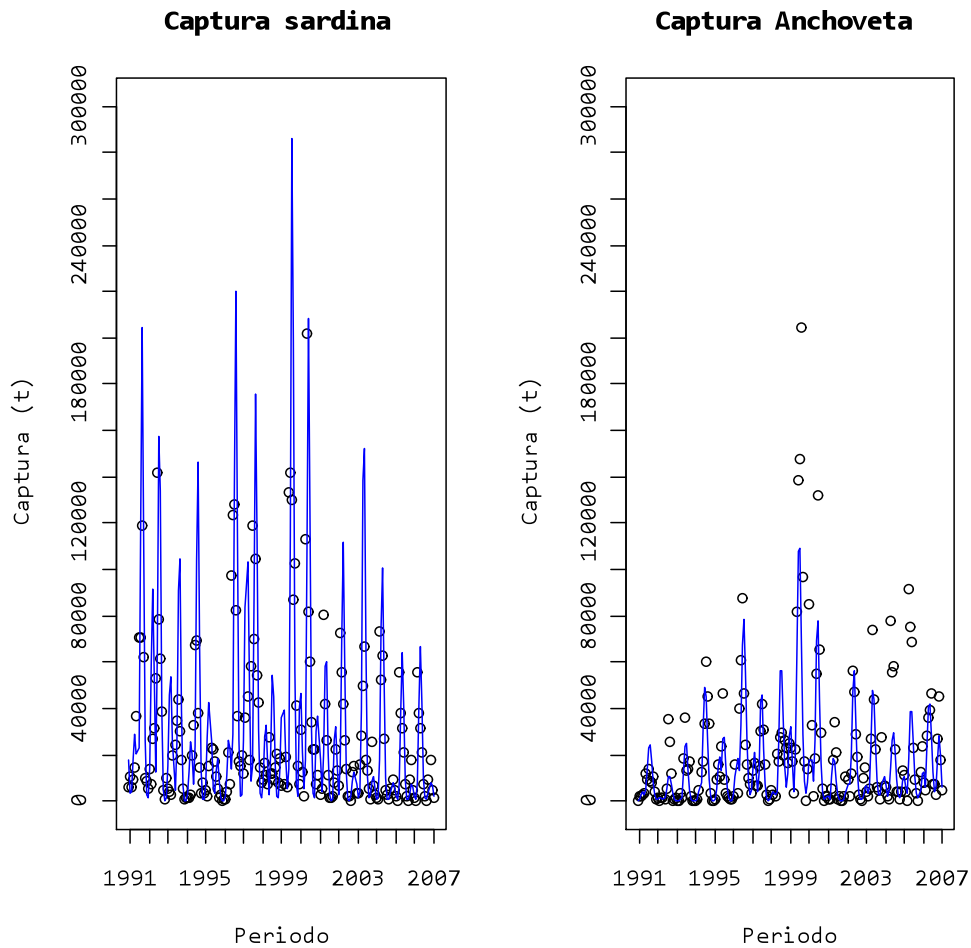
### **a) Capturas modelo operacional (MO)**

Las capturas mensuales de sardina común y anchoveta, muestran un buen ajuste entre los valores observados y los estimados por el modelo (**Figura 32**). Esto implica que se recoge la tendencia de las observaciones y la magnitud de estas. Las estimaciones en el caso de la sardina común son con frecuencia mayores al valor estimado, mientras que para la anchoveta se presenta una situación contraria.

**Tabla 16.** Asignación de períodos en modelo operacional en su componente de estimación (celdas blancas) y simulación (celdas plomas).

Año	Cohorte	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1989	1												
1990	2							1	2	3	4	5	6
1991	3	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1992	4	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1993	5	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
1994	6	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
1995	7	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
1996	8	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
1997	9	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
1998	10	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102
1999	11	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
2000	12	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126
2001	13	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138
2002	14	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150
2003	15	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162
2004	16	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174
2005	17	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186
2006	18	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198
2007	19	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210
2008	20	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222
2009	21	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234
2010	22	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246
2011	23	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258
2012	24	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270



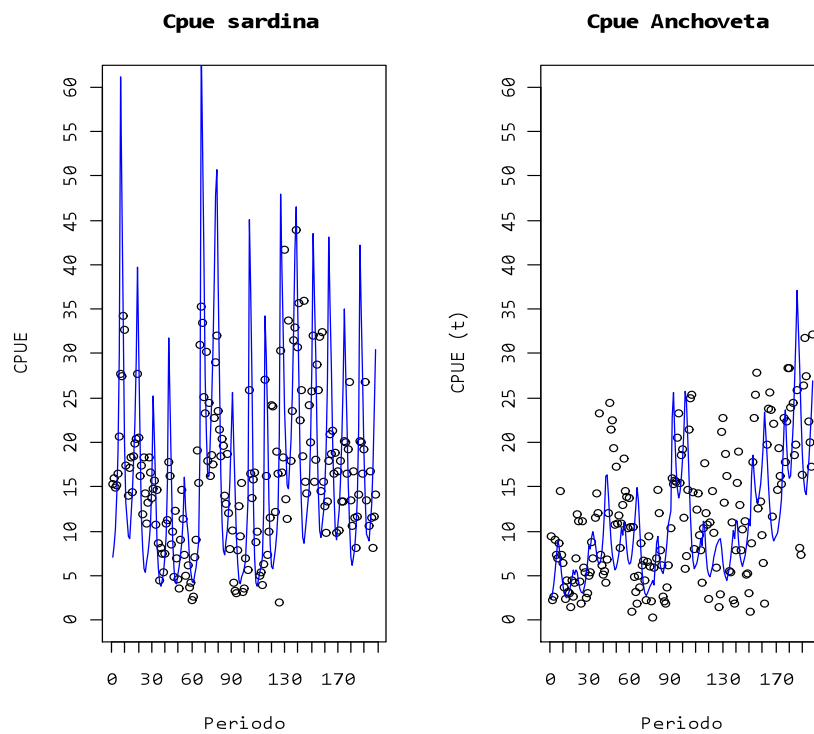


**Figura 33.** Capturas observadas y estimadas para sardina común y anchoveta (agosto 1990- diciembre 2006).

**b) CPUE sardina común y anchoveta (MO), RECLAS y PELACES.**

La CPUE de sardina común y anchoveta muestran un ajuste adecuado a la información, capturando la tendencia de la serie observada y los valores, pero con algunas diferencias entre los valores observados y estimados por el modelo (**Figura 33**). En el caso de las observaciones acústicas de los cruceros RECLAS y PELACES, se logra recoger la tendencia y magnitud de ambos indicadores de biomasa pero no es posible en ninguno de los casos ensayados lograr un ajuste a

los valores estimados por el crucero, lo cual se genera en parte por la alta variabilidad del estimado acústico entre año, situación características de estas especies (**Figura 34, 35**). En los cruceros acústicos de verano (RECLAS) la estimación se mantiene alrededor de 776 mil ton (ds=468 mil t) para la anchoveta y en 758 mil t (ds=655 mil t). Para los cruceros de otoño PELACES, el valor promedio para la anchoveta es 461 mil t (ds= 545 mil t) y para la sardina común 931 mil t (ds=746 mil t). La alta variabilidad de los indicadores implica una fuente de incertidumbre al modelo el cual debe trabajar con el ingreso de clases anuales fuertes o débiles, rápido crecimiento y explotación estacional.



**Figura 34.** CPUE observada y estimada para sardina común y anchoveta del modelo operacional.

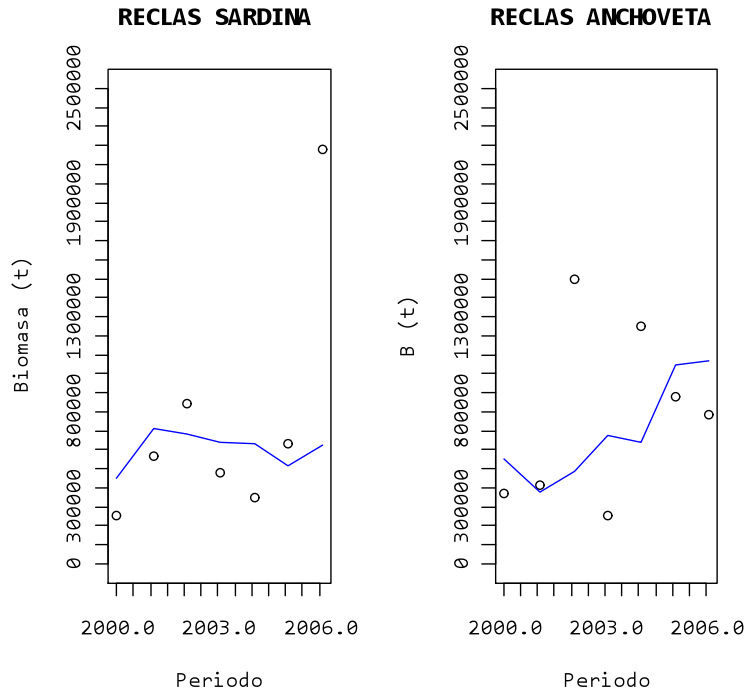


Figura 35. Biomasa RECLAS observada y estimada en modelo operacional.

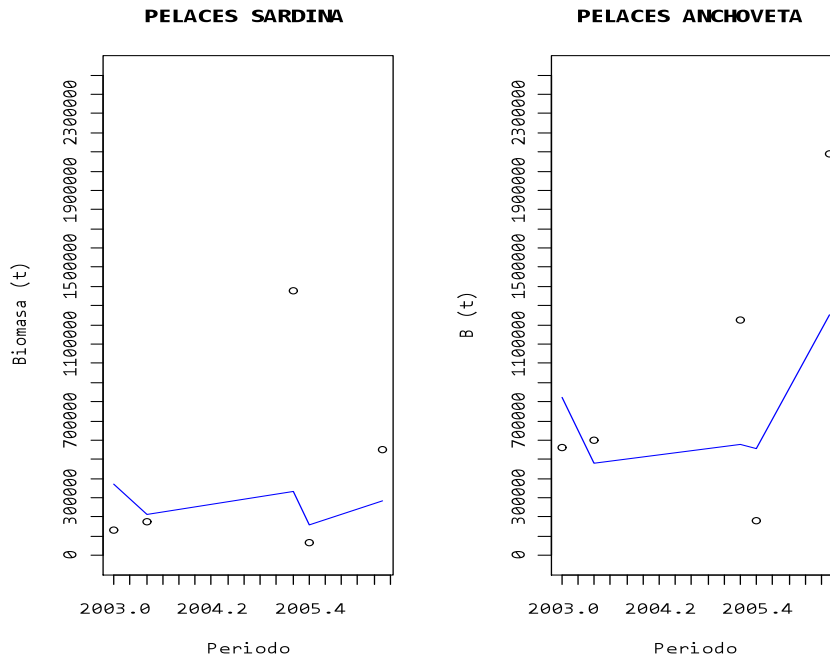
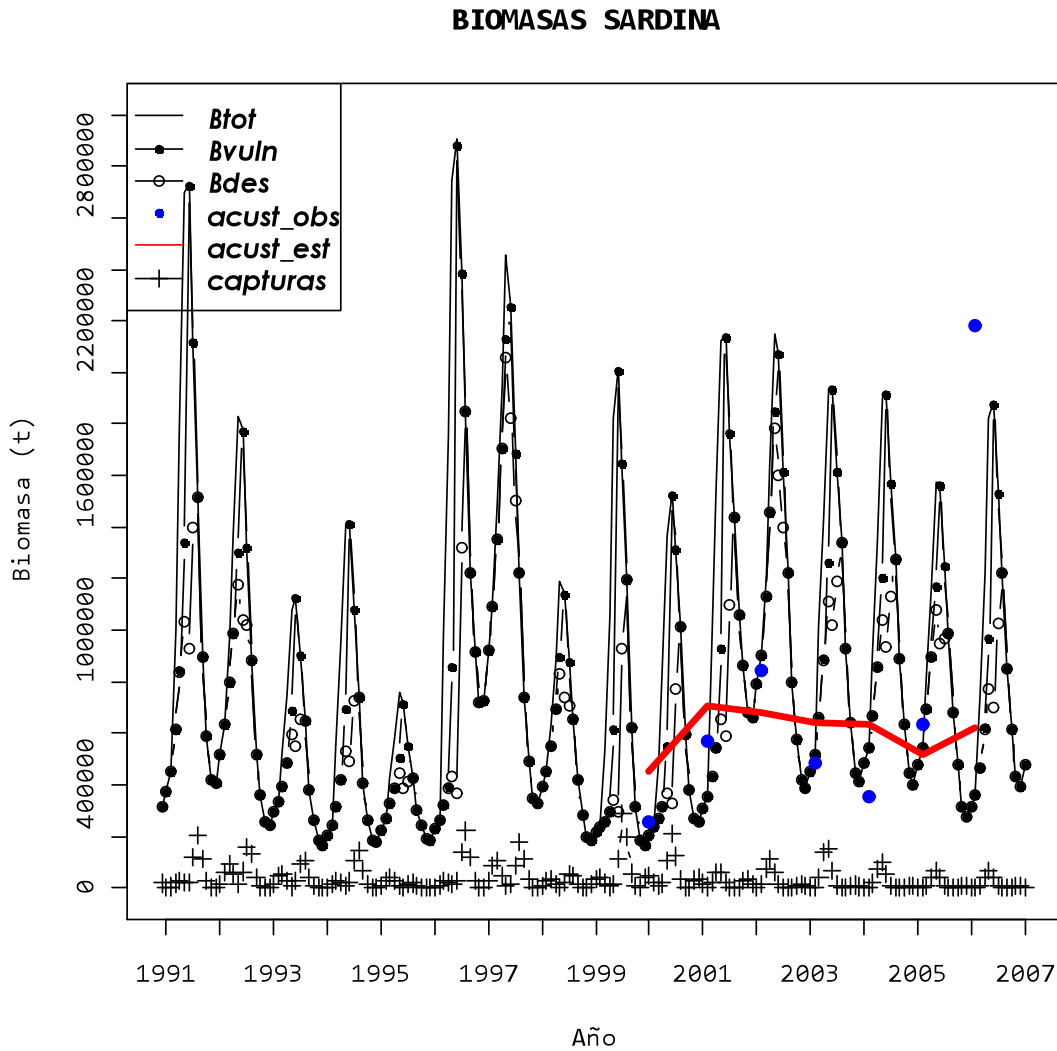


Figura 36. Biomasa PELACES observada y estimada en modelo operacional.

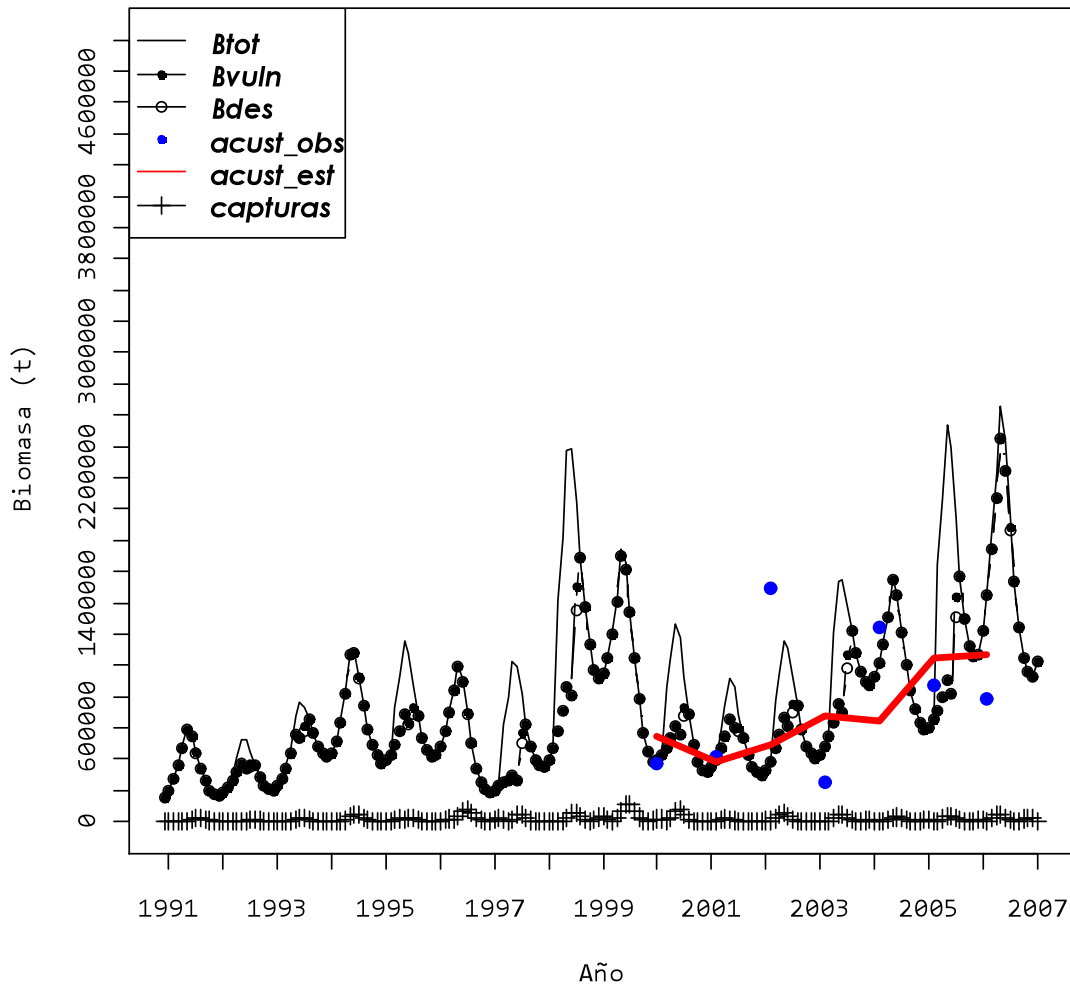
**c) Biomosas sardina común y anchoveta 1990-2006 (escala mensual)**

El desempeño del modelo es adecuado y se ajusta a los valores observados y estimados por modelos estadísticos edad estructurados en escala anual. Ambas recursos se muestran con altos niveles de abundancia los cuales en promedio fluctúan alrededor de 1 millón de toneladas y también con períodos de altas biomosas (Figura 36 Y 37).



**Figura 37.** Biomasa total, vulnerable, desovante y acústica para sardina común y anchoveta en modelo operacional.

**BIOMASAS ANCHOVETAS**



**Figura 38.** Biomasa total, vulnerable, desovante y acústica para sardina común y anchoveta en modelo operacional.

### 5.3. OBJETIVO 3: EVALUACION DE LAS ESTRATEGIAS DE EXPLOTACION

#### 5.3.1. LAS ESTRATEGIAS DE EXPLOTACIÓN

Uno de los principales resultados de los talleres consultivos se traduce en mejorar la sincronía entre el ciclo biológico de los recursos con el ciclo operativo de la explotación; esto es, promover un sistema que permita fijar adecuadamente la fecha de inicio de la actividad pesquera. **El objetivo de manejo, en este caso biológico, dice relación con los deseos de utilizar eficientemente la productividad de los recursos, resguardando el tamaño de los ejemplares, que viene dada por el pulso de juveniles que se incorpora a la zona de pesca.**

Desde el punto de vista biológico-pesquero, y considerando que: i) el reclutamiento determina la abundancia de sardina común y anchoveta en la zona de estudio; y ii) que la pesquería se sustenta en el pulso de reclutamiento; entonces es factible establecer los siguientes marcos regulatorios:

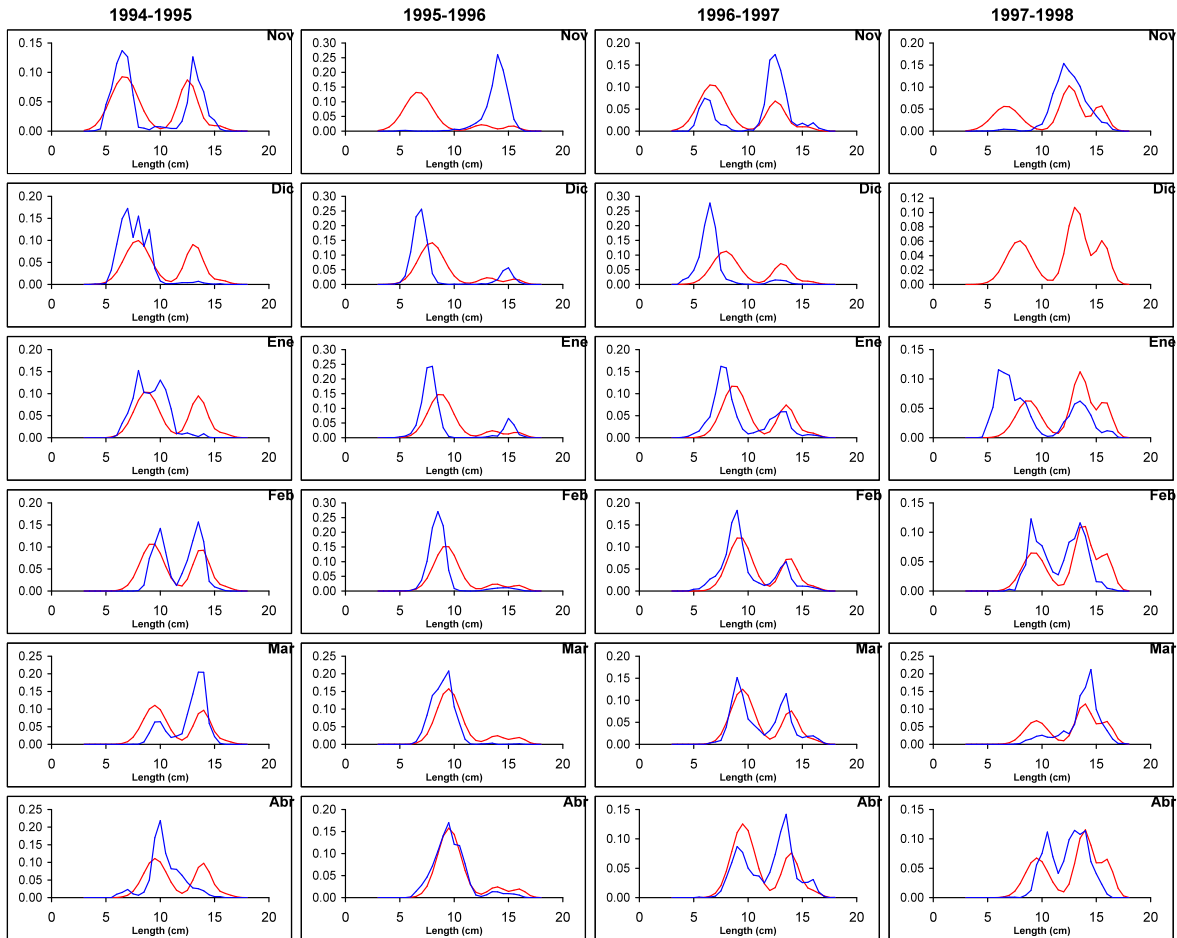
- a) Regulación del inicio de la actividad pesquera en función del tamaño de los individuos,
- b) Regulación de la tasa de explotación,
- c) Una combinación de ambas estrategias

El objetivo biológico subyacente en la estrategia de regulación de la actividad pesquera según el tamaño de los ejemplares, tiene que ver con el buen uso del recurso en términos del tamaño/edad de primera captura y evitar la sobrepesca por crecimiento de los ejemplares. Una pesca demasiado intensa sobre la fracción juvenil no es óptima por cuanto vulnera ejemplares que cuyo peso promedio no aporta significativamente al rendimiento. Tradicionalmente, la edad/tamaño de primera captura se regula a través de la selectividad de los artes de pesca. En el caso de la sardina común y anchoveta, tiene que ver con la fecha de inicio (edad/tamaño de la cohorte) más adecuada para iniciar las operaciones de pesca.

El modelo operativo mensual de cada recurso, aquí implementado, permitiría evaluar los cambios en la estructura de tamaños ya que es capaz de simular la estructura de tallas (**Figura 38**) que la flota podría vulnerar y las consecuencias que podría generar el retraso o inicio de las

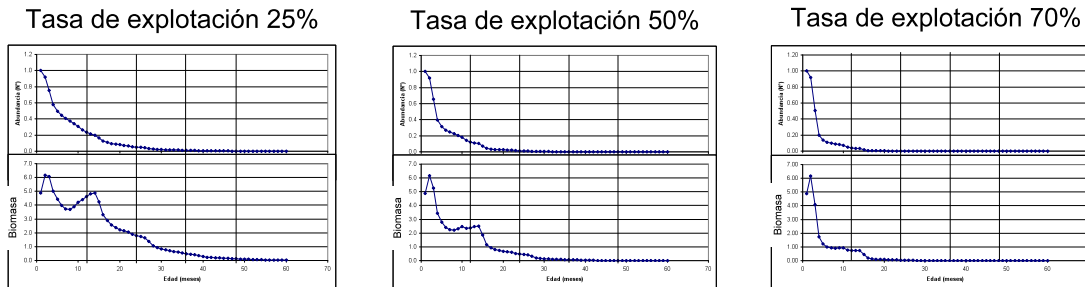
operaciones de pesca desde un punto de vista biológico, económico, o social. En consecuencia, el modelo operativo se constituye en una herramienta que podría evaluar el diseño de las vedas de reclutamiento con el objeto de sincronizar el ciclo biológico. La longitud inicial de las cohortes que están reclutando pueden ser predichas si se acepta que quedan determinadas significativamente por las condiciones ambientales al momento del desove (Castillo-Jordán et al. 2010).

Este marco regulatorio involucra cerrar la pesquería (mortalidad por pesca 0) cuando el tamaño de los ejemplares es inferior a cierto tamaño considerando algún umbral de tolerancia, no será evaluado en este proyecto, pero se establece y se deja planteado en perspectiva para análisis futuros.



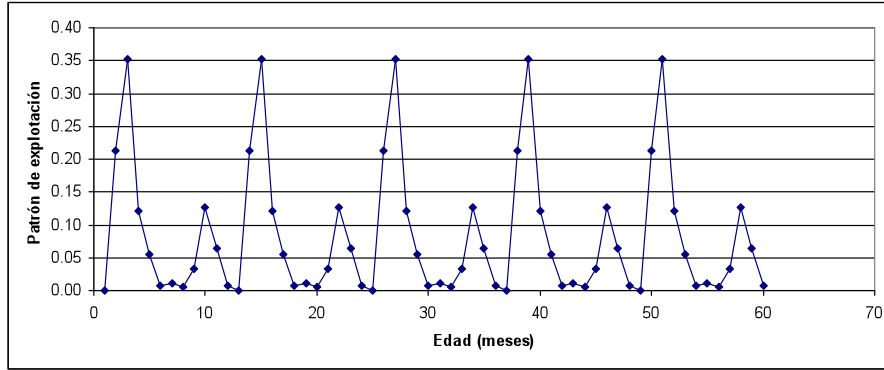
**Figura 39.** Ejemplo de las salidas del modelo de dinámica mensual de sardina común: estructura de tallas observada (línea azul) y predicha por el modelo (línea roja) para las cohortes de 1994 a 1997, y que sustentaron la actividad pesquera de 1995 a 1998.

El segundo tipo de regulación que se identificó tiene que ver con la regulación de la actividad pesquera sobre la base de un control indirecto basado en el establecimiento de capturas biológicamente aceptables. Se destaca que una cohorte ya sea de sardina común o anchoveta puede ser rápidamente vulnerada por la actividad pesquera actual, y ello depende de la magnitud de la tasa de explotación que se aplique. En la **Figura 39** se muestra el efecto de tasas de explotación arbitrarias sobre la abundancia y biomasa de una cohorte desde que recluta en enero de un año (primer año de explotación). Para una tasa de explotación de 25% anual, se observa que desde que la cohorte recluta en enero con el 100% de la abundancia, al término del primer año sobrevive cerca del 20% de los individuos, en tanto que disminución en biomasa no es tan dramática ya que los ejemplares alcanzan un mayor tamaño y peso después del segundo semestre del primer año. Tasas de explotación mayores a 25% determinan una drástica disminución de la abundancia y la biomasa. Esto, según el patrón de explotación actual y que consiste en una mayor intensidad de pesca aplicada durante el primer semestre de cada año (**Figura 40**).



**Figura 40.** Reducción de la abundancia (arriba) y biomasa (abajo) de una cohorte de sardina común según tres escenarios de tasa de explotación.





**Figura 41.** Patrón de explotación temporal sobre sardina común.

**5.3.2. EVALUACIÓN DEL ESTRATEGIAS DE EXPLOTACIÓN DEL SISTEMA DE MANEJO ACTUAL: TASA DE EXPLOTACIÓN CONSTANTE.**

El modelo operacional permite evaluar el desempeño de las diferentes estrategias de explotación, aplicándose tasas de explotación constante a niveles de F40%, F50% y F60%, la estrategia de F66% no fue aplicada por encontrarse altamente conservadora en términos precautorios, aun cuando la F60% es prácticamente equivalente. En términos de funcionamiento del proceso la fase de simulación es altamente demandante superando las 48 hrs en términos de procesos.

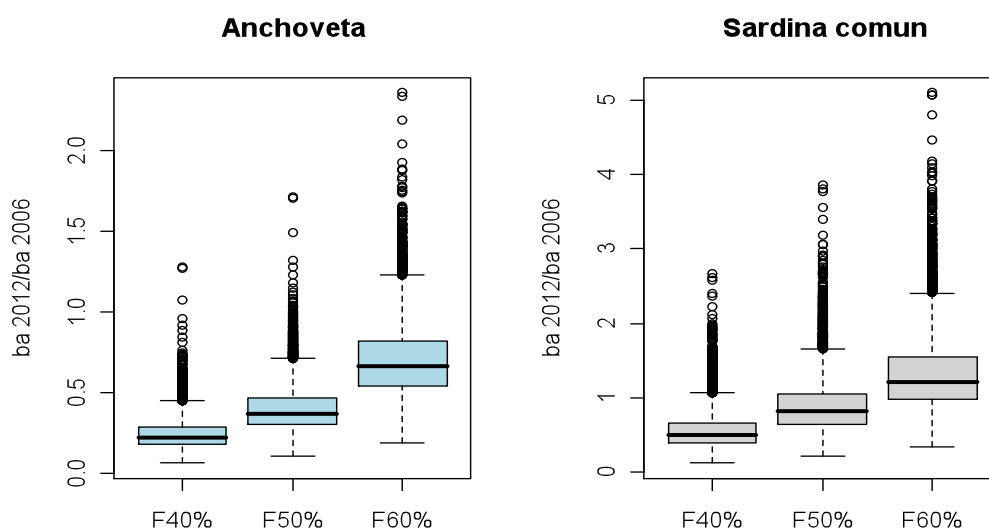
**a) Biomasa adulta 2012/biomasa adulta 2006**

En la **Tabla 17** se resumen los principales estadígrafos relacionados con cada estrategia de explotación y que se relacionan con el indicador de desempeño (ID) correspondiente a la fracción entre la biomasa adulta al final del período de proyección (2012) y el año 2006. Estas biomazas adultas corresponden en la escala mensual al mes de agosto. Se observa que mientras más conservadora es la estrategia de explotación el ID es mayor, además y debido al alto valor de biomasa adulta del 2006, la biomasa al final de período para todas las estrategias muestra una disminución, ya que el 2006 en la serie analizada fue de abundancias excepcionalmente altas.

**Tabla 17.** Estadígrafos anchoveta y sardina común sobre el índice de desempeño, ba= biomasa adulta agosto (ba2012/ba 2006).

Estadígrafo	Anchoveta			Sardina común		
	F40%	F50%	F60%	F40%	F50%	F60%
Mínimo	0.06	0.10	0.19	0.12	0.21	0.34
1er quintil	0.17	0.30	0.54	0.39	0.65	0.98
Mediana	0.22	0.37	0.66	0.50	0.82	1.22
Media	0.24	0.39	0.70	0.55	0.89	1.31
3er quintil	0.28	0.46	0.82	0.66	1.06	1.55
Máximo	1.28	1.71	2.36	2.67	3.86	5.10

Los gráficos box-plot de cada recurso muestran la tendencia en el indicador de desempeño evaluado para cada estrategia de explotación y especie, esta representación gráfica es equivalente a lo presentado en la **Tabla 17**. Además, se observa que comparativamente la sardina común tiene un mejor desempeño que la anchoveta para las estrategias evaluadas (**Figura 42**).



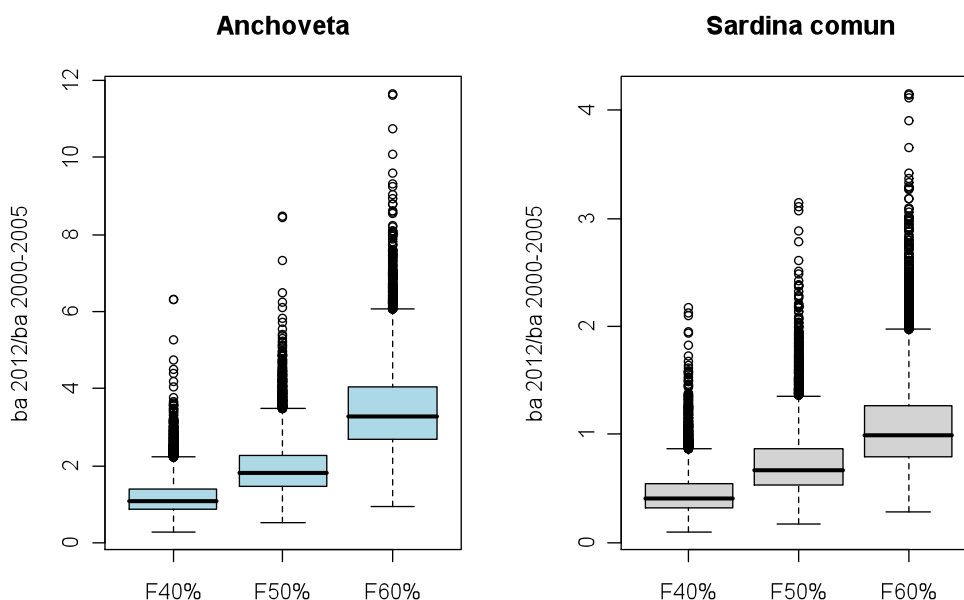
**Figura 42.** Box-plot indicador de desempeño (ba 2012/ba 2006) para sardina común y anchoveta.

**b) Biomasa adulta 2012/biomasa promedio 2000-2005**

Las estrategias de explotación considerando este indicador de desempeño muestran una mejor respuesta poblacional de la anchoveta con valores más altos en cada una de las estrategias. Esto es diferente a lo observado en el anterior ID que mostraba una menor respuesta en la anchoveta que se explicaba por ser el punto de referencia del año 2006 excepcionalmente alto en la serie. Se observa que la estrategia F60% genera los mayores incrementos poblacionales con porcentajes de incremento de 0.18, 0.94, 2.44% con la referencia en el caso de la anchoveta. En cambio en para la sardina común se produce una disminución en el ID para las estrategias F40% y F50% y con un incremento de 0.07 % para las estrategias F60% que se podría considerar como una estatus quo de ID (**Tabla 18**). Los gráficos Box-plot (**Figura 43**) muestran que las estrategias de explotación presentan una mayor diferencia entre estrategias para la anchoveta, y en la sardina estas diferencias son menos significativas

**Tabla 18.** Estadígrafos anchoveta y sardina común sobre ID (ba2012/ba 2000-2005).

Estadígrafo	Anchoveta			Sardina común		
	F40%	F50%	F60%	F40%	F50%	F60%
Mínimo	0.29	0.52	0.93	0.10	0.17	0.28
1er quintil	0.86	1.47	2.68	0.32	0.53	0.79
Mediana	1.10	1.83	3.28	0.41	0.67	1.00
Media	1.18	1.94	3.44	0.45	0.73	1.07
3er quintil	1.40	2.28	4.03	0.54	0.86	1.26
Máximo	6.31	8.48	11.64	2.18	3.14	4.15



**Figura 43.** Box-plot indicador de desempeño (ba 2012/ba 2000-2005) para sardina común y anchoveta.

**c) Capturas totales de anchoveta y sardina común el 2012.**

Las capturas por especie y totales, indican que la aplicación de las estrategia de explotación produce capturas equivalentes al final del período proyectado. Para la anchoveta las capturas son superiores a las 618 mil t, y en sardina común superan las 555 mil t (**Tabla 19**). La captura total para el conjunto de especies, resulta en valores promedios de 1.2 millones de toneladas (50% probabilidad), y mínimos de 679 mil t para el F60% (**Tabla 20**).

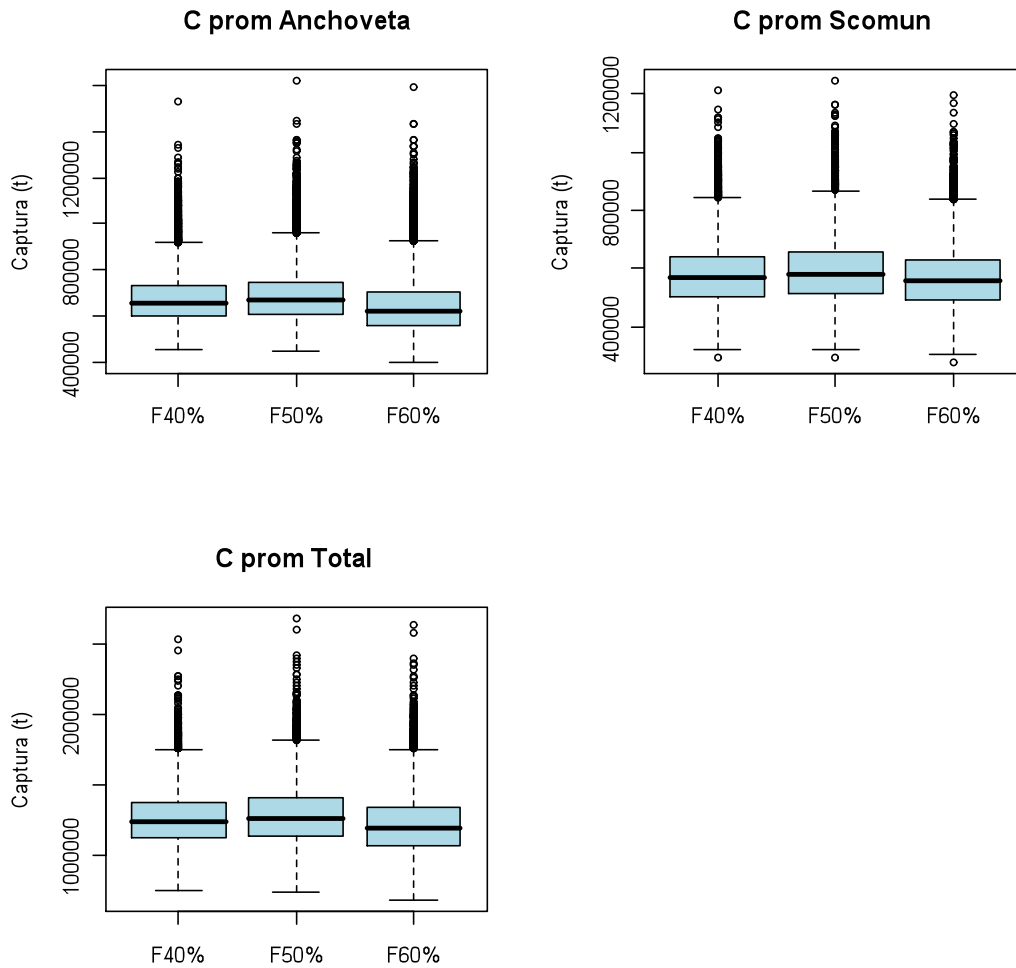
**Tabla 19.** Capturas totales de anchoveta y sardina común el 2012.

Estadígrafo	Anchoveta			Sardina común		
	F40%	F50%	F60%	F40%	F50%	F60%
Mínimo	454,770	448,810	400,067	293,033	294,749	278,450
1er quintil	602,030	606,964	557,760	505,029	514,052	491,413
Mediana	656,131	666,991	618,485	569,112	580,687	555,668
Media	681,526	695,811	649,963	580,495	592,680	567,592
3er quintil	729,292	748,120	704,499	641,028	655,655	629,453
Máximo	1,529,970	1,621,780	1,593,140	1,214,610	1,246,740	1,196,080

**Tabla 20.** Captura total de sardina común y anchoveta el 2012.

Estadígrafo	Anchoveta y sardina común		
	F40%	F50%	F60%
Mínimo	747,803	743,559	679,298
1er quintil	1,123,780	1,138,690	1,064,480
Mediana	1,237,640	1,260,255	1,187,220
Media	1,262,021	1,288,491	1,217,554
3er quintil	1,376,185	1,410,803	1,340,295
Máximo	2,532,530	2,672,650	2,626,990

La gráfica de las estrategias muestra diferencias menores en las capturas promedio para el 2012. De tal forma que una estrategia de F60% de mayor resguardo, produce un resultado equivalente a una estrategia más intensa de explotación como F40% (**Figura 44**).



**Figura 44.** Captura promedio de anchoveta, sardina común y total el 2012.

**d) Desviación estándar de las capturas el 2012.**

La desviación estándar (sd) de las capturas muestra una mayor variabilidad para la anchoveta con valores superiores a 293 mil t. Además, indica que las estrategias de F40% y F50% generan ds muy superiores a las observadas para F60% (**Tabla 21**). Este patrón se da en ambas especies y para el conjunto de especies (**Tabla 22**).

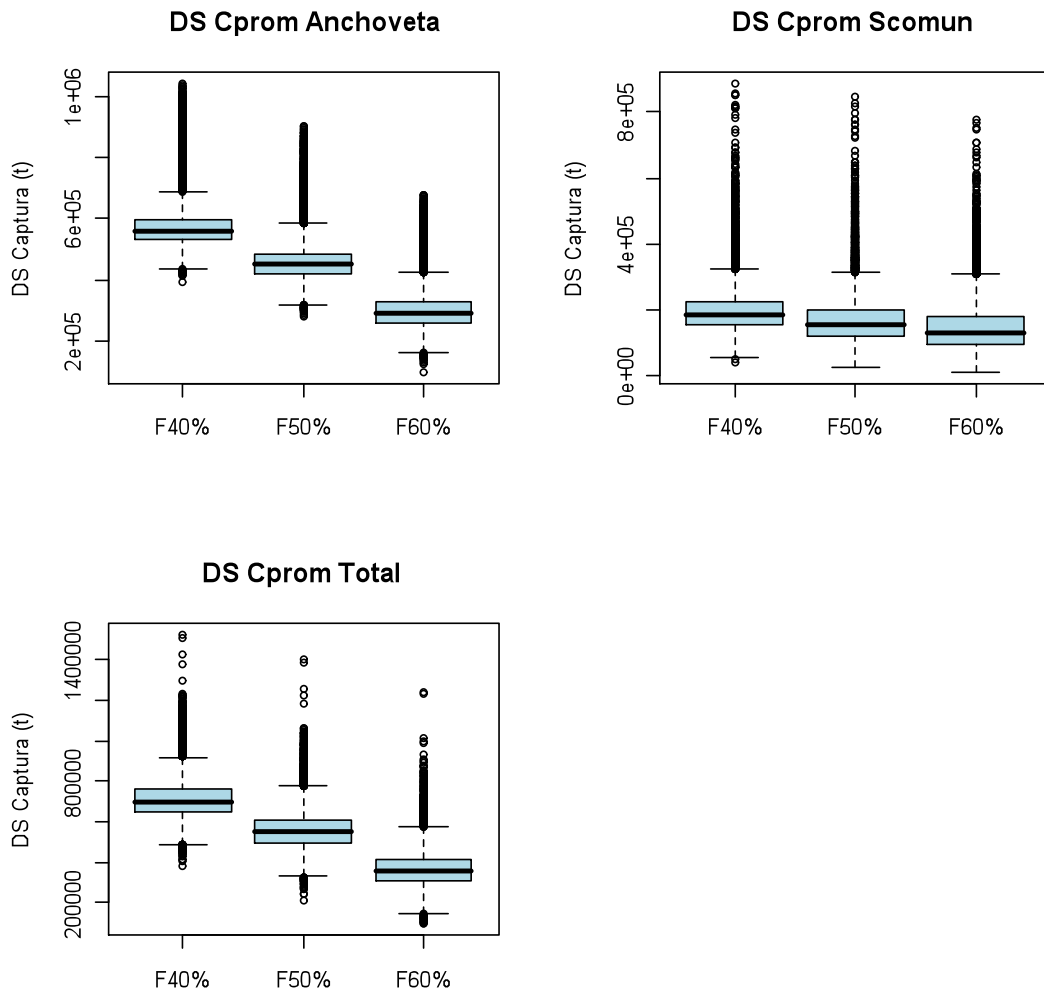
**Tabla 21.** Desviación estándar de las capturas de sardina común y anchoveta el 2012.

Estadígrafo	Anchoveta			Sardina común		
	F40%	F50%	F60%	F40%	F50%	F60%
Mínimo	392,413	279,040	101,466	42,742	27,773	13,535
1er quintil	531,878	418,878	261,164	156,086	123,640	96,671
Mediana	559,208	449,793	293,562	184,281	153,713	129,320
Media	584,881	469,616	305,505	201,280	173,514	149,613
3er quintil	595,173	485,525	327,421	223,486	200,815	181,175
Máximo	1,040,810	899,697	679,381	887,234	848,163	778,207

**Tabla 22.** Desviación estándar de las capturas del conjunto sardina común y anchoveta 2012.

Estadígrafo	Sardina común y anchoveta		
	F40%	F50%	F60%
Mínimo	380,717	209,357	95,408
1er quintil	650,335	495,477	307,427
Mediana	701,044	549,432	358,342
Media	717,536	562,036	368,789
3er quintil	758,017	607,280	415,756
Máximo	1,521,140	1,402,390	1,241,600

La mayor variabilidad en las capturas de anchoveta, determina que aumente la variabilidad de ambas especies en conjunto. Sin embargo, se reconoce que la estrategia F60% parece adecuada a la dinámica poblacional de ambas especies y el conjunto de especies. Por otra parte, en la anchoveta se observan diferencias significativas entre las diferentes estrategias de explotación, situación que no se verifica para la sardina común donde las estrategias no muestran diferencias significativas (**Figura 45**).



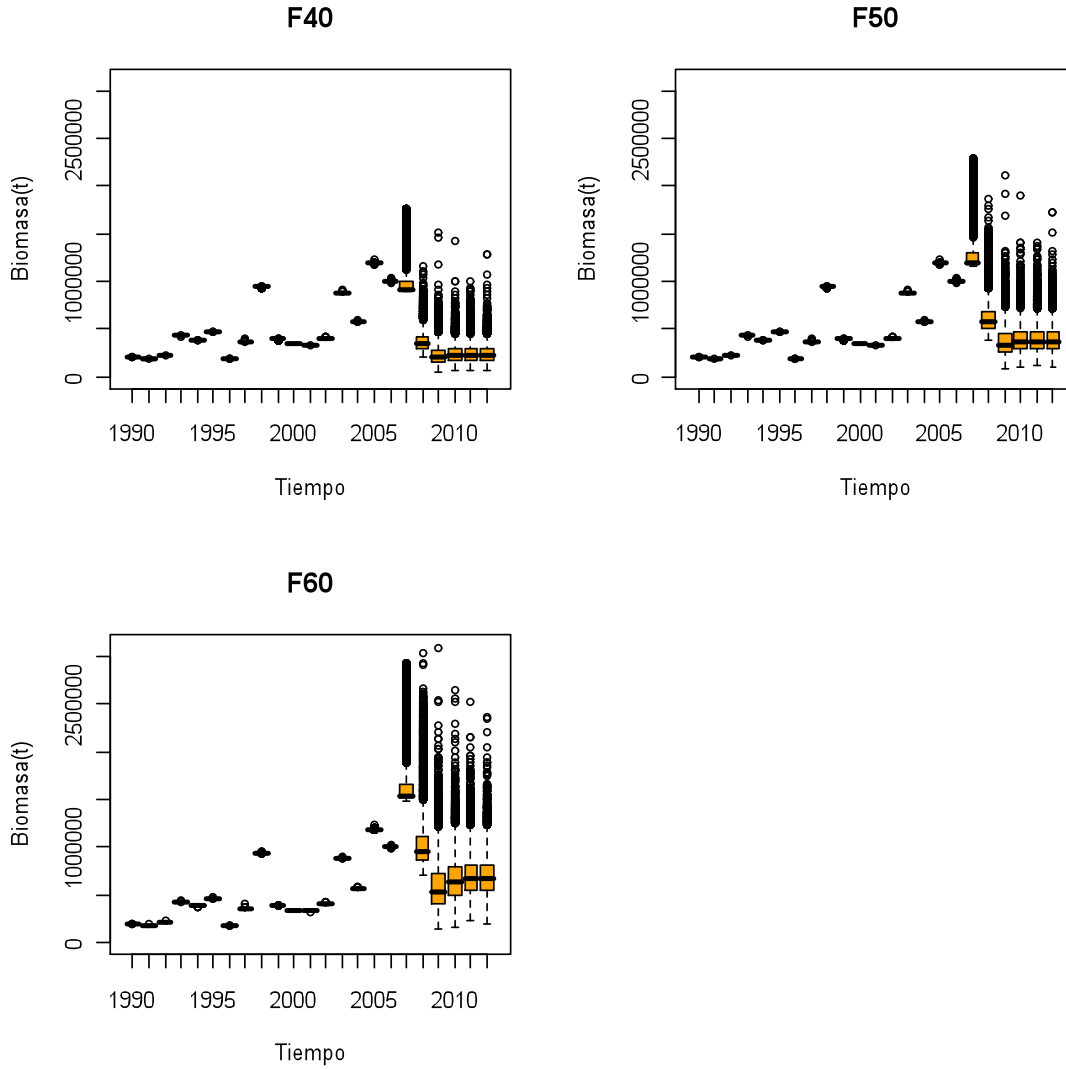
**Figura 45.** Desviación estándar de la captura de anchoveta, sardina común y total el 2012.

**e) Proyección de biomásas**

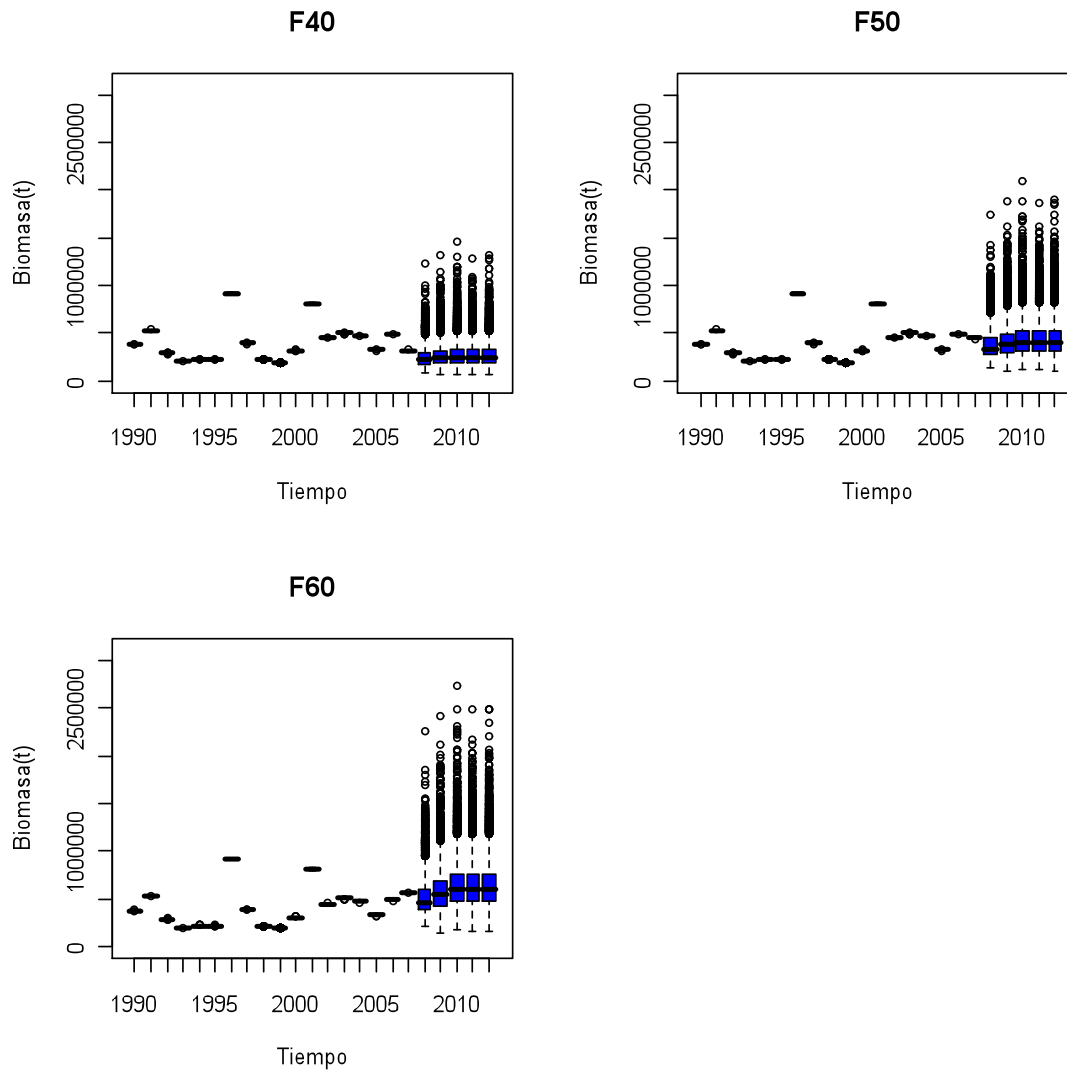
La proyección de biomásas muestra que los mayores cambios se dan para la anchoveta, la cual muestra tener una mayor capacidad de crecimiento poblacional, es decir, un mayor potencial bajo la estrategia de F60%. En el caso de la sardina común el potencial de crecimiento es menor, es necesario señalar que estas tendencias están influenciadas por la condición presente al 2006, y que es la base de la proyección. En este sentido, es necesario señalar que se debe recoger la señal dada para cada especie y el conjunto de especies, en la determinación de la estrategia de



explotación a ser aplicada, que en el caso de las estrategias de explotación constantes (F40%, F50% y F60%), la última es la que da un mayor resguardo a las especies y conjunto de especies e indica que no se producirían bajas significativas en las capturas futuras y con menor variabilidad de las capturas.



**Figura 46.** Box-plot biomasa anchoveta entre 1990 y 2012.



**Figura 47.** Box-plot biomasa sardina común entre 1990-2012.

### 5.3.3. EVALUACIÓN DE LA REGLA DE EXPLOTACIÓN EMPÍRICA

La regla de decisión empírica fue evaluada por simulación, realizándose 1 millón de corridas con diferentes configuraciones de las variables relacionadas con el reclutamiento (Rec), cruceros RECLAS (Reclas) y PELACES (Pel), nivel de capturas futuras (base), y proporción del reclutamiento (P\_rec). Estas variables son generadas en el proceso de estimación del modelo, y en el proceso de

proyecciones son generadas estimaciones simuladas de estas variables; así, en el caso del reclutamiento la proyección corresponde al valor promedio observado en el período de estimación el cual se prueba con valores entre 0.5 y 1 del promedio con el objeto de evaluar la robustez de la regla de decisión a diferentes variaciones de las variables relacionadas con la población.

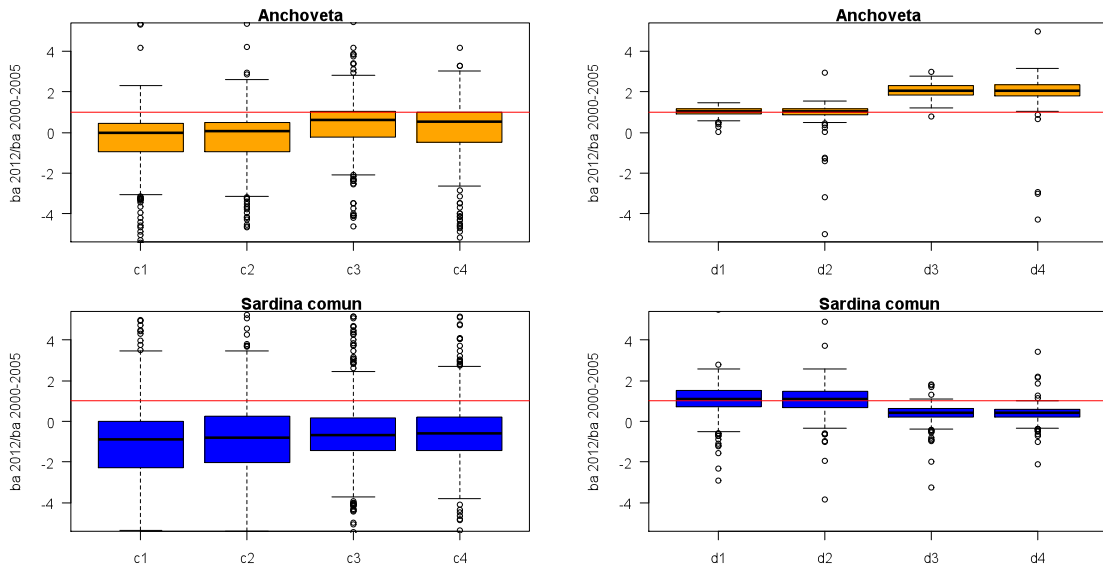
La **Tabla 23** muestra 8 casos de condición futura con el objeto de verificar el comportamiento de los indicadores de desempeño a condiciones opuestas entre proporción de reclutamiento entre especies, variabilidad en los cruceros acústicos e intensidad de la explotación relacionadas con capturas futuras entre 600 mil y 1.2 millones de toneladas de ambas especies en conjunto.

**Tabla 23. Configuración de proyección sobre regla de decisión empírica.**

Variable	C1	C2	C3	C4	D1	D2	D3	D4
Rec_a	0	0	0	0	0	0	0	0
Rec_s	0	0	0	0	0	0	0	0
Reclas_a	0.5	0.2	0.5	0.2	0.5	0.2	0.5	0.2
Reclas_s	0.5	0.2	0.5	0.2	0.5	0.2	0.5	0.2
Pel_a	0.2	0.5	0.2	0.5	0.2	0.5	0.2	0.5
Pel_s	0.2	0.5	0.2	0.5	0.2	0.5	0.2	0.5
Alfa ( $\alpha$ )	1	1	1	1	1	1	1	1
Delta ( $\delta$ )	1	1	1	1	1	1	1	1
Omega ( $\Omega$ )	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
base_s (capt)	600000	600000	600000	600000	300000	300000	300000	300000
base_a (capt)	600000	600000	600000	600000	300000	300000	300000	300000
min TAC	1200000	1200000	1200000	1200000	600000	600000	600000	600000
P_rec_anch	0.5	0.5	1	1	0.5	0.5	1	1
P_rec_s	1	1	0.5	0.5	1	1	0.5	0.5

**Biomasa adulta 2012/biomasa promedio 2000-2005**

El indicador de desempeño (ID) para la regla empírica, muestra variaciones entre los diferentes condicionamientos y genera un mejor desempeño en los distintos casos cuando la captura por especies es más baja, independientemente de los cambios en la proporción entre especies. En los casos C el ID se encuentra siempre bajo 1, mientras que en los casos D se alcanzan ID de 1 y mayores para d3 y d4. Además, existe un bajo desempeño y alto riesgo de colapso al imponer capturas de 600 mil t por especies. Entre las especies, la anchoveta muestra un mejor desempeño (**Figura 48, Tabla 24**).



**Figura 48. Box-plot indicador de desempeño (ba 2012/ba 2000-2005) para sardina común y anchoveta considerando regla empírica.**

En los gráficos boxplot es posible apreciar la existencia de puntos atípicos, los cuales son mas frecuentes en los casos C. Esto se traduce en valores mínimos y máximos que no son considerados como estadísticos pero que también dan cuenta de los rangos viables y de menor riesgo en el caso de aplicar una regla de tipo empírica.

La situación de la sardina común para casos de mayor intensidad de captura dan como resultado ID relacionados con una condición de colapso. Los casos D1 y D2 producen factores positivos en el

ID, mientras que D3 y D4 dan cuenta de una condición de baja en el ID (**Tabla 25**). El menor desempeño en la sardina común se relaciona con una condición de reclutamiento de 0.5 sobre la condición promedio. En cambio, la anchoveta muestra menor variabilidad para una condición similar (**Tabla 24**).

**Tabla 24. Indicador de desempeño (ba 2012/ba 2000-2005) para anchoveta considerando regla empírica.**

Estadígrafo	C1	C2	C3	C4	D1	D2	D3	D4
Mínimo	-3594.00	-466.95	-164.65	-2346.92	0.04	-9485.53	-15.34	-244.49
1er quintil	-0.96	-0.96	-0.22	-0.47	0.90	0.88	1.84	1.82
Mediana	-0.03	0.07	0.61	0.52	1.02	1.02	2.05	2.06
Media	-9.68	-2.83	-0.70	-8.31	1.02	-17.43	2.03	11.69
3er quintil	0.46	0.50	1.03	1.01	1.14	1.17	2.30	2.35
Máximo	41.46	792.96	65.56	217.32	1.47	627.38	3.00	4574.06

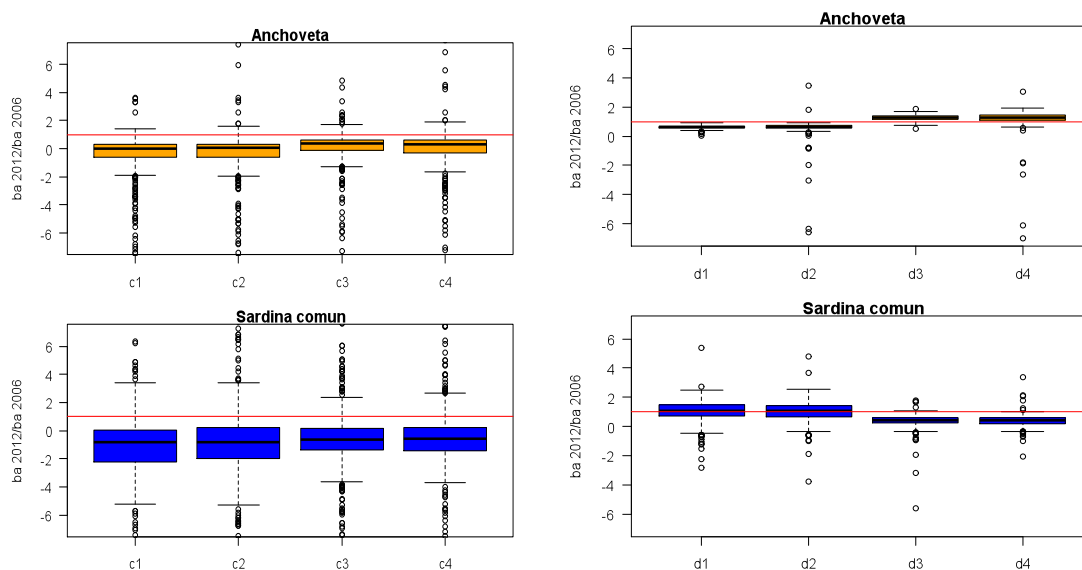
**Tabla 25. Indicador de desempeño (ba 2012/ba 2000-2005) para sardina común considerando regla empírica.**

Estadígrafo	C1	C2	C3	C4	D1	D2	D3	D4
Mínimo	-531.79	-1302.90	-973.88	-1041.32	-2.92	-628.95	-19.53	-70.69
1er quintil	-2.28	-2.03	-1.43	-1.45	0.71	0.68	0.22	0.20
Mediana	-0.87	-0.82	-0.65	-0.60	1.11	1.09	0.44	0.41
Media	-4.11	-0.90	-0.69	0.45	1.08	-1.32	0.36	-0.37
3er quintil	0.02	0.24	0.18	0.22	1.53	1.48	0.62	0.58
Máximo	63.85	617.37	656.77	1772.18	8.17	24.19	1.83	23.47

### **Biomasa adulta 2012/biomasa adulta 2006**

Este ID indica para la totalidad de los casos del tipo C desempeños negativos y nulos, para los casos D se observan desempeños positivos para anchoveta, mientras que para la sardina común

los casos D1 y D2 presentan buenos resultados (**Figura 49, Tabla 26, 27**). Es posible indicar que el modelo muestra una condición más variable para la sardina común en caso de reducir el reclutamiento promedio, mientras que la anchoveta se muestra menos sensible a una reducción del reclutamiento y variabilidad de los cruceros RECLAS y PELACES (**Tabla 27**).



**Figura 49. Box-plot indicador de desempeño (ba 2012/ba 6) para sardina común y anchoveta considerando regla empírica.**

**Tabla 26. Indicador de desempeño (ba 2012/ba 2006) para anchoveta considerando regla empírica.**

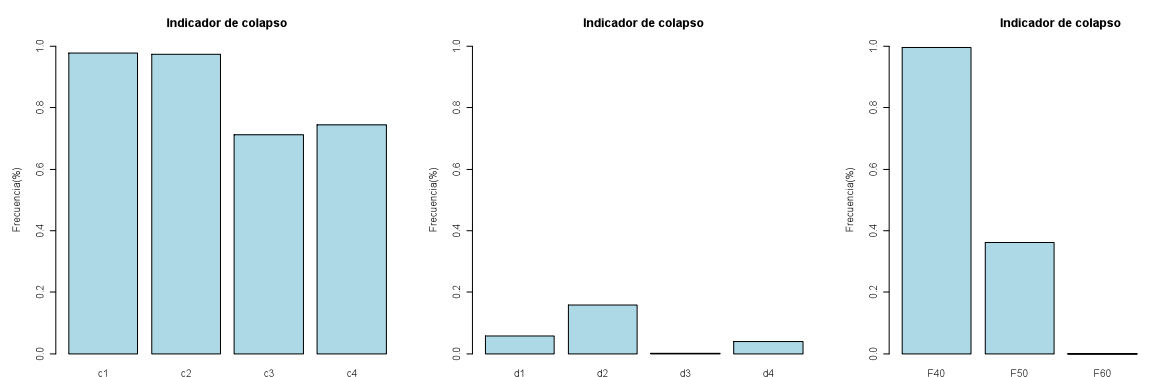
Estadígrafo	C1	C2	C3	C4	D1	D2	D3	D4
Mínimo	-2219.00	-287.80	-101.37	-1443.56	0.02	-5836.47	-9.44	-150.88
1er quintil	-0.59	-0.60	-0.14	-0.29	0.56	0.54	1.14	1.12
Mediana	-0.02	0.04	0.37	0.32	0.63	0.63	1.27	1.27
Media	-5.97	-1.74	-0.43	-5.12	0.63	-10.72	1.25	7.20
3er quintil	0.28	0.31	0.63	0.63	0.70	0.72	1.42	1.45
Máximo	25.67	488.96	40.36	133.82	0.91	387.17	1.84	2815.87

**Tabla 27. Indicador de desempeño (ba 2012/ba 2006) para sardina común considerando regla empírica.**

Estadígrafo	C1	C2	C3	C4	D1	D2	D3	D4
Mínimo	-519.641	-1272.46	-953.059	-1016.99	-2.86	-614.16	-19.08	-69.03
1er quintil	-2.2301	-1.9834	-1.3925	-1.4138	0.70	0.67	0.22	0.20
Mediana	-0.8519	-0.7982	-0.6393	-0.5875	1.08	1.07	0.43	0.40
Media	-4.01396	-0.8737	-0.6753	0.4428	1.05	-1.29	0.35	-0.36
3er quintil	0.01931	0.2314	0.1743	0.2129	1.49	1.45	0.60	0.57
Máximo	62.3883	603.178	642.74	1734.85	7.98	23.66	1.79	22.96

### Indicador de colapso

El colapso se define como un condición donde la biomasa total (BT) sea menor al mínimo valor observado en la biomasa entre el 2000-2005. De esta forma la probabilidad esta determinada por el número de veces que la población de sardina común o anchoveta se encuentran por debajo de este valor mínimo. El colapso es frecuente ( $> 0.7$ ) al imponer capturas futuras de 600 mil t en promedio por especie, mientras que en caso de capturas de 300 mil t la probabilidad es menor a 0.2 (**Figura 50**). El indicador de colapso para los casos de estrategia de explotación constante, muestra que la estrategia de F40% genera un una frecuencia de 100% sobre el total de corridas (500, **Figura 50**).



**Figura 50. Indicador de colapso para diferentes casos forzados a capturas futuras (C1-C4,D1-C4) regla empírica y tasas de explotación constante (F40,F50 y F60).**

### **Capturas promedios y desviación estándar regla empírica**

La captura promedio de anchoveta en los casos C, se encuentran entre 500 mil y 1 millón de t, mientras que para la sardina común supera el millón de toneladas en los casos C1 y C2. En los casos señalados las desviaciones de la captura son mayores para la sardina común en comparación con la anchoveta. Es importante notar que las desviaciones para la sardina común superan el millón de toneladas y sobrepasan en algunos casos el valor de 2 millones de toneladas. La captura promedio total es superior al 1.5 mill de toneladas con una desviación entre 700 y 2 millones de t **(Figura 51)**.

La reducción en las capturas a niveles de 300 mil t por especie, implica una disminución significativa en la desviación estándar (DE) de las capturas que no superan las 500 mil toneladas en conjunto **(Figura 52)** , a diferencia de lo observado en los casos C, donde la DE es alta superando el millón de t **(Figura 51)**.



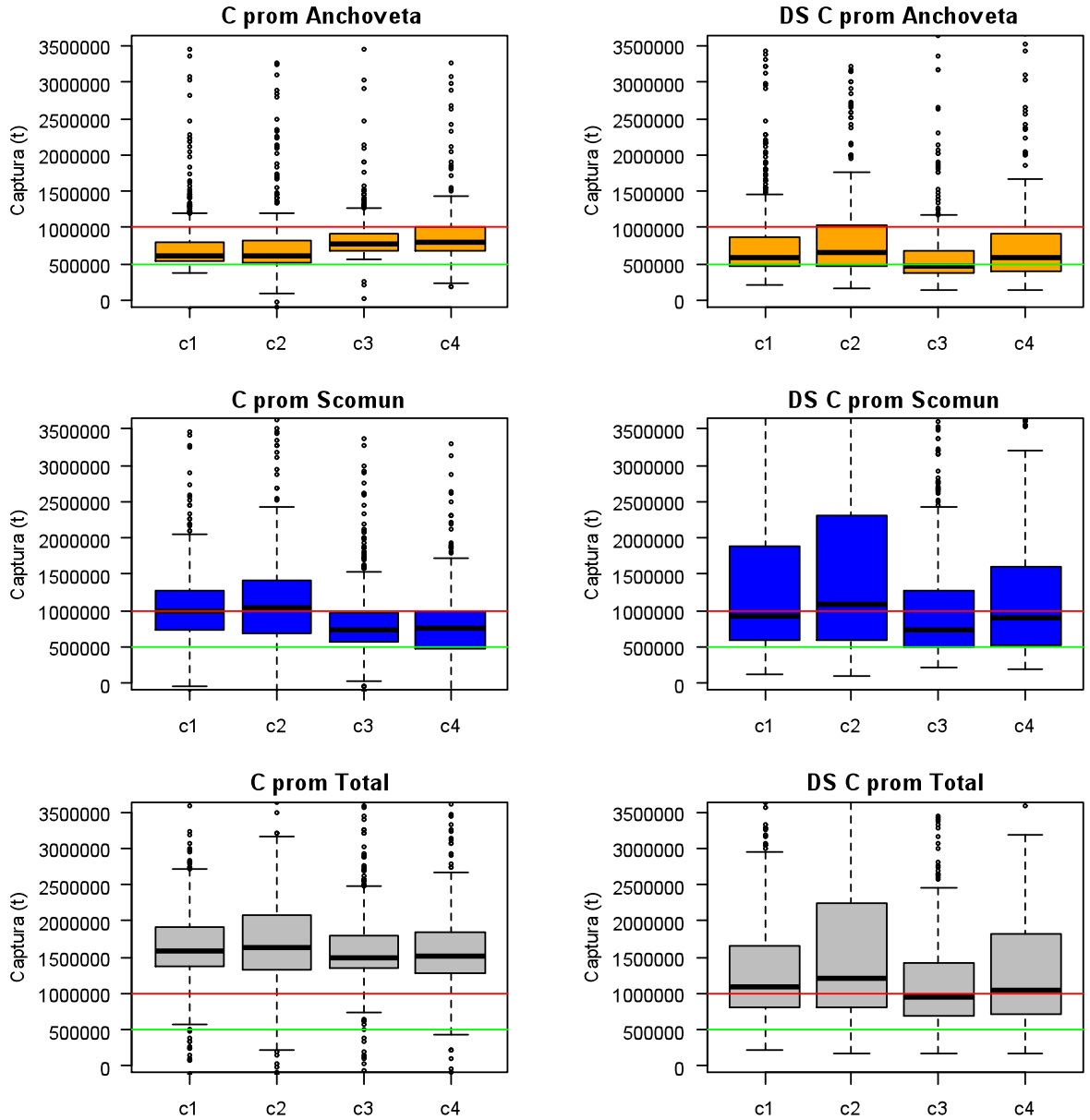


Figura 51. Captura promedio por especies (anchoveta, sardina común) y total (ambas especies) y desviación estándar en la proyección (2007-2012).

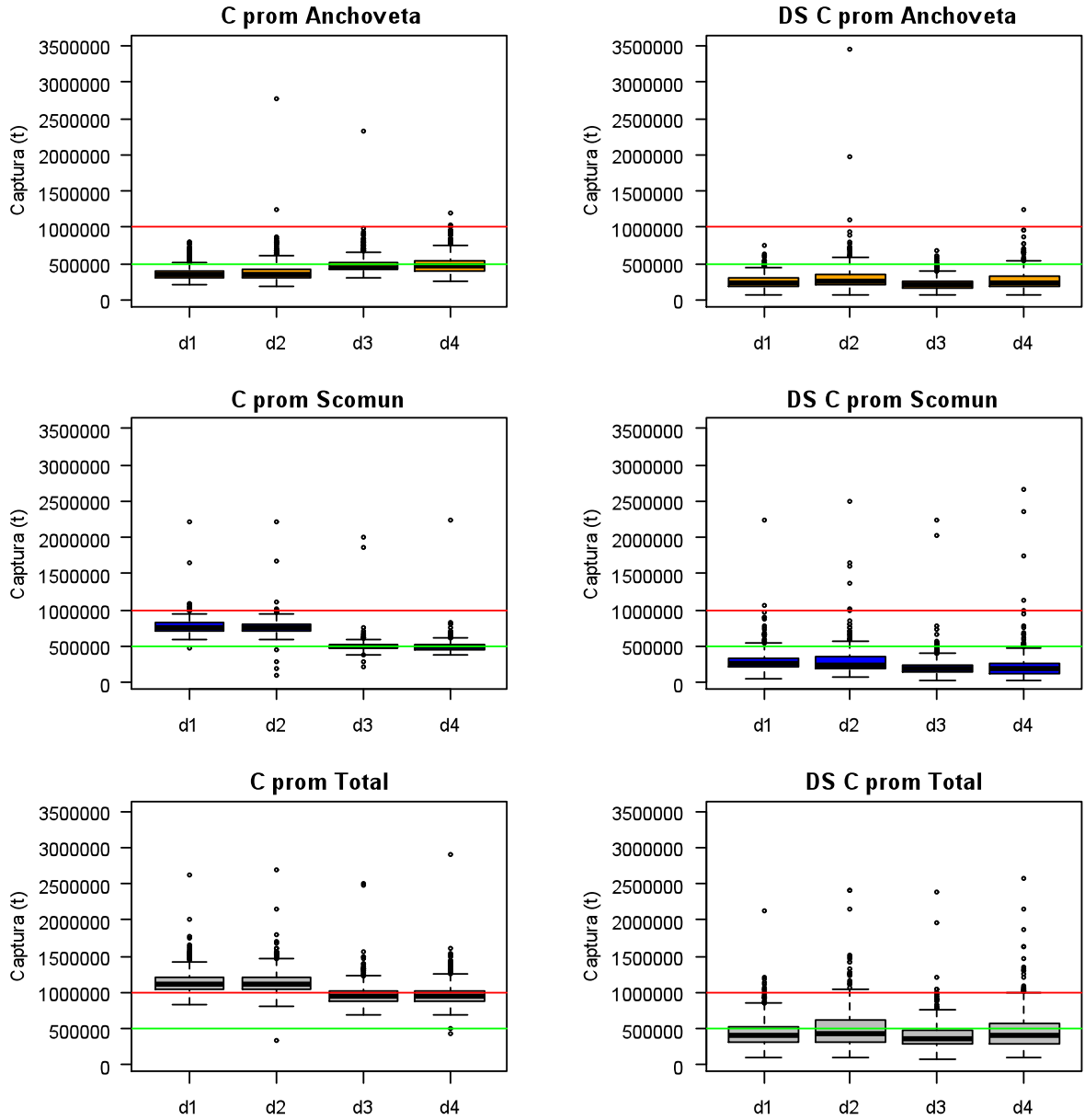
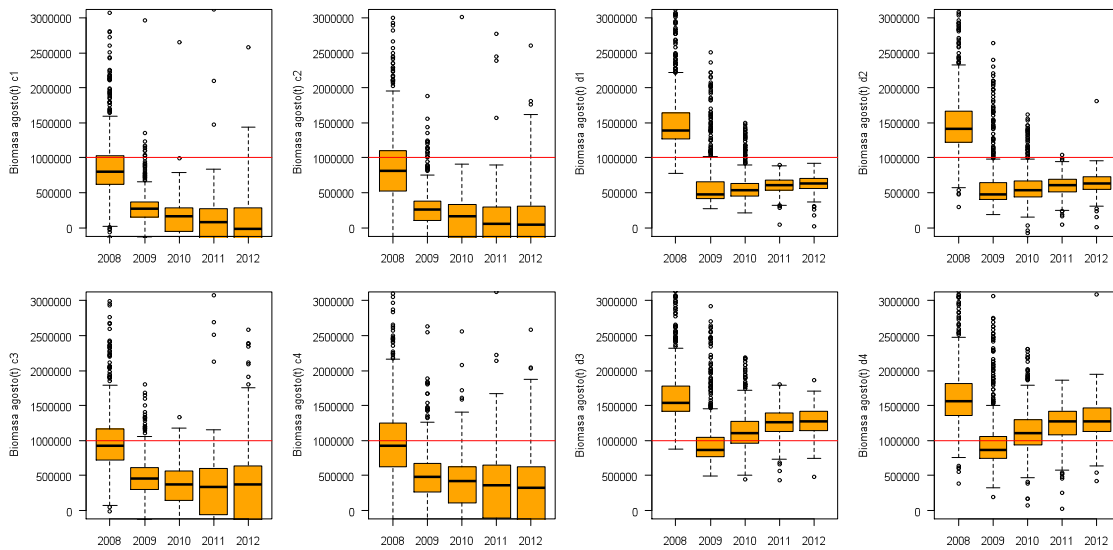


Figura 52. Captura promedio por especies (anchoveta, sardina común) y total (ambas especies) y desviación estándar en la proyección (2007-2012).

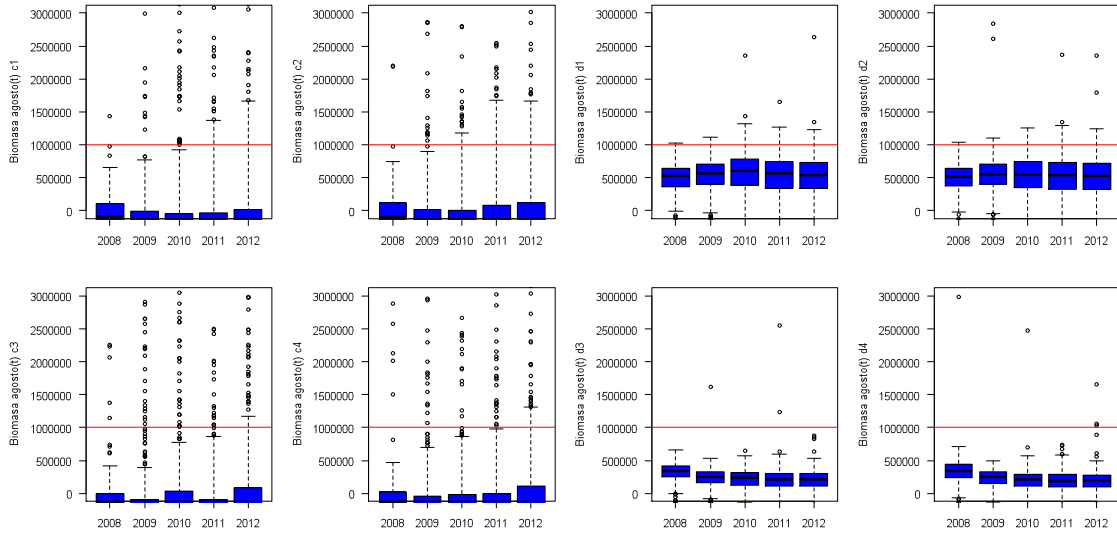
**Biomasa promedio (totales, anchoveta y sardina común agosto)**

Los gráficos box-plot de biomasa promedio para ambas especies y por especie, muestran la existencia de colapso al forzar las capturas a niveles de 600 mil t por especies, solo observándose niveles aceptables al comienzo del período de proyección. La disminución de la biomasa es mayor en sardina común, mientras que la anchoveta permanece en una mejor condición. Una tendencia positiva en la biomasa se observa en los casos d3 y d4 para anchoveta (**Figura 53**).



**Figura 53. Box-plot biomasa en agosto de anchoveta (2008-2012).**

La biomasa en agosto de sardina común es menor a 1 millón de t en todos los casos, y en los mejores casos fluctúa en torno a 500 mil t. En los casos C es evidente la baja en la biomasa de agosto configurando una condición de colapso (**Figura 54**).



**Figura 54. Box-plot biomasa en agosto de sardina común (2008-2012)**

**Biomasa promedio (totales, anchoveta y sardina común febrero)**

La biomasa de febrero en anchoveta muestra una condición desfavorable en el caso de aplicar capturas promedio de 600 mil t por especies. Con capturas promedio del orden de 300 mil t por especie se generan mayores niveles de biomasa con los valores mas bajos en niveles de 1 millón de t, y con valores altos para los casos D3 y D4 donde la biomasa es superior a 1.3 millones de t y muestra una tendencia positiva desde el 2010 (**Figura 55**).

En el caso de las sardina la totalidad de los casos C, determina bajos niveles de biomasa en febrero. En cambio al llevar las capturas promedio futuras a niveles de 300 mil t por especie, la biomasa de febrero aumenta significativamente superando el millón de toneladas y con baja variabilidad entre años (**Figura 56**).

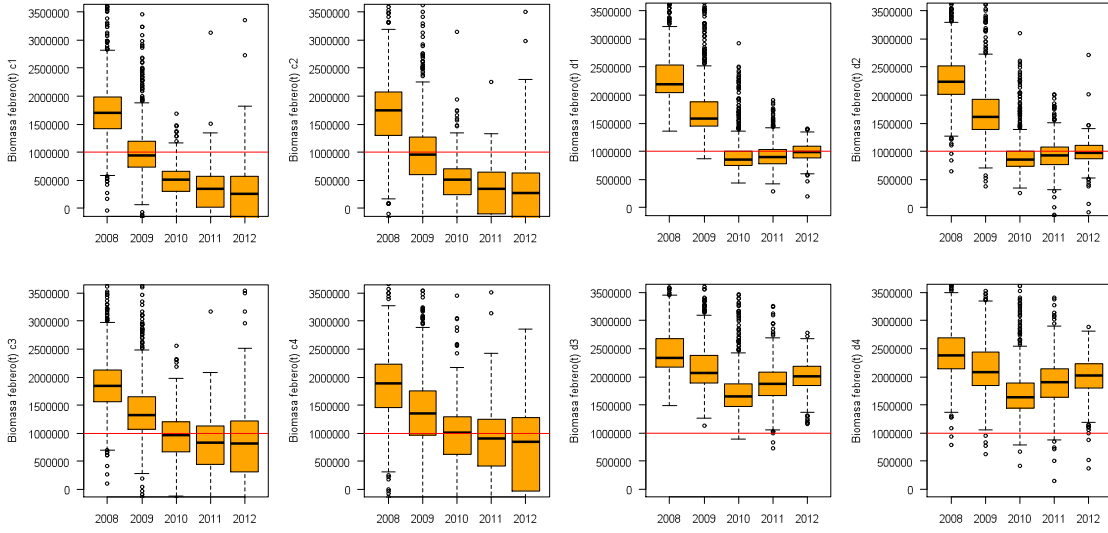


Figura 55. Box-plot biomasa febrero de anchoveta (2008-2012).

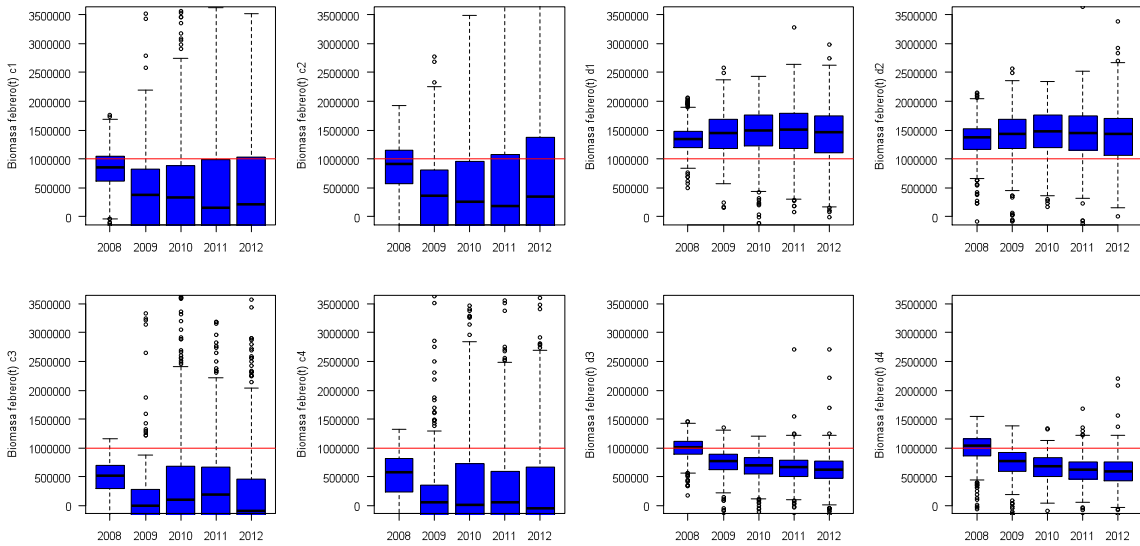


Figura 56. Box-plot biomasa febrero de sardina común (2008-2012).

## 5.4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

### 5.4.1. *SOBRE LOS TALLERES PARTICIPATIVOS*

Uno de los productos que pueden y deben ser considerados por Subsecretaría de Pesca radica en los aspectos que emergen de los talleres consultivos-participativos. Cada grupo de Usuarios accede a una parte de la realidad, y es aquí donde el sistema se percibe de una u otra forma que dependiendo del significado que se le otorgue a lo que se identifica como un problema, permitirá a Subsecretaría de Pesca iniciar las acciones para lograr armonizar su desempeño con los Usuarios.

Se destaca que fueron 5 los problemas claves o forzantes (Fc), y 3 de ellos conforman una realidad (hechos concretos) que la Subsecretaría no puede pasar por alto. Merece especial atención el Problema (Fc) P35 que los Usuarios ponen como ficha de juego, y que en el fondo es una apuesta. Es una jugada que está mostrando a la autoridad que la rigidez del sistema de manejo genera una deficiente regulación administrativa, que se traduce en un impedimento para sincronizar el ciclo biológico de los recursos con el ciclo operativo, lo que conlleva a una fijación de fechas de entrada a la actividad pesquera y a la fijación de vedas inadecuadas para el recurso y que afectan además la rentabilidad de las operaciones. Si a lo anterior se le agrega la inexistencia de un sistema de toma de decisiones en tiempo real, ello viene a exacerbar el poco contacto que tiene el usuario con la autoridad.

Si la autoridad internaliza esta situación y fenoestructura la jugada, esto es, la acumula, entonces puede generarse una instancia de conversaciones que desembocaría en el diseño de un protocolo para sincronizar en tiempo real el ciclo biológico de los recursos con las operaciones. El reporte en tiempo real de la talla de la especie y su estadio de desarrollo para poder adecuar y sincronizar las operaciones, sin trabas burocráticas, permitiría a los usuarios optimizar sus operaciones y a la Institucionalidad pesquera mejorar la gobernabilidad del sistema al tener que generar una instancia de contacto con los usuarios (Problema Forzante (Fc) P41). En consecuencia, SE TENDRÍA A LA MANO UNA REGLA DE DECISIÓN.

Detrás de los problemas que limitan o dificultan el desenvolvimiento de la Pesquería de Pequeños Pelágicos, están los usuarios con su visión (Weltanschauungen). Estas se materializaron en una Explicación Situacional multireferencial que fue analizada dando lugar a la identificación de Problemas-clave en el Sistema Pesquería Pequeños Pelágicos (SPPP). De acuerdo con Matus (1984) los problemas pueden plasmarse en un Flujograma Situacional que abarca los distintos planos de la Situación.

Partiendo de la premisa que la PPP dentro del Sistema Socioecológico es un sistema dinámico y complejo donde tienen lugar numerosas interacciones y que los problemas-clave identificados por los usuarios son los forzantes (Fc) en la PPP, se realizó un ejercicio cuyo objetivo era solamente ubicar dichos forzantes (Fc) como fichas de juego posicionadas en los distintos planos de la situación-juego sin entrar en los detalles mismos y estructura del juego. Esto se hizo con el propósito de auscultar, en primera instancia, cuan viable era en la práctica el abordaje de los Problemas-clave y de qué manera ellos podían constituirse en los bloques básicos para complementar la construcción del Modelo planteado para la PPP. El análisis se realizó en un Taller con representantes de SUBPESCA y del IFOP, y de este análisis se desprende que para dirigir el cambio desde el actual funcionamiento de la pesquería hacia el funcionamiento que regirá una vez que se aplique el Modelo de Manejo, éste debería tomar en cuenta las reglas, acumulaciones y flujos que sirven como contexto en el juego social que tiene lugar en la PPP.

Pero el Mapa no es el territorio. Las personas actúan según su propio mapa del mundo y diferentes descripciones (mapas) de la misma realidad (territorio) tienen su propio valor, dependiendo del contexto en que se apliquen. Las interacciones entre los usuarios se generaron en el lenguaje y en un dominio de problemas cuasi-estructurados. Este es un dominio que requiere un mínimo de conocimientos y entrenamiento en la praxis del “lenguajear” (sensu Maturana) para generar las confianzas que se requieren en la PPP y que en la práctica de hoy casi no existen.

Es oportuno señalar los siguientes aspectos:

- 1) la participación de los usuarios fue intermitente y discontinua. Esto afectó el desenvolvimiento de los Talleres porque hubo que explicar cada vez a los nuevos asistentes los procesos de trabajo anteriores. Varias veces hubo que reprogramar sobre la marcha las actividades e incluso cambiar las metodologías de trabajo.

2) a los usuarios prácticamente se les presionó para “captar la teoría” y “hacer el trabajo” simultáneamente, en un área donde no se tenía entrenamiento previo. En este sentido hay que señalar la buena disposición que siempre tuvieron los participantes para abocarse a la tarea y lograr el producto final.

3) Es justo señalar que todo este trabajo de los usuarios que aquí se reporta pertenece a ellos y los resultados que se presentan son perfectibles.

A modo de corolario se destacan los deseos expresados por los usuarios de perseverar en los procesos de conversación entre ellos, utilizando los procesos de trabajo aprendidos durante los Talleres para lograr, en corto tiempo, resultados concretos.

#### *5.4.2. SOBRE EL OBJETIVO DE MANEJO, FUNCIONES DE DESEMPEÑO, Y ESTRATEGIAS DE EXPLOTACIÓN ALTERNATIVAS*

Se deduce que el objetivo de manejo<sup>1</sup> en la pesquería de pelágicos pequeños es: *“Utilizar eficientemente la productividad de estos recursos, permitiendo resguardar niveles de biomasa desovante que permitan la renovación del stock”*. En esta declaración se identifica el objetivo de manejo “utilizar eficientemente la productividad de los pelágicos pequeños”, y el objetivo de conservación<sup>2</sup> “resguardar niveles de biomasa desovante que permitan la renovación del stock”. En otras palabras, lograr que el stock desovante se ubique por sobre o en el algún nivel crítico y/o precautorio.

---

<sup>1</sup>Declaración de una meta que se intenta cumplir activamente, provee orientación para el manejo (Cochrane 2002), y está enmarcada en lograr la sostenibilidad de la actividad pesquera que se desarrolla a través de la explotación de un recurso.

<sup>2</sup>Declaración del status deseable para un recurso pesquero, tal que permita lograr el uso sostenible de su productividad biológica y en el marco de referencia para el manejo pesquero.



Por otra parte, los usuarios reconocen indirectamente que un objetivo de manejo tiene que ver con el buen uso del recurso en términos del tamaño/edad de primera captura, lo que implica evitar la sobrepesca por crecimiento de los ejemplares. Una pesca demasiado intensa sobre la fracción juvenil no es óptima por cuanto vulnera ejemplares cuyo peso promedio no aporta significativamente al rendimiento. Tradicionalmente, la edad/tamaño de primera captura se regula a través de la selectividad de los artes de pesca. En el caso de la sardina común, tiene que ver con la fecha de inicio (edad/tamaño de la cohorte) más adecuada para iniciar las operaciones de pesca.

De esta manera, se identifica como relevante minimizar el impacto de la pesca sobre la fracción juvenil o inmadura de los pelágicos pequeños con el objeto de cumplir con el objetivo de manejo. Para lograr este objetivo es imperativo permitir que una fracción importante de juveniles sobreviva a la pesca con el objeto de contribuir al stock desovante. Por lo tanto, el marco de referencia para expresar la estrategia de manejo debe considerar:

- a) Asegurar el escape o sobrevivencia de la fracción de juveniles (=inmadura) de los stocks.
- b) Mantener los stock en un nivel de biomasa desovante deseable (objetivo ó blanco), tal que permita un aprovechamiento eficiente por la pesquería.
- c) Asegurar que el stock permanezca por sobre un nivel de biomasa desovante límite ó crítico que se considera de alto riesgo para el stock.

Se destaca que en la teoría de la sobrepesca se distinguen dos problemas con la explotación comercial de una especie:

- a) “la cantidad o intensidad de pesca”, ¿cuanto pescar?, y
- b) “los métodos de pesca”, ¿a qué tamaño o edad los individuos deberían comenzar a ser capturados?

Los problemas relativos a la cantidad de pesca están relacionados con el control del esfuerzo de pesca o la tasa de explotación, a través de la tasa instantánea de mortalidad por pesca ( $F$ ). La mayoría de los procedimientos de manejo, o las estrategias de explotación, se han diseñado bajo esta premisa (Froese et al. 2008). En la explotación de una población de peces surgen dos tipos de riesgo: i) el riesgo para la pesquería, lo que implica lograr rendimientos por debajo de un

nivel deseable y posible; y ii), el riesgo para el stock, lo que implica que la biomasa caiga por debajo de un nivel que no permita mantener el reclutamiento en un nivel que en promedio permita la sustentabilidad del stock. Este último tiene que ver con evitar la **sobrepesca por reclutamiento**, y que bajo la aproximación precautoria implica adoptar puntos de referencia para  $F$  y la biomasa desovante ( $SSB$ ).

Los problemas relativos a “los métodos de pesca” tienen que ver con encontrar la mejor edad o tamaño de los peces a partir de la cual comenzar a explotar el stock de peces. Este tipo de problema tiene que ver con la distribución de la mortalidad por pesca por edad o tamaño, y tiene que ver con la probabilidad de captura, selectividad, o patrón de explotación en función de la edad o tamaño de los ejemplares que están siendo vulnerados por un arte de pesca. El patrón de explotación es consecuencia de factores asociados con el comportamiento, diseño de los artes de pesca, distribución espacio-temporal de los peces, y experiencia de los pescadores. El objetivo de manejo para este tipo de problemas se ha relegado más bien al diseño de artes de pesca, tal que permitan retener los peces de mayor tamaño o edad y permitir el escape de peces juveniles o inmaduros ([Armstrong et al. 1990](#)). En efecto, a la fecha, el debate acerca de los beneficios potenciales que podrían surgir de la protección de la fracción de peces juveniles o inmaduros no está resuelta. Sin embargo, la tesis que la protección de juveniles inmaduros con el objeto de que lleguen a madurar y desoven alguna una vez ha recibido apoyo por [Vasilakopoulos et al. \(2011\)](#), quienes postulan que cuando la mortalidad por pesca de peces juveniles excede la mitad de la de peces maduros, la situación de varios stocks caen por debajo de los límites precautorios.

En consecuencia, producto de los talleres consultivos como complemento se plantean los siguientes objetivos de manejo e indicadores de desempeño alternativos que deberán ser evaluados por la autoridad:

Tabla 28. Identificación de objetivos de manejo, estrategias de explotación alternativas, objetivo operacional e indicadores de desempeño y de diagnóstico.

Declaración del objetivo de manejo y de conservación	Estrategias de Explotación Alternativas	Objetivo operacional	Indicadores de desempeño y diagnóstico
<p>1) Lograr el uso eficiente de la productividad de los recursos en el largo plazo, resguardando niveles poblacionales que permitan la renovación del stock.</p>	<p>1.1) Tasa de explotación constante para aprovechar eficientemente los pulsos de alta abundancia.</p> <p>1.2) Combinación de tasa de explotación constante en caso que la abundancia sea alta, y la aplicación de una tasa de explotación menor en casos en que la abundancia haya disminuido por debajo del nivel deseable y por sobre un nivel crítico mínimo.</p>	<p>1.1) Aplicar una tasa de mortalidad por pesca objetivo (<math>F_{obj}</math>) que permita lograr que el stock desovante por recluta (SPR) se mantenga en 60% del nivel no explotado (<math>SPR_{obj}</math>), i.e. <math>F_{obj}=F_{60\%}</math>.</p> <p>1.2) Aplicar una tasa de mortalidad por pesca objetivo (<math>F_{obj}</math>) cuando el stock desovante por recluta actual sea mayor o igual a 60% (<math>SPR_{obj}</math>); y aplicar una tasa de mortalidad por pesca reducida linealmente cuando el stock se encuentre entre <math>SPR_{obj}=60\%</math> y el límite <math>SPR_{lim}=30\%</math>, i.e., <math>F^*_{obj} = F_{obj} \times SPR_c / (SPR_{obj} - SPR_{lim})</math>.</p>	<p>1.1.1) Razón entre la mortalidad por pesca actual y la objetivo (<math>F_c/F_{obj}</math>).</p> <p>1.1.2) Razón entre la biomasa desovante por recluta actual y la objetivo (<math>SPR_c/SPR_{obj}</math>).</p> <p>1.1.3) Si la razón (<math>F_c/F_{obj}</math>) y la razón (<math>SPR_c/SPR_{obj}</math>) son igual a 1, y con probabilidad <math>&lt; 0.1</math>, el stock se encuentra en la zona segura.</p> <p>1.2.1) Si (<math>SPR_c/SPR_{obj}</math>) <math>&lt; 1</math> y la razón (<math>SPR_c/SPR_{lim}</math>) <math>&gt; 0.3</math>, el stock está en zona de riesgo.</p> <p>Si se evalúan proyecciones con <math>F_{obj}</math> ó con <math>F^*_{obj}</math>:</p> <p>a) Razón entre la biomasa desovante al termino del periodo de proyección y la biomasa inicial; b) Captura promedio durante el periodo de proyección; y c) CV de la biomasa desovante y de la captura.</p>
<p>2) Lograr que una fracción importante de juveniles sobreviva a la pesca, permitiendo que crezcan y se reproduzcan; y simultáneamente lograr el objetivo anterior.</p>	<p>2.1) Combinar estrategia de explotación constante con escape proporcional de juveniles.</p>	<p>2.1) Aplicar una proporción objetivo (<math>P_{obj}</math>) a la abundancia de juveniles, descontar y aplicar <math>F</math> objetivo (<math>F_{obj}</math>)</p> <p>2.2) Usar un cantidad fija de</p>	<p>2.1.1) Razón entre la mortalidad por pesca actual y la objetivo (<math>F_c/F_{obj}</math>).</p> <p>2.1.2) Razón entre la biomasa</p>

Declaración del objetivo de manejo y de conservación	Estrategias de Explotación Alternativas	Objetivo operacional	Indicadores de desempeño y diagnóstico
	<p>2.2) Combinar estrategia de explotación constante con escape constante de juveniles.</p> <p>2.3) Combinar estrategia de explotación constante para juveniles.</p>	<p>abundancia de juveniles, descontar y aplicar mortalidad por pesca objetivo (<math>F_{obj}</math>).</p> <p>2.3) Aplicar una tasa de mortalidad por pesca constante que permita una supervivencia de 50% en número de juveniles, desde que recluta hasta la edad de 50% de maduración.</p>	<p>desovante por recluta actual y la objetivo (<math>SPR_c/SPR_{obj}</math>)</p> <p>2.1.3) Si la razón (<math>F_c/F_{obj}</math>) y la razón (<math>SPR_c/SPR_{obj}</math>) son igual a 1, y con probabilidad <math>&lt; 0.1</math>, el stock se encuentra en la zona segura.</p> <p>2.2.1) Idem caso anterior</p> <p>2.3.1) Razón entre la mortalidad por pesca actual y la objetivo basada en sobrevivencia de juveniles.</p>
<p>3) Lograr el uso eficiente de la productividad de los recursos en el largo plazo, resguardando niveles poblacionales que permitan la renovación del stock; y simultáneamente resguarde la especie con más riesgo bajo un enfoque de pesquería mixta.</p>	<p>3.1) Tasa de explotación constante para ambas especies, tal que permita aprovechar los pulsos de abundancia y resguardar a la especie de menor abundancia.</p>	<p>3.1) Investigar cómo aplicar los criterios de conservación</p>	<p>3.1) Investigar cómo aplicar los criterios de conservación</p>

#### 5.4.3. SOBRE LA EVALUACIÓN DE LA ESTRATEGIAS DE EXPLOTACIÓN ACTUAL

Los resultados del proyecto son bastante auspiciosos en términos del desempeño del sistema de manejo actual, ya que permite vislumbrar que el objetivo de manejo establecido por Subsecretaría de Pesca es viable; esto es “lograr un aprovechamiento eficiente de la biomasa del stock en el largo plazo”. Esta viabilidad, sin embargo, implica aplicar una tasa de mortalidad baja (F60%) que permita: acumular biomasa desovante, minimizar la variabilidad de las capturas, y lograr capturas promedio marginalmente más bajas. Esta conclusión, sin embargo, es parcial ya que el sistema de manejo actual no considera explícitamente la interacción que ocurre por la co-ocurrencia espacial y temporal de ambas especies en la zona de pesca. En este contexto, no se ha evaluado un sistema de pesquería mixta, ni los efectos asociados con la problemática operacional (ver Tabla 28, punto 3).

Desde el punto de vista biológico, ambas especies presentan una dinámica similar en términos de su co-ocurrencia espacio-temporal, compartiendo características biológicas similares: (a) rápido crecimiento corporal, con oscilaciones estacionales en la tasa de crecimiento; (b) una tasa de mortalidad natural relativamente alta; (b) similar estrategia reproductiva; (c) el área y época de desove, así como la época de reclutamiento coinciden espacio-temporalmente, compartiendo un hábitat similar; y (d), pueden conformar cardúmenes y agregaciones mixtas (Cubillos et al. 2001, Cubillos et al. 2002, Castillo et al. 2004, Gerlotto et al. 2004; Cubillos et al. 2007; Castillo-Jordán et al. 2007).

Estas características determinan un problema operacional de la actividad pesquera, que consiste en lo siguiente: (a) para los pescadores no es posible saber que especie se va a vulnerar antes de realizar un lance de pesca, ni la proporción relativa de una u otra especie en una zona de pesca; (b) cuando se agota la cuota asignada a una de las especies, los pescadores quedan imposibilitados de seguir operando sobre la otra especie; y (c), la explotación de la especie más dominante (abundante o disponible) en un momento dado, podría generar consecuencias no deseadas para la especie menos abundante. Asimismo, la explotación de la especie más abundante o disponible podría determinar una sub-utilización de la especie menos abundante, ya que al completarse la cuota de la primera se detiene la explotación de la menos abundante aún

cuando falte cuota por completar en esta última especie. Lo anterior constituye un problema de interacción tecnológica importante, sin dejar de considerar probables interacciones ecológicas entre las especies.

El enfoque de asesoramiento y consejo técnico de varios centros de investigación alrededor del mundo generalmente se realiza sobre la base mono-específica, stock por stock. Se reconoce que tal enfoque puede llegar a ser potencialmente problemático para el manejo cuando se presentan interacciones tecnológicas, es decir cuando más de una especie es capturada en la misma área y cuando diferentes flotas y artes de pesca capturan una proporción diferente de las distintas especies. Esta definición cae en lo que se denomina un stock múltiple o una pesquería mixta. En tal sentido, cuando existe un esquema de administración por cuotas de captura por especies y cuando se ignoran los aspectos relacionados con la mezcla de especies de una pesquería, podría ocurrir que la cuota de una especie sea agotada tempranamente durante la temporada de pesca, pero la flota continuará capturando esa especie porque aún queda cuota disponible de otras especies en la pesquería. Como consecuencia, la cuota de la primera especie no será efectiva en restringir la mortalidad por pesca aplicada sobre dicha especie. Asimismo, el asesoramiento técnico podría recomendar la protección de un stock y podría ocurrir una pérdida importante de oportunidades de pesca sobre otros stocks que se encuentran en una situación más favorable.

Problemas operacionales similares han sido descritos para la pesquería de cerco de anchoveta (*Engraulis encrasicolus*, antes *E. capensis*) y juveniles de sardina (*Sardinops sagax*) en Sud-África (Geromont et al. 1999, De Oliveira 2003, De Oliveira y Butterworth 2004), mientras que en otras pesquerías son importantes las decisiones de los pescadores en vulnerar una u otra especie (e.g. Salas et al., 2004), o especies co-ocurrentes a través del “by-catch” (e.g. Spencer et al., 2002). A su vez, se postula que en el manejo de pesquerías constituidas por un stock múltiple las tasas de explotación óptimas varían entre stocks debido a variaciones en los parámetros de la relación stock-recluta. Cuando múltiples stocks son explotados en un mismo lugar y época, esta variación implica que el rendimiento máximo de la pesquería mixta será menor que los rendimientos máximos de los stocks simples combinados (Paulik et al. 1967 *fide* Parkinson et al. 2004).

En Septiembre de 2003, se desarrolló la Conferencia Científica Anual del ICES y bajo el Tema V se analizó el tópico “Mixed and Multi-stock Fisheries” (Kell et al. 2004), analizándose varias aproximaciones al problema. En particular, Vinther et al. (2004) proponen una aproximación metodológica que toma en cuenta el asesoramiento basado en la aproximación mono-específica para cada especie que participa en una pesquería, para luego resolver el consejo técnico en predicciones consistentes con prioridades específicas para cada stock (MTAC). La aproximación tiene la potencialidad de ser adecuada para los propósitos del caso de la pesquería de sardina común y anchoveta. Sin embargo, otras aproximaciones también son posibles dependiendo del procedimiento de manejo utilizado y los objetivos de conservación, y de las decisiones o reglas administrativas. Además, recientemente Ulrich et al. (2011) indica que MTAC no es lo suficientemente robusta y lo suficientemente flexible en la práctica como para que llegue a ser una herramienta operacional. Los intentos para conciliar los problemas de mezcla de especies deben ser simples, sobre la base de datos disponibles, y suficientemente flexibles para que logren satisfacer un amplio rango de casos de pesquerías mezcladas.

Se destaca que si esos intentos se formulan a la forma de una regla de control, el trabajo aquí desarrollado podría servir de base para lograr evaluar procedimientos de manejo que contemplen la interacción entre especies. Sin embargo, a la fecha no existe un marco legal ni administrativo que permita establecer las reglas de control ya que la Ley de Pesca permite la acción sobre la base de unidades de pesquería claramente identificables.

Por otra parte, al considerar que “sincronizar el ciclo biológico con la operación” a través de vedas adaptativa fue uno de los temas que emerge de la consulta a los Usuarios, el diseño asociado con este tipo de regulación es otro de los aspectos que pueden perfectamente ser evaluados con el modelo operativo aquí implementado.

#### *5.4.3. SOBRE LA ESTRATEGIA DE EXPLOTACIÓN EMPÍRICA*

Punt (2010) indica que muchas estrategias de explotación se sustentan en puntos biológicos de referencia, los cuales están basados en modelos. Es decir, se utiliza un modelo de evaluación de

stock para aplicar la estrategia de explotación. Sin embargo, no es necesario que sean modelo-basado ya que muchas reglas de control se han establecido empíricamente, adoptadas e implementadas como el caso de la sardina y anchoveta en Sudafrica, la langosta *Jasus edwardsii* en Nueva Zelandia, y las pesquerías “southeast scalefish and shark fishery (SSSF)” en Australia (Little et al. 2011). Estas reglas de control empíricas usualmente se aplican en casos en que se requiere una reacción rápida a cambios importantes de abundancia, o bien en situación donde los datos son limitados, pero con a lo menos una serie de tiempo de algún índice de abundancia evaluado a través de cruceros o de la pesquería, i.e., CPUE.

En este proyecto se adaptó una regla de control empírica y se basa en recoger la historia de las capturas, y utilizar la captura promedio esperada como objetivo de largo plazo mientras las dos evaluaciones acústicas nos dan una idea de la abundancia media que es consistente interanualmente. El objetivo de manejo es lograr una captura promedio de 300 mil toneladas para cada especie en el largo plazo, con una expectativa anual de un máximo de 600 mil toneladas conjuntas y castigando a la especie mas abundante cuando la suma de las capturas sea menor a 600 mil toneladas. Los valores se obtuvieron a partir del desempeño histórico de la pesquería en el periodo 1990-2007. Desde el punto de vista de la dinámica, se esperaría que en el largo plazo la productividad del recurso se equilibraría con las remociones, generando un excedente de producción que en promedio sería de 300 mil toneladas por especie. Operacionalmente, el cálculo de las cuotas se basaría en el desempeño de la evaluación acústica respecto del nivel promedio, el cual se actualiza cada año con cada nueva evaluación.

Al evaluar la regla de control empírica, uno de los resultados que se deben consideran es que la probabilidad de colapso fue frecuente ( $> 0.7$ ) al imponer capturas futuras de 600 mil t en promedio por especie, mientras que en caso de capturas de 300 mil t la probabilidad es menor a 20%. En otras palabras dada la variabilidad del reclutamiento, se debe considerar cuotas de capturas fluctúen alrededor de 300 mil toneladas como una de las opciones viables.



#### 5.4.4. SOBRE EL ENFOQUE DEL PROYECTO

El enfoque de este Proyecto está plasmado en su Objetivo General: *Evaluar estrategias de explotación de peces pelágicos pequeños sobre la base de la magnitud del reclutamiento anual en la zona centro-sur.* Para materializar este objetivo los TBR señalaron tres acciones específicas:

- *Identificar los objetivos de manejo y representar éstos en función de un conjunto de indicadores de desempeño para la pesquería de pelágicos pequeños de la zona centro-sur.*
- *Identificar estrategias de explotación alternativas, y establecer un modelo operativo básico y su condicionamiento, con variantes que permitan tomar en cuenta la incertidumbre.*
- *Evaluar estrategias de manejo alternativas, ya sea basada en modelos o indicadores de situación de los recursos, para recomendar capturas biológicamente aceptables.*

Para abordar la situación planteada en los TBR se propuso establecer un Procedimiento de Evaluación de Estrategias de Explotación, y que consistió en establecer una formulación tal que permitiese calcular una captura biológicamente aceptable, sobre la base de datos pre-establecidos y que están siendo monitoreados. Este planteamiento, las razones para hacerlo y sus ventajas, la forma cómo hacerlo y la tecnología para ello, están bien documentadas en el Proyecto, en base a la literatura científica que lo respalda. Sin embargo esta misma literatura destaca que la evaluación de estrategias de explotación o de procedimientos de manejo surgió como una forma de dirimir los conflictos que se producían entre los usuarios por lograr mejores cuotas de pesca. En la literatura científica se ha estado profundizando en los métodos y procedimientos para diseñar mejores procedimientos de manejo. Esto, desde que lo inició el Comité Científico de la Comisión Internacional de la Ballena a fines de 1980, siempre prevaleció **el lado técnico de la ecuación**, en desmedro del **lado de los Usuarios**. Sólo en años recientes se ha reconocido la importancia de los Stakeholders en la solución de los problemas pesqueros. Y en este sentido ([Butterworth y Punt, 1999](#); [Claytor, 2000](#)) han señalado entre otras cosas, que:

- se requiere más interacción con los decisores,
- los científicos, la industria y quienes toman decisiones relacionadas con los PM, deben involucrarse más para que sus puntos de vista sean considerados.

- se requiere más interacción con los decisores para que éstos puedan aprender los beneficios que reporta el PM, en términos de costo-efectividad, en comparación con la evaluación anual tradicional.

Recientemente ([Punt, 2006](#)) ha puntualizado con énfasis porqué los Procedimientos de Manejo (PM) no se han adoptado más extensamente. Entre otras cosas plantea que:

- La evaluación de la mayoría de los Procedimientos de Manejo (PM) consideran el desempeño futuro a 10-25 años (100 años en el caso de las ballenas barbadas).
- El periodo que se proyecta excede considerablemente la ocupación del cargo por parte de los decisores.
- Muchos políticos tienen muy pocos incentivos para tomar decisiones, cuyos beneficios se verán mucho después que cesen en sus cargos.
- Hay igualmente una tendencia a evitar la adopción de Procedimientos de Manejo (PM) que conduzcan en el corto plazo a una reducción en las capturas.
- Otro aspecto relacionado con lo anterior es que los cambios de Gobierno pueden conducir a cambios en los objetivos de manejo, y
- Esto podría conducir a que se recomendase ignorar los PM porque los objetivos sobre los cuales se fundamentó el PM no refleja los objetivos del gobierno de turno en el poder.
- Los programas de computación que se necesitan para evaluar un PM pueden ser de muchos órdenes de magnitud en comparación con los que se necesitan para implementar el PM mismo. Esta complejidad está compuesta por una carencia de modeladores de población en la mayoría de las agencias de gobierno,
- Finalmente, la habilidad para comunicarse efectivamente con un amplio rango de Stakeholders y el tiempo que se requiere para iterar con ellos respecto a procedimientos de manejo y selección de los mismos, es uno de los desafíos que deben enfrentar los científicos a los cuales se les ha encomendado asesorar acerca de PM potenciales.

Las observaciones de ([Butterworth y Punt, 1999](#); [Claytor, 2000](#)) y en especial las más recientes de ([Punt, 2006](#)) fueron experimentadas durante el desarrollo del Proyecto 2008-22 pero con una ventaja que es la siguiente.

La Subsecretaría de Pesca en el 2007 comenzó a impulsar la inclusión de los Stakeholders en los proyectos FIP planteando objetivos que debían ser desarrollados por los Usuarios<sup>3</sup> lo cual generó una plataforma de confianza y de trabajo que se tradujo en una experiencia de terreno que capitalizó el FIP 2008-22. Por esta razón cuando los asistentes al primer Taller metodológico, que se realizó el 6 de marzo de 2009 en las dependencias de la Subsecretaría de Pesca, consideraron que a través de reuniones consultivas ampliadas se podrían lograr los siguientes objetivos: **Primero, focalizar y concentrar el esfuerzo en tratar de evaluar el procedimiento de manejo actual, y Segundo, involucrar a los usuarios en tratar de identificar los problemas-clave que incidían en el manejo de la pesquería.** Esta última decisión no sólo avaló el cambio paradigmático iniciado el 2007 por Subpesca con el Proyecto FIP 2007-29 sino que también permitió que la experiencia acumulada coadyuvase a sortear muchos obstáculos e imprevistos que se le atravesaron al 2008-22, como por ejemplo el Tsunami que devastó la Región. El Taller de difusión demostró que pese a todos los inconvenientes, tanto la industria como los artesanales tenían claridad acerca de qué era lo que había que hacer: por un lado el gobierno en ejercicio debía mostrar más voluntad política para realizar los cambios que requería la PPP y por otro que Subpesca debía instrumentar una instancia de comunicación más directa con los Usuarios, que no es precisamente la que existe actualmente.

Las implicaciones del primer Taller metodológico y el último de difusión conducen entonces a recomendar a Subpesca la creación de Grupos Stakeholders Ad Hoc que le sirvan de asesor en cada pesquería, al igual que lo hacen los Comités Científicos. De esa forma Subpesca fortalecería su Capacidad de Gestión y mejoraría la gobernabilidad de la PPP.

Tal como se expresó anteriormente. *Existen **dos formas distintas de trabajo.** Una que tiene que ver con las metodologías de diseño de **primera generación**, propias del método científico, que trabaja con hipótesis (el universo). Subpesca ya lo tiene a través de los Comités Científicos. Pero le falta la otra, que tiene relación con metodologías de **segunda generación** propias de los Grupos Ad Hoc, que diseñan en forma participativa (el multiverso). Subpesca no tiene los Grupos Stakeholders.*

---

<sup>3</sup> Ver [www.FIP.cl](http://www.FIP.cl) Proyecto FIP 2007-29

Este último punto es importante porque a la luz de los tropiezos que se han tenido con los Stakeholders en las pesquerías de otros países no vale la pena transitar en Chile por las mismas rutas. Es precisamente el cambio de paradigma en la forma de trabajar el que está en juego en los proyectos FIP de Subpesca. Por ello en el FIP 2008-22 se utilizó un enfoque multimetodológico, subsumido en el modo de pensar, para poder mezclar y armonizar los resultados de los Modeladores y los de los Stakeholders. Es precisamente a través de la percepción de los problemas que visualizaban los Stakeholders en relación al Sistema de Explotación que se intentaría colegir estrategias de manejo diferentes a las vigentes y otros elementos que coadyuvasen al mejoramiento del actual Sistema de Explotación en la PPP. Como por ejemplo la articulación tecno-política del Procedimiento de Manejo (PM).

Los resultados están a la vista. Tanto los Modeladores como los Usuarios (Stakeholders) coincidieron en una regla de decisión a través de diferentes análisis y lenguajes: **Hay que acoplar el ciclo operativo de la flota con el ciclo biológico de los recursos.**

De igual manera los modeladores plantearon que era posible: **diseñar la regulación de la actividad pesquera en función del tamaño de los individuos** y los Stakeholders sostuvieron que: **hay 3 problemas-clave (Pn11, P41 y P35) que Subpesca debe abordar para generar gobernabilidad en la PPP.**

No existe claridad y queda por resolver: ¿Cómo pueden llevarse a la práctica las 600 mil toneladas por recurso (sardina y anchoveta) inferidas por el modelaje de simulación?; y, ¿Cómo incorporar a los Stakeholders en el proceso de generación del PM?.

## 6. CONCLUSIONES

- El objetivo de manejo de las pesquerías de pelágicos pequeños, que guía las acciones de Subsecretaría de Pesca, es: **“Utilizar eficientemente la productividad de estos recursos, permitiendo resguardar niveles de biomasa desovante que permitan la renovación del stock”**. En esta declaración se identifica el objetivo de manejo “utilizar eficientemente la productividad de los pelágicos pequeños”, y el objetivo de conservación “resguardar niveles de biomasa desovante que permitan la renovación del stock”.
- El análisis participativo de los usuarios de la pesquería (pescadores artesanales e industriales, institucionales, e investigadores) indica que es muy importante sincronizar la operación de pesca con el ciclo biológico de los recursos, lo que implica que para los usuarios el objetivo de manejo debe compatibilizar también **“lograr que una fracción importante de juveniles que recluta sobreviva a la pesca, permitiéndoles crecer y llegar a reproducirse”**.
- La estrategia de explotación actual consiste en la aplicación de una tasa de explotación constante, la cual permitiría aprovechar los pulsos de alta abundancia. Operacionalmente, esta estrategia se implementa utilizando una tasa de mortalidad por pesca objetivo que permitiría reducir la biomasa desovante por recluta a un nivel de 60% del nivel no explotado.
- La evaluación de la estrategia de explotación anterior, como mortalidad por pesca objetivo (F60%), produjo el mejor desempeño; particularmente en términos de lograr aumentos de biomasa, y menor variabilidad interanual de las capturas.
- La estrategia de explotación constante que considera la aplicación de una tasa de mortalidad por pesca que permitiría reducir la biomasa desovante a 40% del nivel no explotado (i.e., F40%), debería adoptarse como una mortalidad por pesca límite ya que tuvo el peor desempeño.
- Se identifican tres estrategias de explotación alternativas que podrían ser evaluadas en futuros estudios, atendiendo a los objetivos de manejo alternativos que se identificaron

en términos de la importancia que los usuarios le otorgan al resguardo de juveniles como a la mezcla de especies. La primera estrategia de explotación alternativa que se recomienda consiste en combinar la aplicación de una tasa de explotación constante con la definición de un umbral o nivel crítico, tal que permita reducir la tasa de explotación en casos en que la abundancia disminuya por debajo del nivel deseado de explotación. La segunda estrategia de explotación alternativa consiste en combinar una estrategia de explotación constante con un escape de juveniles, ya sea proporcional o fijo. La tercera estrategia de explotación asume que la mezcla de especie puede generar eventos no deseados para los recursos, en particular cuando el estatus de una de las especies sea de baja abundancia. En este caso, se recomienda investigar cómo aplicar criterios de conservación.

- Una regla de control empírica que pretende lograr capturas promedio de 300 mil toneladas por especie, y 600 mil toneladas en conjunto; tuvo un buen desempeño pero con alta variabilidad interanual ya que dependería de las evaluaciones acústicas de verano (RECLAS) y de otoño (PELACES).
- El desarrollo del proyecto, permitió generar una base de modelo operacional que puede ser empleado en la evaluación de otras estrategias de explotación.

## 7. REFERENCIAS

- Aguayo, M. and Soto, S. 1978. Edad y crecimiento de la sardina común (*Clupea (Strangomera) bentincki*) en Coquimbo y Talcahuano. Investigación Pesquera, Instituto de Fomento Pesquero Chile. 28:55.
- Alverson, D.L., Carney, M.J. 1975. A graphic review of the growth and decay of population cohorts. Journal du Conseil - Conseil International pour l'Exploration de la Mer 36: 133-143.
- Arancibia, H., L. Cubillos, J. Remaggi y R. Alarcón. 1994. Determinación de la talla de madurez sexual y fecundidad parcial en la sardina común, *Strangomera bentincki* (Norman, 1936), del área de Talcahuano, Chile. Biología Pesquera Nº 23:11-17.
- Arcos DF, Cubillos LA, Núñez SP (2001) The jack mackerel fishery and El Niño 1997-98 effects off Chile. Progress in Oceanography 49: 597-617.
- Armstrong, D. W., Ferro, R. S. T., MacLennan, D. N., and Reeves, S. A. 1990. Gear selectivity and the conservation of fish. Journal of Fish Biology, 37: 261–262.
- Arrizaga, A. 1981. Nuevos antecedentes biológicos para la sardina común, *Clupea (Strangomera) bentincki* Norman 1936. Bol. Soc. Biol. Concepción, 52: 5-66.
- Atkinson, L.P., Valle-Levinson, A., Figueroa, D., De Pol-Holz, R., Gallardo, V.A., Schneider, W., Blanco, J.L., Schmidt, M. 2002. Oceanographic observations in Chilean coastal waters between Valdivia and Concepción. Journal of Geophysical Research, 107(C7), 10.1029/2001JC000991.
- Barría, P., A. Zuleta & R. Gili. 1998. Bases biológicas para prevenir la sobreexplotación de sardina común y anchoveta. Informe Final, FIP-IT/96/12: 84 pp.
- Barría, P., Böhm, M.G., Aranís, A., Gili, R., Donoso, M., Rosales, S. 1999. Evaluación indirecta y análisis de la variabilidad del crecimiento de sardina común y anchoveta en la zona centro-sur. Informe Final, FIP-IT/97/10: 117 pp + anexos.

- Bergh, M.O., Butterworth, D.S., 1987. Towards rational harvesting of the South African anchovy considering survey imprecision and recruitment variability. In: Payne, A.I.L., Gulland, J.A., Brink, K.H. (Eds.), *The Benguela and Comparable Ecosystems*. S. Afr. J. Mar. Sci. 5, 937–951.
- Butterworth, D.S., Bergh, M.O., 1993. The development of a management procedure for the South African anchovy resource. In: Smith, S.J., Hunt, J.J., Rivard, D. (Eds.), *Risk Evaluation and Biological Reference Points for Fisheries Management*. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 120, 83–99.
- Butterworth, D.S., Cochrane, K.L., De Oliveira, J.A.A., 1997. Management procedures: a better way to manage fisheries? The South African experience. In: Pikitch, E.K., Huppert, D.D., Sissenwine, M.P. (Eds.), *Global Trends: Fisheries Management*. Am. Fish. Soc. Symp. 20, 83–90.
- Butterworth, D.S., Punt, A.E., 1999. Experiences in the evaluation and interpretation of management procedures. In: Payne, A.I.L. (Ed.), *Confronting Uncertainty in the Evaluation and Implementation of Fisheries-Management Systems*. ICES J. Mar. Sci. 56, 985–998.
- Butterworth, D.S., 2007. Why a management procedure approach? Some positives and negatives. ICES J. Mar. Sci. 64, 613–617.
- Castillo, J., Barbieri, M.A., Espejo, M., Catasti, V., 2000. Evaluación de la biomasa y distribución espacial de anchoveta y sardina común. Primavera 1999. En: FIP 99-13 Evaluación acústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur de Chile. Informes Técnicos FIP – IT/99-13, 138 p.
- Castillo, J., Barbieri, M.A., Espejo, M., Catasti, V., 2001. Evaluación acústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur, año 2000. Informe Final FIP 2000-09. Informes Técnicos FIP – IT/2000-09, 151 p.
- Castillo, J., Barbieri, M.A., Espejo, M., Saavedra, A., Catasti, V., Núñez, S., Ortiz, J., Barría, P., Arrigada, G., Braun, M., Galindo, G. 2002a. Evaluación Hidroacústica del stock desovante de anchoveta y sardina común, Centro-Sur, 2001 Proyecto FIP N° 2001-14.



- Castillo, J., Barbieri, M.A., Espejo, M., Saavedra, A. Catasti, V., Núñez, S., Ortiz, J., Barría, P. Arrigada, G., Braun, M., Galindo, G. 2002b. Evaluación acústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común, centro-Sur, 2001-2002 Proyecto FIP Nº 2001-13.
- Castillo, J., Saavedra, A., Gálvez, P., Barría, P., Espejo, M., Barbieri, M.A.. 2004. Evaluación acústica biomasa, abundancia, distribución espacial y caracterización de cardúmenes. En: Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2003. Preinforme final FIP 2003-08.
- Castillo J., A. Saavedra, P. Gálvez, M. Espejo, M. Barbieri, S. Nuñez, J. Ortiz, S. Brito, R. Gili, H. Rebolledo, L. Cubillos y L. Bustos. 2005. Evaluación Hidroacústica Reclutamiento anchoveta y sardina común entre V y X Regiones, 2004. Informe Final Proyecto FIP 2004-05. IFOP. 481 pp.+Figuras y Anexos.
- Castillo, J., E. Molina, F. Leiva, S. Núñez, S. Vásquez, E. Navarro. 2008. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2008. Informe de Avance proyecto FIP 2007-04, 62 p+anexos Inst. Fom. Pesq. Valparaíso, Chile.
- Castillo-Jordán, C., Cubillos, L.A., Paramo, J. 2007. The spawning spatial structure of two co-occurring small pelagic fish off central southern Chile in 2005. Aquatic Living Resources 20, 77-84.
- Castillo-Jordán C., Cubillos L.A, Navarro E. 2010. Inter-cohort growth rate changes of common sardine (*Strangomera bentincki*) and their relationship with environmental conditions off central southern Chile. Fish. Res. 105, 228-236.
- Churchman, W. 1971. The design of Inquiring systems: Basic Concepts of Systems and Organizations. New York. Basic Books.
- Claytor, R. R. 2000. Conflict resolution in fisheries management using decision rules: an example using a mixed-stock Atlantic Canadian herring fishery. ICES Journal of Marine Science, 57:1110-1127
- Cochrane, K. L. (ed) A fishery manager's guidebook. Management measures and their application. FAO Fisheries Technical Paper. No. 424. Rome, FAO. 2002. 231p.

- Cubillos, L., Arancibia, H. 1993. On the seasonal growth of common sardine (*Strangomera bentincki*) and anchovy (*Engraulis ringens*) off Talcahuano, Chile. Rev. Biol. Mar. (Valparaíso) 28(1), 43-49.
- Cubillos, L., Bucarey, D., Canales, M., Sobarzo, M., Vilugrón, L. 1998. Evaluación indirecta del stock de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur. Proyecto Fondo de Investigación Pesquera, FIP 1996-10. p 258.
- Cubillos, L., S. Núñez y D. Arcos. 1998a. Producción primaria requerida para sustentar el desembarque de peces pelágicos en Chile. Revista Investigaciones Marinas, Valparaíso, 26:83-96.
- Cubillos, L., Canales, M., Hernández, A., Bucarey, D., Vilugrón, L., Miranda, L. 1998b. Poder de pesca, esfuerzo de pesca y cambios estacionales e interanuales en la abundancia relativa de *Strangomera bentincki* y *Engraulis ringens* en el área frente a Talcahuano, Chile (1990-97). Invest. Mar., Valparaíso 26, 3-14.
- Cubillos, L., Canales, M., Bucarey, D., Rojas, A., Alarcón, R. 1999. Epoca reproductiva y talla media de primera madurez sexual de *Strangomera bentincki* y *Engraulis ringens* en la zona centro-sur de Chile en el período 1993-1997. Invest. Mar. Valparaíso 27, 73-86.
- Cubillos, L. 1999. Estrategia reproductiva, crecimiento y reclutamiento de *Strangomera bentincki* (Norman, 1936) en el sistema de la zona centro-sur de Chile. Tesis Magister en Ciencias (Oceanografía), Escuela de Graduados, Universidad de Concepción, 180 p.
- Cubillos, L.A., Arcos, D.F., Bucarey, D.A., and Canales, M. 2001. Seasonal growth of small pelagic fish off Talcahuano (37°S-73°W), Chile: a consequence of their reproductive strategy to seasonal upwelling?. Aquatic Living Resources 14(2): 115-124.
- Cubillos, L.A., Bucarey, D.A., Canales, M., 2002. Monthly abundance estimation for common sardine *Strangomera bentincki* and anchovy *Engraulis ringens* in the central-southern area off Chile (34-40°S). Fish. Res. 57, 117-130.
- Cubillos, L.A., Ruiz, P., Claramunt, G., Gacitúa, S., Núñez, S., Castro, L.R., Riquelme, K., Alarcón, C., Oyarzún, C., y Sepúlveda, A., 2007. Spawning, daily egg production, and spawning stock

biomass estimation for common sardine (*Strangomera bentincki*) and anchovy (*Engraulis ringens*) off central southern Chile in 2002. *Fisheries Research* 86:228-240.

Cubillos LA, Claramunt G. 2009. Length-structured analysis of the reproductive season of anchovy and common sardine off central southern Chile. *Marine Biology* 156: 1673-1680.

Cubillos, L., Castro, L., Claramunt, G. 2009. Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur, año 2008. Informe Final FIP 2008-09.

Cury, P. 1994. Obstinate nature: an ecology of individuals: thoughts on reproductive behavior and biodiversity. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 51: 1.664-1.673.

De Oliveira J. A. A. The development and implementation of a joint management procedure for the South African pilchard and anchovy resources. 2003. PhD thesis, University of Cape Town. [iv] + 319 pp.

De Oliveira, J.A.A., Butterworth, D.S., 2004. Developing and refining a joint management procedure for the multispecies South African pelagic fishery. *ICES J. Mar. Sci.* 61, 1432–1442.

De Oliveira, J.A.A., Butterworth, D.S., Johnston, S.J., 1998b. Progress and problems in the application of management procedures to South Africa's major fisheries. In: Funk, F., Quinn II, T.J., Heifetz, J., Ianelli, J.N., Powers, J.E., Schweigert, J.F., Sullivan, P.J., Zhang, C.I. (Eds.), *Fishery Stock Assessment Models*. Alaska Sea Grant College Program Report No. AK-SG-98-01, University of Alaska Fairbanks, pp. 513–530.

De Oliveira, J.A.A., Butterworth, D.S., Roel, B.A., Cochrane, K.L., Brown, J.P., 1998a. The application of a management procedure to regulate the directed and bycatch fishery of South African sardine *Sardinops sagax*. In: Pillar, S.C., Moloney, C.L., Payne, A.I.L., Shillington, F.A. (Eds.), *Benguela Dynamics*. *S. Afr. J. Mar. Sci.* 19, 449–469.

FAO. 1995 Código de conducta para la pesca responsable. Roma, FAO. 46p.

Feltrim, M. & Ernst, B. 2010. Inter-cohort growth variability and its implication for fishery management of the common sardine (*Strangomera bentincki*) stock off the coast of south-central Chile. *Fisheries Research*, Volume 106, Issue 3, 368-377

- Ferrada, S., K. Hernández, R. Montoya & R. Galleguillos. 2002. Estudio poblacional del recurso anchoveta (*Engraulis ringens* Jenyns 1842) (Clupeiformes, Engraulidae), mediante análisis de ADN. *Gayana* 66(2): 243-248.
- Froese, R., Stern-Pirlot, A., Winker, H., and Gascuel, D. 2008. Size matters: how single-species management can contribute to ecosystem-based fisheries management. *Fisheries Research*, 92: 231 – 241.
- Galleguillos, R., Troncoso, L., Monsalve, J., Oyarzún, C. 1997. Diferenciación poblacional en la sardina chilena *Strangomera bentincki* (Pisces:Clupeidae): análisis genético de variabilidad proteínica. *Revista Chilena de Historia Natural* 70, 351-361.
- Galleguillos, R., J. Chong, C. Oyarzun, M. Oliva & R. Roa. 1996. Unidades de stocks en los recursos sardina común y anchoveta de la zona centro-sur de Chile. FIP N° 94-20.
- Gatica, C., Arteaga M., Giacaman M.J., & Ruiz, P. 2007. Tendencias en la biomasa de sardina común (*Strangomera bentincki*) y anchoveta (*Engraulis ringens*) en la zona centro-sur de Chile, entre 1991 y 2005. *Invest. Mar*, 35(1):13-24.
- Gerlotto, F., Castillo, J., Saavedra, A., Barbieri, M. A., Espejo, M., and Cotel, P. 2004. Three-dimensional structure and avoidance behaviour of anchovy and common sardine schools in central southern Chile. *ICES Journal of Marine Science*, 61: 1120– 1127.
- Geromont, H.F., De Oliveira, J.A.A., Johnston, S.J., Cunningham, C.L., 1999. Development and application of management procedures for fisheries in southern Africa. *ICES J. Mar. Sci.* 56, 952–966.
- Hilborn, R. y C. Walters. 1992. *Quantitative fisheries stock assessment: Choice, dynamics and uncertainty*. Routledge, Chapman y Hall, New York, 570 pp.
- Hoening, J.M. 1983. Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. *Fishery Bulletin* 82: 898-902.
- Kell, L.T, Crozier, W.W., Legault, C., 2004. Mixed and multi-stock fisheries: introduction. *ICES J. Mar. Sci.*, 61:1330.

- Little, L.R., Wayte, S.E., Tuck, G.N., Smith, A.D.M., Klaer, N., Haddon, M., Punt, A.E., Thomson, R., Day, J., Fuller, M. 2011. Development and evaluation of a cpue-based harvest control rule for the southern and eastern scalefish and shark fishery of Australia. ICES J. Mar. Sci. doi:10.1093/icesjms/fsr019
- MacDonald, P.D.M., Pitcher, T.J. 1979. Age groups from size-frequency data: a versatile and efficient method for analyzing distribution mixtures. J. Fish. Res. Board Can. 36, 987-1001.
- Matus, C. 2000. Teoría del Juego Social. Fondo Editorial Altadir. Caracas, Venezuela.
- Matus, C. 1980. Planificación de Situaciones. FCE. México DF, México.
- Matus, C. 1989. Política, Planificación y Gobierno. Fundación Altadir-ILPES-OPS. Caracas, Venezuela.
- Matus, C. 1997. Los Tres Cinturones de Gobierno. Fondo Editorial Altadir. Caracas, Venezuela.
- McAllister, M.K., Starr, P.J., Restrepo, V.R., Kirkwood, G.P., 1999. Formulating quantitative methods to evaluate fishery-management systems: what fishery processes should be modelled and what trade-offs should be made? In: Payne, A.I.L. (Ed.), Confronting Uncertainty in the Evaluation and Implementation of Fisheries-Management Systems. ICES J. Mar. Sci. 56, 900–916.
- Mingers, J. 1995. Self-Producing Systems: Implications and Applications of Autopoiesis. Plenum Press
- Motos, L., Wilson, D.C. 2006. The knowledge base for fisheries management. Developments in Aquaculture and Fisheries Science – 36, Elsevier.
- Mujica, A., Rojas, O. 1984. Fecundidad y estructura poblacional de sardine común (*Clupea bentincki* Norman). Invest. Pesqu. (Chile) 31:59-70.
- Olsen, A. S. 1982. Group planning and problem solving methods in engineering management. John Wiley & Sons. New York

- Parkinson, E.A. Post, J.R., Cox, S.P., 2004. Linking the dynamics of harvest effort to recruitment dynamics in a multistock, spatially structured fishery. *Canadian Journal of Fishery and Aquatic Science*, 61: 1658–1670.
- Paulik, G.J., Hourston, A.S., and Larkin, P.A. 1967. Exploitation of multiple stocks by a common fishery. *J. Fish. Res. Board Can.*, 24: 2527–2537.
- Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. Int. Explor. Mer* 39(2):175-192.
- Pauly, D. and G. Gaschütz. 1979. A simple method for fitting oscillating length growth data, with a program for pocket calculators. *I.C.E.S. CM 1979/6:24*. Demersal Fish Cttee, 26 p.
- Punt, A.E., 2006. The FAO Precautionary Approach after almost 10 years: have we progressed towards implementing simulation-tested feedback-control management systems for fisheries management? *Nat. Resour. Model.* 19(4), 441–464.
- Punt, A.E. 2010. Harvest control rules and fisheries Management. In: Grafton, R.Q., Hilborn, R., Squires, D., Tait, M., Williams, M.J. (eds.). *Handbook of marine fisheries conservation and Management*. Oxford University Press, NY.
- Rickhter VA & VN Efanov. 1976. On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish populations. *International Commission of the Northwest Atlantic Fisheries, Res. Doc.* 76/VI/8: 12 pp.
- Rosenberg, A.A., Restrepo, V.R., 1994. Uncertainty and risk evaluation in stock assessment advice for U.S. marine fisheries. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 51, 2715–2720.
- Salas, S., Sumaila, U.R., Pitcher, T. 2004. Short-term decisions of small-scale fishers selecting alternative target species: a choice model. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 61: 374–383.
- Simpson, J.G. and R. Buzeta. 1967. El crecimiento y la edad de la anchoveta (*Engraulis ringens*, Jenyns) en Chile, basado en estudios de frecuencia de longitud. *Inst.Fom.Pesq.Bol.Cient.* 3:53 p.

- Sepúlveda, A., Cubillos, L., Arcos, D. 2003. Pesquerías pelágicas chilenas: una síntesis sobre la incertidumbre biológica. In: Actividad Pesquera y de Acuicultura en Chile, E. Yáñez (Ed.). Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso, p. 91 – 107.
- Serra, R. 1978. La pesquería de la sardina común (*Clupea Strangomera bentincki*) y anchoveta (*Engraulis ringens*) de Talcahuano: Análisis de su desarrollo y situación actual. IFOP, Santiago (Chile), 29, 21 p.
- Serra, J.R., 1983. Changes in the abundance of pelagic resources along the Chilean coast. In: Proceedings of the Expert Consultation to Examine Changes in Abundance and Species Composition of Neritic Fish Resources, San José, Costa Rica, April 1983. Sharp, G.D. and Csirke, J. (eds.). FAO Fish. Rep. 291, 255-284.
- Somers, I. F. 1988. On a seasonally oscillating growth function. Fishbyte 6(1):8–11.
- Spencer, P.D., Wilderbuer, T.K., Zhang, C.Ik, 2002. A mixed-species yield model for eastern Bering Sea shelf flatfish fisheries. Canadian Journal of Fishery and Aquatic Science, 59:291-302.
- SUBPESCA. 2005. Cuota global de captura para los recursos sardina común y anchoveta, año 2006, V-X Región. Informe Técnico (R. Pesq) N 103. Subsecretaría de Pesca, 45 pp.
- SUBPESCA. 2009. Cuota global de captura para los recursos sardina común y anchoveta, año 2010, V-X Región. Informe Técnico (R. Pesq) N 113. Subsecretaría de Pesca, 45 pp.
- Taylor, C.C. 1960. Temperature, growth and mortality, the Pacific cockle. Journal du Conseil - Conseil International pour l'Exploration de la Mer 26: 117-124.
- Trujillo, H. 1988. Planificación Estratégica del Ambiente: Nuevo enfoque para la Evaluación del Impacto Ambiental y Resolución de Problemas. En Trujillo, H. y M. Aguilera (eds.). Planificación, Tecnología y Ambiente. Publicación Especial. Gerencia Protección Integral. División de Oriente, LAGOVEN S.A.1988
- Trujillo, H., Fuentes, J.L., Trujillo, E., Rodríguez, J.C. 2008. Social-ecological systems analysis: lessons from the Venezuelan oil industry applied to fisheries in Venezuela and Chile. Coping with global change in marine social-ecological systems. FAO, Rome, Italy 8-11 July 2008.

Ulrich, C., Reeves, S.A., Vernard, Y., Holmes, S.J., Vanhee, W. 2011. Reconciling single-species TACs in the North Sea demersal fisheries using the Fcube mixed-fisheries advine Framework. ICES J. Mar. Sci., 68(7): 1535-1547.

Vasilakopoulos, P., O'Neill, F.G., Marshall, C.T. 2011. Misspent youth: does catching immature fish affect fisheries sustainability? ICES J. Mar. Sci., 68(7): 1525-1534.

Vinther, M., Reeves, S.T., Patterson, K.R., 2004. From single-species to mixed-species management: taking the next step. ICES Journal of Marine Science, 61:1398-1409.

Yáñez, E., M. Barbieri y A. Montecinos. 1990. Relaciones entre las variaciones del medio ambiente y las fluctuaciones de los principales recursos pelágicos explotados en la zona de Talcahuano, Chile. En: Perspectivas de la actividad pesquera en Chile. M.A. Barbieri (Ed.) Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso: 49-62.

## ANEXOS





**ANEXO 1. LISTADO DE ITEMS EN ANALISIS DE PESQUERIAS Y EVALUACION DE STOCK**

## 1. General

<i>Paso</i>	<i>Item</i>	<i>Consideraciones</i>
1.1	Definición del Stock	¿Cuál es la definición espacial del stock?
1.2	Estructura del Stock	¿Se ha utilizado marcaje, micro-constituyentes, genética y/o otras características morfométricas para definir la unidad de stock?
1.2	Estructura espacial	¿Es o debería ser la evaluación espacialmente explícita?
1.3	Mono/Multiespecífico	¿La evaluación es mono o multiespecífica?

## 2. Datos

<i>Paso</i>	<i>Item</i>	<i>Consideraciones</i>
2.1	Remociones: captura, descarte, mortalidad por pesca inducida	¿Están las remociones incluidas en la evaluación? ¿Hay sesgos o diseños de muestreo documentados? ¿Están siendo incluido el descarte, y si es así, cómo?
2.2	Indices de abundancia	Para los índices, considere si un índice es absoluto o relativo, diseño de muestreo, estandarización, forma funcional entre el índice y la abundancia poblacional. ¿Qué fracción del stock están representando los índices (e.g. biomasa desovante)?
	Captura por unidad de esfuerzo	¿Qué fracción de las flotas están siendo incluidas y cómo se estandariza los datos? ¿Cómo es el tratamiento para las capturas cero? ¿Qué supuestos son considerados acerca de las áreas no explotadas comercialmente?
	Artes de pesca (e.g. arrastre, espinel, cerco...)	¿Hay problemas de saturación del arte? ¿El diseño de los cruceros cubre el rango geográfico completo del stock? ¿Cómo se evalúa la selectividad del arte?
	Cruceros acústicos	Validación de los ecos y fuerza de blanco, cobertura del área?
	Crucero de huevos	¿Estimación de la abundancia por estados de desarrollo, producción, mortalidad, stock desovante, sexo, madurez, fecundidad?

	Crucero de larvas	Estadios, abundancia por tamaños específicos, producción, consideraciones acerca de la deriva fuera del área cubierta.
	Crucero de juveniles	¿Cuales son los grupos de edad cubiertos? Diseño de crucero (e.g. arte, cobertura del área o área de crianza)?
2.3	Edad, tamaño y estructura por sexo: captura a la edad, peso a la edad, madurez a la edad, tamaño a la edad, información reproductiva edad específica.	Considere diseño de muestreo (temporal and espacial), tamaño de muestras, selectividad y errores en la determinación de la edad.
2.4	Información de marcaje	Considere pérdidas de marcas, recuperación, entre otros aspectos. ¿Fue la población uniformemente marcada, fueron recuperadas las muestras?
2.5	Datos ambientales	¿Cómo está siendo utilizada la información ambiental? ¿Qué procesos están siendo representados por las variables, proxies, etc.? ¿Cual es el potencial de otras variables candidatas, cómo se realiza la vigilancia de las variables y qué tan predecibles son? ¿Cuáles son los problemas de búsqueda de bases de datos para correlacionar?
2.6	Información Pesquera	¿La gente conoce la pesquería? ¿Quién o quienes realizan trabajo a bordo de las unidades de pesca comerciales, son consultados e involucrados en discusiones del valor de diferentes fuentes de datos. ¿Es esta información utilizada y cómo?

### 3. Modelo de Evaluación

<i>Paso</i>	<i>Item</i>	<i>Consideraciones</i>
3.1	Modelo estructurado por edad, tamaño, o sexo	¿Qué modelo es el que se utiliza actualmente? ¿Cuáles son las principales asunciones o supuestos? ¿Hay modelos alternativos que están siendo considerados?, ¿Cómo es el desempeño del modelo alternativo en términos comparativos? ¿Periodos de tiempo cubiertos?
3.2	Espacialmente explícito o no	Si no, ¿es necesario?. Si es neceserio, ¿por que no se ha implementado?
3.3	Parámetros claves del modelo: Mortalidad natural,	¿Se asume constante a estos parámetros o son todos estimados? Si son estimados, hay una distribución prior

	vulnerabilidad, mortalidad por pesca, capturabilidad, reclutamiento	asumida? ¿Se asume que son invariantes en el tiempo?.
3.4	Formulación estadística: - errores de proceso - errores de observación - funciones de verosimilitud.	Si el modelo es formulado en términos de una suma de cuadrados ponderada, ¿Cómo son los términos ponderados? Si el modelo es formulado en términos de máxima verosimilitud, las varianzas son asumidas conocidas o estimadas?
3.5	Evaluación de incertidumbre: - estimados asintóticos de varianza, - perfiles de verosimilitud- Bootstrapping - Distribuciones a posteriori	¿Cómo es calculada la incertidumbre en los parámetros del modelo o entre modelos alternativos? ¿Qué es realmente presentado, una distribución o solamente límites de confianza?
3.6	Retrospective evaluation	¿Son los patrones retrospectivos evaluados y presentados? ¿Son evaluadas las realizaciones históricas de las evaluaciones? ¿Cuánto contraste hay en el desarrollo del stock?

**4. Modelo de predicción (separadamente para diferentes esquemas de tiempo, e.g. corto-, mediano-, largo-plazo)**

<i>Paso</i>	<i>Item</i>	<i>Consideraciones</i>
5.1	Modelo de predicción estructurado por edad, tamaño, sexo o flota	¿Cuáles son los modelos utilizados actualmente? ¿Cuáles son las principales asunciones o supuestos? ¿Hay modelos alternativos? ¿Mono o multiespecífico ?
5.2	Espacialmente explícito o no	
5.3	Parámetros claves del modelo	¿Cuál es la fuente de los parámetros, cómo es la variabilidad y dependencia entre diferentes parámetros?
5.4	Reclutamiento	¿Cómo se incorpora el reclutamiento en el modelo de predicción? ¿Se asume que hay una relación entre el stock desovante y el reclutamiento? Si es así, que varianza es permitida? ¿Se considera la dependencia o autocorrelación? ¿Se considera reducciones o incrementos en el reclutamiento debido a condiciones ambientales?

5.5	Evaluación de la incertidumbre	¿Cómo se incorpora la incertidumbre en los parámetros del modelo? ¿Cómo se presentan los resultados? ¿Es la incertidumbre en los parámetros del modelo visualizada en las salidas, si es así, cómo? ¿Se considera incertidumbre estructural en el modelo?
5.6	Evaluación de las predicciones	¿Son las predicciones evaluadas post-hoc? Si es así, ¿cómo? ¿Cuáles son los indicadores de desempeño que se utilizan para evaluar las predicciones?.
5.7	Puntos Biológicos de Referencia	¿Qué tipo de puntos de referencia (e.g. target, límite) son determinados? ¿Qué tan a menudo son estos re-estimados? ¿Qué tan estables son respecto de cambios en los parámetros de entrada?

## ANEXO 2: TALLER METODOLOGICO

## TALLER METODOLÓGICO

La primera reunión, establecida en las bases especiales, correspondió al Taller Metodológico. El Taller se realizó el 6 de marzo de 2009, de 11:00 a 14:00 hrs en las dependencias de la Subsecretaría de Pesca, Sala 1, Piso 19, Valparaíso, y su objetivo fue presentar la aproximación metodológica a ser desarrollada. Asimismo, se consideró adecuado evaluar posibles modificaciones a la metodología sobre la base de un análisis de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas. Los participantes, externos como del proyecto, fueron los siguientes:

- 1) Silvia Hernández, Subsecretaría de Pesca
- 2) Víctor Espejo, Subsecretaría de Pesca
- 3) Alejandra Ordenes, Subsecretaría de Pesca
- 4) José Acevedo, Subsecretaría de Pesca
- 5) Eduardo Tarifeño, Consejo Nacional de Pesca
- 6) Jorge Toro D'Aponte, Servicio Nacional de Pesca
- 7) Fernando Naranjo, Servicio Nacional de Pesca
- 8) Rubén Pinochet P., Fondo de Investigación Pesquera
- 9) Antonio Aranís, Instituto de Fomento Pesquero
- 10) Billy Ernst, Universidad de Concepción
- 11) Claudio Castillo, EPOMAR
- 12) Milton Pedraza, EPOMAR
- 13) Marcelo Costa Feltrim, Instituto de Fomento Pesquero
- 14) Juan Carlos Quiroz, Instituto de Fomento Pesquero
- 15) Luis Cubillos, Universidad de Concepción

Una vez presentada la metodología, se realizaron conversaciones entre los participantes, para finalmente solicitar por escrito las Fortalezas, Oportunidades Debilidades, y Amenazas que ellos percibieron en relación con la ejecución del proyecto.



### *DISCUSIÓN DEL PROYECTO*

Los siguientes párrafos no constituyen una transcripción, sino más bien constituyen notas y un extracto de los principales aspectos que fueron discutidos, una vez presentado el proyecto:

- ❖ **Consulta** Antonio Aranís (AA): ¿Existe elementos probados con esta metodología?
- ❖ **Responde** Billy Ernst (BE): Los primeros indicios dados por la comisión ballenera, y después fue aplicado en la anchoveta en Sudáfrica, merluza Sudáfrica y Nueva Zelanda y la comisión atunera. Hoy en día existen numerosos ejemplos.
  
- ❖ **Consulta** Alejandro Ordenes (AO): ¿Se ha realizado con éxito?
- ❖ **Responde** BE: Depende del contexto, pero lo bueno es que compromete a los actores en el manejo del recurso. Una pregunta más pertinente es si estos han fracasados, pero hasta el momento no.
- ❖ **Responde** Luis Cubillos (LC): Va a depender del compromiso de todos los interesados.
  
- ❖ **Comenta** Silvia Hernández (SH): También recalca la participación de los usuarios. La Subpesca está dispuesta a trabajar, comenta que la aplicación será gradual, paso a paso y se realizaran evaluaciones piloto para ver las reacciones del sector.
  
- ❖ **Consulta** Eduardo Tarifeño (ET): Preocupa el tiempo de experimentación y cómo las diferentes estrategias afectarán al reclutamiento, ya que no todo se ve afectado por la pesca, sino que también el ambiente afectará a la modelación.
- ❖ **Responde** LC: Reconoce que las variables ambientales son importantes, y dice que esto también se puede incluir en la modelación y ver cómo va a afectar mediante escenarios de simulación.

- ❖ **Responde** BE: No es necesario esperar un año para ver el efecto del proyecto, ya que se trabaja con información acumulativa. Se pueden tomar distintas consideraciones para la modelación, pero es necesario definir las. La evaluación experimental serán las distintas formas del manejo.
  
- ❖ **Consulta** ET: ¿Qué peso tendrá la variabilidad del ambiente en el modelo?
- ❖ ¿Cómo podría afectar la capa mínima de oxígeno, como el año 2008. Cómo afectaría al reclutamiento?
- ❖ **Consulta** AA: ¿Que periodo se utilizará?
- ❖ **Responde** BE: La mayor cantidad de datos posibles, que estén disponibles para la pesquería.
  
- ❖ **Consulta** Jorge Toro (JT): ¿Cómo se ponderarán a los agentes, ya que al principio del RAE eran 10 agrupaciones y a la fecha existen 56 gremios en la VIII región?. Tal vez cuando se limpie el registro pesquero, actualizar el RPA. ¿Quiénes tendrán mayor participación?
- ❖ **Responde:** LC: Todas las inquietudes de los usuarios se recogerán en estas reuniones y la demanda se ponderará de acuerdo a la reunión. Se identificarán problemas y ver cuáles serán los condicionamientos.
  
- ❖ **Comenta** JT: Hay que pensar que aún no se puede lograr juntar a todos los usuarios en reuniones realizadas por SERNAPESCA y el COZOPE.
  
- ❖ **Comenta** AO: Reafirma lo complejo que es agrupar a todos los usuarios, y lo importante es generar sentido de pertenencia de los usuarios.

- ❖ **Comenta** SH: Recomienda explicar bien el contexto del proyecto, para no generar falsas expectativas que pueden llegar a ser futuros reclamos para la Subpesca. Sugiere reuniones con el COZOPE y SERNAPESCA para planificar el acercamiento a los usuarios.
  
- ❖ **Comenta** JT: Las expectativas de los usuarios se van a crear, las regiones 7ma y 9na quieren tener cuota de pesca de estos recursos, a pesar que no hay plantas instaladas ni la infraestructura para realizar los desembarques. SERNAPESCA y COZOPE han tratado de tomar acuerdos con los pescadores, pero siempre surge el cuestionamiento al sistema de los distintos usuarios. Cómo se enfrentarán las expectativas que se generará en los usuarios? Recomiendo recoger lo que ha logrado SERNAPESCA y COZOPE en el acercamiento con los usuarios que ya se tiene avanzado.
- ❖ **Responde** JC Quiroz (JCQ): Esto es un tema de largo plazo, las expectativas se deben tomar para largo plazo, que servirán de base para el programa de manejo (P.M)
  
- ❖ **Consulta** AA: ¿Se considerará el tema económico y como incorporará?
- ❖ **Responde** LC: Principalmente se abordará la parte Biológico-Pesquera, lo económico dependerá de cómo se den las cosas en el transcurso del proyecto
  
- ❖ **Consulta** ET:¿Cómo se considerarán las decisiones políticas?
- ❖ **Responden** BE, Marcelo Feltrim (MF): Se podría considerar como un error de implementación por eso es importante comprometer a los actores para que se tome en cuenta en la decisión final.
- ❖ **Responde** LC: Ve dos oportunidades; 1) Motivación de los usuarios para generar otras luces para la administración; 2) Evaluar el sistema actual de manejo.
  
- ❖ **Comenta** MF: Se puede revisar la experiencia realizada con el Alfonsino el año 2004.

- ❖ **Comenta BE:** Considerar los acuerdos que se han tomado y asumir las responsabilidades sin cambios en las reglas permitirá que esto perdure en el tiempo. También puede sentar las bases para posibles problemas que van a venir. Ayudará a reconocer lo que está y las debilidades presentes. Se puede evaluar el sistema actual con el PM.
  
- ❖ **Comenta MF:** También puede aportar en ver en lo que está deficiente de la actual investigación sobre estos recursos.

## **ANÁLISIS FODA**

### **Fortalezas**

- ✓ Capacidad técnica para formalizar un modelo que integre a los agentes involucrados en la pesquería dará mayor transparencia a la toma de decisión.
- ✓ El proyecto introduce innovación en cuanto al manejo de las pesquerías nacionales.
- ✓ La incorporación de todos los sectores involucrados (científico, manejo, pescadores) en el sistema y la "automatización" del manejo a través de la definición de una regla de decisión.
- ✓ La posibilidad de incorporar aspectos de la incertidumbre y evaluar su efecto en la percepción del recurso y en el manejo.
- ✓ Abordar una pesquería que ha demostrado en los últimos años, la necesidad de abordar múltiples problemáticas derivadas de su alta variabilidad.
- ✓ Permitirá focalizar líneas de trabajo en materias de investigación.
- ✓ Se considera un primer paso que permitirá avanzar sustancialmente hacia un concepto que difícilmente ha sido entendido por los usuarios que es el co-manejo donde el usuario no solo demanda, sino que también se compromete y adquiere responsabilidad.
- ✓ Develar las necesidades o requerimientos de investigación y los alcances en términos de profundizar temas relevantes de las pesquerías.

- ✓ Probablemente permita jerarquizar en tolerancia los temas que tienen mayor incidencia respecto de los objetivos administrativos.
- ✓ Permite una amplia discusión de los actores involucrados en la pesquería.
- ✓ Ayuda al manejo pesquero
- ✓ Permite detectar puntos críticos
- ✓ Tiene valor predictivo.
- ✓ Reducción de conflicto entre usuarios.
- ✓ Mayor velocidad de reacción frente a escenarios adversos.
- ✓ Menos tiempo de discusiones técnicas sobre el estatus y diagnóstico de una población
- ✓ Sentido de pertenencia de la toma de decisiones por parte de los actores.
- ✓ Minimización de la improvisación en la toma de decisiones.

### **Debilidades**

- Probablemente basar las estrategias de explotación en la fuerza de los reclutamientos sea actualmente muy ambicioso.
- No se observa capacidades para conocer los aspectos críticos que los usuarios perciben en el sistema de manejo.
- Se requiere conocer lo que los pescadores y los usuarios perciben para identificar aspectos críticos que deben resolverse.

### **Amenazas**

- Los agentes del sector, en mi parecer no están preparados aún para un ejercicio como éste.
- Dada la realidad nacional, es imprescindible considerar la componente política y social.
- Los tiempos previstos al parecer son insuficientes para plasmar el modelo.
- La necesidad de establecer “compromiso” de los usuarios en aceptar las decisiones una vez que se implementa el sistema es muy difícil de lograr.
- Dificultad en definir los objetivos de la pesquería y ponderar los distintos intereses.

- Se visualiza como necesario dejar claro que este abanico de posibilidades generará un mareo político de mayor flexibilidad, pero que no es infinito.
- Dejar claramente establecido el marco de trabajo con los usuarios para no generar expectativas que ocasiona presiones a la administración.
- Ausencia de políticas de manejo, programas de manejo o decisiones de largo plazo.
- Fuerte injerencia social y política en la pesquería.
- No considera variabilidad ambiental.
- Manejo de la participación de las partes.
- Dificultad de conversar una regla de decisión.
- En algunos casos prolongados periodos para su implementación.
- Restringida a la normativa vigente.
- Considerar a los actores que actúan desde sus deseos, particularmente artesanales, difícil implementación.

## **Oportunidades**

- ❖ Evaluar prioridades de estudio y manejo de las pesquerías.
- ❖ Trasparentar los criterios de decisiones técnicos en la pesquería.
- ❖ Facilitar la toma de decisión.
- ❖ Usuarios comprometidos con el sistema.
- ❖ Visualización de vacíos de información.
- ❖ Validación de los modelos de a) observación, b) evaluación y c) errores
- ❖ Integrar series de observaciones de evaluaciones directas del reclutamiento, con la dinámica de la población y variabilidad climática mensual.
- ❖ Determinar las estrategias de explotación y cosecha de los recursos para la conservación y la sustentabilidad de la pesquería, minimizando los conflictos sociales.
- ❖ Proveer a la administración de nuevos procedimientos de manejo que permitan tomar decisiones documentadas y que le provean mayor gobernabilidad.
- ❖ Incorporar efecto espacial en la dinámica de los recursos y la(s) flotas de pesca
- ❖ Tratar de hacer el ejercicio de simular una población hipotética y una flota, es decir, que verifique una captura conocida para evaluar no tan sólo el desempeño del modelo de

evaluación actualmente en uso, sino que uno alternativo. Esto podría arrojar pistas sobre errores de modelación en los procesos biológicos, como puede ser el caso de sugerir alguna función que vincule el stock desovante con su descendencia

- ❖ Reforzar sobre la idea de modelar el error de implementación de la recomendación científica versus valor de CTP y desembarque efectivo
- ❖ Quizás sea interesante implementar indicadores, como semáforos (caddy) para que sea fácilmente comprensible por los usuarios.
- ❖ Incorporar la componente política, especialmente en la región del Bío-Bío
- ❖ Sugiero comenzar sobre la base de un "sistema ordenado", es decir, RPA actualizado
- ❖ Trabajar en detalle y anticipadamente la metodología a aplicar con las organizaciones de pescadores artesanales, es posible que tengan que trabajar más de una mesa
- ❖ Incorporar trabajo realizado el 2008 con más de 30 organizaciones para definir RAE 2009
- ❖ Las estrategias de explotación deben validarse por los usuarios, pero principalmente deben ser respaldadas por la autoridad pesquera.
- ❖ Aprovechar datos del 2004-2008 RAE SERNAPESCA

Al tomar en cuenta la discusión del proyecto y sus expectativas, así como sobre la base de las oportunidades, debilidades, y amenazas que fueron plasmadas, se consideró que a través de reuniones consultivas ampliadas se podrían lograr los siguientes objetivos:

- i. Focalizar y concentrar el esfuerzo en tratar de evaluar el procedimiento de manejo actual, compuesto de: a) las variables monitoreadas (desembarque, estructura de tallas, edades, cruceros, etc), b) el modelo de evaluación separado por especies, y c) el establecimiento de CTP y sus modificaciones.
- ii. Involucrar a los usuarios en tratar de identificar los problemas-clave que inciden en el manejo de la pesquería, con el objeto de levantar un sistema de problemas percibidos (forzantes), confrontados y resumidos **para luego identificar sus nudos críticos**

En consecuencia, el primer aspecto resulta relevante ya que el sistema actual no ha sido evaluado, y en un futuro podrá ser comparado con otras reglas. El segundo aspecto constituyó **la materialización de los Talleres especificados, y cuyos propósitos apuntaban a que los usuarios pudiesen identificar algún objetivo de manejo, regla de decisión, regla de control, estrategia de manejo y explotación e índices de desempeño que permitieran ayudar tanto al mejoramiento del modelo como al mejoramiento del actual sistema de explotación de la PPP.**



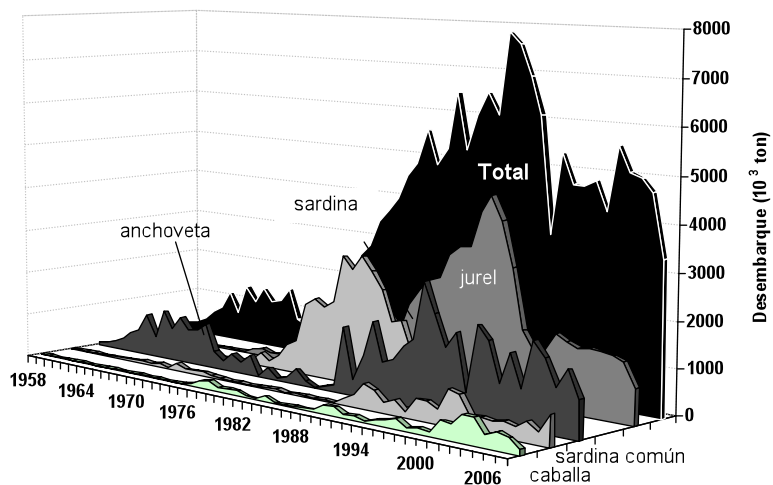
ANEXO 3. SISTEMA DE MANEJO ACTUAL: ASPECTOS BIOLÓGICOS Y PESQUEROS, SISTEMA DE MONITOREO, ESTIMADOR O MODELO DE EVALUACIÓN

EL SISTEMA DE MANEJO ACTUAL

ASPECTOS BIOLÓGICOS Y PESQUEROS DE LOS PECES PELÁGICOS PEQUEÑOS

**a) Lineamientos generales de las pesquerías de peces pelágicos en Chile.**

En Chile, el desembarque total de recursos pesqueros se sustenta principalmente en cinco especies de peces pelágicos, constituidas por jurel *Trachurus murphyi*, anchoveta *Engraulis ringens*, sardina común *Strangomera bentincki*, caballa *Scomber japonicus* y sardina *Sardinops sagax*, las cuales en conjunto contribuyen con más del 90% al desembarque nacional (**Figura 57**). El carácter fluctuante de la abundancia de estas especies ha determinado cambios interanuales importantes en la composición por especies. De esta manera, en la década de los años 90 las principales pesquerías nacionales, en términos de los volúmenes de captura, están representadas principalmente por la pesquería de jurel y secundariamente por la pesquería de sardina común y anchoveta en la zona centro-sur; mientras que en la zona norte, domina la anchoveta. El desembarque nacional de recursos hidrobiológicos alcanzó un máximo de 7,8 millones de ton en 1994, pero comenzó a declinar en los años subsiguientes lográndose 6,4 millones de ton en 1997, 3,8 millones de ton en 1998 y fluctuando en alrededor de 5 millones de ton entre 1999 y 2004 (**Figura 57**).



**Figura 57.** Desembarque nacional y de cinco especies de peces pelágicos: jurel, sardina, anchoveta, sardina común y anchoveta. Fuente: Anuarios de Pesca del Servicio Agrícola y Ganadero, División de Pesca y Caza (1958-1977); y Servicio Nacional de Pesca (1978-2008).

La fuerte disminución del desembarque en 1998 fue debido básicamente a los problemas identificados en las dos pesquerías más importantes: la anchoveta en la zona norte (Arica–Caldera) y el jurel en la zona centro–sur (San Antonio–Valdivia). El desembarque de anchoveta, sin embargo, venía disminuyendo sostenidamente desde 1994, y la recuperación en 1999 fue debida en parte a las mayores capturas de esta especie en la zona centro-sur. A su vez, en 1997 la pesquería de jurel entra en crisis debido a la mayor incidencia de jurel menor a 26 cm de longitud horquilla en las capturas (Arcos et al., 2001). Sucesivas vedas y regulaciones fueron implementadas para disminuir el impacto de la pesca sobre la fracción juvenil de jurel, situación que permitió disminuir el desembarque por debajo de los 2 millones de t entre 1998 y 2000. A contar de febrero de 2001, las pesquerías industriales de jurel, sardina común y anchoveta comenzaron a ser administradas bajo el régimen de capturas límite por armador, un sistema análogo al sistema de cuotas individuales transferibles.

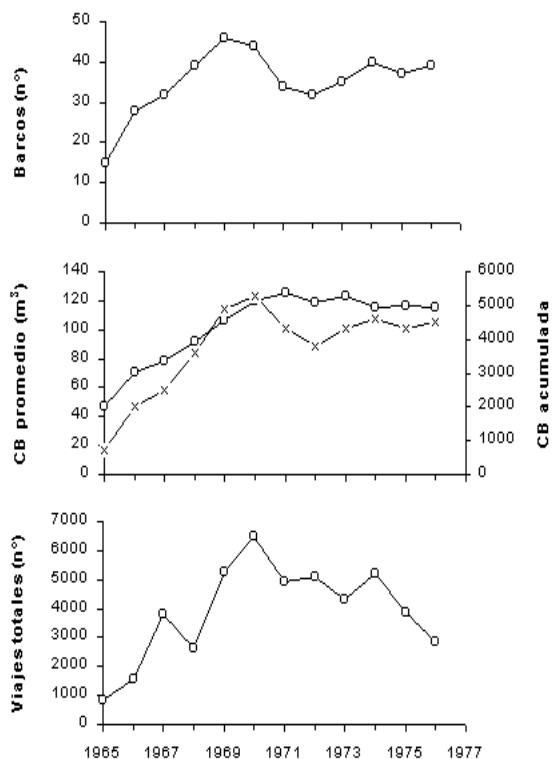
No obstante las regulaciones, las poblaciones marinas explotadas son parte de un complejo sistema de producción biológica, donde la interacción con el hombre, a través de la pesca, constituye solamente un componente más del sistema. Cubillos et al., (1998), analizaron la producción primaria requerida para sustentar el desembarque nacional de peces pelágicos (promedio de 1989-1996), postulando que la capacidad productiva del sistema de surgencia costera de Chile impone un límite al desembarque nacional de peces pelágicos costeros y que la sustentabilidad del desembarque en el nivel promedio observado en el período 1989-1996 sólo era posible si los excedentes productivos del stock de jurel permitían mantener la intensidad de explotación ejercida por la flota industrial de cerco de la zona centro-sur de Chile. Hoy vemos que el desembarque nacional de peces pelágicos se ha ubicado en un nivel más bajo precisamente por la menor productividad del jurel, y las regulaciones a través del sistema de cuotas globales de captura.

#### **b) La pesquería de sardina común y anchoveta en la zona centro-sur.**

La pesquería de pelágicos pequeños se inicia en Talcahuano a fines de la década de los años 40, con la explotación conjunta de sardina común *Strangomera bentincki* y anchoveta *Engraulis ringens* (Yáñez et al. 1990). En los primeros años de la pesquería, la flota estaba compuesta por embarcaciones pequeñas que utilizaban red de cerco o bolinche, que operaban

muy cerca del puerto base, principalmente en la Bahía Concepción, Bahía de San Vicente y el Golfo de Arauco. El carácter mixto de las capturas, que en conjunto con otros peces pelágicos pequeños costeros, tuvo como primera consecuencia la problemática de la separación de las especies para el registro oficial de los desembarques, situación que fue superada solamente durante la década de los años 60.

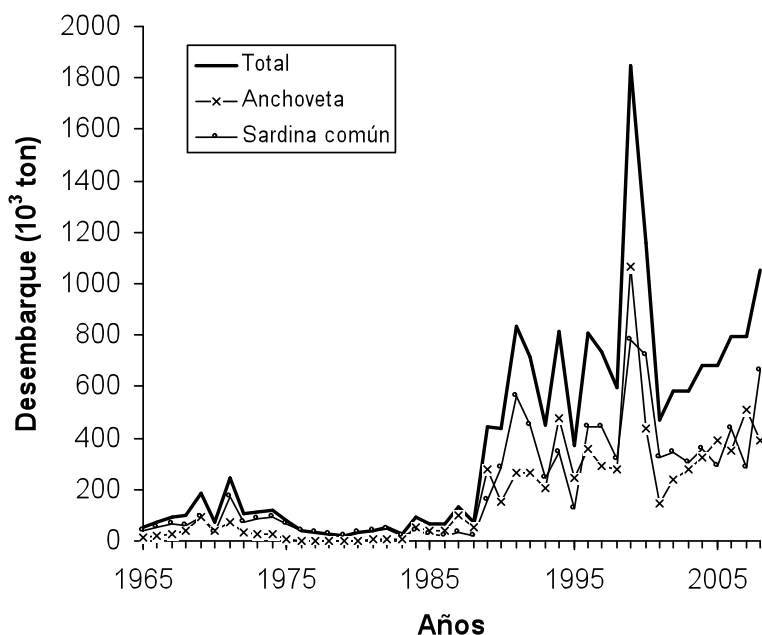
En esos años, el tamaño de la flota se incrementó hasta un máximo de 46 embarcaciones en 1969, con una capacidad de bodega (CB) promedio de 123 m<sup>3</sup> en 1973 y una capacidad acumulada de 4600 m<sup>3</sup> en 1974 (**Figura 58**). Se observa que el número de barcos presentó una primera disminución en 1971 y 1972, lo que también se reflejó en los viajes totales, y que fue producto de la primera disminución importante de las capturas en 1971. Las capturas se recuperan en 1972 y se mantuvieron en alrededor de 200 mil toneladas hasta 1974, para posteriormente observar una brusca disminución en 1975 y 1976 (**Figura 59**) produciéndose el colapso de la pesquería mixta de sardina común y anchoveta en el área de Talcahuano (Serra 1978, 1983).



**Figura 58.** Evolución del número de barcos, de la capacidad de bodega (CB) y de los viajes totales en la pesquería de Talcahuano (Fuente: Instituto de Fomento Pesquero).

Con la disminución drástica de las capturas de estas especies en 1976, los barcos más grandes de aquel entonces (120-140 m<sup>3</sup> de CB, Serra 1983) comienzan a explorar aguas más oceánicas y se descubre una importante disponibilidad de jurel frente a Talcahuano, permitiendo el posterior desarrollo de esta pesquería en la zona centro-sur, con desembarques crecientes hasta 1995 (**Figura 58**).

Entre 1976 y 1987, las capturas de sardina común y anchoveta fueron muy bajas (menor a 10 mil t), y sólo comenzaron a recuperarse a contar de 1989 (**Figura 59**), iniciándose un nuevo periodo de capturas, cuyas magnitudes superaron los registros máximos que se tenían para estas especies antes de 1976. En esta nueva etapa de la pesquería de pequeños pelágicos en Talcahuano, la captura conjunta de sardina común y anchoveta ha fluctuado entre 383 mil y 1,8 millones de t entre 1990 y 2008.



**Figura 59.** Captura anual de sardina común y anchoveta en la zona centro-sur de Chile Fuente: Servicio Agrícola y Ganadero, División de Pesca y Caza (1960-1977) y Servicio Nacional de Pesca (1978-2008).

Según Arrizaga (1981), entre 1965 y 1975 las principales zonas de pesca de sardina común y anchoveta estaban restringidas a la Bahía Concepción y al Golfo de Arauco. En la década de los años 90, las zonas de pesca al interior de las bahías y zonas protegidas son aprovechadas solamente por la flota artesanal, agregándose Bahía Coliumo. Sin embargo, la operación de las embarcaciones industriales de mayor tamaño descubren nuevas zonas de pesca tanto en el sector norte, principalmente localizadas entre Constitución y la desembocadura del río Itata ( $35^{\circ} - 36^{\circ}\text{S}$ ), como al sur del Golfo de Arauco, principalmente entre la Isla Mocha y Tirúa ( $37^{\circ}20' - 38^{\circ}\text{S}$ ). Asimismo, a contar de septiembre de 1995 la flota industrial descubre zonas de pesca al norte de Corral, constituyéndose hasta la actualidad en la operación regular en el área frente a Corral (Cubillos et al, 1994). En efecto, en el periodo estival de 1995 la flota industrial descubre una importante zona de pesca en el área entre la isla Mocha y Corral ( $38^{\circ}20'\text{S} - 40^{\circ}\text{S}$ ), que se caracterizó por buenos rendimientos de pesca y con capturas sustentadas básicamente por

ejemplares adultos de más de 11 cm de longitud total y longitud promedio de 16 cm. Esta situación permitió consolidar tales zonas de pesca, y determinó la instalación de una planta procesadora de harina que en gran medida determinó que el sector artesanal sumara su operación en esta región con posterioridad.

A contar de 1990, las características de la pesquería son muy diferentes que aquellas de observadas en la década de los años 60 y 70. En efecto, entre 1990 y 1996 participó una flota de cerco artesanal e industrial, cuyo tamaño fluctuó entre 223 y 261 embarcaciones. De estas, el aporte de embarcaciones con una capacidad de bodega (CB) menor a los 80 m<sup>3</sup> ha fluctuado entre 74 y 80% (Cubillos et al., 1998a,b). La mayor participación de la flota compuesta por barcos de más de 80 m<sup>3</sup> de CB ocurrió entre 1998 y 2000 debido a las regulaciones y vedas establecidas para la pesquería de jurel. En dicho periodo se lograron las capturas más altas de sardina común y anchoveta, lográndose un máximo histórico de 1,8 millones de t (**Figura 59**).

Solamente en los más años recientes comienzan a establecerse una serie de regulaciones pesqueras. En febrero de 2001 comenzó a operar el régimen de límites máximos de captura por armador, cuyo cuerpo legal establece la prohibición del acceso de las embarcaciones industriales a la franja costera de las primeras cinco millas náuticas que están reservadas para el sector artesanal. Este hecho y el establecimiento de cuotas anuales de captura, determinaron una baja importante en la orientación del esfuerzo de pesca industrial en la pesquería de sardina común y anchoveta, ya que estas especies son capturadas eficientemente sólo al interior de las primeras cinco millas náuticas de la costa. Es así como el aporte a las capturas totales por parte del sector industrial en el 2001 y 2002 fue de solamente 12 y 15% respectivamente, en circunstancias que en el periodo 1990 – 2000 el aporte industrial fluctuó en alrededor de 64%, excepto en el periodo 1993 – 1996 con cerca del 45% (**Tabla 29**).

**Tabla 29.** Desembarque (t) de anchoveta y sardina común por los subsectores industrial y artesanal en la zona centro-sur de Chile (1990-2007, Fuente: SERNAPESCA).

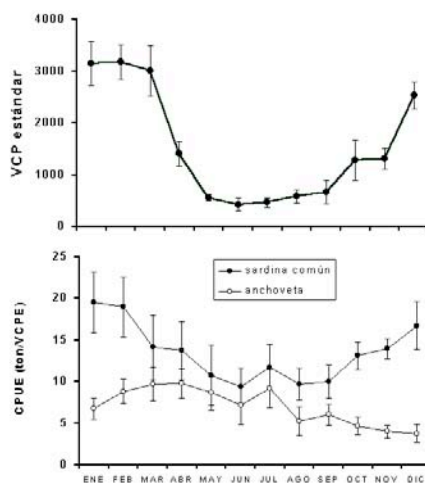
Años	Industrial			Artesanal			Total
	Anchoveta	Sardina común	Sub-total Industrial	Anchoveta	Sardina común	Sub-total Artesanal	
1990	103407	185160	288567	48231	92450	140681	429248
1991	206336	465060	671396	61681	91249	152930	824326
1992	207480	332594	540074	54777	115394	170171	710245
1993	134090	87573	221663	71846	156020	227866	449529
1994	269471	117375	386846	204752	223598	428350	815196
1995	118630	39667	158297	137813	86802	224615	382912
1996	220216	142455	362671	140612	302329	442941	805612
1997	175075	241108	416183	117028	199114	316142	732325
1998	180992	225992	406984	93714	74172	167886	574870
1999	837904	503675	1341579	224592	257470	482062	1823641
2000	325951	394351	720302	109507	261726	371233	1091535
2001	20952	29977	50929	125379	248226	373605	424534
2002	52695	28426	81121	182919	262980	445899	527020
2003	80538	35243	115781	200863	221690	422553	538334
2004	127987	65359	193346	198799	228380	427179	620525
2005	150764	45613	196377	240973	168667	409640	606017
2006	155126	69390	224516	197604	291637	489241	713757
2007	159856	82746	242602	352841	128437	481278	723880

La capacidad de bodega acumulada de las embarcaciones artesanales que han operado sobre anchoveta y sardina común muestra un incremento progresivo entre 2001 y 2007, desde cerca de 8000 m<sup>3</sup> hasta un nivel promedio de 22.000 m<sup>3</sup> en el 2008 (SSP 2009). El número de embarcaciones participantes en la pesquería, con registros de operación, presenta también un



sostenido incremento, tanto para sardina común, como para anchoveta. La flota industrial, en cambio muestra una marcada disminución de ambos indicadores en 2002, y a partir del cual se aprecia una estabilidad en torno a 24500 m<sup>3</sup> de CB y un promedio anual de 24 embarcaciones en operación.

La pesquería de estos pelágicos pequeños presenta una marcada estacionalidad, con mayores capturas en la época estival (**Figura 60**), lo que está asociado a la mayor disponibilidad de estos recursos en zonas costeras. En el caso de la sardina común, la disponibilidad del recurso es mayor en el periodo estival, mientras que en la anchoveta tiende a ser mayor en otoño. Según [Cubillos et al. \(1998b\)](#) dicho comportamiento se debe a tres factores: a) las mejores condiciones climáticas en la época estival, lo que favorece a la operación de un mayor número de embarcaciones menores; b) el reclutamiento de ambas especies tiende a ocurrir entre noviembre y diciembre, lo que incide en un aumento de la abundancia y disponibilidad de cardúmenes y agregaciones de alta densidad en zonas costeras; y b) la reorientación del esfuerzo de pesca de algunas embarcaciones industriales, las cuales principalmente se dedican a la pesca de jurel el resto del año. El comportamiento estacional de las capturas, por lo tanto, se corresponde con el comportamiento del esfuerzo de pesca y con la abundancia de estos pelágicos pequeños.



**Figura 60.** Comportamiento estacional de los viajes con pesca estándar (VCP) y de la abundancia relativa (captura por unidad de esfuerzo, CPUE) en la pesquería de sardina común y anchoveta (1990-1996). Las barras verticales representan un error estándar (modificada de [Cubillos et al. 1998b](#)).

### c) Aspectos biológicos

#### - Unidad de stock

Se establece que tanto sardina común como la anchoveta conforman una sola unidad de stock en la zona centro-sur de Chile, cuya distribución está comprendida entre el norte de Valparaíso y Puerto Montt.

No obstante, se debe señalar que a través de la técnica de electroforesis de proteínas no se han encontrado diferencias significativas entre individuos provenientes de Talcahuano, Iquique y Caldera, para un muestreo realizado entre 1987 y 1988 (Galleguillos *et al.* 1996). Asimismo, Ferrada *et al.* (2002) a través del análisis de ADN señala que no existen diferencias significativas entre los individuos del área de pesca de Iquique y de Talcahuano, recolectados entre abril y agosto de 2001. En este contexto, aunque la anchoveta se estructura como una gran población a lo largo de las costas de Perú y Chile, los centros de abundancia y las áreas de desove discretas que se identifican a lo largo de su distribución, permiten considerar una subpoblación autosustentada en la zona centro-sur de Chile.

En el caso de la sardina común, Galleguillos *et al.* (1997) señala la existencia de una sola población genética para muestras provenientes de San Antonio, Talcahuano y Puerto Montt entre 1993 y 1994. Sin embargo el análisis de dendrograma, que representa la distancia genética entre las diferentes localidades, mostró una tendencia a separar las muestras provenientes de Puerto Montt de las de Talcahuano y San Antonio. No obstante, estas diferencias no son significativas y se señala finalmente que las muestras provenientes de estas tres localidades se encuentran mezcladas en diferentes niveles de agrupación.

#### - Patrón espacial

En los cruceros de evaluación acústica, realizados en enero de cada año (Castillo *et al.* 2008), se observa claramente que la fracción juvenil domina en la región norte (34°S-38°S), con valores que superan el 93,1% en la sardina común y 86,8% en la anchoveta. La longitud promedio

de la fracción juvenil en la zona norte está representada por ejemplares de un tamaño promedio de 7,5 y 8,1 cm para sardina y anchoveta, respectivamente. En la zona sur, comprendida entre 38°30' y 40°S (sur de la isla Mocha-Corral), se distribuye la fracción adulta del stock. En la sardina, la longitud promedio aumentó desde 9,9 hasta 14,6 cm en el periodo 2002-2008, y la talla media de la anchoveta fluctuó en torno de los 13,9 cm de longitud total.

Estos antecedentes indican que ambos recursos reclutan en la zona norte (Constitución – Golfo de Arauco), ya que para ambas especies se identifica el sector sur, esto es entre 38°20'S y 40°S como la principal área de desove. Esta área presenta la mayor abundancia de huevos durante el pico de desove principal y que ha sido evaluado regularmente entre agosto y septiembre de cada año. En la zona norte, la abundancia de huevos de sardina común ha sido variable interanualmente, y virtualmente ausente en el 2004, 2005 y 2008. No obstante, para ambas especies se identifica al Golfo de Arauco, la desembocadura del Río Itata, y Constitución, como los núcleos de desove de relativa importancia en este estrato geográfico (**Figura 61**).

En conjunto, estos indicadores revelan un patrón persistente en términos espacio-temporales, según lo siguiente:

- i. En enero, la fracción recluta de sardina común y anchoveta tiende a ser más importante entre los 34°30'S (norte de Constitución) y los 37°10'S (Golfo de Arauco), incluyendo el sur de la Isla Mocha.
- ii. Al sur de la Isla Mocha (38°20'S) y hasta 40°S (sur de Corral), los ejemplares son de mayor tamaño corporal y constituyen la fracción adulta de la biomasa.
- iii. En invierno (agosto-septiembre), no se ha detectado desove (huevos en el mar) en Valparaíso (33°S) y los 34°S, exceptuándose el caso de la anchoveta en 2005. Las áreas de desove más importantes están localizadas en dos estratos geográficos en el área de estudio; a saber: 34°30'S-37°10'S y 38°S-39°S, siendo el último estrato geográfico el que demuestra mayor abundancia de huevos ([Castillo-Jordán et al. 2007](#); [Cubillos et al. 2007](#)).

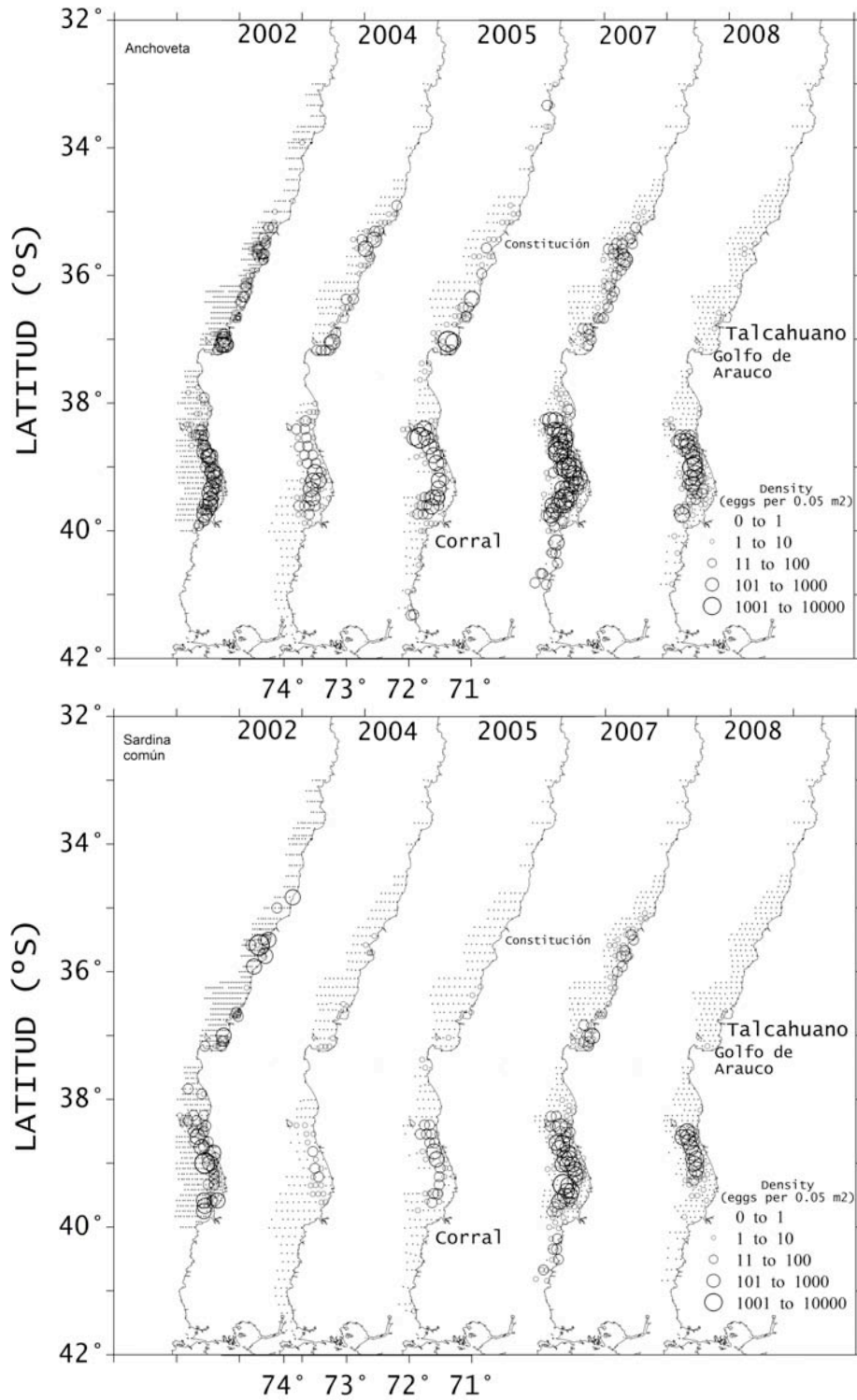


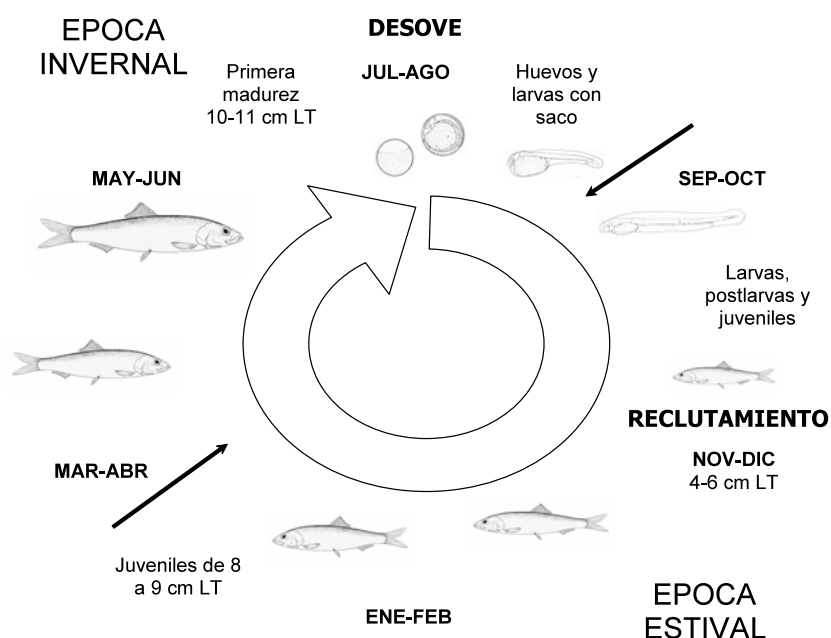
Figura 61. Distribución de la abundancia huevos de anchoveta (arriba) y sardina común (abajo), huevos por 0,05 m<sup>2</sup> en la zona centro-sur de Chile.

- Modelo conceptual de conectividad poblacional

De acuerdo con los antecedentes previos, y sobre la base de [Cubillos \(1999\)](#) y [Sepúlveda \*et al.\* \(2003\)](#), se plantea el siguiente esquema conceptual (**Figura 62**) para la estructura poblacional de sardina común y anchoveta:

- i. El sistema de bahías de la zona centro-sur al norte del Golfo de Arauco ( $37^{\circ}10'S$ ) constituye áreas de crianza, donde prerreclutas y reclutas menores a seis meses de edad crecen y se desarrollan. Esto es, durante una ventana temporal que va entre el desove y el reclutamiento (Julio a Diciembre). En este periodo ocurriría una conectividad o migración ontogenética ayudada por flujos costeros de corrientes (ver [Atkinson \*et al.\* 2002](#)), que determina el reclutamiento al norte de Golfo de Arauco.
- ii. En enero, los ejemplares han reclutado con una talla promedio de entre 6 y 7 cm, principalmente al norte del Golfo de Arauco. En esta época, enero-marzo, los adultos ( $> 11$  cm, y de más de un año de edad), tienden a distribuirse preferentemente hacia el norte (Carranza, desembocadura del Itata) y preferentemente al sur de los  $38^{\circ}20'S$  (sur de la Isla Mocha a Corral).
- iii. Entre abril y junio, los juveniles originados durante el desove del año anterior comienzan a ser pre-adultos y los adultos comienzan una migración activa para congregarse en agregaciones pre-reproductivas.
- iv. Durante la transición invierno-primavera (julio-septiembre), la fracción adulta ingresaría a la región más costera (sistemas de bahías) para reproducirse, particularmente porque el área de crianza pasaría a constituirse en un área de desove. De acuerdo con el régimen oceanográfico, durante la transición invierno-primavera (época de desove) ocurriría una alternancia entre convergencias costeras producidas por vientos norte que favorecerían la concentración y retención de huevos en la costa y vientos sur que promoverían el enriquecimiento de las aguas costeras con eventos de surgencia de moderada intensidad ([Cubillos \*et al.\*, 2001](#)).
- v. Bajo este esquema conceptual, el desarrollo de los individuos juveniles que han sido capaces de sobrevivir en las zonas protegidas, al crecer y alcanzar la madurez al término del primer año de vida, cerrarían el ciclo de vida en la época invernal (primer desove). A su vez, al ser más abundantes que los peces de más viejos, contribuirían al desove en las

- zonas costeras donde fueron criados, transformando la zona de crianza en una zona de desove (particularmente entre Constitución y el Golfo de Arauco.
- vi. Posteriormente, los individuos que han desovado por primera vez abandonarían las zonas protegidas para distribuirse hacia el norte y sur. En el sector sur, comprendido entre la Isla Mocha y Corral ( $38^{\circ}20'S-40^{\circ}S$ ), los individuos de mayor tamaño localizados en esta área eventualmente podrían desarrollar una migración hacia el norte y hacia la costa, para desovar en las áreas de desove durante la época de desove ("homing behavior", Cury 1994). Durante el transcurso de esta migración, asociada al uso del hábitat, podrían ocurrir desoves importantes. Esta estrategia debería estar relacionada con periodos reproductivos de mayor duración e intensidad temporal, desovando antes que los ejemplares que se reproducen por primera vez (Cubillos y Claramunt 2009).



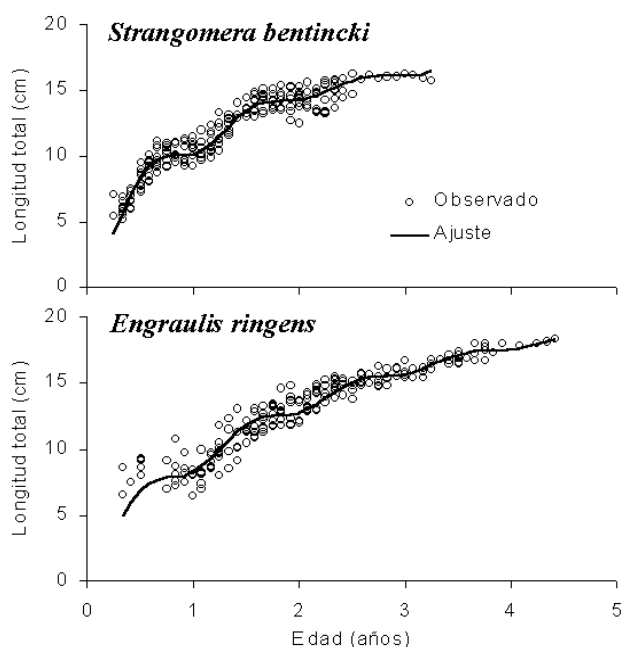
**Figura 62.** Esquema conceptual del ciclo de vida de sardina común en su primer año de vida en el sistema de surgencia estacional de la zona centro-sur. Se destaca el inicio (sep-oct) y término (mar-abr) del periodo estival, caracterizado por un incremento progresivo en la intensidad de la surgencia costera hacia enero-febrero y una declinación hacia los meses de marzo-abril, donde comienza la época de convergencia costera por la predominancia de vientos norte (Cubillos, 1999).

- Crecimiento, madurez y mortalidad natural

El crecimiento de sardina común fue estudiado por [Aguayo y Soto \(1978\)](#), quienes analizan los anillos de crecimiento en los otolitos *sagittae*. A su vez, [Simpson y Buzeta \(1967\)](#) estudiaron el crecimiento de anchoveta. [Cubillos y Arancibia \(1993\)](#) comunican por primera vez cambios estacionales de la tasas de crecimiento para ambas especies, en el área de Talcahuano, mediante análisis de progresión modal. Lo autores utilizan la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy modificada por [Somers \(1988\)](#) para incorporar el componente de cambio estacional en la tasa de crecimiento:

$$L_t = L_\infty \left[ 1 - \exp \left\{ -k(t - t_0) - \frac{CK}{2\pi} [\sin(2\pi(t - t_s)) - \sin(2\pi(t_s - t_0))] \right\} \right]$$

donde  $L_t$  es la longitud del individuo a edad  $t$  (meses),  $L_\infty$  es la longitud asintótica,  $k$  es el coeficiente de crecimiento,  $t_0$  es la edad teórica a la cual el individuo presenta longitud cero,  $C$  es un parámetro adimensional que expresa la amplitud de la oscilación de crecimiento y  $t_s$  es el tiempo, con respecto a  $t=0$ , del comienzo de una oscilación estacional con un periodo de un año. Los parámetros ajustados para ambas especies de clupeidos para el área de Talcahuano fueron:  $L_\infty = 19.7$  cm,  $k = 0.69$  año<sup>-1</sup>,  $C = 0.5$  para sardina común; y  $L_\infty = 20.5$  cm,  $k = 0.75$  año<sup>-1</sup>,  $C = 0.48$  para anchoveta. Por último, [Cubillos et al. \(2001\)](#) analizan el crecimiento de varias cohortes y proponen que existe una regularidad en el crecimiento estacional de ambas especies, y que esta regularidad sería consecuencia de la estrategia reproductiva como una respuesta evolutiva de la reproducción a la manifestación de los eventos de surgencia estacional que ocurren en Chile central. Los ajustes de crecimiento estacional para ambas especies están en la **Figura 63**, y los parámetros de crecimiento en la **Tabla 30**.



**Figura 63.** Curvas de crecimiento de juveniles y adultos de sardina y anchoveta (modificada de [Cubillos et al. 2001](#)).

**Tabla 30.** Parámetros de crecimiento en longitud de anchoveta y sardina común, según el modelo de crecimiento de von Bertalanffy con oscilación estacional en la tasa de crecimiento ([Cubillos et al. 2001](#)). Error estándar entre paréntesis.

Especie	$L_{\infty}$	$K$	$t_0$	$C$	$WP$
	(LT, cm)	(año <sup>-1</sup> )	(año)		
Sardina	18.1 (0.60)	0.745 (0.07)	-0.333 (0.09)	0.998 (0.209)	0.363 (0.031)
Anchoveta	20.1 (0.60)	0.514 (0.05)	-0.042 (0.19)	0.997 (0.203)	0.312 (0.035)

La talla media de madurez sexual se estima considerando el criterio de 50% de ejemplares maduros, ya que se acepta que la madurez progresa con la talla o la edad de acuerdo a un modelo logístico donde  $P$  es la proporción de individuos maduros,  $l$  es la talla (o edad), y  $\beta_0$  y  $\beta_1$  son



parámetros de posición y pendiente, respectivamente. La talla media de madurez ha sido estimada por varios autores para sardina común y anchoveta, y los parámetros se resumen en la **Tabla 31**. Se observa que la talla media de madurez es similar y fluctúa entre 10 y 11,2 cm para la sardina común y entre 11,5 y 12 cm para la anchoveta.

En relación con la tasa de mortalidad natural (M), *Cubillos et al. (1998b)* utilizan los métodos de empíricos de *Pauly (1980)*, *Rickther y Efanov (1976)*, *Alverson y Carney (1975)*, *Taylor (1960)*, y *Hoening (1983)*. Asimismo, los autores utilizan el método Monte Carlo para calcular varianza y límites de confianza para los estimados de M, considerando incertidumbre en los parámetros de entrada como en la predicción. De esta forma, estiman un valor de compromiso para la tasa de mortalidad natural de cada recurso, con criterios de precisión, a través de un promedio ponderando por el inverso de la varianza, lo que condujo a estimaciones de  $M = 1,0 \text{ año}^{-1}$  [0,71; 1,28] para la sardina común y  $M = 0,7 \text{ año}^{-1}$  [0,48; 0,99] para la anchoveta (**Tabla 32**).

**Tabla 31.** Parámetros para la ojiva de madurez de *S. bentincki* y *E. ringens*, reportados por varios autores. Nomenclatura: NR = No Reportado;  $L_{50\%}$  = Talla a la cual el 50% de los individuos están maduro.

Especie	$\beta_0$	$\beta_1$	$L_{50\%}$ (cm)	Método	Fuente
<b>a) S. bentincki</b>					
Talcahuano	NR	NR	11	EMS Macroscópicos	Arrizaga (1981)
	NR	NR	10	Histología	Mujica y Rojas (1984)
	NR	NR	11	IGS	Cubillos y Arancibia (1993)
	11.6	-1.05	11	EMS macroscópicos	Arancibia <i>et al.</i> (1994)
	20.32	-2.05	10	EMS macroscópicos	Cubillos <i>et al.</i> (1999)
	18,442	-1,644	11,2	Histología	Cubillos et al. (2009)
<b>b) E. ringens</b>					
Talcahuano	NR	NR	11		Cubillos y Arancibia (1993)
	23.20	-2.02	11.5	EMS macroscópicos	Cubillos <i>et al.</i> (1999)
	16,427	-1,370	12,0	Histología	Cubillos et al. (2009)

**Tabla 32.** Principales estadísticos de los 3000 valores de mortalidad natural obtenidos de cada modelo empírico de estimación para anchoveta y sardina común por **Cubillos et al. (1998b)**.

Método	$M$	$\sigma(M)$	CV(%)	$M_{50\%}$	95% de confianza		90% de confianza		
					$L_{inf}$	$L_{sup}$	$L_{inf}$	$L_{sup}$	
a) <i>E. ringens</i>									
Pauly (1980)	0,68	0,21	30,0	0,66	0,37	1,17	0,40	1,07	
Rickther y Efanov (1976)	0,93	0,19	19,9	0,91	0,61	1,34	0,66	1,26	
Alverson y Carney (1975)	0,80	0,20	24,7	0,79	0,46	1,24	0,50	1,15	
Taylor (1960)	0,56	0,11	20,3	0,53	0,41	0,83	0,42	0,79	
Hoening (1983)	0,73	0,18	24,7	0,72	0,44	1,17	0,48	1,05	
b) <i>S. bentincki</i>									
Pauly (1980)	0,91	0,26	28,5	0,88	0,48	1,52	0,54	1,39	
Rickther y Efanov (1976)	1,73	0,23	13,2	1,72	1,30	2,20	1,36	2,12	
Alverson y Carney (1975)	0,76	0,12	15,2	0,75	0,55	1,00	0,59	0,95	
Taylor (1960)	0,90	0,20	22,6	0,86	0,63	1,29	0,66	1,38	
Hoening (1983)	1,17	0,25	21,4	1,14	0,75	1,72	0,80	1,60	

### EL SISTEMA DE MONITOREO

Se describe aquí el sistema actual de levantamiento de información requerida para la evaluación de stock que se realiza para el asesoramiento y que forma parte del sistema de manejo.

#### a) Información proveniente de la pesquería

- i. **Desembarque:** Corresponde al peso descargado de un recurso y su propósito es cuantificar los volúmenes, totales y por especie, que efectivamente se reciben en la

descarga o desembarcan. El desembarque es recopilado por el Servicio Nacional de Pesca, sobre una base mensual, por tipo de flota, puerto de desembarque y especie objetivo.

Cabe señalar que en la pesquería pelágica el concepto de captura es igual al de desembarque. Para efecto de la evaluación se utiliza la totalidad del desembarque por especie que ocurre en la unidad de pesquería, comenzando la serie desde el año 1990 (**Tabla 29**).

- ii. **Composición por edad:** La estimación de la estructura de edad del desembarque y/o captura corresponde a un diseño de muestreo relacional en el cual se unen la estimación de la clave talla-edad y la estructura de tallas de las capturas o desembarques. A pesar de que se dispone de una composición por zona y trimestre, para efecto de la evaluación se considera la estimación global para la unidad de pesquería, estando disponible una serie construida desde el año 1990. Las claves talla-edad, se estiman considerando un diseño de muestreo de otolitos estratificado por clase de tallas. Las claves talla edad se construyen por trimestre y para cada zona.

Los datos de captura a la edad disponibles para la evaluación de cada stock se resumen en la **Figura 64 y 65** para anchoveta y sardina común, respectivamente. En el caso de la anchoveta, el grupo de 1 y 2 años de edad dominan en las capturas anuales, mientras que en la sardina común básicamente la captura es sustentada por el grupo de edad 0. El bajo aporte del grupo de edad 0 (reclutas) en las capturas de anchoveta está relacionado con la fecha de cumpleaños definida al 1º de enero para definir los grupos de edad, mientras que en el caso de la sardina común el alto aporte del grupo de edad cero se debe a que se considera el 1º de julio.

En la anchoveta, el único año en que el grupo de edad 0 domina ocurre en 1990, mientras que los grupos de 3 y 4 años de edad virtualmente desaparecen de la pesquería a contar del 2001 (**Figura 65**).

La estructura de tallas del desembarque y/o captura corresponde al número de ejemplares, por rango de talla, capturados por la flota. En términos generales el diseño de muestreo asociado a la estructura de tallas del desembarque, corresponde a un diseño en dos etapas, donde la primera son los viajes y la segunda los ejemplares.

También, y con menos frecuencia, se lleva a cabo un muestreo en tres etapas; es decir, un muestreo dentro de un viaje, lance y ejemplares. El indicador se obtiene por estratos de zona y mes inicialmente, a través de la ponderación de la estructura de talla con la captura diaria o temporal evaluada de las embarcaciones.

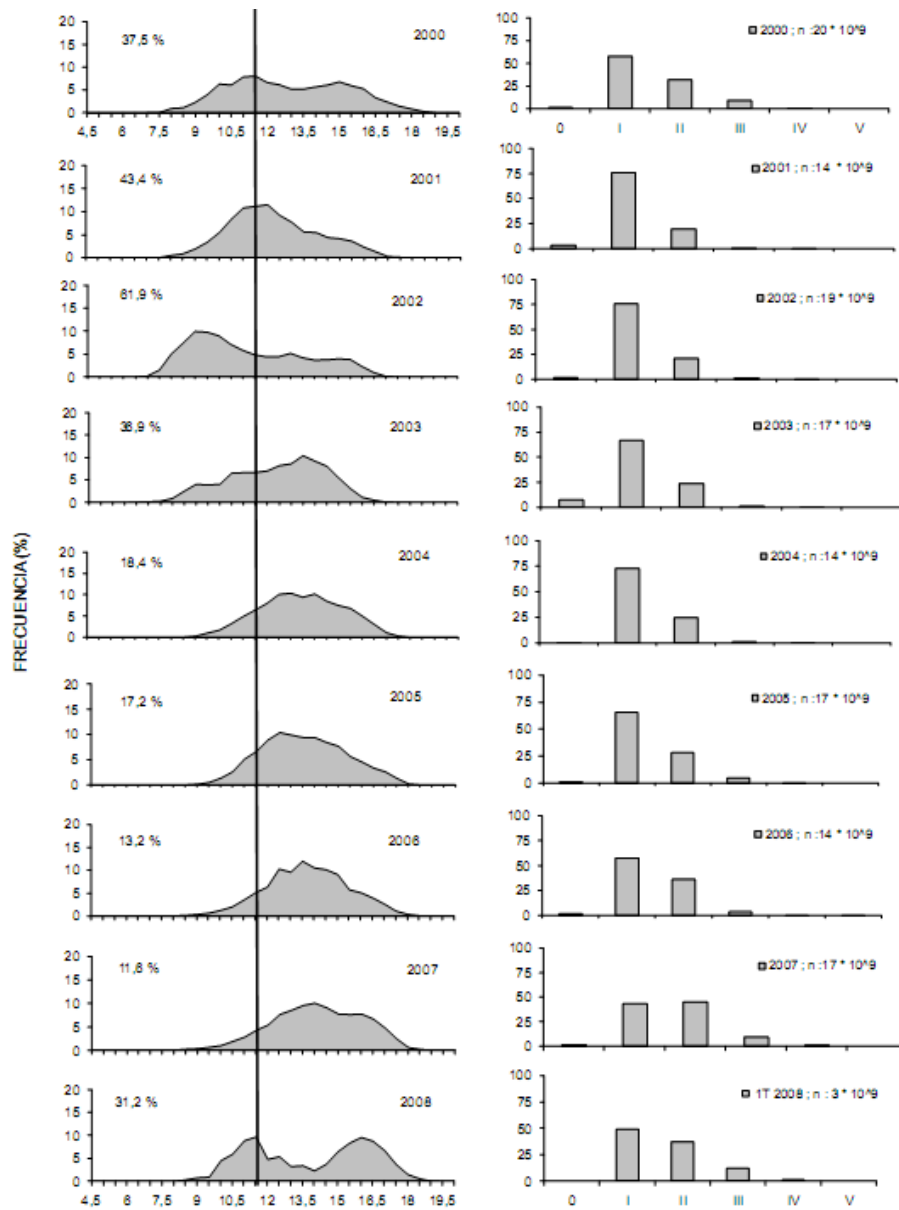


Figura 64. Composición por tallas y edad de las capturas de anchoveta (2000-2008).

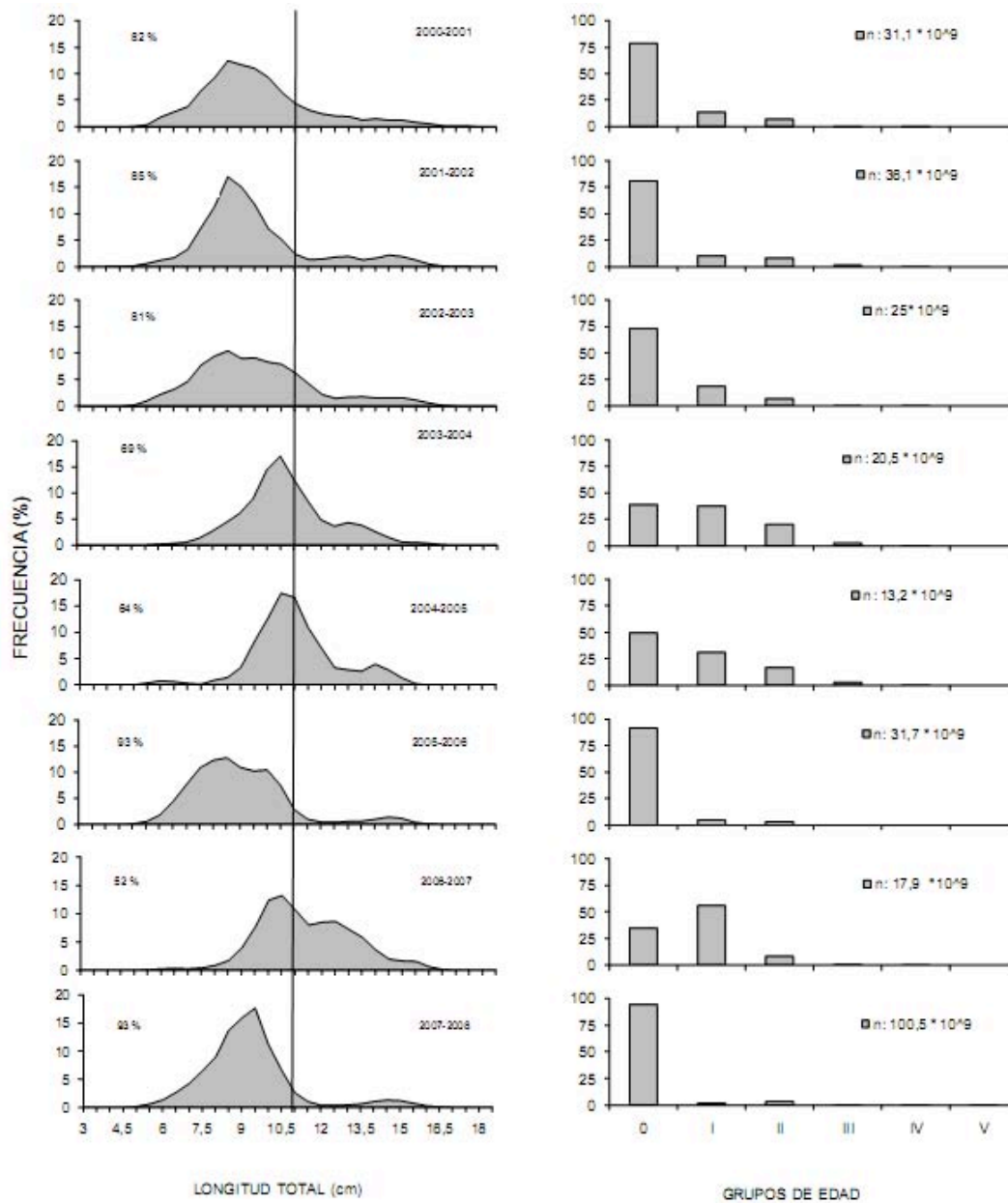


Figura 65. Composición por tallas y edad de las capturas de sardina común (2000-2008).

iii. **Captura por unidad de esfuerzo:** A través de este indicador se pretende explicar cambios que ocurren en la abundancia o disponibilidad de ambas especies en la zona de estudio. Normalmente, se estima un índice para cada especie y flota, pero únicamente

se incorpora en la evaluación el índice de la flota industrial debido a que se cuenta con información desde 1990. El análisis de las tasas de captura se lleva a cabo a través de Modelos Lineales Generalizados (GLM), en el cual se consideran los factores año, mes, zona de pesca y categoría de capacidad bodega. Para el caso de la flota industrial se dispone de información desde el año 1990, y para el caso de la flota artesanal desde el año 1997.

## **b) Información proveniente de cruceros de evaluación**

- i. **Crucero de verano:** En enero de cada año se realiza la evaluación acústica de biomasa de sardina común y anchoveta en la zona centro-sur, a excepción de 1999 que se realizó en diciembre y se asume representa la biomasa a comienzos de 2000 (**Tabla 33 y 34**). Estos cruceros están orientados a evaluar la magnitud del reclutamiento anual, y en la corta historia de estas evaluaciones directas se ha observado una gran variabilidad interanual asociada a la fortaleza del pulso de reclutamiento de ambos recursos. La evaluación hidroacústica contempla un área de estudio localizada entre 33°50' y 40°00'S, en la cual se realizan transectas diurnas y replicas nocturnas, y además se realizan lances de pesca de media agua y de cerco. Paralelamente, se evalúa también el sesgo de orilla y se realizan lances de pesca a bordo de L/M artesanales. La estimación de la abundancia por estructura de talla, se realiza en función de subzonas, las cuales son agrupada de acuerdo a la similitud en las estructuras de tallas observadas y para cada especie. Para cada subzona, se agrupan los lances de pesca determinándose una estructura de tallas común por recurso. Se obtiene el aporte en talla y correspondiente peso, derivándose el TS y coeficiente de integración.

La estimación de la abundancia y biomasa de anchoveta y sardina común por subzona queda determinada por el área prospectada en cada subzona, el coeficiente de ecointegración a la talla y estimador de razón a la tallas. Este último se estima por tres métodos: Hansen & Wolter, Bootstrap, y Variables Regionalizadas. Para transformar la abundancia en biomasa se utilizan los pesos medios a la talla obtenidos de la relación longitud-peso.

**Tabla 33.** Biomasa (toneladas) en el stock de sardina común y anchoveta, la que ha sido evaluada en los cruceros acústicos de reclutamiento. Norte, se refiere a la zona comprendida entre la V y VIII Región, y Sur a la zona comprendida entre el sur de la Isla Mocha y Punta Galera (38°28'S-40°S).

Año	Sardina común			Anchoveta		
	Norte	Sur	Total	Norte	Sur	Total
2000	252601		252601	169366	234650	404016
2001	601383		601383	133231	317587	450818
2002	441063	425768	866831	165334	1337973	1503307
2003	103602	380003	483605	138929	104627	243556
2004	253227	141092	394319	180441	1064114	1244555
2005	147662	251672	399334	332042	577217	909259
2006	1337523	840875	2178397	376924	408916	785840
2007	51577	2064005	2115582	124180	909010	1033191
2008	1950979	2688135	4639114	146588	829550	976138
Promedio	571068	970221	1325685	196337	642627	838964
CV (%)	113,8	103,2	108,8	46,9	64,8	49,2

**Tabla 34.** Abundancia (millones de ejemplares) en el stock de sardina común y anchoveta, la que ha sido evaluada en los cruceros acústicos de reclutamiento. Norte, se refiere a la zona comprendida entre la V y VIII Región, y Sur a la zona comprendida entre el sur de la Isla Mocha y Punta Galera (38°28'S-40°S).

Años	Sardina común			Anchoveta		
	Norte	Sur	Total	Norte	Sur	Total
2000	193707		193707	51395	10414	61809
2001	186398		186398	69615	20594	90209
2002	118378	39649	158027	37666	57732	95398
2003	18900	23819	42719	37655	7278	44933
2004	64867	5680	70547	36270	52841	89111
2005	25492	9705	35197	60842	24572	85414
2006	479376	36606	515982	81496	18909	100405
2007	14175	109276	123451	24086	61019	85105
2008	444150	101599	545749	25967	33477	59444
Promedio	171716	46619	207975	47221	31871	79092
CV (%)	103,6	90,4	92,4	42,1	64,4	24,0

A partir de la abundancia en número estimada para cada talla en la evaluación hidroacústica, se procederá a expandir dicha abundancia por grupos de edad, haciendo uso de la clave talla edad la cual obedece a la totalidad del área de estudio. La suma de la abundancia por subzona por intervalo de talla, permite construir la estimación total de abundancia para la zona de estudio. La cobertura temporal de esta serie comienza el año 2000 y se extiende hasta el 2009.

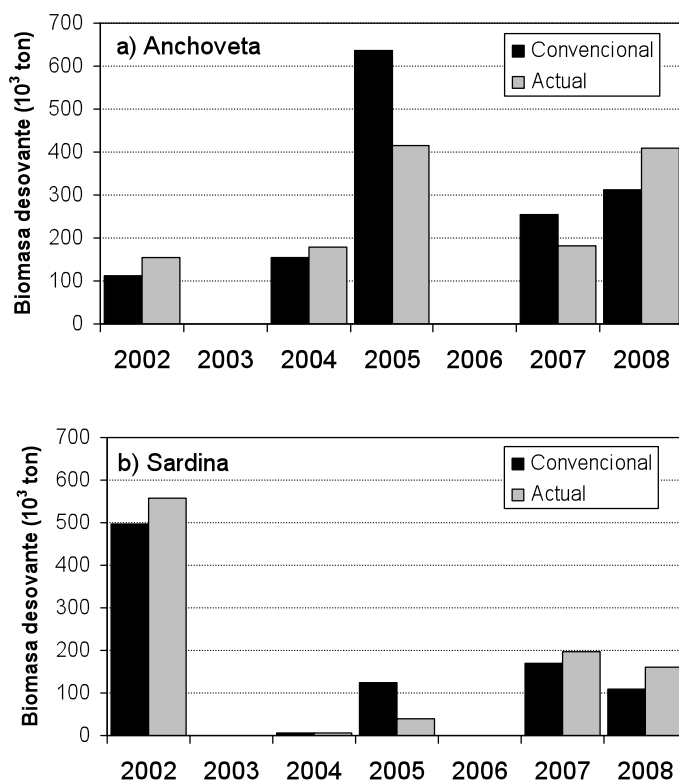
- ii. **Clave talla-edad:** La estimación de esta clave obedece a un diseño de muestreo estratificado por clase de tallas, dentro de cada una de las cuales es estimada una estructura de edad por talla. Las claves talla de los cruceros corresponde a una sola clave para toda el área prospectada.

La abundancia en número por grupo de edad se construye entonces a partir de la clave talla-edad anterior y la abundancia estimada por intervalo de talla. Se obtienen entonces matrices completas las que presentan explícitamente toda la estructura interna de la abundancia en número de individuos por clase de longitud y para cada grupo de edad.

- iii. **Cruceros de otoño:** La estimación de abundancia y biomasa por grupo de talla es similar al procedimiento del crucero de verano. En mayo de 2003, marzo-abril y mayo-junio de 2005, y abril-mayo de 2006, se han realizado evaluaciones acústicas de ambos recursos a través de cruceros denominados PELACES por IFOP. Estas evaluaciones acústicas no son muy consistentes en términos de área cubierta y periodo del año en que se realizan y podrían estar influenciadas por la disponibilidad del recurso más que por cambios reales en abundancia. En este contexto, estas evaluaciones alternativas deben ser estandarizadas adecuadamente antes de ser utilizadas en un modelo integrado de evaluación de stock. En efecto, la época del año en que se realiza la prospección difiere entre años, con desfase de un mes. Asimismo, las áreas prospectadas son diferentes al crucero de verano, y el arte de pesca empleado en los lances también difiere entre 2003 – 2006, siendo en este periodo solo captura de cerco. Finalmente, no se dispone de lectura de edades para el periodo 2003 – 2006.
- iv. **Evaluación del stock desovante:** El stock desovante de anchoveta y sardina común se ha venido evaluado con el método de la producción diaria de huevos desde el año 2002



(Cubillos et al. 2007, 2009). En los estimados se observa que la mayor biomasa desovante de sardina común fue estimada en el 2002 (**Figura 66**), la más baja en el 2004, y un incremento desde el 2005 al 2007, para estabilizarse en niveles similares el 2008. En el caso de la anchoveta, se observó un incremento desde el 2002 al 2005, una disminución en el 2007 y un incremento en el 2008 respecto del año anterior. Estas evaluaciones, sin embargo, no se han incorporado en la evaluación de stock.



**Figura 66.** Stock desovante de anchoveta y sardina común mediante el MPDH, según dos métodos de datación de huevos: convencional (procedimiento de Lo) y actual (procedimiento multinomial) (Cubillos et al., 2009).

#### EL ESTIMADOR O MODELO DE EVALUACIÓN

Los stocks de sardina común y anchoveta comenzaron a ser evaluados oficialmente por investigadores del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) con métodos estructurados por edad en 1996 a través de dos proyectos de investigación financiados por el Fondo de Investigación

Pesquera (FIP); a saber: a) FIP 95-12 “Bases biológicas para prevenir la sobreexplotación de sardina común y anchoveta” (Barría et al., 1998), y b) FIP 97-10 “Evaluación indirecta y análisis de la variabilidad del crecimiento de sardina común y anchoveta en la zona centro-sur” (Barría et al., 1999).

La evaluación de stock de ambos recursos se realiza por separado y considerando que entre la V y X Región existe una unidad de stock de cada especie, donde los procesos de crecimiento y mortalidad dominan por sobre los procesos de migración. No obstante, se debe considerar que las piezas de información disponibles se diferencian principalmente en la fecha de cumpleaños de cada especie y que determina la dinámica temporal de cada stock (**Tabla 35**).

La situación del stock de anchoveta y sardina común se analiza a través de un modelo (**Figura 67**) que consiste de los siguientes elementos:

- i. Modelo de dinámica poblacional estructurada por edad,
- ii. Modelos de las observaciones y penalizaciones a priori que permiten relacionar el modelo de dinámica con las observaciones;
- iii. Identificación de la estructura del error a través de funciones de log-verosimilitud negativas; y
- iv. Proceso de estimación de los parámetros desconocidos del modelo de dinámica a través de un algoritmo que minimiza la función objetivo total, contrastando las observaciones con las estimaciones deducidas del modelo de dinámica.

**Tabla 35.** Resumen de la información disponible de sardina común y anchoveta y su uso en términos de la estructura de la dinámica por edad de cada especie en la zona centro-sur de Chile.

Estructura dinámica poblacional	Sardina común	Anchoveta
Base de tiempo	Temporada (1º julio - 30 junio)	Anual (1º enero - 31 diciembre)
Asignación de grupos de edad	1º de julio	1º de enero
Grupo de edad dominante en las capturas	Grupo de Edad 0	Grupo de Edad 1
Edad más vieja en las capturas	Grupo de Edad 4	Grupo de Edad 4
Serie de tiempo capturas	1990/91 – 2008/09	1990-2009
Nº de años	19	20
Nº de grupos de edad	5	5
Mortalidad natural (M)	1,2	0,7
Patrón de explotación asumido	Función Logística	Función Logística
Patrón de explotación	Constante entre años	Constante entre años
Evaluación acústica verano	RECLAS	RECLAS
- Periodos	Enero 2000 a 2008	Enero 2000 a 2008
Uso de la evaluación acústica	Abundancia total	Biomasa total
Composición por edad acústica	Si	Si
Patrón de explotación asumido	Función normal	Función normal
- Proporcional a:	Abundancia media 1º de enero	Biomasa total 1º de enero
Otras evaluaciones acústicas otoño	Ex-PELACES	Ex-PELACES
Periodos	Mayo 2003, Marzo- Mayo 05, Abril 06, Mayo 07	Mayo 2003, Marzo- Mayo 05, Abril 06, Mayo 07
Patrón de explotación asumido	Pesquería	Pesquería
Proporcional a:	Biomasa vulnerable al mes	Biomasa vulnerable al mes
- Captura por unidad de esfuerzo	Industrial	No
- Periodos	1990/91 a 2003/04	
Patrón de explotación asumido	Pesquería	
- Proporcional a:	Biomasa media vulnerable	Biomasa media vulnerable

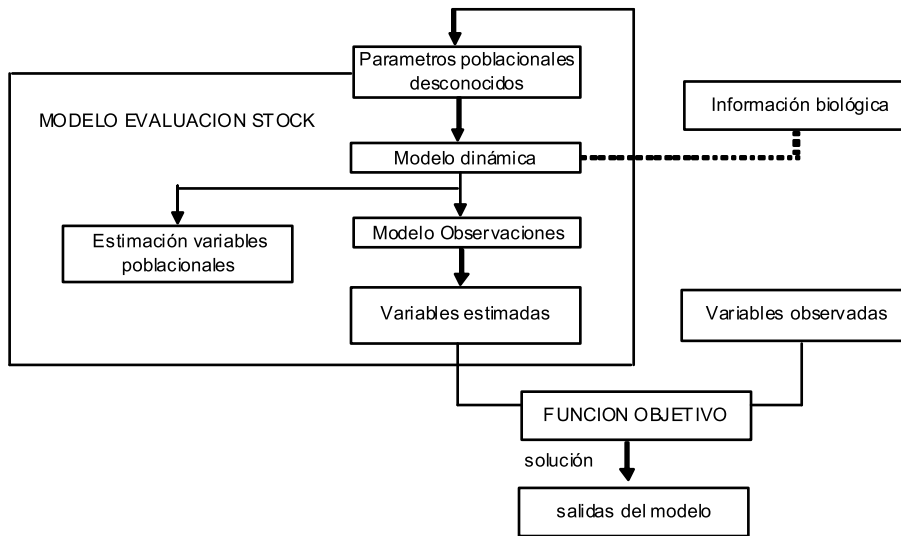


Figura 67. Diagrama de flujo del modelo de evaluación de pelágicos pequeños.

### a) Dinámica de la abundancia

El número de individuos en el stock varía entre años y edades, según la siguiente ecuación de sobrevivencia:

$$N_{i,j} = \begin{cases} R_i & j = 0 \\ N_{i-1,j-1} \exp(-Z_{i-1,j-1}) & j = 1, \dots, 4 \end{cases} \quad (1)$$

En esta ecuación,  $N_{ij}$  es el número de individuos en el stock,  $R_i$  es el reclutamiento representado por la abundancia del grupo de edad 0 en el año  $i$ ; el subíndice  $i$  representa años en el caso de la anchoveta (1990 a 2009) y temporadas de pesca en el caso de la sardina común (1990/91 a 2008/2009);  $j$  indica grupos de edad (0 a 4 en ambas especies);  $Z$  es la tasa de mortalidad total ( $= F + M$ ), donde  $F$  es la tasa de mortalidad por pesca y  $M$  es la tasa de mortalidad natural. Esta última se asume constante entre grupos de edad y años (ver **Tabla 35**), en cambio la tasa de mortalidad por pesca varía entre edades y años según la siguiente expresión:

$$F_{i,j} = s_j F_i \quad (2)$$

$$s_j = \frac{1}{\left[1 + \exp(-\ln(19)(j - a_{50})/(a_{95} - a_{50}))\right]} \quad (3)$$

En esta ecuación,  $F_i$  es la tasa de mortalidad por pesca en el año para la anchoveta y para la temporada de pesca en el caso de la sardina común, en tanto  $s_j$  representa el patrón de explotación por edad que ejerce la pesquería, donde  $a_{50}$  es la edad al 50% de la curva del patrón de explotación, y  $a_{95}$  es la edad al 95% de la curva del patrón de explotación.

La abundancia total es representada para cada especie por la sumatoria a través de los grupos de edad, i.e.

$$N_i = \sum_{j=0}^{j=4} N_{i,j} \quad (4)$$

En tanto la biomasa total es representada por:

$$B_i = \sum_{j=0}^{j=4} w_{i,j} N_{i,j} \quad (5)$$

donde  $w_{ij}$  es el peso promedio a comienzos del año  $i$  en el caso de la anchoveta (1º de enero), y a comienzos de la temporada de pesca  $i$  (1º julio) en el caso de la sardina común. Para el caso de la anchoveta, la biomasa desovante se estima según la siguiente expresión:

$$S_i = \sum_{j=0}^{j=4} \pi_j w_{i,j} N_{i,j} \exp(-Z_{i,j} T_s) \quad (6)$$

donde  $\pi_j$  es la ojiva de madurez sexual, y  $T_s$  es la fracción del año antes de la época de desove que reasume ocurre en agosto ( $T_s = 7/12 \approx 0,583$ ). En el caso de la sardina común, la biomasa desovante se asume corresponde a la biomasa adulta a comienzos de temporada (1º de julio), i.e.

$$S_i = \sum_{j=0}^{j=4} \pi_j w_{i,j} N_{i,j} \quad (7)$$

**b) Modelo de las observaciones**

- Capturas en número y composición por edad de las capturas

Tanto para el stock de anchoveta como de sardina común, la captura en número por edad en la escala temporal es estimada por:

$$C_{i,j} = F_{i,j} N_{i,j} (1 - \exp(-Z_{i,j})) / Z_{i,j} \quad (8)$$

donde  $C_{i,j}$  es la captura en número por años (temporadas) y edades,  $F_{i,j}$  es la tasa de mortalidad por pesca,  $N_{i,j}$  es la abundancia en número del stock a comienzos de cada periodo, y  $Z$  es la tasa de mortalidad total. La composición por grupos de edad de las capturas se estima mediante:

$$p_{i,j} = \frac{C_{i,j}}{\sum_{j=0}^{j=4} C_{i,j}} \quad (9)$$

donde  $p_{i,j}$  es la proporción estimada en el año  $i$  (temporada) del grupo de edad  $j$ .

- Indices de biomasa y abundancia

En el caso de la anchoveta se consideró el siguiente modelo para las observaciones del índice de reclutamiento:

$$B_i^H = \varphi_A \sum_{j=0}^{j=4} w_{i,j} N_{i,j} \quad (10)$$

donde  $B_i^H$  es el índice de biomasa acústica estimada desde el modelo de dinámica y utilizado para representar las evaluaciones acústicas de biomasa que se han realizado en enero de los años 1999 a 2009 por el B/I Abate Molina;  $\varphi_A$  es el coeficiente de detección acústica de anchoveta,  $w_{i,j}$  es el peso promedio de los individuos a comienzos del año  $i$  para el grupo de edad  $j$ , y  $N_{i,j}$  es la abundancia en número del stock a comienzos del año  $i$  y edad  $j$ .

En el caso de la sardina común, el modelo que permite generar un índice de reclutamiento se basa en la siguiente expresión:

$$N_i^H = \varphi_S \sum_{j=1}^{j=4} v_j N_{i,j} (1 - \exp(-Z_{i,j})) / Z_{i,j} \quad (11)$$

donde  $N_i^H$  es el índice de abundancia de sardina común estimado desde el modelo de dinámica y utilizado para representar la abundancia media en enero, la cual se evalúa mediante los cruceros de evaluación que se han realizado desde el año 2000 por el B/I Abate Molina. El parámetro  $\varphi_S$  es el coeficiente de detección acústica, y  $v_j$  es un factor asociado a la edad para representar la probabilidad de detección/vulnerabilidad de los grupos de edad de sardina común durante el crucero de evaluación, asumiéndose el siguiente modelo:

$$v_j = \exp(-(j - a)^2 / 2b) / \xi$$

$$\xi = \max [v_j] \quad (12)$$

donde  $a$  representa la edad de máxima selección y  $b$  la dispersión de la edad en torno de  $a$ ; la constante  $\xi$  permite asegurar que los valores de  $v_j$  siempre tengan un máximo igual a la unidad a la edad  $a$ . Este factor de detección/vulnerabilidad por grupos de edad se utilizó básicamente porque la estructura de edad observada durante los cruceros de evaluación acústica básicamente se observa el grupo de edad 0 que representa el reclutamiento. En el caso de la anchoveta, sólo se usó un factor de corrección edad-específico para representar la estructura de edad observada durante los cruceros de evaluación, pero no para la biomasa porque en esta especie se ha observado que son los grupos de edad 1 y 2, los que dominan en la evaluación acústica.

- Composición por edad del stock durante los cruceros de evaluación acústica

El modelo que relaciona las observaciones de composición por edad del stock y que ha sido observada durante los cruceros de evaluación acústica con el modelo de dinámica es representado por:

$${}^A P_{i,j}^H = \frac{v_j N_{i,j}}{\sum_{j=0}^{j=4} v_j N_{i,j}} \quad (13)$$

donde  ${}^A p_{ij}^H$  es la proporción del grupo de edad  $j$  en el año  $i$  de anchoveta. En el caso de la sardina común, este indicador está representado por la siguiente expresión:

$${}^S p_{i,j}^H = \frac{v_j \bar{N}_{i,j}}{\sum_{j=0}^{j=4} v_j \bar{N}_{i,j}} \quad (14)$$

La diferencia entre las dos ecuaciones radica en que mientras en la anchoveta se utiliza la abundancia a comienzos de año (enero) en la sardina común se utiliza la abundancia media del stock en enero. Se debe recordar que en el modelo de dinámica, la abundancia de sardina común está referida a comienzos de cada temporada de pesca (1º de julio), mientras que la de anchoveta está referida a comienzos de año (1º de enero).

- Otras evaluaciones acústicas

Se cuenta con evaluaciones acústicas que no han cubierto todo el rango de distribución del stock, y que se denominan PELACES por IFOP. No obstante, estas evaluaciones cubren las zonas más abundantes comprendidas entre los 35°S y el Golfo de Arauco y entre los 38°S y 40°S, y están disponibles solamente para mayo de 2003, y marzo-abril y mayo de 2005. El modelo para relacionar estas observaciones con el modelo de dinámica está representado por:

$$B_i^h = \gamma \sum_{j=0}^{j=4} s_j \bar{w}_{i,j} N_{i,j} \exp(-Z_{i,j} T_c) \quad (15)$$

En esta expresión general, la constante  $\gamma$  representa un coeficiente de detección acústica,  $\bar{w}_{i,j}$  es el peso promedio del grupo de edad  $j$  en el año  $i$ ,  $s_j$  es el patrón de explotación del arte de pesca comercial sobre el grupo de edad  $j$ ,  $N_{i,j}$  es la abundancia a comienzos de año (temporada en sardina),  $Z$  es la tasa de mortalidad total, y  $T_c$  es la fracción del año que permite corregir la mortalidad total anual justo antes del periodo de cada evaluación.



- Captura por unidad de esfuerzo

Se cuenta con observaciones de captura por unidad de esfuerzo estándar anuales para sardina común y anchoveta, cuantificadas sobre la base de la operación de naves industriales. Para lograr consistencia, en el caso de la sardina común estas observaciones de captura por unidad de esfuerzo están referidas a la temporada de pesca. El modelo de las observaciones que permite relacionar estas observaciones con el modelo de dinámica viene dado por:

$$U_i = q \sum_{j=1}^{j=4} s_j \bar{w}_{i,j} N_{i,j} (1 - \exp(-Z_{i,j})) / Z_{i,j} \quad (16)$$

donde  $U_i$  representa la captura por unidad de esfuerzo estimada,  $q$  es el coeficiente de capturabilidad,  $s_j$  es la patrón de explotación de la flota en función del grupo de edad  $j$ ,  $\bar{w}_{i,j}$  es el peso promedio del grupo de edad  $j$  en el año  $i$ ,  $N_{i,j}$  es la abundancia a comienzos de año (temporada en sardina), y  $Z$  es la tasa de mortalidad total.

**c) Funciones de log-verosimilitud y penalizaciones**

- Capturas totales en peso

La captura total en un año calendario (anchoveta) o en la temporada de pesca (sardina común) se asume presentan una estructura de error con una distribución log-normal, representada por:

$$\ell_1 = \frac{1}{2\sigma_Y^2} \sum_T (\ln(Y_i / \hat{Y}_i))^2 \quad (17)$$

donde  $\sigma^2_Y$  representa el coeficiente de variación de las capturas totales,  $Y_i$  es el desembarque anual en la anchoveta o por temporada en el caso de la sardina común, mientras que  $\hat{Y}_i$  es el desembarque estimado a partir del modelo de dinámica poblacional.

- Índices de biomasa y abundancia

Para los índices de biomasa y abundancia se consideró una estructura de error con distribución log-normal, cuya función de log-verosimilitud para el caso de la biomasa acústica viene dada por:

$$\ell_2 = \frac{1}{2\sigma_H^2} \sum_i (\ln(B_i^H / \hat{B}_i^H))^2 \quad (18)$$

En el caso de la sardina común se utiliza la abundancia estimada en los cruceros de evaluación acústica.

A su vez, para el caso de las evaluaciones acústicas secundarias, denominadas PELACES, se asumió igual función de log-verosimilitud así como para la captura por unidad de esfuerzo, i.e.

$$\ell_3 = \frac{1}{2\sigma_h^2} \sum_i (\ln(B_i^h / \hat{B}_i^h))^2 \quad (19)$$

y

$$\ell_3 = \frac{1}{2\sigma_h^2} \sum_i (\ln(B_i^h / \hat{B}_i^h))^2 \quad (20)$$

- Composición por edad

La composición por edad de las capturas y de los cruceros de evaluación acústica se asume siguen una distribución multinomial, cuya función de log-verosimilitud es expresada por:

$$\ell_5 = -n \sum_i \sum_j p_{i,j} \ln(\hat{p}_{i,j}) \quad (21)$$

para el caso de las capturas, y por:

$$\ell_6 = -n^c \sum_i \sum_j p_{i,j}^H \ln(\hat{p}_{i,j}^H) \quad (22)$$

para el caso de la composición por edad observada en los cruceros de evaluación acústica.

En estas ecuaciones,  $n$  representa la influencia del tamaño de muestra para determinar la composición por edad de las capturas, y  $n^c$  en el caso de la composición por edad de la abundancia en los cruceros de evaluación acústica. Con propósitos prácticos y porque puede existir variabilidad adicional a la multinomial, los valores se asumieron equivalentes a 200.

#### - Penalizaciones

Una serie de penalizaciones fueron incorporadas para otorgar estabilidad al proceso de estimación, considerando información a priori para las desviaciones del reclutamiento, para los parámetros del patrón de explotación de la flota y del crucero de evaluación acústica, las cuales fueron específicas para cada caso (**Tabla 36**).

#### **d) Proceso de estimación**

En el modelo de dinámica estructurado por edad, son parámetros desconocidos a ser estimados los siguientes: i) abundancia inicial de las clases anuales en el primer año (temporada de pesca), ii) la abundancia de las clases anuales a la edad 0, que representa el reclutamiento en número; iii) los parámetros asociados con el patrón de explotación y de detección acústica sobre la edad; iv) las tasas de mortalidad por pesca anuales, y e) los parámetros de la relación stock-recluta. Para estimar los parámetros desconocidos, se utiliza el software MATLAB minimizando una función objetivo que da cuenta de la suma de las funciones de log-verosimilitud negativas.

**Tabla 36.** Penalizaciones para la distribución a priori de los parámetros que permiten estabilizar las estimaciones de las desviaciones del reclutamiento, patrón de explotación de la flota y patrón de explotación asociado con la detección acústica.

	Símbolo	Anchoveta	Sardina común
Desviaciones del reclutamiento	CV	0.5	0.5
Desembarque	CV	0.1	0.1
Composición por edades	n	200	200
CPUE	CV	0.2	0.2
RECLAS	CV	0.1	0.1
Composición por edades	n	50	50
PELACES	CV	0.2	0.2

La función objetivo se construye a partir de los estimadores máximos verosímiles de los datos observados y de funciones de penalización. La función de minimización corresponde al negativo de la log-posteriori

$$-\ln L(\theta/x) = -\sum_i L(i) - \sum_i p(i)$$

donde,  $\theta$  es el vector de parámetros a estimar dado los datos observados ( $x$ ).  $L(i)$  corresponde a los estimadores máximo verosímiles, y  $p(i)$  a las *priori*.

La incertidumbre es representada por los percentiles de la distribución a posterior de los parámetros según:

$$p(\theta/X) = \max \left\{ \frac{p(x/\theta)p(\theta)}{\int p(x/\theta)p(\theta)d(\theta)} \right\}$$

donde,  $p(\theta)$  corresponde a la distribución a *posteriori* conjunta de los parámetros;  $p(x/\theta)$  corresponde a la verosimilitud de los datos observados dado los parámetros, y finalmente  $p(\theta)$  corresponde a las distribuciones a *priori*.

## ANEXO 4: RESULTADOS TALLERES PARTICIPATIVOS

## 1. INTRODUCCION.

Al considerar las premisas del Proyecto, esto es:

a) Que la evaluación del Procedimiento de Manejo (PM) es una recomendación científica para establecer la CTP utilizando reglas de control pre-acordadas e información, tanto histórica de la pesquería como de monitoreo de la misma. El PM permite conocer anticipadamente, mediante simulación computacional, el desempeño de las reglas en diferentes escenarios.

b) La participación e involucramiento activa de los usuarios representados por el sector industrial y artesanal en un PM contribuyen a la viabilidad tecno-política del mismo.

En este contexto, la metodología general de trabajo se planteó en dos instancias. La primera fue relacionar el enfoque de evaluación del Procedimiento de Manejo con una segunda metodología que tenía que ver con el Sistema Socioecológico en el cual ocurre la Pesquería de Pequeños Pelágicos (PPP). En este caso, la metodología se abordó con un enfoque basado en identificar problemas, tal que sus enunciados permitieran descubrir los objetivos de manejo e índices de desempeño, a partir de la participación de todos usuarios.

Desde un punto de vista epistemológico o teórico los sistemas inquisitivos (Churchman, 1971) son formas de adquirir conocimiento. Las bases del sistema utilizado en este proyecto implican dos formas distintas de generar un “diseño” [como proceso de creación y desarrollo para producir un nuevo objeto o medio de comunicación (objeto, proceso, servicio, conocimiento o entorno) para uso humano], que requieren dos formas distintas de trabajo. Una que tiene que ver con las metodologías de diseño de primera generación, propias del método científico (la tarea de los modelación y evaluación de las estrategias de explotación propiamente tal), y la otra, que tiene relación con metodologías de segunda generación (Olsen 1982), propias de los Grupos Ad Hoc, que diseñan en forma participativa.

En la primera, los tipos de problemas que se abordan, requieren conciliar una forma de comunicación que pueden calificarse como avanzados. Ellos son secuenciales, adecuados para inquirir en profundidad, con limitados rangos de aplicaciones, limitados sólo a aquellos que poseen la pericia en el modo particular y que son capaces de transmitir mensajes sofisticados. Característicos del método científico.

En la segunda, los tipos de situaciones y problemas abordados, requieren de una nueva actitud hacia el proceso de “diseño”; pues se requiere una visión holística de las situaciones y los proyectos, que se logra en gran medida, a través de la participación de grupos heterogéneos de profesionales que interactúan empleando un modo de comunicación capaz de transmitir gestalt (o modo “integrado”). En este caso la resolución de problemas y situaciones puede caracterizarse por un proceso que es iterativo y que consiste en actividades de diseño que se llevan a cabo

simultáneamente. La solución del problema y su definición son la misma cosa bajo el esquema planteado, porque no hay una imagen bien definida de la solución o de cuál debería ser. Cuando cuidadosamente se construyen en el lenguaje las coordinaciones de coordinaciones consensuales, estos modos, los lenguajes “integrados” sirven para comunicarse con diversos tipos de clientes y pueden transmitir mensajes sofisticados en un contexto gestalt (Trujillo, 1988).

Desde un punto de vista ontológico o explicaciones del mundo que experimentamos, hay dos tipos exclusivos o maneras de validar dichas explicaciones. La primera, la científica, es el camino de la objetividad-sin-paréntesis, o el camino de la objetividad trascendental. Aquí el observador postula la existencia de un Universo que es independiente de lo que él hace. La segunda, es el camino de la objetividad-en-paréntesis o camino de la objetividad constitutiva. Aquí el observador postula la existencia de múltiples realidades o multiverso que es dependiente de lo que él hace. Ambos caminos o dominios explicativos son primordialmente epistemológicos pero a su vez tienen implicaciones ontológicas. Cada dominio está caracterizado por criterios que permiten validar las explicaciones, las suposiciones acerca de la naturaleza de las entidades involucradas y, las acciones (por ende la cognición) que son vistas como legítimas. Ambos dominios se unen en el emocionar (Minger 1968) y dado que las emociones están asociadas a las personas sus tipologías son clave en todo proceso de diseño.

## 2. METODOLOGIA

Para poder integrar coherentemente los requerimientos planteados en el punto 5.7 de los TBR del proyecto, el Proponente consideró necesario utilizar el Proceso Inductivo de Aprendizaje y Descubrimiento desde Abajo (BUIPLED: Bottom-up Inductive Process of Learning and Discovery, Trujillo et al. 2008). Este proceso permite a los Usuarios orientar su búsqueda de objetivos de manejo e indicadores de desempeño y a la vez sirve para complementar el trabajo de modelación. Este proceso se muestra en la heurística (Figura 68) cuyos pasos fueron los siguientes:

- a) Se identificó los rasgos de personalidad de los agentes involucrados en el Proyecto, luego,
- b) Se utilizó los rasgos Primarios y Secundarios para identificar la estructura grupal de los agentes. Esto permitió establecer una forma de comunicación denominada Belmod (Behavior-language-modelling). A continuación,
- c) Se practicó “Belmod” para producir “aprendizaje generativo” [proceso por el cual una persona se re-crea a si misma] cuando tenga que lidiar con el análisis del Sistema Socioecológico basado en problemas. Entonces,
- d) Se utilizó Belmod para estimular el aprendizaje experto y el comunitario para generar aprendizaje de primer orden por medio del cual los agentes traen el mundo a la mano. El próximo paso fue,

d) Utilizar las autoreferencias, para generar aprendizaje de segundo orden y generar así una “visión unificada” (weltanschauung) de la situación-problemática. Esta fue una explicación multireferencial de la realidad que fue necesario analizar como un todo. En este punto:

- Se realizó un Taller para realizar el análisis estructural del sistema blando asociado a la situación-problemática,
- Se identificó los problemas-clave en el sistema complejo adaptativo; y entonces,
- Se realizó un Taller donde se evaluó la afinidad de los problemas-clave y establecieron patrones,
- y por ultimo, se realizó un Taller que permitió consolidar los descubrimientos hechos.

El hilo conductor de este proceso fue la comunicación, que se articuló según los rasgos de personalidad de los usuarios, utilizando el lenguaje que armoniza las conversaciones, y en el modelaje de los comportamientos que fueron observados.

Con el objeto de armonizar la visión de los expertos (modelación) con la visión de los usuarios, los investigadores formularon una sola pregunta que se consultó tanto a los usuarios como a los Expertos. Las respuestas permitieron el aprendizaje inductivo en forma colectiva, paso-a-paso desde la base (BUIPLED), hasta lograr el descubrimiento de los problemas-clave del Sistema Socioecológico (SSE) en el cual se encuentra insertada la Pesquería de Pequeños Pelágicos (PPP).

El proceso se inició con un Test cuyo objetivo fue conocer los rasgos primarios de personalidad de cada persona involucrada en el Proyecto. Esto permitió precisar la estructura de personalidad del colectivo, y facilitó la comunicación con lo cual disminuyó la entropía grupal lo que a su vez facilitó la articulación de una red de conversaciones entre todos los actores. Una vez identificada la estructura grupal de personalidad se inició el proceso de aprendizaje que permitió a los diferentes grupos de interesados (Industria, Artesanales, Investigadores e Institucionalidad) acotar las visiones (weltanschauungen) que luego se transformaron en una Visión A y en una Visión B. Estas visiones representan la autoreferencia que los usuarios actores (Stakeholders) y observadores (expertos) tienen del actual sistema de explotación de la sardina común y anchoveta que tiene lugar en el Sistema Socioecológico en el cual opera la Pesquería de Pequeños Pelágicos.

En un primer taller, los representantes de cada grupo realizaron un Análisis Contrastante Weltanschauung, (ACW, texto-contexto) para poner en un contexto Socioecológico los objetivos de manejo e indicadores duros de la PPP identificados *a priori* conjuntamente por los investigadores del proyecto, los usuarios y los encargados de la pesquería.

En un segundo Taller de Evaluación se realizó un Análisis de Afinidad con el propósito de detectar las estrategias de explotación alternativas sugeridas por los expertos-usuarios para el modelo operativo básico. Finalmente, el proceso culminó en un tercer Taller de Consolidación donde se descubrirían las mejores estrategias de manejo alternativas para la PPP y los indicadores de desempeño.



### ***Análisis de Motricidad-Dependencia***

En la **Figura 68** se muestra la Heurística utilizada para abordar los Talleres en la Pesquería de Pequeños Pelágicos, región centro-sur. Los **resultados finales (Motricidad-Dependencia) generados en dichos Talleres fueron producidos por:**

- a) El Grupo Técnico encargado del Proyecto. Estos son los Investigadores, Concepción, que en la **Figura 68** aparecen con un color rosado y numeración IV.
- b) La Institucionalidad, representada por SUBPESCA, SERNAPESCA e IFOP, que se identifican con el color ocre, número I romano; El Retiro-Quilpué.
- c) Un ejercicio preliminar de síntesis desarrollado en el IFOP,
- d) Un Taller que se realizó con el Sector Artesanal ex- ante Tsunami realizado en Concepción.
- e) Un Taller que se realizó con el Sector Artesanal ex- post Tsunami, más la integración de la Institucionalidad y de los Investigadores en Viña del Mar,
- f) Un Taller realizado con el Sector Industrial en Concepción,
- g) Un Taller realizado con el Sector Industrial, Institucionalidad, Artesanales e Investigadores en concepción y, finalmente.
- h) Un Taller de difusión con Investigadores, Institucionalidad, Artesanales e Industriales que se realizó en Concepción.

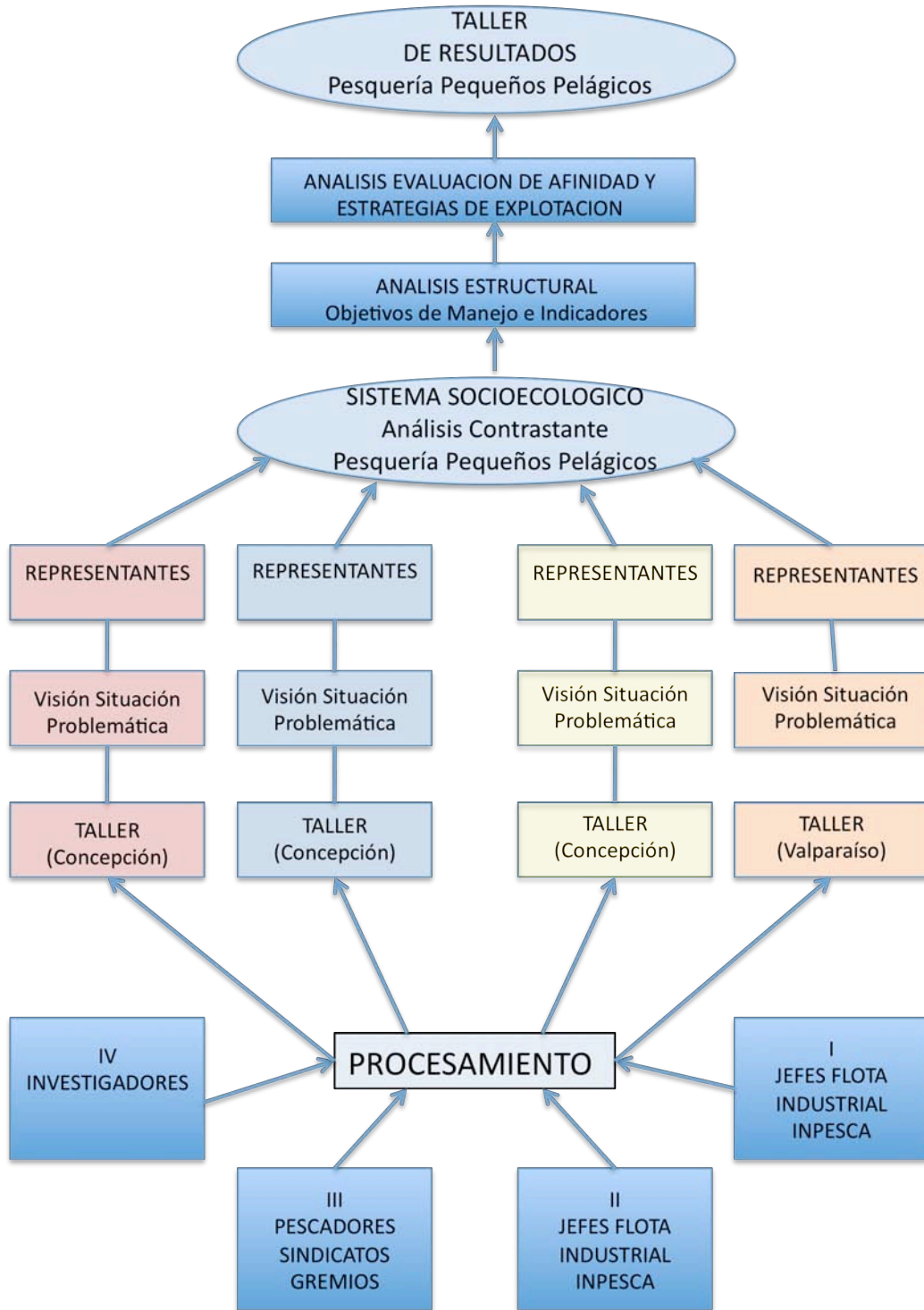


Figura 68. Heurística para abordar los Talleres en la Pesquería de Pequeños Pelágicos, región centro-sur.

El conjunto de problemas generado por “la pregunta” dió origen a un Sistema de Problemas, cuyos elementos constitutivos conforman una red de relaciones que puede expresarse en términos de una matriz binaria, simétrica, de causalidad directa. Dicha matriz entrega para cada problema los valores (X: dependencia; y: motricidad) que permiten plasmarlos en un plano cartesiano. Los cuatro cuadrantes de dicho plano se construyen con el valor promedio de las observaciones. Se generan así 4 zonas: 1) Poder, 2) Conflicto, 3) Salida (desconectados del sistema) y 4) Independiente (efectos). La zona de Poder aglutina a los problemas que ejercen presión sobre el Sistema actual de Explotación de la PPP. La zona de Conflicto aglutina a los que ejercen presión sobre el Sistema pero que a su vez éste ejerce presión sobre los problemas. Ambos deben tomarse en cuenta en el análisis porque son los forzantes que originan las perturbaciones en la PPP.

La zona de Salida representa los problemas que son efecto en el Sistema. Estos no tienen la capacidad de impactarlo, aun cuando tienen motricidad y dependencia. Son los dolores de cabeza en el sistema. La zona Independiente aglutina los problemas que no pesan en el Sistema.

### 3. RESULTADOS

#### *a) Taller de Investigadores (Grupo Técnico)*

El día 3 de abril de 2009 se realizó el IV Taller en la Universidad de Concepción, en el Laboratorio de Evaluación de Poblaciones Marinas (EPOMAR) del Departamento de Oceanografía (Cabina 9) (**Foto1**), Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas. En este Taller, como primer paso, se identificaron los rasgos individuales para luego colegir la estructura del grupo y así armonizar las conversaciones grupales durante el Taller. La principal característica de este Grupo (**Figura 69**) es que privilegia focalizarse en la estructura y detalle de las cosas y en la consecución de las tareas. Por ello, en las entrevistas con los usuarios deben ser empáticos. Lo importante para el éxito del Proyecto es tener presente que no hay que dejar las tareas para después y que hay que sincronizar el modelaje teórico con el análisis Weltanschauung, porque el modelo teórico dependerá de su viabilidad política.



Foto 1. Interacción de Investigadores asistentes al Taller de Concepción.

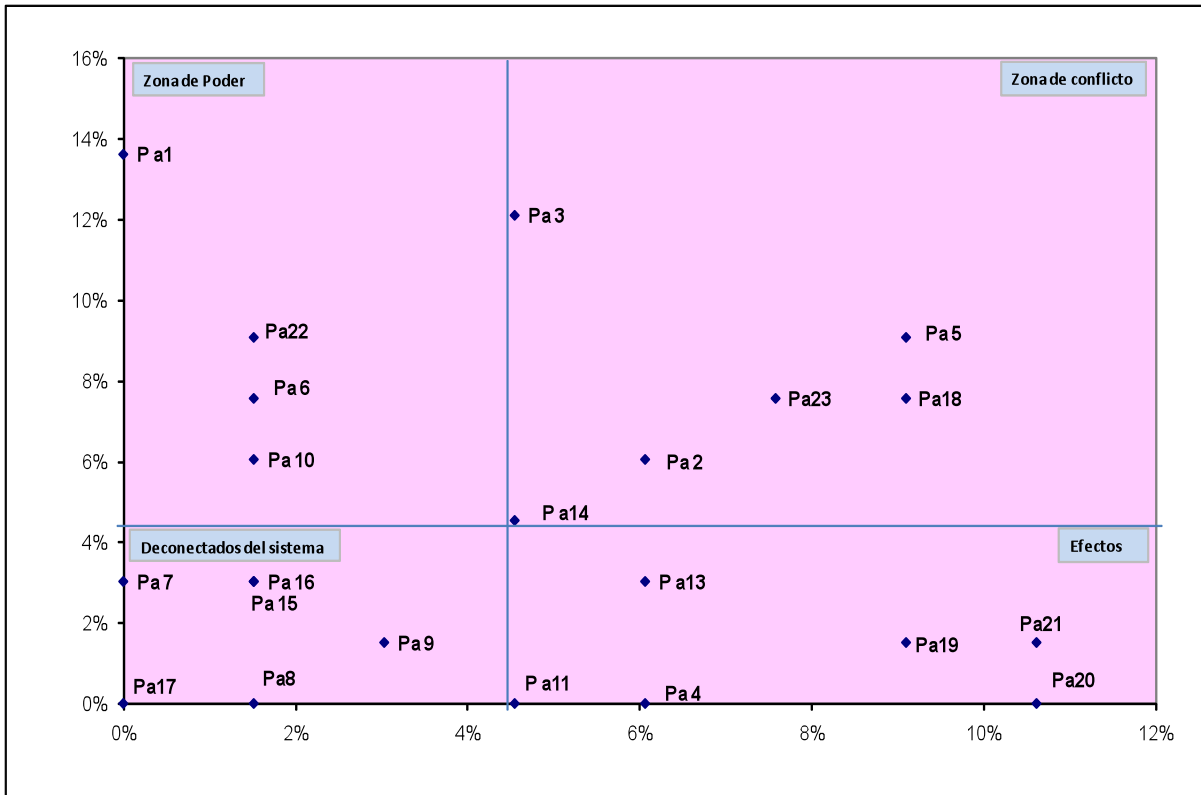
NOMBRE	RASGOS PRIMARIOS		RASGOS SECUNDARIOS	
	Función	Función	Función	Función
	Dominante	Auxiliar	Terciaria	Inferior
Luis Cubillos	Verde	Azul	Rojo	Amarillo
Claudio Gatica	Verde	Rojo	Azul	Amarillo
Claudio Castillo	Verde	Rojo	Amarillo	Azul
Milton Pedraza	Amarillo	Rojo	Azul	Verde
MaríaJosé Zúñiga	Amarillo	Azul	Rojo	Verde

**Figura 69.** Estructura del Grupo PPP-Concepción. Rojo: personalidad fuerte, voluntad fuerte, decididos, eficientes, sus deseos cambian, competitivos, independientes, prácticos. Amarillo: emocionales, entusiastas, optimistas, persuasivos, animados, conversadores, comunicativos, estimulantes. Verde: pomposos, exigentes, críticos, lentos para tomar decisiones, temen a las críticas. Azul: confiables, agradables, dan apoyo, aceptan los cambios lentamente, contentos, calmados, amigables, reservados.

En segundo lugar, este Grupo diseñó una pregunta que se hizo a través de una encuesta y entrevistas tanto a los Investigadores como a todos los actores: Industriales, Artesanales e Institucionalidad.

***¿Como usuario de la pesquería de sardina común y anchoveta...cuáles cree usted son los principales problemas del actual sistema de explotación, que limitan, dificultan o entorpecen el manejo de estos recursos? Describa brevemente en qué consiste cada problema.***

En la **figura 70** puede observarse que en la “Zona de Poder” se concentran los problemas-clave o forzantes (f) que tienen alta motricidad para impactar al Sistema de Manejo de la Pesquería de Pequeños Pelágicos y la “Zona de Conflicto” donde se ubican aquellos problemas-clave o forzantes (f) que impactan al Sistema pero que a su vez son impactados por este Sistema. Estos problemas son detallados en **Tabla 37**.



**Figura 70.** Motricidad-dependencia de los problemas detectados por Investigadores.

**Tabla 37.** Descripción de problemas detectados por investigadores correspondientes a zona de poder y conflicto de análisis de motricidad-dependencia.

<b>ZONA DE PODER</b>	
<b>Problema</b>	<b>Descripción breve</b>
<b>Pa1:</b> Bajo conocimiento de los objetivos de manejo de la pesquería	<i>Los objetivos de manejo no se encuentran definidos o son de escaso conocimiento para los principales actores del sector, desconociéndose en caso de existir los fundamentos que los sostienen.</i>
<b>Pa22:</b> Se desconoce la dinámica espacial de las poblaciones de sardina y anchoveta.	<i>Descripción breve: el recurso a veces desaparece de las zonas de pesca, sin una razón aparente. Descriptor: rendimientos bajos, la flota sale más lejos para vulnerar el recurso</i>  <i>Identidad: El stock adulto está refugiado en la zona sur, frente a la IX Región.</i>
<b>Pa6:</b> No existe un control dinámico de la actividad.	<i>Descripción breve: No hay un mecanismo oportuno que permita interrumpir la pesca si se encuentra que las capturas de un periodo de tiempo contempla solo individuos bajo talla o niveles de captura bajos al no haber individuos que capturar en una zona.</i>
<b>Pa10:</b> Inadecuada comunicación de resultados desde las instituciones de investigación pesquera hacia los usuarios (stakeholders).	<i>Descripción breve: Falta consenso en resultados de evaluación de las poblaciones realizadas para las distintas instituciones de investigación pesquera. Por lo tanto la Transferencia de información desde los investigadores hacia los usuarios directos de la pesquería es deficiente y limitada. Los usuarios no le creen a los investigadores y a las instituciones de gobierno.</i>  <i>Evaluaciones de distintas instituciones de investigación pesquera tienen resultados distintos, no se llegan a acuerdos, por lo tanto, no se sabe a quién creer, como llegar a los usuarios si no hay acuerdo entre las evaluaciones de los investigadores.</i>
<b>ZONA DE CONFLICTO</b>	
<b>Pa3:</b> Deficiente establecimiento de normativa pesquera orientada al manejo de la pesquería.	<i>Descripción breve: La normativa pesquera referida a la adopción de medidas de manejo no se encuentra normada ni definida, desconociéndose frente a diferentes escenarios de estado de la población las acciones de manejo a adoptar.</i>
<b>Pa5:</b> Las decisiones políticas son más importantes que las técnicas.	<i>Descripción breve: En la asignación de cuota, se considera más tener contentos a los pescadores con cuotas con niveles de riesgo altos para el stock, que proteger al recurso de una posible sobreexplotación.</i>
<b>Pa23:</b> Deficiente sistema de monitoreo y vigilancia de indicadores poblacionales claves.	<i>Identidad: El monitoreo de alta frecuencia se sustenta en las muestras de los desembarques, basada en las decisiones operacionales de los pescadores.</i>  <i>Descriptor: El sistema de indicadores es 100% dependiente de la pesquería.</i>

<p><b>Pa18:</b> Falta de medidas de conservación y protección al recurso</p>	<p><i>Descripción breve: Los periodos de veda no coincidentes con procesos destinados a la protección.</i></p> <p><i>No existen zonas de exclusión de la pesquería. Zonas de resguardo.</i></p>
<p><b>Pa2:</b> Las medidas de administración son de corto plazo y responden a necesidades o circunstancias del ambiente político.</p>	<p><i>Descripción breve: Las diferentes medidas de administración son tomadas por la autoridad pesquera, sobre la base de información del momento, como son por ejemplo estimaciones acústicas de biomasa o término de cuotas de pesca para algún sector (artesanal o industrial).</i></p>
<p><b>Pa14:</b> Deficiencias en la evaluación del recurso</p>	<p><i>Descripción breve: Utilización de inadecuadas tasas de mortalidad natural principalmente a nivel ontogenético (etapa juvenil o pre-recluta). Un enfoque errado evocado al MRS. Se asume una Relación S-R, con supuestos no comprobados.</i></p>

*b) Taller de Institucionalidad.*

En este Taller, el día 8 y 9 de julio de 2009 realizado en “El Retiro-Quilpué”, se definió la estructura del Grupo de Trabajo (**Figura 71**). La principal característica que exhibió este Grupo fue el equilibrio de los rasgos dominantes primarios (superiores), que permitió mantener conversaciones amenas, analíticas, bien estructuradas y orientadas al logro del objetivo del Taller. Los rasgos primarios (auxiliares) de este grupo fortalecieron la orientación al logro. Esto quedó demostrado por el esfuerzo desplegado el segundo día durante el cual se trabajó hasta culminar el análisis estructural, bien avanzado la tarde (**Foto 2**).



**Foto 2.** Interacción de Participantes asistentes al Taller El Retiro Quilpué.8-9/07/2009.



**Figura 71.** Estructura grupal de los participantes Institucionales. Rojo: personalidad fuerte, voluntad fuerte, decididos, eficientes, sus deseos cambian, competitivos, independientes, prácticos. Amarillo: emocionales, entusiastas, optimistas, persuasivos, animados, conversadores, comunicativos, estimulantes. Verde: pomposos, exigentes, críticos, lentos para tomar decisiones, temen a las criticas. Azul: confiables, agradables, dan apoyo, aceptan los cambios lentamente, contentos, calmados, amigables, reservados.

Una vez conocida la estructura grupal, el grupo procedió a identificar como usuario de la pesquería de sardina común y anchoveta, los principales problemas del actual sistema de explotación, que a su juicio, limitan, dificultan o entorpecen el manejo de estos recursos. Su análisis estructural en la **Figura 72** y **Tabla 38**.



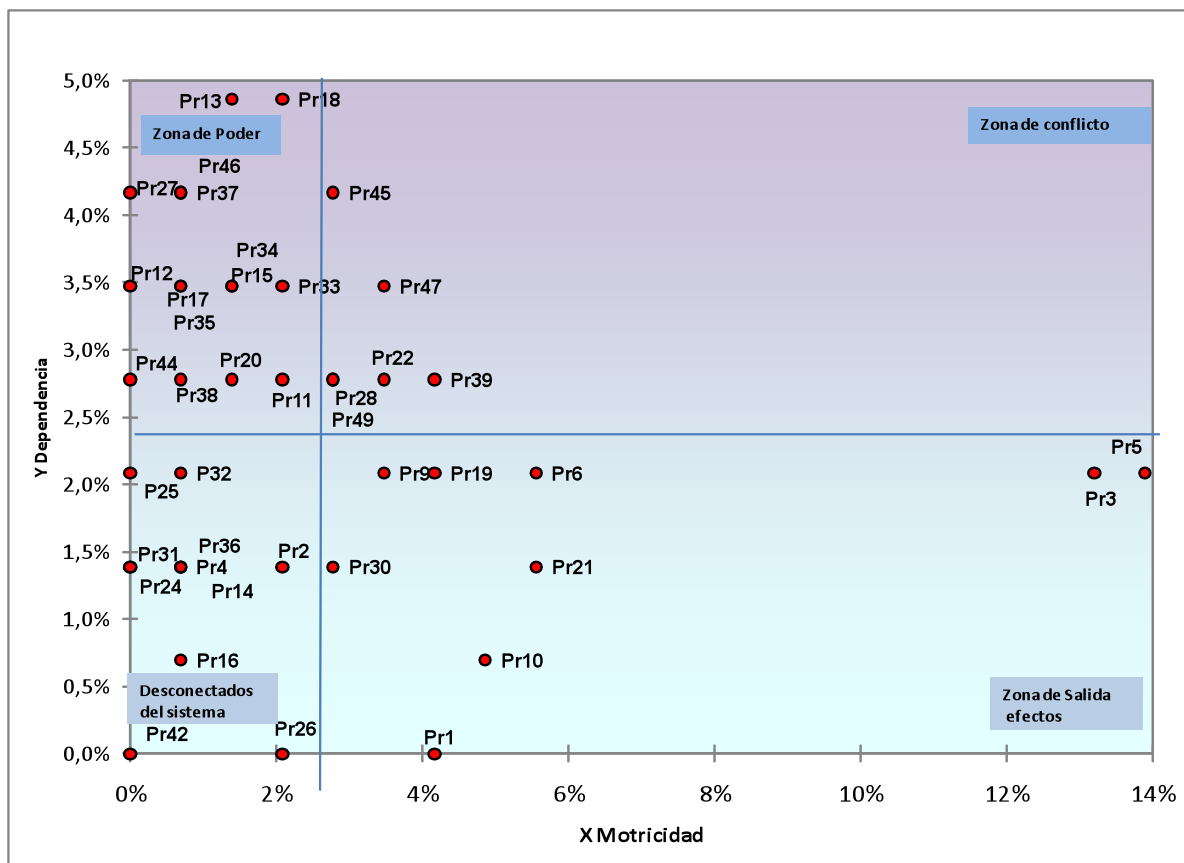


Figura 72. Motricidad-dependencia de los problemas detectados en el Taller El Retiro-Quilpué.

Tabla 38. Descripción de problemas detectados por institucionalidad correspondiente a zona de poder y conflicto de análisis de motricidad-dependencia.

<b>ZONA DE PODER:</b> Problemas que impactan al Sistema de Explotación
<b>Pr13:</b> No existe una gran cohesión entre los pescadores artesanales
<b>Pr18:</b> Presiones económicas intra y extra sectoriales que generan competencia desleal.
<b>Pr27:</b> Falta difusión, transparencia y conocimiento del sector. Sector artesanal con bajo nivel organizacional (demasiados subconjuntos).
<b>Pr37:</b> Alto nivel de incertidumbre en la base de datos de los desembarques de SERNAPESCA.
<b>Pr12:</b> Falta o escasa escolaridad por necesidad, acceso, económica.
<b>Pr17:</b> No existe conciencia de la sustentabilidad de los recursos.

<b>Pr35:</b> Presupuesto económico destinado a la investigación en Chile resulta insuficiente.
<b>Pr15:</b> Desconfianza hacia la investigación por falta de transparencia y acercamiento al sector artesanal.
<b>Pr34:</b> Alto nivel de incertidumbre en el real estado del recurso y de la pesquería.
<b>Pr33:</b> Falta de cultura organizacional. La falta de cultura organizacional de las organizaciones de pescadores artesanales de pequeños pelágicos, particularmente en la VIII Región provoca los siguientes conflictos.
<b>Pr44:</b> Falta transparencia en el manejo del recurso.
<b>Pr38:</b> Algunas decisiones de administración toman en consideración únicamente aspectos de carácter político, dejando de lado la competente técnica que en el mediano y largo plazo es la que permiten la sustentabilidad de las pesquerías.
<b>Pr20:</b> Se piensa que el mar es una fuente inagotable de recursos.
<b>Pr11:</b> Incapacidad de Control efectivo de la pesca (externalidad).
<b>ZONA DE CONFLICTO:</b> Problemas que impactan al Sistema de Explotación y que a su vez son impactados por éste
<b>Pr45:</b> Falta de cooperación de todos los usuarios
<b>Pr28:</b> El sector artesanal es mayor en número de mano de obra pero está atomizado en muchas organizaciones de pocos pesos específicos e informales.
<b>Pr49:</b> Sector inmaduro respecto de otros prioritarios y por ello más ordenados.
<b>Pr47:</b> Incertidumbre de la asesoría técnica-científico orientada al manejo. Dudas de la investigación de IFOP.
<b>Pr41:</b> Dudas de la investigación de IFOP.
<b>Pr22:</b> Se especula mucho respecto de los factores causales que realmente influyen en la dinámica o abundancia de los recursos.
<b>Pr39:</b> Los pescadores artesanales maximizan beneficios al costo que sea.

c) *Taller de Análisis Contrastante Weltanschauungen (ACW): Investigadores vs Institucionalidad*

Este taller fue realizado en Instituto de Fomento Pesquero (11 de agosto 2009), para el análisis contrastante *Weltanschauungen* el Grupo de Análisis de Sistemas<sup>4</sup> elaboró la **Tabla 39**, que muestra las tarjetas-problema (distinciones) en función de Dominios, presentándola a los participantes en el Taller con la recomendación que podían cambiarla o mejorarla según su mejor criterio.

**Tabla 39.** Distribución de las tarjetas-problema según dominios, entregados como material en el Taller contrastante realizado en IFOP 11.08.09. Las tarjetas de color rosado corresponden a los problemas- clave identificados por la Institucionalidad y las de color amarillo a los problemas -clave identificados por los Investigadores.

DOMINIOS								
LEGIS-LACIÓN	TOMA DE DECISIONES	NORMATIVA PESQUERA	SUSTEN-TABILIDAD	FISCALIZACIÓN Y CONTROL	ASOCIATI-VIDAD	COMUNI-CACIÓN	EVALUACIÓN DE RECURSOS	SIN CLASIFICAR
Pr 46	Pa 2	Pa3	Pa 18	Pa 6	Pr 12	Pa 10	Pa 1	Pr 18
	Pa 5	Pr 44	Pr 17	Pr 11	Pr 13	Pr 15	Pa 14	Pr 45
	Pr 38		Pr 20	Pr 37	Pr 28	Pr 27	Pa 22	
					Pr 33		Pa 23	
					Pr 39		Pr 22	
					Pr 49		Pr 47	
							Pr 34	
							Pr 35	

El resultado de esta recomendación se presenta en la **Tabla 40** en la cual los asistentes al Taller plasmaron el reagrupamiento de las tarjetas-problema (distinciones) conservando los Dominios. El

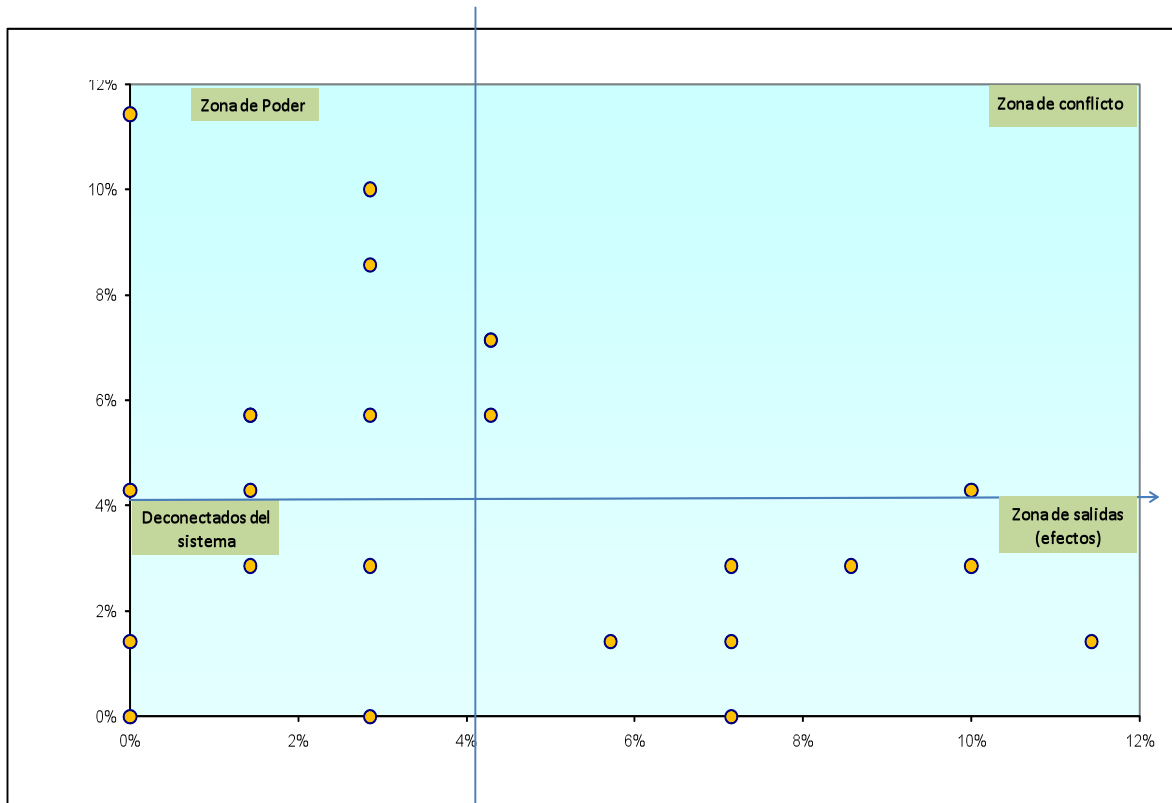
<sup>4</sup> Soft System Analysis Group <http://sites.google.com/site/softsystemanalysisgroup/>

análisis de este nuevo arreglo (**Tabla 41**) se presenta en la **Figura 73** la cual muestra la importancia de los dominios a través de la ubicación de las tarjetas-problema ubicadas en la zona de poder (ZP) y en la zona de conflicto (ZC). En la ZP aparece como relevante y potente la asociatividad, la comunicación, la evaluación de recursos y la fiscalización seguida de 2 problemas sin clasificar (SC). En la (ZC) vuelven a aparecer la asociatividad, la evaluación de recursos la fiscalización y la sustentabilidad que de por si es conflictiva.

**Tabla 40.** Reagrupamiento de las tarjetas-problema por los asistentes al Taller en el IFOP.

DOMINIOS- CAMBIOS DE DOMINIO DE LOS PROBLEMAS Y AGRUPACIÓN DE PROBLEMAS								
LEGISLACIÓN	TOMA DE DECISIONES	NORMATIVA PESQUERA	SUSTENTABILIDAD	FISCALIZACIÓN Y CONTROL	ASOCIATIVIDAD	COMUNICACIÓN	EVALUACIÓN DE RECURSOS	SIN CLASIFICAR
Pr 46	Pa 2	Pa3	Pa 18	Pa 6	Pr 12	Pa 10	Pa 1	Pr 18
	Pr 38 (bajo 2)							Pr 35
	Pa 5 (bajo 2)							
		Pr 44	Pr 17	Pr 11	Pr 33 Pr 13 (bajo 33) Pr 28 (bajo 33) Pr 49 (bajo 33)	Pr 15	Pa 23	PN (agregado)
			Pr 20	Pr 37	Pr 39		Pa 14	
					Pr 45		Pr 22 Pa 22 (bajo 22)	
							Pr 34 Pr 47 (bajo 34)	

**PN (Agregado):** Insuficientes recursos económicos (problema agregado por los participantes al taller) **Zona de Poder:** Problemas destacados en rojo. **Zona de conflicto:** Problemas destacados en color blanco.



**Figura 73.** Análisis Contrastante *Weltanschauungen* (ACW). Investigadores-Institucionalidad

**Tabla 41.** Descripción de problemas detectados por investigadores-institucionalidad correspondientes a zona de poder y conflicto de análisis de motricidad-dependencia.

ZONA DE PODER
<b>PN:</b> Insuficientes recursos económicos
<b>Pa10:</b> Inadecuada comunicación de resultados desde las instituciones de investigación pesquera hacia los usuarios (Stakeholders).
<b>Pa23:</b> Deficiente sistema de monitoreo y vigilancia de indicadores poblacionales claves.
<b>Pr33:</b> Falta de cultura organizacional La falta de cultura organizacional de las organizaciones de pescadores artesanales de pequeños pelágicos, particularmente en la VIII Región provoca los siguientes conflictos
<b>Pr35:</b> Presupuesto económico destinado a la investigación en Chile resulta insuficiente
<b>Pr11:</b> Incapacidad de Control efectivo de la pesca (externalidad)

<b>Pr39:</b> Los pescadores artesanales maximizan beneficios al costo que sea.
<b>Pr12:</b> Falta o escasa escolaridad por necesidad, acceso, económica.
<b>ZONA DE CONFLICTO</b>
<b>Pr17:</b> No existe conciencia de la sustentabilidad de los recursos.
<b>Pr45:</b> Falta de cooperación de todos los usuarios
<b>Pr37:</b> Alto nivel de incertidumbre en la base de datos de los desembarques de SERNAPESCA
<b>Pr22:</b> Se especula mucho respecto de los factores causales que realmente influyen en la dinámica o abundancia de los recursos.

*d) Taller Sector Artesanal ex- ante Tsunami.*

En este acápite se entregan los resultados que se obtuvieron en los Talleres realizados los días 28 y 29 de enero del 2010 en la Universidad de Concepción, un mes antes del Tsunami (**foto 3**). Al igual que en los Talleres anteriores, a los participantes (**Tabla 42**) se les hizo la pregunta: De acuerdo a su experiencia, *¿Como usuario de la pesquería de sardina común y anchoveta...cuáles cree usted son los principales problema tiempos del actual Sistema de Explotación, que limitan, dificultan o entorpecen el manejo de estos recursos?*

Las respuestas a la pregunta permitieron generar una Lista de Problemas con la cual se construyó un Sistema de Problemas, el cual se analizó estructuralmente obteniéndose como producto un diagrama de Motricidad-Dependencia, que permitió visualizar los problemas en términos de su peso específico, esto es, cuánto pesaban en el Sistema actual de Explotación. De esa manera se determinó cuáles eran los problemas-clave o **forzantes (f)** que limitan, dificultan o entorpecen el manejo de los recursos.

Una vez identificados los problemas-clave, los asistentes al Taller analizaron estas respuestas como un Sistema de Problemas, con la ayuda de los Facilitadores y sus resultados los expresaron en la **Figura 74 y tabla 43**.

**Tabla 42.** Lista de participantes en el Taller realizado con el Sector Artesanal los días 28–29 de Enero de 2010 en la Universidad de Concepción EX–ANTE TSUNAMI

N°	Nombre	Organización	Puerto	Actividad
1	Guillermo del Canto	Asociación Gremial ITALMAR A.G	Talcahuano	Dirigente/Armador
2	Mónica del Canto	Asociación Gremial ITALMAR A.G	Talcahuano	Dirigente/Armador
3	William Aracena	S.T.I. Pescadores Artesanales Península de Tumbes	Tumbes	Dirigente
4	Omar Gómez	S.T.I Tome-Quichuto	Tumbes	Dirigente/Armador
5	Alejandro Rojas Aburto	Tripulante L/M Galeón II	Lota	Tripulante
6	Jerónimo Vallejos A.	Sindicato Pescadores Artesanales "SIPESCALOTABAJO"	Lota	Dirigente/Armador
7	Jorge Cartes	Sindicato Pescadores Artesanales "SIPESCALOTABAJO"	Lota	Dirigente/Armador
8	Franklin Alarcón Rozas	Sindicato Pescadores Artesanales "SIPESCALOTABAJO"	Lota	
9	Francisco Zapata G.	Sindicato Pescadores Artesanales "SPAADA"	Talcahuano	Dirigente/Armador/Patrón
10	María Torres Rivera	Sindicato "SARPAR BIO-BIO"	Talcahuano	Dirigente
11	Luis Villablanca	Sindicato "SIPARMAR-CORONEL"	Coronel	Dirigente
12	Patricio Cordero	Sindicato Pescadores Artesanales "SIPEAYRAS LOTA"	Lota	Dirigente/Armador
13	Evelyn Neira Vega	Sindicato Pescadores Artesanales "SIPESCALOTABAJO"	Lota	Armador
14	Carlos Avello Coronado	Sindicato Pescadores Artesanales "SIPESCALOTABAJO"	Lota	Armador
15	Pedro Mora Cerna	S.T.I. Pescadores Artesanales Península de Tumbes	Tumbes	Armador/Patrón
16	Pedro Mora Hernández	S.T.I. Pescadores Artesanales Península de Tumbes	Tumbes	Patrón
17	Nelson Luis García Barros	Tripulante L/M Galeón II	Lota	Tripulante
18	Agustina Chaparro Martínez	Sindicato Pescadores Artesanales "SIPEAYRAS LOTA"	Lota	Armador
19	Walter Monsalve Chaparro	Sindicato Pescadores Artesanales "SIPEAYRAS LOTA"	Lota	Armador
20	Francisco Eduardo Jara	Sindicato "SIPARMAR-CORONEL"	Coronel	Dirigente/Armador
21	Mauricio Ulloa Ortiz	Sindicato Pescadores Artesanales "SPAADA"	Talcahuano	Dirigente
22	Nelson Estrada G.	SARPAR PESCA TALCAHUANO	Talcahuano	Dirigente



Foto 3. Taller Artesanales 28 y 29 Enero 2010.

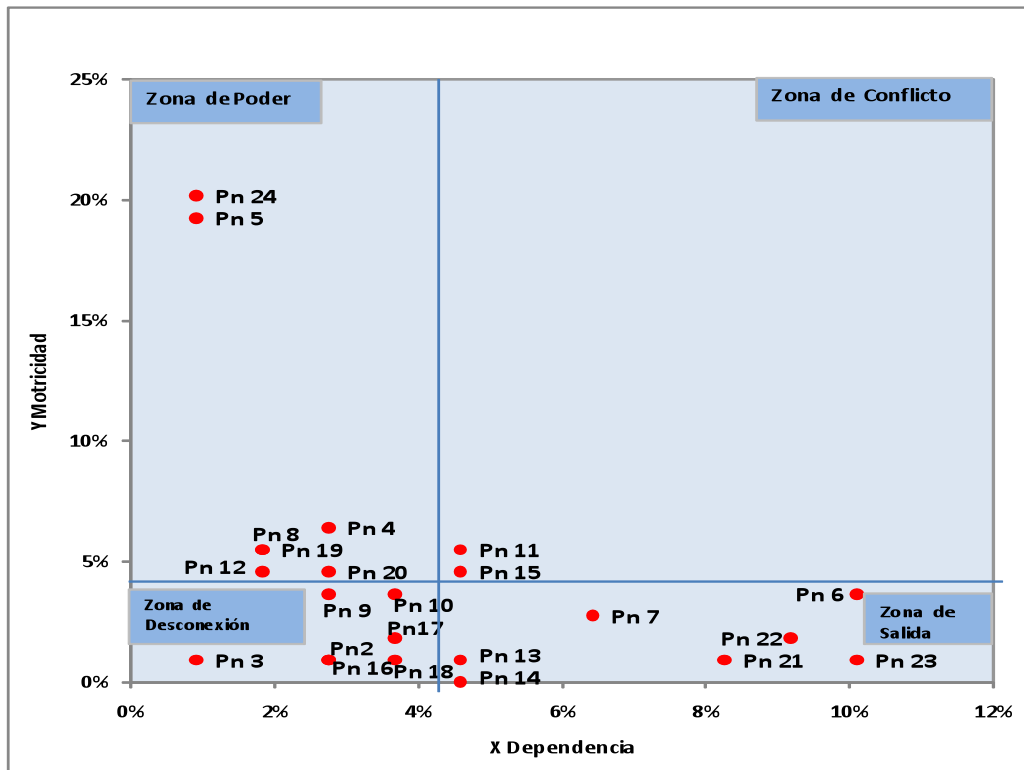


Figura 74. Diagrama de Motricidad-Dependencia que muestra el peso específico de los problemas en relación al conjunto.



**Tabla 43.** Descripción de problemas detectados por sector artesanal correspondientes a zona de poder y conflicto de análisis de motricidad-dependencia.

<b>ZONA DE PODER</b>
<b>Pn24:</b> Inexistencia de una organización tipo ASIPES
<b>Pn4:</b> RAE sigue distribución ilógica se hizo algo para los menos favorecidos hay que subir la cuota. <i>(Se habla de una mala distribución. Se asigna % del total a los pescadores ¿Qué pasa si el total aumenta?. La idea es capturar peces grandes para aumentar la calidad y aprovechar mejor el porcentaje de la cuota asignada y de este modo cuidar el recurso.</i>
<b>Pn5:</b> El gobierno ha mal manejado el recurso (uso para resolver problemas sociales).
<b>Pn19:</b> Falta educación en la parte contable, tributaria, y económica y de liderazgo.
<b>Pn8:</b> Cambian el arte de sardina y anchoveta cuando están con huevos <i>Malas prácticas pesqueras de la industria porque se pesca con huevo)</i>
<b>Pn20:</b> No hay continuidad y seguimiento en la investigación.
<b>Pn12:</b> EL SUBSECRETARIO DA LAS PESCAS DE INVESTIGACIÓN A DISCRECIÓN (AL DEDO).
<b>ZONA DE CONFLICTO</b>
<b>Pn11:</b> No hay credibilidad en los estudios de investigación. No hay una real investigación pesquera en este país. No le hacen caso a los estudios de investigación y el gobierno no los considera. Los estudios de investigación son papel higiénico para el gobierno.
<b>Pn15:</b> El diseño de las vedas prevaleciendo criterios burocráticos (administrativos) no consideran la variabilidad biológica del recurso.

Finalmente los asistentes al Taller convinieron en que el material proveniente de las entrevistas a los artesanales podían afinarse aún más, si ello agregase claridad. En relación a esto el Sector Artesanal acordó reunirse nuevamente en el mes de febrero<sup>5</sup> para ayudar a precisar mejor los problemas pues en la medida que éstos fuesen mejor acotados se podrían resolver. Un problema expresado con vaguedad no ayuda a su solución. Por el contrario. Entorpece la solución del mismo.

---

<sup>5</sup> Esta reunión no se hizo pues, habiéndose comprometido los usuarios a asistir al Taller y luego coordinado su participación por parte de la Universidad, el Tsunami castró la iniciativa

e) *Taller Artesanales-Institucionalidad<sup>6</sup> - Expertos Modeladores.*

Este Taller fue realizado en Hotel Queen Royal los días 6 y 7 de Mayo de 2010 en Viña del Mar (**foto 4**). Fue diseñado originalmente para hacer el Contraste ACW entre la Visión de los *Stakeholders* (Industriales y Artesanales) y la de los Expertos Modeladores. Dado que a los Industriales invitados no les fue posible asistir hubo que alterar ligeramente el Programa del Taller el cual se llevó a cabo con la presencia de Artesanales, Institucionalidad (SUBPESCA, IFOP) e Investigadores y Expertos Modeladores (Equipo del Proyecto). El Programa de Trabajo se circunscribió a la siguiente pauta:

**Primero:** A los participantes en este Taller (**Tabla 44**), se les presentó el conjunto de problemas-clave o forzantes (f) identificados en Talleres anteriores por los Investigadores, la Institucionalidad y los Artesanales (ex-ante Tsunami) para que los tomaran como punto de referencia e indicasen si, debido a la nueva situación, existían nuevos problemas(**Tabla 45**).

**Segundo:** Se constituyeron Mesas de Trabajo para hacer un resumen de problemas (ya sea definiendo un nuevo problema y/o re-enumerándolo). En total quedaron sólo 20 problemas (**Tabla 46**) y para seleccionar los más importantes se siguió el procedimiento conocido como NGT (Nominal Group Technique).

**Tercero:** Se utilizó el procedimiento (Nominal Group Technique) para seleccionar los problemas más importantes que había que abordar *ex-post*. Este procedimiento se explica a continuación:

- **Fase 1: Generación silenciosa de respuestas expresadas por escrito (5-7 minutos).**

Contestar individualmente y por escrito, con frases cortas y precisas a la pregunta formulada: De acuerdo a su experiencia, ¿Como usuario de la pesquería de sardina común y anchoveta....cuáles cree usted son los principales problemas del actual Sistema de Explotación, que limitan, dificultan o entorpecen el manejo de estos recursos?

---

<sup>6</sup> La Institucionalidad se entiende que es SUBPESCA e IFOP.

- **Fase 2: Ronda de respuestas de cada miembro del grupo, registradas en papelógrafo/pizarra o a través de otro medio (30-45 minutos).**

Listar, secuencialmente, **verbatim** una-a-una, los problemas. Escribirlos en la pizarra. Si surgen nuevos problemas se registran también. El proceso se termina cuando no hay más nada que agregar.

- **Fase 3: Aclaración secuencial de las respuestas sólo si es necesario (45-60 minutos).**

Esta es la primera oportunidad que tienen los integrantes del Grupo de Trabajo para conversar en forma “*secuencial para **clarificar** más que **debatir**”*, acerca de todas las respuestas generadas. Las diferencias ciertamente pueden discutirse. No obstante el Armonizador debe monitorear la discusión de tal suerte que **ella se focalice en agregar información**. Todas las preguntas y comentarios que ayuden a clarificar las respuestas, se alientan y apoyan. La norma es que se pasa a la siguiente respuesta cuando la precedente ha sido satisfactoriamente aclarada. En este proceso nada es eliminado, **estemos o no de acuerdo con la respuesta**.

- **Fase 4: Votación preliminar individual para las respuestas.**

Cada participante escoge del total de problemas los que él considera son los 7 mejores y se les asigna un puntaje en una escala de 1 a 7, siendo 1 el mínimo y 7 el máximo:

- Se asigna un puntaje de 7 al más importante **vs** un puntaje de 1 al menos importante,
- A los cinco restantes: Se asigna un puntaje de 6 al más importante **vs** un puntaje de 2 al menos importante,
- A las tres restantes. Se asigna un puntaje de 5 al más importante **vs** un puntaje de 3 al menos importante,
- El problema que queda, es 4, a uno más problemas.

- **Fase 5: Votación Final.**

Sólo si hay dudas se realiza una nueva votación estableciendo el ranking final. Si hay controversias respecto a la votación asignada se vuelven a repetir los pasos anteriores y se establece el ranking final.

**Cuarto:** Resultado de aplicación del Protocolo NGT. En la **figura 66** se destacan los problemas más que hay que abordar ex – post Tsunami (fichas de color celeste) los cuales se detallan en la **tabla 47**.

**Tabla 44.** Lista de participantes en el Taller realizado con el Sector Artesanal – Institucional e Investigadores los días 6–7 de Mayo de 2010 en el Hotel Queen Royal, Viña del Mar de Concepción EX–POST TSUNAMI.

N°	NOMBRE	Participación	Sector
1	María José Zúñiga	6 y 7 Mayo	Grupo/Academia
2	Marco Arteaga	6 y 7 Mayo	Grupo/Academia
4	Milton Pedraza	6 y 7 Mayo	Grupo/Academia
5	Mauricio Ulloa	6 y 7 Mayo	Artesanal
6	María Torres	6 y 7 Mayo	Artesanal
7	Paola Poblete	6 y 7 Mayo	Artesanal
8	Rosendo Arroyo	6 y 7 Mayo	Artesanal
9	Juan Carlos Quiroz	6 y 7 Mayo	IFOP
10	Rodrigo Wiff	6 y 7 Mayo	IFOP
11	Antonio Aranís	6 y 7 Mayo	IFOP
12	José Acevedo	6 y 7 Mayo	Subpesca
13	Silvia Hernández	6 y 7 Mayo	Subpesca
14	Guillermo del Canto	6 y 7 Mayo	Artesanal
15	Mónica del Canto	6 y 7 Mayo	Artesanal
16	Juan Carlos Vargas	6 y 7 Mayo	Artesanal
17	Claudio Gatica	7 Mayo	Grupo/Academia



**Foto 4.** Taller Viña del Mar 6 y 7 de mayo

**Tabla 45.** Descripción de nuevos problemas detectados por sector artesanal, institucionalidad y expertos modeladores.

<p><b>P1:</b> Restricción navegación marítima <i>Restricciones por parte marítima de la navegación de la flota, sobre todo con las pequeñas embarcaciones.</i></p>
<p><b>P2:</b> Concentración de la flota debido a que faltan puntos de descarga <i>Que por motivos de desembarque toda la flota artesanal se concentra en la parte sur de la región y se notó una emigración de los recursos hacia el lado sur.</i></p>
<p><b>P3:</b> Los costos operacionales se encarecen <i>Los costos operacionales al tener que desplazarse a una distancia mayor de lo que era habitual.</i></p>
<p><b>P4:</b> No hay planificación del estado ante catástrofes hacia el sector artesanal <i>No habido una planificación de parte del estado para abordar la situación del borde costero y más hacia el sector artesanal</i></p>
<p><b>P5:</b> Incertidumbre en el estado de los recursos</p>
<p><b>P6:</b> Menor esfuerzo por pérdidas de infraestructuras y embarcaciones</p>
<p><b>P7:</b> Cambio en el modo de utilizar el borde pesquero. Cambio en el modo de utilizar en las caletas y sitios de desembarque</p>
<p><b>P8:</b> Costos económicos y sociales elevados que demandan apoyo y nuevos gastos para la Sociedad y el Estado.</p>
<p><b>P9:</b> Reforzar o necesidad de incrementar medidas de alerta y seguridad en las comunidades costeras.</p>
<p><b>P10:</b> Reforzar medidas de alerta y seguridad.</p>
<p><b>P11:</b> Necesidad de evaluar los recursos exhaustivamente frente a alteraciones que estresó el sistema.</p>
<p><b>P12:</b> Existencia de una menor capacidad de muestreo por un menor esfuerzo desplegado <i>(problemas con muestreadores y por problemas estructurales de los puertos) aumentará la incertidumbre de las estimaciones.</i></p>
<p><b>P13:</b> Los costos sociales y económicos derivados del Tsunami podrían traducirse en mayores presiones por aumento de cuota.</p>
<p><b>P14:</b> Existirá un aumento en la mortalidad natural y redistribución del esfuerzo por efecto físico del tsunami, procesos que son de difícil medición e incorporación en los modelos.</p>
<p><b>P15:</b> Temor en el cambio del fondo marino</p>
<p><b>P16:</b> Diferencias en presencia y comportamiento de la biomasa</p>
<p><b>P17:</b> Problemas estructurales de descarga y proceso.</p>
<p><b>P18:</b> Eliminación sin reposición de la descarga</p>
<p><b>P19:</b> Acortamiento de la temporada de pesca</p>
<p><b>P20:</b> Recorte presupuestario general para el sector público: qué podría tener incidencia en limitaciones para la realización de proyectos de investigación. Temas de fiscalización.</p>
<p><b>P21:</b> Poca claridad en la gestión administrativa de la SUBPESCA de reacción y actuar en su gestión fiscalizadora</p>

<b>P22:</b> Lentitud e incapacidad del SERNAPESCA de reacción y actuar en su gestión fiscalizadora
<b>P23:</b> Fragilidad del sistema de explotación de los recursos pelágicos porque están estos orientados en un 99% solamente a la elaboración a la harina de pescado (menor productividad)
<b>P24:</b> Incertidumbre sobre el estado actual de caladeros y bancos naturales por efecto de la modificación del fondo marino.
<b>P25:</b> Evidencia de falta de política de fomento y desarrollo a la pesca artesanal, la actual es muy básica y de subsistencia no de desarrollo e innovación.
<b>P26:</b> Recorte presupuestario (Dicotomía y manejo-suceso)
<b>P27:</b> Asignación de recursos remanentes (disponibles)
<b>P28:</b> Adecuación del sistema de manejo a la toma de decisión
<b>P29:</b> Debilidad del sistema de monitoreo
<b>P30:</b> Descargas muy lentas por problemas en las plantas y concentración de flotas
<b>P31:</b> No se aplica la tecnologías para la entrega de informes y descargas (desplazamiento declaraciones y trámites vía correo electrónico).
<b>P32:</b> Dificultad operacional en las descarga (por industrias caídas, puerto de desembarque y de abastecimiento).
<b>P33:</b> Se agudiza la dependencia con los industriales (préstamos caros, compre cuota etc).
<b>P34:</b> Incertidumbre en cómo mejorar nuestro negocio.
<b>P35:</b> Conflicto de intereses dispares (artesanal – industrial)
<b>P36:</b> Se agudiza el no sentido de pertenencia hacia estos recursos (co-manejo)
<b>P37:</b> Merma en el mejoramiento de investigación científica y monitoreo por parte de los fondos estatales
<b>P38:</b> Discontinuidad en la investigación de recursos.

**Tabla 46.** Descripción de nueva lista de problemas resumidos por sector artesanal, institucionalidad y expertos modeladores.

<b>Grupo 1: Milton Pedraza, Mauricio Ulloa, Paola Poblete, Rodrigo Wiff y María Torres</b>
<b>P1: Surgimiento de alteraciones físicas y geográficas que generaron pérdidas estructurales en la descarga con consecuencia en el proceso de explotación</b>
<i>P1: Restricciones por parte de la marítima e la navegación de la flota, sobre todo con las pequeñas embarcaciones, P2: Concentración de la flota debido a que faltan puntos de descarga, P6: Menor esfuerzo por pérdidas de infraestructura y botes, P7: Cambio en el modo de utilizar el borde costero</i>
<b>P2: Aumento en los costos de administración y explotación de los recursos</b>
<i>P3: Los costos operacionales al tener que desplazarse a una distancia mayor de lo que era habitual</i>
<b>P3: Falta de medidas y planificación del estado ante catástrofes naturales</b>

<i>P8: Costos económicos y sociales elevados que demandan apoyo y nuevos gastos para la sociedad y el estado, P4: No habido una planificación de parte del estado para abordar la situación del borde costero y más hacia el sector Artesanal, P9: Reforzar o necesidad de incrementar medidas de alerta y seguridad en las comunidades costeras, P10: reforzar medidas de alerta y seguridad</i>
<b>P4: Incertidumbre en el estado de los recursos</b>
<b>Grupo 2: Silvia Hernández y Juan Carlos Quiroz</b>
<b>P5: Necesidad de Investigación</b>
<i>P11: Necesidad de evaluar los recursos exhaustivamente frente a las alteraciones que estresaron el sistema, P14: Existirá un aumento en la mortalidad natural y redistribución del esfuerzo por efecto físico del tsunami, procesos que son de difícil medición e incorporación en los modelos, P15: Temor por los cambios del fondo marino, P16: Diferencias en presencia y comportamiento de biomasa</i>
<b>P6: Alteración de la infraestructura operacional</b>
<i>P12: Existencia de una menor capacidad de muestreo por un menor esfuerzo desplegado (problemas con muestreadores y por problemas estructurales de los puertos) aumentará la incertidumbre de las estimaciones. P13: Los costos sociales y económicos derivados del Tsunami podrían traducirse en mayores presiones por aumento de cuota. P17: Problemas estructurales de descarga y proceso. P18: Eliminación de puntos de desembarque sin reposición de los mismos. P19: Acortamiento de la temporada de pesca.</i>
<b>P7: Recorte presupuestario que tienen incidencia en temas de investigación y otros (quedó sin modificación)</b>
<b>P8: Poca claridad en la gestión administrativa de la SUBPESCA en la acción de asignación y administración de cuotas de pesca pelágica</b>
<b>P9: Lentitud e incapacidad del SERNAPESCA de reacción y actuar en su gestión fiscalizadora</b>
<b>P10: Fragilidad del sistema de explotación de los recursos pelágicos porque están estos orientados en un 99% solamente a la elaboración a la harina de pescado (menor productividad)</b>
<b>P11: Incertidumbre sobre el estado actual de caladeros y bancos naturales por efecto de la modificación del fondo marino</b>
<b>P12: Evidencia de falta de política de fomento y desarrollo a la pesca artesanal, la actual es muy básica y de subsistencia no de desarrollo e innovación</b>
<b>P13: Recorte presupuestario (investigación)</b>
<i>P27: Asignación de recursos disponibles (investigación), P28: Adecuación del sistema de manejo a la toma de decisión, P29: Debilidad del sistema de monitoreo asociado con problemas de la flota</i>
<b>Grupo 3: Antonio Aranís, Mónica del Canto, José Acevedo y Marco Arteaga</b>
<b>P14: Fiscalización</b>

<i>P31: No se aplica la tecnologías para la entrega de informes y descargas (desplazamientos declaraciones y tramites vía correo electrónico)</i>
<b>P15: Se agudiza la dependencia con los industriales, debido a una diferencia de intereses entre ambos sectores, lo que genera un escenario de incertidumbre en cómo mejorar nuestro negocio.</b>
<i>P32: Dificultad operacional en las descarga (por industrias caídas, puerto de desembarques y de abastecimiento) P7 antiguo contiene P32, P33: Se agudiza la dependencia con los industriales (préstamos caros, compra de cuotas), P34: Incertidumbre en cómo mejorar nuestro negocio</i>
<b>P16: Conflicto de intereses dispares (artesanal-industrial)</b>
<b>P17: Se agudiza el no sentido de pertenencia hacia estos recursos (comanejo)</b>
<b>P18: Potencial discontinuidad en la investigación de recursos y merma en el mejoramiento de investigación científica y monitoreo por parte de los fondos estatales</b>
<b>P19: Merma en el mejoramiento de investigación científica y monitoreo por parte de los fondos estatales</b>
<b>P20: Discontinuidad en la investigación de recursos</b>

		Problemas Ex-post Tsunami															
Lugar Ranking	Problemas																
1	P1	7	7	7	7	2	6	6	5								47
1	P6	7	7	7	6	2	2	6	5	5							47
2	P3	7	7	2	2	5	5	3									31
3	P12	7	6	6	2	6	3										30
4	P18 (P13 P7)	1	7	7	3	5	5										28
5	P2	1	1	1	6	6	5	3	4								27
6	P15	1	1	1	2	2		2	3	4	4	4					24
7	P5 (P11)	6	5	4	4	4											23
8	P4	1	6	6	2	5											20
8	P8	2	2	6	2	4	4										20
9	P7	2	3	5	5	4											19
10	P10	1	3	4	4	4											16
11	P11	7	1	3	4												15
11	P16	1	6	3	5												15
12	P9	1	3	3	3	3											13
13	P13	1	7														8
14	P19	5															5
15	P17	3															3
16	P14	1															1
17	P20																0

Figura 75. Ranking de nuevos problemas detectados aplicando el Protocolo NGT (fichas de color celeste)



**Tabla 47.** Descripción de los siete primeros lugares de problemas detectados

Ranking	Descripción del Problema
1° lugar	<b>Pc1:</b> Surgimiento de alteraciones físicas y geográficas que generaron pérdidas estructurales en la descarga con consecuencia en el proceso de explotación
1° lugar	<b>Pc6:</b> Alteración de la infraestructura operacional
2° lugar	<b>Pc3:</b> Falta de medidas y planificación del estado ante catástrofes naturales
3° lugar	<b>Pc12:</b> Evidencia de falta de política de fomento y desarrollo a la pesca artesanal, la actual es muy básica y de subsistencia no de desarrollo e innovación
4° lugar	<b>Pc18:</b> Potencial discontinuidad en la investigación de recursos y merma en el mejoramiento de investigación científica y monitoreo por parte de los fondos estatales. Se subsumió bajo P18 a P13: Recorte presupuestario (investigación);P7: Recorte presupuestario que tienen incidencia en temas de investigación y otros (quedó sin modificación)
5° lugar	<b>Pc2:</b> Aumento en los costos de administración y explotación de los recursos
6° lugar	<b>Pc15:</b> Se agudiza la dependencia con los industriales, debido a una diferencia de intereses entre ambos sectores, lo que genera un escenario de incertidumbre en cómo mejorar nuestro negocio
7° lugar	<b>Pc5:</b> Necesidad de Investigación; se subsumió bajo P5 a P11: Incertidumbre sobre el estado actual de caladeros y bancos naturales por efecto de la modificación del fondo marino

**Quinto:** Finalmente, en este Taller los Investigadores Modeladores expusieron los elementos del Modelo y luego se realizó un sencillo ejercicio para contrastar la Visión que tenían los Investigadores/Modeladores y la Visión de los *Stakeholders* en términos de la viabilidad tecnológica de los problemas-clave o **forzantes (f)** planteados en un Tablero de Juego Social. Los resultados fueron los siguientes:

El grupo de los Científicos-Modeladores representados por el Sr. Marco Arteaga expuso gráficamente ante la audiencia el Modelo de Pesquería Pequeños Pelágicos, en el cual se abordaron los siguientes tópicos:

- ANTECEDENTES
- OBJETIVO DE MANEJO
- EL SISTEMA O NIVEL DE CONTROL
- INDICADORES DE DESEMPEÑO

Luego de esta presentación gráfica se presentaron a la audiencia las siguientes interrogantes:

**En consecuencia...**

- **El objetivo de manejo de las pesquerías de sardina común y anchoveta está basado en cautelar un nivel de biomasa desovante robusto.**
- **¿Existiría un objetivo de manejo que represente de manera más fiel la dinámica fluctuante de ambos recursos?**
- **¿La fuerza de los reclutamientos o clases anuales está siendo bien representada en la estrategia de explotación actual, considerando que esta biomasa es la principal fuente de las capturas cada año?**
- **¿Es necesario cautelar la biomasa desovante en estos recursos cuando la actividad pesquera artesanal e industrial opera principalmente sobre la fracción del stock recluta?**

Luego de la interacción Stakeholders (Usuarios) e Investigadores/Modeladores (I/M), NO HUBO CONEXIÓN entre ellos, a nivel del lenguaje utilizado por las partes ni en el contenido de los mensajes intercambiados. Al día siguiente 7 de mayo se realizó una segunda presentación sin lograr que los Usuarios pudiesen internalizar las bondades del Modelo y los Investigadores/Modeladores pudiesen internalizar las inquietudes de los Usuarios.

**Sexto:** Análisis contrastante Visión Investigadores-Modeladores y Stakeholders

Por las razones ya mencionadas, la desconexión entre los lenguajes utilizados y el contexto de las conversaciones entre Investigadores/Modeladores y los Usuarios, no fue posible realizar el contraste de Visiones, lo cual obligó a hacer un cambio de estrategia. Esta consistió en **poner en contexto tecno-político** los problemas-clave identificados mediante la técnica NGT.

**Septimo:** Análisis de Viabilidad Tecno-Política.

El intento de Análisis Contrastante *Weltanschauung* (ACW) mostró la incompatibilidad del **múltiple universo** de **percepciones** de los usuarios de la pesquería y **el universo único** de la hipótesis de los **investigadores**. Pero esto es sólo aparente debido a la dicotomía **actor-observador**.

En el caso que nos ocupa, los usuarios de la pesquería de pequeños pelágicos plantearon su Visión de la realidad en términos de una respuesta individual a la pregunta: **¿Como usuario de la pesquería de sardina común y anchoveta....cuáles cree usted son los principales problemas del actual Sistema de Explotación, que limitan, dificultan o entorpecen el manejo de estos recursos?**- De ahí que, a partir de las respuestas individuales, el actual Sistema de Manejo visto como *una realidad* que ocurre en un Sistema Socioecológico complejo, surgió mediante el análisis inductivo que hicieron los usuarios (*Stakeholders*). Estos son actores cuyo buen o mal desempeño, puede generar impactos directos en la cadena de valor de la pesquería de pequeños pelágicos, con consecuencias políticas, tecnológicas, culturales, sociales, económicas y biológicas. Entonces, el buen manejo de la pesquería consiste en armonizar todos estos factores para generar gobernabilidad en el Sistema de Explotación.

Por su parte los Investigadores plantearon su Visión de la realidad en términos de una hipótesis de trabajo consistente en que un Modelo, basado en la fuerza de los reclutamientos, serviría para diseñar estrategias de explotación que coadyuvarían a mejorar el manejo de la pesquería de pequeños pelágicos en la Región.

En este Taller los Investigadores/Modeladores explicaron y los *Stakeholders* preguntaron. Muchas veces.

Lamentablemente, de parte de los Usuarios no surgieron en forma clara y precisa elementos que pudiesen indicar la existencia **objetivos de manejo e indicadores diferentes a los que ya se están utilizando en la PPP**. Por su parte los Investigadores/Modeladores no lograron convencer a los usuarios acerca de las bondades del Modelo. Por esta razón se percibió que no era en el plano de las **preguntas-explicaciones** que surgirían las soluciones para el buen manejo de la pesquería sino en un plano que se ubica en un nivel jerárquico diferente: **el plano tecno-político**. Por ello se realizó con los asistentes al Taller, un sencillo ejercicio consistente en visualizar, desde un punto de vista tecno-político, los **8 forzantes (f)** identificados mediante NGT.

El ejercicio no tuvo mayores implicaciones excepto que los asistentes se familiarizaron con una modalidad de análisis que permitió ver los problemas en perspectiva. En las **Figuras 76, 77 y 78** se presentan los protocolos que se utilizaron en dicha modalidad.

En vista de los resultados obtenidos en este Taller se estimó conveniente realizar posteriormente un análisis utilizando todos los forzantes identificados hasta el momento cuya explicación es la siguiente:

Los **problemas-clave** identificados hasta el momento, son elementos asociados al **Sistema actual de Explotación de la Pesquería de Pequeños Pelágicos (PPP)**, que surgieron del análisis y que los usuarios percibieron como importantes en el juego social que tiene lugar en la Pesquería. Donde lo social no es una estructura jerárquica y no es el mando de un jefe el que hace coherente el proceso de producción social<sup>7</sup>. Es un **juego**. Y por definición en un juego no hay relaciones de jerarquía entre los competidores.

En situaciones normales, es un juego competitivo entre desiguales sometido a reglas que regulan las ventajas adquiridas por unos en desmedro de otros. Las reglas del juego son desiguales. Ocurre lo contrario que en las reglas deportivas (Matus, 2000). De ahí que en la Pesquería de Pequeños Pelágicos, visualizada como un Macrosistema complejo y adaptativo, o Sistema Socioecológico, se generan múltiples interacciones sociales. Estas no se inician sin un actor. La acción no es **algo** producido, sino **alguien** que la produce. Si consideramos las acciones como **jugadas**, entonces éstas muestran **quienes** son los jugadores y, las consecuencias de las mismas, **cómo es el juego**. Por consiguiente en un juego (Matus, op.cit), debemos distinguir las siguientes relaciones estructurales que se muestran en la **Figura 76**:

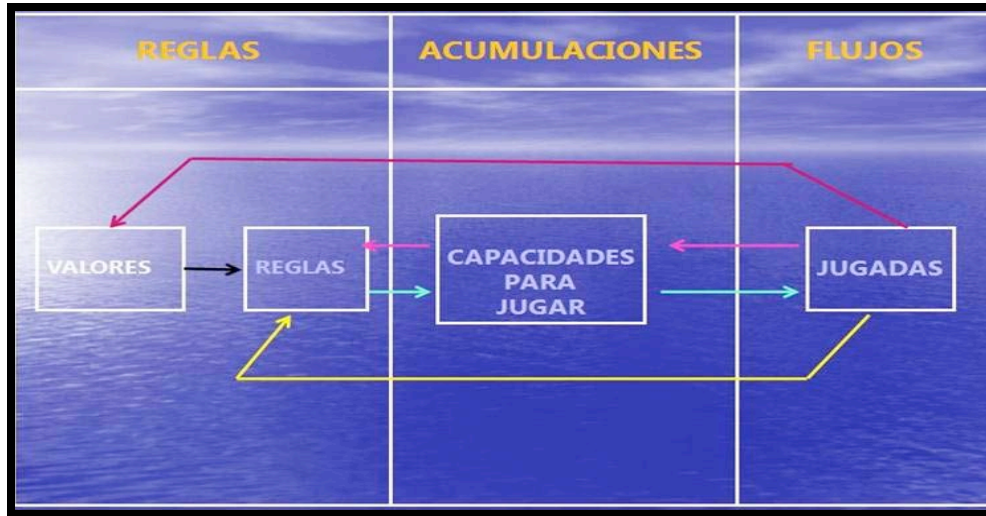
- ❖ **REGLAS:** Las reglas del juego, en la PPP, determinan el **espacio de variedad posible**. Por lo tanto las **Fichas (Problemas-clave)** ubicadas en este nivel son inmanejables en el corto-mediano plazo. Significaría cambiar las reglas en el SPPP. **No tienen viabilidad política en el corto/mediano plazo.**
- ❖ **ACUMULACIONES:** En este nivel se condicionan las capacidades para producir jugadas por parte de los actores en la PPP. Aquí, hay **Fichas (Problemas-clave)** en las manos de la Institucionalidad Pesquera y **Fichas** en las del Sector Artesanal e Industrial. Jugar con ellas dependerá del **nivel de compromiso** de los actores. **El sector artesanal, por ejemplo, ha**

---

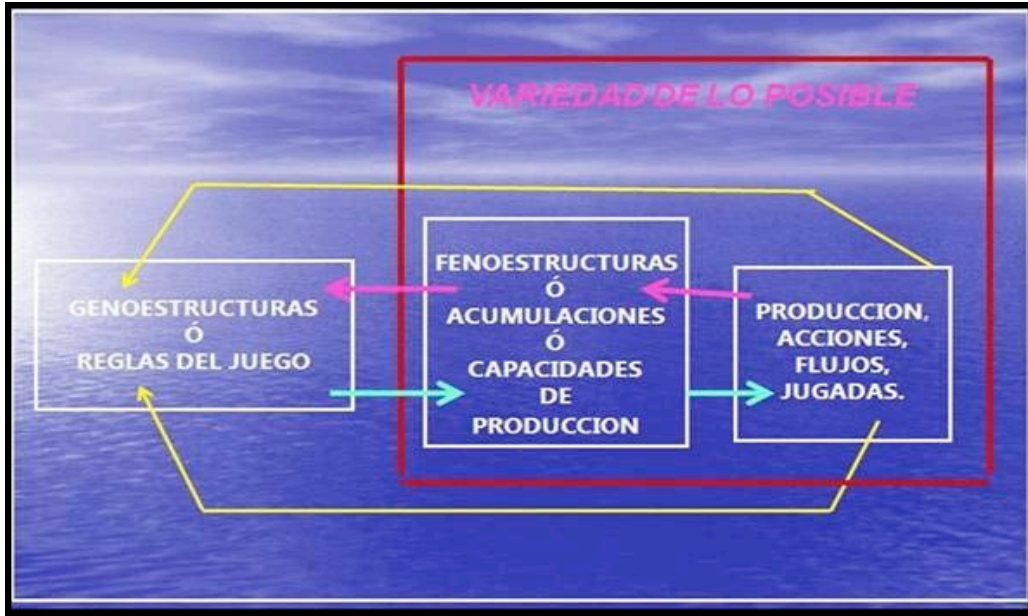
<sup>7</sup> La **producción social** es el flujo de eventos políticos, económicos, sociales, culturales, bélicos, etc., que producen los distintos actores sociales en la situación.

*expresado en el Taller EX-POST, su compromiso a colaborar y su interés es agregar valor a sus actividades.*

- ❖ **FLUJOS:** En este nivel se producen las acciones de los **Actores** (Usuarios) y de los **Observadores** (investigadores). La dinámica del juego en la PPP se expresa directamente aquí. De las **Fichas** localizadas en este nivel, algunas están directamente en las manos de la Institucionalidad Pesquera y otras **Fichas** en manos de los investigadores.



**Figura 76.** Relaciones entre los actores en diferentes planos de la Situación. (Fuente: adaptado de Carlos Matus. 2000. Teoría del Juego Social. Fondo Altadir. Caracas. Venezuela). Esta Figura 67 y la 68 muestran las relaciones de conformación entre las reglas dadas en el Sistema PPP que dinamizan el juego de actores y observadores y la variedad de lo posible en el juego.



**Figura 77.** Distintos Planos de la Situación que señalan la variedad de lo posible en el Juego Social que ocurre en la Pesquería de Pequeños Pelágicos. (Fuente: Adaptado de Matus, 1980). Desde el punto de vista del actor que planifica, la Subsecretaría de Pesca, puede apreciarse que desde un punto de vista tecnológico este actor sólo tiene control sobre algunos de los 29 problemas forzantes que aquejan al actual sistema de explotación de la PPP, según la percepción de los Usuarios.

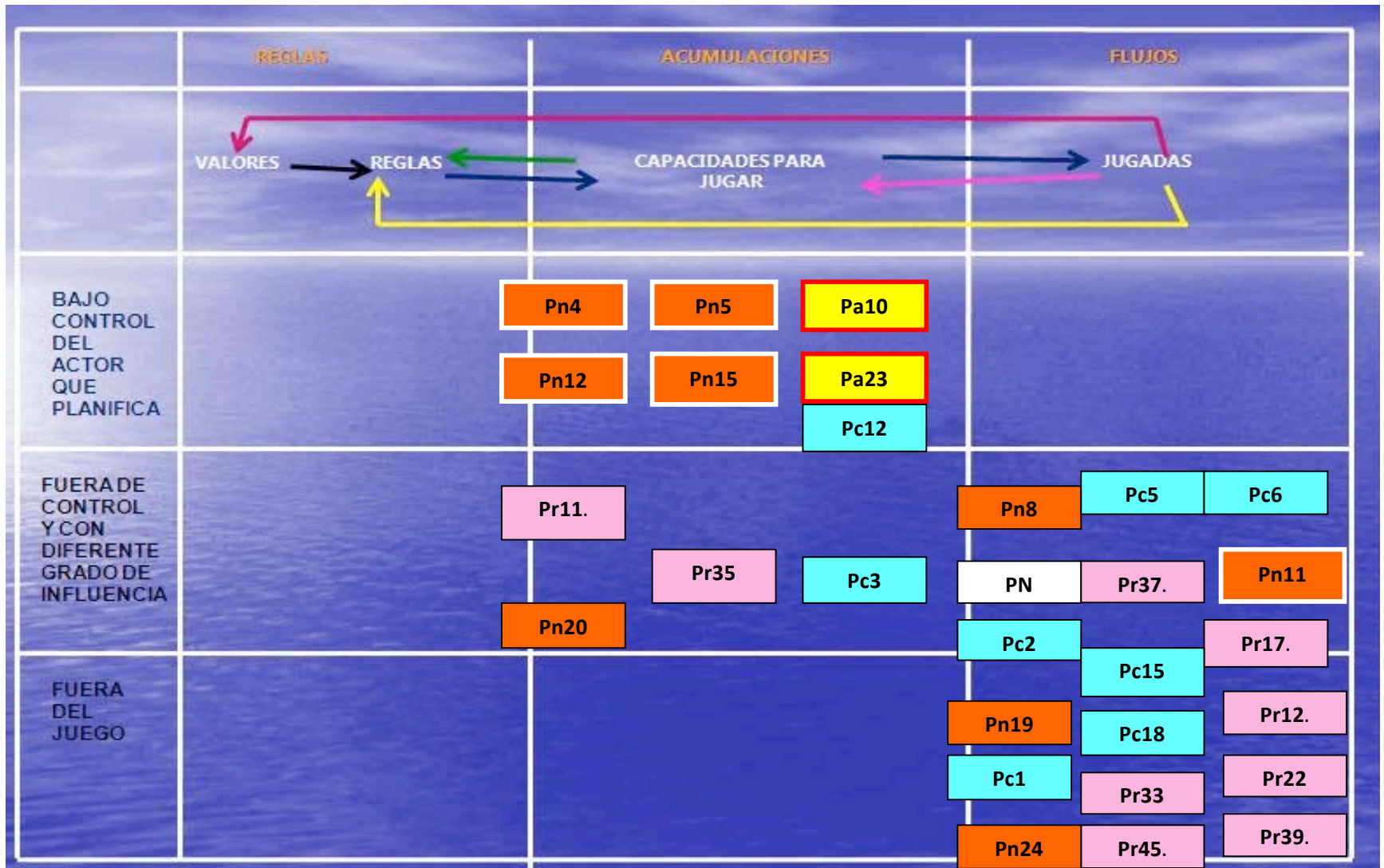


Figura 78. Problemas-clave que están bajo el control del actor que planifica (SUBPESCA)

TALLER INSTITUCIONALIDAD-CIENTIFICOS UDEC (IFOP-UDEC-SUBPESCA)

Pa10: INADECUADA COMUNICACIÓN DE LOS RESULTADOS DESDE LAS INSTITUCIONES DE INVESTIGACIÓN PESQUERA HACIA LOS USUARIOS (STAKEHOLDERS)

Pa23: DEFICIENTE SISTEMA DE MONITOREO Y VIGILANCIA DE INDICADORES POBLACIONALES CLAVE

PN: INSUFICIENTES RECURSOS ECONÓMICOS AGREGADO 11.08.2010  
TALLER EN IFOP

Pr11: INCAPACIDAD DE CONTROL EFECTIVO DE LA PESCA (EXTERNALIDAD).

Pr12: FALTA O ESCASA ESCOLARIDAD POR NECESIDAD, ACCESO, ECONÓMICA.

Pr17: NO EXISTE CONCIENCIA DE LA SUSTENTABILIDAD DE LOS RECURSOS

Pr22: SE ESPECULA MUCHO RESPECTO DE LOS FACTORES CAUSALES QUE REALMENTE INFLUYEN EN LA DINÁMICA O ABUNDANCIA DE LOS RECURSOS.

Pr33: FALTA DE CULTURA ORGANIZACIONAL

Pr35: PRESUPUESTO ECONÓMICO DESTINADO A LA INVESTIGACIÓN EN CHILE RESULTA INSUFICIENTE

Pr37: ALTO NIVEL DE INCERTIDUMBRE EN LA BASE DE DATOS DE LOS DESEMBARQUES DE SERNAPESCA

Pr39: LOS PESCADORES ARTESANALES MAXIMIZAN BENEFICIOS AL COSTO QUE SEA.

Pr45: FALTA DE COOPERACIÓN DE TODOS LOS USUARIOS

ARTESANALES 28 ENERO 2010

Pn4: RAE SIGUE DISTRIBUCIÓN ILÓGICA SE HIZO ALGO PARA LOS MENOS FAVORECIDOS HAY QUE SUBIR LA CUOTA

Pn5: EL GOBIERNO HA MAL MANEJADO EL RECURSO (USA PARA RESOLVER PROBLEMAS

Pn8: MALAS PRÁCTICAS PESQUERA DE LA INDUSTRIA

Pn11: NO HAY CREDIBILIDAD EN LOS ESTUDIOS DE INVESTIGACIÓN SON PAPEL HIGIENICO PARA LA

Pn12: EL SUBSECRETARIO DA LAS PESCAS DE INVESTIGACIÓN A DISCRECIÓN (A I PEDD)

Pn15: EL DISEÑO DE LAS VEDAS PREVALECIENDO CRITERIOS BUROCRATICOS (ADMINISTRATIVO) NO CONSIDERA LA VARIABILIDAD BIOLÓGICA DEL RECURSO

Pn19: FALTA EDUCACIÓN CONTABLE TRIBUTARIA. ECONÓMICA

Pn20: NO HAY CONTINUIDAD Y SEGUIMIENTO EN LA INVESTIGACIÓN

Pn24: INEXISTENCIA DE UNA ORGANIZACIÓN TIPO ASIPE

TALLER CONSOLIDACIÓN 6 Y 7 MAYO 2010

Pc1: SURGIMIENTO DE ALTERACIONES FÍSICAS Y GEOGRÁFICAS QUE GENERARON PÉRDIDAS ESTRUCTURALES EN LA DESCARGA CON CONSECUENCIA EN EL PROCESO DE EXPLOTACIÓN

Pc2: AUMENTO EN LOS COSTOS DE ADMINISTRACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE LOS RECURSOS

Pc3: FALTA DE MEDIDAS Y PLANIFICACIÓN DEL ESTADO ANTE CATÁSTROFES NATURALES

Pc5: NECESIDAD DE INVESTIGACIÓN

Pc6: ALTERACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA OPERACIONAL

Pc12: EVIDENCIA DE FALTA DE POLÍTICA DE FOMENTO Y DESARROLLO A LA PESCA ARTESANAL, LA ACTUAL ES MUY BÁSICA Y DE SUBSISTENCIA NO DE DESARROLLO E INNOVACIÓN

Pc15: SE AGUDIZA LA DEPENDENCIA CON LOS INDUSTRIALES, DEBIDO A UNA DIFERENCIA DE INTERESES ENTRE AMBOS SECTORES. LO QUE GENERA UN ESCENARIO DE INCERTIDUMBRE EN CÓMO MEJORAR NUESTRO NEGOCIO.



*f) Taller Industriales-Artesanales Universidad de Concepción*

A los asistentes a este Taller (**Tabla 47 y Foto 5**) se les planteó la pregunta de rigor: *¿Como usuario de la pesquería de sardina común y anchoveta....¿cuáles cree usted son los principales problemas del actual Sistema de Explotación, que limitan, dificultan o entorpecen el manejo de estos recursos?*. De la lista de problemas detectados, luego se buscaron la afinidad de los problemas cuyo resultado fue el que se expresa en la **Tabla 48**. Los asistentes al Taller Industrial posteriormente analizaron este arreglo de afinidad como un Sistema de Problemas, que se analizó estructuralmente con la ayuda de los Facilitadores y el resultado se expresó en un diagrama de Motricidad-Dependencia, que permitió visualizar los componentes del Sistema en términos de su peso específico. De esta manera se identificaron los Problemas-clave o forzantes que limitan, dificultan o entorpecen el manejo de los recursos. El resultado final de este taller se expresa a continuación en la **Figura 79 y Tabla 49**.

**Tabla 48.** Asistentes al taller 26 de Mayo

N°	Nombre	Organización
1	Sergio Nuñez	INPESCA
2	Daniel Cerda	Pesquera ALIMAR
3	Marcel Moenne	Pesquera El Golfo
4	Sergio Malinavich	Pesquera San José
5	Luis Cubillos	(Jefe de proyecto) UDEC
6	Milton Pedraza	UDEC (Investigador)



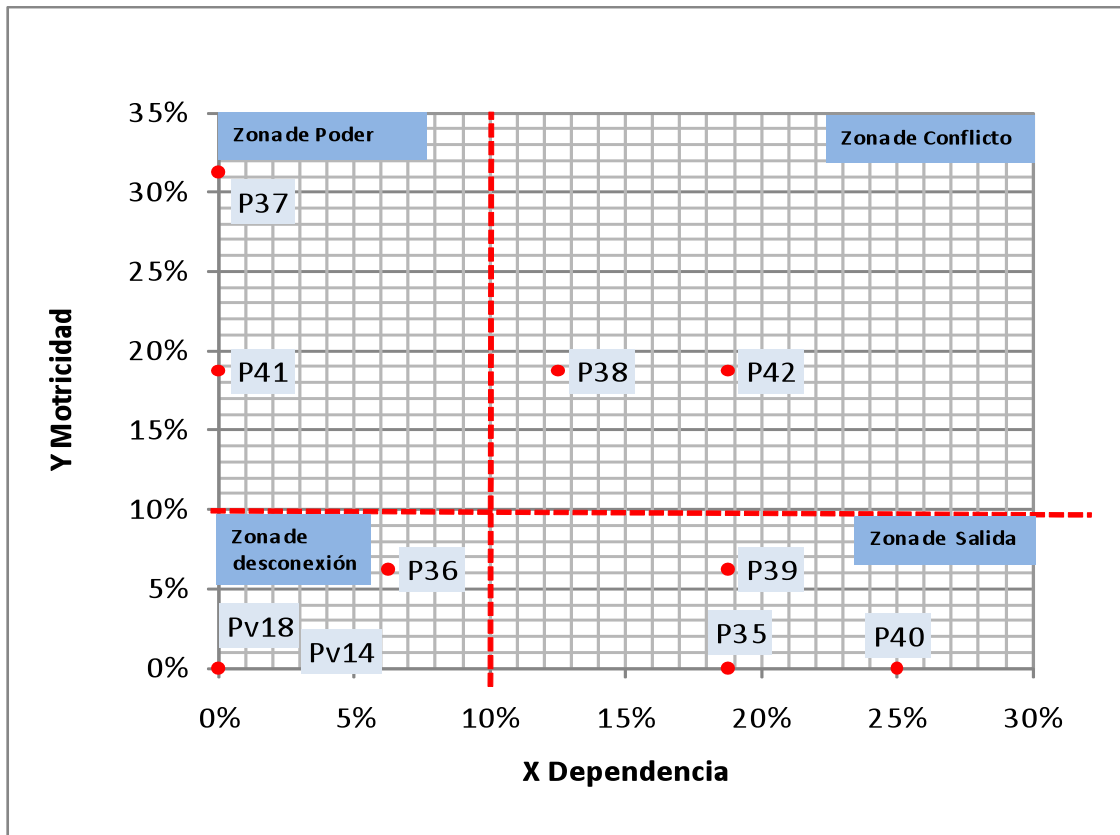
**Foto 5.** Taller Industriales 26 de Mayo 2010

**Tabla 49.** Agrupación por afinidad: los asistentes al Taller Industrial agruparon bajo las categorías que agregaron en el mismo taller los problemas detectados en las entrevistas quedando el sistema de problemas resumido de la siguiente forma:

Problemas agregados en el taller Industrial que ingresan al análisis estructural	Problemas que quedan por afinidad sumergidos bajo las tarjetas que entran en la matriz de análisis (más no eliminados)									
P35	Pv34	Pv29	Pv12	Pv24	Pv5	Pv26	Pv3	Pv33		
P36										
P37	Pv30	Pv28	Pv21	Pv6	Pv31	Pv10	Pv15			
P38										
P39	Pv32	Pv7								
P40	Pv23	Pv1	Pv4							
P41	Pv20	Pv22								
P42	Pv13	Pv25	Pv11	Pv16	Pv2	Pv17	Pv19			
Pv 14										
PV18										

**Tabla 50.** Descripción de problemas detectados por sector industrial correspondientes a zona de poder y conflicto de análisis de motricidad-dependencia.

<b>ZONA DE PODER</b>
<b>Problema P37 (Industriales agregado 26.05.2010):</b> Ausencia de un marco jurídico sólido y de largo plazo para la asignación de cuotas internamente en el sector artesanal.
<b>Problema P41 (Industriales agregado 26.05.2010):</b> Falta instancia de contacto de la autoridad <i>(Nota: No olvidar que estos problemas tienen asociados otros problemas y que figuran en la tabla 16).</i>
<b>ZONA DE CONFLICTO</b>
<b>Problema P38 (Industriales agregado 26.05.2010):</b> En el sector artesanal en los últimos años han vulnerado los derechos históricos mediante asignación discrecional cuotas vía pesca investigación y los criterios redistributivos de cuota en la VIII región.
<b>Problema P42 (Industriales agregado 26.05.2010):</b> Existe una deficiente fiscalización artesanal permite sobrepasar las cuotas vía fauna acompañante poniendo en riesgo la sustentabilidad del recurso.



**Figura 79.** Gráfico de Motricidad dependencia taller Industriales 26.05.2010.

Este Taller se realizó en Concepción sólo con los Industriales pues estos sugirieron, que el trabajo había que realizarlo con la Autoridad presente SUBPESCA. Por esa razón se suspendió la reunión con los Artesanales que se había fijado para el día siguiente.

Una vez completado el análisis los Usuarios asistentes al Taller examinaron la **Figura 80** y se percataron que **Problema P35: Falta de voluntad política de la autoridad para aplicar la normativa vigente en vedas adaptativas y sectorizadas en base a la situación del recurso en tiempo real**, siendo un problema que consideraban relevante, aparecía como **un efecto** en el diagrama de motricidad-dependencia y sin fuerza para impactar e influir sobre el sistema por ellos analizado.

#### *g) Taller de Contraste Industriales-Artesanales y SUBPESCA*

En este Taller realizado el día 1° de junio de 2010 en el Hotel Alonso de Ercilla de Concepción. Con la finalidad de facilitar el análisis que debían realizar los asistentes al Taller de Contraste el día 1° de junio, el Equipo del Proyecto realizó un agrupamiento por afinidad de los problemas-clave (**forzantes**) resultantes de los análisis de los Talleres anteriores. El resultado de tal procedimiento se presenta en la **Tabla 51**. En esta Tabla se incluyó **P35**<sup>8</sup>. El análisis estructural de estos 14 problemas-clave o forzantes tuvo una connotación particular pues se **identificación los Problemas-clave que son clave**. Esto es, eran los forzantes que resultaron **forzantes-forzantes**, o doblemente forzantes y por lo tanto correspondían a la **Visión colectiva** última de lo que podría denominarse los **Forzantes colectivos (Fc)** en el actual sistema de explotación de la PPP. Con estos resultados se pueden explorar objetivos de manejo alternativos, reglas de decisión e indicadores potenciales (**Figura 80 y Tabla 52**).

---

<sup>8</sup> **Ver Figura 71. Este problema resultó ser un efecto en el sistema analizado por lo Usuarios (Industria)**. Sin embargo siendo un efecto o “dolor de cabeza” no puede descartarse del análisis pues el tema que aborda es el mismo tema que plantea Pn 15, excepto que los Industriales le expresan lingüísticamente de otra manera y con distintos alcances.

**Tabla 51.** Resumen de problemas-clave (forzantes) provenientes de Talleres previos.

Problemas Forzantes de los Talleres de Investigadores, Institucionalidad, Artesanal e Industriales	Problemas que quedan por afinidad sumergidos bajo las tarjetas que entran en la matriz de análisis (más no eliminados)									
1. P42 (Industriales)	Pv2	Pv16	Pv11	Pv13	Pv25	Pr37	Pr11			
2. P41 (Industriales)	Pa10	Pv22	Pv20	Pr45						
3. P38 (Industriales)										
4. P37 (Industriales)	Pv30	Pv28	Pv21	Pv6	Pv31	Pv10	Pv15	Pn12	Pn5	Pn4
5. P35 (Industriales) <sup>9</sup>	Pv34	Pv29	Pv12	Pv24	Pv5	Pv26	Pv3	Pv33		
6. Pr35 (Institucionales)	PN									
7. Pr33 (Institucionales)	Pn24	Pn19	Pr12							
8. Pr22 (Institucionales)										
9. Pn20 ( Artesanales)	Pc5	Pc18								
10. Pr17 (Institucionales)	Pr39									
11. Pn15 (Artesanales)	Pn8	Pa23								
12. Pc12 ( Ex-Pos Tsunami)										
13. Pn11 (Artesanales)										
14. Pc3( Ex-Pos Tsunami)	Pc1	Pc2	Pc15	Pc6						

<sup>9</sup> Por efecto incluido en el análisis pues es lo mismo que el forzante Problema Pn15 pero con distinto lenguaje. En este caso en la PPP son complementarios y no son mutuamente excluyentes, porque la realidad no puede cercenarse. La percepción de los Industriales es tan legítima como la de los artesanales

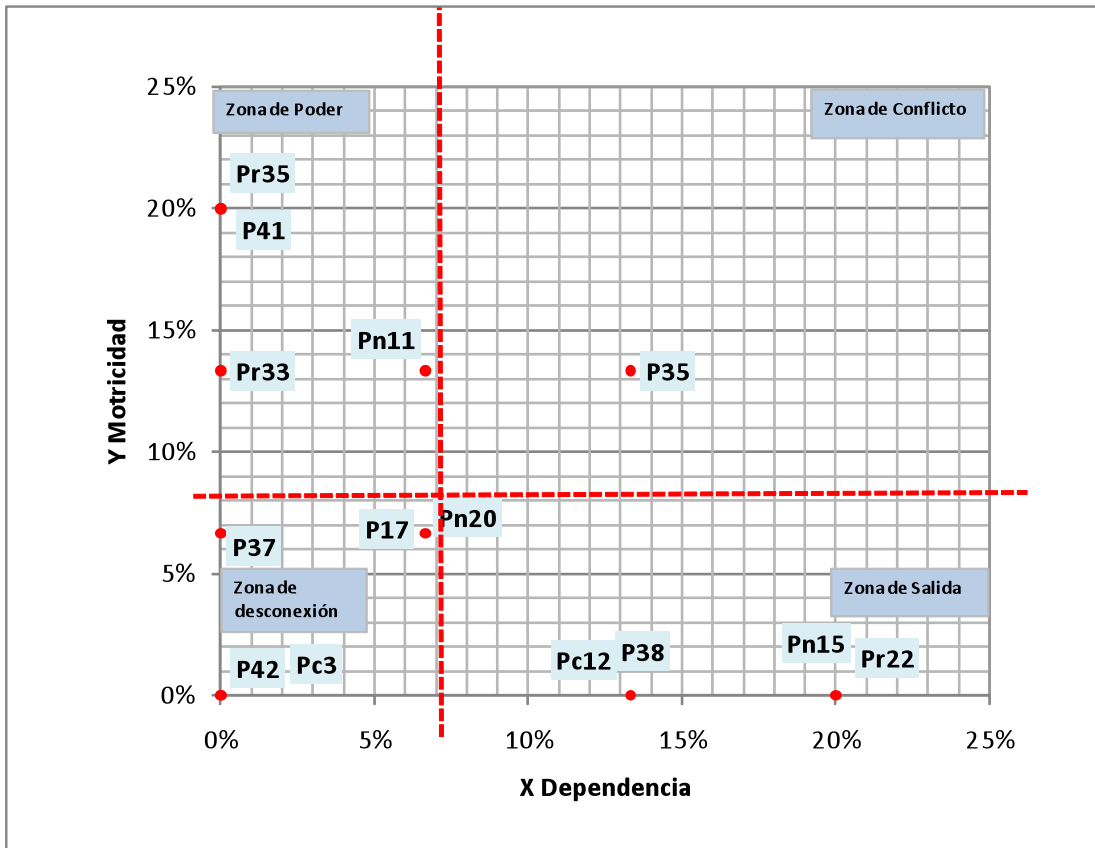


Figura 80. Gráfico Motricidad dependencia Taller 1° Junio 2010

Tabla 52. Descripción de problemas detectados por sector industrial, artesanal y SUBPESCA correspondientes a zona de poder y conflicto de análisis de motricidad-dependencia.

ZONA DE PODER
<p><b>Problema Forzante (Fc) Pr35 (Taller Institucional):</b> Presupuesto económico destinado a la investigación en Chile resulta insuficiente.</p> <p><i>PN (Institucionalidad): Insuficientes recursos económicos (Agregado 11.08.09 en Taller)</i></p>
<p><b>Problema Forzante (Fc) P41 (Taller Industrial):</b> Falta instancia de contacto de la autoridad con Usuarios.</p> <p><i>Pa10 (Investigadores): Inadecuada comunicación de resultados desde las instituciones de investigación pesquera hacia los usuarios (Stakeholders). Pv22 (industriales): Adecuación de las temporadas de pesca para maximización del desembarque. Pv20 (Industriales): Rediseño de las evaluaciones hidroacústicas de acuerdo a la dinámica del recurso. Pr45 (Institucionalidad): Falta de cooperación de todos los usuarios</i></p>

<p><b>Problema Forzante (Fc) Pn11 (Taller Artesanal):</b> No hay credibilidad en los estudios de investigación son papel higiénico para la autoridad.</p>
<p><b>Problema Forzante (Fc) Pr33 (Taller Institucional):</b> Falta de cultura organizacional</p> <p><i>Pn24 (Artesanales): Falta una organización tipo ASIPES, Pn19 (Artesanales): Falta educación contable tributaria, económica, Pr12 (Institucionalidad): Falta o escasa escolaridad por necesidad, acceso, económica.</i></p>
<p><b>ZONA DE CONFLICTO</b></p>
<p><b>Problema Forzante (Fc) P35 (Taller Industrial):</b> Falta de voluntad política de la autoridad para aplicar la normativa vigente en vedas adaptativas y sectorizadas en base a la situación del recurso en tiempo real.</p> <p><i>Bajo este (Fc) se encuentran: Pv5 (Industriales): No hay sincronización del ciclo biológico con la parte operativa (coordinación), Pv26 (Industriales): Fijación de las vedas adecuada a la dinámica del recurso, Pv3 (Industriales): La rigidez del sistema impide la sincronización del ciclo biológico con el ciclo operativo (problema con el tiempo de reacción) ver figura 8 y figura 14., Pv33 (Industriales): Deficiente regulación administrativa por parte de la institucionalidad, Pr34 (Institucionalidad): Alto nivel de incertidumbre en el real estado del recurso y de la pesquería, Pv24 (industriales): La ausencia de un sistema de vedas que esté vinculado al desove de la sardina y anchoveta, Pv12 (Industriales): Las operaciones no están sincronizadas con la variabilidad del ciclo biológico, Pv29 (Industriales): Problemas de manejo por parte de la autoridad</i></p>

#### 4. DISCUSION

##### **Síntesis de posiciones<sup>10</sup> de los diferentes grupos.**

El enfoque metodológico utilizado, mejor dicho, fue dialéctico. Consideró múltiples percepciones. Por ello en este Proyecto no tiene sentido hablar de “*las posiciones de los distintos grupos, sus puntos de encuentro y divergencia*”, pues lo que se busca es la pluralidad de percepciones o visiones (weltanschauungen) para llegar a través del análisis estructural a “*lo esencial de las discusiones, el análisis cuantitativo de sus resultados (motricidad-dependencia)*” para generar una síntesis. De acuerdo al enfoque metodológico la síntesis está constituida por las multireferencias de los usuarios en el último Taller (g) de Contraste Industriales-Artesanales y SUBPESCA el 1º de junio de 2010 en Concepción, el cual mostró la viabilidad tecno-política de los

<sup>10</sup> En este Proyecto se maneja el concepto de multireferencia.

Forzantes identificados por el colectivo (Fc), desde el punto de vista del tomador de decisiones (Subsecretaría de Pesca). Aquí se esbozó una Regla de Decisión descubierta por los Usuarios (Artesanales/Industriales). Se señalaron las dificultades encontradas para la realización del trabajo en cuanto a la falta de constancia en la asistencia por parte de los Usuarios (Stakeholders) y el perjuicio que esto conlleva en tener que realizar retrocesos en el trabajo para explicar a los nuevos asistentes en cada Taller, cómo se trabajó en los Talleres anteriores.

De acuerdo con el análisis de contraste realizado por Industriales-Artesanales y SUBPESCA se desprende que los Forzantes (Fc) **Problema Pr35, Problema P41, Problema Pr33, Problema Pn11 y Problema P35** son los que finalmente limitan dificultan y entorpecen el desenvolvimiento del actual sistema de explotación de la pesquería de pequeños pelágicos (PPP).

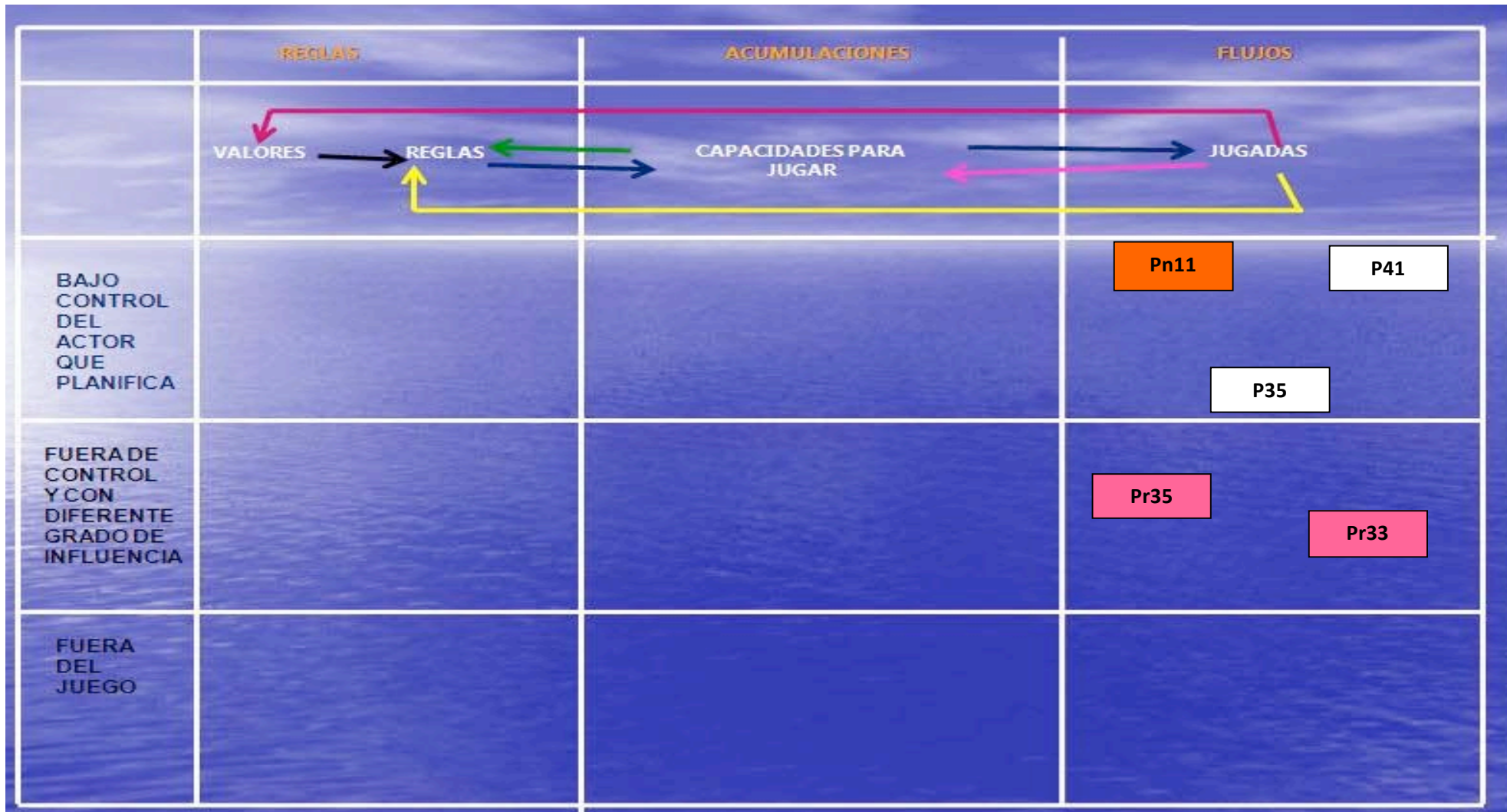
Desde el punto de vista del decisor que planifica, que es la Subsecretaría de Pesca, fue prudente evaluar al menos en una primera instancia si estos Forzantes eran o no viables desde el punto de vista Tecno-Político. En este orden de ideas, en la **Figura 72** se presentaron a los asistentes al Taller a los 5 Forzantes considerados como fichas de juego en el Tablero de Juego Social, donde 3 de ellos: **Problema P35, Problema Pn11 y Problema P41** están bajo el control del actor que planifica (SUBPESCA) y sobre los otros dos, **Problema Pr33 y Problema Pr35** Subsecretaría de Pesca no tiene control ni influencia sobre ellos (**Figura 81 y Tabla 53**), aun cuando son Forzantes en el Sistema Socioecológico donde se desenvuelve el actual Sistema de Explotación de la PPP.



**Tabla 53.** Forzantes considerados como fichas de juego en el Tablero de Juego Social.

<b>BAJO EL CONTROL DE SUBPESCA</b>
<p><b>Forzante (Fc) P35 (Taller Industrial): Falta de voluntad política de la autoridad para aplicar la normativa vigente en vedas adaptativas y sectorizadas en base a la situación del recurso en tiempo real.</b></p> <p><i>bajo el cual se encuentran, Pv5 (Industriales): No hay sincronización del ciclo biológico con la parte operativa (coordinación), Pv26 (Industriales): Fijación de las vedas adecuada a la dinámica del recurso, Pv3 (Industriales): La rigidez del sistema impide la sincronización del ciclo biológico con el ciclo operativo (problema con el tiempo de reacción) ver figura 8 y figura 14, Pv33 (Industriales): Deficiente regulación administrativa por parte de la institucionalidad, Pr34 (Institucionalidad): Alto nivel de incertidumbre en el real estado del recurso y de la pesquería, Pv24 (Industriales): La ausencia de un sistema de vedas que esté vinculado al desove de la sardina y anchoveta, Pv12 (Industriales): Las operaciones no están sincronizadas con la variabilidad del ciclo biológico, Pv29 (Industriales): Problemas de manejo por parte de la autoridad</i></p>
<p><b>Forzante (Fc) Problema Pn11 (Taller Artesanal): No hay credibilidad en los estudios de investigación son papel higiénico para la autoridad (La autoridad no toma en cuenta los estudios para la toma de decisiones) y, particularmente sobre</b></p>
<p><b>Forzante (Fc) Problema P41 (Taller Industrial): Falta instancia de contacto de la autoridad.</b></p> <p><i>Pa10 (Investigadores): Inadecuada comunicación de resultados desde las instituciones de investigación pesquera hacia los usuarios (Stakeholders), Pv22 (industriales): Adecuación de las temporadas de pesca para maximización del desembarque, Pv20 (Industriales): Rediseño de las evaluaciones hidroacústicas de acuerdo a la dinámica del recurso, Pr45 (Institucionalidad): Falta de cooperación de todos los usuarios.</i></p>
<b>SUBPESCA NO TIENE EL CONTROL SOBRE ESTOS PROBLEMAS</b>
<p><b>Forzante (Fc) Problema Pr35 (Taller Institucional): Presupuesto económico destinado a la investigación en Chile resulta insuficiente.</b></p> <p><i>PN (Institucionalidad): Insuficientes recursos económicos (agregado 11.08.09 en taller).</i></p>
<p><b>Forzante (Fc) Problema Pr33 (Taller Institucional): Falta de cultura organizacional</b></p> <p><i>Pn24 (Artesanales): Falta una organización tipo ASIPES, Pn19 (Artesanales): Falta educación contable tributaria, económica, Pr12 (Institucionalidad): Falta o escasa escolaridad por necesidad, acceso, económica.</i></p>

Figura 81. Viabilidad Tecno-Política de los principales forzantes en el sistema: Decisor que planifica Subsecretaría de Pesca.



Los 3 primeros Forzantes (Fc) conforman una realidad (hechos concretos) que la Subsecretaría no puede pasar por alto. Merece especial atención el **Problema (Fc) P35** que los Usuarios ponen como ficha de juego (**Figura 72**) y que en el fondo es una apuesta. Es una jugada que está mostrando a la autoridad que la rigidez del sistema de manejo genera una deficiente regulación administrativa, que se traduce en un impedimento para sincronizar el ciclo biológico de los recursos con el ciclo operativo, lo que conlleva a una fijación de fechas de entrada a la actividad pesquera y a la fijación de vedas inadecuadas para el recurso y que afectan además la rentabilidad de las operaciones. Si a lo anterior se le agrega la inexistencia de un sistema de toma de decisiones en tiempo real, ello viene a exacerbar el poco contacto que tiene el usuario con la autoridad.

Si la autoridad internaliza esta situación y fenoestructura la jugada, esto es, la acumula, entonces puede generarse una instancia de conversaciones que desembocaría en el diseño de un protocolo para sincronizar en tiempo real el ciclo biológico de los recursos con las operaciones. El reporte en tiempo real de la talla de la especie y su estadio de desarrollo para poder adecuar y sincronizar las operaciones, sin trabas burocráticas, permitiría a los usuarios optimizar sus operaciones y a la Institucionalidad pesquera mejorar la gobernabilidad del sistema al tener que generar una instancia de contacto con los usuarios (**Problema Forzante (Fc) P41**). **SE TENDRÍA A LA MANO UNA REGLA DE DECISIÓN.**

### ***Análisis de lo aprendido en los Talleres.***

Detrás de los problemas que limitan o dificultan el desenvolvimiento de la Pesquería de Pequeños Pelágicos, están los Usuarios (Stakeholders) con sus visiones (Weltanschauungen). Estas se materializaron en una Explicación Situacional<sup>11</sup> multireferencial que fue analizada dando lugar a la identificación de Problemas-clave en el Sistema Pesquería Pequeños Pelágicos (SPPP). De

---

<sup>11</sup> Una explicación situacional es una explicación "autoreferencial", esto es, a partir de un punto de vista condicionado por el tipo de inserción en la realidad que tiene el que explica. En este caso son varias explicaciones y por ello es multireferencial.

acuerdo con Matus (1984) los problemas pueden plasmarse en un Flujograma Situacional<sup>12</sup> que abarca los distintos planos<sup>13</sup> de la Situación<sup>14</sup>.

Partiendo de la premisa que la PPP dentro del Sistema Socioecológico es un sistema dinámico y complejo donde tienen lugar numerosas interacciones y que los Problemas-clave identificados por los Stakeholders (usuarios) son los **forzantes (f)** en la PPP, se realizó un ejercicio cuyo objetivo era solamente **ubicar** dichos **forzantes (f)** como **Fichas de juego** posicionadas en los distintos planos de la **situación-juego** sin entrar en los detalles mismos y estructura del juego. Esto se hizo con el propósito de auscultar, en primera instancia, cuan viable era en la práctica el abordaje de los Problemas-clave y de qué manera ellos podían constituirse en los **bloques básicos para complementar** la construcción del Modelo planteado para la PPP. El análisis se realizó en un Taller con representantes de SUBPESCA y del IFOP. Los resultados se presentan en la **Figura 69** y subsiguiente. De este análisis se desprende que para dirigir el cambio **desde el actual funcionamiento de la pesquería hacia el funcionamiento que regirá una vez que se aplique el Modelo de Manejo**, éste **debería** tomar en cuenta las reglas, acumulaciones y flujos que sirven como contexto en el juego social que tiene lugar en la PPP. En este contexto puede observarse (**Figura 69**), el posicionamiento en el tablero de juego, de los problemas-clave o **forzantes (f)** que identificaron los actores (Investigadores-Institucionalidad-Artesanales).

Las cinco (5) Fichas finales o Forzantes corresponden a lo que los Stakeholders (Usuarios), que juegan como **actores, percibieron** como importantes. En este caso de la Pesquería de Pequeños Pelágicos los jugadores jugaron cada uno de acuerdo a su vector de fuerza en un juego que es eminentemente **tecno-político**.

**Pero el Mapa no es el territorio.**

---

<sup>12</sup> Método particular de explicar una situación mediante una red causal que interconecta nudos, de problemas que cruzan los planos de la situación.

<sup>13</sup> Genoestructura (**Reglas**), Fenoestructura (**Acumulaciones**) y Fenoproducción (**Flujos**)

<sup>14</sup> **Apreciación** de la realidad que enfrenta un actor a partir de **su visión sobre el problema**

Las personas actúan según su propio mapa del mundo y diferentes descripciones (mapas) de la misma realidad (territorio) tienen su propio valor, dependiendo del contexto en que se apliquen.

Las interacciones entre los usuarios se generaron en el lenguaje y en un dominio de problemas cuasi-estructurados. Este es un dominio que requiere un mínimo de conocimientos y entrenamiento en la praxis del lenguajear para generar las confianzas que se requieren en la PPP y que en la práctica de hoy casi no existen.

Es oportuno señalar los siguientes aspectos:

1) la participación de los Usuarios fue intermitente y discontinua. Esto afectó el desenvolvimiento de los Talleres porque hubo que explicar cada vez a los nuevos asistentes los procesos de trabajo anteriores. Varias veces hubo que reprogramar sobre la marcha las actividades e incluso cambiar las metodologías de trabajo.

2) a los Usuarios prácticamente se les presionó para “captar la teoría” y “hacer el trabajo” simultáneamente, en un área donde no se tenía entrenamiento previo. En este sentido hay que señalar la buena disposición que siempre tuvieron los participantes para abocarse a la tarea y lograr el producto final.

3) Es justo señalar que todo este trabajo de los Usuarios que aquí se reporta pertenece a ellos y los resultados que se presentan son perfectibles.

A modo de corolario se destacan los deseos expresados por los Usuarios de perseverar en los procesos de conversación entre ellos, utilizando los procesos de trabajo aprendidos durante los Talleres para lograr, en corto tiempo, resultados concretos.

O sea no tendríamos cuotas pasadas si se mantiene constante en el tiempo.

#### **Aclaraciones a la terminología o nomenclatura**

##### **Pregunta única:**

La pregunta única formulada ***“Como usuario de la pesquería de sardina común y anchoveta, Cuáles cree usted que son los principales problemas del actual sistema de explotación, que limitan, dificultan o entorpecen el manejo de los recursos?”*** fue diseñada con la finalidad que los usuarios exteriorizaran cuáles eran los principales problemas del actual sistema de explotación,

que limitaban, dificultaban o entorpecían el manejo de los recursos. Esto, según la mejor percepción de los usuarios, según la percepción de los problemas que enfrenta el día a día.

### **Weltanschauung o Cosmovisión:**

Cada persona trae a la mano su Weltanschauung o Cosmovisión en términos de los problemas que percibe. La pregunta gatilla la cosmovisión que no es sino el conjunto de opiniones y creencias que conforman la imagen o concepto general del mundo que tiene una persona, época o cultura, a partir de la cual interpreta su propia naturaleza y la de todo lo existente. Una cosmovisión define nociones comunes que se aplican a todos los campos de la vida. Desde la política, la economía o la ciencia hasta la religión, la moral o la filosofía (Churchman, 1971).

### **Comunicación**

Los usuarios al responder a la pregunta expresan aquello que en su praxis diaria “les incomoda”. Y lo expresan claramente en su lenguaje. Y esta “incomodidad” tiene diversas connotaciones que pueden apreciarse en el listado de problemas de cada Taller. Es a través de ellos que pueden inferirse definiciones importantes del procedimiento de manejo aunque no hayan sido explicitadas por los actores (en lenguaje científico) tal como asertivamente es percibido en la evaluación.

### **Respuestas esperadas para el proyecto**

En toda pesquería existen Reglas de Decisión y más aún en la PPP, como por ejemplo: ¿Cuánto capturar, Cuándo, Dónde y qué tamaño de peces comenzar a capturar? Los Usuarios expresaron “aquello que les incomoda” y que hay que corregir en el actual Sistema de Explotación en la PPP. Y esto fue: El Forzante (Fc), Problema P35: ***Falta de voluntad política de la autoridad para aplicar la normativa vigente en vedas adaptativas y sectorizadas en base a la situación del recurso en tiempo real.*** Este forzante se vincula directamente con 2) “cuando comenzar a capturar” y con 3) “tamaño de los peces”, que incide indirectamente en un objetivo de manejo cual es la fijación de vedas.

Esto tiene bastante sentido. Indirectamente, pues los usuarios no tienen la potestad de fijar objetivos de manejo. Esto es privativo del Estado a través del Gobierno de turno y de la Institucionalidad Pesquera. Directamente, porque afecta los costos operacionales de los usuarios y crea un malestar.

### ***Consideraciones finales***

Tradicional y mayoritariamente los Proyectos FIP abordan temas que tienen relación con los recursos marinos, área en que se utilizan métodos que no requieren mayormente explicación en el contexto de la disciplina. Son métodos de primera generación, propios y específicos del ámbito científico pesquero, que requieren un modo de comunicación especializado. Pero en el mismo momento en que el FIP comienza a integrar a los Usuarios en los objetivos de sus proyectos, cambia la situación. Es necesario utilizar múltiples paradigmas para abordar la realidad y ello implica transitar por el dominio de lo cuasi-estructurado, propio de las metodologías de segunda generación (Godet 1991, Godet 2001; Checkland, 1999; Matus, 1980, 1989, 1997, 2000; Mingers y Gill 1995).

Adicionalmente pueden consultarse los siguientes Proyectos FIP 2005-25 y FIP 207-29 en los cuales se encuentran las descripciones y aplicaciones de las metodologías solicitadas en la evaluación del Proyecto.

### **5. LITERATURA RELEVANTE CONSULTADA EN ESTE ANEXO**

Churchman, W. 1971. The design of Inquiring systems: Basic Concepts of Systems and Organizations. New York. Basic Books.

Checkland, Peter. 1999. Systems Thinking, Systems Practice: Includes a 30-Year Retrospective. Wiley, 1st edition (September 16, 1999).

Bandler, Richard and John Grinder. 1975. The Structure of Magic, Vol. 1: A Book About Language and Therapy. Science and Behavior Books

Berkes, F., J. Colding & C. Folke (editors.). 2003. Navigating Social-Ecological Systems: Building resilience for complexity and change. Cambridge University Press.

Berkes, F. and C. Folke (editors.). 1998. Linking Social and Ecological Systems: Management practices and social mechanisms for building resilience. Cambridge University Press.

Delbecq A.L., A.H. Van De Ven, D.H. Gustafson and A. Van De Ven. 1986. Group Techniques for Program Planning: A Guide to Nominal Group and Delphi Processes by Delberg (Paperback - Jun 1986).

Gintis, Herbert. 2009. *The Bounds of Reason. Game theory and the unification of the behavioral sciences.* Princeton University Press.

Godet, Michel. 2001. *Creating Futures. Scenario planning as a strategic management tool.* Economica Ltd. London.

Godet, Michel. 1991. *From anticipation to action. A handbook of strategic prospective.* UNESCO Publishing.

Godet, Michel. 1987. *Scenarios and Strategic Management.* Sevenoaks (United Kingdom), Butterworth.

Gunderson, H.L and C. S. Holling (editors). 2002. *Panarchy. Understanding transformations in human and natural systems.* Island Press.

Hammond J. S., R. L. Keeney and Howard Raiffa. 2002. *Smart Choices: A Practical Guide to Making Better Decisions.* Broadway Books.

InnovaChile.Corfo. 2010. *Programa Regional de Repoblamiento de Recursos Hidrobiológicos: Región de Los lagos*

Jung C. G. (Author), Gerhard Adler (Translator), R. F.C. Hull (Translator). 1976. *Jung, Carl. Psychological Types. Bollinger; A Revision / edition (Collected Works of C.G. Jung Vol.6).*

Maturana, H. 1988. *Reality: The search for objectivity or the quest for a compelling argument.* Irish J. Psych. 9:25-82.

Matus, Carlos. 2000. *Teoría del Juego Social.* Fondo Editorial Altadir. Caracas, Venezuela.

Matus, Carlos. 1980. *Planificación de Situaciones.* FCE. México DF, México.

Matus, Carlos. 1989. *Política, Planificación y Gobierno.* Fundación Altadir-ILPES-OPS. Caracas, Venezuela.



Matus, Carlos. 1997. Los Tres Cinturones de Gobierno. Fondo Editorial Altadir. Caracas, Venezuela.

Mingers, John. 1995. Self-Producing Systems: Implications and Applications of Autopoiesis. Plenum Press. New York and London.

Mingers, John and Anthony Gill (editors). 1997. Multi Methodology. The theory and practice of combining management science methodologies. John Wiley and Sons.

Pascal, Eugene. 1992. Jung to Live by. Grand Central Publishing.

Olsen, A. S. 1982. Group planning and problem solving methods in engineering management. John Wiley & Sons. New York.

Sieler, Alan. 2005. Coaching to the Human Soul Ontological Coaching and Deep Change, Vol. 1. Newfield Australia.

Sieler, Alan and Susan Powell. 2007. Coaching to the Human Soul: Ontological Coaching and Deep Change: Volume II: Emotional Learning and Ontological Coaching. New Field Australia.

Trujillo, H. 1988. Planificación Estratégica del Ambiente: Nuevo enfoque para la Evaluación del Impacto Ambiental y Resolución de Problemas. En Trujillo, H. y M. Aguilera (eds.). Planificación, Tecnología y Ambiente. Publicación Especial. Gerencia Protección Integral. División de Oriente, LAGOVEN S.A. 1988.

Trujillo, H. et al. 2008. Social-ecological systems analysis: lessons from the Venezuelan oil industry applied to fisheries in Venezuela and Chile. Coping with global change in marine social-ecological systems. FAO, Rome, Italy 8-11 July 2008.

**ANEXO 5: RESPALDOS INFORME, DATOS Y MODELOS**

## Se presentan tres CDs

### 1) DATOS

Contiene los datos básicos utilizados en la implementación de los modelos operativos; a saber:

CATCHAN: Capturas mensuales de anchoveta (toneladas)

CATCHSC: Capturas mensuales de sardina común (toneladas)

CPUEAN: Captura por unidad de esfuerzo de anchoveta, toneladas por viaje con pesca estándar a una lancha de 50 m<sup>3</sup> de CB

CPUESC: Captura por unidad de esfuerzo de sardina común, toneladas por viaje con pesca estándar a una lancha de 50 m<sup>3</sup> de CB

PELACESAN: Biomasa acústica de anchoveta (toneladas) en otoño PELACES.

PELACESSC: Biomasa acústica de sardina común (toneladas) en otoño, PELACES

RECLASAN: Biomasa acústica de anchoveta (toneladas) en verano RECLAS.

RECLASSC: Biomasa acústica de sardina común (toneladas) en verano, RECLAS

Descriptor\_nombre de archivo: contiene la descripción de los campos encontrados en cada archivo.

**2) MODELOS, contiene lo siguiente:**

Carpeta MODMENS: con las siguiente subcarpetas:

Moanch09: Condicionamiento del modelo operativo mensual de anchoveta

Mosard09: Condicionamiento del modelo operativo mensual de sardina común

Carpeta MODOPERA:

- Cotiene el programa que permite ejecutar el modelo operativo simultáneo de anchoveta y sardina y evaluar las alternativas de explotación.

**3) INFORME FINAL**

Contiene el respaldo del Informe Final

