



UNIVERSIDAD DE LOS LAGOS

Informe Final

Proyecto FIPA 2016-34

“Identificación de áreas de conservación o resguardo para los recursos sardina común y anchoveta en la zona centro sur de Chile”

CONTRAPARTE TÉCNICA

Consejo de Investigación Pesquera

PREPARADA POR:

Universidad de Los Lagos, Centro i-mar

Universidad de Concepción, Departamento de Oceanografía

Departamento de Zoología

Departamento de Geofísica

Puerto Montt, Diciembre de 2017

PRESENTACION DE AUTORES POR OBJETIVO Y TEMA DESARROLLADO

(Orden según objetivo, a partir de Jefe de Proyecto)

Nombre	Objetivo; Función
Cristian B. Canales-Aguirre	Dirección general del proyecto, talleres con usuarios, edición y revisión de informes
Sandra Ferrada-Fuentes	Objetivo 1; Revisión bibliográfica
Ricardo Galleguillos	Objetivo 1; Revisión bibliográfica
Héctor H. Sepúlveda	Objetivo 2 y 3; Modelo hidrodinámico
Osvaldo E. Artal	Objetivo 2 y 3; Modelo hidrodinámico
Carolina Parada	Objetivo 2 y 3; Modelo ROMs
María Carolina Medel	Objetivo 2 y 3; Modelo ROMs
Edwin J. Niklitschek	Objetivo 2 y 3; Análisis información acústica
Cristóbal Garcés	Objetivo 2 y 3; Análisis información acústica
Gustavo Aedo	Objetivo 2 y 3; Análisis información acústica
Cristián E. Hernández	Objetivo 1,2 y 4; SIG y MARXAN
Reinaldo Rivera	Objetivo 1, 2 y 4; SIG y MARXAN
Oscar Santis	Objetivo 5; Análisis sociales
Alonso Gormaz	Objetivo 5; Análisis sociales

PRESENTACION DE COLABORADORES

(orden alfabético)

Nombre	Objetivo; Función
Selim Musleh	Objetivo 1; Revisión bibliográfica
Sandra Sampertegui	Objetivo 1; Revisión bibliográfica
Carla Garrido	Objetivo 4; Creación capas GIS

Como citar este informe:

Canales-Aguirre CB, Ferrada-Fuentes S, Galleguillos R, Sepúlveda HH, Artal OE, Parada C, Medel MC, Niklitschek EJ, Garcés C, Aedo G, Hernández CE, Rivera R, Santis O, Gormaz A. 2017. Identificación de áreas de conservación o resguardo para los recursos sardina común y anchoveta en la zona centro sur de Chile. Informe final FIPA 2016-34. 326 pp

RESUMEN EJECUTIVO

La sardina y anchoveta son dos pesquerías pelágicas en Chile con un importante impacto económico y social. Esto a ha llevado a que la Sub-Secretaria de Pesca y Acuicultura (SSPA) proponga, a través de proyectos, monitoreo constante de ambas especies con la finalidad de conocer el estado de estas pesquerías. Desde hace décadas se ha levantado información respecto a las características de historias de vida, así como su distribución y abundancia de las principales etapas en su ciclo de vida (i.e. huevos y larvas, juveniles, reclutas, adultos), así como las principales áreas de desove de ambas especies. De la información previamente generada en proyectos de investigación principalmente se han generado una serie de medidas de manejo para ambas especies con la finalidad de hacer sustentable la pesquería. Sin embargo, la implementación de la actual ley de general de pesca y acuicultura LGPA (ley 20.657) incluye la posibilidad de generar medidas de manejo diferentes a las tradicionales, las cuales deberán asegurar la conservación de los recursos en procura de tener una actividad pesquera sostenible en el largo plazo, dentro de las cuales encontramos áreas de conservación o resguardo. En áreas tienen el objeto de proteger entre otras cosas: zonas donde se identifiquen procesos biológicos relevantes (reproducción y reclutamiento) caladeros de pesca, y áreas de re-poblamiento. El presente informe tiene como objetivo comunicar los resultados del proyecto FIPA 2016-34 "Identificación de áreas de conservación o resguardo para los recursos sardina común y anchoveta en la zona centro sur". El objetivo general de este proyecto es "Proponer potenciales áreas/zonas de conservación o resguardo relevantes para la dinámica y renovación poblacional de sardina común y anchoveta en la zona centro sur de Chile", incorporando información desde revisiones bibliográficas, datos provenientes de cruceros oceanográficos, registro pesquero artesanal, datos socioeconómicos y capas de Sistema de Información Geográfica (SIG).

El primer objetivo, correspondió a una revisión bibliográfica en extenso que incluyó dos aspectos: i) contribuciones a la identificación de potenciales áreas/zonas de relevancia para la dinámica poblacional de sardina común y anchoveta, en relación con procesos oceanográficos y ecológicos que influyen en tal dinámica; y ii) antecedentes sobre la aplicación, objetivos, diseño e implementación de áreas de resguardo para especies y

ecosistemas. Antecedentes encontrados tanto en revistas de investigación (nacionales e internacionales), así como en documentos de manejo institucional de estos recursos (Plan de Manejo; Informes Comité Científico), entregan aspectos generales de estos recursos, tal como: distribución geográfica de las poblaciones, descripciones/condiciones del hábitat y ambientales, rol ecológico, características de ciclos de vida, parámetros de historia de vida, límites unidad de pesquería, zonas de pesca, distribución de cuotas de capturas anuales y otras regulaciones. Por otra parte, antecedentes encontrados en informes finales (pre-finales) de Proyectos de Investigación financiados con fondos del estado, tales como: Crucero de evaluación acústica, Evaluación del stock desovante, Modelación Biofísica, etc; entregan información con mayor detalle (precisión) para la identificación de zonas relevantes con presencia de distintos estados de desarrollo (adultos, huevos, larvas, pre-reclutas y reclutas), destacando la referencia de áreas como: sistemas de bahías, áreas de alta productividad, norte del Golfo de Arauco, Carranza, desembocadura del Itata, sur de la Isla Mocha a Corral; área entre Constitución y el Golfo de Arauco; área entre Isla Mocha y Corral; área entre Tirúa y la desembocadura del Río Toltén. Resultados desde un análisis de Kernel de densidad para la información obtenida, basados en la geolocalización de diferentes estados de desarrollo de sardina común y anchoveta, sugieren la presencia de tres núcleos de alta densidad para ambas especies (36,6°S-74°W, Golfo de Arauco e Isla Mocha). Estas zonas, al menos según bibliografía corresponderían a áreas potenciales importantes para la dinámica poblacional de ambas especies, ya que se encuentran diferentes estadios tempranos (i.e. huevos, larvas, y reclutas). Finalmente, se entregan antecedentes que dan cuenta de objetivos, diseños e implementación de Áreas Marinas Protegidas para especies o ecosistemas, con ejemplos particulares para especies de pequeños pelágicos.

Para el segundo y tercer objetivo se levanto información oceanográficas desde dos puntos de vista: i) Simulación hidrodinámica y ii) Modelos ROMS. Para la primera, la simulación hidrodinámica del dominio fue realizada con el modelo CROCO para el dominio $\sim 75.6 - 71.3$ °W y $\sim 30.2 - 44.5$ °S, entre los años 2000-2011 con una resolución espacial de 2 km y 32 niveles verticales. El modelo fue forzado por una simulación anterior de 5 km de resolución y forzamiento atmosférico de Era-Interim. Las salidas del modelo fueron almacenadas en un servidor centralizado para su uso en el análisis de deriva de partículas.

Para el segundo, la información entregada por los modelos oceánicos permitieron comprender y asociar los procesos dinámicos físicos con los procesos dinámicos biológicos a través de modelos acoplados. En el ambiente marino, los procesos físicos y biológicos ocurren en múltiples escalas espaciales y temporales, las cuales generalmente interactúan. Los procesos físicos en el océano pueden influenciar los procesos biológicos asociados a estadios larvales, modificando la sincronización de la reproducción, el transporte larval, conectividad y asentamiento. Es por ello que para abordar el análisis de procesos biológicos y oceanográficos asociados a potenciales áreas de conservación o resguardo para los recursos sardina común y anchoveta en la zona centro-sur de Chile se utilizaron herramientas de modelación numérica oceánica y biofísica. Para esto, se implementó un modelo biofísico para cada especie (anchoveta y sardina común), generando 22 simulaciones para los años 2001 al 2011. Las simulaciones fueron evaluadas al primer mes de vida de ambas especies, generando índices de reclutamiento espaciales y retención para los mismos años. Por otro lado, para entender los procesos oceanográficos que influyen la vida temprana de estas especies, se calculó la temperatura, energía cinética, número de remolinos de mesoescala y transporte de Ekman. Los resultados indicaron que el índice de reclutamiento muestra patrones diferenciales para cada especie, pero en todos los años, se identificaron como zonas de retención (común para ambas especies) el Golfo de Arauco y en mayor grado la zona comprendida entre Isla Mocha y Corral. Por otra parte, el índice de retención no presentó valores diferentes a cero en celdas de 2 km por lo que no pudo ser incorporado al análisis. En las condiciones oceanográficas se observó una clara diferencia entre la dinámica al norte y al sur de los 37°S. Al norte de los 37°S se presenta un mayor transporte de Ekman fuera de la costa, favoreciendo la surgencia costera, las temperaturas son mayores al igual que la cantidad de remolinos y la EKE, condiciones que favorecen la advección latitudinal y meridional de los individuos. Al sur de los 37°S, especialmente la zona comprendida entre la Isla Mocha y Corral presenta los patrones inversos: bajo transporte mar afuera, menores temperaturas, menor número de remolinos y EKE, condiciones que favorecen la retención en esa zona.

Además para estos objetivos, se utilizó la información acústica y biológica generada para sardina común y anchoveta por 15 cruceros de evaluación de sardina común y anchoveta, desarrollados por el Instituto de Fomento Pesquero en enero de los años 2001-2015. Los

datos fueron interpolados en celdas de 2×2 km aplicando métodos geoestadísticos y considerando tres clases de tallas para cada especie: juvenil, recluta y adulta. Se analizó tanto los patrones anuales de distribución, como el patrón promedio inter-anual de densidad de la serie de tiempo, para cada especie y clase de talla. Los promedios inter-anuales de densidad mostraron altos niveles de solapamiento de grupos de talla, dentro de especies, lo que, se estimó, dificultaría la protección de alguna clase de talla específica sin afectar la explotación de las restantes. El solapamiento entre especies fue particularmente bajo al norte de Isla Santa María, pero se incrementó en el área costera ubicada al sur de Isla Mocha, donde ambas especies tendieron a coincidir en una zona común de alta densidad. La distribución espacial de sardina austral mostró una variabilidad moderada entre años, permitiendo identificar dos áreas principales y recurrentes de altas densidades; una ubicada al norte de Isla Santa María (36-37°S) y otra al sur de Tirua (37.5-39.8°S). La distribución espacial de anchoveta mostró mayor variabilidad inter-anual que sardina, incluyendo años de muy baja abundancia en toda el área de estudio. Fue posible identificar un área más recurrente de alta densidad de juveniles ubicada al norte de Coliumo (34.5-36.5°S) y otra, mucho más intermitente, ubicada al sur de Tirua (37.5-39.8°S). Dada la conformación y variabilidad inter-anual de los patrones de distribución observados, la protección efectiva de una proporción constante de la producción anual de juveniles, reclutas y/o adultos requeriría de un conjunto de dos o más áreas de protección para cada una de las especies indicadas.

Igualmente en ambos objetivos, para conocer la distribución geográfica de las especies sardina común (*Strangomera bentincki*) y anchoveta (*Engraulis ringens*), y generar información relevante que servirá como sustrato para adoptar medidas administrativas para la protección y conservación de ambos recursos se estimó las distribuciones potenciales de ambas especies. En el caso particular de los recursos, se generaron distribuciones geográficas en base a información bibliográfica (i.e. informes FIPA) y datos ambientales modelados para identificar las áreas de distribución de los recursos sardina común y anchoveta. Se modeló la distribución geográfica potencial de los recursos sardina común y anchoveta en base a registros georeferenciados y variables oceanográficas derivadas de modelos, a una resolución de 2 x 2 Km, considerando como unidad de estudio la costa de Chile desde los 30.2° S a los 44.5° S. Los modelos fueron realizados de manera anual para

los años 2001 a 2011, obteniéndose predicciones de su distribución considerando los estadios de desove y reclutamiento para ambas especies. Los modelos permiten además identificar las variables oceanográficas fundamentales que mantienen y permiten explicar la distribución de ambos recursos. Los resultados indican que para la especie sardina común, la distribución geográfica del estadio desove ocurre en zonas costeras específicamente en la bahía de Concepción. Para el estadio de reclutamiento, se observaron zonas de ocurrencia restringidas principalmente a la región del Bio-Bio. A partir del año 2010 la distribución geográfica del reclutamiento se restringe principalmente a las costas de La Araucanía. Respecto a las variables que explican la distribución de sardinas en estadio de desove, corresponden al número de remolinos y transporte de Ekman. De manera similar, la distribución geográfica de reclutas de sardina es explicada por el número de remolinos, siendo ésta la principal variable predictora de la dinámica para este estadio. Los resultados de los modelos indican que para el recurso anchoveta en el estadio de desove, la mayor probabilidad de ocurrencia se observaron en zonas costeras de la quinta a décima región, con la mayor probabilidad en la bahía de Concepción y región de La Araucanía. Respecto a la distribución de reclutas de anchoveta el patrón de distribución geográfica fue heterogéneo a través de los años 2001 a 2011, observándose en todos los casos mayores probabilidades para la costa del Maule a Los Lagos, ampliándose longitudinalmente en la isla grande de Chiloé. En cuanto a la importancia de las variables que explican la distribución del desove de anchoveta, la variable energía cinética y número de remolinos, constituyen las variables que mantienen la dinámica del desove. De igual modo para el estadio de reclutamiento, la principal variable predictora es la energía cinética, seguida del número de remolinos.

Los modelos de distribución para sardina común y anchoveta revelaron un patrón de distribución relativamente homogéneo a través de los años 2001 a 2011, indicando que el recurso se distribuye principalmente en zonas costeras que no exceden la primera milla desde el Maule a región de Los Lagos. Así mismo, uno de los mecanismos que explican su distribución son las variables relacionadas a la energía cinética de las corrientes marinas y los remolinos imperantes en la zona de estudio.

En los análisis para proponer zonas de conservación para los recursos sardina común y anchoveta, se utilizó información georeferenciada de los distintos estadios de vida de ambas especies, así como información socio- económica para la construcción de coberturas de costos, insumos necesarios para establecer y/o definir zonas de conservación. Estas capas de información fueron utilizadas para generar distintos escenarios, en donde se incluyó y excluyó información obtenida directamente de pescadores artesanales de la región de los Ríos (i.e. caladeros de pesca y/o zonas de importancia que ellos consideran para la especie). Además, se generó escenarios de conservación para ambos recursos, donde el objetivo fue conservar diferentes porcentajes de abundancia de cada estadio de vida (i.e. percentiles 95, 80 60). Esto último, con la finalidad de que la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, tenga diferentes alternativas de porcentajes de abundancia que quisiera conservar, para toma de decisiones futuras. Se generaron un total de 24 modelos, en donde se presenta la mejor solución propuesta por el algoritmo (i.e. áreas de conservación). Dichas soluciones resuelven el problema de diseño de reservas conocido como “el problema de conjunto mínimo”, es decir, el objetivo de cada solución es alcanzar una representación mínima de determinados rasgos de la biodiversidad (i.e. estadios de vida en este caso) con el menor costo posible.

Los resultados considerando las áreas con mayor abundancia (i.e. percentil 95), las áreas de conservación propuestas para sardina común incluyendo la información obtenida desde los usuarios artesanales fueron principalmente dos (i.e. las de mayor tamaño). Una en la región del Biobío y otra en la región de la Araucanía. Excluyendo la información de los usuarios artesanales, solo se encontró un área de conservación de mayor tamaño, la cual está entre los 37° y 39° LS. En ambos escenarios hubieron zonas de conservación costeras de menor tamaño. Para anchoveta incluyendo la información obtenida desde los usuarios artesanales se obtuvieron tres de diferentes tamaños. Un área de conservación pequeña y costera en la región del Maule, un área mediana entre los 37,4° y 37,8 en la región del Biobío, y un área grande que incluye costa y océano principalmente en la región de la Araucanía. Excluyendo la información de los usuarios artesanales, solo se encontró principalmente un gran área de conservación, la cual está entre los 36,6° y 39,3° LS. Esta área de conservación es principalmente oceánica entre la región del Biobío y la Araucanía. En esta última incluso el área llega a la costa de la región de la Araucanía. En todos las áreas de conservación

propuestas (i.e. escenarios de abundancia analizados) se resguarda cada uno de los estadios de vida de ambas especies.

Para la primera milla, las áreas de conservación identificadas para sardina común, que se superponen con esta y que protege el percentil 95 de abundancia, mostraron resultados similares incluyendo o no la información obtenida desde los usuarios artesanales (i.e. 4 áreas). Estas áreas en general son de pequeño tamaño y se encuentran distribuidas hacia la costa, una en la región de O'Higgins, una en la región del Maule, una en la región del Biobío, y una en la región de la Araucanía. Por otro lado, para la anchoveta, se observaron diferencias al incluir o no la información obtenida desde los usuarios artesanales. Incluyendo la información se identificó dos áreas de conservación que se superponen con la primera milla, una en la región del Maule, y otra principalmente en la región de la Araucanía. Excluyendo la información de los usuarios tres áreas fueron identificadas, dos en la región del Maule de pequeño tamaño y una de gran tamaño entre la región del Biobío y la Araucanía, donde en esta última región alcanza la costa y se superpone con la primera milla.

El cuarto objetivo, que tuvo como foco elaborar mapas (SIG) con áreas de conservación utilizando la obtenida mediante literatura, dio cuenta principalmente de una superposición con Espacios Costeros Marinos Pueblos Originarios (ECMPO) y con Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónico (AMERBs). No obstante, el área y extensión de los diferentes focos son más amplias que la primera milla. Basado en información levantada desde talleres con identificación de áreas de importancia para los usuarios de ambas pesquerías se observó una superposición de las áreas de operación con algunas áreas que son importantes para la dinámica de la especie. Estos últimos resultados solo fueron posibles de tomar con usuarios de la Región de los Ríos (XIV).

Finalmente, el quinto objetivo, fue enfocado en realizar un análisis de riesgo con usuarios de la pesquería sobre la posible aplicación de medidas de protección en las áreas de resguardo ya identificadas, con énfasis en aquellas áreas de resguardo superpuestas con las zonas de pesca pelágica tradicionales. Primero se identificaron y definieron los principales usuarios involucrados, los cuales fueron invitados a participar en los talleres de análisis de riesgo, los cuales se realizaron en cuatro ciudades de la macrozona (i.e. Valparaíso,

Concepción, Valdivia y Puerto Montt) durante los meses de junio y julio. En estos talleres se indagó en el análisis de riesgo focalizadas en las potenciales áreas de conservación con los usuarios relevantes identificados. Cabe destacar que el análisis generado en los talleres, de acuerdo con las bases técnicas, se enfocó al análisis de la vulnerabilidad de las áreas de resguardo (estadios de desarrollo de ambas especies) identificados para la sardina común y anchoveta en la zona centro-sur de Chile, considerando la posible sobreposición con zonas de pesca tradicionales. Respecto a los resultados de los talleres realizados, se destaca que el factor asociado al “Bienestar Humano” fue el que recibió los puntajes más altos respecto al riesgo involucrado, mientras que desde el punto de vista de zona de resguardo, la figura de ECMPO es la que involucra mayores niveles de riesgo.

INDICE GENERAL

RESUMEN EJECUTIVO	3
INDICE GENERAL	11
INDICE TABLAS	15
INDICE FIGURAS.....	18
OBJETIVOS	25
OBJETIVO GENERAL.....	25
OBJETIVOS ESPECIFICOS	25
Objetivo 1.	25
Objetivo 2.	25
Objetivo 3.	25
Objetivo 4.	25
Objetivo 5.	25
1. ANTECEDENTES	26
1.1. ANTECEDENTES DEL AMBIENTE PELÁGICO	26
1.2. LEY DE PESCA Y NUEVAS MEDIDAS ADMINISTRATIVAS	27
1.3. ESTADO DE LAS PESQUERÍAS DE PEQUEÑOS PELÁGICOS EN CHILE.	27
1.4. ÁREAS MARINAS PROTEGIDAS EN EL MUNDO Y EN CHILE	30
2. METODOLOGIA DE TRABAJO POR OBJETIVOS	34
2.1. METODOLOGIA OBJETIVO 1:.....	34
2.2. METODOLOGÍA OBJETIVO 2 y 3:.....	35
2.2.1. Bases de datos solicitadas	35
2.2.2. Modelo hidrodinámico de variables ambientales	39
2.2.3. Datos oceanográficos (ROMS).....	43

2.2.4.	Modelación del proceso de transporte de estadios tempranos de sardina común y anchoveta y su efecto sobre la variabilidad del reclutamiento y retención de estas especies la zona centro-sur de Chile	44
2.2.5.	Obtención de índices de reclutamiento y retención de sardina común y anchoveta para la región centro-sur de Chile	50
2.2.6.	Condiciones oceanográficas para el período 2001-2011	51
2.2.7.	Análisis de la información acústica disponibles	55
2.2.8.	Interpolación de densidad acústica	57
2.2.9.	Estimación de promedios inter-anales de distribución y densidad relativa ..	59
2.2.10.	Modelos de distribución geográfica potencial para Sardina y Anchoveta..	60
2.2.11.	Mapas de distribución geográfica sardina común y anchoveta.	60
2.2.12.	Identificación de áreas de conservación en Centro-Sur y primera milla	61
2.3.	METODOLOGÍA OBJETIVO 4:.....	65
2.3.1.	Bases de datos y capas vectoriales.....	65
2.3.2.	Capas GIS por estadios y solapamiento espacial de la información	66
2.4.	METODOLOGÍA OBJETIVO 5:.....	67
2.4.1.	Identificación de factores de riesgo (problemas y/o preocupaciones)	68
2.4.2.	Priorización preliminar	69
3.	RESULTADOS POR OBJETIVOS	75
3.1.	RESULTADOS OBJETIVO 1:	75
3.1.1.	Fuentes de información consultadas	75
3.1.2.	Antecedentes Generales desde la Revisión Bibliográfica	81
3.1.3.	Antecedentes de Zonas Relevantes en la Zona Centro Sur de Chile	86
3.1.4.	Antecedentes para Anchoveta.....	91
3.1.5.	Antecedentes para Sardina Común.....	95
3.1.6.	Análisis Espacial - Zonas con Presencia Estadios de Desarrollo	99

3.1.7.	Antecedentes Generales Áreas de Resguardo	110
3.1.8.	Objetivos y criterios de priorización para el diseño de AMPs	119
3.1.9.	Costos y Beneficios asociados al diseño e implementación de AMPs	122
3.1.10.	Antecedentes Áreas de Resguardo Internacionales	123
3.2.	RESULTADOS OBJETIVOS 2 y 3:	135
3.2.1.	Modelo hidrodinámico	135
3.2.2.	Datos oceanográficos (ROMS)	140
3.2.3.	Modelación biofísica	140
3.2.4.	Índices biofísicos a partir de las simulaciones	146
3.2.5.	Condiciones oceanográficas en el período 2001-2011	150
3.2.6.	Patrones promedio de distribución por grupos de talla por especie	158
3.2.7.	Variabilidad inter-anual de la distribución de juveniles por especie.	160
3.2.8.	Mapas de distribución potencial (Sardina común)	163
3.2.9.	Mapas de distribución potencial (Anchoveta)	169
3.2.10.	Identificación áreas de conservación en Centro-Sur y primera milla	175
3.2.11.	Sobreposición de áreas de conservación con la primera milla	230
3.3.	RESULTADOS OBJETIVO 4:	236
3.4.	RESULTADOS OBJETIVO 5:	241
4.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	255
5.	CONCLUSIONES	260
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	266
7.	ANEXOS	278
7.1.	Personal de Participantes por Actividad	278
7.2.	Bases de datos obtenidas	279
7.2.1.	Obtenidas a la fecha	279

7.3.	Reunión con comité de manejo	280
7.4.	Curso de verano MARXAN.....	283
7.5.	Categorías generales de áreas marinas protegidas en Chile (AMPs).....	288
7.6.	Listado de asistencia a talleres realizados.....	290
7.6.1.	Taller Concepción.....	290
7.6.2.	Taller Valdivia	291
7.6.3.	Taller Puerto Montt.....	292
7.7.	Listado de convocados para talleres.....	293
7.8.	Imágenes (Medio Verificación)	324
7.8.1.	Taller Concepción.....	324
7.8.2.	Taller Valdivia	325
7.8.3.	Taller Valparaíso	326

INDICE TABLAS

Tabla 1: Definición y objetivos primarios de las categorías de Áreas Protegidas de la UICN.....	30
Tabla 2: Listado de proyectos del FIPA donde se obtuvieron bases de datos.....	35
Tabla 3. Listado de proyectos que cuentan con datos disponibles respecto a la distribución espacial del desove de sardina común y anchoveta	46
Tabla 4. Criterio utilizado para definir las clases de tallas o grupos etarios para representar la fase juvenil y adulta de sardina común y anchoveta.....	55
Tabla 5. Matriz de análisis utilizada por participantes en los talleres	72
Tabla 6. Niveles de consecuencia o impacto	73
Tabla 7. Probabilidades de ocurrencia.....	73
Tabla 8. Matriz niveles de riesgo.....	74
Tabla 9. Interpretación Matriz niveles de riesgo.....	74
Tabla 10. Tipología de especies pelágicas de acuerdo a su morfología, ecología y capacidad de moverse en grandes distancias.....	115
Tabla 11. Principales diferencias entre ecosistemas marinos y terrestres.....	116
Tabla 12. Categorías y niveles de categorías definidas por Wenzel & D'Iorio (2011) para la clasificación de AMPs.....	119
Tabla 13. Áreas Marinas Protegidas para especies o ecosistemas, registradas en literatura.....	124
Tabla 14. Pesquerías pelágicas cerradas espacial y/o temporalmente como parte de un AMPs para organismos pelágicos, particularmente grandes peces pelágicos y ballenas.....	129
Tabla 15. Estudios que discuten la potencial implementación de AMPs.....	132
Tabla 16. Importancia de variables oceanográficas para explicar la distribución geográfica de Sardina común, estadio desove.....	167
Tabla 17. Importancia de variables oceanográficas para explicar la distribución geográfica de Sardina común, estadio reclutamiento.....	168

Tabla 18. Importancia de variables oceanográficas para explicar la distribución geográfica de Anchoveta, estadio desove.	173
Tabla 19. Importancia de variables oceanográficas para explicar la distribución geográfica de Anchoveta, estadio reclutamiento.	174
Tabla 20. Porcentaje de presencia de los estadios en el área Centro-Sur para ambas especies excluyendo la primera milla	175
Tabla 21. Porcentaje de presencia de los estadios en el área Centro-Sur para ambas especies en la primera milla.....	176
Tabla 22. Área en kilómetros cuadrados mejor solución MARXAN considerando el 5 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 95.	202
Tabla 23. Porcentajes de representación de escenarios considerando el 5 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 95, según áreas de solución y distribución de los estadios.....	203
Tabla 24. Áreas en kilómetros cuadrados mejor solución MARXAN considerando el 20 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 80.	212
Tabla 25. Porcentajes de representación de escenarios considerando el 20 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 80, según áreas de solución y distribución de los estadios.	212
Tabla 26. Área en kilómetros cuadrados mejor solución MARXAN considerando el 40 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 60	221
Tabla 27. Porcentajes de representación de escenarios considerando el 40 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 60, según áreas de solución y distribución de los estadios.	221
Tabla 28. Extensión de las áreas de protección identificadas con la primera milla (Percentil 95). .	231
Tabla 29. Extensión de las áreas de protección identificadas con la primera milla (Percentil 80). .	233
Tabla 30. Extensión de las áreas de protección identificadas con la primera milla (Percentil 60). .	235
Tabla 31. Área 1 “Itata” Taller Concepción.....	248
Tabla 32. Área 1 “Itata” Taller Valdivia.....	249
Tabla 33. Área 2 “Golfo de Arauco” Taller Concepción.....	250

Tabla 34. Área 2 “Golfo de Arauco” Taller Valdivia	251
Tabla 35. Área 3 “Isla Mocha” Taller Concepción	252
Tabla 36. Área 3 “Isla Mocha” Taller Valdivia	253
Tabla 37. Área 4 “Punta Manuel” Taller Valdivia	254
Tabla 38: Listado de postulantes al curso de verano "Introducción a Marxan"	285

INDICE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de fase para A) Anchoqueta y B) Sardina Común (Zona Centro-Sur, Chile).....	28
Figura 2: Distribución mundial de las diferentes Áreas Marinas Protegidas (AMPs).....	32
Figura 3. Batimetría y máscara utilizada en el modelo CROCO.....	41
Figura 4. Velocidad de la corriente, corte vertical a -36.95 °S, promedio anual del 2007.	42
Figura 5. Área de estudio en centro-sur de Chile utilizada para correr MARXAN.....	62
Figura 6. Propuesta utilizada levantamiento de información desde talleres con usuarios.	68
Figura 7. Esquema temporal (conceptual) para sardina común y anchoqueta de la distribución de reclutas, y adultos en diferentes estados de madurez, y probables zonas de pre-reclutas.....	87
Figura 8. Abundancia de huevos de anchoqueta y sardina común.....	89
Figura 9. Distribución espacial de adultos y reclutas para anchoqueta y sardina común	90
Figura 10. Esquema conceptual del ciclo de vida de anchoqueta en su primer año de vida en el sistema de surgencia estacional de la zona centro-sur.....	93
Figura 11. Modelo conceptual espacial basado en modelación biofísica para el recurso anchoqueta en la Zona Centro-Sur de Chile.....	94
Figura 12. 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.....	96
Figura 13. Modelo conceptual de transporte, dispersión, conectividad y retención de estadios tempranos de sardina común en la Zona Centro-Sur de Chile	98
Figura 14. Mapa referencial puntos de geolocalización /localidad/ zonas de referencia indicados en los análisis de Kernel.....	100
Figura 15. Kernel de densidad para el desove de anchoqueta.....	101
Figura 16. Kernel de densidad para el desove de Sardina común.....	102
Figura 17. Kernel de densidad para reclutas de anchoqueta.....	103
Figura 18. Kernel de densidad para reclutas de sardina común.....	104
Figura 19. Mapa de conteo de número bruto de estadios de sardina común y anchoqueta.....	105

Figura 20. Mapa de conteo de número bruto de estadios de anchoveta.....	106
Figura 21. Mapa de conteo de número bruto de estadios de sardina común.	107
Figura 22. Kernel de consenso de los distintos estadios de sardina común y anchoveta.....	109
Figura 23. Promulgación/establecimiento de AMPs en Chile.	112
Figura 24. Tipos de gobernanza o manejo en las AMPs establecidas en Chile.....	112
Figura 25. Estratificación del ambiente pelágico.	114
Figura 26. Variables oceanográficas y especies de interés usadas en Grantham et al., (2011)	134
Figura 27. Componente Este-Oeste de la corriente superficial – promedio anual 2007.....	136
Figura 28. Componente Norte-Sur de la corriente superficial – promedio anual 2007.	137
Figura 29. Temperatura Superficial del Mar – promedio anual 2007.	138
Figura 30. Salinidad Superficial – promedio anual 2007.....	139
Figura 31. Distribución espacial de huevos de anchoveta discretizado en celdas de 2x2 km.	142
Figura 32. Distribución espacial de huevos de sardina discretizado en celdas de 2x2 km.	143
Figura 33. Máximos desoves, basados en los IGS de (a) sardina común y (b) anchoveta.....	145
Figura 34. Distribución espacial de los pre-reclutas de sardina desde el año 2001 a 2011.....	147
Figura 35. Distribución espacial de los pre-reclutas de anchoveta desde el año 2001 a 2011.	148
Figura 36. Proporción de celdas con retención en función de diferentes resoluciones de grilla.	149
Figura 37. Campos espaciales de la distribución de temperatura en los primeros 30 m de profundidad.....	151
Figura 38. Distribución espacial del campo anual del transporte de Ekman.....	153
Figura 39. Distribución espacial de la cantidad de remolinos por celda a escala anual para el período 2001-2011.....	155
Figura 40. Distribución espacial a escala anual de la EKE en el período 2001 a 2011.	157
Figura 41. Densidad relativa de juveniles, reclutas y adultos de sardina común.....	158
Figura 42. Densidad relativa de juveniles, reclutas y adultos de anchoveta.	159
Figura 43. Densidad relativa de juveniles de sardina.	161

Figura 44. Densidad relativa de juveniles de anchoveta.....	162
Figura 45. Modelos de distribución geográfica para el desove de Sardina común (2001-2005).....	163
Figura 46. Modelos de distribución geográfica para el desove de Sardina común (2006-2011). ...	164
Figura 47. Modelos de distribución geográfica para el reclutamiento de Sardina común (2001-2005).	165
Figura 48. Modelos de distribución geográfica para el reclutamiento de Sardina común (2006-2011).	166
Figura 49. Modelos de distribución geográfica para el desove de Anchoveta (2001-2005).	169
Figura 50. Modelos de distribución geográfica para el desove de Anchoveta (2007-2011).	170
Figura 51. Modelos de distribución geográfica para el reclutamiento de Anchoveta (2001-2005).	171
Figura 52. Modelos de distribución geográfica para el reclutamiento de Anchoveta (2006-2011).	172
Figura 53. Cartografía de intersección Distribución Anchoveta Pre Recluta (A) y Recluta (B)	177
Figura 54. Cartografía de intersección Distribución Anchoveta Juvenil (C) y Adulto (D).	178
Figura 55. Cartografía de intersección Distribución Sardina Común Pre Recluta (E) y Recluta (F)	179
Figura 56 Cartografía de intersección Distribución Sardina Común Juvenil (G) y Adulto (H).	180
Figura 57. Cartografía de intersección Distribución Anchoveta Pre Recluta (I) y Recluta (J).....	181
Figura 58. Cartografía de intersección Distribución Anchoveta Juvenil (K) y Adulto (L).....	182
Figura 59. Cartografía de intersección Distribución Sardina Común Pre Recluta (M) y Recluta (N).	183
Figura 60. Cartografía de intersección Distribución Sardina Común Juvenil (Ñ) y Adulto (O).	184
Figura 61. Cartografía de intersección Distribución Anchoveta Pre Recluta (P) y Recluta (Q).	185
Figura 62. Cartografía de intersección Distribución Anchoveta Juvenil (R) y Adulto (S).	186
Figura 63. Cartografía de intersección Distribución Sardina Común Pre Recluta(T) y Recluta (V).	187
Figura 64. Cartografía de intersección Distribución Sardina Común Juvenil (W) y Adulto (X). ...	188

Figura 65. Escenario de áreas de protección de sardina común, con usuarios.	190
Figura 66. Escenario de áreas de protección de sardina común, sin usuarios.	191
Figura 67. Escenario de áreas de protección de anchoveta, con usuarios.	192
Figura 68. Escenario de áreas de protección de anchoveta, sin usuarios.	193
Figura 69. Escenario de áreas de protección de sardina común, con usuarios.	194
Figura 70. Escenario de áreas de protección de sardina común, sin usuarios.	195
Figura 71. Escenario de áreas de protección de anchoveta, con usuarios.	196
Figura 72. Escenario de áreas de protección de anchoveta, sin usuarios.	197
Figura 73. Escenario de áreas de protección de sardina común, con usuarios.	198
Figura 74. Escenario de áreas de protección de sardina común, sin usuarios.	199
Figura 75. Escenario de áreas de protección de anchoveta, con usuarios.	200
Figura 76. Escenario de áreas de protección de sardina común, sin usuarios.	201
Figura 77. Escenario Anchoveta considerando el 5 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 95, con usuarios.	204
Figura 78. Escenario Anchoveta considerando el 5 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 95, con usuarios.	205
Figura 79. Escenario Anchoveta considerando el 5 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 95, sin usuarios.	206
Figura 80. Escenario Anchoveta considerando el 5 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 95, sin usuarios.	207
Figura 81. Escenario Sardina común considerando el 5 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 95, con usuarios.	208
Figura 82. Escenario Sardina común considerando el 5 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 95, con usuarios.	209
Figura 83. Escenario Sardina común considerando el 5 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 95, sin usuarios.	210

Figura 84. Escenario Sardina común considerando el 5 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 95, sin usuarios.....	211
Figura 85. Escenario Anchoqueta considerando el 20 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 80, con usuarios.....	213
Figura 86. Escenario Anchoqueta considerando el 20 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 80, con usuarios.....	214
Figura 87. Escenario Anchoqueta considerando el 20 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 80, sin usuarios.....	215
Figura 88. Escenario Anchoqueta considerando el 20 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 80, sin usuarios.....	216
Figura 89. Escenario Sardina considerando el 20 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 80, con usuarios.....	217
Figura 90. Escenario Sardina considerando el 20 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 80, con usuarios.....	218
Figura 91. Escenario Sardina considerando el 20 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 80, sin usuarios.....	219
Figura 92. Escenario Sardina considerando el 20 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 80, sin usuarios.....	220
Figura 93. Escenario anchoqueta considerando el 40 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 60, con usuarios.....	222
Figura 94. Escenario anchoqueta considerando el 40 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 60, con usuarios.....	223
Figura 95. Escenario anchoqueta considerando el 40 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 60, sin usuarios.....	224
Figura 96. Escenario anchoqueta considerando el 40 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 60, sin usuarios.....	225

Figura 97. Escenario sardina considerando el 40 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 60, con usuarios	226
Figura 98. Escenario sardina considerando el 40 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 60, con usuarios.....	227
Figura 99. Escenario sardina considerando el 40 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 60, sin usuarios.....	228
Figura 100. Escenario sardina considerando el 40 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 60, sin usuarios.....	229
Figura 101. Áreas de sobreposición de áreas de protección (MARXAN).....	230
Figura 102. Áreas de sobre posición de áreas de protección (MARXAN).....	231
Figura 103. Áreas de sobreposición de áreas de protección (MARXAN).....	232
Figura 104. Áreas de sobreposición de áreas de protección (MARXAN).....	233
Figura 105. Áreas de sobreposición de áreas de protección (MARXAN).....	234
Figura 106. Áreas de sobreposición de áreas de protección (MARXAN).....	235
Figura 107. Kernel de densidad de desove y solapamiento de capas GIS.	237
Figura 108. Kernel de densidad de reclutamiento y solapamiento de capas GIS.	238
Figura 109. Kernel de conteo de estadios y solapamiento de capas GIS.	239
Figura 110. Kernel consenso para todos los estadios y solapamiento de capas GIS.....	240
Figura 111. Porcentaje de factores de riesgo listados por categoría (VIII Región).	242
Figura 112. Porcentaje de factores de riesgo listados por categoría (XIV Región)	243
Figura 113. Factores desagregados por categoría y considerados como importantes (VIII Región).	245
Figura 114. Factores desagregados por categoría y considerados como importantes (XIV Región).	246
Figura 115: Listado de asistencia a la reunión con el comité de manejo de sardina común y anchoveta.....	281

Figura 116: (continuación) Listado de asistencia a la reunión con el comité de manejo de sardina común y anchoveta.....	282
Figura 117: Carta de apoyo entregada por la ONG Canadiense PacMARA.....	283
Figura 118: Afiche de propaganda para curso MARXAN.....	284
Figura 119: Curso "Introducción a MARXAN".	287
Figura 120: Participantes al curso "Introducción a MARXAN".....	287

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Proponer potenciales áreas/zonas de conservación o resguardo relevantes para la dinámica y renovación poblacional de sardina común y anchoveta en la zona centro sur de Chile

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Objetivo 1. Realizar una revisión bibliográfica en extenso de la literatura nacional, identificando potenciales áreas/zonas de relevancia para la dinámica poblacional de sardina común y anchoveta, en relación con procesos oceanográficos y ecológicos que influyen en tal dinámica. Además se deberá revisar ejemplos incluidos en casos internacionales, de la aplicación e implementación de áreas de resguardo a este tipo de especies.

Objetivo 2. Proponer potenciales áreas de conservación o resguardo para los recursos sardina común y anchoveta sustentados en un análisis de procesos ecológicos, biológicos y oceanográficos asociados a dichas áreas para la zona centro sur de Chile.

Objetivo 3. Proponer potenciales áreas de conservación o resguardo en zonas de relevancia para el manejo pesquero tales como la zona de primera milla y zonas contiguas, determinando los efectos que podría generar una potencial inclusión de la actividad pesquera pelágica.

Objetivo 4. Elaborar mapas (SIG) con áreas de conservación o resguardo propuestas, los cuales deberán incluir sobreposición (capas) de uso de espacios como caladeros de pesca, tránsito marino, áreas de manejo, etc.

Objetivo 5. Realizar un análisis de riesgo con usuarios de la pesquería sobre la posible aplicación de medidas de protección en las áreas de resguardo ya identificadas, con énfasis en aquellas áreas de resguardo sobrepuestas con las zonas de pesca pelágica tradicionales.

1. ANTECEDENTES

1.1. ANTECEDENTES DEL AMBIENTE PELÁGICO

El ambiente pelágico contiene el menor número de áreas protegidas comparado con cualquier otro ecosistema del planeta. Las Áreas Marinas Protegidas (AMPs) han sido recomendada como una herramienta complementaria como una herramienta alternativa tanto para el manejo pesquero como para un medio de conservación de la biodiversidad. En lo concerniente en la actividad pesquera, estas AMPs han sido propuestas para i) proporcionar mayores rendimientos en pesca cuando el rendimiento es alto, ii) reducir la variabilidad en la captura, iii) prevenir la sobrepesca en presencia de parámetros de incertidumbre (Hastings and Botsford, 1999). Las áreas protegidas poseen un creciente apoyo como herramientas de gestión, sin embargo para su implementación y conocer su eficiencia, aún existe un numero de aspectos ecológicos y logísticos y socio-económicos que deben ser abordados para evaluar su éxito. En la actualidad, los avances en el área de la conservación, la oceanografía, la ciencia pesquera y evaluación socioeconómica permiten generar la información necesaria para el establecimiento de un área protegida como la evaluación de su efectividad (Ardrón et al., 2008; Ball and Possingham, 2000; Roberts et al., 2001; Sánchez and Olaso, 2004; Smith et al., 2005; Smith and Wilen, 2003).

En general, las herramientas de manejo espacial más empleadas son referidas a cierres temporales y/o espaciales del acceso y distribución de la cuota por regiones o áreas, siendo menos frecuente aquellas que involucran la protección de áreas de conservación que permiten proteger agregaciones de desovantes y reclutas, reducir el by-catch, o cumplir otros objetivos de conservación y sustentabilidad. La identificación de áreas para la conservación o resguardo pueden ayudar a proteger a un gran número de hábitats frágiles y/o estados de vida críticos de diferentes recursos de los efectos negativos de las malas prácticas pesqueras. En el caso de peces pelágicos pequeños (sardinas y anchovetas), las áreas de conservación pueden ayudar también a mantener la estructura y funcionamiento del ecosistema, en el sentido del rol ecológico de estas especies las cuales son alimento de

una gran cantidad de depredadores , muchos de los cuales también son recursos pesqueros (Pikitch et al., 2012).

1.2.LEY DE PESCA Y NUEVOS MEDIDAS ADMINISTRATIVAS

La actual ley de general de pesca y acuicultura LGPA (ley 20.657), incluye la posibilidad de generar medidas de manejo diferentes a las tradicionales, las cuales deberán asegurar la conservación de los recursos en procura de tener una actividad pesquera sostenible en el largo plazo. Entre ellas existe una un conjunto de medidas tendientes a la protección de áreas de resguardo con el objeto de proteger entre otras cosas: zonas donde se identifiquen procesos biológicos relevantes (reproducción y reclutamiento) caladeros de pesca, y áreas de re-poblamiento. Por otro lado también de identifica un conjunto de medidas tendientes a la protección del área correspondiente a la primera milla con el objeto de limitar actividades de pesca que afecten el fondo marino y ecosistemas vulnerables. Sin embargo, la implementación de estas medidas conlleva a un proceso lento. Primero es necesario identificar estas áreas/zonas de resguardo o conservación asociándolas a procesos biológicos y oceanográficos relevantes para la dinámica y renovación poblacional de las especies objetivo. Por otro lado se hace necesario tener una aproximación del impacto potencial del establecimiento de estas áreas sobre el sistema social y económico asociado a su pesquería, ya que estas pueden estar sobrepuestas en caladeros tradicionales de pesca.

1.3. ESTADO DE LAS PESQUERÍAS DE PEQUEÑOS PELÁGICOS EN CHILE.

Anualmente la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) entrega un informe donde se muestra el estado en que esta cada pesquería definida en el país. En el informe generado para el año 2016 se dio a conocer que de las principales pesquerías nacionales hay siete que se encuentran en plena explotación, 9 están en colapso o agotado y seis presentan señales de Sobreexplotación (Subpesca, 2017). Lo que da cuenta que varias de las principales pesquerías tendrían que tener medidas de manejo adicionales a las tradicionales de vedas reproductivas, reclutamiento, biológicas y acceso a la pesquería. En el caso de

pequeños pelágicos en su unidad de pesquería centro sur, específicamente anchoveta y sardina común, el último informe no fue auspicioso.

Para la Anchoveta (*Engraulis ringens*), los reclutamientos han variado históricamente y la estimación para el 2016 incremento un 61% respecto al 2015 (Subpesca, 2017). La biomasa desovante alcanzó los 203 mil toneladas, con un valor 64 % bajo la biomasa desovante al Rendimiento Máximo Sostenible (RMS) (Subpesca, 2017). La mortalidad por pesca para el 2016 fue la más baja en la historia reciente y similar al F_{RMS} (Subpesca, 2017). Estos antecedentes indicaron que la anchoveta en su distribución centro sur está en estado de colapso (Figura 1, panel izquierdo). Para la sardina común (*Strangomera bentinki*), los reclutamientos han fluctuado históricamente y para el año 2015-2016 se observó uno de los valores más bajos (79% menor que el año previo) (Subpesca, 2017). La evaluación de stock para el año 2016, indicó que la biomasa desovante fue de 1.3 millones de toneladas para el último año (Subpesca, 2017). La mortalidad por pesca fue un 27% bajo F_{RMS} (Subpesca, 2017). Estos antecedentes indicaron que la sardina común en su distribución centro sur está en estado en plena explotación (Figura 1, panel derecho). No obstante, al mirar detenidamente el diagrama de fase (Figura 1, panel derecho), entre los años de referencia utilizados estimar su promedio histórico mayoritariamente cayó en sobrepesca y colapso.

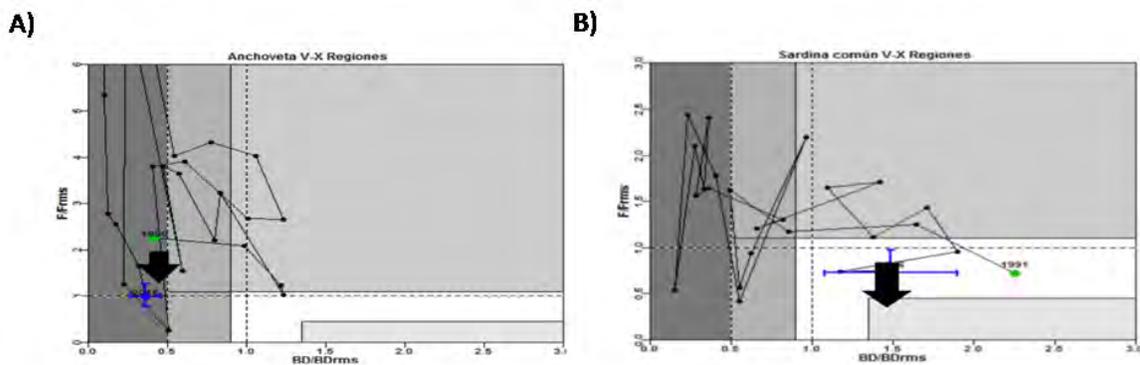


Figura 1. Diagrama de fase para A) Anchoveta y B) Sardina Común (Zona Centro-Sur, Chile).

(Fuente Subpesca 2017)

El escenario para ambos recursos en la zona centro sur no es favorable dado que es una pesquería mixta, no pudiendo diferenciar a priori una especie de la otra, principalmente debido a los artes de pesca con que se capturan la anchoveta y sardina común. Además, teniendo en cuenta la historia expresada en el diagrama de fases (Figura 1, panel derecho), donde la sardina común, recae para el 2016 en la fase de plena explotación, la mayoría de los años previos ha estado en sobrepesca o colapso. Este escenario promueve la generación de medidas adicionales, para anchoveta y sardina común, para su recuperación poblacional y manejo sustentable, donde las áreas marinas protegidas pueden jugar un rol fundamental en la conservación de ambas especies, sino también, otros organismos marinos que están asociados al ecosistema donde habitan estos pequeños pelágicos.

1.4. ÁREAS MARINAS PROTEGIDAS EN EL MUNDO Y EN CHILE

Las áreas marinas protegidas (AMPs) corresponden a “Un área protegida es un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y manejado, a través de medios legales u otros medios efectivos, para lograr la conservación en el largo plazo de la naturaleza con sus servicios ambientales y valores culturales asociados” (Day et al., 2012). Las AMPs están clasificadas en 7 categorías (Dudley, 2008) (Tabla 1), de las cuales las categorías V y VI son las que están asociadas a interacción humana a través de prácticas de manejo tradicionales y el uso de los recursos naturales de manera sostenible. En estas categorías recaen los recursos asociados a las pesquerías chilenas incluyendo las especies pelágicas anchoveta y sardina común.

Tabla 1: Definición y objetivos primarios de las categorías de Áreas Protegidas de la UICN.

Categoría UICN	Definición	Objetivo primario
Ia	La Categoría Ia son las áreas estrictamente protegidas y separadas para proteger la biodiversidad y también posibles rasgos geológicos/ geomorfológicos, en los que la visita humana, el uso y los impactos están estrictamente controlados y limitados para asegurar la protección de los valores de conservación. Dichas áreas protegidas pueden servir como áreas de referencia indispensables para la investigación científica y el monitoreo.	Conservar ecosistemas, especies (ocurrencias o agregaciones) y/ o rasgos de biodiversidad que son sobresalientes a nivel regional, nacional o global: estos atributos se habrán formado en su gran mayoría o en su totalidad por fuerzas no humanas y se degradarán o destruirán si son sometidos a cualquier impacto humano por leve que sea
Ib	Las áreas protegidas de Categoría Ib son usualmente áreas grandes sin modificar o levemente modificadas, que mantienen su carácter e influencia naturales, sin ocupación humana permanente o significativa, que son protegidas y manejadas para preservar su condición natural.	Proteger la integridad ecológica a largo plazo de las áreas naturales que no han sido afectadas por la actividad humana significativa, libres de infraestructura moderna y donde predominan las fuerzas y procesos naturales, de modo que las generaciones actuales y futuras tengan la oportunidad de experimentar dichas áreas
II	Las áreas protegidas de Categoría II son grandes áreas naturales o casi naturales que se aíslan para proteger procesos ecológicos de gran escala, junto con el complemento de especies y ecosistemas característicos del área, que también dan fundamento a oportunidades espirituales, científicas, educativas, recreativas y de visita ambiental y culturalmente compatibles	Proteger la biodiversidad natural junto con su estructura ecológica subyacente y los procesos ambientales de base, y promover la educación y la recreación.

III	Las áreas protegidas de Categoría III se aíslan para proteger un monumento natural específico, que puede ser una forma terrestre, un monte marino, cuevas submarinas, rasgos geológicos tales como cuevas o incluso rasgos vivos como un viejo olivar. Generalmente son áreas protegidas pequeñas y a menudo tienen un alto valor para los visitantes.	Proteger rasgos naturales específicos y sobresalientes y su biodiversidad y hábitats asociados.
IV	Las áreas protegidas de Categoría IV apuntan a proteger especies o hábitats particulares y su manejo refleja esta prioridad. Muchas áreas protegidas de IV Categoría necesitarán intervenciones regulares y activas para abordar los requerimientos de una especie particular o para mantener los hábitats, pero esto no es un requisito de la categoría.	Mantener, conservar y restaurar especies y hábitats.
V	Las áreas protegidas de V Categoría son áreas en las que la interacción de la gente y la naturaleza a lo largo del tiempo ha producido un área de carácter distintivo, de valor ecológico, biológico, cultural y pintoresco significativo; y en la que salvaguardar la integridad de esta interacción es vital para la protección y el sostenimiento del área y su respectiva conservación natural y otros valores.	Proteger y sostener paisajes terrestres/ marinos importantes y su correspondiente conservación natural y otros valores creados por la interacción con humanos a través de prácticas de manejo tradicionales.
VI	Las áreas protegidas de Categoría VI conservan los ecosistemas y hábitats junto con sus valores culturales asociados y los sistemas de manejo natural tradicional. Generalmente son grandes, con la mayoría del área en condiciones naturales, en donde una proporción está bajo un manejo sostenible del recurso natural y donde el uso de bajo nivel y no industrial de los recursos naturales, compatible con la conservación de la naturaleza es visto como uno de los principales fines del área.	Proteger ecosistemas naturales y usar los recursos naturales de manera sostenible, cuando la conservación y el uso sostenible pueden ser de mutuo beneficio.

Actualmente el número de áreas marinas protegidas alrededor del mundo es de solo un 2.8 %¹ ((Juffe-Bignoli et al., 2014), Figura 2) y en Chile sólo alcanza a un 4%, el cual equivalente a 159.975 Km² protegidos muy por debajo de las áreas terrestres protegidas

¹<http://www.unep-wcmc.org/>

(i.e. 18%)². En Chile se encuentra una riqueza asociada a características oceanográficas y biogeográficas única en el planeta, de los cuales, los recursos pesqueros que se encuentran en las costas de Chile, aunque para algunos se conoce bastante información de las áreas importantes para su ontogenia (i.e. áreas de desove, huevos y lavas, reclutamiento, etc.). Ninguna de las medidas para protegerlos o mantener un recursos sustentable está asociado a la protección de áreas donde ocurren etapas importantes para el desarrollo y crecimiento de los individuos.

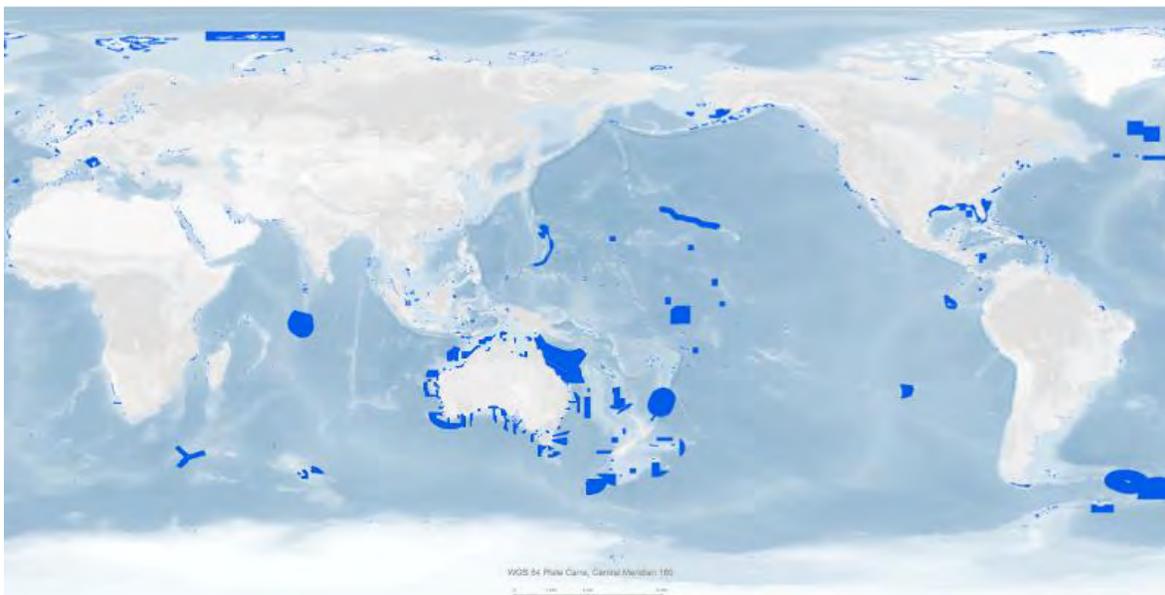


Figura 2: Distribución mundial de las diferentes Áreas Marinas Protegidas (AMPs).
<http://www.protectplanetocean.org/>

Por ejemplo, para el caso de anchoveta y sardina común se reconoce que el área entre Lebu y Corral es una zona de pre-reclutamiento y alto nivel de retención (Parada et al., 2012; Soto-Mendoza et al., 2012). Sin embargo, estas zonas a pesar de tener una importancia en la biología de los pequeños pelágicos siguen sin ser protegidas. La importancia ecológica y económica de los recursos anchoveta y sardina común genera que medidas adicionales a las vedas sean tomadas en cuenta con la finalidad de mantener la sustentabilidad, no solo de los

²<http://www.protectedplanet.net/country/CL>

recursos por sí mismos, sino también otras especies de peces que dependen de ellos. Finalmente, estas especies tienen un contexto social importante por el número de usuarios que dependen de ellos.

2. METODOLOGIA DE TRABAJO POR OBJETIVOS

2.1.METODOLOGIA OBJETIVO 1:

Realizar una revisión bibliográfica en extenso de la literatura nacional, identificando potenciales áreas/zonas de relevancia para la dinámica poblacional de sardina común y anchoveta, en relación con procesos oceanográficos y ecológicos que influyen en tal dinámica. Además se deberá revisar ejemplos incluidos en casos internacionales, de la aplicación e implementación de áreas de resguardo a este tipo de especies.

Para dar cumplimiento al objetivo 1, el presente equipo propuso realizar una revisión bibliográfica acuciosa de la literatura nacional **sobre áreas/zonas relevantes desde el punto de la dinámica y renovación poblacional de sardina común y anchoveta y su asociación con procesos oceanográficos y ecológicos, incluyendo sus estadios de desarrollo temprano**. La revisión incluyó ejemplos internacionales desde los cuales se indicaran formas de implementación, administración, su temporalidad (permanentes, estacionales) y si afectan a otros componentes de la comunidad, entre otros aspectos. Para la búsqueda bibliográfica se consideró recopilar y analizar información disponible en: i) revistas (journals) de bibliotecas nacionales e internacionales; ii) tesis de pre y post-grado; iii) biblioteca y base de datos de proyectos disponibles en SERNAPESCA, Fondo de Investigación Pesquera (FIPA), e IFOP, material disponible en bases de datos nacionales e internacionales.

Palabras claves: Se utilizaron diversas herramientas de búsqueda disponibles en internet, como por ejemplo ISI Web of Knowledge (<http://wokinfo.com/>), Pubmed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>) (entre otros), considerando las siguientes palabras claves (español o inglés, según corresponda): anchoveta, sardina común, áreas de manejo pesquero, áreas de conservación, áreas protegidas, áreas marítimas protegidas (AMPs), áreas de repoblamiento, manejo pesquero, dinámica poblacional, estructura ecosistémica, procesos biológicos, procesos oceanográficos, enfoque ecosistémico, distribución larval, distribución juveniles, distribución reclutas, distribución de huevos, variables ambientales, variables oceanográficas, áreas de retención, pelagic MPAs, marine protected areas, MPA network, marine reserves.

2.2.METODOLOGÍA OBJETIVO 2 y 3:

2. *Proponer potenciales áreas de conservación o resguardo para los recursos sardina común y anchoveta sustentados en un análisis de procesos ecológicos, biológicos y oceanográficos asociados a dichas áreas para la zona centro sur de Chile.*

3. *Proponer potenciales áreas de conservación o resguardo en zonas de relevancia para el manejo pesquero tales como la zona de primera milla y zonas contiguas, determinando los efectos que podría generar una potencial inclusión de la actividad pesquera pelágica*

2.2.1. Bases de datos solicitadas

2.2.1.1. Bases de datos provenientes de proyectos FIPA

Mediante la ley que regula el acceso a información pública, Ley 20.285, se solicitó a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura las bases de datos correspondientes a los siguientes proyectos de evaluaciones hidroacústicas de reclutamiento y stock desovante, monitoreo de condiciones bio-oceanográficas, antecedentes biológicos, identificación de áreas de desove y dinámicas reproductivas (Tabla 2).

Tabla 2: Listado de proyectos del FIPA donde se obtuvieron bases de datos.

Código	Título del proyecto
FIPA 2013-05	Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2014
FIPA 2013-04	Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta en la III y IV Regiones, año 2014
FIPA 2013-03	Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta en la XV, I y II Regiones, año 2014
FIPA 2012-13	Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta en la III y IV Regiones, año 2014
FIPA 2012-12	Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2013
FIPA 2012-11	Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta en la XV, I y II Regiones, año 2013
FIPA 2011-07	Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2012

FIPA 2010-13	Evaluación hidroacustica del reclutamiento de anchoveta en la XV, I y II Regiones, año 2010
FIPA 2010-04	Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2011
FIPA 2010-03	Evaluación hidroacustica del reclutamiento de anchoveta en la III y IV Regiones, año 2010
FIPA 2009-04	Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2010
FIPA 2009-03	Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta en la III y IV Regiones, año 2010
FIPA 2009-02	Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta en la XV y I y II Regiones, año 2009
FIPA 2008-03	Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2009
FIPA 2008-02	Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta entre la XV y IV Regiones, año 2009
FIPA 2007-04	Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2008
FIPA 2007-03	Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta en la III y IV Regiones, año 2008
FIPA 2007-02	Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta en la I y II Regiones, año 2008
FIPA 2006-39	Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta entre la I y II regiones, año 2007
FIPA 2006-07	Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta entre la III y IV Regiones, año 2007
FIPA 2005-26	Evaluación hidroacústica del recurso anchoveta en la III y IV regiones.
FIPA 2004-05	Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2004
FIPA 2003-08	Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2003
FIPA 2002-13	Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2002
FIPA 2001-14	Evaluación acústica del stock desovante de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur, año 2001
FIPA 2001-13	Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur, año 2001
FIPA 2000-09	Evaluación acústica del stock desovante de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur, año 2000
FIPA 99-13	Evaluación acústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur
FIPA 95-08	Evaluación hidroacústica de los recursos anchoveta y sardina común en la zona centro sur
FIPA 2014-35	Estimación de índices de reclutamiento basado en variables y modelos biofísicos de pelágicos pequeños de la zona centro-sur de Chile, fase ii

FIPA 94-38R	Reproducción y reclutamiento en sardina común y anchoveta de la zona centro-sur
FIPA 2013-07	Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2013
FIPA 2012-09	Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común entre la V a X Regiones, año 2012
FIPA 2010-02	Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur, año 2010
FIPA 2009-08	Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común en la zona centro sur, año 2009
FIPA 2008-09	Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común en la zona centro sur, año 2008
FIPA 2007-06	Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común en la zona centro sur, año 2007
FIPA 2005-02	Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2005
FIPA 2004-03	Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común, año 2004
FIPA 2003-06	Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2003
FIPA 2002-14	Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2002
FIPA 2013-17	Identificación de zonas de desove de pelágicos pequeños en aguas interiores de la X y XI Regiones
FIPA 2006-13	Dinámica reproductiva de anchoveta y sardina común, zona centro sur, año 2006
FIPA 96-11	reas de desove de anchoveta y sardina común en la zona central
FIPA 2007-25	Identificación de indicadores de dinámica poblacional y dinámica de la flota que opera sobre sardina común y anchoveta entre la IX y X Región
FIPA 97-04	Antecedentes biológicos del stock desovante de anchoveta y sardina común en la V a IX Regiones
FIPA 96-12	Bases biológicas para prevenir la sobreexplotación de sardina común y anchoveta
FIPA 95-11	Condiciones oceanográficas que inciden en el reclutamiento de los recursos anchoveta y sardina común en la VIII Región
FIPA 2009-38	Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas entre la XV y IV Regiones, año 2009
FIPA 2009-39	Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas en la VIII y IX Regiones, año 2009
FIPA 2008-20	Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas en la VIII y IX Regiones, año 2008
FIPA 2008-21	Monitoreo de condiciones bio-oceanográficas entre la I y IV Regiones, año 2008

Específicamente, la información solicitada para los proyectos hidroacústicos fue la siguiente:

- Fecha, hora, posición geográfica y tamaño de las unidades básicas de muestreo acústico (UBM).
- Fecha, hora y posición geográfica de los lances de identificación.
- Valores del coeficiente de dispersión por área náutica (NASC) asignado a cada especie presente en el área de estudio, para cada UBM.
- Datos crudos y/o composición de tallas para cada especie presente en los muestreos aleatorios efectuados en cada lance de identificación.
- Talla, masa individual y estado de madurez gonadal de las muestras biológicas analizadas para cada especie en cada lance de investigación.
- Captura por especie en los lances de investigación.

2.2.1.2. *Bases de datos provenientes de RECLAS y PELACES*

Al Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) se solicitó las bases de datos biológicos y bitácoras de las evaluaciones hidroacústicas de sardina común y anchoveta de verano (RECLAS) y de otoño (PELACES). La información solicitada de los datos biológicos para sardina y anchoveta correspondió a: año, embarcación, crucero, período, lance, talla, peso, peso eviscerado, sexo, madurez, peso gónada. Por otro lado, la información solicitada de las bitácoras correspondió a: año, embarcación, crucero, período, lance, fecha, hora inicial, latitud inicial, longitud inicial, hora final, latitud final, longitud final, profundidad de red, anchoveta (kg), sardina común (kg), otras especies (kg), total (kg).

2.2.2. Modelo hidrodinámico de variables ambientales

En este estudio se implementó el modelo hidrodinámico ROMS_AGRIF (Regional Ocean Modelling System) en su versión más nueva, ahora conocido como CROCO (<https://croco-ocean.org>). Este es un modelo de última generación utilizado ampliamente por la comunidad científica del área de modelación hidrodinámica (Penven et al., 2006; Shchepetkin and McWilliams, 2005). Este modelo resuelve las ecuaciones de movimiento primitivas del océano, hidrostática y de superficie libre usando coordenadas sigma, que siguen la topografía de la región de estudio, en la vertical y coordenadas curvilíneas ortogonales en la horizontal. Además, incluye esquemas de advección y mezcla vertical, como los basados en el modelo LMD (Large et al., 1994) y el esquema de clausura turbulenta GLS (Generalized Length Scale, Warner et al., 2005) algoritmos de gradiente de presión, en particular el llamado WENO5 que está orientado a la simulación de dinámica de frentes y trazadores bioquímicos, posible acoplamiento con modelos atmosféricos, condiciones de borde radiativas estables para simulaciones largas (Marchesiello et al., 2001), potencialidad para la construcción de grillas con subdominios anidados (soluciones de mayor resolución para el área costera) y manejo de celdas secas y mojadas, entre otros.

La modelación oceanográfica fue usada como base para la dispersión de estadios tempranos de sardina común y anchoveta (huevos y larvas) a través del modelo biofísico y para ser incluido como una capa de información GIS en MARXAN. En base a las discusiones con el equipo de trabajo se definió en una primera instancia un dominio de simulación, el cual fue configurado para tener una resolución horizontal de 1 km. Luego de evaluar los tiempos de computo involucrados en la simulación y la capacidad de almacenamiento de la información y por recomendación del equipo asesor de PACMARA, expertos en MARXAN, se decidió volver a configurar el modelo, esta vez con una resolución horizontal de 2 km y 32 niveles verticales que siguen la topografía. Esto se debe principalmente a que MARXAN tiene una limitación al tamaño máximo de las matrices que puede leer y el número de elementos que tendrían las matrices a una resolución de 1 km imposibilitaría su uso. Al reducir la resolución a 2 km, el número de variables es, efectivamente, $\frac{1}{4}$ del caso a 2 km.

Al implementar el modelo numérico CROCO y el área de estudio abarcó desde $\sim 75.6 - 71.3$ °W y $\sim 30.2 - 44.5$ °S (Figura 3). El período de simulación fue entre los años 2000 – 2011 y se utilizaron 32 niveles para representar la estructura vertical de las corrientes (e.g. Figura 4). Se utilizaron como condiciones de borde para la temperatura, salinidad, velocidad zonal y meridional salidas de una anterior simulación de 5 km de resolución espacial que utilizaba ECCO como condición de borde. La temperatura del aire, la humedad relativa, la tasa de precipitación, los flujos de radiación de onda corta y onda larga, y los vientos fueron forzados con información de ERA-INTERIM cada 3 horas. La batimetría utilizada por el modelo es una combinación de datos de cartas náuticas del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA) y desde la base de datos de cartas náuticas batimétricas del océano de 30'' de arco de resolución (GEBCO). Las simulaciones fueron realizadas en el Laboratorio Nacional de Computación de Alto Rendimiento (NLHPC, <http://www.nlhpc.cl>). Cada mes de simulación utilizó 120 cores de cálculo con paralelización de memoria distribuida MPI. El tiempo de simulación, bajo estas condiciones, es de 6 meses simulados en 24 horas (reales).

Batimetría y máscara: FIPA m

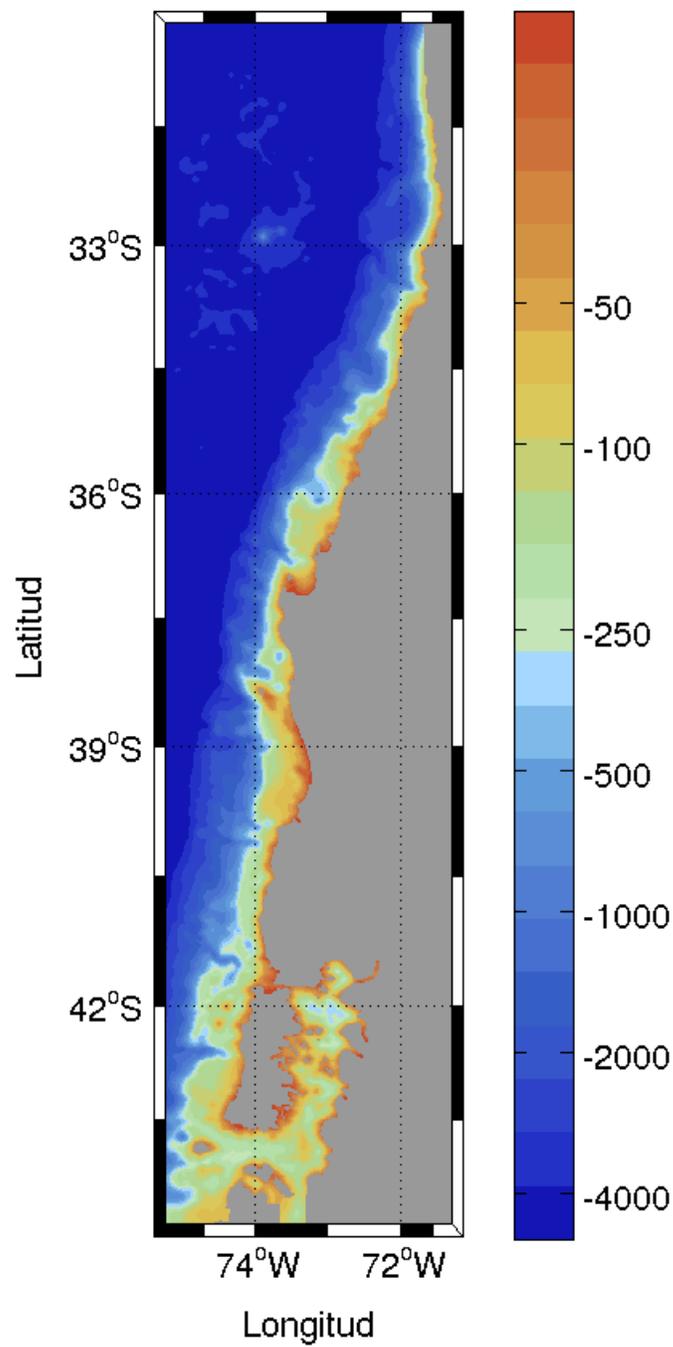


Figura 3. Batimetría y máscara utilizada en el modelo CROCO.

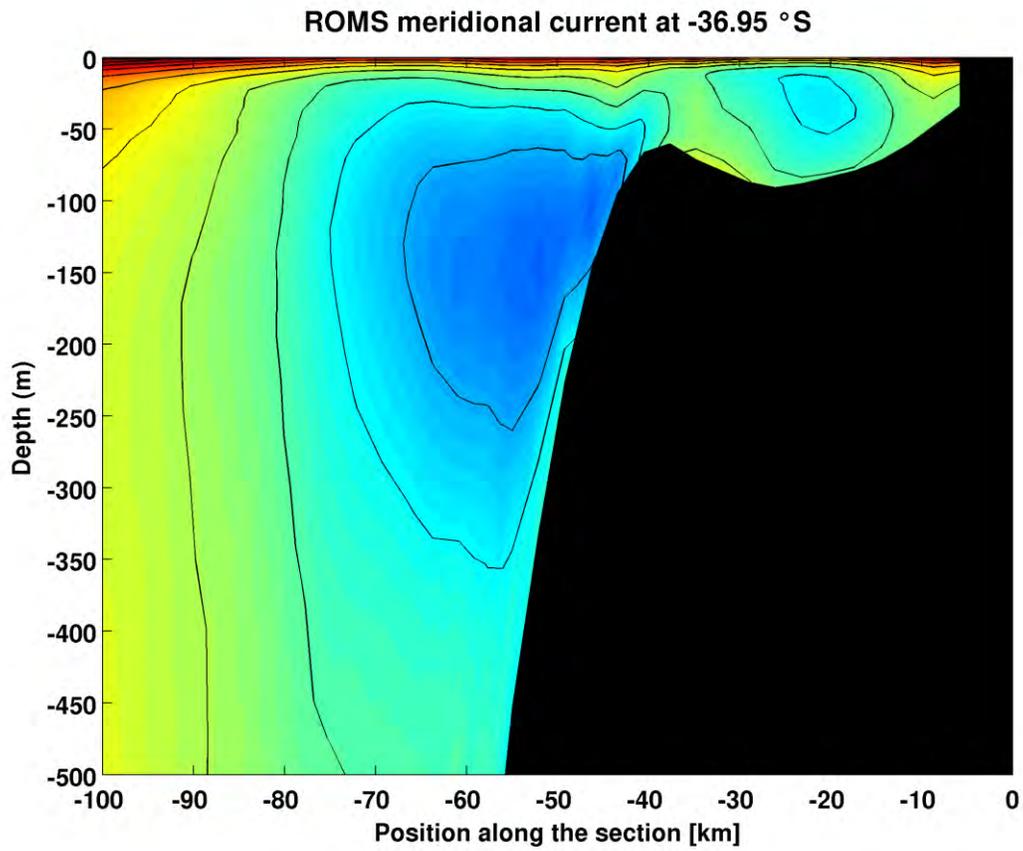


Figura 4. Velocidad de la corriente, corte vertical a -36.95 °S, promedio anual del 2007.

2.2.3. Datos oceanográficos (ROMS)

Un modelo biofísico para cada especie (anchoveta y sardina común), para la zona centro-sur de Chile, fue desarrollado para estimar índices de reclutamiento y retención para apoyar y sustentar la elección de potenciales áreas de conservación. La herramienta de simulación biofísica utilizada en este estudio fue ICHTHYOP (Lett et al., 2008), modelo desarrollado para el estudio de los factores biológicos (movimiento horizontal y vertical, desove, entre otros) y físicos (temperatura, densidad, corrientes) que influyen en la dinámica de huevos y larvas en el plancton. Los detalles de este modelo biofísico y de su configuración se pueden encontrar en Lett et al., (2008). El modelo biofísico permite el estudio de los factores biológicos y físicos que influyen en la dinámica de huevos y larvas en el plancton, donde el ambiente físico experimentado por cada individuo está caracterizado por variables oceánicas provenientes del modelo hidrodinámico. Los individuos modelados están caracterizados por variables de estado a nivel del individuo. Estas variables de estado corresponden a edad, estado, posición (latitud, longitud, profundidad), y estado de sobrevivencia, entre otras.

Por otro parte, se analizaron los procesos oceanográficos que posiblemente modulan los primeros estadios larvales de estas especies. Los procesos estudiados fueron la temperatura, energía cinética, transporte de Ekman y detección de remolinos de mesoscala. Esta información fue extraída de las salidas del modelo hidrodinámico.

2.2.3.1. *Acoplamiento del modelo hidrodinámico y el modelo biofísico*

Las variables de estado ambientales (variables de entrada: temperatura, salinidad, velocidad y nivel del mar) provienen de la grilla del modelo hidrodinámico. De esta manera, el modelo biofísico heredó la estructura espacial de la grilla del modelo hidrodinámico (2 km), y fue forzado por las variables de estado ambientales a la escala espacial en que estas han sido almacenadas (diarias). Para determinar la localización de cada uno de los individuos y sus propiedades, las variables ambientales fueron interpoladas en el espacio y tiempo. Así, el modelo biofísico es capaz de generar trayectorias de movimiento de partículas y seguir su evolución en el tiempo.

2.2.4. Modelación del proceso de transporte de estadios tempranos de sardina común y anchoveta y su efecto sobre la variabilidad del reclutamiento y retención de estas especies la zona centro-sur de Chile

2.2.4.1. Modelo conceptual, análisis y revisión histórica

El modelo biofísico se basa en el modelo conceptual de la historia de vida de la sardina común y anchoveta, cuyos antecedentes fueron recopilados en el primer objetivo de este proyecto. La historia de vida de sardina común y anchoveta presentan características muy similares. Son especies que presentan una alta mortalidad y tienen un ciclo de vida corto (~3-4 años; Cubillos et al., 2002, 2001); presentan un máximo de desove entre Agosto y Septiembre (de acuerdo al período de realización de cruceros), y antes de los 6 meses de edad ocurre el reclutamiento ((sardina: talla ~6 cm de longitud, Castillo-Jordán et al., 2010; Cubillos et al., 2001); (anchoveta: talla ~8 cm de longitud, Martínez et al., 2007)). Alrededor de un año después del desove los individuos de ambas poblaciones presentan condiciones reproductivas (talla ~11 cm de longitud; Arteaga and Cubillos, 2008; Cubillos et al., 1999). El detalle de la revisión bibliográfica se encuentra en el Objetivo 1. En base a la información disponible, se configura el modelo conceptual que fue implementado en ambos modelos biofísicos.

2.2.4.2. Configuración del modelo biofísico

Los procesos y propiedades específicos asociados a la historia de vida de ambas especies fueron configurados en un modelo biofísico implementado en ICHTHYOP. Esto se realizó a través de la generación de compartimientos o submodelos biológicos. La modificación y complejidad de cada submodelo depende de la información conocida sobre cada estadio de vida de cada una de las especies. A continuación se definen los submodelos y configuración del modelo biofísico utilizados, determinantes para recrear las condiciones biológicas de la sardina común y anchoveta en la zona centro-sur de Chile. A continuación se describen tanto las variables biológicas que fueron utilizadas como los datos de entrada utilizados en el modelo biofísico.

2.2.4.3. *Submodelo de movimiento por estadio*

El movimiento horizontal de huevos y larvas de ambas especies se estima en el modelo biofísico usando una aproximación Runge Kutta de 4to orden o Euler “forward” donde las posiciones de las partículas modeladas dependen de las componentes horizontales de velocidad de la corriente (u , v) y de las posiciones de las partículas en el paso anterior. El movimiento asociado a la boyantes del huevo y migración vertical solo fueron modelados para la anchoveta, ya que para la sardina común la información disponible es escasa o desconocida sobre estos comportamientos.

En el esquema de boyantes original de ICHTHYOP, se asume que el cizalle vertical de la partícula está en balance con la fuerza de boyantes, dando como resultado una velocidad vertical que está en función de la fuerza de gravedad, la densidad del agua, la viscosidad cinética, los ejes principales menor y mayor del esferoide prolato y la densidad de la partícula. Más detalles de este esquema y de la ecuación que la describe pueden ser encontrados en Parada et al., (2003).

2.2.4.4. *Submodelo de distribución espacial del desove*

En este submodelo se configuran las condiciones espaciales de desove de cada especie, en base a datos realistas. Para conocer la abundancia y distribución espacial realista de huevos de sardina común y anchoveta en la zona centro-sur de Chile, se utilizó la información entregada por los proyectos del Fondo de Investigación Pesquera (FIP) mencionados en la Tabla 3. Estos registros son relevantes en este submodelo pues permiten establecer en qué lugares (longitud, latitud) y en qué cantidad liberar las partículas virtuales en cada año en donde se cuente con ese antecedente. Notar que en la Tabla 1 no se encuentra el año 2003, ya que no estaban disponibles los datos del proyecto de ese año. Para ingresar esta información al modelo biofísico se debe crear un celda discretizada y cuantificar la cantidad de huevos que caen en cada celda. Este procesamiento está detalladamente descrito en la sección de resultados.

Tabla 3. Listado de proyectos que cuentan con datos disponibles respecto a la distribución espacial del desove de sardina común y anchoveta

Año	Proyecto	Código	Unidad Ejecutora
2002	Ev. del stock desovante de anchoveta y sardina común entre la V y X regiones, 2002	FIP 02-14	INPESCA
2004	Ev. del stock desovante de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, 2004	FIP 04-03	IFOP
2005	Ev. del stock desovante de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, 2005	FIP 05-02	UDEC
2007	Ev. del stock desovante de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, 2007	FIP 07-06	UDEC
2008	Ev. del stock desovante de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur, Año 2008	FIP 08-09	UDEC
2009	Ev. del stock desovante de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur, Año 2009	FIP 09-08	UDEC
2010	Ev. del stock desovante de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur, Año 2010	FIP 10-02	UDEC

2.2.4.5. Condición de distribución espacial promedio

Para generar la condición espacial del desove en los años en donde no se realizaron los cruceros FIP del stock desovante (2001-2006-2011), se utilizó la información promedio de todos los años en donde existe información. Esta condición también fue incluido para forzar el año 2003. El criterio utilizado consistió en la selección de celdas en donde existe una ocurrencia de dos o más años.

2.2.4.6. Submodelo de sincronización del desove

En este submodelo se configuran las fechas de desove en cada año. El proceso reproductivo de la sardina común y anchoveta es estacional y ocurre entre julio y septiembre de cada año (Arrizaga, 1981). La fecha de inicio, desarrollo y final de la temporada de desove son diferentes en cada año. Para identificar estas etapas del desove en cada año se utilizan índices gonadales. El índice gonadosomático (IGS) es un índice ampliamente usado y registra los cambios que ocurren durante el proceso de maduración gonádica en peces. Se reconoce actividad reproductiva cuando este índice alcanza valores máximos dentro de un ciclo anual. El IGS corresponde al peso de la gónada expresado como porcentaje del peso corporal eviscerado y sin ovario, y se expresa con la siguiente fórmula:

$$IGS = \frac{P}{P - G} * 100$$

donde G es el peso de la gónada (g) y P es el peso total (g).

En este estudio, se utilizó este indicador para definir el momento en que ocurren los IGS máximos dentro del ciclo anual para describir la temporada reproductiva de la sardina común y anchoveta. La base de datos de IGS utilizada proviene de muestreos biológicos (reproductivos) realizados por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) en el marco de un Programa de Seguimiento de las Pesquerías Pelágicas Zona Centro-Sur. Estos datos se organizaron en una serie de tiempo integrada a escala semanal desde el año 2001 al 2011. Para calcular este índice, solo se consideraron las hembras activas avanzadas e hidratadas, es decir, en los estados de madurez sexual 3 y 4.

2.2.4.7. *Submodelo de crecimiento*

El submodelo de crecimiento depende del estado del individuo, este submodelo cuenta con dos estados: huevo y larva. El submodelo del desarrollo de los huevos está basado en el modelo establecido por Lo (1985), en donde el huevo pasa por 11 estados que dependen de la temperatura (°C), la edad de los huevos en el estado i (días) y los parámetros de desarrollo a y b (obtenidos de Sepúlveda et al., 2000). Una vez que el individuo eclosiona, pasa a estado de larva y la ecuación de crecimiento está basada en una relación lineal en función de la temperatura y una tasa de crecimiento.

2.2.4.8. *Mortalidad y superindividuo*

Computacionalmente, no se puede modelar la gran cantidad de huevos desovados en cada época reproductiva (del orden de 10^{12} individuos), por lo que la mortalidad fue definida mediante el esquema de superindividuo (Bartsch and Coombs, 2004; Hinckley et al., 2001) para ambas especies. Este esquema permite utilizar tasas de mortalidad más realistas y hace referencia a la cantidad de individuos reales que representa cada partícula virtual. Conociendo la producción de huevos en cada año, a cada superindividuo se le asigna un valor que indica los individuos (huevos/larvas) presentes en él. Este valor irá decreciendo en cada paso de tiempo en función de la tasa de mortalidad diaria para huevos y larvas. La producción de huevos y la tasa de mortalidad diaria para cada año fue obtenida de los informes FIP de stock desovante. En los años en donde no se realizó crucero, se utilizó un valor promedio de los datos disponibles para ambas variables.

2.2.4.9. *Simulaciones y experimentos*

Las simulaciones consisten en el seguimiento de las posiciones y propiedades (variables de estado) de las partículas simuladas (huevos y larvas de sardina común) a pasos de tiempo discretos (cada 20 minutos) y durante toda la simulación. Se inicializa el modelo, dada las condiciones del submodelo de desove. En cada paso de tiempo cada individuo se mueve, crece (experimenta en el tiempo una serie de estadíos), evalúa su estado de mortalidad y reclutamiento, de acuerdo a los submodelos propuestos. Las variables ambientales acopladas al modelo biofísico son actualizadas cada día para el modelo en función de la frecuencia a la que las salidas de las configuraciones de ROMS son almacenadas. Se realizaron una serie de experimentos de simulación para generar variables de salida, las cuales consisten en simulaciones anuales basadas en las 2 condiciones de desove: 1) Condiciones realistas y 2) Condiciones promedio de desove.

2.2.4.10. *Variables de salida y procesos modelados*

Las simulaciones y experimentos realizados generan información de salida. Estas salidas están caracterizadas por las variables de estado de cada uno de los individuos modelados y sus condiciones ambientales. Para cada paso de tiempo se evalúa la edad, estadio de desarrollo, estado de sobrevivencia, longitud, latitud, profundidad. En base a estas simulaciones, se modelan procesos como el transporte, advección fuera de la costa, conectividad entre zonas de desove y crianza, sobrevivencia y reclutamiento. En este estudio solo se evaluaron los procesos de reclutamiento y retención. Los modelos biofísicos generan las condiciones para modelar toda la historia de vida de los recursos, con sus procesos claves en el espacio y en el tiempo, lo que permite generar más información en términos de los resultados y los procesos modelados. Debido a la complejidad de la historia de vida y la falta de información para modelar todos los estadios, este estudio modela solo los primeros 40 días de vida de ambas especies.

2.2.5. Obtención de índices de reclutamiento y retención de sardina común y anchoveta para la región centro-sur de Chile

2.2.5.1. Generación de índices biofísicos

Con el modelo biofísico se generaron 11 simulaciones (1 por año) para cada especie, es decir, 22 simulaciones. Las simulaciones modelaron procesos de transporte, advección fuera de la costa, sobrevivencia, crecimiento y reclutamiento. Índices biofísicos fueron extraídos en base a estos procesos modelados, generando indicadores para cada proceso modelado. Los índices de reclutamiento y retención se describen a continuación. La distinción de estos índices entre millas será efectuada por el modelo MARXAN.

2.2.5.2. Definición de criterios para los indicadores de reclutamiento

En ambas especies, el reclutamiento ocurre aproximadamente antes de los 6 meses de vida, cuando los ejemplares alcanzan la longitud de ~6-8 cm. Sin embargo, individuos de 6 meses presentan una fuerte componente de movimiento desacoplado de las corrientes (*Com. pers.* Samuel Soto) procesos que no fueron modelados en esta configuración, por la falta de información empírica. Este estudio considera el movimiento aun acoplado a las corrientes al mes de edad. Por lo tanto, el índice biofísico de reclutamiento se basará en un criterio estándar de reclutamiento asociado a lo descrito anteriormente.

2.2.5.3. 2.3.3. Criterios, índice de reclutamiento y retención

Para conocer la información dentro y fuera de la milla 5, el criterio de reclutamiento considera como individuos pre-reclutas a aquellos que alcanzan la edad de 1 o > 1 mes, y que permanecen en todas la región de estudio. El índice de pre-reclutamiento corresponderá a la densidad de individuos que cumplan con este criterio en cada celda de 2 km de resolución espacial. Se estimaron 2 índices:

Índice de pre-reclutamiento espacial: Se estimaron los índices espaciales de pre-reclutamiento basado en las condiciones iniciales de forzamiento ambiental, el modelo hidrodinámico acoplado y los criterios de reclutamiento indicados anteriormente. Esto se realizó discretizando el área distribucional del recurso en celdas de 2x2 km y cuantificando todos aquellos individuos que cumplen con el criterio de reclutamiento. Al provenir las salidas del modelo de un modelo hidrodinámico con submodelos biológicos, este índice integra el efecto de la variabilidad de las condiciones oceanográficas y nos permite conocer cuando existen variaciones en las condiciones oceanográficas.

Índice de retención: Se generó un índice de retención, definido como el número de partículas que se mantienen en las celdas de desove. El criterio de éxito es aplicado para todas las partículas que se mantuvieron retenidas en la misma celda (2 km), luego de un mes de simulación.

Ambos índices fueron discretizados en archivos de texto que posteriormente fueron procesados en GIS.

2.2.6. Condiciones oceanográficas para el período 2001-2011

2.2.6.1. Distribución espacial de variables oceanográficas

Se calcularon los campos espaciales de variables oceanográficas que potencialmente afectan los primeros estadios de vida temprana de las especies sardina común y anchoveta. Estas variables fueron extraídas del modelo hidrodinámico e integrado a resolución estacional y anual. Dicha información fue resumida y subida al servidor como archivos de texto para finalmente ser ingresado al modelo MARXAN. Las variables oceanográficas estudiadas fueron las descritas a continuación.

2.2.6.2. *Temperatura*

Una de las variables que influyen en la tasa de desarrollo y mortalidad de larvas y huevos es la temperatura ambiente en la que viven. A partir de las salidas diarias del modelo hidrodinámico se describe la distribución espacial de la temperatura a escala estacional y anual desde el año 2001- 2011 para el área de estudio.

2.2.6.3. *Remolinos de mesoscala superficiales*

Los remolinos de mesoscala se forman cerca de la costa y se propagan hacia el océano abierto (Chelton et al., 2011). Durante sus trayectorias, los remolinos pueden modular y redistribuir componentes biológicos, nutrientes y propiedades físicas desde la zona de surgencia a las regiones oceánicas (Correa-Ramirez et al., 2012; Correa-Ramirez et al., 2007; Morales et al., 2012). Estudios en otras regiones del mundo, muestran que partículas (huevo/larvas) tienden a acumularse en el borde de los eddies, redistribuyendo su posición final (Samuelson et al., 2012; Zhong et al., 2012). Debido al impacto que tienen los remolinos de mesocala sobre la dinámica poblacional de especies, esta variable fue incluida en este estudio.

2.2.6.4. *Algoritmo de identificación de remolinos*

Los remolinos de mesoscala pueden ser identificados y observados desde altimetría satelital, datos *in situ* o modelación numérica. Sin embargo, para un período prolongado se requieren algoritmos competitivos de identificación automatizada. Son diversas las técnicas propuestas para la identificación automatizada de remolinos. En este estudio, la detección de remolinos se hizo mediante un algoritmo de identificación desarrollado por Halo et al., (2014). Para la identificación de remolinos, este método utiliza un criterio físico y otro geométrico. El criterio físico es descrito por el parámetro de Okubo-Weiss (OW), medida que relaciona la deformación y rotación del fluido (Chelton et al., 2007) y se define con la ecuación:

$$W = S_n^2 + S_s^2 + \xi^2$$

donde $S_n = \frac{du}{dx} - \frac{dv}{dy}$ es la componente normal de la deformación, $S_s = \frac{dv}{dx} + \frac{du}{dy}$ la componente del cizalle de la deformación y $\xi = \frac{dv}{dx} - \frac{du}{dy}$ es la vorticidad relativa del fluido, donde u y v son las componentes zonal y meridional de la velocidad.

Por otra parte, el criterio geométrico define un remolino geostrófico como la región contenida en un contorno cerrado de altura superficial del mar. Así, al combinar ambos criterios, se seleccionan los remolinos que coinciden, tanto con el método físico como geométrico. La identificación de remolinos en este estudio fue evaluada en el dominio de 2 km del modelo hidrodinámico para los años 2001-2011.

2.2.6.5. *Energía cinética*

La anomalía del nivel del mar entre el año 2001 y 2011 fue extraída de las salidas del modelo hidrodinámico de 2 km. Las anomalías de las velocidades geostróficas superficiales fueron calculadas mediante la siguiente relación:

$$U_g = \frac{-g}{f} \frac{\partial n}{\partial y}$$

$$V_g = \frac{g}{f} \frac{\partial n}{\partial x}$$

donde U_g y V_g son las anomalías meridional y zonal de la velocidad geostrófica, g es la gravedad y f es el parámetro de Coriolis y n es la anomalía del nivel del mar. Con estas

variables es posible calcular la energía cinética (EKE) para el período de estudio, siguiendo a Hormazabal et al., (2004), con la siguiente expresión:

$$EKE = \frac{1}{2} [(U_g - \overline{U_g})^2 + (V_g - \overline{V_g})^2]$$

donde $\overline{U_g}$ y $\overline{V_g}$ denotan el promedio temporal

2.2.6.6. Transporte de Ekman

Se calculó el transporte de Ekman para evaluar el efecto de la surgencia costera en la agregación y retención de sardina común y anchoveta en la zona centro-sur de Chile. El transporte de Ekman fue generado con la información de los vientos obtenida del set de datos satelital de QuickSCAT (<ftp://podaac-ftp.jpl.nasa.gov/OceanWinds>). Estos datos son parte de los forzantes del modelo hidrodinámico y tienen una resolución de 0,25°. El transporte de Ekman, \mathbf{M} , fue calculado con la siguiente relación:

$$M = \frac{\tau x k}{\rho_w f}$$

donde τ es el estrés del viento; ρ_w es la densidad del agua (asumida constante como 1025kgm^{-3}); f es el parámetro de Coriolis y k es el vector unidad en la componente vertical.

2.2.7. Análisis de la información acústica disponibles

Se analizó la serie de datos hidroacústicos generada a partir de los 15 cruceros de reclutamiento “RECLAS” desarrollados cada mes de enero, entre los años 2001 y 2015. La gran mayoría de los datos obtenidos inicialmente desde la Secretaría Ejecutiva del Fondo de Investigación Pesquera presentó problemas relacionados con información ausente o inconsistente, lo que retrasó severamente, y terminó haciendo imposible el logro de este objetivo. Dados los problemas encontrados, se solicitó una nueva base de datos directamente al Instituto de Fomento Pesquero, la que permitió desarrollar exitosamente y finalizar el análisis de la serie de tiempo ya indicada.

2.2.7.1. Definición de grupos etarios

Los individuos de sardina y anchoveta muestreados en cada lance biológico, se clasificaron en dos clases de tallas o grupos etarios (GE). Como criterio se utilizó la talla de primera madurez sexual reportada para cada especie (Tabla 4), de esta manera, el grupo etario 1 (GE1) representó la fase juvenil y el segundo grupo etario (GE2) la fase adulta de sardina y anchoveta.

Tabla 4. Criterio utilizado para definir las clases de tallas o grupos etarios para representar la fase juvenil y adulta de sardina común y anchoveta.

Especie	Grupo Etario	Fase	Longitud Total	Referencia
<i>Strangomera bentincki</i>	1	juvenil	LT < 8,5 cm	Criterio operacional utilizado en el manejo de esta pesquería
<i>Strangomera bentincki</i>	2	recluta	8,5 cm ≤ LT < 11,5 cm	
<i>Strangomera bentincki</i>	3	adulta	LT ≥ 11,5 cm	
<i>Engraulis ringens</i>	1	juvenil	LT < 8,5 cm	Criterio arbitrario definido por analogía con <i>S. bentincki</i>
<i>Engraulis ringens</i>	2	recluta	8,5 cm ≤ LT < 12 cm	
<i>Engraulis ringens</i>	3	adulta	LT ≥ 12 cm	

2.2.7.2. *Estimación de masa individual*

La masa individual total (\hat{W}) se estimó a partir de los datos del muestreo aleatorio de tallas. Para transformar la talla en masa, primero se modeló la relación longitud-masa individual por especie, asumiendo una relación alométrica de forma,

$$\hat{W} = a \cdot L^b$$

donde,

\hat{W} : masa individual estimada (g) y L : longitud total observada (cm).

Los parámetros a , b y sus respectivos errores estándar fueron estimados a partir de los datos de longitud total (LT) y masa individual (W) observados en el muestreo dirigido. Para este propósito se ajustó un modelo mixto de regresión lineal, que permitió considerar los efectos de la correlación existente entre peces capturados dentro de un mismo lance, en un mismo crucero.

2.2.7.3. *Estimación de la fuerza de blanco*

La estimación de la fuerza de blanco promedio de cada especie (target strength, TS), que se utilizará para transformar la densidad acústica en densidad biológica, se realizó mediante relaciones TS-talla descritas y utilizadas en evaluaciones anteriores de sardina (Castillo et al., 2012) y anchoveta (Castillo et al., 2011),

$$TS_{sa} = 18.9553 \log_{10} (LT) - 71.70$$

$$TS_{an} = 18.42 \log_{10} (LT) - 71.7599$$

donde,

TS_{sa} y TS_{an} : corresponden a la fuerza de blanco promedio sardina y anchoveta respectivamente.

$\log_{10}(LT)$: es el promedio, ponderado por abundancia, del logaritmo₁₀ de la longitud total de los individuos registrados dentro de cada grupo etario.

2.2.8. Interpolación de densidad acústica

El área de interpolación consistió en la plataforma continental de Chile, desde los 34° y los 40° S. La interpolación de la densidad acústica se realizó mediante el método geoestadístico basado en máxima verosimilitud propuesto por Roa-Ureta and Niklitschek (2007). Este método, que fue aplicado dividiendo las áreas de estudio en celdas de 2×2 km, comprendió los siguientes pasos:

2.2.8.1. Probabilidad de presencia (\emptyset)

Los coeficientes medio de dispersión por unidad de área náutica de cada especie (s_A) fueron categorizados en presencia/ausencia, considerando valores de $s_A > 20$ como indicadores de presencia del stock. La estimación de los valores iniciales de los parámetros del modelo geoestadístico se realizó ajustando un modelo lineal generalizado mixto con distribución binomial y correlación espacial de tipo gaussiana, a través de la función “glmmPQL” de la librería MASS de R (Venables and Ripley, 2002a). A partir de estos parámetros y mediante simulación MCMC se generó una distribución de probabilidad *ad-hoc*, considerando una distribución binomial con una función de correlación espacial de Matern (Cressie, 1993). Para la simulación MCMC y la estimación de los parámetros del modelo geoestadístico se utilizó la librería “geoRglm” de R (Christensen and Ribeiro Jr, 2002).

2.2.8.2. Densidad acústica condicional (\check{s}_A)

Para estimar la densidad acústica media del stock, condicional a $s_A > 20$, se procedió a obtener valores iniciales de los parámetros del modelo geoestadístico ajustando un modelo lineal generalizado mixto con distribución gamma y un modelo gaussiano de correlación espacial, a través de la función “glmmPQL” de la librería MASS de R (Venables and Ripley, 2002b). Para cumplir con los supuestos de normalidad del modelo geoestadístico, se aplicó una transformación Box-Cox, cuyo parámetro lambda fue estimado como parte del proceso de ajuste del modelo, mediante máxima verosimilitud.

Se utilizó la función de correlación espacial de Matern (Cressie, 1993). Los parámetros del modelo geo-estadístico fueron estimados mediante la librería “geoR” de R (Ribeiro Jr and Diggle, 2001).

2.2.8.3. *Interpolación y cálculo de densidad acústica corregida (\hat{s}_A)*

La interpolación del \check{s}_A , se realizó mediante kriging lineal a partir de los parámetros de los respectivos modelos geo-estadísticos. Finalmente, se calculó un índice corregido (\hat{s}_A) para cada celda, definido como el producto de sus correspondientes valores (interpolados) de probabilidad de presencia (\emptyset) y densidad acústica condicional (\check{s}_A).

2.2.8.4. *Interpolación de fuerza de blanco por grupo etario*

En cada grupo etario de sardina y anchoveta, se procedió a interpolar los valores estimados W y TS de los individuos muestreados en cada lance, en celdas de 2 km × 2 km dentro del área de estudio. En cada caso se utilizaron métodos geoestadísticos basados en máxima verosimilitud, donde se comparó el modelo espacial y nulo (es decir, una misma media aplicable a todas las celdas del área de estudio). Si el modelo espacial no fue el más informativo (menor AIC, en comparación con el modelo nulo), la interpolación se realizó mediante un modelo empírico, utilizando el método de ponderación inversa a la distancia (Inverse Distance Weighting, IDW) con el paquete “ipdw” de R (Stachelek and Madden, 2015).

2.2.8.5. *Asignación de energía acústica corregida entre grupos etarios.*

La asignación de \hat{s}_A entre grupos etarios (x) dentro de cada especie, se realizó para cada celda interpolada, considerando la proporción del grupo etario (\hat{p}_x) ponderada por el valor promedio de la sección acústica transversal calculada para cada grupo ($\hat{\sigma}_x$) dentro de cada celda, en función de su TS media (\overline{TS}_x), siguiendo la ecuación.

$$\hat{s}_{Ax} = \hat{s}_A \frac{\hat{p}_x \cdot \hat{\sigma}_x}{\sum_{x=1}^3 \hat{p}_x \cdot \hat{\sigma}_x}$$

donde, $\hat{\sigma}_x = 10^{TS_x/10}$

2.2.9. Estimación de promedios inter-anales de distribución y densidad relativa

Para la estimación de medias inter-anales de probabilidad de presencia y abundancia relativa se siguió un procedimiento análogo al utilizado por Niklitschek & Skaret (2016), donde se asumió separabilidad de las matrices de covarianza en tiempo y espacio. Sin embargo, a diferencia de los autores ya citados, se estimaron primero las matrices interpoladas de datos en el espacio (análisis bioestadística ya descrito), para luego aplicar modelos autoregresivos de primer orden, orientados a estimar promedios inter-anales dentro de celdas para las variables densidad acústica corregida por grupo etario, probabilidad de presencia del stock y probabilidad de presencia del grupo etario.

Finalmente, la densidad relativa de cada clase de talla fue estimada como el cuociente entre la densidad acústica corregida atribuida a cada clase de talla y el valor estimado de su sección transversal correspondiente,

$$IAR = \frac{\hat{S}_{Ax}}{4\pi 10^{TS_x/10}}$$

2.2.10. Modelos de distribución geográfica potencial para Sardina y Anchoqueta

Se compilaron registros de presencia (huevos, larvas, juveniles y adultos) de las especies sardina común y anchoqueta, desde la región de Valparaíso a Los Lagos. Los registros provinieron de informes FIP, desde los años 1995 al 2014. Se obtuvo un total de 107 registros, los cuales fueron geo-referenciados a través de Google Earth y proyectados al sistema UTM huso 19 S, a través de ArcGis v10.3 (ESRI, 2016). Las coberturas de información ambiental (i.e. oceanográficas) provenientes de simulaciones generadas por el Departamento de Geofísica de la Universidad de Concepción, ver Sección 2.2.6. Las coberturas contemplaron, temperatura media anual, energía cinética, número de remolinos y transporte de Ekman. Toda la información fue homogenizada a una resolución de 2 kilómetros. El procesamiento de información georeferenciada y mapas fueron procesados en ArcGis 10.3 (ESRI, 2016).

2.2.11. Mapas de distribución geográfica sardina común y anchoqueta.

Para identificar y evaluar patrones de distribución de sardina común y anchoqueta, se construyeron modelos mediante el algoritmo de máxima entropía a través del software MaxEnt 3.3.3k (Phillips et al., 2006), el cual ha sido clasificado como uno de los algoritmos más robustos que emplean únicamente registros de presencia inclusive con pocos registros (Elith et al., 2006). El algoritmo relaciona registros de las especies y variables ambientales indicando la verosimilitud en cada una de las celdas de las condiciones ambientales idóneas para el establecimiento de las especies (Elith et al., 2006; Phillips et al., 2006). Para evitar el sobreajuste de los modelos se seleccionaron los parámetros de ajuste aconsejados por defecto (Elith et al., 2010; Phillips et al., 2009). En todos los casos, se apartó de manera aleatoria el 30% de los registros de la muestra para utilizarlos como puntos de prueba y se utilizó el 70% restante para ejecutar el modelo (Tellería et al., 2012).

Se ha utilizado el valor ROC–AUC para establecer la discriminación del modelo (Elith et al., 2006; Fielding and Bell, 1997; Phillips et al., 2006). Se seleccionó la salida logística del modelo, el cual representa la idoneidad de los sitios, en donde 0 indica mínima idoneidad y 1 máxima idoneidad.

2.2.12. Identificación de áreas de conservación en Centro-Sur y primera milla

Para identificar áreas de conservación en zona centro-sur de Chile, se utilizó el programa MARXAN (Ball and Possingham, 2000), el cual utiliza información georeferenciada y capas de costo para elegir una o más soluciones de potenciales áreas que cumplan con las metas propuestas. Se utilizó grillas de 5 kilómetros cuadrados como unidades de planificación considerando una extensión comprendida desde los 34,1° a los 40,7° LS (Centro-Sur de Chile), abarcando una extensión latitudinal total de 741,5 km (Figura 5). Se optó por una resolución de 5 kilómetros dadas las limitaciones computacionales del software MARXAN descritas por Ardron et al., (2008). Se trabajó sólo en el área en donde se tenía información de las abundancias de sardina común y anchoveta, para evitar una sobreestimación de las áreas propuestas.

2.2.12.1. Análisis Pre-MARXAN.

Se obtuvo información georeferenciada de la abundancia de los distintos estados de vida del recurso sardina común y anchoveta para la zona centro-sur de Chile (34° - 41° LS), generada a través de modelos de simulación ROMS e información acústica disponible (véase capítulos 2.2.4, 2.2.5 y 2.2.7). Para estimar la superficie en kilómetros cuadrados que ocupan los estadios pre-recluta, recluta, juvenil y adultos de sardina común y anchoveta, se categorizó celdas con presencia del estadio de acuerdo a tres criterios que consideraron la distribución de frecuencia de abundancias por celda: (1) el 5 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 95; (2) el 20 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 80; y (3) el 40 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 60. Luego se estimó el porcentaje total del área que pertenecía a la primera milla. Los cálculos se obtuvieron para cada estadio en ambos recursos, calculando los percentiles 95, 80, 60 en el software PAST (Hammer et al., 2001). Este análisis permitió, además, identificar la superficie efectiva (porcentaje) de abundancia por estadio que se distribuye dentro de la primera milla, expresando los resultados en Km². Todos los análisis y geoprocursos se realizaron a través de software ArcGIS 10.3 (ESRI, 2016).

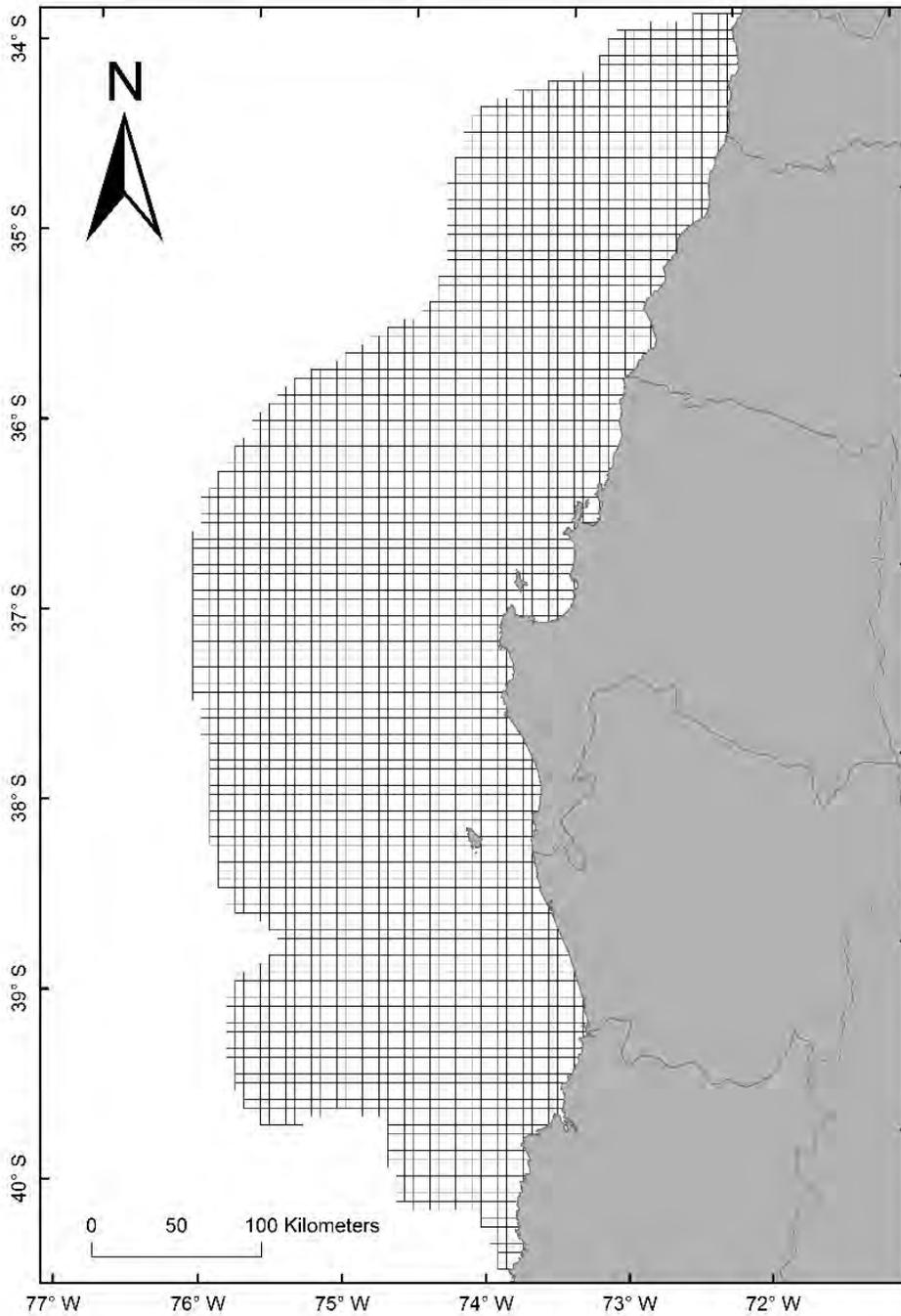


Figura 5. Área de estudio en centro-sur de Chile utilizada para correr MARXAN.
Grillas de 5 kilómetros cuadrados de resolución.

2.2.12.2. Análisis en software MARXAN

Los objetos de conservación que fueron utilizados para ingresar al software MARXAN correspondieron a los estadios de vida de cada especie (i.e. sardina común y anchoveta). Se consideró la presencia del estadio de acuerdo a los tres criterios antes mencionados (percentil 95, 80 y 60). Con el fin de evaluar distintos escenarios de conservación se modelaron alternativas considerando los tres criterios de abundancia de cada recurso. Esto permitió generar polígonos de distribución de las especies considerando distintos niveles de abundancia que permitieran definir áreas de alta (i.e. percentil 95), media (i.e. percentil 80) y baja abundancia (i.e. percentil 60) del recurso. Los distintos porcentajes de abundancia fueron digitalizados y convertidos a formato vectorial para su posterior uso como insumo para el software MARXAN.

Las capas de costos, fueron diseñadas considerando la importancia de cada elemento en las actividades de pesca. Se asignaron distintas ponderaciones arbitrarias considerando su importancia para el recurso, categorizando en bajo, medio y alto. Las ponderaciones fueron las siguientes:

- **Costo bajo (valor 0.1):** Puertos Mercantes e infraestructura portuaria. Ya que, en sí no tienen ningún efecto directo la presencia de estos elementos en ambos recursos.
- **Costo medio (valor 0.5):** Densidad de embarcaciones artesanales (cobertura espacial que tiene relación con una componente social), presencia de caletas y desembarque (capa espacial que tiene relación con una componente económica). Estos elementos están asociados directamente al recurso (e.g. embarcaciones y caletas que tienen inscrito el recurso).
- **Costo alto (valor 1):** Caladeros de artesanales, caladeros de industriales y coberturas espaciales generadas por los usuarios (Valdivia), en donde ellos delimitaron en un mapa georeferenciado aquellas áreas que consideraban como de explotación y resguardo. Estos elementos tienen un valor alto dado que de los caladeros depende su actividad.

Las fuentes de información para puertos mercantes e infraestructura portuaria provienen de SINIA (<http://ide.mma.gob.cl/>). La densidad de embarcaciones artesanales se obtuvo de la infraestructura de datos geoespaciales (IDE Chile, <http://www.ide.cl/descarga/capas.html>), generando un Kernel de densidad de puntos con un radio de 5 kilómetros a través de ArcGIS (ESRI, 2016). Las capas de caletas y desembarque provienen de SINIA (<http://ide.mma.gob.cl/>), en donde se realizó un análisis de densidad de puntos para obtener una superficie representativa y homogénea. Todos los análisis se realizaron en ArcGIS (ESRI, 2016). Las coberturas de caladeros artesanales e industriales se digitalizaron del informe “Actividad industrial y artesanal, periodo 2001-2014”. Finalmente, la información espacial generada por los usuarios se digitalizó a través de la reunión sostenida en Valdivia (28 de junio 2017, ver anexo 7.6.2) en donde los usuarios marcaron en un mapa aquellas zonas conocidas por ellos como de resguardo y de actividad económica. Adicionalmente, en el caso de datos georeferenciados que solo correspondían a puntos (e.g. presencia de caletas) se asignó un buffer de 1000 m. Toda la información fue tratada en formato vectorial (Shapefile de ESRI). La capa de coste final consideró el puntaje obtenido de las distintas capas de información en celdas de 1 km².

2.2.12.3. Post MARXAN

Para los distintos escenarios generados por el software MARXAN, se calculó la superficie de las mejores soluciones obtenidas para cada especie e identificó el porcentaje de protección de la abundancia de cada estadio (percentiles 60, 80 y 95) que fue seleccionado por el programa para su conservación y/o protección. Dicha información permitió conocer la superficie que cada solución del algoritmo efectivamente protege de cada estadio para ambos recursos.

2.3.METODOLOGÍA OBJETIVO 4:

Elaborar mapas (SIG) con áreas de conservación o resguardo propuestas, los cuales deberán incluir sobreposición (capas) de uso de espacios como caladeros de pesca, tránsito marino, áreas de manejo, etc.

2.3.1. Bases de datos y capas vectoriales

Para alcanzar este objetivo se obtuvo bases de datos asociados a la pesquería de la Sardina Anchoqueta, así como capas vectoriales de diferentes instituciones públicas y privadas. Desde la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SSPA) se consiguió las capas vectoriales de diferente información de la zona Centro-Sur de Chile (V a X región), la cual correspondió a: Caletas Pesqueras Artesanales, Áreas apropiadas para la acuicultura, Acuicultura en AMERBs, AMRBs en proceso de otorgamiento, AMERBs regularizadas, Agrupación de Concesiones Acuícolas, Relocalizaciones de Concesiones Acuícolas, Espacios Costeros Marinos Pueblos Originarios (ECMPO). Además, se tuvo acceso a la Base de datos del Registro Pesquero Artesanal (RAE), donde se conoció el número de embarcaciones por regiones que operan en cada región de la zona Centro-Sur de Chile. Desde el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA) del Gobierno de Chile, se obtuvo una capa vectorial que incluyó todas las caletas de pescadores artesanales registradas y los puertos principales a lo largo de Chile. Desde el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA) del Gobierno de Chile, se obtuvieron capas vectoriales de: Áreas Marinas Costeras Protegidas, Desembarque pesqueros por Caleta, Número de Pescadores inscritos por caleta, Parques Marinos, Áreas Marinas Costeras Protegidas y Reservas Marinas. Por último, desde bases de datos internacionales, se obtuvo una capa vectorial que incluyó las áreas Protegidas mundiales que incluye Chile).

Cada base de datos, así como cada capa vectorial obtenida fue revisada y se excluyó información que no correspondiera a la zona de estudio de este proyecto (V-X regiones).

2.3.2. Capas GIS por estadios y solapamiento espacial de la información

Mediante la revisión de 28 proyectos del Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura, entre los periodos 1995 al 2015 (proyectos listados previamente, Tabla 2) se analizó un periodo de dos décadas. La información analizada se refirió principalmente a evaluaciones hidroacústicas del reclutamiento, determinaciones de biomasa y abundancia, distribución espacial de adultos/reclutas/huevos/larvas, modelaciones biofísicas del reclutamiento, caracterización de cardúmenes, y evaluación del stock desovante.

La extensión de dicha información abarcó desde los 32,6° S a los 41,8°S, desde la cual se extrajo la geo-localización / localidad / zona de referencia de la presencia de distintas etapas de desarrollo de sardina común y anchoveta (adultos/desove, huevos, larvas, pre-reclutas y reclutas); A partir de esta información se generaron mapas de densidad de Kernel para los distintos estadios en cada recurso, los análisis consideraron una resolución espacial de 5 km² y Kernel de 12.506 metros, los cuales equivalen al 5% de la superficie total del área de estudio (i.e. 491.406.937 m²). Por otro lado, teniendo en cuenta que la pesca artesanal tiene reservada las primeras cinco millas para realizar su labor (Área de Reserva para la Pesca Artesanal) y considerando que la nueva Ley de Pesca establece la primera milla marítima para el uso exclusivo de embarcaciones de menos de 12 metros de eslora, se generó una capa vectorial que incluya la primera milla.

Finalmente, se solapo la información obtenida desde las diferentes reparticiones institucionales y con las capas GIS generadas para cada estadio por especie. Esto último, con la finalidad de identificar el grado de uso de las diferentes áreas identificadas que son importantes para la dinámica de la ambas pesquerías, por parte de los usuarios.

2.4.METODOLOGÍA OBJETIVO 5:

Realizar un análisis de riesgo con usuarios de la pesquería sobre la posible aplicación de medidas de protección en las áreas de resguardo ya identificadas, con énfasis en aquellas áreas de resguardo sobrepuestas con las zonas de pesca pelágica tradicionales

El método utilizado se basa en la metodología de Análisis de Riesgo Ecológico, ERA por sus siglas en inglés (Fletcher, 2015, 2005) y la técnica Análisis de riesgo de acciones y/o medidas regulatorias (Chevalier and Buckles, 2013), la cual fue adaptada para su aplicabilidad y cumplimiento respecto al objetivo 5 del proyecto “Realizar un análisis de riesgo con usuarios de la pesquería sobre la posible aplicación de medidas de protección en las áreas de resguardo ya identificadas, con énfasis en aquellas áreas de resguardo sobrepuestas con las zonas de pesca pelágica tradicionales”.

En términos generales, se aplicaron talleres participativos con los grupos de interés de las pesquerías, durante los cuales se identificaron y priorizaron los factores de riesgo (o situaciones problemáticas), supuestos, asociados a las 3 áreas de resguardo identificadas para sardina común y anchoveta (Figura 6). La modalidad de talleres con grupos de interés asegura el tratamiento de las cuestiones analizadas de manera transparente y participativa, considerando las potenciales fuentes de riesgo y su priorización (por importancia relativa) de acuerdo con los criterios de consecuencia y probabilidad de ocurrencia (Chevalier and Buckles, 2013; Fletcher, 2015, 2005).

En este sentido, la priorización de los problemas analizados se realizó de manera conjunta, llevando a cabo una descripción de cada uno de ellos, dejando espacio para que cada participante desarrollara sus posiciones para posteriormente deliberar respecto a su importancia relativa.

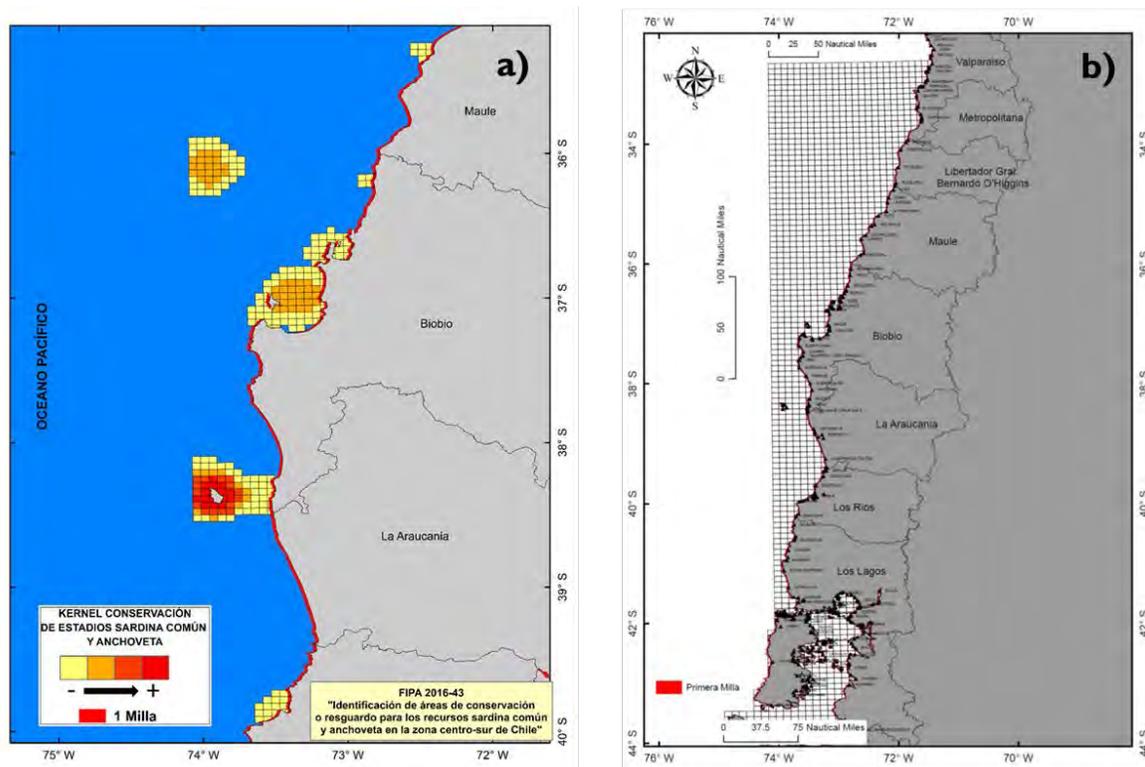


Figura 6. Propuesta utilizada levantamiento de información desde talleres con usuarios.

a) Kernel de consenso de los distintos estadios de las especies sardina común y anchoveta en la zona centro sur de Chile. Colores cálidos indican alta densidad de estadios de desarrollo de ambas especies (huevos, larvas, reclutas y adultos) integrados en 20 años de información (1995-2015). b) Mapa referencial para nombres de sitios indicados en el mapa de Kernel consenso.

En términos generales, la metodología consideró tres pasos:

2.4.1. Identificación de factores de riesgo (problemas y/o preocupaciones)

Una vez presentados los resultados del análisis bibliográfico del proyecto, se construyó un listado de factores de riesgo (o situaciones problemáticas), supuestos, asociados a las 3 áreas de resguardo identificadas para sardina común y anchoveta (Figura 6).

La reflexión inicial se facilitó mediante la utilización de componentes genéricos para la identificación de los principales problemas de las pesquerías, divididos en tres categorías, siguiendo a Fletcher (2015, 2005) y Petersen et al., (2010): i) “Bienestar ecológico”, relacionado por ejemplo con la interacción con otras especies (blanqueo, descarte, pesca

incidental), ii) “Bienestar Humano”, relacionado por ejemplo a nivel local o nacional con cuestiones como la baja de empleos o ingresos, y iii) “Capacidad de alcanzar objetivos”, relacionado por ejemplo con la Gobernanza (problemas de fiscalización; toma de decisiones) e impacto del ambiente (cambio climático, contaminación industrial).

Esta clasificación permitió facilitar la discusión, identificando todas las cuestiones presentes en la pesquería. Cualquier problema identificado por uno o más participantes se incluye en la lista de cuestiones, sea o no respaldada por otros. El resultado es una lista exhaustiva de las preocupaciones percibidas por todos los participantes del taller.

2.4.2. Priorización preliminar

Luego de construir el listado de factor de riesgo identificado (y descrito en la etapa anterior), se eligieron (de manera conjunta) los factores de riesgo más importantes de cada categoría (uno por cada categoría). Estos tres factores fueron analizados en cada escenario propuesto, es decir, áreas de resguardo (sectores Itata, Golfo de Arauco e Isla Mocha) y categorías o tipos de zona de resguardo. Al respecto, antes de la realización del análisis de riesgo, y para facilitar la reflexión respecto a cada área de resguardo identificada (Figura 6), se presentaron las categorías o tipos de zonas de resguardo contempladas en la legislación chilena y en el marco de convenios internacionales. Entre las categorías presentadas se encuentran: i) Parques Marinos, esencialmente acuáticas, ii) Reservas Marinas (RM), esencialmente acuáticas, iii) Santuarios de la naturaleza (SN), pueden contener porciones de tierra, iv) Áreas Marinas y Costeras Protegidas de Múltiples Usos (AMCP-MU), pueden contener porciones de tierra, v) Ecosistemas Marinos Vulnerables (EMV), y vi) Espacios Costeros Marinos Pueblos Originarios (ECMPO) (Anexo 1).

3. Análisis de riesgo

Una vez presentados los tipos de zonas de resguardo (RM, SN, AMCP-MU, EMV, y ECMPO), se pidió a los participantes elegir un máximo de cuatro categorías que permitiera realizar el análisis de riesgo respecto a cada una de las tres áreas de resguardo identificadas, sectores identificados para facilitar la reflexión como áreas “Itata”, “Golfo de Arauco” e “Isla Mocha”, las cuales fueron incorporadas en la columna A,

Tabla 5. Los tipos de categorías de áreas de resguardo seleccionadas debían ser incluidas en la columna B de la matriz de análisis (

Tabla 5). En definitiva, cada factor de riesgo identificado fue analizado de acuerdo a cada uno de tres áreas (columna A,

Tabla 5) y a las categorías de tipo de zonas de resguardo elegidas (columna B,

Tabla 5). Para el análisis de riesgo, en primer lugar, se les pidió asignar un valor entre 1 a 4 de acuerdo con los diferentes niveles de impacto o consecuencia (columna D,

Tabla 5; Tabla 6). Estos valores corresponden a los niveles de impacto: Menor, Moderado, Alto y Extremo, cuya descripción y valor asociado se presenta en la Tabla 6. A continuación, cada factor fue analizado respecto a su probabilidad de ocurrencia (columna E,

Tabla 5), asignándole un valor entre 1 a 4, los cuales están asociados a un concepto y probabilidad de ocurrencia en % (Tabla 7).

De esta forma, el análisis de riesgo se basa en la priorización de los factores identificada mediante la puntuación de los niveles de impacto o consecuencia y probabilidad de ocurrencia (Columna F,

Tabla 5; Tabla 8), es decir, el valor de riesgo asociado a cada factor (por tipo de zona y área de resguardo) se calcula del producto de las puntuaciones de consecuencia y probabilidad de ocurrencia (Tabla 8). Estas puntuaciones permiten clasificar cada factor de riesgo entre “Bajo”, “Moderado”, “Alto” y “Extremo” (Tabla 9).

Una vez clasificado, se supone que los puntajes "Bajos" o "Moderados" no deben requerir medidas de manejo específicas, mientras que los factores de riesgo con puntajes "Altos" o "Extremos" deben requerir atención y acciones de manejo específicas dado los costos asociados a cada factor.

Tabla 5. Matriz de análisis utilizada por participantes en los talleres

A	B	C	D	E	F
Áreas	Categorías de áreas de resguardo ¹	Factor de riesgo	Nivel de impacto ²	Probabilidad de ocurrencia ³	Nivel de Riesgo ⁴
Áreas (1, 2 ó 3)	1	Bienestar Ecológico			
		Bienestar Humano			
		Capacidad para alcanzar objetivos			
	2	Bienestar Ecológico			
		Bienestar Humano			
		Capacidad para alcanzar objetivos			
	3	Bienestar Ecológico			
		Bienestar Humano			
		Capacidad para alcanzar objetivos			
	4	Bienestar Ecológico			
		Bienestar Humano			
		Capacidad para alcanzar objetivos			

1. Factor de riesgo asociado a las categorías de áreas de resguardo
2. Valores de nivel de impacto, mínimo 1 y máximo 4.
3. Valores de probabilidad de ocurrencia, mínimo 1 y máximo 4.
4. Nivel de riesgo corresponde a la multiplicación entre nivel de impacto y nivel de ocurrencia.

Tabla 6. Niveles de consecuencia o impacto

Niveles de consecuencia o impacto (concepto)	Descripción	Valor (peso relativo)
Menor	Impactos medibles pero mínimos que son altamente aceptables.	1
Moderado	Nivel máximo aceptable de impacto.	2
Mayor	Por encima del nivel de impacto aceptable. Efectos negativos amplios y / o a largo plazo.	3
Extremo	Muy por encima del nivel de impacto aceptable.	4

Fuente: FAO, (2012); Fletcher (2015)

Tabla 7. Probabilidades de ocurrencia

Probabilidad de ocurrencia (concepto)	Probabilidad de ocurrencia (%)	Valor
Remoto	0,2	1
Improbable	0,4	2
Posible	0,6	3
Probable	0,8	4

Fuente: Adaptado de FAO, (2012); Fletcher (2015); Tapia et al., (2012)

Tabla 8. Matriz niveles de riesgo

Probabilidad ocurrencia		Niveles de consecuencias			
		Menor	Moderado	Alto	Extremo
		1	2	3	4
Remoto	1	1	2	3	4
Improbable	2	2	4	6	8
Posible	3	3	6	9	12
Probable	4	4	8	12	16

Tabla 9. Interpretación Matriz niveles de riesgo

Nivel (conceptual)	Valores numéricos
Extremo	16 \geq ; \geq 9
Alto	9 $>$; \geq 6
Moderado	6 $>$; \geq 3
Bajo	3 $>$; \geq 1

3. RESULTADOS POR OBJETIVOS

3.1.RESULTADOS OBJETIVO 1:

3.1.1. Fuentes de información consultadas

El presente proyecto realizó una búsqueda intensa de distintas fuentes de información nacional e internacional, orientando los esfuerzos en dar respuesta al objetivo general del proyecto: **“Identificación de áreas/zonas relevantes desde el punto de la dinámica y renovación poblacional de sardina común y anchoveta y su asociación con procesos oceanográficos y ecológicos”**; a continuación se realiza un listado de las fuentes de información consultadas.

3.1.1.1. Listado de Revistas de investigación nacional:

- 1 Biological Research, publicada por de Sociedad de Biología de Chile ISSN 0716-9760.
- 2 Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción / Sociedad de Biología de Concepción ISSN: 0037-850X.
- 3 Gayana publicada por Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas. Universidad de Concepción ISSN: 0717-652X
- 4 Gayana publicada por la Facultad de Ciencias Biológicas y de Recursos Naturales. Universidad de Concepción. ISSN: 0016-531X.
- 5 Investigaciones Marinas publicada por Escuela de Ciencias del Mar, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso ISSN 0716 – 1069
- 6 Revista Chilena de Historia Natural publicada por la Sociedad de Biología de Chile. ISSN 0716-078X.
- 7 Revista de Biología Marina y Oceanografía publicada por la Universidad de Valparaíso, Facultad de Ciencias del Mar. ISSN: 0717-3326.
- 8 Revista de Biología Marina publicada por la Universidad de Valparaíso, Instituto de Oceanología. ISSN 0080-2115.
- 9 Biología pesquera, Biota, Medio Ambiente (discontinuadas)

3.1.1.2. *Listado de revistas de investigación internacional:*

- 1 Annual Review of Marine Science
- 2 Aquaculture, Economics and Management
- 3 Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems
- 4 Aquatic Living Resources
- 5 Canadian Journal of Fish and Aquatic Sciences
- 6 Conservation Biology
- 7 Conservation Genetics
- 8 Copeia
- 9 Ecological Modelling
- 10 Environmental Biology of Fishes
- 11 Estuaries and Coasts
- 12 Estuarine, Coastal and Shelf Science
- 13 Fish and Fisheries
- 14 Fish Bulletin
- 15 Fisheries Management and Ecology
- 16 Fisheries Oceanography
- 17 Fisheries Research
- 18 Hydrobiology
- 19 Journal of Experimental Marine Biology and Ecology
- 20 Journal of Fish Biology
- 21 Journal of Marine Biology
- 22 Journal of Marine Research
- 23 Journal of Physical Oceanography
- 24 Marine and Fish Water Research
- 25 Marine Biology
- 26 Marine Biotechnology
- 27 Marine Ecology Progress Series
- 28 Marine Resource Economics
- 29 Molecular Ecology
- 30 Marine Policy
- 31 Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science
- 32 North American Journal of Fisheries Management
- 33 Ocean Dynamics
- 34 Ocean & Coastal Management
- 35 Oceanography
- 36 Oceanography and Marine Biology - An Annual Review
- 37 Progress in Oceanography

3.1.1.3. *Listado de Proyectos de Investigación financiados con fondos para la investigación pesquera (FIP/actualmente FIPA; Item 22; fondos directos Subsecretaría de Pesca y Acuicultura):*

- 1 Bernal, C., Canales, M., Catasti, V., Sepúlveda, A., Ruiz, P., Alarcon, R., Nuñez, S., Oyarzun, C., Gacitúa, S., Claramunt, G., Herrera, G., 2004. Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común entre la V y X regiones, año 2003. Informe Técnico FIP 2003-06, 169pp.
- 2 Castillo, J., Córdova, J., Barbieri, M., Lillo, S., Saavedra, A., Núñez, S., Troncoso, A., Urrutia, A., 1996. Evaluación Hidroacústica de los recursos anchoveta y sardina común en la zona centro-sur. Informe Técnico FIP 95-08, 105pp.
- 3 Castillo, J., Barbieri, M., Espejo, M., Catasti, V., Núñez, S., Ortiz, J., Barria, P., 2000. Evaluación acústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur. Informe Técnico FIP 99-13, 138pp.
- 4 Castillo, J., Barbieri, M., Espejo, M., Saavedra, A., Catasti, V., Núñez, S., Ortiz, J., Barria, P., Arriagada, G., Braun, Mauricio., Galindo, G., 2002. Evaluación Hidroacústica del stock desovante de anchoveta y sardina común, centro-sur, 2001. Informe Técnico FIP 2001-14, 241pp.
- 5 Castillo, J., Saavedra, A., Espejo, M., Córdova, J., Gálvez, Barbieri, M., Nuñez, S., Ortiz, J., Véjar, F., Arriagada, G., Barria, P., Giu, R., Rebolledo, H., Cubillos, L., 2003. Evaluación Hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur, año 2002. Informe Técnico FIP 2001-13, 206pp.
- 6 Castillo, J., Saavedra, A., Gálvez, P., Espejo, M., Barbieri, M., Núñez, S., Ortiz, J., Brito, S., Gili, R., Rebolledo, H., Cubillos, L., Bustos, L., 2003. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común entre la V y X regiones, año 2002. Informe Técnico FIP 2002-13, 203pp.
- 7 Castillo, J., Saavedra, A., Gálvez, P., Barria, P., Espejo, M., Barbieri, M., Núñez, S., Ortiz, J., Torres, P., Vejar, F., Molina, E., Cerna, F., López, A., Bustos, L., 2004. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común entre la V y X regiones, año 2003. Informe Técnico FIP 2003-08, 178pp.
- 8 Castillo, J., Saavedra, A., Gálvez, P., Núñez, S., Ortiz, J., Torres, P., Véjar, F., Cerna, F., López, A., Bustos, L., 2005. Evaluación Hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2004. Informe Técnico FIP 2004-05, 206pp.
- 9 Castillo, J., Saavedra, A., Leiva, F., Núñez, S., Vásquez, S., Correa, M., Reyes, M., Hernández, C., Lang, C., Catasti, V., Molina, E., San Martin, M., Cerna, F., López, A., Núñez, S., Valenzuela, L., Torreblanca, L., Rebolledo, H., Bustos, L., 2009. Evaluación Hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común entre la V y X regiones, año 2008. Informe Técnico FIP 2007-04, 279pp.
- 10 Castillo, J., Saavedra, A., Hernández, C., Leiva, F., Lang, C., Letelier, J., Reyes, H., Pizarro, M., Molina, E., Cerna, F., López, A., Núñez, S., Valenzuela, L., Vásquez, S., 2009. Evaluación Hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común entre la V y X regiones, año 2009. Informe Técnico FIP 2008-03, 203pp
- 11 Castillo, J., Saavedra, A., Leiva, F., Reyes, H., Pizarro, E., Espindola, F., Lang, C., Catasti, V., San Martin, M., Leiva, B, Hernández, C., Molina, E., Cerna, F., López, A., Núñez, S., Valenzuela, L., Vásquez, S., 2010. Evaluación acústica de la biomasa,

- abundancia, distribución espacial, caracterización de cardúmenes de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur durante el periodo de reclutamiento y en el otoño del 2010. Informe Técnico FIP 2009-04, 308pp.
- 12 Castillo, J., Saavedra, A., Catasti, V., Leiva, F., Lang, C., Vargas, R., Reyes, H., Pizarro, E., Molina, E., Cerna, Francisco, López, A., Núñez, S., Valenzuela, L., Vásquez, S., 2012. Evaluación Hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común entre la V y X regiones, año 2012. Informe Técnico FIP 2011-07, 273pp.
 - 13 Castillo, J., Saavedra, A., Leiva, F., Reyes, H., Pizarro, M., Catasti, V., Lang, C., Molina, E., Cerna, F., López, A., Nuñez, L., Vásquez, S., 2012. Evaluación hidroacústica reclutamiento anchoveta y sardina común entre la V y X regiones, año 2011. Informe Técnico FIP 2010-04, 442pp.
 - 14 Castillo, J., Saavedra, A., Catasti, V., Leiva, F., Vargas, R., Reyes, H., Pizarro, M., Molina, E., Cerna, F., López, A., Núñez, S., Valenzuela, L., Silva, J., 2013. Evaluación Hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2013. Informe Técnico FIP 2012-12, 307pp.
 - 15 Castro, L., Quiñones, R., Arancibia, H., Figueroa, D., Sobarzo, M., Retamal, M., 1997. Áreas de desove de Anchoveta y Sardina común en la zona central. Informe Técnico FIP 96-11, 235pp.
 - 16 Cubillos, L., Alarcón, R., Núñez, S., Bucarey, D., Canales, M., Galaz, L., Hernández, A., Claramunt, G. Herrera, Lepez, I., Aracena, O., 1996. Reproducción y reclutamiento en sardina común y anchoveta de la zona centro-sur. Informe Técnico FIP 94-38, 115pp.
 - 17 Cubillos, L., Arcos, D., Urrutia, A., Véjar, F., Landaeta, M., Quiñonez, R., Pacheco, A., Muñoz, H., Braun, M., 1996. Condiciones oceanográficas que inciden en el reclutamiento de los recursos anchoveta y sardina común en la VIII región. Informe Técnico FIP 95-11, 406pp.
 - 18 Cubillos, L., Núñez, S., Ruiz, P., Véjar, F., Oliva, J., Claramunt, G., Herrera, G., Pizarro, P., Muñoz, Y., Díaz, E., Oyarzun, C., Gacitúa, S., Aedo, G., Gonzales, P., Valero, C., Daza, E., Leal, E., Castro, L., Roa, R., Veas, R., Rebolledo, H., Pino, C., Cubillos, L., Ruiz, P., Sepúlveda, A., Alarcón, C., 2003. Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común entre la V y X regiones, año 2002. Informe Técnico FIP 2002-14, 127pp.
 - 19 Cubillos, L., Castro, L., Claramunt, G., Oyarzun, C., 2006. Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común entre la V y X regiones, año 2005. Informe Técnico FIP 2005-02, 147pp.
 - 20 Cubillos, L., Pedraza, M., Canales, M., Aranís, A., 2009. Dinámica Reproductiva de Anchoveta y Sardina común zona centro-sur 2006. Informe Técnico FIP 2006-13, 147pp.
 - 21 Cubillos, L., Pedraza, M., Gatica, C., González, C., Ruiz, P., Giacaman, J., Arteaga, M., 2009. Identificación de Indicadores de Dinámica Poblacional y Dinámica de la Flota que Opera sobre Sardina común y Anchoveta entre la IX y X Región. Informe Técnico FIP 2007-25, 155pp.
 - 22 Cubillos, L., Castro, L., Claramunt, G., 2008. Evaluación del stock desovantes de anchoveta y sardina común entre la V y X regiones, año 2007. Informe Técnico FIP 2007-06, 120 pp.
 - 23 Cubillos, L., Castro, L., Claramunt, G., 2009. Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur, año 2008. Informe Técnico FIP

- 2008-09, 140pp.
- 24 Cubillos, L., Castro, L., Claramunt, G., Navarro, E., Alarcón, C., Zúñiga, MJ., Castillo-Jordán, C., Pedraza, M., Rebolledo, H., 2010. Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur, año 2009. Informe Técnico FIP 2009-08, 123pp.
 - 25 Cubillos, L., Castro, L., Claramunt, G., 2011. Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur, año 2010. Informe Técnico FIP 2010-02, 119pp.
 - 26 Cubillos, L., Castro, L., Claramunt, G., Navarro E., 2013. Evaluación del Stock Desovante de Anchoveta y Sardina común entre la V y X Regiones, año 2012. Informe Técnico FIP 2012-09, 151pp.
 - 27 Cubillos, L., Castro, L., Claramunt, G., Navarro E., 2015. Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2013. Informe Técnico FIP 2013-07, 126pp.
 - 28 Saavedra, A., Catasti, V., Leiva, F., Vargas, R., Cifuentes, U., Reyes, H., Rozas, C., Pizarro, M., Lang, C., Molina, E., Cerna, F., López, A., Núñez, S., Valenzuela, L., Silva, J., Vásquez, S., Saavedra, A., 2013. Evaluación hidroacústica de los stocks de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2012. Informe Técnico FIP 2012-12.
 - 29 Saavedra, A., Catasti, V., Leiva, F., Vargas, R., Cifuentes, U., Reyes, H., Rozas, C., Pizarro, M., Lang, C., Molina, E., Cerna, F., López, A., Núñez, S., Valenzuela, L., Silva, J., Vásquez, S., Saavedra, A., 2014. Evaluación hidroacústica de los stocks de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2014. Informe Técnico FIP 2013-05, 306pp.
 - 30 Parada, C. et al. 2012. Estimación de índices de reclutamiento basado en variables y modelos biofísicos de pelágicos pequeños de la zona centro-sur de Chile, Fase I. Informe Final. Proyecto Item-22, ID:2012-56-DAP-17.
 - 31 Vasquez, S. et al. 2015. Estimación de índices de reclutamiento basado en variables y modelos biofísicos de pelágicos pequeños de la zona centro-sur de Chile, Fase II. Informe de Avance. Proyecto FIPA 2014-35.
 - 32 Dresdner, Jorge; Carlos Chávez, Daniela Dresdner. Manuel Estay, Sergio Neira, Miguel Quiroga, y Hugo Salgado (2014): "Evaluación Socio-Económica de la Aplicación de Medidas de Administración Sobre la Pesquería Mixta de Pequeños Pelágicos de la Zona Centro Sur". Informe Final, Proyecto Item-22, ID: 2013-3-DAS-2 de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Universidad de Concepción, pp. 539 incl anexos.

3.1.1.4. *Listado de documentos consultados con información asociada al manejo institucional de los recursos*

- 1 Ley General de Pesca y Acuicultura. Chile
- 2 Plan de Manejo para la Pesquería de Sardina común y Anchoqueta V a X Regiones. Aprobado mediante Res. Ex N°2746/2016.
- 3 Informe 4/2015. Comité Científico técnico de Pesquerías de Pequeños Pelágicos. “Indicadores biológicos para el establecimiento de la veda complementaria del proceso reproductivo de anchoqueta y sardina común V- XIV regiones”
- 4 Informe 1/2014. Comité Científico técnico de Pesquerías de Pequeños Pelágicos. “Definición de los criterios para el establecimiento de veda de reclutamiento complementaria de anchoqueta y sardina común V - X regiones”
- 5 Informe 4/2014. Comité Científico técnico de Pesquerías de Pequeños Pelágicos. “Establecimiento de los PBRs objetivos para los recursos Anchoqueta XV-II Regiones, anchoqueta III-IV Regiones, anchoqueta y sardina común V-X Regiones y sardina austral X Región”

3.1.2. Antecedentes Generales desde la Revisión Bibliográfica

La dinámica y renovación de poblaciones naturales es resultado de procesos combinados que modifican el número de individuos que la componen, procesos tales como: natalidad, mortalidad y migraciones (inmigración/ emigración).

En el caso de la mortalidad, se distingue por un lado fuentes asociadas a procesos naturales como la depredación, inanición, enfermedades y senectud; y por otro lado, fuentes asociadas a las actividades humanas que incorporan un elemento adicional en la pérdida de individuos de una población, siendo la pesca la principal y más documentada fuente de mortalidad, denominada mortalidad por pesca. En el caso de la natalidad está claramente depende de la biología de la reproducción y su interacción con factores ambientales.

A nivel mundial el 87% de los stocks de peces se encuentran en situación de sobreexplotación o completamente explotados (FAO, 2016, 2014), y aun cuando se han orientado diferentes esfuerzos hacia la recuperación de estos, generándose estrategias que busca la reducción de la sobrepesca o el perfeccionamiento de los modelos de evaluación (Brodziak and Legault, 2005), los éxitos para lograr estos objetivos continúan siendo escasos o se estiman puedan ser conseguidos en horizontes de tiempo de largo plazo. Una de las causas que explican los escasos resultados positivos está asociada con el manejo de stocks bajo el principio de Máximo Rendimiento Sostenible (MRS), el cual se basa en la existencia de un equilibrio entre el tamaño del stock (BMRS) necesario para el mayor rendimiento posible en el largo plazo y una alta pero sostenible tasa de mortalidad por pesca (FMRS). Esta condición de equilibrio no se cumple en especies que presentan amplias fluctuaciones naturales en su tamaño poblacional (Morrongiello et al., 2011), especialmente en aquellas que se encuentran próximos a los niveles tróficos inferiores. La dificultad en el entendimiento de las complejas interacciones en ambientes marinos (Larkin, 1996), significa que similares niveles de pesca podrían impactar a los stocks comerciales y comunidades ecológicas de distinta manera bajo distintas condiciones ambientales (Neira et al., 2016).

Cuando el manejo pesquero no logra ser abordado adecuadamente por medio del control del esfuerzo de pesca o a través de una reducción en las cuotas de captura, las Áreas Marinas Protegidas (AMPs) pueden llegar a constituir una valiosa herramienta para la

conservación y uso sustentable de recursos biológicos renovables proporcionados por el ambiente marino (Neira et al., 2016). Uno de los primeros elementos que aparecen ante el diseño de AMPs se relaciona con definir qué es lo que se busca proteger. La respuesta a esta pregunta puede ser una especie o grupo de especies en particular (e.g. peces, aves, mamíferos), un hábitat (e.g. manglar, arrecife coralino, ambiente rocoso intermareal), o un determinado servicio ecosistémico (e.g. pesca, paisaje) (Tognelli et al., 2009). Independientemente de cuál sea el objeto o elemento de protección, lo que se persigue conservar es su permanencia y funcionalidad a través del tiempo en el sistema biológico que habita (Neira et al., 2016).

En el ambiente marino las poblaciones de pequeños peces pelágicos que habitan los sistemas de surgencia presentan gran variabilidad en abundancia y distribución, dada por cambios ambientales estacionales y anuales de menor escala, junto con cambios a escala interdecadal, y fluctuaciones de la temperatura oceánica (Chavez et al., 2003; Espinoza and Bertrand, 2008).

La sardina común (*Strangomera bentincki*) y anchoveta (*Engraulis ringens*) son peces pelágicos pequeños de gran importancia económica y pesquera en la zona centro-sur de Chile. Su manejo pesquero se establece a través de una unidad de pesquería comprendida entre la V y X Regiones (32°02' -40°41' L.S.); con un modelo conceptual de explotación que considera cada especie como una unidad de stock independiente; lo anterior corresponde al supuesto de población cerrada, donde los cambios temporales en el crecimiento de la población dependen de los procesos de reclutamiento, reproducción y mortalidad, al interior de su área de distribución, siendo la migración escasa o inexistente (Neira et al., 2016).

A partir del año 2000, se declara la pesquería de sardina común y anchoveta en régimen de plena explotación en la unidad de pesquería V a X Regiones (Decreto supremo N° 409/2000), y se fijan cuotas anuales de captura. Paralelamente, a partir del año 2001, se establecieron los Límites Máximos de Captura por Armador (LMCA) para el sector industrial, los cuales estuvieron vigentes por 12 años. A partir del año 2013 con la aplicación de la nueva Ley de Pesca y Acuicultura, se reemplazó el régimen de administración de LMCA por las Licencias Transables de Pesca (LTP) (Ley 20.657). Por su

parte, para el sector pesquero artesanal, a partir del año 2004, comienza la aplicación del Régimen Artesanal de Extracción (RAE), el cual consiste en distribuir porcentualmente la cuota de captura de la Región por área, flota, caleta, organización o tamaño de las embarcaciones. Desde el año 2012, se establece la suspensión de solicitudes y el otorgamiento de nuevas autorizaciones de pesca, manteniendo en la actualidad su acceso cerrado (Artículo 24, Párrafo 2º Ley 20.657) (Plan de Manejo de la Pesquería).

El estado de cada recurso se establece a través de modelos de evaluación de stock indirecta que incorporan la mejor y más actualizada información posible (biológica, pesquera, evaluaciones acústicas de verano y otoño); analizando las variables de estado (abundancias, biomasa, y niveles de mortalidad por pesca, entre otras) relacionadas a la explotación pesquera. Este proceso concluye con el establecimiento de una Captura Biológicamente Aceptable (CBA) calculada sobre la base de Puntos Biológicos de Referencia objetivo. (Plan de Manejo de la Pesquería).

El establecimiento de las cuotas de capturas anuales y otras regulaciones consideran que el objetivo de conservación asociado a la pesquería pelágica de anchoveta y sardina común, consiste en un aprovechamiento eficiente de su biomasa, sujeto a la condición de mantener un tamaño adecuado de los stocks en el largo plazo, tamaño equivalente a conservar un porcentaje de la biomasa desovante por recluta en el agua. (Plan de Manejo de la Pesquería).

La investigación pesquera y generación de conocimientos necesarios para la toma de decisiones y manejo de estos recursos, principal e históricamente ha sido desarrollada por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) desde el año 1999 a la fecha. El IFOP se ha encargado de la ejecución de los programas de seguimiento y monitoreo de estas pesquerías, así como también, evaluaciones directas e indirectas de los stocks y análisis de capturas recomendables. Las evaluaciones acústicas (evaluación directa) sobre estos recursos se desarrollan durante la temporada estival (Crucero RECLAS en enero) y otoño (Crucero PELACES en mayo) de cada año; mientras que la evaluación del stock desovante por el Método de Producción de Huevos se ha desarrollado entre los meses de agosto-septiembre-octubre desde el año 2003 a la fecha, coincidente con el periodo de máximo desarrollo reproductivo de ambas especies.

La sardina común y anchoveta, poseen una distribución geográfica ligada fundamentalmente a la costa, un corto ciclo de vida, con una longevidad máxima de cinco años, tasas de crecimiento rápido y una elevada mortalidad natural. Son especies que conforman cardúmenes altamente densos y fuertemente influenciadas por factores ambientales, ya sea bióticos como la oferta (calidad y cantidad) de alimento, depredación entre otros, como abióticos (variabilidad estacional, interanual (eventos ENOS) y decadal, que pueden afectar las distintas etapas de su ciclo vital (Cubillos et al., 2002, 2001, 1998; Cubillos and Arcos, 2002; Cubillos and Arancibia, 1993; Yáñez et al., 1992). Se ha reportado que ambas especies responden rápidamente a factores que estructuran su hábitat, tanto a meso escala (e.g. eventos de surgencia) como a gran escala (e.g., eventos El Niño Oscilación del Sur), con importantes fluctuaciones en indicadores de abundancia relativa, lo que sugiere alternancia entre ambas especies (Gatica et al., 2007; Pedraza-García and Cubillos, 2008).

La sardina común y anchoveta conforman agregaciones con distinto grado de integración dependiendo de la escala espacio-temporal, generando una importante interacción tecnológica y biológica, que originan operaciones de pesca mixtas, con alternancia de dominio intra e interanual y componentes estacionales de desembarque que dependen del pulso anual de reclutamiento que ocurre en la época estival (Cubillos et al., 2002; Neira et al., 2016).

Los pequeños pelágicos, como la sardina común y anchoveta, desempeña un papel ecológico crucial en muchos ecosistemas marinos, tales como estuarios, zonas costeras, sistemas de surgencia y zonas de océano abierto (Pikitch et al., 2012). Las sardinas y anchovetas son fundamentales en las redes alimentarias, siendo claves en la transferencia de energía desde el plancton a grandes predadores configurándose como la principal fuente de alimento de aves, mamíferos marinos (lobos, focas, ballenas) y peces silvestres de mayor tamaño que proporcionan otras oportunidades de pesca y/o alimento directo para el consumo humano (jurel, sierra, merluzas, congrios, cojinobas, corvinas, etc.) (Cury and Shannon, 2004; Pauly et al., 2009; Pikitch et al., 2012; Utne-Palm et al., 2010). A nivel mundial, se ha indicado que una reducción en la disponibilidad de estas especies (producto

de condiciones ambientales, actividad pesquera o una combinación de ambas), puede tener impactos directos y de largo plazo que fundamentalmente pueden cambiar la estructura y funcionamiento de un ecosistema (Pauly et al., 2009; Pikitch et al., 2012; Utne-Palm et al., 2010).

En Chile, los estudios realizados tanto en la zona norte como en la zona centro-sur y mar interior de Chiloé, indican que las anchovetas y sardinas son especies que representan una componente importante en la dieta del lobos marinos, tiburones y otros peces de importancia económica tales como; jurel, merluzas y congrios (Medina et al., 2007; Neira et al., 2014, 2004; Neira and Arancibia, 2004).

3.1.3. Antecedentes de Zonas Relevantes en la Zona Centro Sur de Chile

Respecto a la **zonas de relevancia** Cubillos et al. (2009) plantearon un esquema conceptual (Figura 7) *a priori* para la dinámica y estructura poblacional de ambas especies sobre la base de los trabajos de Cubillos (1999) y Sepúlveda et al. (2003), señalando que:

- El sistema de bahías de la zona centro-sur al **norte del Golfo de Arauco** ($37^{\circ}10'S$) constituyen áreas de crianza, donde pre-reclutas 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 la Figura 7, se marcan áreas de distribución probables de pre-reclutas y las flechas indican una conectividad o migración activa ayudada por flujos costeros de corrientes (según Atkinson et al., 2002), que determinan que una fracción reclute al norte de Golfo de Arauco.
- 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**). 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.
- 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 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 (según Cubillos et al., 2001).
- 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 más longevos, 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**)
- 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 (Parrish et al., 1986).

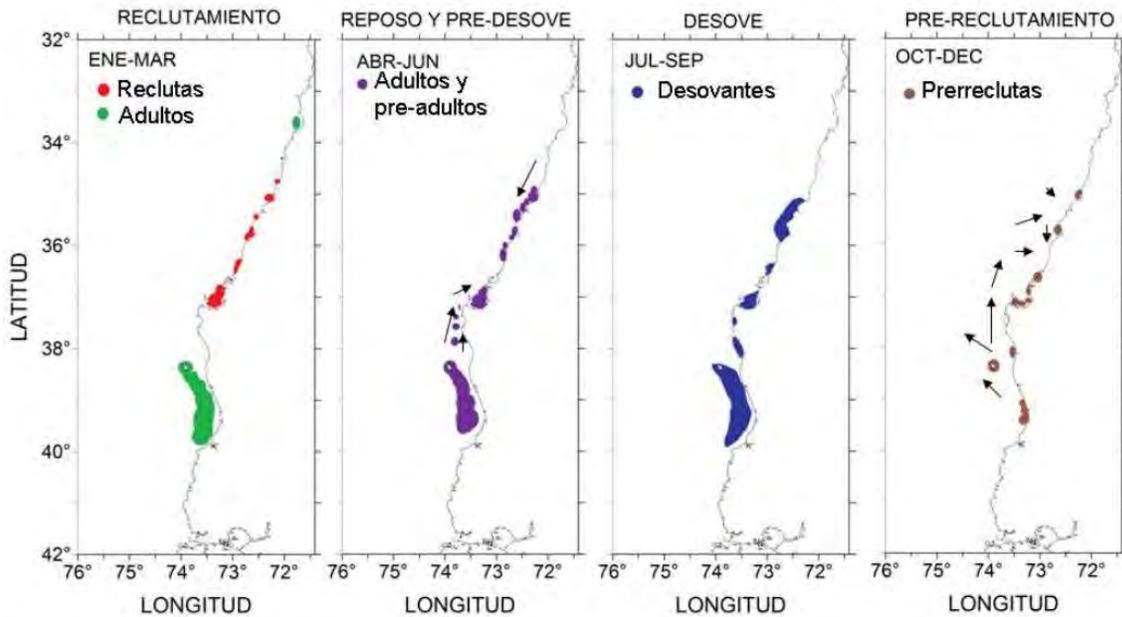


Figura 7. Esquema temporal (conceptual) para sardina común y anchoveta de la distribución de reclutas, y adultos en diferentes estados de madurez, y probables zonas de pre-reclutas.

Las flechas indican probables grados de conectividad asociados con natación activa y ayudada por corrientes (Figura tomada desde informe proyecto FIP 2007-25/ Cubillos et al. 2009).

Desde la información histórica (2002-2013) de la abundancia y distribución espacial de huevos/larvas de sardina común y anchoveta proveniente de los proyectos “Evaluación del stock desovante de sardina común y anchoveta, V a XIV Regiones”; sugiere que las zonas de desove de estos recursos se han mantenido constantes a través del tiempo (Zúñiga et al., 2011). Así, en el caso de la anchoveta, existe una zona entre el paralelo 35°S hasta el Golfo de Arauco (37° 10’S), con una mayor abundancia de huevos entre **Constitución y la desembocadura del Río Itata** y otra entre **los paralelos 37°30’S hasta los 40°S, con una mayor abundancia entre los 38°S y 39°,7’S** (Figura 8). Por su parte, la sardina común en cambio, se identifican zonas de desove más discretas concentrándose principalmente en al menos tres núcleos de desove para esta especie; a) en los **alrededores de Constitución**, b) **entre la desembocadura del Río Itata y la Bahía Concepción**, c) en el **fondo del saco**

del Golfo de Arauco (Proyecto FIP 2013-07). Sin embargo, la mayor zona de desove para este recurso se presenta entre los 38° S y 40° S (**Sur Isla Mocha**) (Figura 8). En referencia a la presencia de huevos para ambas especies, (Cubillos et al., 1996) identifican un área importante que ha sido persistente en el tiempo, entre **los paralelos 38° 20'S y 40° S** (Figura 8).

Por otro lado, la información histórica generada en los cruceros de evaluación acústica, desarrollados por IFOP entre los años 2000 y 2015, cuyo objetivo es evaluar el reclutamiento de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, y ha permitido cuantificar la biomasa de sardina común y anchoveta durante el periodo de máxima intensidad del reclutamiento; se puede identificar dos áreas de reclutamiento recurrentes a través del tiempo, estas son: i) en el área norte de la unidad de pesquería: entre el litoral frente a **Constitución (VII Región) hasta la desembocadura del Río Itata** y en la parte sur del **Golfo de Arauco**; y ii) en el área sur de la unidad de pesquería: entre el litoral frente a **Tirúa y la desembocadura del Río Toltén** (Figura 9).

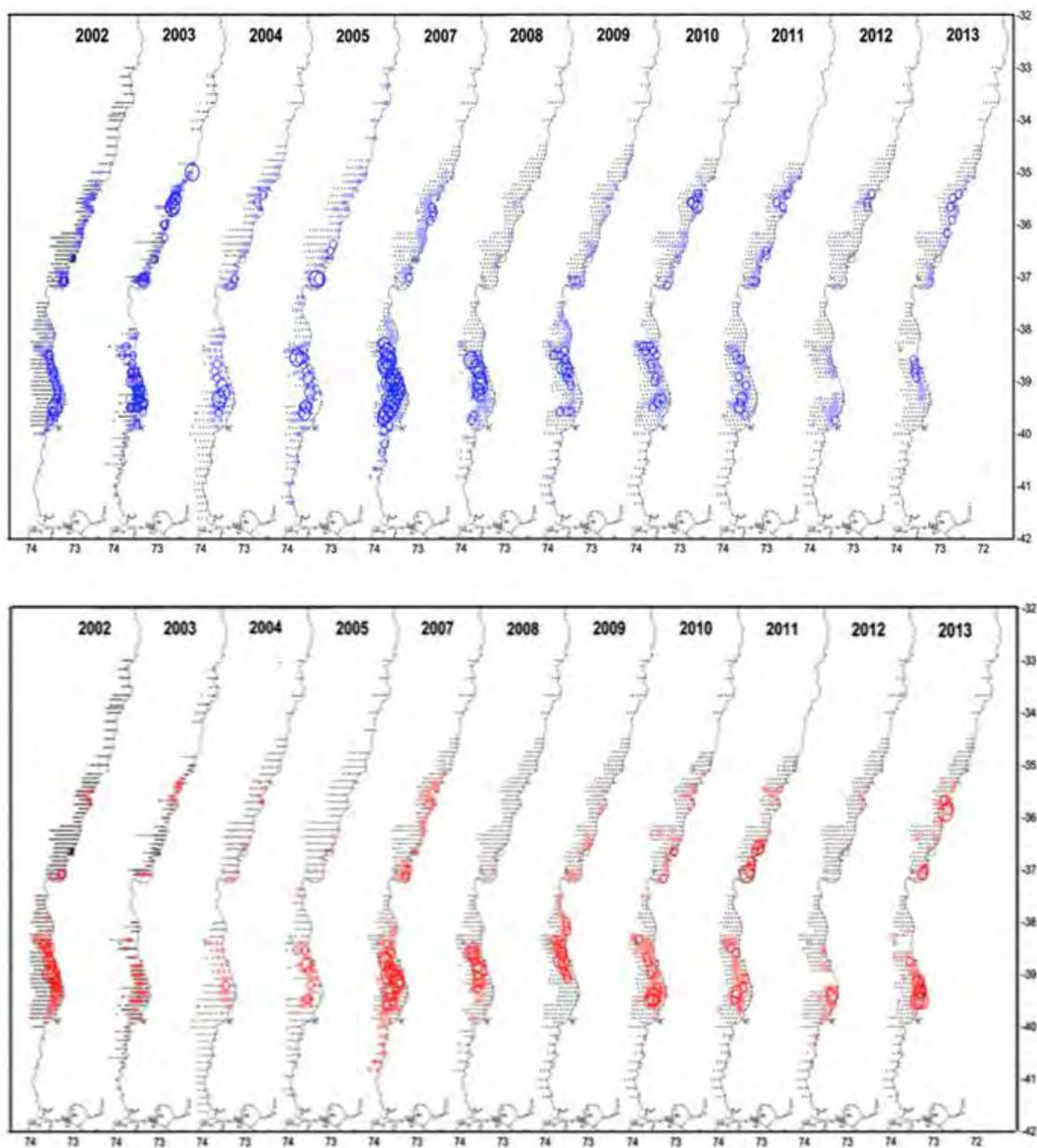


Figura 8. Abundancia de huevos de anchoveta y sardina común.

Información obtenida para la serie 2002 a 2013, donde Anchoveta corresponde a panel superior y sardina común al panel inferior. (Fuente: Proyectos "Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones" - MPDH 2002-2013).

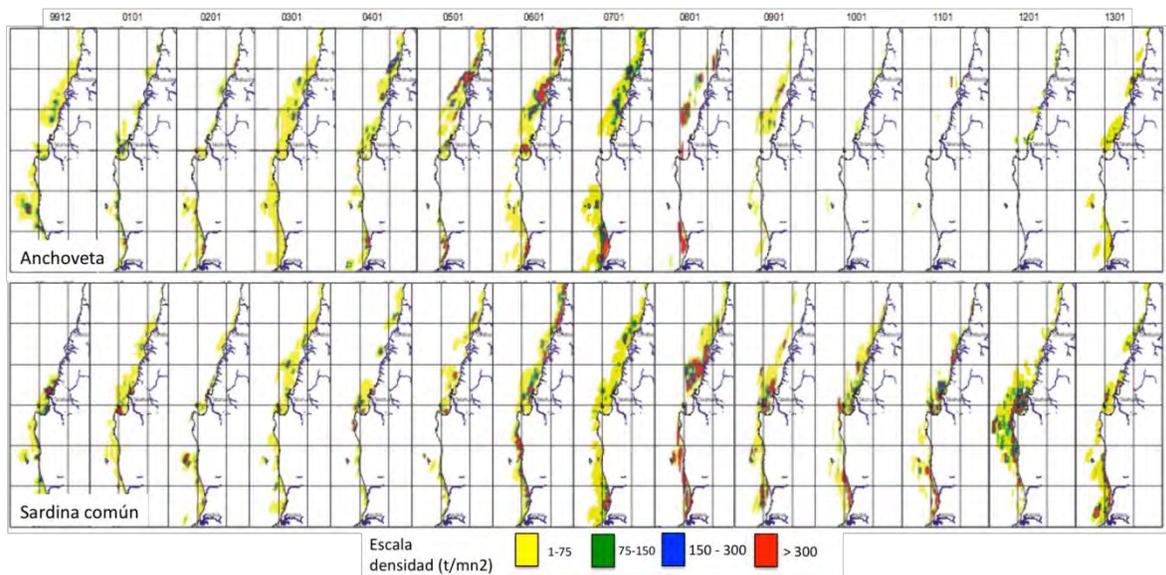


Figura 9. Distribución espacial de adultos y reclutas para anchoveta y sardina común
 Información histórica entre 2002 a 2013, donde Anchoqueta corresponde a panel superior y sardina común al panel inferior (Fuente: Proyectos “Evaluación hidroacústica de reclutamiento desarrollados en la zona centro-sur durante el mes de enero” – Cruceros Acústicos IFOP)

3.1.4. Antecedentes para Anchoqueta

Dentro de los pequeños pelágicos, la familia Engraulidae (Orden Clupeiformes) incluye actualmente 16 géneros con 139 especies (Whitehead et al., 1988), destacando el género *Engraulis* (Cuvier, 1816) por su importancia económica en **áreas de alta productividad biológica asociadas a zonas de surgencia costera**, como los ecosistemas de las corrientes de Benguela, Kuroshio, California y Humboldt (Daneri et al., 2000).

La anchoqueta, ocupa un importante lugar en la trama trófica del sistema pelágico y demersal del Pacífico Sur Oriental, caracterizándose por ser un **pez nerítico costero, que habita entre las 25 a 50 millas náuticas** y no más allá de los 100 metros de profundidad. Latitudinalmente se distribuye aproximadamente desde el norte de Perú (Zorritos 4°30'LS) hasta el sur de Chile (42°30'LS) (Chiloé, Arrizaga, 1981; Serra, 1983).

Dentro de los antecedentes poblaciones para *E. ringens*, diferentes aproximaciones han dado contrastantes resultados. Aguayo (Aguayo, 1976), basado en diferencias en las variables de edad y crecimiento sugiere la presencia de tres stocks ecológicos: norte de Perú, costa sur de Perú y norte de Chile. Jordan (1980), basándose en la presencia de huevos en el plancton y caracteres merísticos, morfológicos, marcaje - recaptura y aspectos fisiológicos encuentra también tres subunidades poblacionales, las cuales se distribuyen desde Zorritos hasta Atico, Perú (4°30' a 16°00'LS), desde Atico hasta Antofagasta, Chile (24°00'LS) y desde Antofagasta a Talcahuano, Chile (36°00'LS). Por otro lado, análisis de caracteres morfométricos y merísticos evidenciando variaciones latitudinales en el crecimiento diferencial (Barrueto, 1993; Hernández, 1994), análisis parasitológico indicando alta diferencia cualitativa y cuantitativa en la parasitofauna (Galleguillos et al., 1996; Valdivia et al., 2007) y hábitos migratorios a través de estudios de marcaje y recaptura (Serra and Gil, 1975) refuerzan la hipótesis de dos stocks ecológicos para la costa chilena. Recientemente, estudios incorporando aproximaciones genéticas han sido aplicados con resultados contradictorios con los obtenidos a partir de la evidencia fenotípica. Galleguillos et al., (1996) mediante el análisis de proteínas polimórficas de los sistemas AAT-1, AAT-2, EST-1 y IDH-1 concluye que no existirían diferencias significativas entre ejemplares provenientes desde Talcahuano, Iquique y Caldera (Fst 0,005 y 0,015, $p > 0.05$). Ferrada et al., (2002) confirma estos resultados por medio del

análisis del gen nuclear calmodulina y el espaciador transcrito interno del ADN ribosomal. Posteriores análisis de cuatro loci microsátélites y la región control del ADN mitocondrial evidencian que se trata de una unidad panmictica desde el norte del Perú hasta Chiloé (Ferrada et al., 2009).

Diversos estudios han reportado también una tendencia persistente en relación a datos de fecundidad y tamaño de ovocitos a lo largo del rango de distribución de la anchoveta, con mayores tiempos de eclosión y tamaños de ovocitos y una menor fecundidad en el norte comparado con el sur (Castro et al., 2002; Leal et al., 2009; Llanos-Rivera and Castro, 2006; Tarifeño et al., 2008). Los autores determinan que las variaciones en número y tamaño de ovocitos parecen estar determinadas por las condiciones ambientales predominantes en cada área de desove, como temperatura, oxígeno y disponibilidad de alimento.

En cuanto al ciclo de biológico anchoveta en la zona centro-sur (Figura 10), anualmente presenta dos periodos máximos reproductivos en la zona centro sur, uno en agosto-septiembre y otro en enero-febrero; siendo zonas de desove recurrente desde de Punta Nugurne (Cobquecura) al golfo de Arauco, y desde isla Mocha a Corral (FIP 2006-13). Registra una alta fecundidad (fecundidad media poblacional de 8837 ovocitos en la zona al norte de Isla Mocha y 8903 en la zona al sur de Isla Mocha, FIP 2006-13), con un rango de tallas larval entre 3 a 21 mm y una edad entre 4 y 36 días (FIP 96-11). Presenta una tasa de mortalidad natural anual (96-98% zona centro, 4,4 a 6,8% para huevos y larvas, Castro and Hernandez, 2000; 0,7 año⁻¹, Cubillos et al., 2002; 2,9% zona norte, Pizarro et al., 1998), lo que genera altas varianzas en el éxito reproductivo. Se ha documentado la existencia de dos eventos de reclutamiento, uno principal de diciembre a enero, y uno secundario de abril a mayo, con una talla de recluta de 8 cm, a una edad menor a los 6 meses (Martínez et al., 2009). Como estrategia reproductiva, la producción de huevos en invierno se encuentra sincronizada con el inicio del periodo de surgencia en primavera, lo cual puede asegurar que las larvas encuentren el alimento necesario para el crecimiento y la sobrevivencia (Cushing, 1990).

Ciclo de vida Anchoveta (*Engraulis ringens*)

- Distribución norte de Perú, Punta aguja (6°00'L.S) hasta X región Chile (44°00'L.S) (Serra, 1983)
- Ciclo de vida corto (5 años de edad)
- Mortalidad natural $M = 0,7 \text{ año}^{-1}$ (Cubillos *et al.* 2002)

Desove principal: frente a la costa de la zona centro sur: desde Isla Mocha a Corral, y más al norte desde Punta Nugurne al Golfo de Arauco.

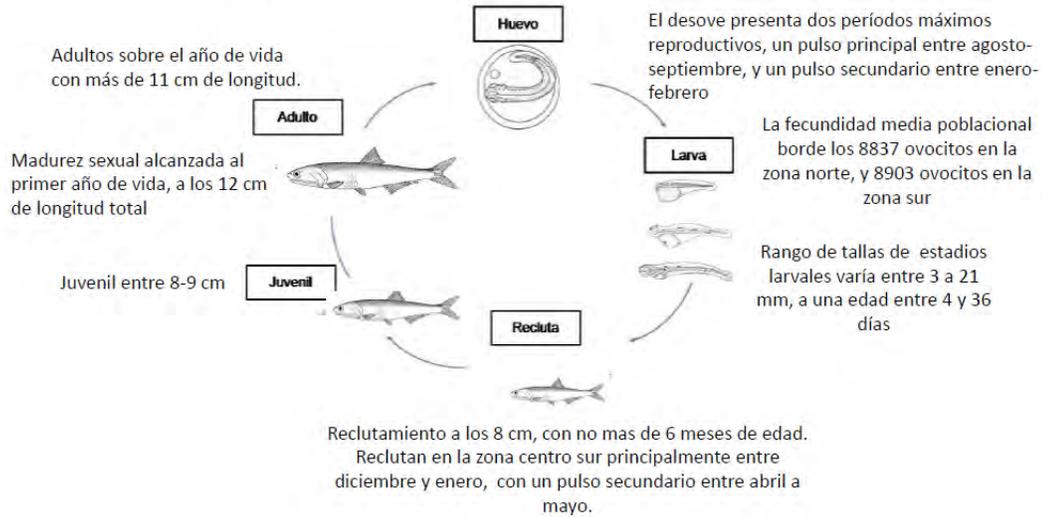


Figura 10. Esquema conceptual del ciclo de vida de anchoveta en su primer año de vida en el sistema de surgencia estacional de la zona centro-sur.

Se señala 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 debida a la predominancia de vientos norte.

El proyecto FIPA 2014-35 “Estimación de índices de reclutamiento basado en variables y modelos biofísicos de pelágicos pequeños de la zona centro-sur de Chile, Fase II. Informe de Avance”, presenta como objetivo principal desarrollar un sistema de modelación biofísica para la población de anchoveta, acoplando un modelo biológico y un modelo hidrodinámico de alta resolución costera válido para la zona centro-sur de Chile; los autores proponen una valiosa información sobre regiones fuente y sumideros de juveniles y reclutas de anchoveta, así como, identifican zonas de crianza y reclutamiento de este recurso. Así mismo, generan un modelo conceptual de la historia de vida de anchoveta, dando énfasis a procesos biofísicos relevantes a la historia de vida temprana de esta especie (Figura 11).

A nivel de áreas/zonas de interés, el FIPA 2014-35, sugiere la presencia de fenómenos locales de recirculación y retención en las Bahías y Golfos al Norte de los 37°30’S, lo cual beneficia la presencia de ejemplares en fase pre-recluta y recluta, y complementándose con áreas de alta productividad local. Así mismo, indica que entre Isla Mocha y la Bahía de Corral se verifican procesos de retención que promueven un ambiente de menor dispersión y retención hacia la costa, configurándose una zona favorable a los procesos de desove.

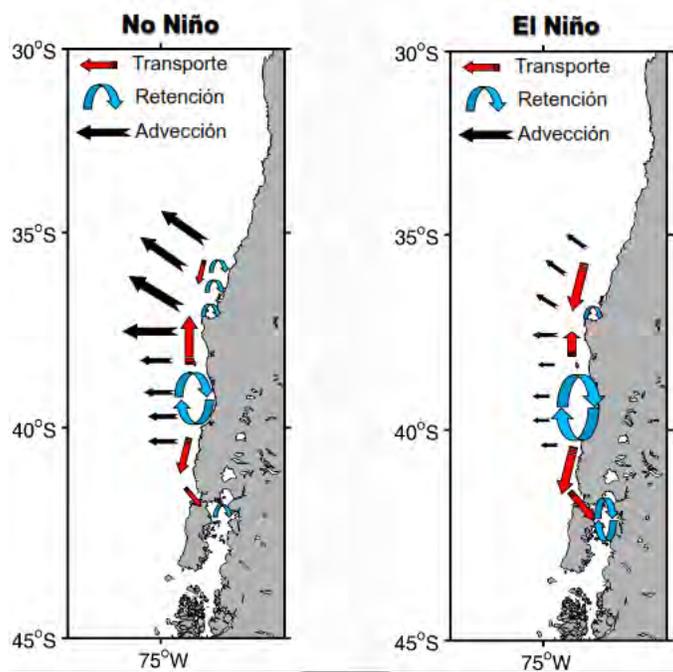


Figura 11. Modelo conceptual espacial basado en modelación biofísica para el recurso anchoveta en la Zona Centro-Sur de Chile.

(Fuente: Proyecto FIPA 2014-35 – Informe Avance)

3.1.5. Antecedentes para Sardina Común

La sardina común, es un pez pelágico endémico de Chile, distribuido desde el norte de Coquimbo (29°S) en la IV Región hasta la Península de Taitao (46°S), XI Región (Vásquez et al., 2010). Habita preferentemente en **zonas cercanas a la costa**, donde la productividad biológica es generalmente alta debido a eventos de surgencia que en la zona centro-sur de Chile se presentan con mayor frecuencia entre los meses de septiembre a marzo (Arcos, 1987). La configuración de la costa que determina la existencia de importantes **bahías y golfos**, y la profundidad parecen ser factores relevantes de la distribución espacial de esta especie (Proyecto FIP 2006-13).

Sardina común se caracteriza por ser de tamaño pequeño, alcanzando no más de 20 cm de longitud total; presenta cambios estacionales en la tasa de crecimiento, donde la tasa más baja ocurre en invierno (Bustos and Cubillos, 2016; Cubillos et al., 1996; Feltrim and Ernst, 2010). Su ciclo biológico (Figura 12), se caracteriza por un rápido crecimiento, alcanzando tan solo 5 años de edad y una elevada tasa de mortalidad natural ($M = 1 \text{ año}^{-1}$). Asimismo, es una especie sensible a los factores ambientales que afectan tanto su distribución espacial como abundancia en todas las etapas de su ciclo de vida (Cubillos et al., 2002). En cuanto a sus aspectos reproductivos, se le reconoce como un pez iteróparo, con fecundidad indeterminada (desarrollo asincrónico del ovocito) y donde la fecundidad media poblacional ha sido calculada en 9267 ovocitos en la zona norte y 8211 ovocitos en la zona sur (Proyecto FIP 2006-13). Se ha registrado que *S. bentincki* alcanza la primera madurez al finalizar el primer año de vida en los meses de julio y agosto, llegando a obtener un tamaño de entre 10 y 11 cm de longitud total (Figura 12); su actividad reproductiva es consistente anualmente y tiene lugar en invierno (Hemisferio Sur), entre los meses de julio y septiembre, con un pico entre julio y agosto (Cubillos et al., 2009, 2001). Por otro lado, el desove se produce en áreas bien definidas (Castro et al., 1997, Proyecto FIP 2013-07) ubicadas a menos de 10 millas náuticas de la costa (<100 m de profundidad), sobre la plataforma continental y en bahías que facilitan la retención y concentración de los huevos (Cubillos et al., 2007). Se ha propuesto que la temporada de desove de la sardina común está asociada al sistema de surgencia costera estacional de la zona centro-sur de Chile. De esta forma, la producción de huevos en invierno estaría sincronizada con el inicio del

período de surgencias en primavera (fines de septiembre). Así los estados larvales podrían encontrar alimento necesario para asegurar el crecimiento y la sobrevivencia (Cushing, 1975, 1990). Finalmente, el reclutamiento de los juveniles, se da después de tres a cuatro meses del desove, entre los meses de noviembre y enero, con un pico entre noviembre y diciembre, cuando han alcanzado una longitud total de entre 6 y 7 cm (Cubillos et al., 2002, 2001).

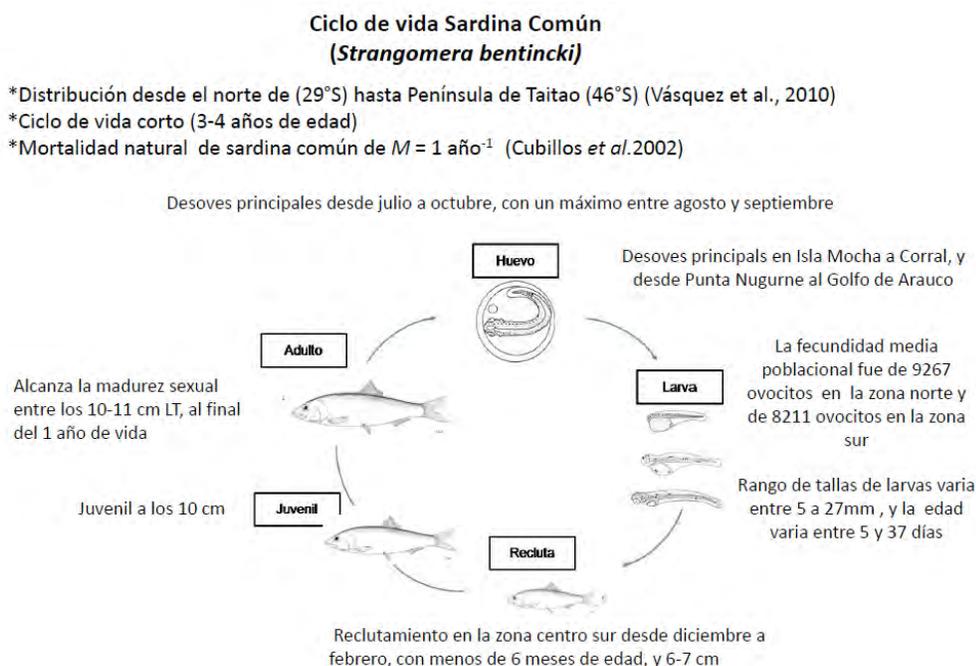


Figura 12. Esquema conceptual del ciclo de vida de sardina común en su primer año de vida en el sistema de surgencia estacional de la zona centro-sur.

Se señala 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 debida a la predominancia de vientos norte.

En el Proyecto FIP 2012-12, Evaluación acústica del reclutamiento entre la V y XIV Regiones, se reporta ocho núcleos principales de presencia de adultos y reclutas para la sardina común. En verano; el primero se localiza **desde la punta Toro hasta la sección norte de la Bahía de Concepción** (entre los 33°45'S y 36°34'S), el segundo foco se ubica en la zona comprendida **entre la Península Tumbes hasta el sur de Lebu**, incluyendo las aguas dentro del **Golfo de Arauco** (36°34'S a 37° 50'S); la tercera zona comprende desde **Tirúa hasta Puerto Saavedra**, con presencia de este recurso más lejos de la costa continental, incluyendo los **alrededores de la Isla Mocha** (38°15'S a 38°45'S), la cuarta zona se ubica desde la parte **sur de la Isla Mocha hasta Punta Lobos**, al sur de Corral (38°27'S a 40°11'S), dentro de las primeras 5 mn desde la costa. En otoño, registraron los siguientes focos de sardina común; el primero ubicado desde la **Bahía Corral hasta el norte de Tirua**, incluyendo los alrededores de la Isla Mocha, el segundo foco se ubicó dentro del golfo de Arauco, comenzando en la **Punta Lavapie hasta las cercanías de la desembocadura del río Bío-bío** (entre 37°10'S a 36°50'S), la tercera zona comprende desde **Curanipe hasta la rada Llico**, foco comprendido entre los (35°55'S a 34°45'S), la mayor abundancia de este foco se observó dentro de la **Bahía Chanco** (35°45'S), y el cuarto foco en la parte norte de **Pichilemu hasta Punta Toro, al sur de Bucalemu** (34°20'S a 33°50'S).

El Proyecto Item-22, ID:2012-56-DAP-17 "Estimación de índices de reclutamiento basado en variables y modelos biofísicos de pelágicos pequeños de la zona centro-sur de Chile, Fase I. Informe Final año 2012", presenta como objetivo principal implementar un modelo biofísico espacialmente explícito que permite obtener índices de reclutamiento para la población de sardina en la zona centro-sur de Chile; los autores modelan procesos de transporte de estadios tempranos de sardina común y su efecto sobre la variabilidad del reclutamiento; entregan información sobre regiones fuente y sumideros de juveniles y reclutas de sardina común, así como, identifican zonas de crianza y reclutamiento de este recurso. Así mismo, generan un modelo conceptual de la historia de vida de sardina común, dando énfasis a procesos biofísicos relevantes a la historia de vida temprana de esta especie (Figura 13).

A nivel de áreas/zonas de interés, este proyecto, identifica zonas de alta retención potencial **entre Isla Mocha y Corral**; en el **Golfo de Arauco** y el **Seno de Reloncaví**, además sugieren transporte desde el sur de **Bahía Corral** hacia el **Seno de Reloncaví** y el mar interior de **Chiloé**, con la presencia de una zona de retención importante al interior del **Seno de Reloncaví**.

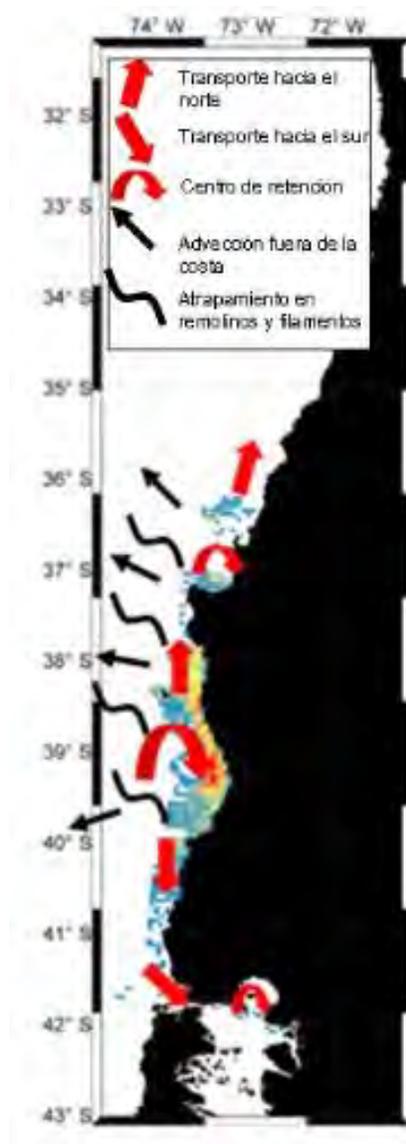


Figura 13. Modelo conceptual de transporte, dispersión, conectividad y retención de estadios tempranos de sardina común en la Zona Centro-Sur de Chile
(Fuente: Proyecto Ítem-22, ID:2012-56-DAP-17; Informe Final 2012).

3.1.6. Análisis Espacial - Zonas con Presencia Estadios de Desarrollo

Se compilaron bases de datos de 28 proyectos del Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura, entre los periodos 1995 al 2015 (proyectos listados previamente), analizando un periodo de 20 años. La información analizada se refiere principalmente a evaluaciones hidroacústicas del reclutamiento, determinaciones de biomasa y abundancia, distribución espacial de adultos/reclutas/huevos/larvas, modelaciones biofísicas del reclutamiento, caracterización de cardúmenes, y evaluación del stock desovante.

La extensión de dicha información abarcó desde los 32.6° S a los 41.8°S, desde la cual se extrajo la geo-localización / localidad / zona de referencia de la presencia de distintas etapas de desarrollo de sardina común y anchoveta (adultos/desove, huevos, larvas, pre-reclutas y reclutas) (Figura 14); A partir de esta información se generaron mapas de densidad de Kernel para los distintos estadios en cada recurso, los análisis consideraron una resolución espacial de 5 km² y Kernel de 12.506 metros, los cuales equivalen al 5% de la superficie total del área de estudio (i.e. 491.406.937 m²).



Figura 14. Mapa referencial puntos de geolocalización /localidad/ zonas de referencia indicados en los análisis de Kernel.

Resultados del análisis de Kernel de densidad para el desove de anchoveta, indican cuatro núcleos de alta densidad, situados en Constitución, 36.6°S-74°W, **Golfo de Arauco** y **Sur de Isla Mocha**. Se detectaron otros sitios importantes pero de menor densidad en **Punta Nugurne**, **río Itata**, **Bahía Concepción**, y **Caleta Tirúa** (Figura 15).

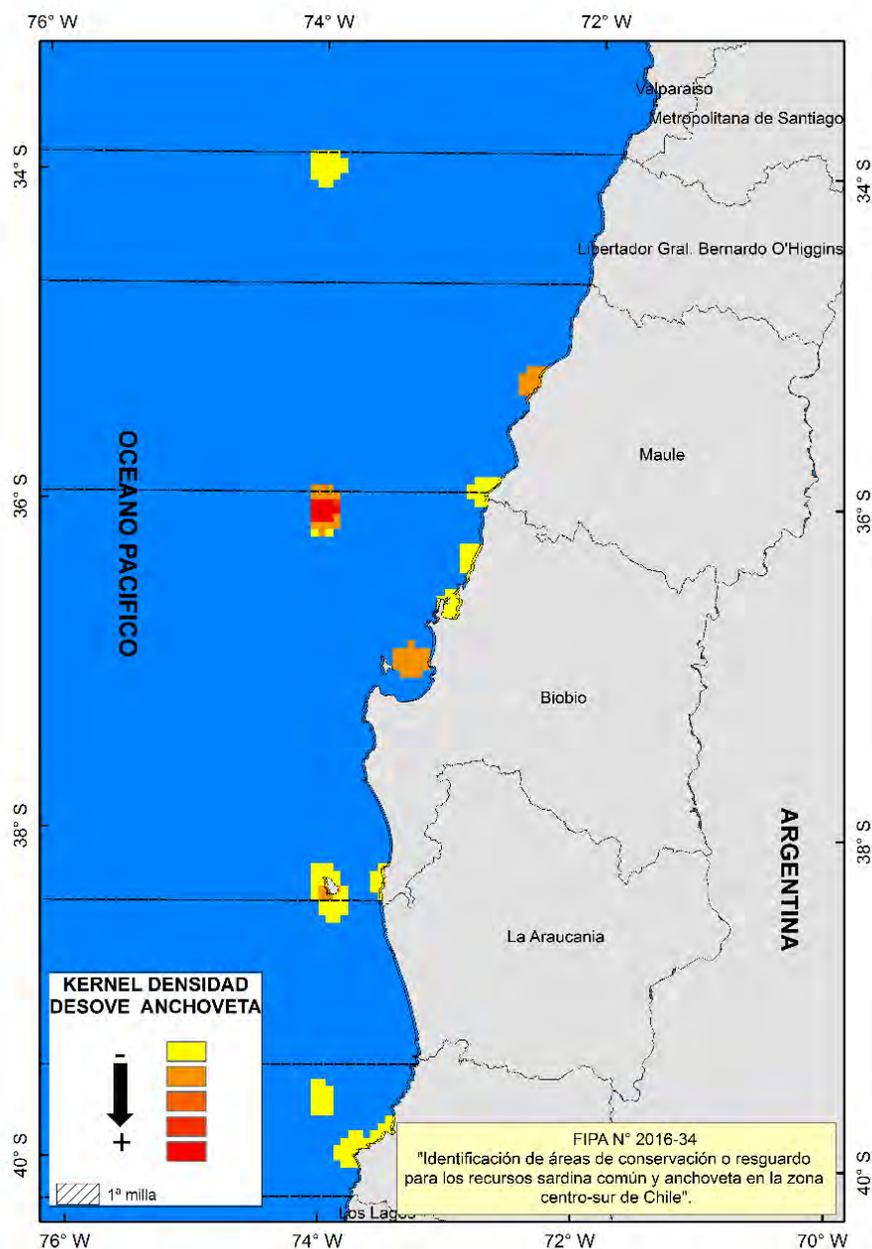


Figura 15. Kernel de densidad para el desove de anchoveta.
Colores cálidos indican alta densidad de desove integrado en 20 años (1995-2015).

Para sardina común se observaron los mismos cuatro núcleos de alta densidad, uno situado en Constitución, 36.6°S-74°W, **Golfo de Arauco** y **sur de Isla Mocha**. Así mismo se registraron 7 agrupaciones de menor densidad de desove situadas en los 34°S, **Punta Nugurme**, río Itata, **Bahía de Concepción**, **Caleta Tirúa**, **Punta Galera** y un sitio localizado en los 40°S-74°W (Figura 16).

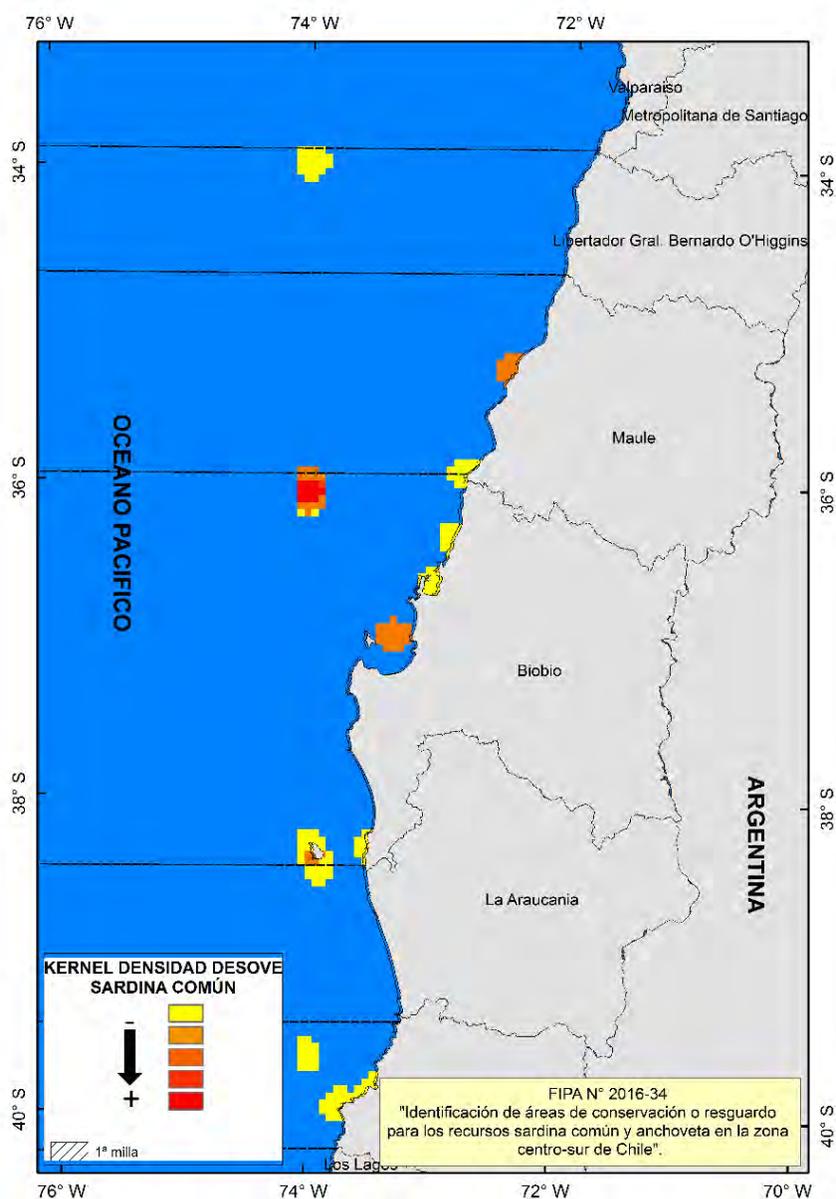


Figura 16. Kernel de densidad para el desove de Sardina común.
Colores cálidos indican alta densidad de desove integrado en 20 años (1995-2015).

Resultados del análisis de Kernel de densidad para **la etapa reclutas** de anchoveta, sugieren 8 sitios de alta densidad situados en **Valparaíso, Constitución, 36°16'-74°W, Punta Achira, Bahía Concepción, Talcahuano, Golfo Arauco, Punta Lavapié** y sector **sur de Isla Mocha**. Sitios con menores densidades corresponden a **Punta Matanza, 34°S-74°W, Punta Sirena, 36°S, Cabo Carranza, 37°, Golfo Arauco, 38°20'S, Caleta Tirúa, Puerto Saavedra, Caleta Queule, y Punta Galera** (Figura 17).

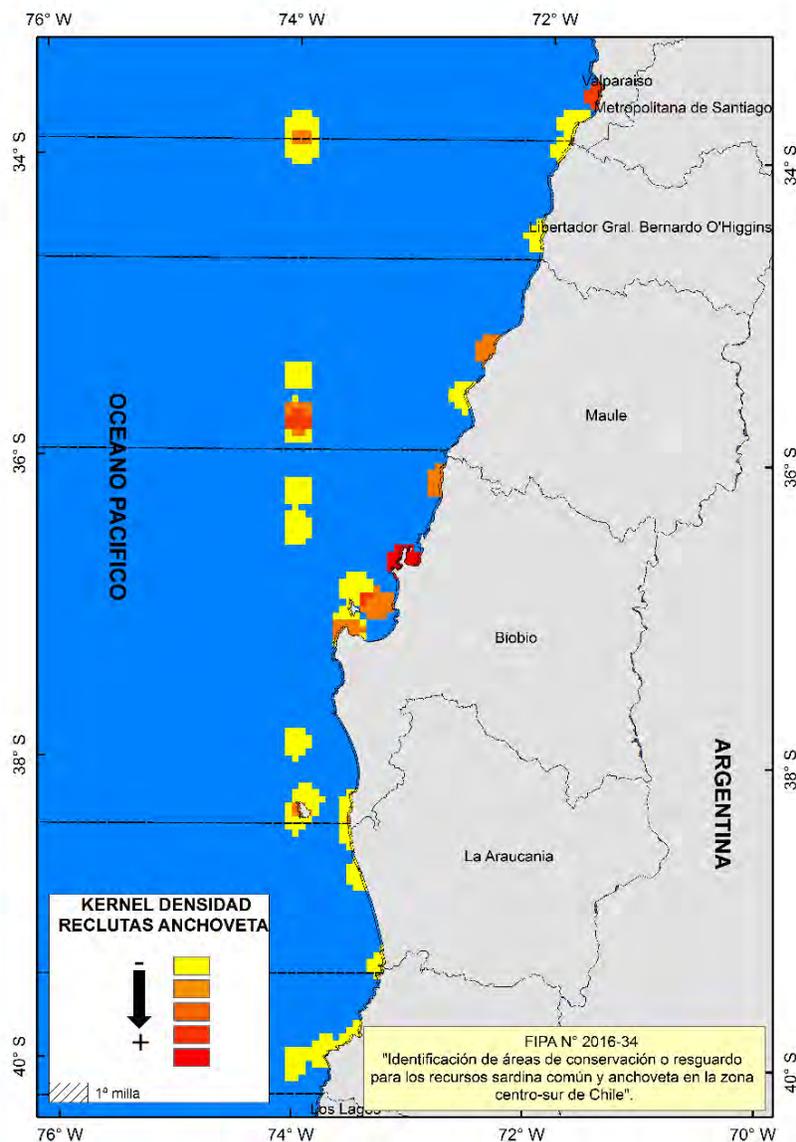


Figura 17. Kernel de densidad para reclutas de anchoveta.
 Colores cálidos indican alta densidad de reclutamiento integrado en 20 años (1995-2015).

En relación a los resultados para los reclutas de sardina común, se detectaron 5 sitios de alta densidad, **Punta Achira, Punta Lavapié** junto con el sur oeste de **Golfo de Arauco, Isla Mocha, Caleta Tirúa** y **Corral**. Sitios con menor densidad se observaron en **Bahía Chanco, Punta Nugurne, Bahía Concepción**, interior de **Golfo Arauco, 37°S**, extremo sur de **Isla Mocha, Puerto Saavedra, 39°S, Queule** y **Punta Chungungo** (Figura 18).

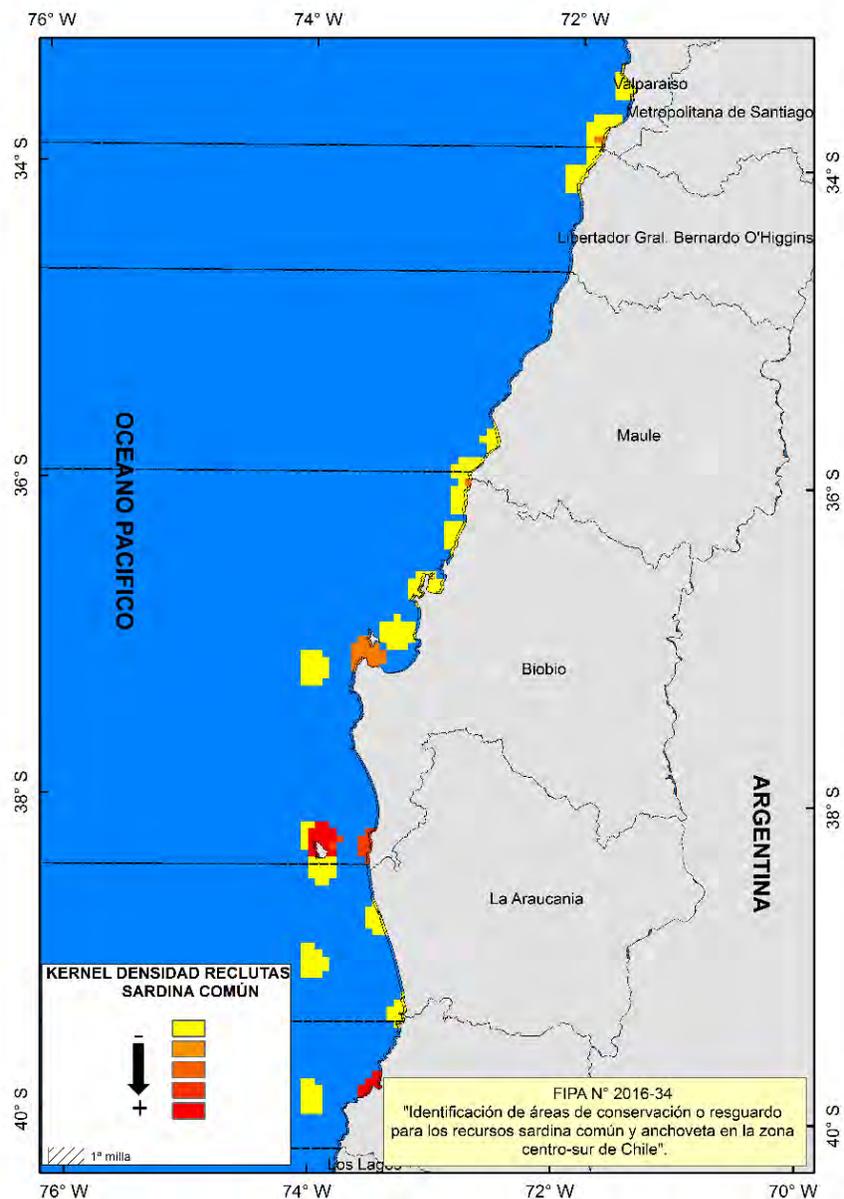


Figura 18. Kernel de densidad para reclutas de sardina común.
Colores cálidos indican alta densidad de reclutamiento integrado en 20 años (1995-2015).

De acuerdo con el número total de estadios de vida de ambas especies en celdas de 5 km², considerando huevos, larvas, reclutas y adultos, se observaron 7 zonas en donde se pueden encontrar 3 a 4 estadios de vida presente en un mismo sitio (área de 5 Km²). Estos se encuentran principalmente en la región del **Biobío**, correspondiendo a: un punto situado en los 36.6°S - 74°W; **Bahía de Concepción**; **Golfo de Arauco**; **Isla Mocha**, **Caleta Tirúa**, **Puerto Saavedra** y **Punta Galera** (Figura 19).

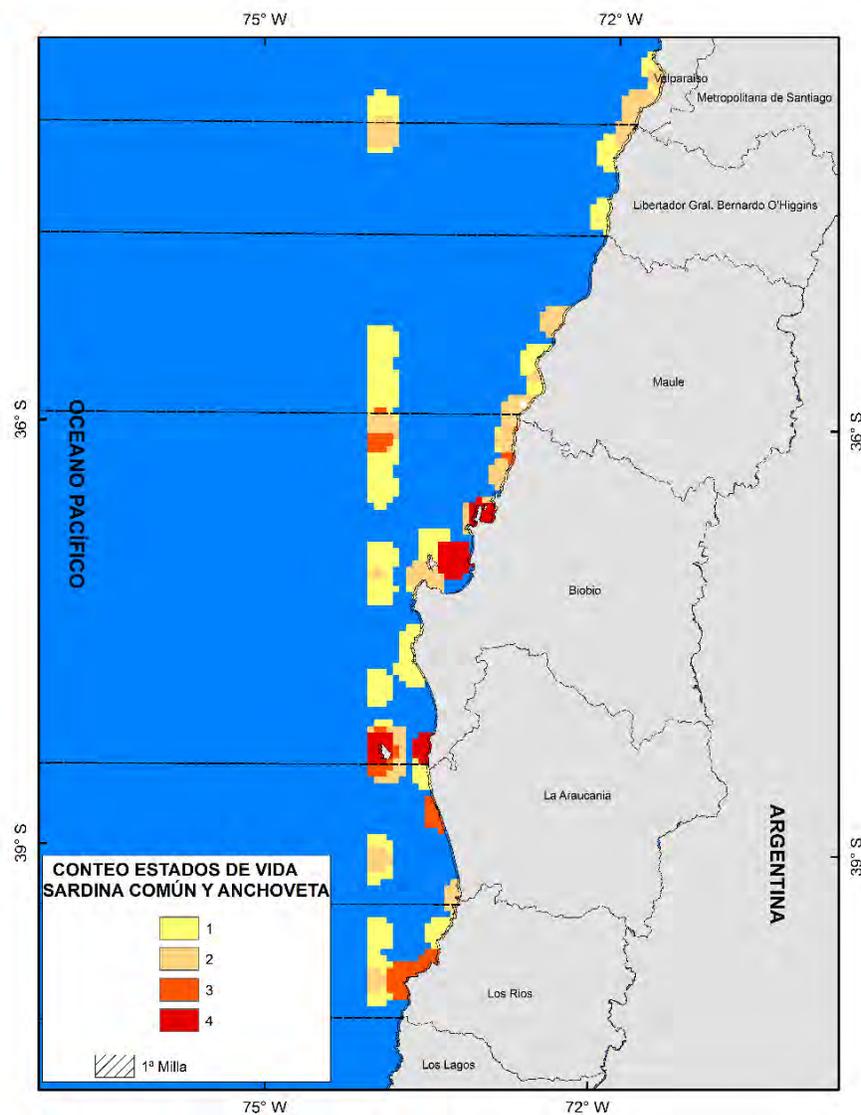


Figura 19. Mapa de conteo de número bruto de estadios de sardina común y anchoveta. Información presentada en grillas de 5 x 5 Km². Colores cálidos indican presencia de los cuatro estadios (huevos, larvas, reclutas y adultos) integrado en 20 años (1995-2015).

Para anchoveta se detectaron nueve principales zonas en donde se reportaron dos estadios de vida en una unidad de 5 Km². Estos corresponden a los 34°S - 74°W, **Constitución**, 36.6°S - 74°W, **río Itata**, **Bahía de Concepción**, **Golfo de Arauco**, **Isla Mocha**, **Caleta Tirúa**, **Coronel** y **Punta Galera**. Los sitios reportados en color amarillo solo presentan un estadio de vida (Figura 20).

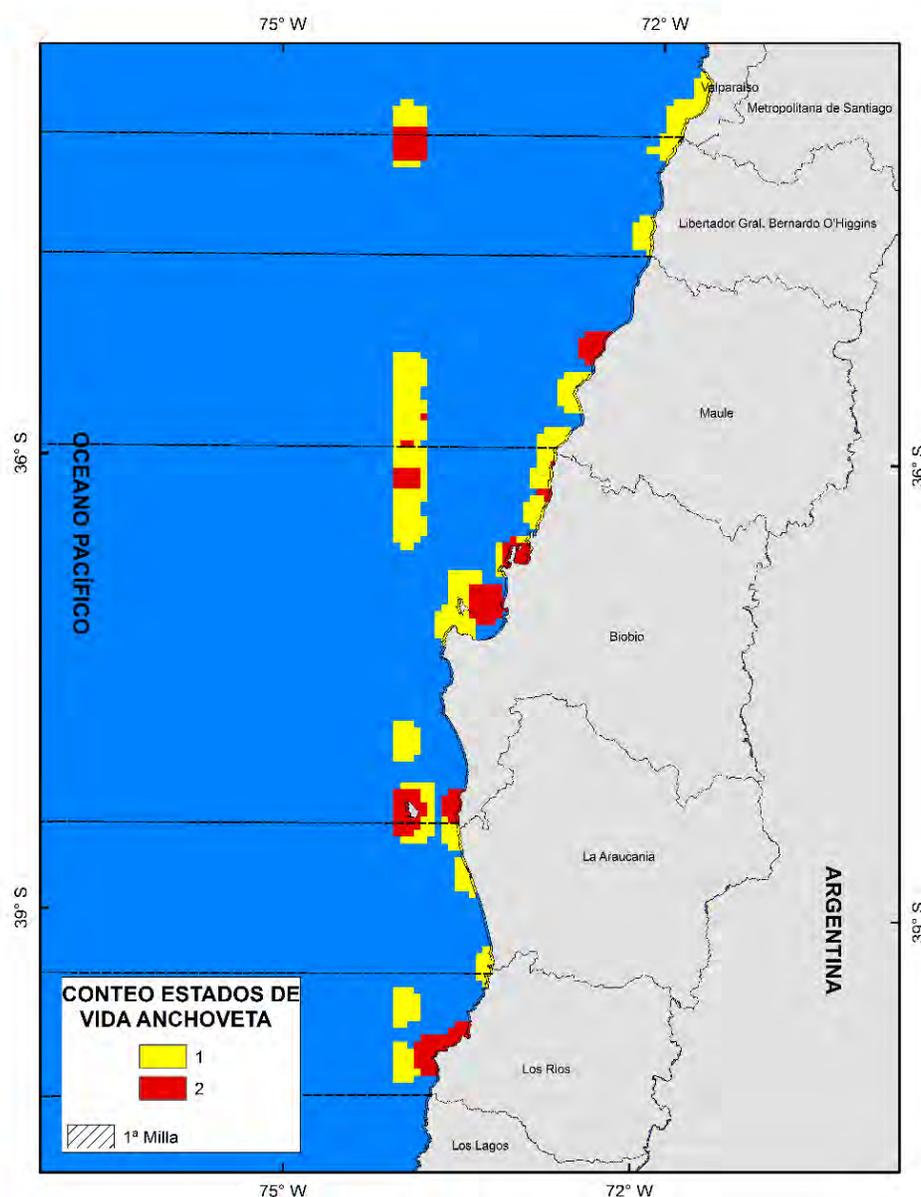


Figura 20. Mapa de conteo de número bruto de estadios de anchoveta. Información presentada en grillas de 5 x 5 Km² integrado en 20 años (1995-2015).

Para Sardina común se reportan siete zonas en donde se reportan dos estadios de vida en una unidad de análisis de 5 Km², estos corresponden a **Bahía de Concepción, Golfo de Aruco, 37°S - 74°W, Isla Mocha, Caleta Tirúa, Puerto Saavedra** y un sitio localizado en los 39°S (Figura 21).

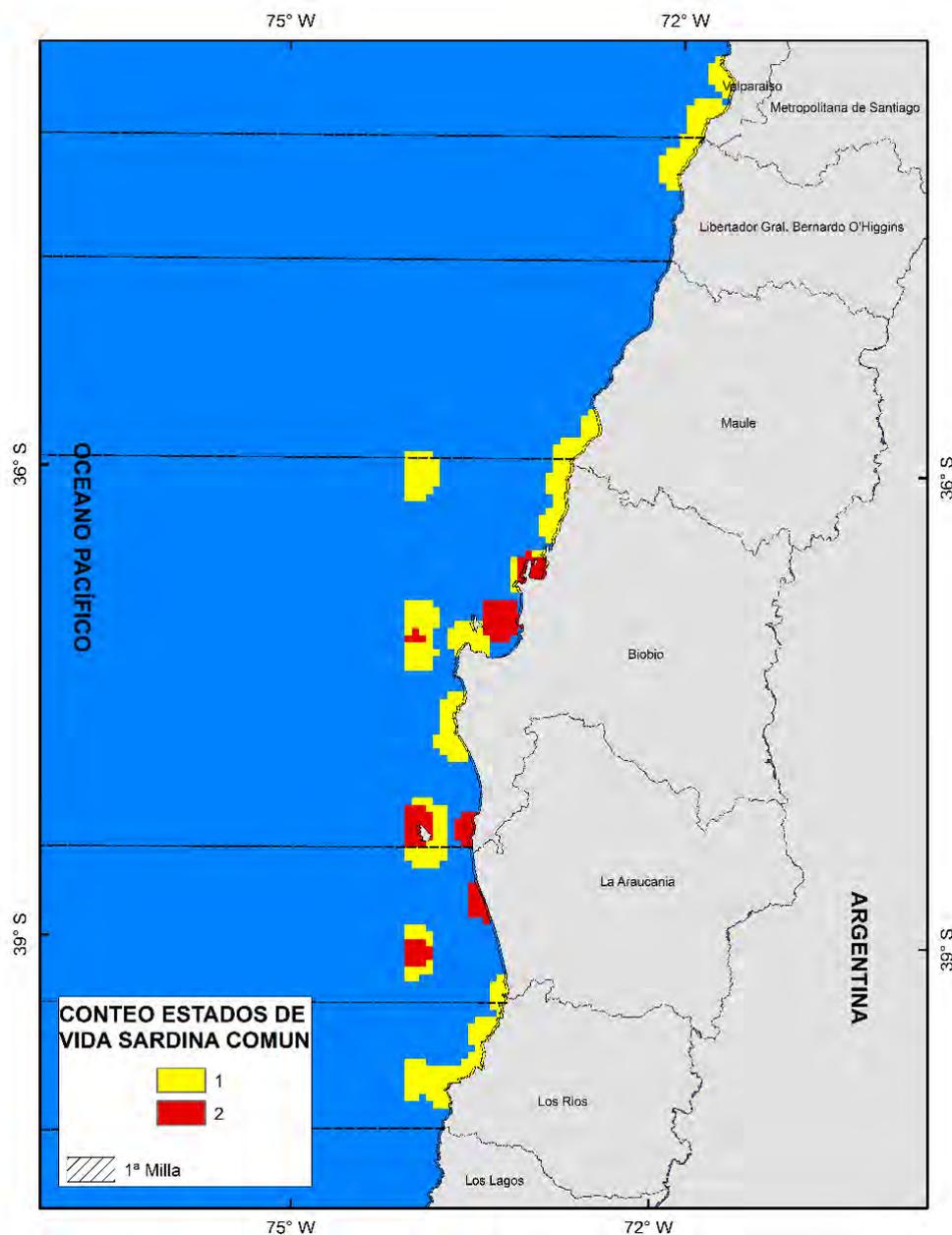


Figura 21. Mapa de conteo de número bruto de estadios de sardina común.
Información presentada en grillas de 5 x 5 Km² integrado en 20 años (1995-2015).

Basados en los resultados obtenidos en los análisis espaciales previamente presentados, y en base al análisis final de integración de los distintos estadios de desarrollo incluyendo ambos recursos (Figura 22), se puede finalmente indicar la presencia de **tres núcleos de alta densidad para las dos especies (36.6°S-74°W, Golfo de Arauco e Isla Mocha)**, donde el núcleo ubicado en los 36.6°S-74°W es estrictamente oceánico, y los otros dos costeros (**Golfo de Arauco e Isla Mocha**) que podrían tener proyecciones para ser consideradas áreas marinas costeras que incluyen la primera milla. Los tres núcleos de alta importancia se complementan con áreas costeras ubicadas en **Constitución, Punta Achira, Bahía Concepción** y la **zona de Corral**.

Los núcleos principales tienen en común una alta presencia de reclutas, y 3 a 4 estadios de vida presente en un mismo sitio para ambas especies. Estas tres zonas podrían ser consideradas como áreas de resguardo o conservación de ambas especies, y particularmente **Golfo de Arauco e Isla Mocha** que consideran áreas dentro de la primera milla resguardando procesos más costeros. Dada sus características, estas áreas servirían como fuente de ejemplares pre-reclutas, reclutas y adultos para otras áreas (sumideros), pudiendo contribuir con la presencia de estos recursos en distintos caladeros de pesca.

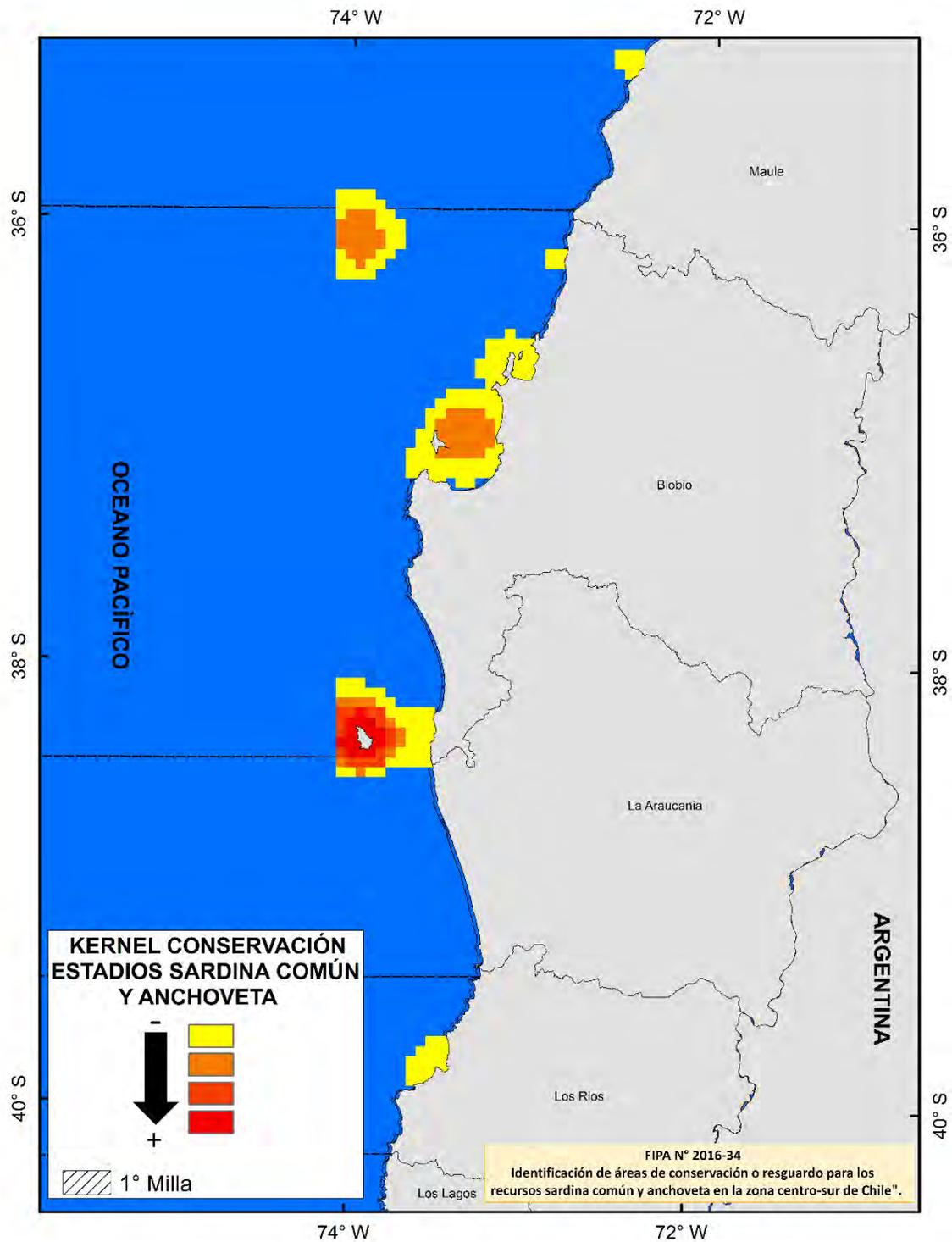


Figura 22. Kernel de consenso de los distintos estadios de sardina común y anchoveta. Colores cálidos indican alta densidad de los cuatro estadios (huevos, larvas, reclutas y adultos) integrado en 20 años (1995-2015).

3.1.7. Antecedentes Generales Áreas de Resguardo

Las Áreas Marinas Protegidas (AMPs) corresponden a “un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y manejado, a través de medios legales u otros medios efectivos, para lograr la conservación en el largo plazo de la naturaleza con sus servicios ambientales y valores culturales asociados” (Day et al., 2012). A nivel mundial, actualmente existen un total de 14.181 AMPs, con un área marina protegida total equivalente a 25.702.462 km² (Figura 2). Las AMPs están clasificadas en 7 categorías (Dudley, 2008) de acuerdo a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Tabla 1); dentro de estas categorías, la V y VI son las que están asociadas a interacción humana a través de prácticas de manejo tradicionales y el uso de los recursos naturales de manera sostenible. En estas categorías recaen los recursos asociados a las pesquerías chilenas incluyendo las especies pelágicas anchoveta y sardina común.

En Chile existen cuatro categorías de AMPs reconocidas en la legislación chilena: Parques Marinos y Reservas Marinas, esencialmente acuáticas y los Santuarios de la naturaleza y Áreas Marinas y Costeras Protegidas de Múltiples Usos (AMCP-MU), que pueden contener porciones de tierra; bajo la interpretación actual normativa de la Ley de Pesca y Acuicultura, los Ecosistemas Marinos Vulnerables y Espacios Costeros Marinos Pueblos Originarios (ECMPO), podrían corresponder a otra categoría reconocida de AMPs.

Todas las AMPs en Chile han sido decretadas por el Ministerio de Medio Ambiente, pero en el caso de los Parques y Reservas Marinas, es la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura la encargada de proveer los antecedentes para su destinación, quedando la tuición en manos del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura. Estas han sido declaradas bajo el objetivo de la conservación y gestión sustentable de la biodiversidad marina, para lo cual se establecen medidas de administración y de regulación para el acceso a las actividades pesqueras y otras para prevenir impactos negativos sobre esta biodiversidad y el ecosistema, de acuerdo con el Plan General de Administración correspondiente y el marco general establecido en la Ley General de Pesca y Acuicultura.

Los **Parques Marinos** (submarinos) son áreas marinas específicas y delimitadas destinadas a preservar unidades ecológicas de interés para la ciencia y cautelar áreas que aseguren la mantención y diversidad de especies hidrobiológicas, como también aquellas asociadas a su hábitat. En ellos, no podrán efectuarse ningún tipo de actividad, salvo aquellas que se autoricen con propósitos de observación, investigación o estudio.

Las **Reservas Marinas** corresponden a **áreas de resguardo** de los recursos hidrobiológicos con el objeto de proteger zonas de reproducción, caladeros de pesca y áreas de re-poblamiento por manejo. En ellas, sólo pueden efectuarse actividades extractivas por períodos transitorios previa resolución fundada de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Ley 19.079, Artículo 1, N°15).

En Chile actualmente existen decretadas 35 AMPs, distribuidas en 10 categorías con un área total protegida equivalente a 530.860 km², lo que representa un 2% de la superficie marina protegida a nivel mundial. En cuanto al hábitat protegido, 27 AMPs son una mezcla de área terrestre-marina, con ocho AMPs totalmente marinas, pero ninguna de ellas orientada a la actividad pesquera. La historia de las AMPs en Chile, comienza con la designación en el año 1935 del Parque Nacional Archipiélago Juan Fernández, con un total de 95 km² protegidos en una mezcla terrestre-marina. Entre las AMPs de Chile, la de mayor tamaño fue decretada en el año 2016, con 300.035 km² el Parque Marino Nazca-Desventuradas, siendo un AMPs totalmente marina. La AMPs de menor tamaño fue decretada en el año 1978, el Santuario Natural Bosque fósil de Punta Pelluco, con 0.04 km² protegidos en una mezcla terrestre-marina. El año 2005 fue el año con mayores designaciones de AMPs (6 designaciones) (Figura 23), siendo la categoría Santuario Natural la más común en Chile (siete AMPs son Santuarios Naturales). En el tipo de gobernanza para estas AMPs destaca la gobernanza a nivel de ministerio (Figura 24), destacando que sólo en 15 de ellas se encuentra disponible el plan de manejo en la web.



Figura 23. Promulgación/establecimiento de AMPs en Chile.
 Información mostrada por periodo de tiempo (actualizado a enero de 2017).

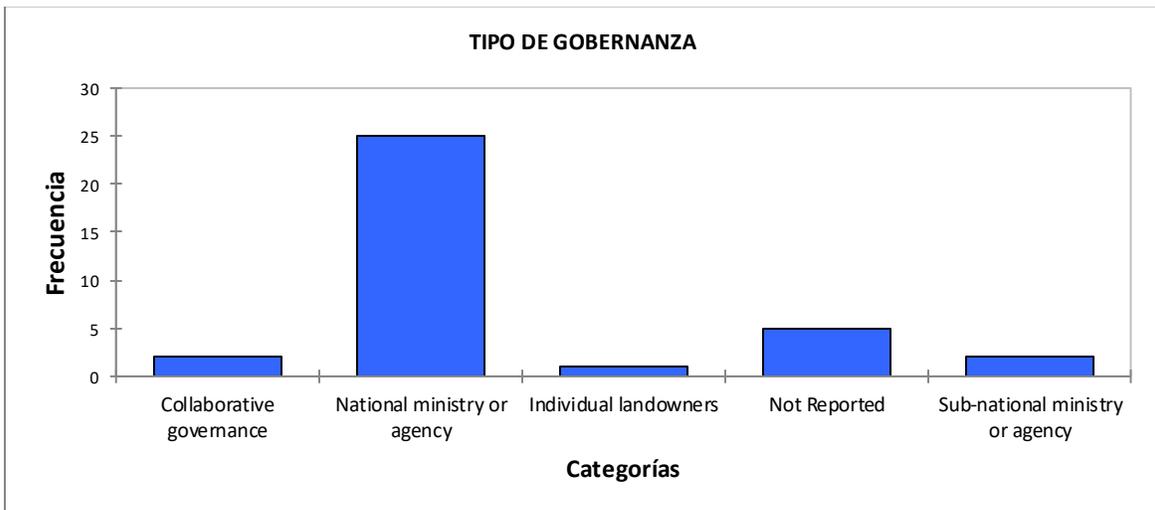


Figura 24. Tipos de gobernanza o manejo en las AMPs establecidas en Chile.
 Información actualizada a enero de 2017.

En el contexto del diseño e implementación de áreas de resguardo para especies hidrobiológicas, Davies et al., (2012) realiza una revisión respecto a los beneficios de la protección de áreas marinas para especies pelágicas asociadas con pesquerías. Es así como se define el término Área Marina Protegida, éste es frecuentemente utilizado como un término general para una variedad de designaciones de manejo espacial. Adhiriéndose a la definición general del Convenio sobre Diversidad Biológica (Decisión VII/5, párrafo 10): “Un Área Marina Protegida es cualquier área dentro o adyacente al ambiente marino, junto con las aguas, flora, fauna, y características históricas, culturales y tradiciones del área, los cuales han sido reservados por legislación u otros medios, con el objetivo de que la biodiversidad marina y/o costera disfrute de un mayor nivel de protección que a su alrededor”. Dentro de ésta definición, se puede incluir el cierre temporal/espacial de áreas orientadas a la pesca, y lo más típico, las reservas marinas orientadas a la conservación, estas últimas excluyendo generalmente todas las formas de extracción y considerando una protección orientada al ecosistema.

Se resalta que las AMPs pueden ser costeras o de mar afuera (incluso más allá de aguas jurisdiccionales), cubriendo distintos estratos del ecosistema pelágico (Figura 25), donde habitan diversas especies con gran diversidad en caracteres ecológicos y de historia de vida (Tabla 10). Todos estos aspectos son claves al momento de establecer los objetivos de las AMPs, el diseño, la implementación y monitoreo de la misma.

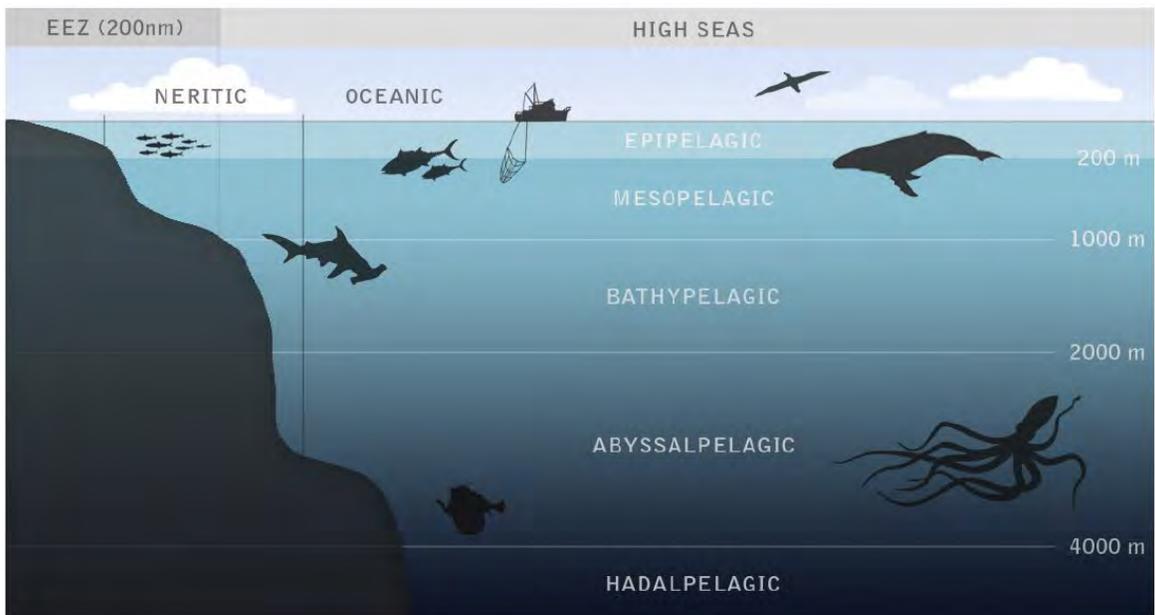


Figura 25. Estratificación del ambiente pelágico.

Basado en la biología y cambios físicos con la capa eufótica epipelágica (capa superior luminosa), alcanzando profundidades de aproximadamente 200 metros. En la zonificación horizontal tenemos la zona costera (nerítica), y aguas oceánicas. Se indican especies típicas que habitan diferentes zonas. *Extraído y modificado desde Davies et al., 2012.*

Tabla 10. Tipología de especies pelágicas de acuerdo a su morfología, ecología y capacidad de moverse en grandes distancias.

El agrupamiento está basado en generalidades de caracteres de especies desde evidencia disponible.

Grupo de especies	Descripción	Ejemplo de especies
Especies pelágicas altamente móviles	Especies que se trasladan por grandes distancias estacionalmente o durante el curso de su vida.	Albatros errante (Tuck et al., 2001) Ballenas spp. (Baker et al., 1986; Mate et al., 1999)
Grandes pelágicos oceánicos	Organismos de gran envergadura que habitan predominantemente aguas oceánicas, y son capaces de importantes movimientos en cortos periodos de tiempo.	Tuna spp. (Block et al., 2005) Tiburones oceánicos (Weng et al., 2007)
Pequeños pelágicos oceánicos	Especies de pequeño tamaño, que se trasladan cortas distancias dentro de aguas predominantemente oceánicas.	Dolfinfish (Dagorn et al., 2007) Mantarraja (Neer, 2008)
Grandes pelágicos costeros	Especies pelágicas de gran envergadura restringidas a áreas costeras durante toda su vida, y capaces de modestos desplazamientos.	Pingüino africano (Pichegru et al., 2010) Delfín nariz de botella (Wilson et al., 1997)
Pequeños pelágicos costeros	Pequeñas especies pelágicas restringidas a la costa durante toda su vida, y capaces de modestos desplazamientos.	Sardinas (Palomera et al., 2007) Jureles spp. (Uriarte and Lucio, 2001)
Especies pelágicas diadromas	Especies pelágicas anádromas que migran significativas distancias entre ríos y aguas oceánicas.	Salmones (Hansen and Quinn, 1998) Anguila europea (Aarestrup et al., 2009)

Extraído y modificado desde Davies et al., (2012)

Agardy, (2000), sugiere que en la implementación, formulación o diseño de un AMPs un aspecto importante a considerar, son las grandes diferencias existentes entre los ecosistemas terrestres y marinos, independiente de la categoría de AMPs que se decida designar al área de interés, lo cual determinada la complejidad de la formulación, diseño, ejecución y monitoreo de la misma (Tabla 11).

Tabla 11. Principales diferencias entre ecosistemas marinos y terrestres.

Relaciones entre área marina protegida y objetivos, tamaño y complejidad de diseño (CZM coastal zone management).

Ecossistema marino	Ecossistema terrestre	Objetivo	Tamaño Relativo	Complejidad
Limites pocos claros	Limites relativamente claros	Protegiendo especies en peligro de extensión	Pequeño a medio	Simple
Grandes escalas espaciales	Pequeñas escalas espaciales	Protegiendo especies migratorias	Grandes (o redes de AMPs pelágicas)	Simple a complejo
Finas escalas temporales	Gruesas escalas temporales	Protegiendo un hábitat amenazado	Medio	Simple
Espacio de vida tri dimensional	Espacio de vida bi dimensional	Protegiendo múltiples hábitat amenazados	Medio a grande	Complejo
Cadenas tróficas relativamente poco estructuradas	Cadenas tróficas relativamente estructuradas	Prevenir sobrepesca	Pequeño	Simple
Sistemas dinámicos no lineares	Sistemas dinámicos relativamente lineares	Mejorar stocks pesqueros	Pequeño a medio	simple
Poco estudiado	Relativamente estudiado	Proteger un área de interés histórico cultural	Pequeño	Simple
		Proveer un modelo de CZM o empoderar a la gente local	Pequeño a medio	Algunas veces complejo
		Promover ecoturismo marino	Pequeño	Simple
		Proveer sitios para la investigación científica	Pequeño	Simple
		Conservar la biodiversidad	Grandes (o redes de AMPs pelágicas (networks))	Simple a complejo

Extraído y modificado desde Agardy, (2000).

Así mismo, Agardy, (2000), y Agardy et al., (2011), describen claramente la información necesaria para diseñar e implementar un AMPs, y los pasos necesarios a incluir para el éxito del AMPs:

1. Definir claramente los objetivos específicos del AMPs desde el comienzo.
2. Identificar áreas prioritarias, utilizando un análisis robusto de la información científica existente, y bases de datos.
3. Diseñar la zonificación para maximizar las áreas y procesos ecológicamente críticos.
4. Diseñar límites que reflejen la realidad ecológica, límites que puedan ser alterados una vez que mayor información del ecosistema sea generada.
5. Que el diseño AMPs y desarrollo de su plan de manejo sea factible.
6. Hacer que el proceso de planificación sea verdaderamente participativo.
7. Desarrollar métodos de monitoreo y evaluación que sean apropiados para los objetivos específicos del área marina protegida.
8. Formar una independiente, no partidista o un grupo multi-usuarios para manejar AMPs.
9. Realizar ejercicios de valoración periódicamente para asegurarse que AMPs han sido valorizada en su totalidad.
10. Utilizar AMPs individual como un punto de partida para más efectivas políticas de áreas protegidas en general.
11. Desarrollar escenarios para ayudar al tomador de decisiones, y agencias multilaterales a ponderar el costo-beneficio y dar opciones para crear redes de AMPs que abarquen regiones costeras y áreas oceánicas abiertas.
12. Analizar y evaluar la legislación actual, y el marco institucional y el potencial de la estructura de gobernanza en la toma de decisiones, necesarias para una exhaustiva zonificación oceánica, y
13. Ligar la zonificación oceánica regional con la nacional e internacional, de manera tal que fortalezca todos los niveles de manejo.

En términos más específicos dentro de la literatura internacional, existe una extensa gama de términos utilizados para nombrar áreas marinas y/o costeras que presentan algún grado de protección para salvaguardar su patrimonio natural, cultura o histórico (Roberts et al., 2003). La gran variedad de nombres presentes en la literatura pueden ser agrupados en tres grandes grupos, dentro de los cuales tenemos: (i) Reservas marinas completamente protegidas, las que presentan prohibiciones explícitas sobre cualquier actividad extractivas o destructivas, éste tipo de áreas también es conocida como “reservas ecológicas” o “áreas no-take”; (ii) áreas marinas protegidas de múltiples usos, donde se puede o no permitirse

actividades extractivas y de turismo principalmente pero se prohíben actividades de alto impacto como pesca de arrastre o actividades petroleras; un tercer tipo de AMPs aparece en la literatura y corresponde a las (iii) redes de áreas marinas protegidas, que corresponde a conjuntos de AMPs que demuestran tener niveles considerables de interacciones ecológicas, principalmente conectividad y flujo de individuos entre sus zonas. Debido a la variedad de nombres y tipos de AMPs y los distintos niveles de protección que estos presentan, el gobierno de Estados Unidos realizó una redefinición y clasificación intuitiva de las AMPs en el 2011.

La clasificación descrita en Wenzel & D'Iorio (2011) utiliza cinco categorías para expresar los tipos de AMPs: (a) objetivo de conservación, esta categoría presenta tres niveles relacionados a qué es lo que se desea conservar; (b) nivel de protección, esta categoría presenta seis niveles que dependen del grado legal de protección y los usos que son permitidos o restringidos dentro del área; (c) periodo de tiempo de la protección, no todas las AMPs son permanentes por lo que esta categoría se encarga de definir la escala temporal de la protección; (d) constancia de la protección, esta categoría es utilizada para acotar la escala temporal y la escala de tiempo en la que las AMPs son evaluadas; y (e) escala espacial de la protección, esta categoría define espacialmente la escala de protección pudiendo ser local, con objetivos de especies focales locales, o ecosistémicos con objetivos de conservación de ecosistemas o provincias biogeográficas (Tabla 12). Sin duda las categorías más importantes a la hora de clasificar las AMPs son sus objetivos de conservación y el nivel de protección—considerando la inclusión o exclusión de usuarios en AMPs—que se implementará para cumplir con el objetivo. Algunos ejemplos de los tipos de AMPs según los criterios nombrados anteriormente son: AMPs que presentan objetivos de conservación y excluyen actividades generalmente son denominadas “áreas no-take”, “reservas marinas” o “reservas ecológicas”, mientras que AMPs que presentan objetivos de conservación y permiten actividades extractivas como la pesca son denominadas “áreas marianas protegidas de múltiples usos” y también pueden incluir “santuarios marinos”, “parques nacionales” y “refugios de la vida silvestre”. En Chile, sólo se han decretado tres AMPs “no take”: el área marina y costera protegida Las Cruces, y los Parques Marinos Francisco Coloane, y Motu Motiro Hiva.

Tabla 12. Categorías y niveles de categorías definidas por Wenzel & D'Iorio (2011) para la clasificación de AMPs.

Objetivo de conservación	Nivel de protección	Periodo temporal de protección	Constancia de protección	Escala espacial de protección
1) Patrimonio Natural	1) Uniforme de múltiples usos	1) Permanente	1) Anual	1) Ecosistémica
2) Patrimonio Cultural	2) Zonificada de múltiples usos	2) Condicional	2) Parcial o estacional	2) Local
3) Producción Sustentable	3) No-take	3) Temporal	3) Rotatoria o cíclica	
	4) Sin impacto			
	5) Sin acceso			

3.1.8. Objetivos y criterios de priorización para el diseño de AMPs

La mayoría de la literatura revisada considera en general dos principales criterios de priorización para el establecimiento de una AMP: i) **Mejorar el manejo de las pesquerías** y ii) **Conservar la biodiversidad** (Gerber et al., 2003; Hastings and Botsford, 2003; Hilborn et al., 2004; Lauck et al., 1998; Lockwood et al., 2002; Lowry et al., 2009; Roberts et al., 2005); indicándose claramente que ambos objetivos pueden o no ser excluyentes, y tener o no, equivalente prioridad.

Dentro de los objetivos considerados para el mejoramiento del manejo de las pesquerías tenemos el desarrollar un manejo sustentable, que permita maximizar el rendimiento de las especies objetivo (Gerber et al., 2003), mediante la protección de estadios claves dentro de la dinámica de las especies (Game et al., 2009), así como la protección de hábitats específicos donde viven estos estadios (por ejemplo las zonas de desove) (Grantham et al., 2011). Por otro lado, los objetivos para el mejoramiento de las pesquerías variarán en función del tipo de especie objetivo que requiera protección, considerando grandes y pequeños pelágicos, tanto de ambientes oceánicos como costeros (Davies et al., 2012; Grantham et al., 2011; Hooker and Gerber, 2004; Hyrenbach et al., 2000; Malvadkar and Hastings, 2008). Por ejemplo, para especies pelágicas altamente móviles, como aves

marinas y ballenas, deben implementarse reservas o redes de reservas que incluyan rutas de migración dinámicas, así como hábitats oceanográficos claves a múltiples escalas espaciales (áreas de reproducción y de forrajeo) (Louzao et al., 2009). Se considera también proteger áreas donde haya presencia continua y regular de la especie objetivo, con buenas densidades poblacionales (en relación a áreas vecinas), y con altas tasas de jóvenes y adultos en ciertas periodos del año (Embling et al., 2010).

La conservación de la biodiversidad por otra parte requiere del establecimiento de una AMPs considerando dos enfoques de manejo: monoespecífico o ecosistémico (Halpern et al., 2010). En este punto, se puede conservar como objetivos: la diversidad representativa de una región o regiones biogeográficas, una especie particular, especies explotadas, especies endémicas (Roberts et al., 2003). Se incide además, en conservar no sólo la diversidad, sino sus hábitats, considerando la heterogeneidad de estos, así como los diferentes ecosistemas y sus interrelaciones (áreas y conectividad entre estas) (Harris and Whiteway, 2009; Roberts et al., 2003).

El diseño de AMPs debe considerar una única reserva o la creación de una red de reservas, con todos los beneficios y desventajas que esto implique (Grantham et al., 2011; Lockwood et al., 2002). Por ejemplo, una red permitirá medir la dispersión larval entre parches genéticos adyacentes, además de maximizar la exportación larval fuera de las reservas (Gilg and Hilbish, 2003; Hastings and Botsford, 2003).

Un objetivo importante a considerar es el balance entre la conservación de la biodiversidad y la viabilidad socioeconómica de los sectores involucrados, maximizando la conservación y minimizando el costo de las pesquerías y los conflictos sociales al decretar una AMPs en o cerca a áreas de pesca (Grantham et al., 2011; Hastings and Botsford, 1999, 2003, ; Lowry et al., 2009).

A continuación se listan los principales objetivos identificados desde la revisión de antecedentes, respecto al diseño y formulación de AMPs pelágicas:

1	Proteger la biomasa y la estructura poblacional de las especies comerciales (explotadas)
2	Proteger la biomasa y la estructura poblacional de todas las especies
3	Restringir la captura de juveniles
4	Proteger y conservar la biodiversidad (ecosistemas y sus interrelaciones)
5	Proteger estadios de vida esenciales de las especies comerciales (áreas de desove, huevos, larvas, juveniles)
6	Proteger estadios de vida esenciales de todas las especies
7	Proteger y mejorar la productividad biológica
8	Proporcionar un lugar para la investigación científica, información de líneas base, educación, recreación e inspiración
9	Proteger la comunidad y las pesquerías artesanales
10	Proteger la comunidad y las pesquerías artesanales
11	Mejorar la educación pública y fomentar el disfrute no destructivo del mar
12	Protección frente a fallas en el manejo tradicional de las pesquerías
13	Evitar la extinción de especies
14	Proteger ecosistemas de actividades e influencias humanas (puertos, vías de navegación, artilleros, terminales marítimos, hidroeléctricas, celulosas)
15	Protección de hábitats específicos y su heterogeneidad
16	Protección o mejoramiento de servicios ecosistémicos
17	Recuperación de stocks agotados de especies explotadas
18	Exportación de individuos a áreas de pesca
19	Amortiguar efectos los efectos de la incerteza (incerteza de la evaluación de stocks, carencias en el marco institucional, desconocimiento biológico, deficiente manejo)
20	Aumentos en el rendimiento pesquero
21	Reducir el impacto ecológico colateral (catástrofes ambientales)
22	Mantenimiento de stocks de organismos sésiles o áreas bentónicas
23	Protección eficaz de las pesquerías multiespecies
24	Contar con estructura de edades extendida para especies clave
25	Mantenimiento de la diversidad genética
26	Reversión del cambio evolutivo deletéreo por efecto de las pesquerías
27	Resguardo de futura sobrepesca
28	Sostenimiento de áreas circundantes
29	Incremento en la abundancia, sobrevivencia y tallas legales
30	Aumento de abundancia y diversidad de especies no objetivo
31	Facilitar migración y dispersión de larvas y adultos
32	Incrementar la biomasa de adultos (dentro y fuera del AMP)
33	Incrementar el potencial reproductivo (dentro y fuera del AMP)
34	Proteger las poblaciones en un periodo demográficamente importante (desove, migración)

3.1.9. Costos y Beneficios asociados al diseño e implementación de AMPs

El diseño de AMPs debe contar con un objetivo claro y un diseño que permita el cumplimiento de dicho objetivo, para así obtener los beneficios deseados (Halpern and Warner, 2003). La acción de delimitar y legislar sobre un área marina o costera con los objetivos de conservación presenta tanto costos como beneficios. El principal costo de implementar un AMPs es el excluir actividades que realcen algún uso de los recursos naturales (Balmford et al., 2004). El grado de exclusión de actividades humanas dentro del AMPs va a depender de los objetivos de ésta y la factibilidad de remover o relocalizar las actividades que se realizaban en el área. Si consideramos un nivel alto de protección (sin impacto), el costo sería igual a la pérdida económica y social que significa dejar de realizar actividades extractivas, turísticas y de cultivo dentro de la zona delimitada (Agardy et al., 2003; Brown et al., 2001). Por otra parte, la implementación de AMPs de múltiples usos permite el uso racional, con fiscalización de manera de que se logre la convivencia del objetivo de conservación y las actividades que realizan en esa área sus usuarios (Farrow, 1996; Sanchirico et al., 2002).

Dentro de los objetivos de conservación, existen dos grandes líneas, una que busca la conservación de la biodiversidad y una segunda que se encuentra asociada a la recuperación de stocks explotados (Selig et al., 2014). Dentro de estos dos tipos, las AMPs creadas para recuperación de pesquerías son aquellas que generan mayores impactos sociales en los usuarios pesqueros, ya que se ven forzados a usar restricciones sobre el esfuerzo pesquero o re-localizarlo fuera de la AMPs (Sanchirico, 2000). Otro costo asociado a la implementación de AMPs está asociado a su monitoreo, lo que también significa un costo para las autoridades y administradores de recursos (Hilborn et al., 2004). Dentro de los beneficios que se espera que un AMPs genere sobre el sistema marinos encontramos la protección de hábitat importante para etapas relevantes del ciclo de vida de especies de interés (Game et al., 2009), subsidiar pesquerías de áreas adyacentes a AMPs (Lowry et al., 2009), protección de ecosistemas representativos (Clark et al., 2011; Lascelles et al., 2012), y mantención de servicios y funciones ecosistémicas (Roberts et al., 2003). Si bien se ha demostrado que, en general, las AMPs generan efectos positivos sobre la biomasa, densidad y diversidad de organismos que habitan dentro de ella (Halpern, 2003), la implementación

de AMPs no sólo busca estos objetivos dentro de su área sino también fuera de ella (Hilborn et al., 2004; Lowry et al., 2009; Pelc et al., 2010).

3.1.10. Antecedentes Áreas de Resguardo Internacionales

En la Tabla 13, se registran 42 ejemplos del total de AMPs designadas a nivel mundial, estas involucran a 21 países, incluyendo 2 ejemplos que involucran más de un país: El Santuario de Pelagos para Mamíferos Marinos del Mediterráneo (27), con un área comprendida entre Francia, Mónaco e Italia, y el Santuario de Ballenas de la International Whaling Commission (30), con límites en los Océanos Índico y Austral. Ambos tipos de reserva resguardan especies pelágicas altamente móviles que se trasladan por grandes distancias estacionalmente o durante el curso de su vida, como las ballenas con barbas y los cachalotes, y grandes pelágicos costeros como los delfines. La Tabla 13, registra distintos tipos de reservas con diferentes marcos legales, incluyendo AMPs, Áreas de Conservación Especial, Parques, Refugios, Reservas y Santuarios Marinos; además de una categoría especial, la Important Bird Areas Marine (IBA) (39), AMPs específicas para aves marinas, que además de considerar la visión tradicional de proteger lugares de anidamiento en áreas terrestres costeras, incorpora el resguardo de aguas costeras y oceánicas donde éstas aves pasan la mayor parte de su vida y se alimentan (Soanes et al., 2016). La mayoría de áreas de conservación marina, incluidas en la Tabla 13, fueron establecidas para proteger especies determinadas, específicamente fauna de aves y mamíferos marinos (1-5, 8-10, 23-27, 30, 33, 34, 41), existiendo escasos ejemplos que consideren otro grupo faunístico; sin embargo, en la actualidad se avanza en considerar áreas de conservación con un enfoque ecosistémico. Para Chile, tenemos reservas marinas cuyo recurso objetivo exclusivo son invertebrados, como el ostión del norte en la Rinconada (12), la ostra chilena en Pullinque (15) y el choro zapato en Putemun (16). No obstante, al ser especies comerciales, pueden realizarse actividades extractivas. Diferente es el caso de los Parques Marinos (17, 18 y 19), destinados a preservar unidades ecológicas que aseguren el mantenimiento de la biodiversidad y sus hábitats, y donde no puede efectuarse ningún tipo de actividad extractiva.

Tabla 13. Áreas Marinas Protegidas para especies o ecosistemas, registradas en literatura.

Se indica Base Faunística empleada para su establecimiento.

	Región/País	Nombre de la Reserva	Tipo de reserva	Año	Área geográfica	Base faunística para el establecimiento o estudio en la reserva	Tipo de especie	Autor
1	Alemania	Schleswig-Holstein Wadden Sea National Park	Área Marina Protegida (OSPAR)	1999	Mar de Wadden, Alemania	Harbor porpoise	Mamífero	(Hooker and Gerber, 2004)
2	Argentina	Golfo San José	Reserva Nacional Turística	1974	Golfo San José, Península Valdés	Southern right whale	Mamífero	(Hooker and Gerber, 2004)
3	Australia	Great Australian Bight	Commonwealth Marine Reserve	1996	Great Australian Bight, Australia del Sur	- Southern right whale - Australian sea lion - white shark	Mamífero Mamífero Tiburón	(Hooker and Gerber, 2004)
4	Australia	Southern Kangaroo Island	Commonwealth Marine Reserve	1954	Bahía Seal, Isla Kangaroo, Australia del Sur	- Australian sea lion - New Zealand fur seal	Mamíferos	(Hooker and Gerber, 2004)
5	Australia	Macquarie Island	Commonwealth Marine Reserve	1999	Isla Macquarie, Subantártida	- Subantarctic fur seals - Antarctic tern - fairy prion - grey petrels - blue petrels - black-browed albatrosses - wandering albatrosses	Mamífero Ave marina Ave marina Ave marina Ave marina Ave marina	(Hooker and Gerber, 2004)
6	Australia	Jervis Bay	Parque Marino	1988	Nueva Gales del Sur	- <i>Girella tricuspidata</i> - <i>Girella elevata</i> - <i>Kyphosus sydneyanus</i>	Peces herbívoros	(Ferguson et al., 2016)
7	Australia, Tasmania	Maria Island	Reserva Marina no take	1991	Costa Sureste de Tasmania	- <i>Latridopsis forsteri</i> - <i>Notolabrus tetricus</i> - <i>Jasus edwardsii</i> - <i>Haliotis rubra</i>	Peces Peces Invertebrado Invertebrado	(Edgar and Barrett, 1999)
8	Brasil	Refugio De Vida Silvestre Ilha Dos Lobos	Refugio de Vida Silvestre	1983	Isla Lobos, Rio Grande del Sur	- South American sea lion - fur seal	Mamíferos	(Hooker and Gerber, 2004)
9	Canadá	Parc Marin du Saguenay-	Parque Marino	1990	Saguenay - St.	Beluga whale	Mamífero	(Hooker and Gerber, 2004)

		Saint Laurent			Lawrence, Quebec			
10	Canadá	Gully Marine Protected Area	Área Marina Protegida (OSPAR)	2004	The Gully, Nova Scotia, Canada	Northern bottlenose whale	Mamífero	(Hooker and Gerber, 2004)
11	Chile	Reserva Nacional Pingüino de Humboldt	Reserva Nacional	1990	Islas Chañaral, Choros y Damas, Atacama - Coquimbo	- Pingüino de Humboldt - Yunco - Chungungo - Lobo de pelo	Ave marina Mamífero Mamífero	(Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, n.d.)
12	Chile	La Rinconada	Reserva Marina	1997	Caleta Vieja, Antofagasta	ostion del norte	Invertebrado	(Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, n.d.)
13	Chile	Isla Chañaral	Reserva Marina	2005	Isla Chañaral, Atacama	- Loco, lapa, erizo - <i>Lessonia</i> - Delfin nariz de botella - Chungungo - Pingüino de Humboldt	Invertebrados Algas Mamífero Mamífero Ave marina	(Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, n.d.)
14	Chile	Isla Choros o Damas	Reserva Marina	2005	Islas Choros y Damas, Coquimbo	- Loco, lapa, erizo - <i>Lessonia</i> - Delfin nariz de botella - Chungungo - Pingüino de Humboldt	Invertebrados Algas Mamífero Mamífero Ave marina	(Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, n.d.)
15	Chile	Pullinque	Reserva Marina	2004	Estero de Quetalmahue, Los lagos	ostra chilena	Invertebrado	(Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, n.d.)
16	Chile	Putemun	Reserva Marina	2004	Estero de Castro, Los Lagos	choro zapato	Invertebrado	(Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, n.d.)
17	Chile	Motu Motiro Hiva	Parque Marino	2010	Islas Salas y Gómez	- Ecosistemas marinos - Montes submarinos - Biotá acuática del área		(Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, n.d.)
18	Chile	Francisco Coloane	Parque Marino	2003	Isla Carlos III, Magallanes	- Ballena jorobada - Lobo marino común - Pinguino de Magallanes	Mamífero Mamífero Ave marina	(Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, n.d.)
19	Chile	Islas Nazca - Desventuradas	Parque Marino	2016	Islas San Ambrosio y San Félix,	- Ecosistemas marinos - Montes submarinos		(Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura,

						- Biotacuática del área		n.d.)
20	Ecuador	Galapagos Marine Reserve	Reserva Marina	1998 - 2016	Islas de Darwin y Wolf, al norte del Archipiélago de Galapagos	varias especies de tiburones	Peces	(Salinas de León et al., 2016)
21	España	Illes Medes	MPA Plan especial de protección	1992	Islas Medes, Cataluña, noreste de Mar Mediterráneo	<i>Diplodus sargus</i>	Pez bentónico	(Aspillaga et al., 2016)
22	España	Reserva Natural de las Islas Columbretes	Reserva Natural	1990	Noroeste del Mar Mediterráneo	<i>Palinurus elephas</i>	Invertebrado	(Díaz et al., 2016)
23	Estados Unidos	Afognak Island	Parque Estatal	1994	Afognak Island, Alaska	- Seals - walrus - sea otters	Mamíferos	(Hooker and Gerber, 2004)
24	Estados Unidos	Año Nuevo State Park	Parque Estatal	1985	Isla Año Nuevo, California	Northern elephant seals	Mamífero	(Hooker and Gerber, 2004)
25	Estados Unidos	Channel Islands National Park	Parque Nacional	1980	Islas Channel, California	- Several marine mammal - bird species	Mamíferos Aves marinas	(Hooker and Gerber, 2004)
26	Estados Unidos	Hawaiian Islands Humpback Whale	Santuario Nacional Marino	1992	Islas Hawaiian	Humpback whale	Mamífero	(Hooker and Gerber, 2004)
27	Europa (Francia,	Pelagos sanctuary for Mediterranean Marine	Special Protected Areas of	1999	Mar de Liguria, Mediterráneo	- Fin whale	Mamífero	(Hooker and Gerber, 2004)
	Mónaco, Italia)	Mammals	Mediterranean Importance			sperm whale - Cuvier's beaked whale - long-finned pilot whales - Risso's dolphins - striped dolphins - Bottlenose dolphin - short-beaked common dolphins	Mamíferos	
28	Holanda	Saba	Parque Nacional Marino	1987	Antillas Holandesas, Mar Caribe	- 32 spp. de peces demersales - 8 spp. de especies pelágicas	Peces	(Polunin and Roberts, 1993)
29	India	Mahatma Gandhi Marine	Parque Marino Nacional	1983	Isla de Jolly Buoy, Islas Andamán, Bahía de	100 spp. de corales de arrecifes	Invertebrado	

					Bengala	- 27 spp. de algas	Algas	
30	Internacional	Whale Sanctuary, International Whaling Commission	Santuario	1994	Southern Ocean	- Baleen whales - sperm whale	Mamíferos	(Hooker and Gerber, 2004)
31	Italia	Penisola Del Sinis - Isla Mal Di Ventre	Area Marina Protegida	1997	Cerdeña, mar Mediterráneo	<i>Patella ferruginea</i>	Invertebrado	(Coppa et al., 2015)
32	Reino Unido	Moray Firth	Areas de Conservacion Especial (SAC)	1996	Moray Firth, Reino Unido, Escocia	Bottlenose dolphin	Mamífero	
33	México	Alto Golfo de California y El Pinacate	Reserva Biósfera	1995	Upper Gulf of California	Vaquita	Mamífero	(Hooker and Gerber, 2004)
34	Nueva Zelanda	Banks Peninsula Marine Mammal Sanctuary	Santuario	1988	Banks Peninsula, South Island	Hector's dolphin	Mamífero	(Hooker and Gerber, 2004)
35	Palaos	Palau National Marine Sanctuary	Santuario Marino	2014	West Palau, Mar de Filipinas, Micronesia	<i>Acropora hyacinthus</i> , coral de arrecife	Invertebrado	(Cros et al., 2016)
36	Portugal	Berlengas y Arrabida	Area Marina Protegida	2015	costa centro oeste de Portugal	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Invertebrado	(Gomes et al., 2014)
37	Reino Unido	Lundy	Zona de Conservacion Marina	2003	Lundy Island, Bristol Channel	<i>Homarus gammarus</i>	Invertebrado	(Watson et al., 2016)
38	Reino Unido, Escocia	Clyde Sea Sill, Loch Creran, Loch Sunart to the Sound of Jura, Loch Sween, Lochs Duich, Long and Alsh, Small Isles, South Arran, Upper Loch Fyne, Loch Goil, Wester Ross	Areas Marinas Protegidas (OSPAR)	2014	Costa oeste de Escocia, Reino Unido	<i>Atrina fragilis</i>	Invertebrado	(Stirling et al., 2016)
39	Reino Unido	Anguilla y Dog Island	Important Bird Areas Marine (IBA)	2004	Isla de Anguila, Región Caribeña	- <i>Sula leucogaster</i> - <i>Sula dactylatra</i> - <i>Onychoprion fuscatus</i> - <i>Fregata magnificiens</i> - <i>Phaethon aethereus</i>	Aves marinas	(Soanes et al., 2016)

40	República de las Seychelles	Aldabra	Reserva Especial	1981	Islas Darros y St Joseph, Almirante, Océano Indico	- <i>Carcharhinus melanopterus</i> - <i>Negaprion acutidens</i> - <i>Carcharhinus amblyrhynchos</i> - <i>Nebrius ferrugineus</i> - <i>Carcharhinus albimarginatus</i> - <i>Eretmochelys imbricata</i>	Tiburones Tortuga marina	(Lea et al., 2016)
41	República Dominicana	Sanctuary for the Marine Mammals	Santuario de Mamíferos Marinos	1986	Bancos de La Plata y de La Navidad	Humpback whale	Mamífero	(Hooker and Gerber, 2004)
42	Sudáfrica	Tsitsikamma Marine Protected Area	Area Marina Protegida	2000	Eastern Cape, Garden Route	- <i>Diplodus sargus capensis</i> - <i>Diplodus cervinus hottentotus</i> - <i>Pachymetopon grande</i> - <i>Dichistius capensis</i>	Peces de orilla	(Cowley et al., 2002)

Para el caso particular de AMPs implementadas para la conservación/protección de especies pelágicas, los antecedentes encontrados se centran principalmente en peces pelágicos como atunes, y otros grandes organismos pelágicos como mamíferos marinos (Tabla 14), existiendo escasa información respecto a AMPs en pequeños pelágicos.

Sin embargo, en la revisión de antecedentes se registraron varios estudios que han evaluado la viabilidad de AMPs para especies pelágicas (Tabla 15), entre las herramientas utilizadas para evaluar la factibilidad de realizar AMPs, se destaca la modelación tanto de las condiciones oceanográficas como de la biología de la especie estableciéndose como objetivo alcanzar un mejor estado de conservación de la especie. Entre las principales características modeladas para evaluar el potencial desempeño de un AMP pelágica está relacionada con la dispersión y retención larval, indicándose que la viabilidad de AMPs pelágica es el reconocimiento del efectivo nivel de retención larval que permita la sustentabilidad de la porción de la población protegida dentro de AMPs y exportar individuos a la población que se encuentra fuera de AMPs, de tal manera que se pueda subsidiar la explotación pesquera (Basterretxea et al., 2012).

Por su parte, Grantham et al. (2011), modelan las características de zonas de surgencia en la corriente de Benguela y cómo sus dinámicas oceanográficas deberían ser consideradas en la etapa de diseño de AMPs pelágica buscando maximizar su éxito, estos autores sugieren, estudiar y modelar el acople de características y procesos oceanográficos y cómo estos están conectados a los ciclos biológicos de las especies y/o comunidades presentes en las áreas. Börger et al. (2014), evaluó la posibilidad de establecimiento de AMPs desde un punto de vista social vinculando la percepción de los grupos de interés, consultando sobre medidas de manejo que podrían ser potencialmente aplicadas sobre recursos pelágicos, llevando la discusión hacia el manejo y aplicación.

La modelación y diseño de AMPs ha alcanzado un alto desarrollo en la última década, lo que impulsa cada vez más hacia la creación y uso de AMPs con fines de protección y conservación con un conocimiento científico bien acabado, desde donde emergen grandes propuestas para ser puestas en marcha.

Tabla 14. Pesquerías pelágicas cerradas espacial y/o temporalmente como parte de un AMPs para organismos pelágicos, particularmente grandes peces pelágicos y ballenas.

Organización regional	Localidad/Tamaño	Período de cierre	Especie(s) objetivo	Objetivos	Descripción	Categoría de especie pelágica (Davies et al., 2012)	Referencia
ICCAT	Atlántico tropical oriental Límite norte: Costa africana Límite Sur: 10° Límite sur oeste: meridiano 5° Límite oriental: meridiano 5°	Desde el 1 de enero al 28 de febrero de cada año (efectivo desde 2012)	Atún de aleta amarilla y atún de ojo grande	Reducir la captura de juveniles, y fortalecer las medidas de control y monitoreo en la pesquería	La prohibición incluye los siguientes puntos: -Lanzar cualquier objeto flotante, con o sin boyas -Pescar alrededor, bajo, o en asociación con objetos artificiales, incluyendo embarcaciones -Pescar alrededor, bajo o en asociación con objetos naturales -Remolcar objetos flotantes desde o hacia el área cerrada	Grandes pelágicos oceánicos	(ICCAT, 2011; Smith, 2011)
IOTC	Océano Índico Extendiéndose de la costa de Somalia: 0°-10° norte y 40° - 60° Este	Desde el 2010	Tunas tropicales	Objetivo amplio para la conservación y manejo de las tunas tropicales en el área de competencia del IOTC	Cierre espacial-temporal en el mes de noviembre para la pesquería de red de cerco, y febrero para pesquerías de longline	Grandes pelágicos oceánicos	(IOTC, 2011, 2010).

CCAMLR	AMP de islas Orcadas del Sur Gran área pelágica al sur de las islas Orcadas del sur (2 bioregiones: barreras de hielo de la antártica y giro de Weddell) 48.2 (Scotia Sea) bioregiones pelágicas 6 y 13. South Orkney Islands y Southern Shelf. De 94.000 km ² .	Designada en 2009 (revisión prevista para el 2014)*	Ecosistema (no una especie en particular)	Protección de la biodiversidad, facilitar el mantenimiento de procesos críticos del ecosistema, y permitir a los científicos un mejor monitoreo de los efectos del cambio climático sobre el océano austral. Esta área es representativa de ambientes y ecosistemas característicos del mar de Scotia. La protección en el área es proporcionada en orden de proveer un sitio de referencia científica, y conservar importantes áreas de forrajeo de predadores, y representativos ejemplos de bioregiones bentónicas y pelágicas.	Es una CCAMLR designada MPA (medida de conservación 91-01), designada bajo el marco general para el establecimiento de AMPs de CCAMLR. Esta AMP contiene dos bioregiones pelágicas, el área de forrajeo de los pingüinos de Adelaida, áreas reproductivas del borde de la plataforma, cordillera submarinas, importantes hábitats bentónicos de la plataforma, y un rango de diferentes condiciones de hielo. La pesca y descarga o disposición de desperdicios desde barcos pesqueros está prohibida.	Grandes pelágicos costeros	(Grant and Trathan, 2011; Petersen et al., 2010)
WCPFC	Dos áreas de alta mar completamente encerradas por la ZEE, y limitadas entre los 10°N y 20°S.	Cerrada desde enero del 2010	Atún de ojo grande	Frenar el esfuerzo pesquero mediante red de cerco, para reducir la mortalidad por pesca del atún de ojo grande. El objetivo general de la Convention on the Conservation and Management of Highly Migratory Fish Stocks in the Western and Central Pacific Ocean, es asegurar mediante el manejo efectivo, la conservación a largo plazo y el uso sustentable de los stocks de peces altamente migratorios sobre el océano Pacífico Central y oeste.	Áreas cerradas a la pesca con cerco mediante medidas de conservación y manejo.	Grandes pelágicos oceánicos	(Aranda et al., 2010; Hanich et al., 2010; WCPFC, 2008).
IATTC	Área del océano Pacífico oriental del 96° al 110°W y entre 4°N al 3°S.	Del 29 de septiembre al 29 de octubre	Atún de ojo grande, atún de aleta amarilla, atún listado	Conservación de los tunidos en el océano pacífico oriental	Cerrado a la pesca de cerco del Atún de ojo grande, atún de aleta amarilla, atún listado.	Grandes pelágicos oceánicos	(IATTC, 2011)
IATTC	Area del	Desde el	Atún de	Conservación de los	Embarcaciones		(IATTC,

	océano Pacífico oriental	2011 la pesquería fue cerrada por 62 días, desde el 29 de julio al 28 de septiembre, o desde el 18 de noviembre al 18 de enero	ojo grande, atún de aleta amarilla, atún listado	tunidos en el océano pacífico oriental	con red de cerco de IATTC con capacidad clase 4 a 6, y embarcaciones con longline mayores a 24 metros.		2011)
IWC	Antártica: al sur de los 40°S entre las longitudes 70°W y 160°W. Océano Índico: se extiende hasta los 55°S. Océano Austral: hasta los 40°S, exceptuando alrededor de Sudamérica, su límite es el 60°S.	Antártica desde 1938 Océano Índico desde 1979 Océano Austral desde 1994 (Santuario del Océano Austral)	Ballenas	Proporcionar la apropiada conservación a los stocks de ballenas, y así hacer posible un ordenado desarrollo de la industria ballenera.		Especies pelágicas altamente móviles	(International Whaling Commission, 2011)
Barcelona Convención (en el área de la GFCM)	Mar de Liguria, aproximadamente 84.000 km cuadrados.	Establecida el 25 de noviembre de 1999	Ecosistemas del Mar Mediterráneo (no una especie en particular)	Para conservar (entre otras cosas) “los componentes de la diversidad biológica en el Mediterráneo, ecosistemas específicos o hábitats de especies en peligro del Mediterráneo, áreas de especial interés para la ciencia, a nivel estético, cultural o educativo” (Art. 8(2))	El Santuario del Pelagos para mamíferos marinos del Mediterráneo. Forma parte del listado de SPAMI “Special Protected Areas of Mediterranean Interest”.	Especies pelágicas altamente móviles (principalmente)	http://www.cetaceanhabitat.org/pelagos.php http://biodiversity-z.org/
OSPAR (Oslo and Paris Conventions) Convención	Seis áreas protegidas, que juntas cubren 286.200 kilómetros cuadrados del Océano Atlántico noreste	Septiembre de 2010		“Proteger y conservar la diversidad biológica del área marítima y ecosistemas que puedan verse afectados por actividades humanas, y restaurar, donde sea posible, áreas marinas que hayan sido afectadas”. Incluyendo todos los tipos de hábitat y especies.			O’Leary et al., 2012

Tabla 15. Estudios que discuten la potencial implementación de AMPs.

Estudios basados en sistemas pelágicos particulares, basados en modelación de las características biológicas y oceanográficas de los sitios de estudio.

Región/País	Especie(s) objetivo	Objetivos	Categoría de especie pelágica (Davies et al., 2012)	Referencia
Costa Sur de Mallorca (NW Mediterráneo)	Peces con larvas plantónicas	Modelación de dispersión larval. Evaluación de factores que determinan el reclutamiento	Pequeños pelágicos oceánicos	(Basterretxea et al., 2012)
Sur de Benguela, Sur de África	Peces pelágicos de importancia económica	Ejemplo teórico de diseño de área que combina conservación pelágica y bentónica	Pequeños pelágicos oceánicos	(Grantham et al., 2011)
Dogger Bank, Sur del Mar del Norte (Reino Unido)	Comunidades pelágicas y bentónicas costa afuera	Conservar, incrementar diversidad de áreas costa afuera	Comunidades pelágicas y bentónicas	(Börger et al., 2014)
Oeste del Océano Indico, AMPs hipotéticas en WIO y Chagos	skipjack tuna	Evaluar efecto de AMPs asociado a distintas estrategias pesqueras como opciones para manejo pesquero	Grandes pelágicos oceánicos	(Dueri and Maury, 2013)

Finalmente, a partir de la revisión de antecedentes vinculada a encontrar ejemplos teóricos-prácticos sobre la viabilidad de áreas marinas protegidas soportada en especies pelágicas, se resalta el trabajo de Grantham et al. (2011), ellos realizan un estudio modelando del sistema oceanográfico acoplado al sistema ecológico/biológico, evaluando los beneficios que significaría para la zona de estudio (Banco de Agulhas en el Ecosistema de la Corriente de Benguela), el diseño, implementación y ejecución de una red de áreas marinas protegidas que proteja a especies claves de importancia pesquera y que a la vez fomente la conservación de la biodiversidad, demostrando a los administradores y legisladores la posibilidad de generar beneficios a nivel ecológico y social.

Para la realización de este estudio Grantham et al. (2011), utilizaron datos de características oceanográficas y sobre algunas especies para mapear las zonas importantes para la conservación (Figura 26). Dentro de los datos utilizados geográficamente definidos para productividad, surgencia costera (2000 – 2006), frecuencia de surgencia, subsidencia y eddies (1993 – 2003), áreas de retención, abundancia de copépodos (1988 – 2001), densidad anual de sardinas y anchovetas (1987 – 2007), especies de importancia para las pesquerías y especies capturadas como captura incidental en maniobras de pesca (1998 – 2005). En base a estos datos se buscó diseñar una serie áreas protegidas que permitieran proteger y conservar zonas para especies de interés; con el objetivo de minimizar los costos de cerrar estas áreas para la industria pesquera, se indicó proteger solo aquellas áreas que presentan las características más estables en el tiempo, evitando de esta manera proteger sitios que presenten alta variabilidad. Finalmente, los autores recomiendan, seleccionar un área que representa al 20% del área total para el resguardo del ecosistema en estudio; concluyendo que es posible generar escenarios de conservación para especies pelágicas utilizando la información que se tiene disponible para el ambiente, siendo posible identificar zonas estables, las que son buenas candidatas para ser decretadas como áreas marinas protegidas pelágicas. Un área marina protegida pelágica es capaz de proteger los recursos pesqueros pelágicos, removiendo el esfuerzo pesquero sobre ellos en determinadas zonas y temporadas, favoreciendo a especies tanto objetivo como no objetivo (by-catch) de las zonas.

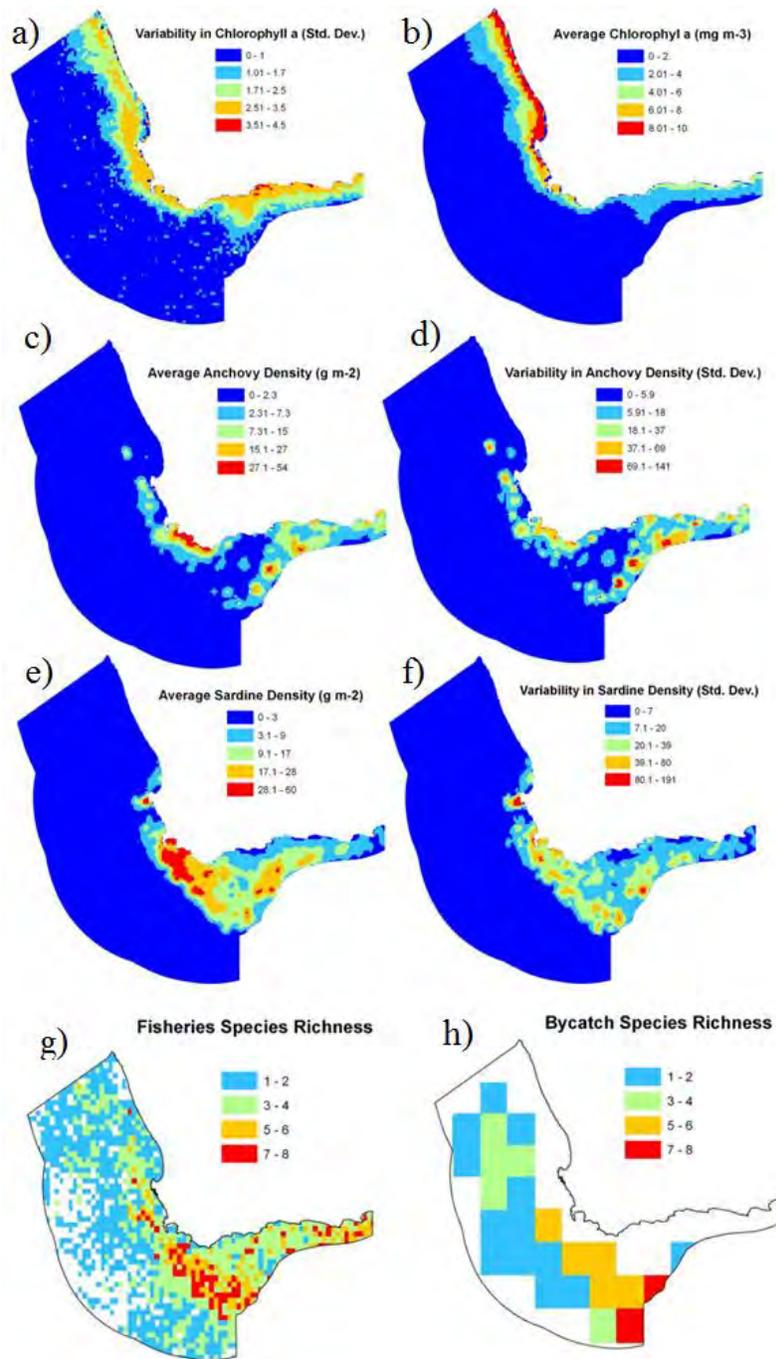


Figura 26. Variables oceanográficas y especies de interés usadas en Grantham et al., (2011)
 Figuras a) y b) presentan características de serie de tiempo de clorofila; c) y d) presentan densidad y variabilidad en la densidad de Anchoveta; e) y f) presentan densidad y variabilidad en la densidad de Sardina; y g) y h) presentan la distribución espacial de índices de riqueza de especies explotadas y especies capturadas incidentalmente.

3.2.RESULTADOS OBJETIVOS 2 y 3:

3.2.1. Modelo hidrodinámico

Las salidas del modelo fueron usadas tanto por el modelo biofísico para efectuar el transporte de las larvas, como para el modelo MARXAN mediante una capa GIS. Para estos propósitos el modelo fue configurado para entregar información sobre las siguientes variables: Velocidad de la Corriente U (e.g. Figura 27) y V (e.g. Figura 28), Temperatura (e.g. Figura 29), Salinidad (e.g. Figura 30) , y Nivel del Mar. Estas variables fueron almacenadas con una frecuencia diaria. Dada la alta resolución espacial, y el tamaño del dominio, los archivos con los valores diarios ocupan 4.6 GB de espacio. Esta información está disponible el servidor de archivos NAS adquirido por el presente proyecto. Para la integración con MARXAN, las salidas del modelo fueron transformadas a un formato ASCII que pueda ser leído por ArcGIS.

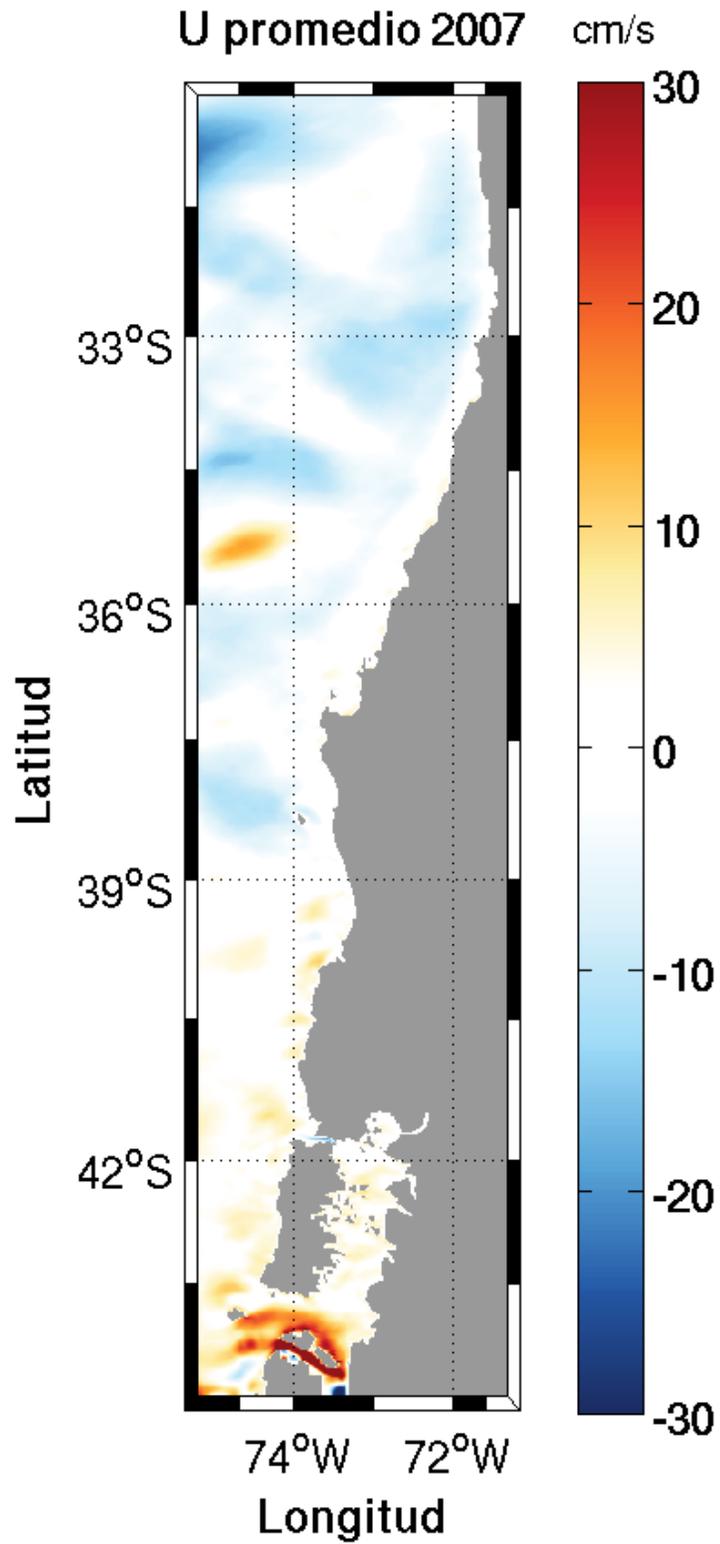


Figura 27. Componente Este-Oeste de la corriente superficial – promedio anual 2007.

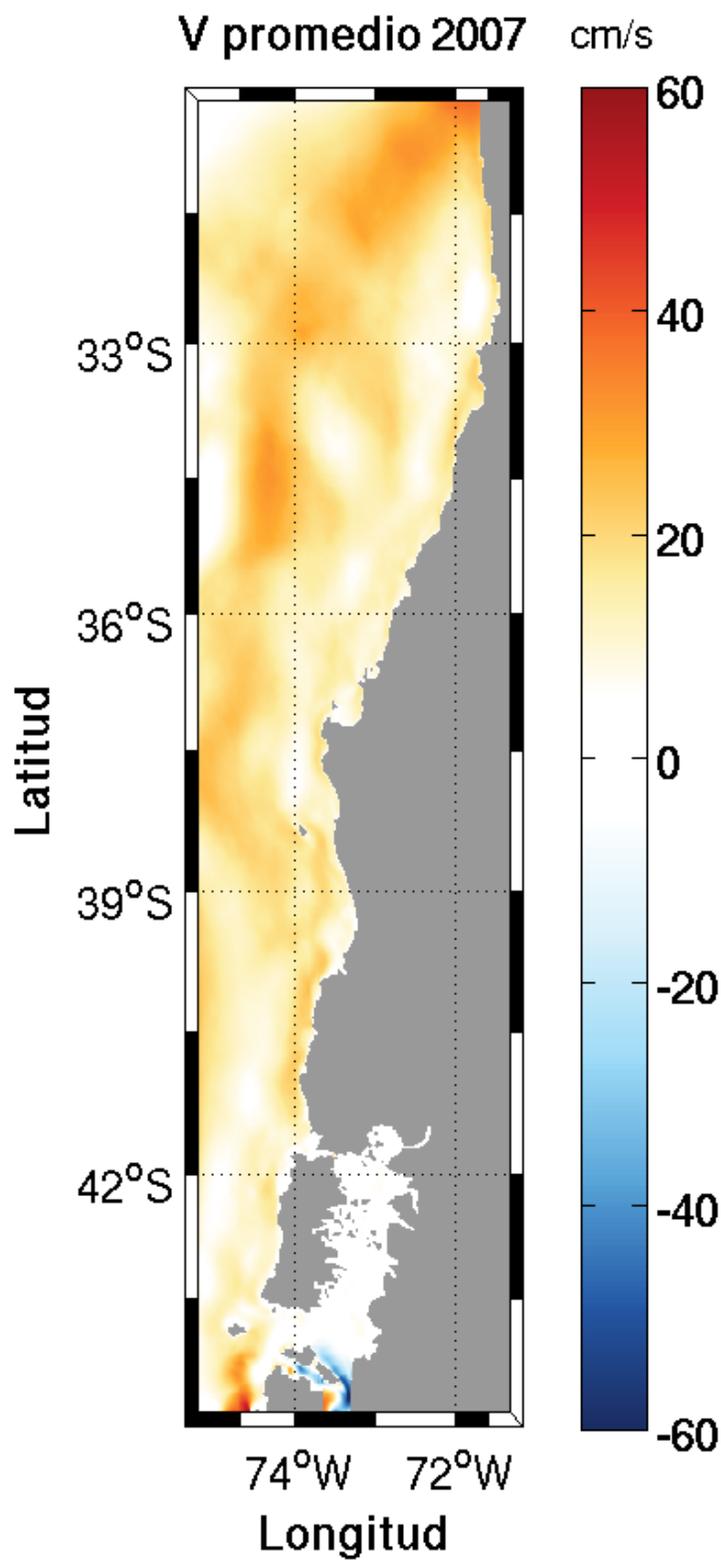


Figura 28. Componente Norte-Sur de la corriente superficial – promedio anual 2007.

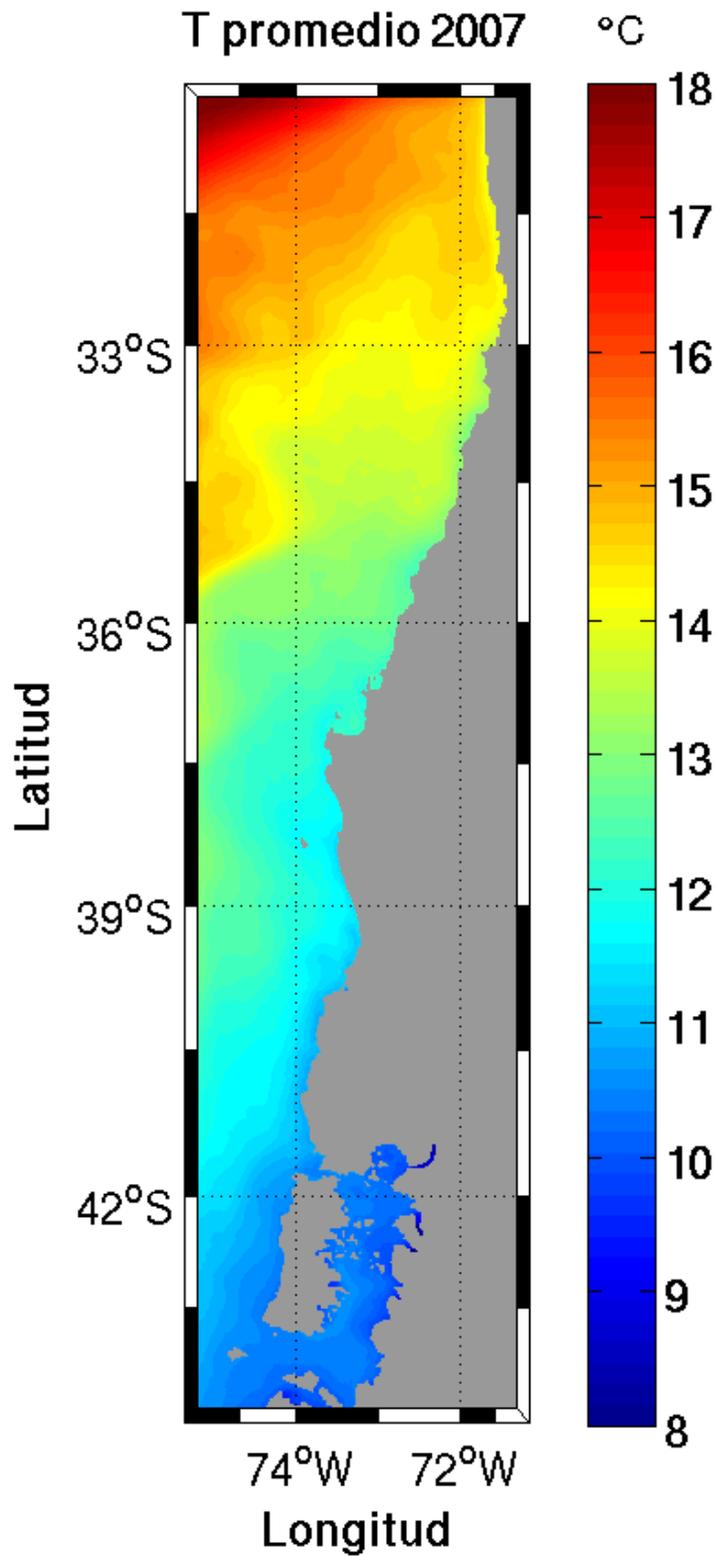


Figura 29. Temperatura Superficial del Mar – promedio anual 2007.

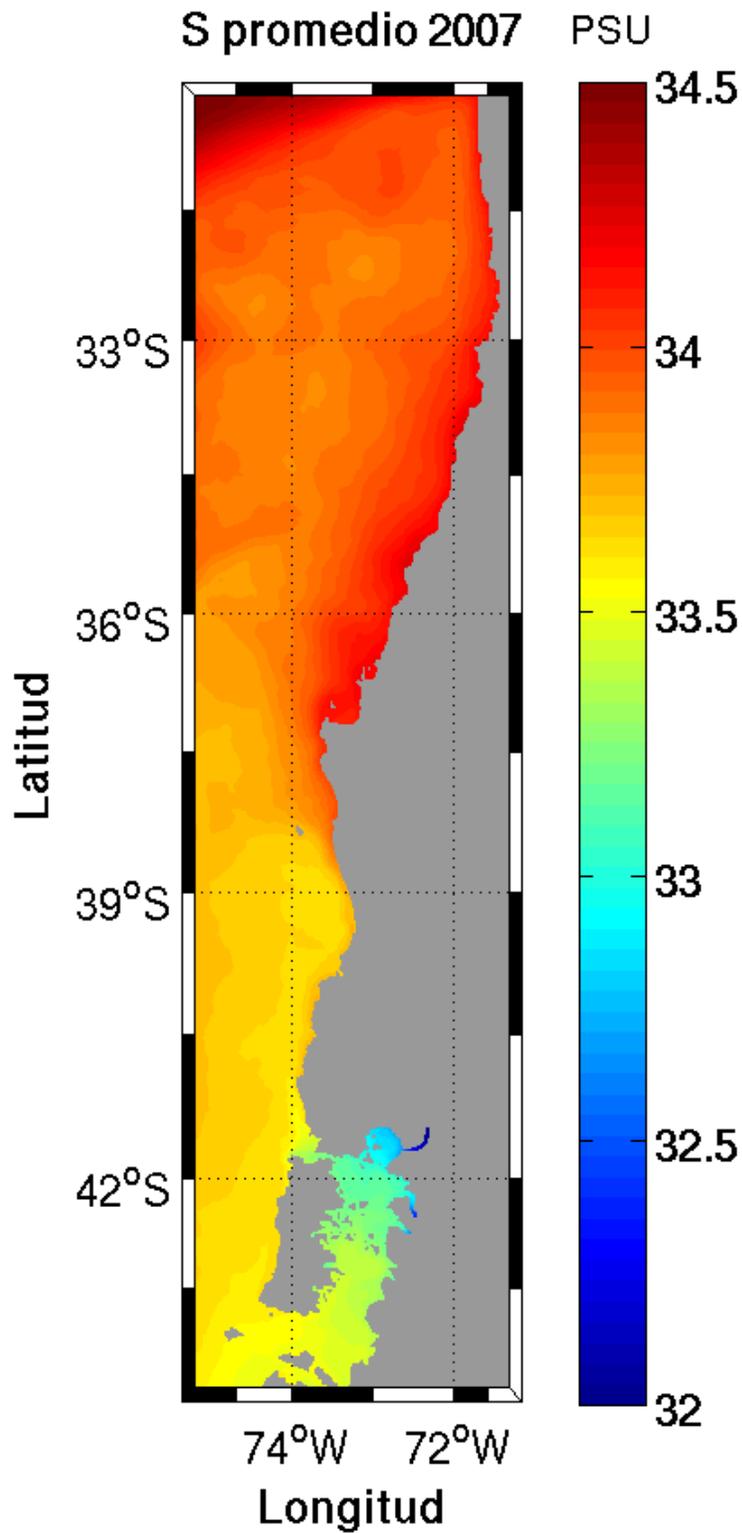


Figura 30. Salinidad Superficial – promedio anual 2007.

3.2.2. Datos oceanográficos (ROMS)

Las salidas del modelo hidrodinámico ROMS (temperatura, salinidad, velocidad y nivel del mar) fueron acopladas al modelo ICHTHYOP. El modelo biofísico posee la estructura espacial de la grilla del modelo hidrodinámico, y es forzado por las variables de estado ambientales a la escala espacial en que éstas han sido almacenadas (diaria). La localización de cada uno de los individuos y sus propiedades son interpoladas en el espacio y en el tiempo. Así, el modelo biofísico genera trayectorias de movimiento de partículas y su evolución en el tiempo. Los individuos modelados son caracterizados por variables de estado a nivel del individuo tales como edad (días), estado, posición (latitud, longitud, profundidad), y estado de sobrevivencia, entre otras. El modelo hidrodinámico fue exitosamente acoplado. En base a la revisión bibliográfica se implementaron los comportamientos biológicos para el modelo y las salidas finales permitieron la obtención de los índices de reclutamiento y sardina. Además, se obtuvieron las distribuciones espaciales de las variables oceanográficas

3.2.3. Modelación biofísica

La configuración en detalle de los sub-modelos que componen la estructura del modelo biofísico se detallan a continuación.

3.2.3.1. *Submodelo de movimiento por estadio*

En relación al movimiento horizontal, las partículas fueron seguidas en el tiempo usando una aproximación “Euler Forward” y con un paso de tiempo de 20 segundos. El seguimiento de cada partícula se realiza utilizando las componentes zonal (u) y meridional (v) de la velocidad extraídas del modelo hidrodinámico. El objetivo de un estudio basado en modelación es recrear todos los procesos involucrados de la forma más realista posible. Lamentablemente, muchas veces esto no puede llevarse a cabo por la falta de datos *in situ*. En relación al movimiento vertical de huevos y larvas de sardina común, la información es escasa o de muy baja resolución vertical, por lo que no fueron modelados el efecto de la boyantes y migración vertical (MV). En el sub-modelo de la anchoveta si se incorporan el

efecto de la boyantes y MV de las larvas, información que fue inferida de especies congénéricas como *Engraulis encrasicolus* (para MV) y *Engraulis capensis* (para boyantez). Larvas de *Engraulis encrasicolus* comienzan a tener un patrón definido de MV cuando los individuos alcanzan los 10 mm de longitud y pueden alcanzar los 50 metros de profundidad (Ospina-Alvarez et al., 2012). En base a esta información, el comportamiento vertical para la larvas de anchoveta fue configurado como una migración diurna nictimeral en donde los individuos >10 mm ascienden durante las horas de noche y descienden en las horas de día (hasta los 50 m). Por otra parte, el esquema de boyantez sólo opera en el estadio de huevo y fue basado en el modelo configurado para *Engraulis capensis* en Parada et al., (2003). A pesar que la densidad de los huevos de anchoveta cambia con cada estadio que experimenta, esta información no está disponible para la anchoveta de la zona centro-sur de Chile. Por lo tanto, se utilizó una simplificación del esquema de boyantes, asumiendo una densidad fija durante el desarrollo de huevo. Esta densidad varía para cada partícula, entre el rango de 1021 a 1027 gcm^{-3} de manera aleatoria.

3.2.3.2. *Sub-modelo de distribución espacial del desove*

Para la configuración de este modelo, se generaron celdas discretas que fueron utilizadas como áreas de siembra de los huevos. Para ello, mediante una rutina desarrollada en el software Matlab, el dominio del modelo hijo de ROMS se subdividió en zonas de igual área (2x2 km) y se obtuvieron las coordenadas geográficas (longitud y latitud) de los vértices de las nuevas celdas discretizadas. Una vez generadas las celdas, se utilizó la data de los cruceros FIP de distribución de huevos de sardina y anchoveta (latitud, longitud, densidad de huevos cada año), integrando espacialmente la información de densidad de huevos (> 0) a la escala de las nuevas celdas generadas. Este proceso fue realizado para cada año, obteniendo la distribución espacial del desove de los huevos mostrados en las Figura 31 y Figura 32 para anchoveta y sardina común respectivamente. En cuanto a la componente vertical del desove, la liberación de los huevos de sardina común fue a los primeros 60 de profundidad al inicializar el modelo. Posteriormente, las partículas son advectadas dentro de la columna de agua.

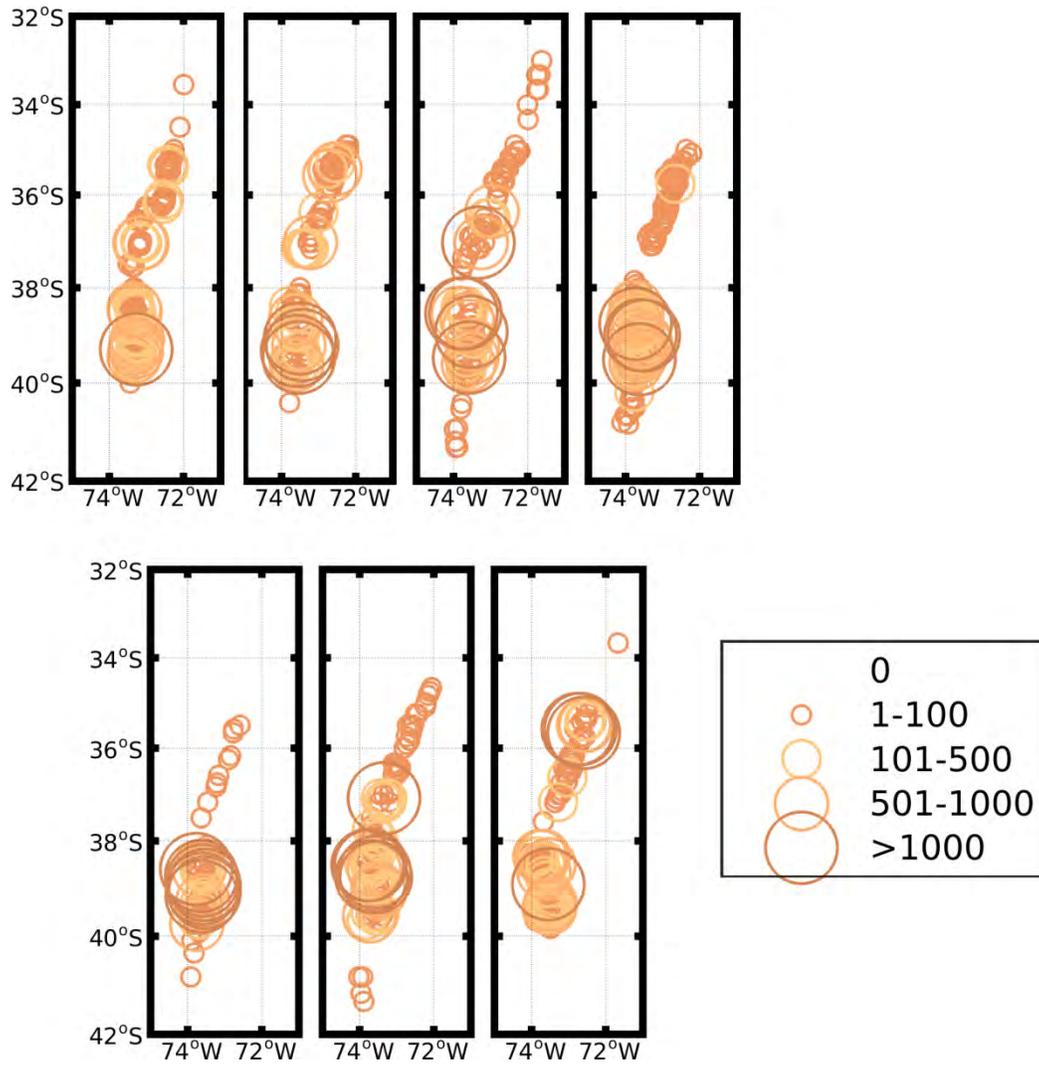


Figura 31. Distribución espacial de huevos de anchoveta discretizado en celdas de 2x2 km.

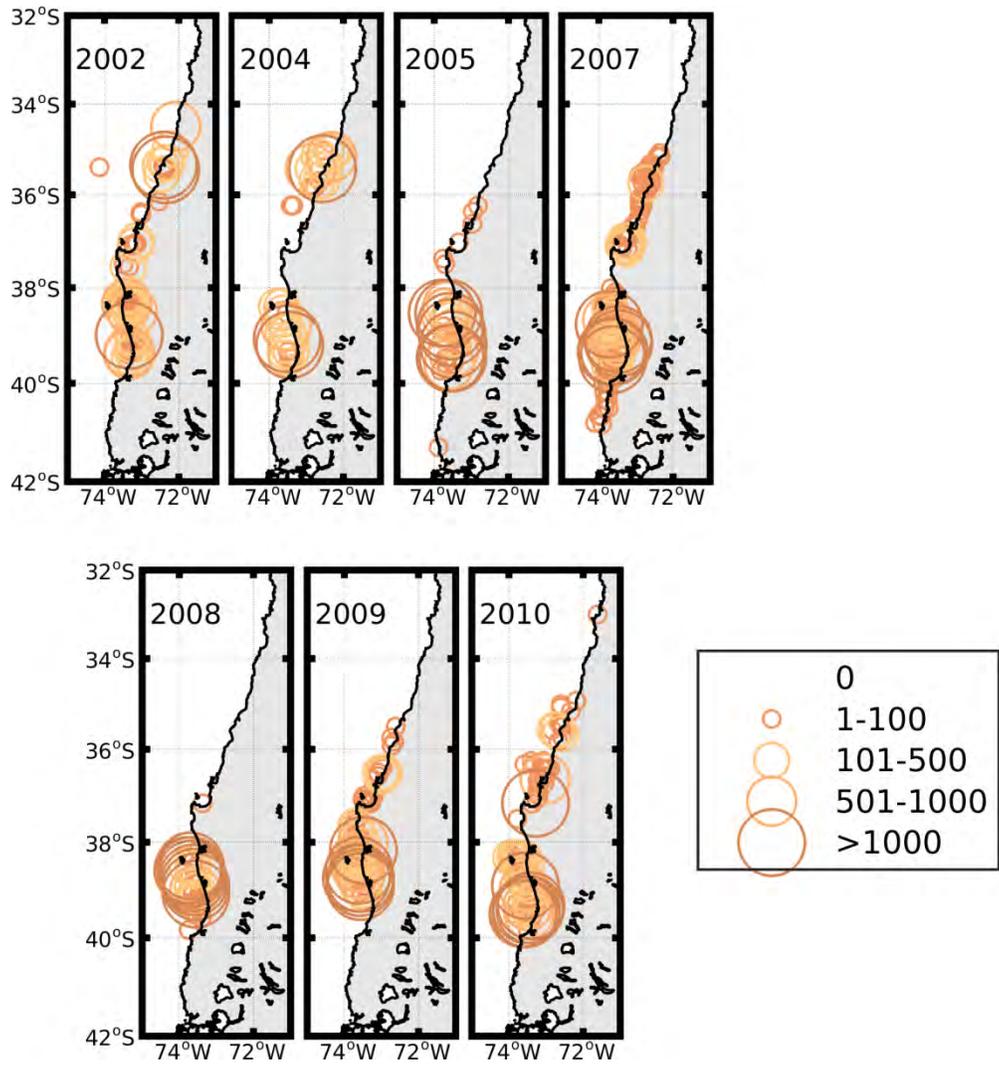


Figura 32. Distribución espacial de huevos de sardina discretizado en celdas de 2x2 km.

3.2.3.3. *Condiciones espaciales promedio*

Para los años en que los cruceros FIP del stock desovante no se desarrollaron, se requiere utilizar un criterio para definir las condiciones iniciales espaciales para estos años. El criterio utilizado corresponde a la integración de la información correspondiente a todos los años en su conjunto.

3.2.3.4. *Sub-modelo de sincronización del desove y abundancia*

Para ambas especies, la información del IGS se organizó en una serie de tiempo integrada a escala semanal desde el año 2001 al 2011. La base de datos de IFOP presenta vacíos temporales, en donde no se realizó muestreo. Para rellenar esa información, se realizó una interpolación lineal. Una vez obtenida una serie de tiempo sin brechas, la serie completa (2001-2011) de IGS fue normalizada con valores que fluctuaron entre 0 y 1. Desde ésta serie se aislaron individualmente los máximos reproductivos para cada año y cada especie (Figura 33). Las fechas de liberación de las partículas fueron escogidas en función del máximo del desove en cada año. En este estudio solo se generó un pulso de desove por simulación.

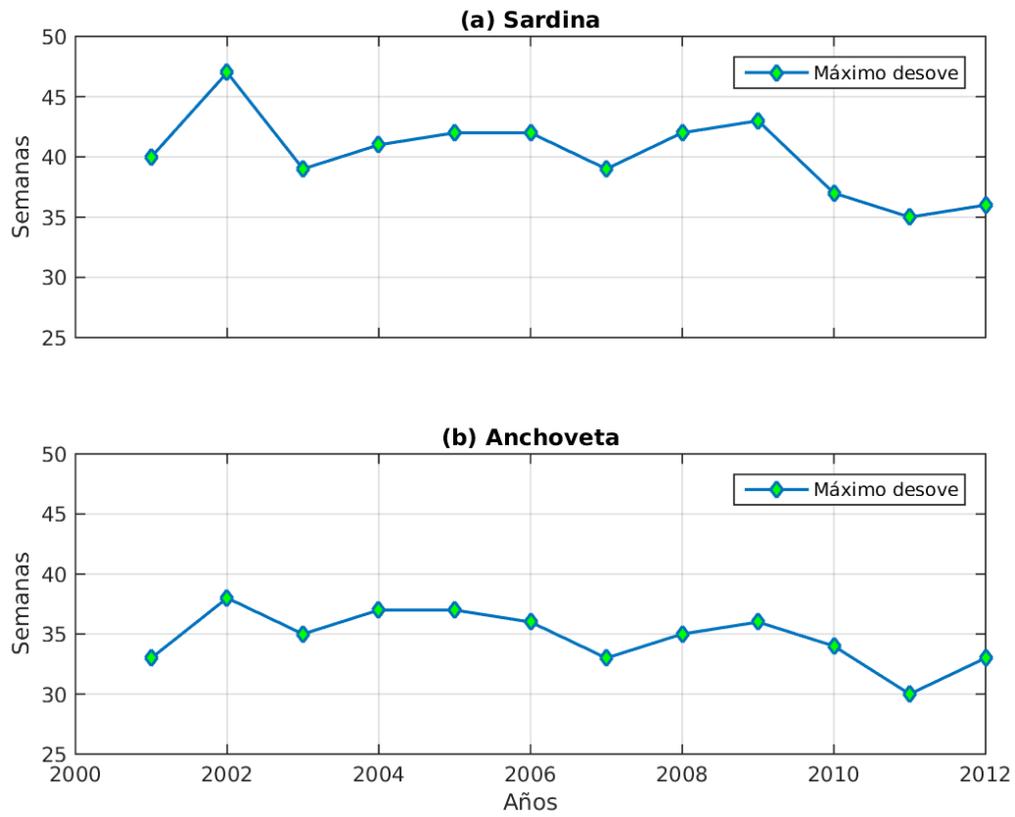


Figura 33. Máximos desoves, basados en los IGS de (a) sardina común y (b) anchoveta.

3.2.4. Índices biofísicos a partir de las simulaciones

3.2.4.1. *Índices de pre-reclutamiento espacial*

A partir de las simulaciones realizadas en base a condiciones temporales y espaciales promedio del desove se obtuvieron índices espaciales de reclutamiento en toda la zona de estudio para el período 2001 al 2011 para la sardina común (Figura 34) y anchoveta (Figura 35) basadas en condiciones de desove tanto realistas como promedio, dependiendo de la información de distribución de huevos de los cruceros FIP disponibles.

Las simulaciones de sardina muestran una alta proyección de las zonas de pre-reclutamiento hacia el oeste del dominio, presentando una mayor advección costa afuera de las larvas, comparado con las simulaciones de anchoveta. Las simulaciones de anchoveta presentan un desplazamiento meridional más amplio que la sardina común. En la mayoría de las simulaciones, los pre-reclutas de anchoveta sobrepasan los 36°S hacia el norte y hacia el sur llegan (excepcionalmente) hasta el mar interior de Chiloé (año 2002), donde se produce una alta retención. En cambio, la mayoría de los pre-reclutas de las simulaciones de sardina común se mantienen entre los 36°S y 40°S. En ambas especies se repite la alta retención desde la Isla Mocha a Corral y en menor grado en el Golfo de Arauco.

Con respecto a las simulaciones basadas en condiciones promedio (2001, 2003, 2006, 2011), la anchoveta muestra una baja variabilidad en la proyección de las zonas de pre-reclutamiento, a diferencia de las simulaciones de sardina común que presentan patrones distintivos a pesar de tener las mismas condiciones iniciales en los años mencionados.

Se observa un claro patrón de transporte, especialmente para la anchoveta, desde la zona de Isla Mocha a Corral hacia el sur. Mientras las partículas liberadas al norte del Punta Lavapié tienen una advección predominante hacia el norte del dominio. Las simulaciones de sardina común muestran una mayor pérdida advectiva en toda la zona de estudio. La intensidad de la pérdida varía en cada año, siendo más débil (hay mayor retención) en los años 2003, 2004, 2009 y 2011, la retención depende de la intensidad y dirección de las corrientes forzadas por el viento.

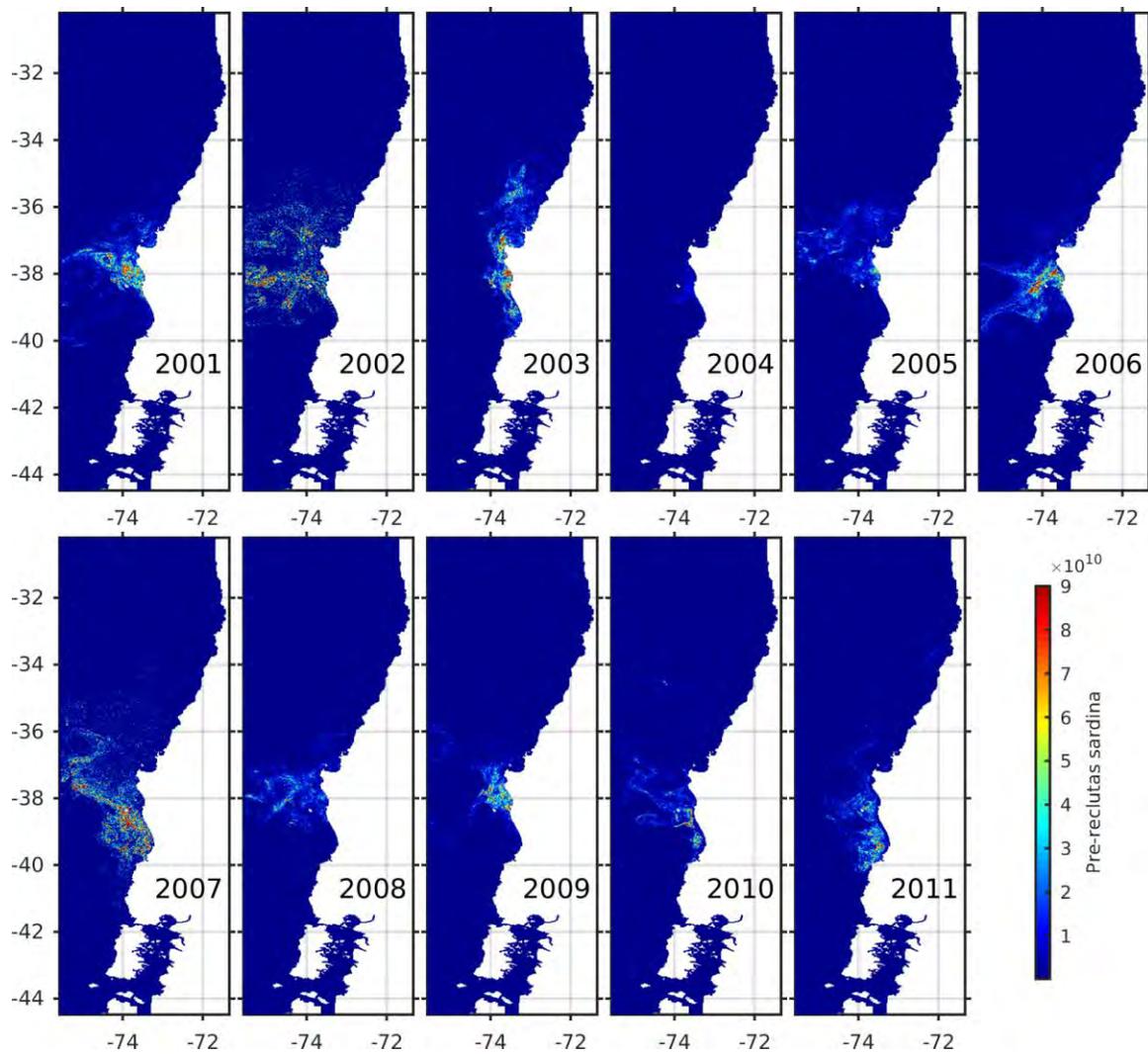


Figura 34. Distribución espacial de los pre-reclutas de sardina desde el año 2001 a 2011.

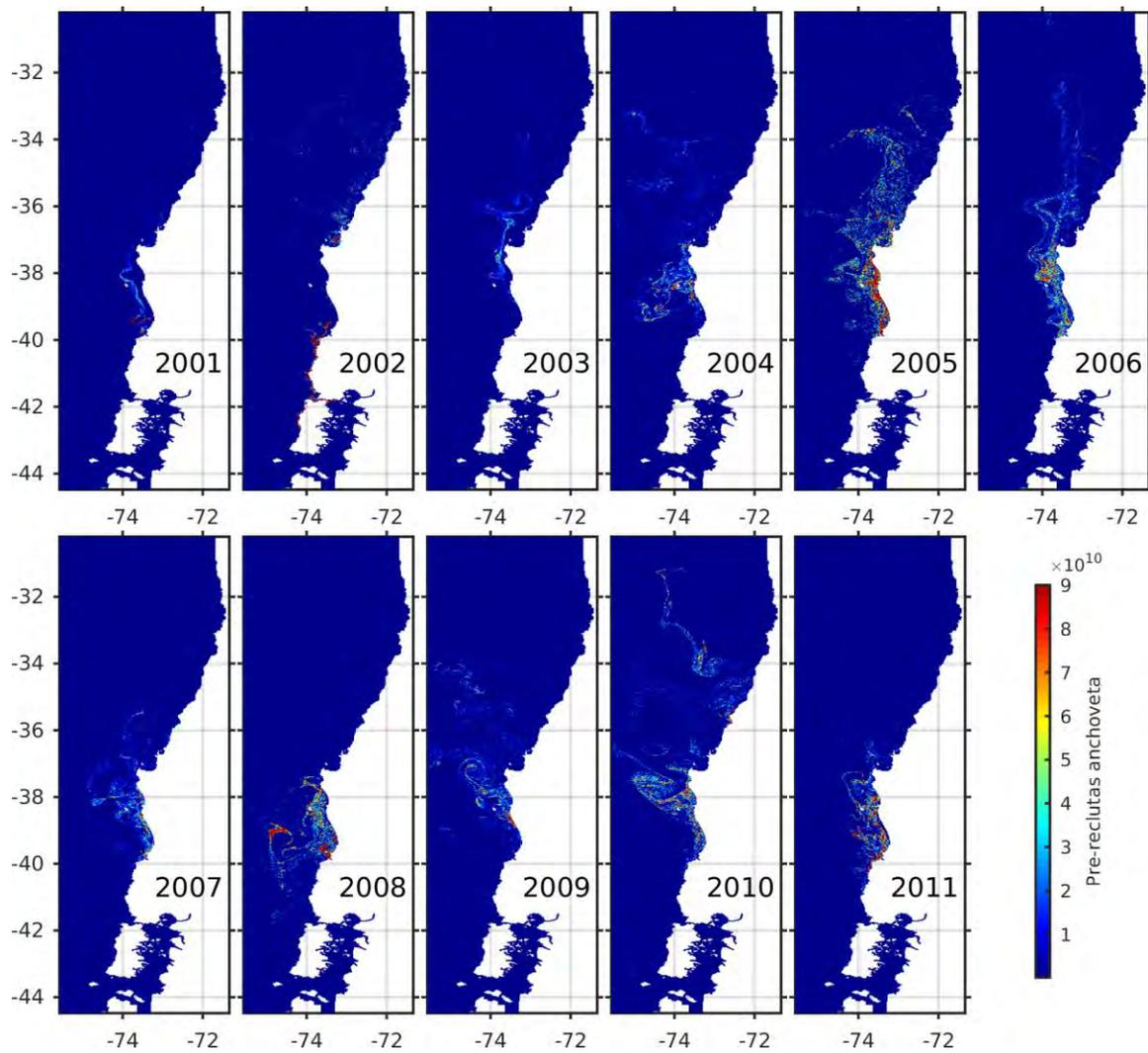


Figura 35. Distribución espacial de los pre-reclutas de anchoveta desde el año 2001 a 2011.

3.2.4.2. Índices de retención

Con las salidas del modelo biofísico se calculó el porcentaje de retención de cada año para cada especie a la misma resolución que el índice de reclutamiento espacial, es decir, a 2 km. Los resultados mostraron una retención 0 en cada año para cada especie. Esto significa que la retención no se presenta a una escala tan fina o que el modelo no es capaz de resolver bien este indicador a esa resolución. Se hicieron pruebas con resoluciones espaciales más gruesas, a 2, 5, 10, 15, 30, 50 y 100 km para establecer a qué resolución trabajar las celdas para procesar la retención. El gráfico de la Figura 36 indica el porcentaje promedio de celdas (con respecto a las celdas que presentan desove) que presentaron retención en las resoluciones mencionadas. En celdas de 30x30 km la retención es mayor al 20%, es decir, en promedio, el 20% de las celdas que presentan desove mantienen larvas en la mismas celdas después de un mes de simulación. Debido a la baja resolución que tendría el índice de retención (>20 km) y que no presentaría la misma escala espacial que el reclutamiento y no permite dar información acerca de lo que pasa entre la costa y la milla 5, se decidió no incluir el índice de retención en MARXAN.

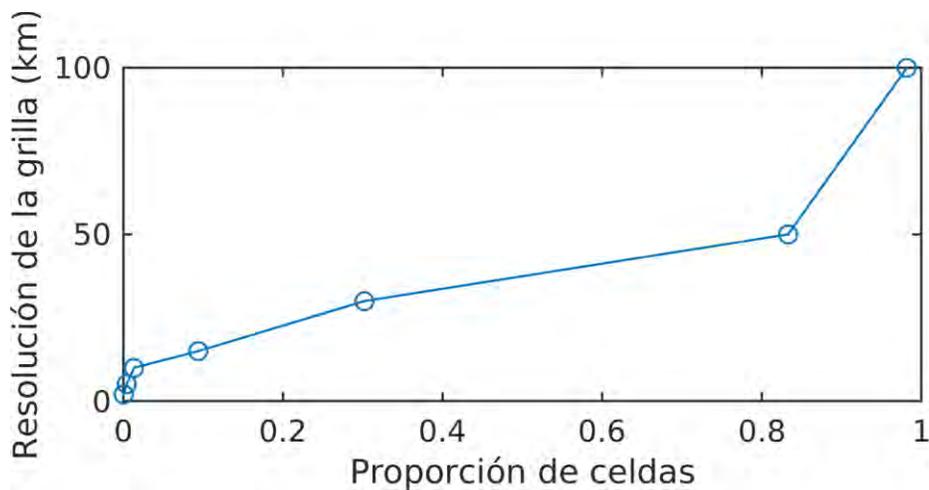


Figura 36. Proporción de celdas con retención en función de diferentes resoluciones de grilla.

3.2.5. Condiciones oceanográficas en el período 2001-2011

Mediante las salidas del modelo hidrodinámico de 2 km de resolución espacial, se analizaron las condiciones oceanográficas, en el período 2001-2011 en la zona centro-sur de Chile, de variables relevantes en la retención y reclutamiento de las especies anchoveta y sardina común. Se analizaron los patrones espaciales de las variables temperatura, energía cinética, número de remolinos de mesoscala y transporte de Ekman. La información de las variables oceanográficas integradas en MARXAN fueron campos anuales promedios de éstas.

3.2.5.1. *Temperatura*

Se llevó a cabo el análisis a escala estacional (no mostrado) y anual de la variable temperatura. En la Figura 37 se muestran los patrones espaciales de la temperatura anual entre los primeros 30 metros de profundidad desde el año 2001 al 2011. Se observa claramente el incremento latitudinal de la temperatura hacia el norte para cada año, presentando los valores más altos hacia el noroeste del dominio. Los valores oscilan entre los 8°C y 20°C. A lo largo de toda la costa se mantienen las aguas más frías, debido a la surgencia costera presente en la región, presentan un gradiente zonal desde la costa hacia el océano. Las zonas de desove de los huevos de las especies, presentan temperaturas promedio que oscilan entre los 12 y 14 °C. Se observa la diferencia entre la zona norte a Punta Lavapié y la zona sur a Punta Lavapié, la primera presenta mayores valores de temperatura que la segunda zona, condición que estaría afectando el crecimiento (función de la temperatura) de los huevos y las larvas, es decir los individuos presentarían crecimientos diferenciales hacia el norte y sur de los 37°S.

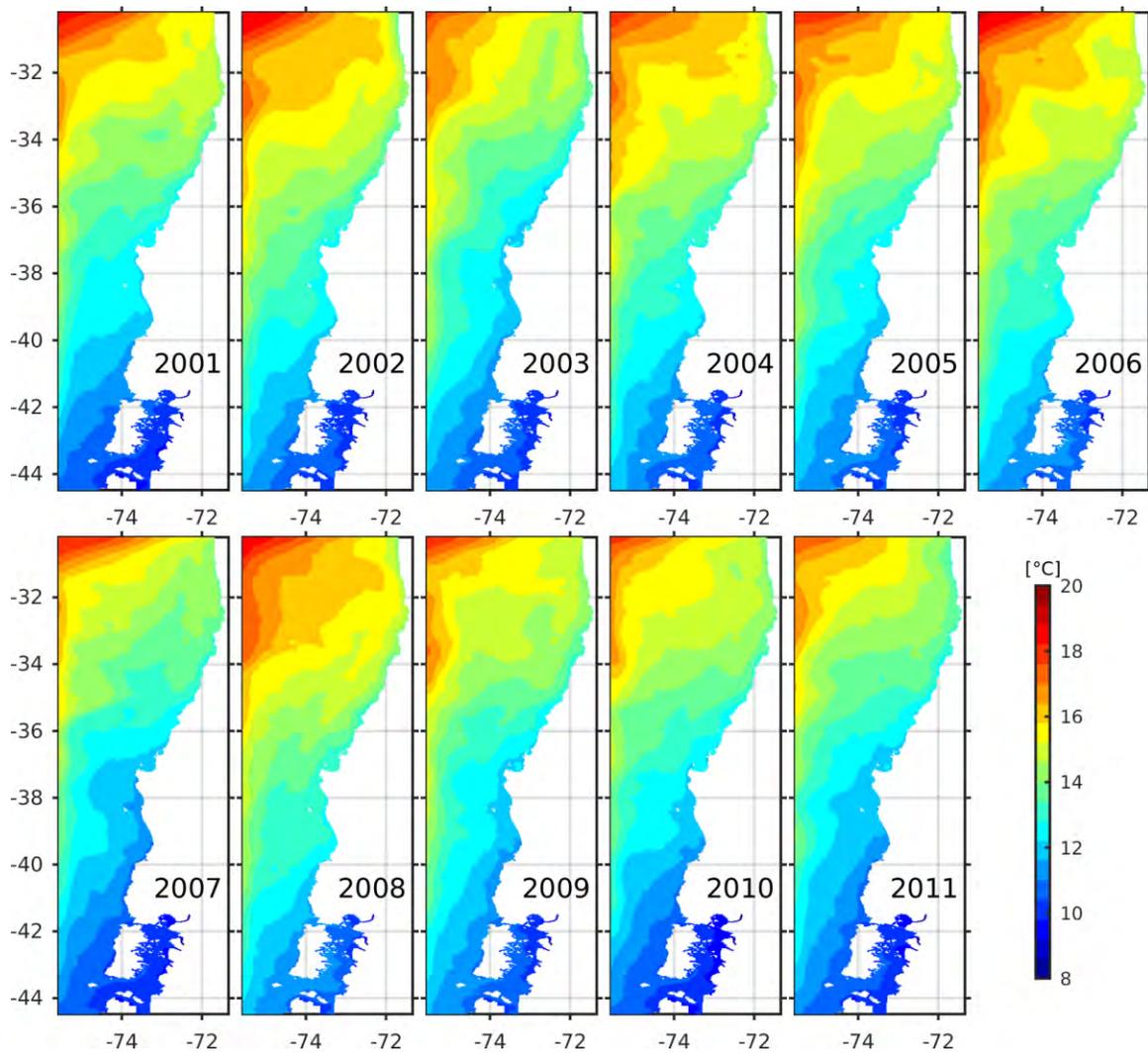


Figura 37. Campos espaciales de la distribución de temperatura en los primeros 30 m de profundidad.

3.2.5.2. *Transporte de Ekman*

El transporte de Ekman es un óptimo indicador de la intensidad de la surgencia costera inducida por el viento. Con la información satelital de QuickSCAT, a una resolución espacial de 0.25° , se obtuvo la información del viento para calcular el transporte de Ekman. Esta variable se calculó para evaluar el efecto de la surgencia costera en la agregación y dispersión de partículas en la zona centro-sur de Chile. Mientras mayor es el transporte de Ekman fuera de la costa, se presentará mayor advección de los individuos. El transporte de Ekman, en respuesta a los vientos, juega un rol fundamental en la circulación oceánica de gran escala. Los resultados del transporte de Ekman a escala anual se muestran en la Figura 38. El patrón general del dominio, muestra un fuerte transporte de Ekman fuera de la costa al norte de los 37°S . Entre los 37°S y 40°S se presentan valores mínimos de transporte de Ekman, alcanzando valores nulos. De los 40°S hacia el sur se presenta un transporte de Ekman hacia la costa. Los años 2005, 2007, 2008 y 2011 presentan un transporte más bajo a lo largo de la costa, especialmente al norte de los 37°S , permitiendo que el reclutamiento presente altos niveles de retención en dicha zona, especialmente la anchoveta (Figura 35).

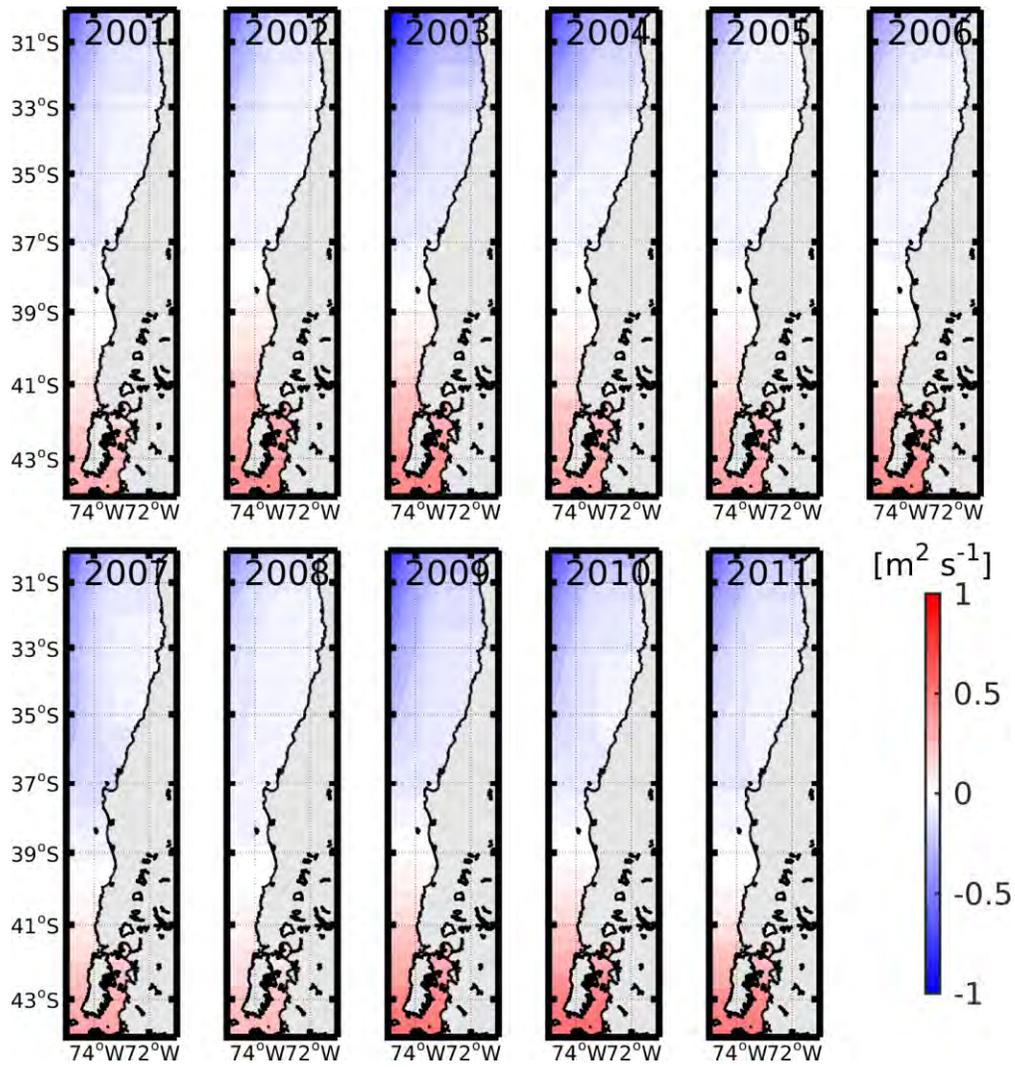


Figura 38. Distribución espacial del campo anual del transporte de Ekman
 Campo anual para los años 2001 a 2011.

3.2.5.3. *Número de remolinos*

Un algoritmo de detección automatizado, que combina un método físico y geométrico, se aplicó con una frecuencia diaria sobre las salidas del modelo hidrodinámico. Posteriormente, el número de remolinos en cada grilla a escala diaria fue promediado a escala estacional y anual. La distribución espacial de la cantidad de remolinos por punto de grilla para los años 2001- 2011 se muestra en la Figura 39. Se aprecian altas concentraciones de remolinos (colores más cálidos) hacia el noroeste del dominio. Este patrón espacial coincide, cualitativamente, con estudios basados en altimetría satelital (Chaigneau and Pizarro, 2005). La zona con mayor número de remolinos corresponde a la parte este de la Zona de Transición Costera (ZTC), región que se extiende desde la costa hasta ~600 – 800 km mar adentro entre las latitudes ~30°– 38°S (Hormazabal et al., 2004), caracterizada justamente por una alta presencia de remolinos. A lo largo de la costa, el número de remolinos es bajo, casi nulo. Probablemente el algoritmo es incapaz de detectar remolinos en ese lugar, por la compleja dinámica presente (filamentos, meandros, corrientes) o por la dimensión espacial de las estructuras costeras (submesoscala) que no es resuelto por el algoritmo. Los remolinos de mesoscala son capaces de transporte propiedades físicas, químicas y biológicas, así como transportar y perturbar las trayectoria de larvas y huevos. Esto hace que lugares con más remolinos afecten la distribución y retención larval. Al igual que en las variables anteriores, el número de remolinos al norte y al sur de los 37°S es diferente. Punta Lavapié y el Golfo de Arauco presentan mayor cantidad de remolinos comparado la zona costera comprendida entre Isla Mocha y Punta Lavapié, permitiendo mayor retención en dicha zona.

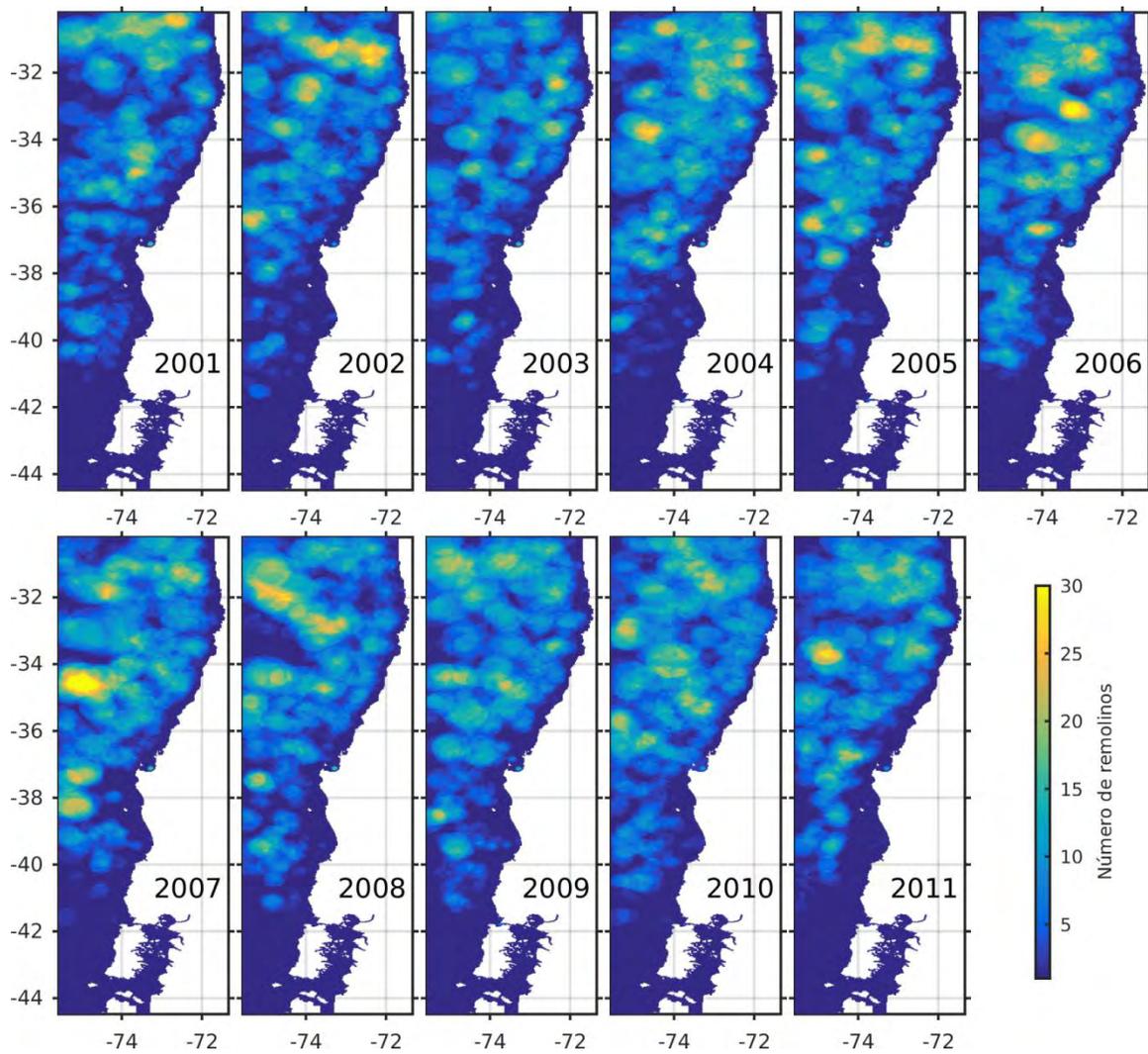


Figura 39. Distribución espacial de la cantidad de remolinos por celda a escala anual para el período 2001-2011.

3.2.5.4. *Energía cinética*

Con las anomalías del nivel de mar obtenidas del modelo hidrodinámico, se calculó la EKE a escala diaria, información que posteriormente se promedió a escala mensual y anual. La Figura 40 muestra la variabilidad interanual de la EKE promedio sobre la zona de estudio entre los años 2001-2011. El patrón general presente en todos los años, muestra la EKE aumentando de este a oeste. Se observa que a lo largo de la costa, al sur de los 34°S, la EKE presenta valores bajos, cercanos a cero. La zona de Punta Lavapié presenta valores más altos en todos los años. Generando una diferencia de esta variable entre el Golfo de Arauco y la zona comprendida entre Isla Mocha y Corral. Esta última zona ha sido documentada como una alta zona retensiva que podría estar siendo modelada por esta baja energía cinética. Al igual que en la variable número de remolinos, la EKE presentan valores altos en la zona de Punta Lavapié, esta zona ha sido documentada como una zona de generación de remolinos de mesoscala (Leth and Middleton, 2004). Se aprecia la diferencia meridional al norte y al sur de los 37°S, la zona norte presenta valores más altos que la zona sur, alcanzando valores de $300\text{m}^2/\text{cm}^2$ y a medida que avanzamos al sur, los valores van disminuyendo. La zona de colores mas intensos, corresponde a la parte oriental de la ZTC.

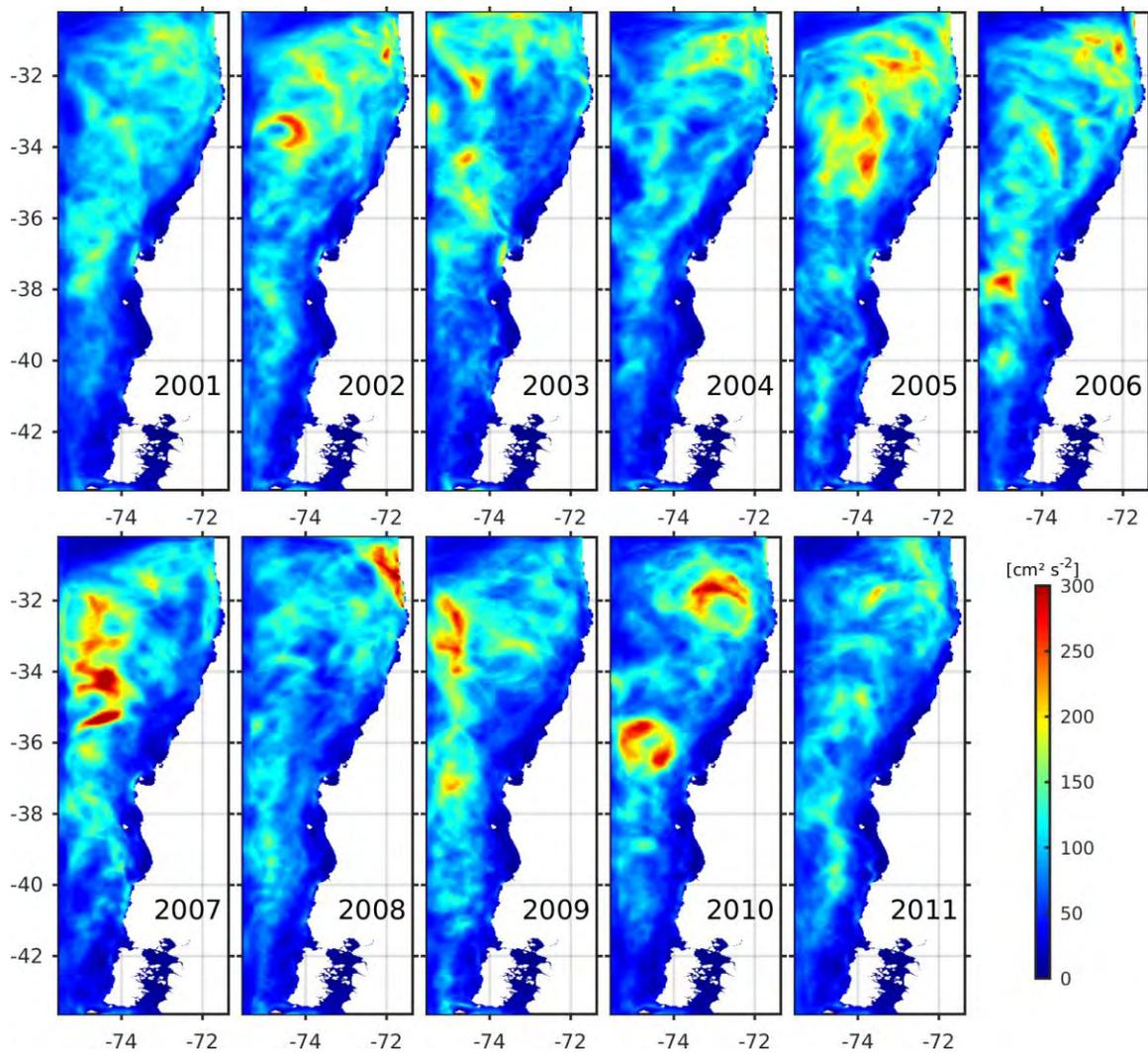


Figura 40. Distribución espacial a escala anual de la EKE en el período 2001 a 2011.

3.2.6. Patrones promedio de distribución por grupos de talla por especie

Las mayores concentraciones promedio de juveniles de sardina fueron encontradas alrededor de Isla Santa María, abarcando el área comprendida entre los 36.5 (Coliumo) y los 37.7°S (Lebu) (Figura 41). Algunos focos locales de alta densidad de juveniles, de menor tamaño, relativamente discontinuos y eminentemente costeros fueron identificados hacia el norte y hacia el sur de esta área, alcanzando hasta los 34.4°S por el norte (Pichilemu) y los 39.5°S (Queule). Los reclutas de sardina, por su parte, evidenciaron un patrón de distribución muy similar, pero en menores densidades que el observado en los juveniles, destacando nuevamente un área de mayor concentración entre Coliumo y Lebu, y otro en la zona costera ubicada entre Tirúa (38.5°S) y Queule (Figura 41). Los mayores concentraciones promedio de adultos de sardina se localizaron en torno a estas mismas dos áreas, principalmente en la última de ellas (Tirua-Queule).

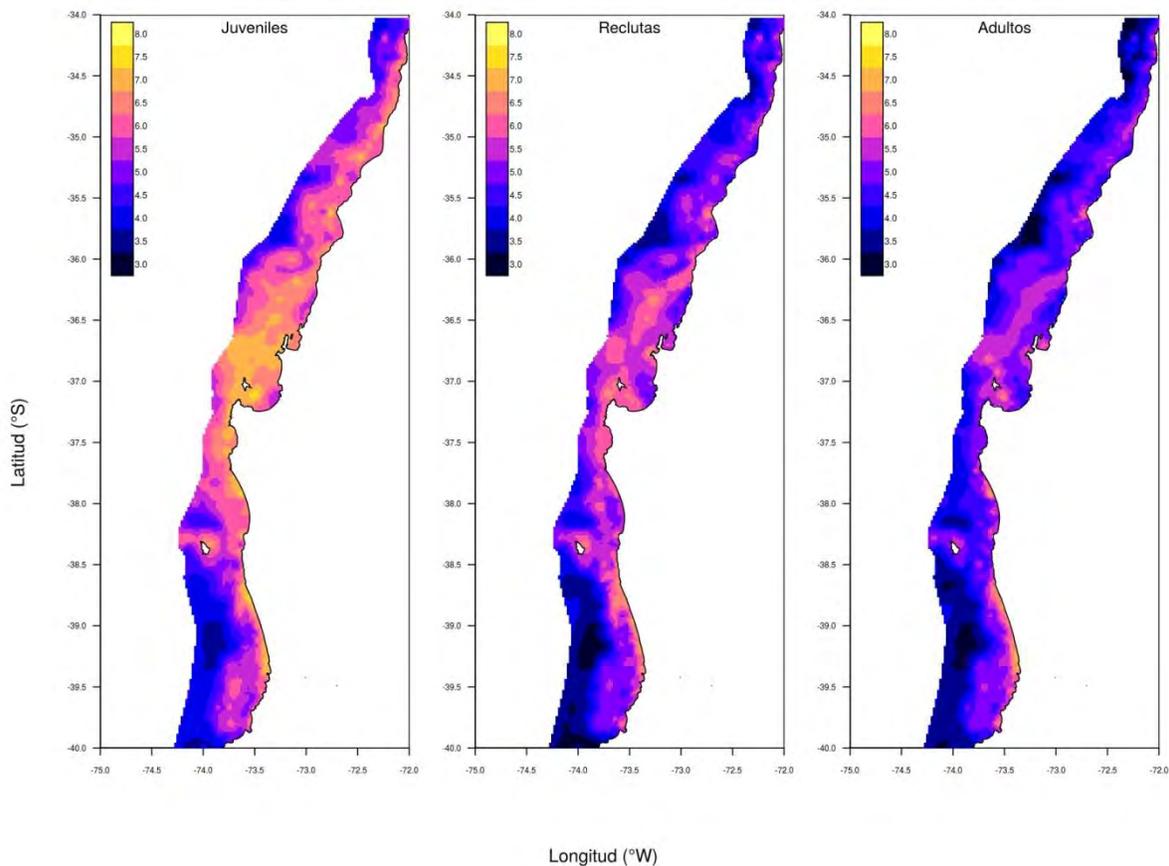


Figura 41. Densidad relativa de juveniles, reclutas y adultos de sardina común.

Valores interpolados y promediados para los años 2001-2015 a partir de los datos generados por los cruceros hidroacústicos RECLAS, conducidos cada enero por el Instituto de Fomento Pesquero. Valores referenciales en escala logarítmica \log_{10} (individuos/km²)

El caso de anchoveta, se identificaron dos zonas principales de concentración de juveniles, relativamente discretas y separadas (Figura 42). La primera de ellas ubicada en la zona costera situada entre Constitución y Pelluhue (35.1-35.7°S), y la segunda, también muy costera, entre Tirua y Corral (38.5-39.8°S). Mientras que la distribución promedio de reclutas mostró un patrón muy similar al de los juveniles, no ocurrió lo mismo con la distribución promedio de los adultos de anchoveta. Este grupo se concentró fuertemente en la segunda área de concentración Tirua-Corral, mostrando una fuerte reducción de los valores de densidad en todas las celdas ubicadas en el área norte.

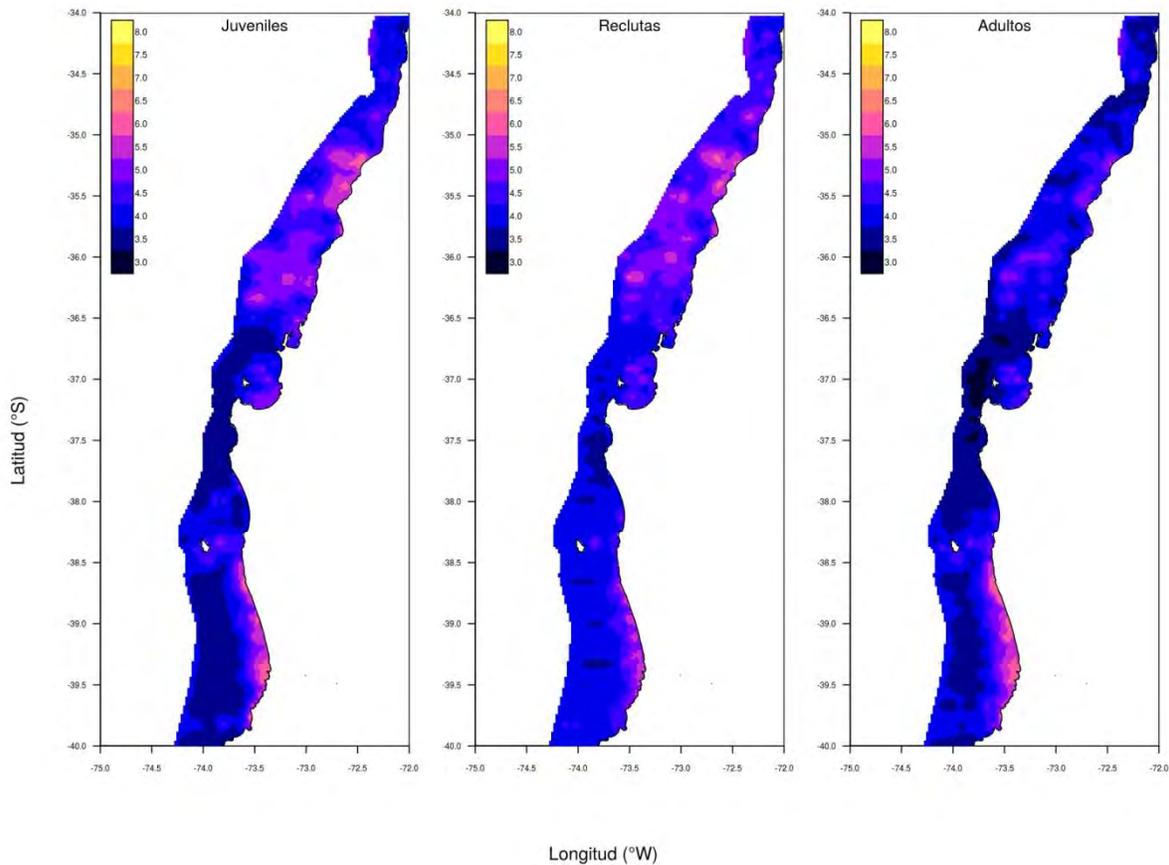


Figura 42. Densidad relativa de juveniles, reclutas y adultos de anchoveta.

Valores interpolados y promediados para los años 2001-2015 a partir de los datos generados por los cruceros hidroacústicos RECLAS, conducidos cada enero por el Instituto de Fomento Pesquero. Valores referenciales en escala logarítmica $\log_{10}(\text{individuos}/\text{km}^2)$

3.2.7. Variabilidad inter-anual de la distribución de juveniles por especie.

Los patrones de distribución de juveniles de sardina presentaron gran variabilidad interanual, sin evidencia de tendencias temporales en el posicionamiento latitudinal de las áreas de mayor densidad (Figura 43). De esta manera, las importancias relativas de las áreas ubicadas al norte y al sur de la Isla Santa María fluctuaron notablemente entre años. Con todo, es posible identificar dos áreas recurrentes de alta densidad, la primera ubicada inmediatamente al norte de esta misma isla, entre los 36 y 37°S y la segunda, ubicada desde el sur de Tirua y Corral (38.5-39.8°S).

La variabilidad inter-anual de los patrones de distribución de juveniles anchoveta fue incluso mayor que los observados para juveniles de sardina. De esta manera, fue posible observar años de muy baja abundancia de juveniles de anchoveta en los años 2001, 2011 y 2012 (Figura 44). Dentro de esta variabilidad, fue posible identificar un área norte caracterizada por altas densidades en la mayoría de los años, situada al norte de Coliumo (36.5°S), y un área sur, ubicada al sur de Tirua, donde la presencia de eventos de alta densidad de juveniles fue mucho más intermitente.

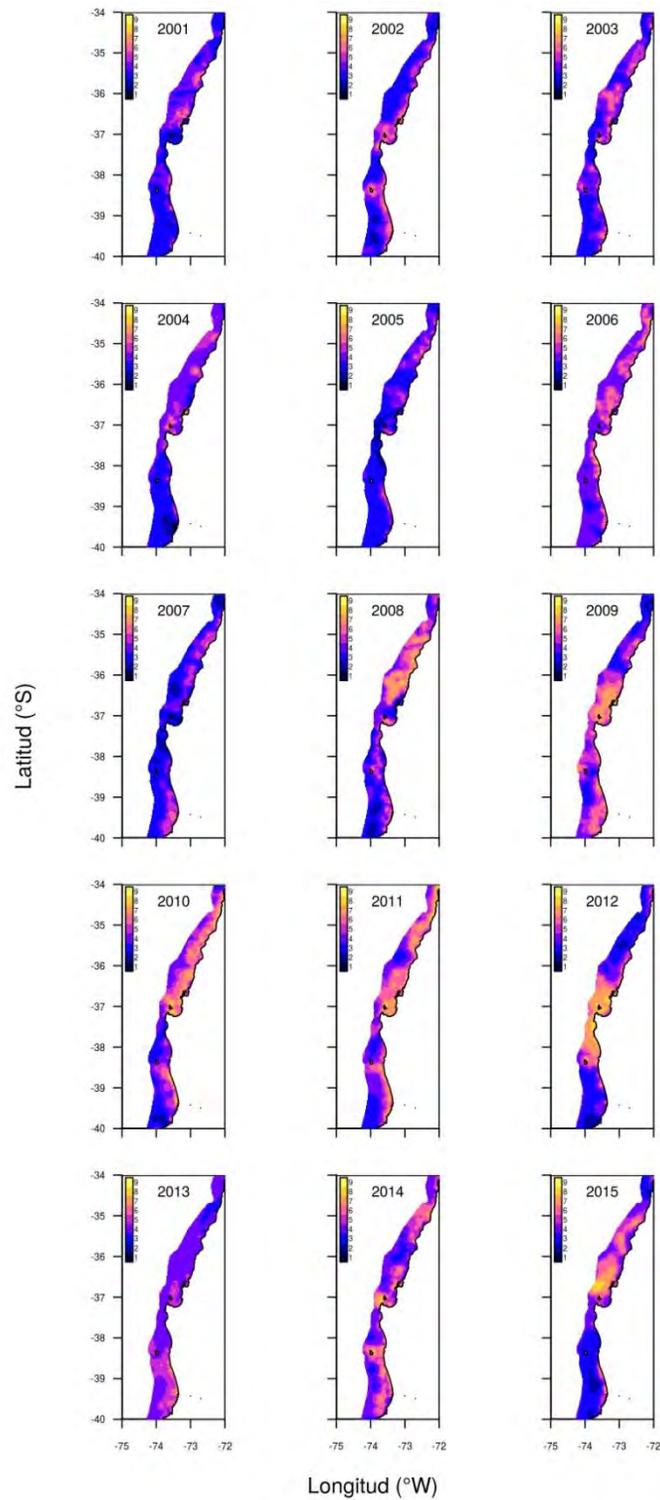


Figura 43. Densidad relativa de juveniles de sardina.

Valores interpolados para los cruces hidroacústicos RECLAS, conducidos por el Instituto de Fomento Pesquero en enero de cada año, entre 2001 y 2015. Escala logarítmica $\log_{10}(\text{individuos}/\text{km}^2)$.

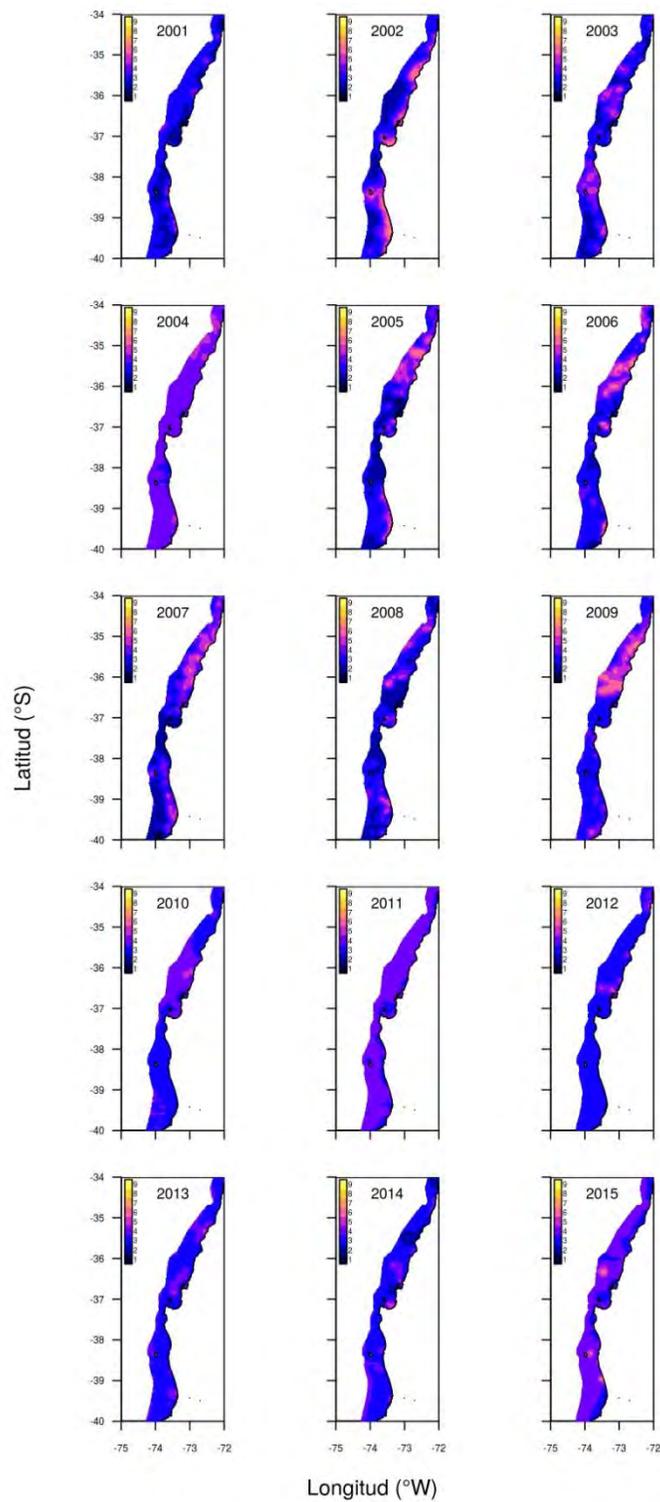


Figura 44. Densidad relativa de juveniles de anchoveta.

Valores interpolados para los cruces hidroacústicos RECLAS, conducidos por el Instituto de Fomento Pesquero en enero de cada año, entre 2001 y 2015. Escala logarítmica $\log_{10}(\text{individuos}/\text{km}^2)$.

3.2.8. Mapas de distribución potencial (Sardina común)

Los modelos de distribución geográfica potencial para la especie sardina común, considerando el estadio de desove (Figura 45 y Figura 46) indica que desde los años 2001 a 2011, se evidenciaron leves variaciones en cuanto al patrón general de distribución geográfica. La mayor probabilidad de presencia se observó principalmente en zonas costeras, evidenciando la mayor probabilidad en la bahía de Concepción (años 2001 al 2011).

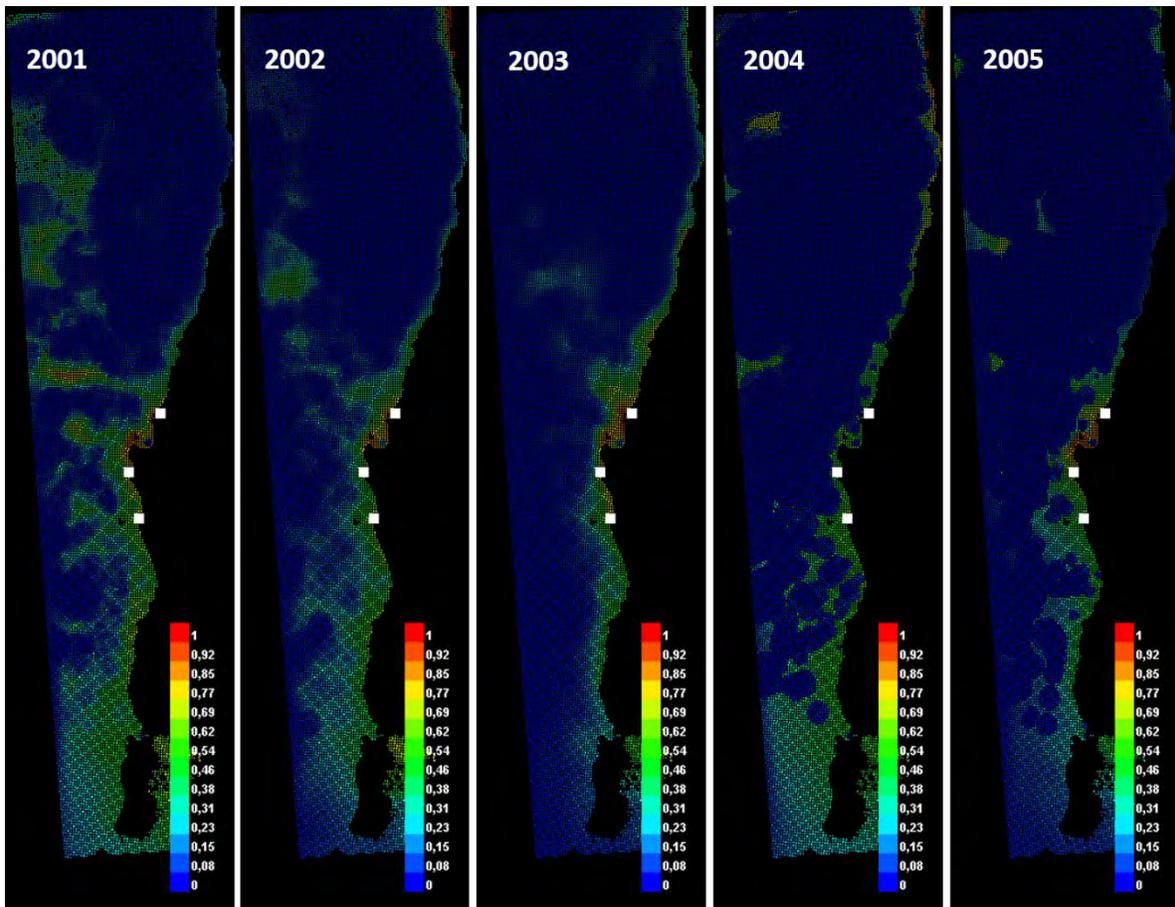


Figura 45. Modelos de distribución geográfica para el desove de Sardina común (2001-2005). Color azul indica mínima probabilidad, color rojo indica máxima probabilidad.

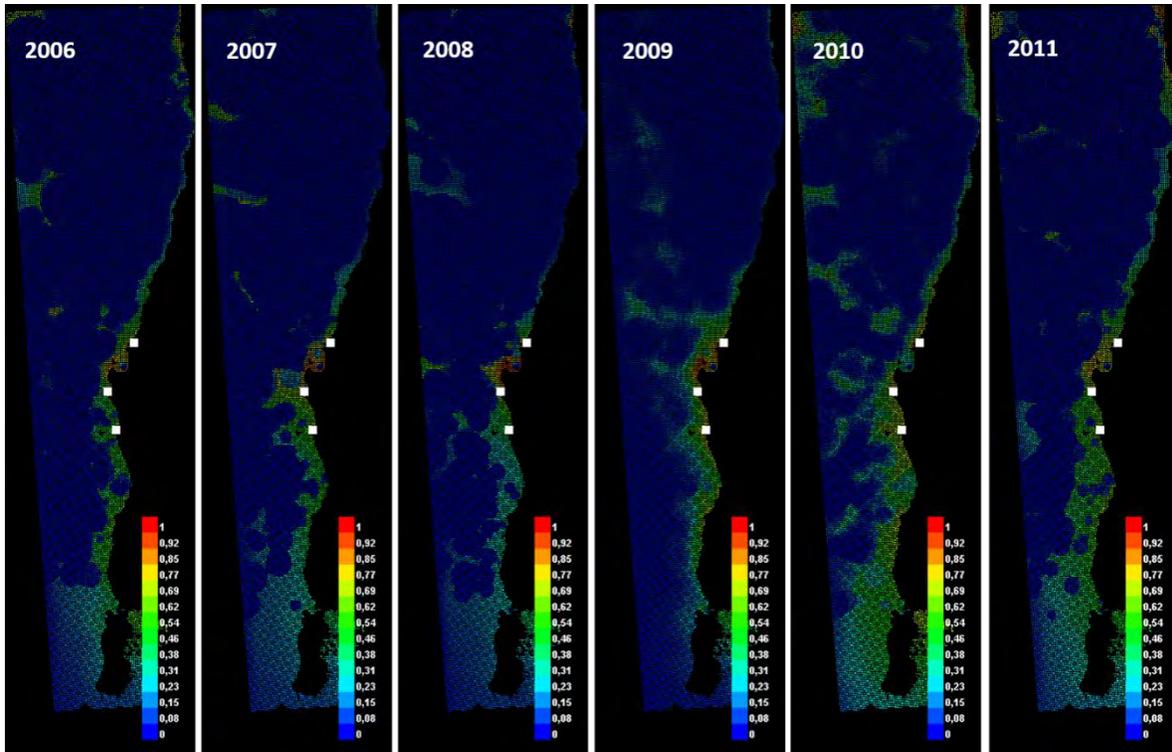


Figura 46. Modelos de distribución geográfica para el desove de Sardina común (2006-2011).
 Color azul indica mínima probabilidad, color rojo indica máxima probabilidad.

Los modelos de distribución geográfica potencial para la especie sardina común, considerando el estadio de Reclutamiento (Figura 47 y Figura 48) evidenciaron un patrón de distribución heterogéneo a través del periodo 2001 al 2011, mostrando bajas probabilidades de presencia (i.e. < 50%), ubicándose dichas áreas en áreas costeras principalmente en la zona de la región del Bio Bio a Los Lagos. Adicionalmente desde los años 2010 al 2011 (Figura 48), la distribución geográfica del reclutamiento de sardina común, se reduce a zonas costeras de la región de La Araucanía a los Lagos.

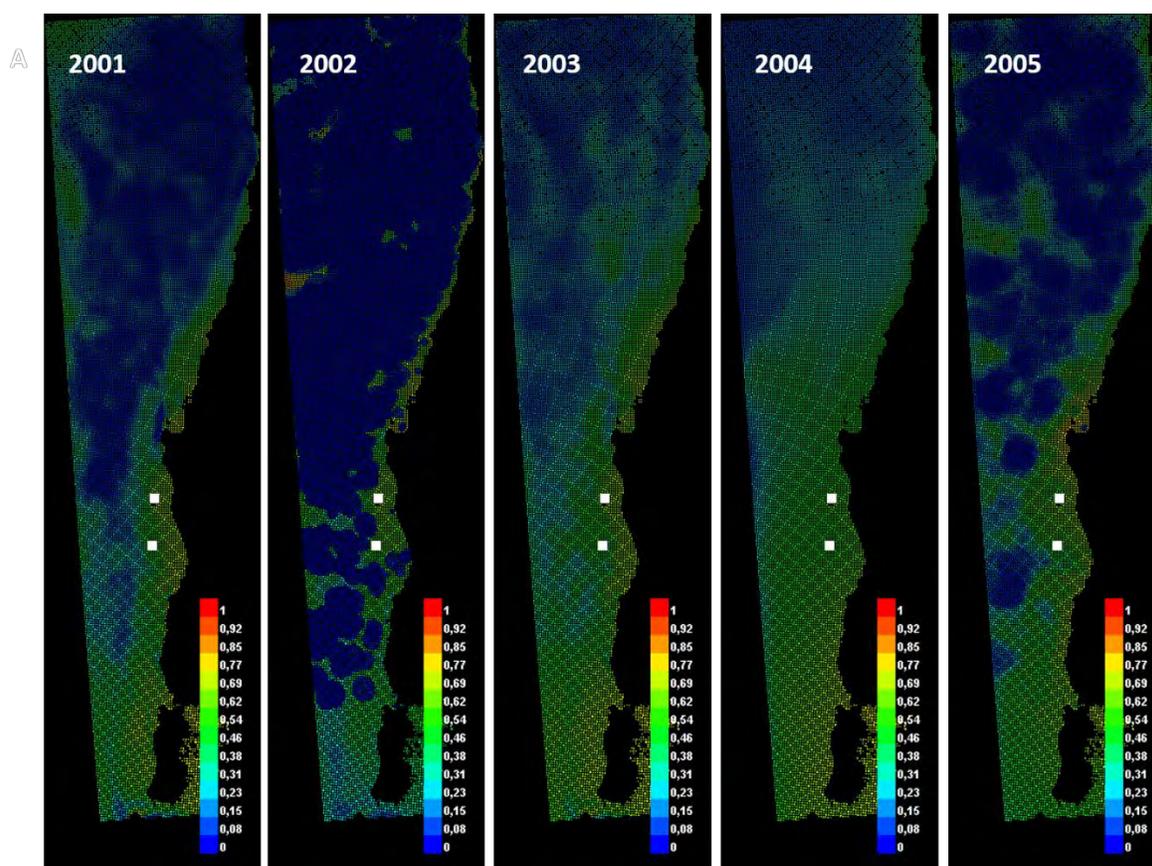


Figura 47. Modelos de distribución geográfica para el reclutamiento de Sardina común (2001-2005). Color azul indica mínima probabilidad, color rojo indica máxima probabilidad.

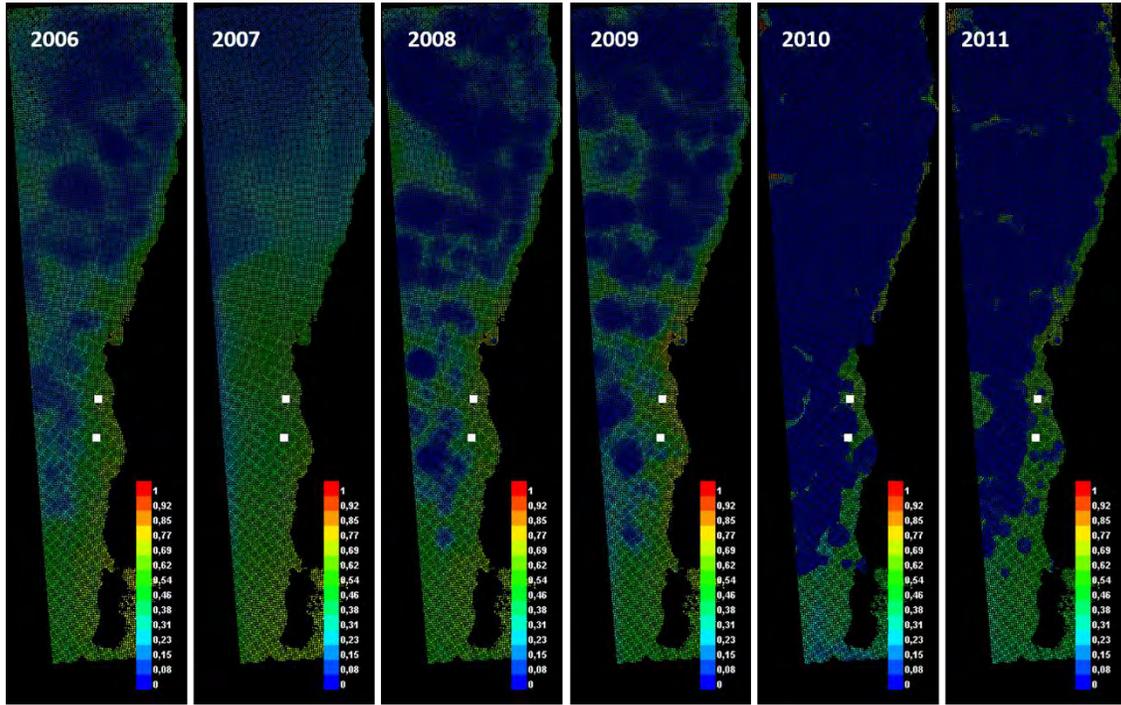


Figura 48. Modelos de distribución geográfica para el reclutamiento de Sardina común (2006-2011). Color azul indica mínima probabilidad, color rojo indica máxima probabilidad.

Importancia de variables para explicar la distribución geográfica de sardina común (estadio de desove).

Para el recurso sardina común considerando el estadio desove, la variable oceanográfica que mayormente contribuye a explicar su distribución geográfica, es el número de remolinos, presentando la mayor porcentaje de contribución al modelo para casi todo el periodo de estudio, exceptuando los años 2002, 2003 y 2009 (Tabla 16). Siguiendo en importancia, el transporte de Ekman excepto para los años 2001, 2002 y 2006. Destaca que para todos los años, la variable energía cinética (Ekman anual) no contribuye al modelo, lo cual indica no ser una variable que explique la distribución geográfica del recurso sardina común en su fase de recluta (Tabla 16).

Tabla 16. Importancia de variables oceanográficas para explicar la distribución geográfica de Sardina común, estadio desove.

Variable	Porcentaje de Contribución	Variable	Porcentaje de Contribución
año 2001		año 2007	
Número de remolinos_anual	59.9	Número de remolinos_anual	74.4
Temperatura_anual	23.7	Transporte_Ekman_anual	13.9
Transporte_Ekman_anual	16.3	Temperatura_anual	11.7
Energía (Ekman_anual)	0	Energía (Ekman_anual)	0
año 2002		año 2008	
Temperatura_anual	38.4	Número de remolinos_anual	66.2
Número de remolinos_anual	37.2	Transporte_Ekman_anual	16.7
Transporte_Ekman_anual	24.4	Temperatura_anual	15.8
Energía (Ekman_anual)	0	Energía (Ekman_anual)	1.3
año 2003		año 2009	
Temperatura_anual	55.6	Temperatura_anual	31.2
Transporte_Ekman_anual	28.3	Número de remolinos_anual	23.6
Número de remolinos_anual	16.1	Energía (Ekman_anual)	23
Energía (Ekman_anual)	0	Transporte_Ekman_anual	22.1
año 2004		año 2010	
Número de remolinos_anual	85.2	Número de remolinos_anual	78.6
Transporte_Ekman_anual	8.6	Transporte_Ekman_anual	12.1
Temperatura_anual	6.3	Temperatura_anual	9.3
Energía (Ekman_anual)	0	Energía (Ekman_anual)	0
año 2005		año 2011	
Número de remolinos_anual	68.6	Número de remolinos_anual	81.9
Transporte_Ekman_anual	17.6	Transporte_Ekman_anual	10.6
Temperatura_anual	13.9	Temperatura_anual	7.5
Energía (Ekman_anual)	0	Energía (Ekman_anual)	0
año 2006			
Número de remolinos_anual	76		
Temperatura_anual	12.2		
Transporte_Ekman_anual	11.9		
Energía (Ekman_anual)	0		

Importancia de variables para explicar la distribución geográfica de sardina común (estadio de reclutamiento).

Para el recurso sardina común en su estadio de reclutamiento, se observa un patrón más heterogéneo en cuanto a las variables fundamentales que explican el patrón de distribución geográfica del recurso. Si se considera las veces que la variable aparece en primer lugar en la contribución del modelo, el número de remolinos presenta cinco años en donde es la más relevante siendo cercana al 80% en algunos años (Tabla 17). Para el resto de las variables su comportamiento en cuanto a la contribución de los modelos y como factor que explica la distribución del recurso es heterogéneo, no pudiendo discernir la importancia de estas.

Tabla 17. Importancia de variables oceanográficas para explicar la distribución geográfica de Sardina común, estadio reclutamiento.

Variable	Porcentaje de Contribución	Variable	Porcentaje de Contribución
año 2001		año 2007	
Energía (Ekman_anual)	93.2	Temperatura_anual	99.5
Temperatura_anual	6.4	Transporte_Ekman_anual	0.5
Transporte_Ekman_anual	0.3	Número de remolinos_anual	0
Número de remolinos_anual	0	Energía (Ekman_anual)	0
año 2002		año 2008	
Número de remolinos_anual	83.6	Número de remolinos_anual	55.5
Energía (Ekman_anual)	11.1	Energía (Ekman_anual)	24.2
Transporte_Ekman_anual	5.4	Temperatura_anual	18.6
Temperatura_anual	0	Transporte_Ekman_anual	1.7
año 2003		año 2009	
Energía (Ekman_anual)	56.3	Número de remolinos_anual	66
Temperatura_anual	38.4	Temperatura_anual	23.3
Número de remolinos_anual	4.9	Transporte_Ekman_anual	6.1
Transporte_Ekman_anual	0.4	Energía (Ekman_anual)	4.6
año 2004		año 2010	
Temperatura_anual	99.3	Número de remolinos_anual	88.1
Transporte_Ekman_anual	0.7	Transporte_Ekman_anual	6.6
Número de remolinos_anual	0	Energía (Ekman_anual)	5.3
Energía (Ekman_anual)	0	Temperatura_anual	0
año 2005		año 2011	
Número de remolinos_anual	70.8	Número de remolinos_anual	95.2
Temperatura_anual	23.4	Transporte_Ekman_anual	3.2
Transporte_Ekman_anual	5.8	Energía (Ekman_anual)	1.2
Energía (Ekman_anual)	0	Temperatura_anual	0.3
año 2006			
Energía (Ekman_anual)	43.6		
Temperatura_anual	35.6		
Número de remolinos_anual	19.8		
Transporte_Ekman_anual	1		

3.2.9. Mapas de distribución potencial (Anchoveta)

La distribución geográfica modelada para el recurso anchoveta, estadio desove, indica un patrón homogéneo desde los años 2001 al 2008, evidenciando altas probabilidades en zonas costeras desde la quinta a la región de los Lagos (Figura 49), encontrándose las mayor probabilidades de presencia para el estadio desove en la bahía de Concepción y costa de la región de la Araucanía. Para el periodo 2008 a 2011, la distribución geográfica modelada se reduce casi exclusivamente a zonas costeras (i.e. primera milla), incrementando la probabilidad de presencia tanto en la bahía de Concepción, Araucanía, Los Ríos y Los Lagos, específicamente en la zona del mar interior en Chiloé (Figura 50)

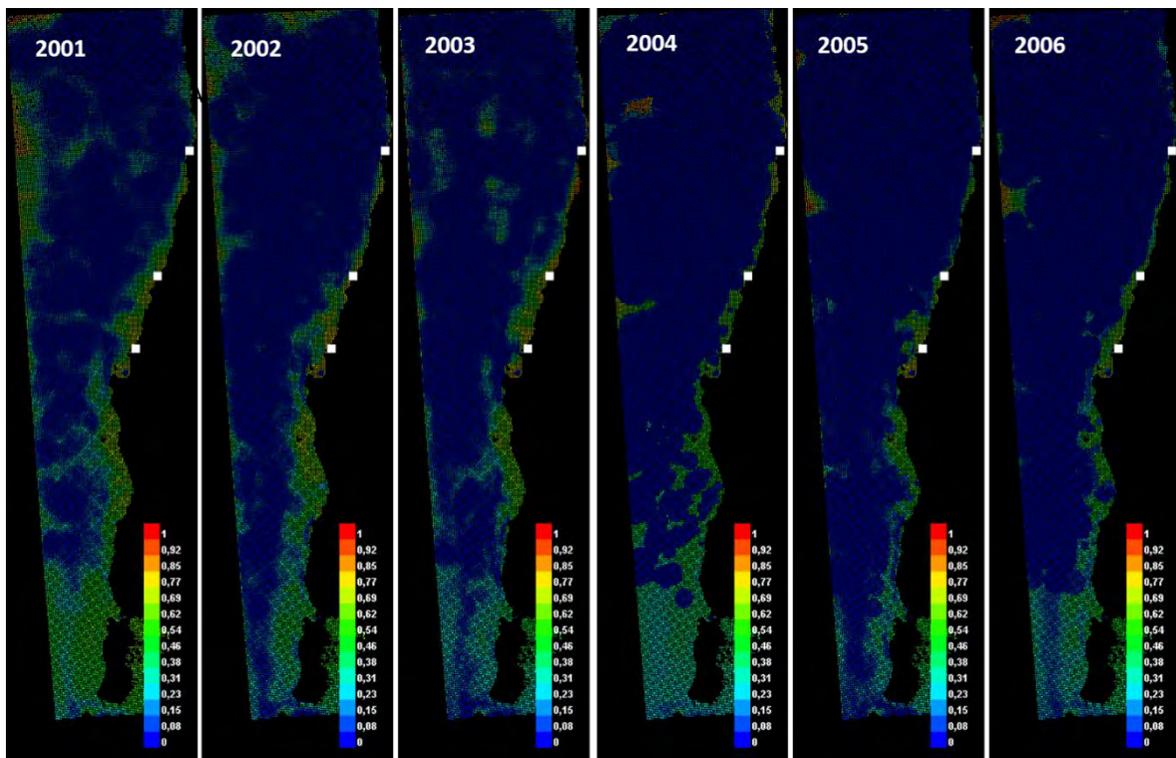


Figura 49. Modelos de distribución geográfica para el desove de Anchoveta (2001-2005).
Color azul indica mínima probabilidad, color rojo indica máxima probabilidad.

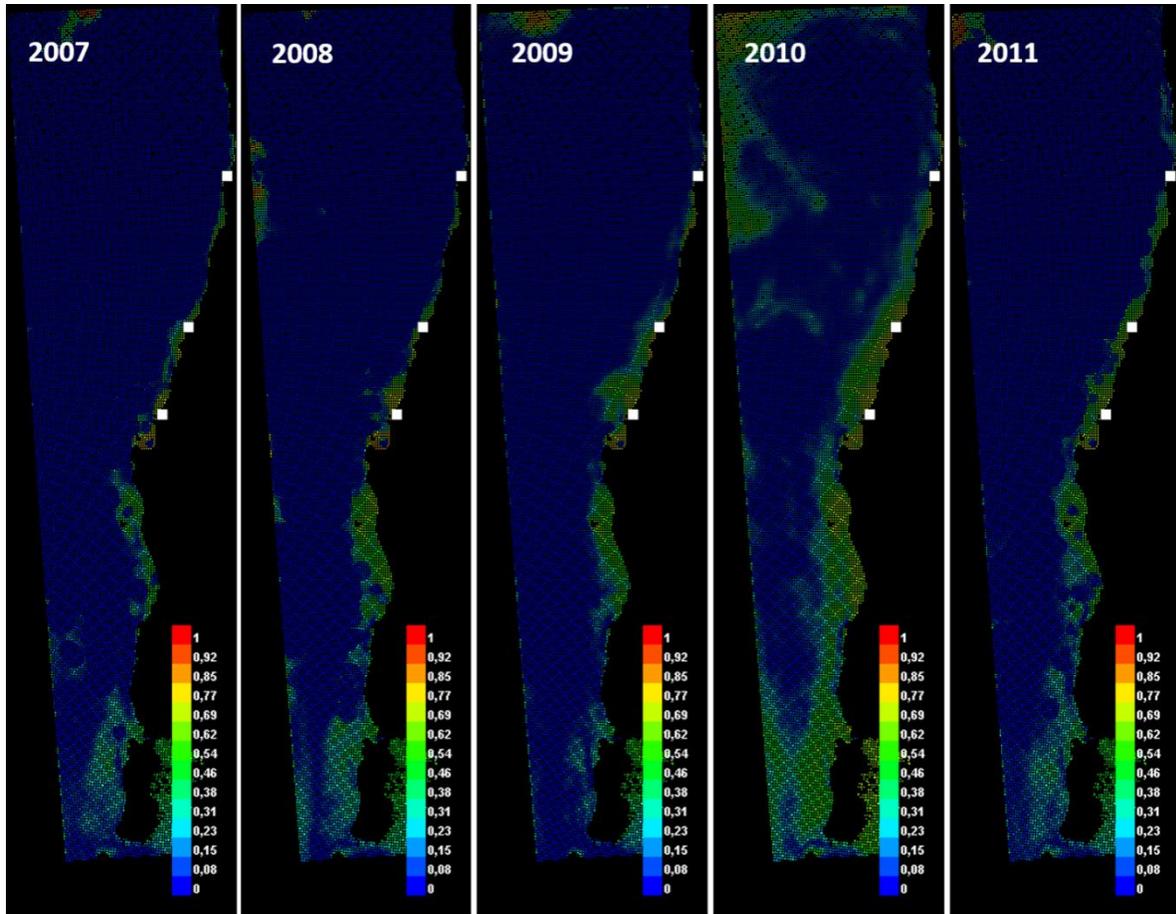


Figura 50. Modelos de distribución geográfica para el desove de Anchoveta (2007-2011).
 Color azul indica mínima probabilidad, color rojo indica máxima probabilidad.

La distribución geográfica modelada para anchoveta, para el estadio de reclutamiento, indica un patrón de distribución heterogénea través del periodo 2001 al 2011 (Figura 51 y Figura 52). Sin embargo, para todos los periodos se registró probabilidades mayores al 70% para las costas de las regiones del Maule, BioBio, Araucanía y Los Lagos. Es importante destacar que para todos los periodos las mayores probabilidades se observaron en la bahía de Concepción y con una menor probabilidad pero más amplia longitudinalmente para la región de los Lagos, específicamente en isla grande de Chiloé (Figura 52).

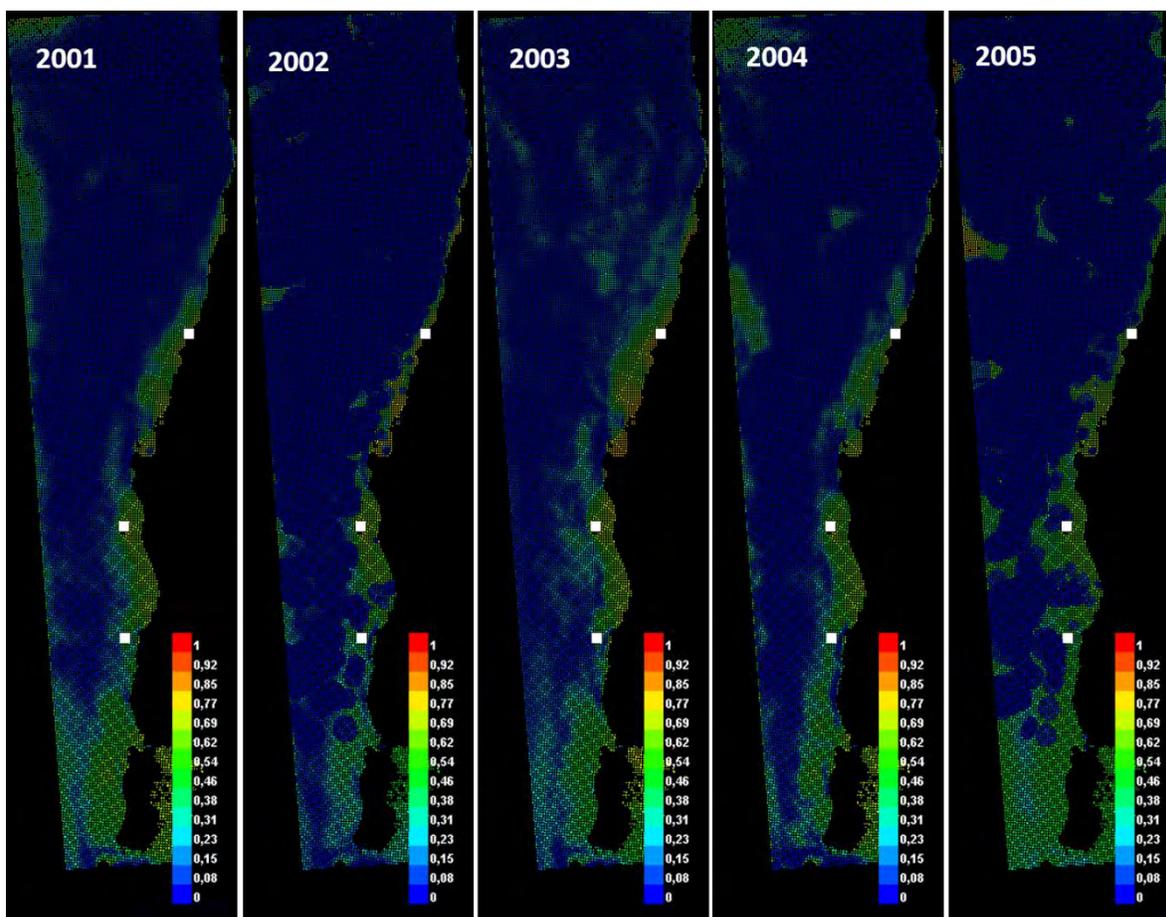


Figura 51. Modelos de distribución geográfica para el reclutamiento de Anchoveta (2001-2005).
Color azul indica mínima probabilidad, color rojo indica máxima probabilidad.

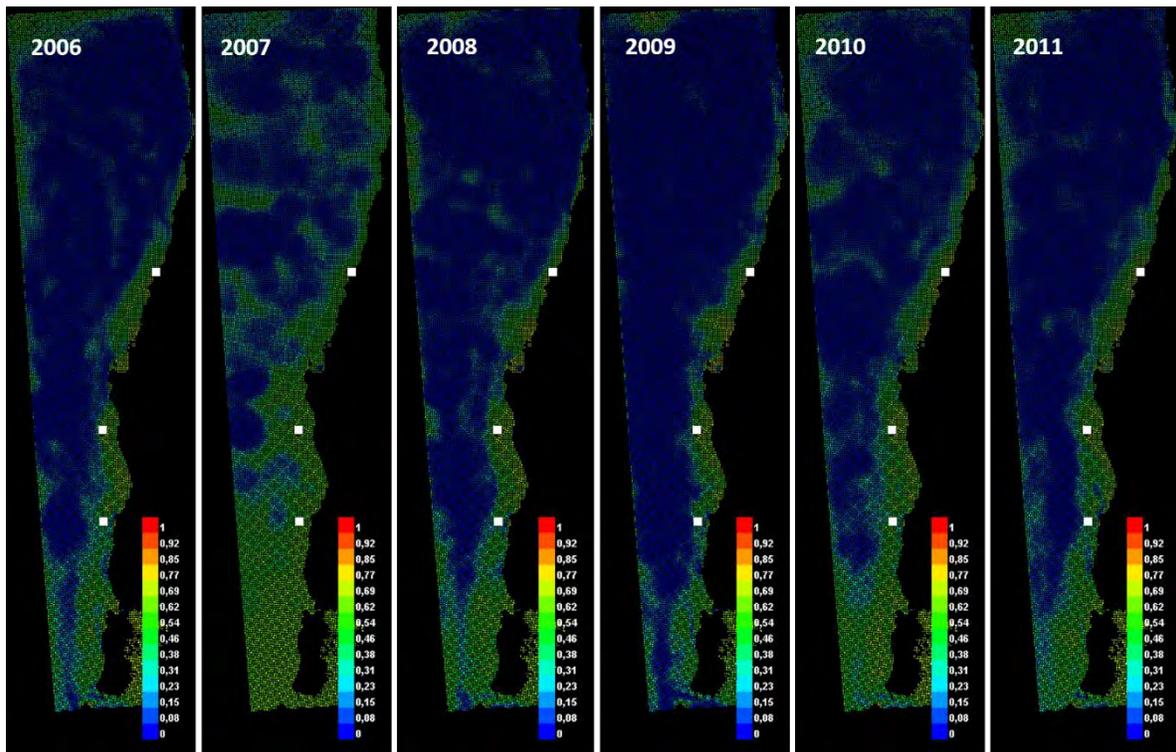


Figura 52. Modelos de distribución geográfica para el reclutamiento de Anchoveta (2006-2011).
 Color azul indica mínima probabilidad, color rojo indica máxima probabilidad.

Importancia de variables para explicar la distribución geográfica de Anchoqueta (estadio de desove).

La variable que mayormente explica la distribución geográfica del recurso anchoqueta para el estadio de desove corresponde a energía cinética (Ekman anual), excepto para los años 2001 y 2006 (Tabla 18). Así mismo, le sigue en importancia la variable número de remolinos, la cuál es la segunda más importante exceptuando el año 2001 y 2006 en las cuales ocupa el primer lugar en importancia. Es importante destacar la baja contribución a los modelos, en todos los periodos de la temperatura media anual y el transporte de Ekman los cuales no exceden el 10% de importancia (Tabla 18).

Tabla 18. Importancia de variables oceanográficas para explicar la distribución geográfica de Anchoqueta, estadio desove.

Variable	Porcentaje de contribución	Variable	Porcentaje de contribución
año 2001		año 2007	
Energía (Ekman_anual)	58	Energía (Ekman_anual)	67.8
Número de remolinos_anual	34.6	Número de remolinos_anual	25.6
Transporte_Ekman_anual	7.4	Transporte_Ekman_anual	6.2
Temperatura_anual	0	Temperatura_anual	0.3
año 2002		año 2008	
Energía (Ekman_anual)	70.3	Energía (Ekman_anual)	61.8
Número de remolinos_anual	19.9	Número de remolinos_anual	30.5
Transporte_Ekman_anual	9.8	Transporte_Ekman_anual	7.6
Temperatura_anual	0	Temperatura_anual	0.1
año 2003		año 2009	
Energía (Ekman_anual)	64.7	Energía (Ekman_anual)	83.5
Número de remolinos_anual	17.8	Número de remolinos_anual	8.4
Transporte_Ekman_anual	17.4	Transporte_Ekman_anual	8.2
Temperatura_anual	0	Temperatura_anual	0
año 2004		año 2010	
Número de remolinos_anual	89.7	Energía (Ekman_anual)	93.2
Transporte_Ekman_anual	10.3	Transporte_Ekman_anual	5.2
Energía (Ekman_anual)	0	Número de remolinos_anual	1.6
Temperatura_anual	0	Temperatura_anual	0
año 2005		año 2011	
Energía (Ekman_anual)	50.6	Energía (Ekman_anual)	61.9
Número de remolinos_anual	38.9	Número de remolinos_anual	29.8
Transporte_Ekman_anual	10.5	Transporte_Ekman_anual	8.3
Temperatura_anual	0	Temperatura_anual	0
año 2006			
Número de remolinos_anual	51.3		
Energía (Ekman_anual)	40.2		
Transporte_Ekman_anual	8.5		
Temperatura_anual	0		

Importancia de variables para explicar la distribución geográfica de Anchoqueta (estadio de reclutamiento).

Para el recurso anchoqueta, considerando el estadio de reclutamiento, la variable que más contribuye para explicar la distribución geográfica del recurso es energía cinética anual (Ekman) (Tabla 19), excepto para los años 2005 y 2007). La variable número de remolinos anual, es la segunda más importante para los años 2001, 2002, 2008, 2009, 2010 y 2011. Las variables transporte de Ekman y temperatura media anual presentan contribuciones variables a los largo del periodo 2001 – 2011, incluso con 0% de importancia. (Tabla 19), indicando su poca importancia como mecanismo explicativo de la distribución del recurso en su estadio de reclutamiento.

Tabla 19. Importancia de variables oceanográficas para explicar la distribución geográfica de Anchoqueta, estadio reclutamiento.

Variable	Porcentaje de contribución	Variable	Porcentaje de contribución
año 2001		año 2007	
Energía (Ekman_anual)	91.9	Número de remolinos_anual	76.8
Número de remolinos_anual	8	Temperatura_anual	23.2
Transporte_Ekman_anual	0.1	Energía (Ekman_anual)	0
Temperatura_anual	0	Transporte_Ekman_anual	0
año 2002		año 2008	
Energía (Ekman_anual)	56.2	Energía (Ekman_anual)	77.6
Número de remolinos_anual	37.4	Número de remolinos_anual	22.3
Transporte_Ekman_anual	6.4	Transporte_Ekman_anual	0.1
Temperatura_anual	0	Temperatura_anual	0
año 2003		año 2009	
Energía (Ekman_anual)	87.5	Energía (Ekman_anual)	84
Temperatura_anual	7.7	Número de remolinos_anual	15.4
Transporte_Ekman_anual	4.8	Transporte_Ekman_anual	0.6
Número de remolinos_anual	0	Temperatura_anual	0
año 2004		año 2010	
Energía (Ekman_anual)	99.8	Ekmanual_anual	80.8
Transporte_Ekman_anual	0.2	Número de remolinos_anual	18.8
Temperatura_anual	0	Transporte_Ekman_anual	0.4
Número de remolinos_anual	0	Temperatura_anual	0
año 2005		año 2011	
Número de remolinos_anual	87.6	Energía (Ekman_anual)	86.7
Energía (Ekman_anual)	10.2	Número de remolinos_anual	13.3
Transporte_Ekman_anual	2.2	Temperatura_anual	0
Temperatura_anual	0	Transporte_Ekman_anual	0
año 2006			
Energía (Ekman_anual)	99.6		
Temperatura_anual	0.4		
Transporte_Ekman_anual	0		
Número de remolinos_anual	0		

3.2.10. Identificación áreas de conservación en Centro-Sur y primera milla

3.2.10.1. Resultados pre MARXAN

Al considerar las áreas que representa las celdas con mayor abundancia según los tres criterios usados (i.e. percentiles), el análisis muestra una baja presencia de pre-reclutas de ambas especies dentro de la primera milla (< 6%), y porcentajes mayores para los otros estadios (Tabla 20 y Tabla 21). La distribución de los diferentes estadios por especie y percentil (Figura 53) muestran que estos superponen sus distribuciones en muchas área, pero que también existen zonas que presentan 3 o menos estadios.

Tabla 20. Porcentaje de presencia de los estadios en el área Centro-Sur para ambas especies excluyendo la primera milla

Recurso	Criterio (Percentil)	Estadio	Área estadio (km ²)	% sin 1 ^a milla
Sardina común	95	Pre-Recluta	272	100
		Recluta	2417	85
		Juvenil	3043	90
		Adulta	3160	87
Anchoveta		Pre-Recluta	264	100
		Recluta	1741	91
		Juvenil	1842	85
		Adulto	2766	88
<hr/>				
Sardina común	80	Pre-Recluta	909	100
		Recluta	9736	91
		Juvenil	7254	91
		Adulta	8813	91
Anchoveta		Pre-Recluta	4078	95
		Recluta	5596	94
		Juvenil	3893	90
		Adulto	5338	91
<hr/>				
Sardina común	60	Pre-Recluta	16096	99
		Recluta	18670	93
		Juvenil	10354	92
		Adulta	21173	93
Anchoveta		Pre-Recluta	8110	99
		Recluta	9787	94
		Juvenil	7326	93
		Adulto	15897	95

En relación al área que representan los percentiles 95, 80, y 60 de las celdas con mayor abundancia.

Tabla 21. Porcentaje de presencia de los estadios en el área Centro-Sur para ambas especies en la primera milla

Recurso	Criterio (Percentil)	Estadio	Área estadio (km ²)	% 1 ^a milla
Sardina común	95	Pre-Recluta	272	0
		Recluta	2417	15
		Juvenil	3043	10
		Adulta	3160	13
Anchoveta		Pre-Recluta	264	0
		Recluta	1741	9
		Juvenil	1842	15
		Adulto	2766	12
<hr/>				
Sardina común	80	Pre-Recluta	909	0
		Recluta	9736	9
		Juvenil	7254	9
		Adulta	8813	9
Anchoveta		Pre-Recluta	4078	5
		Recluta	5596	6
		Juvenil	3893	10
		Adulto	5338	9
<hr/>				
Sardina común	60	Pre-Recluta	16096	1
		Recluta	18670	7
		Juvenil	10354	8
		Adulta	21173	7
Anchoveta		Pre-Recluta	8110	1
		Recluta	9787	6
		Juvenil	7326	7
		Adulto	15897	5

En relación al área que representan los percentiles 95, 80, y 60 de las celdas con mayor abundancia.

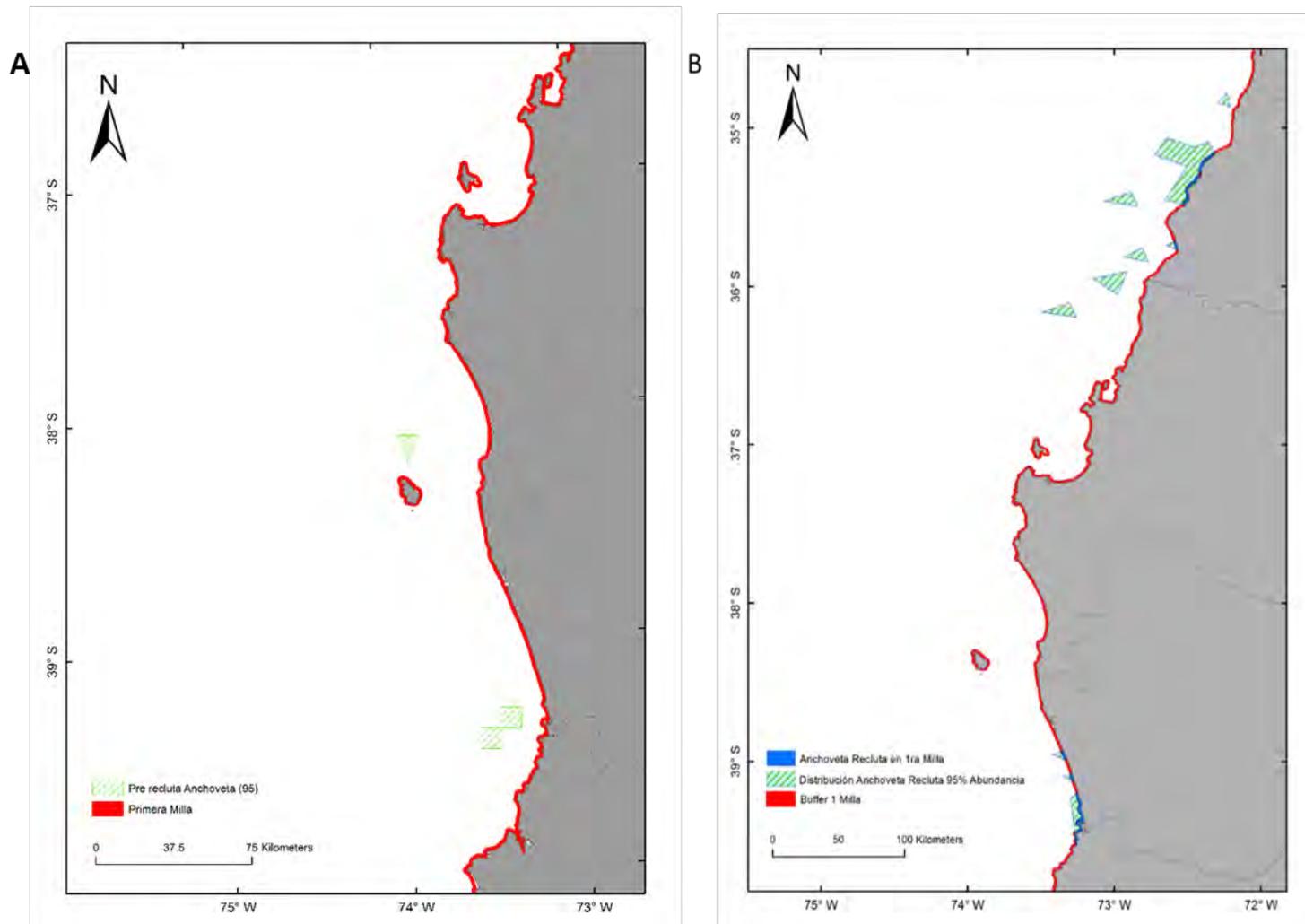


Figura 53. Cartografía de intersección Distribución Anchoveta Pre Recluta (A) y Recluta (B)
 Considerando el área que representa el 5 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 95.

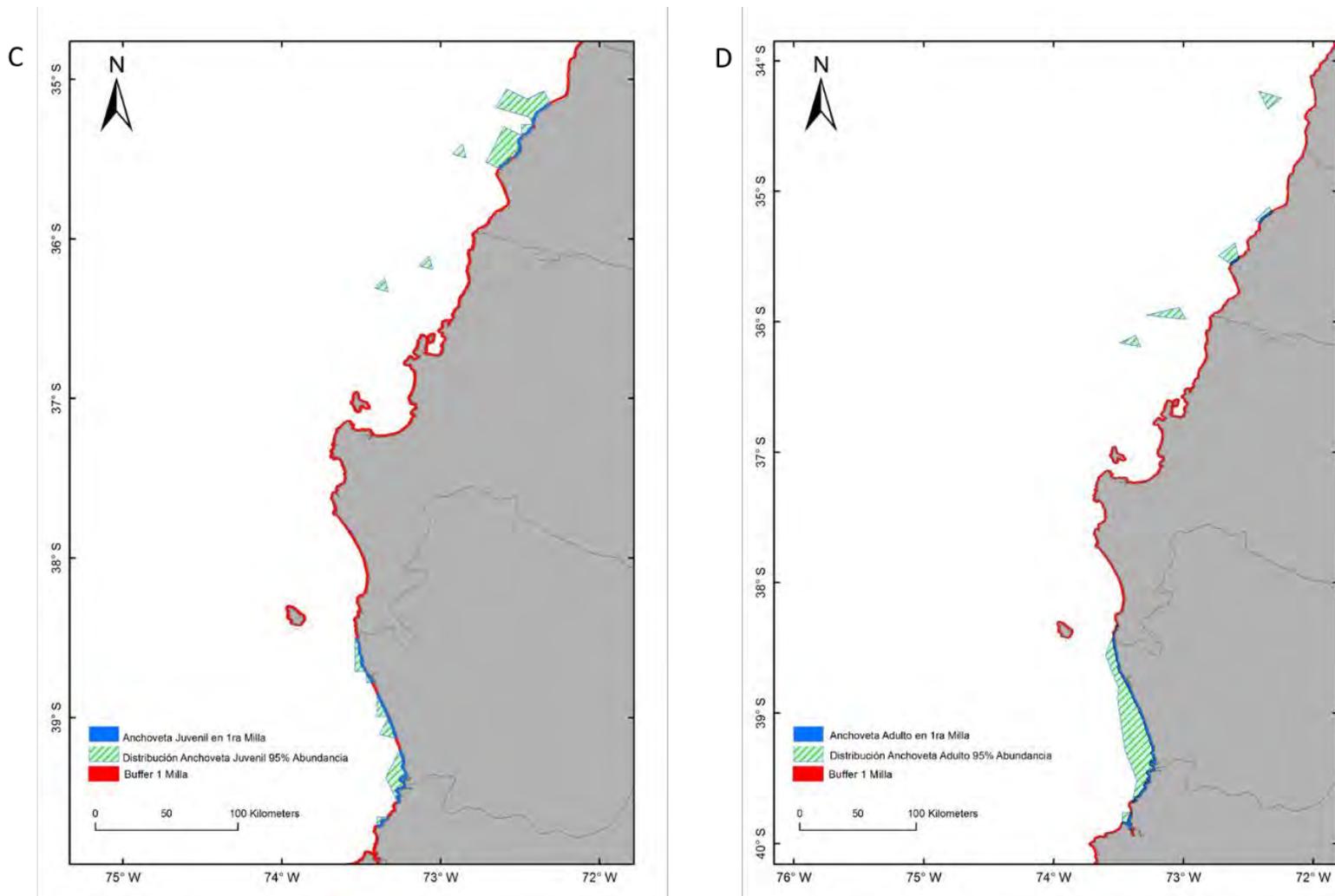


Figura 54. Cartografía de intersección Distribución Anchoveta Juvenil (C) y Adulto (D).
 Considerando el área que representa el 5 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 95.

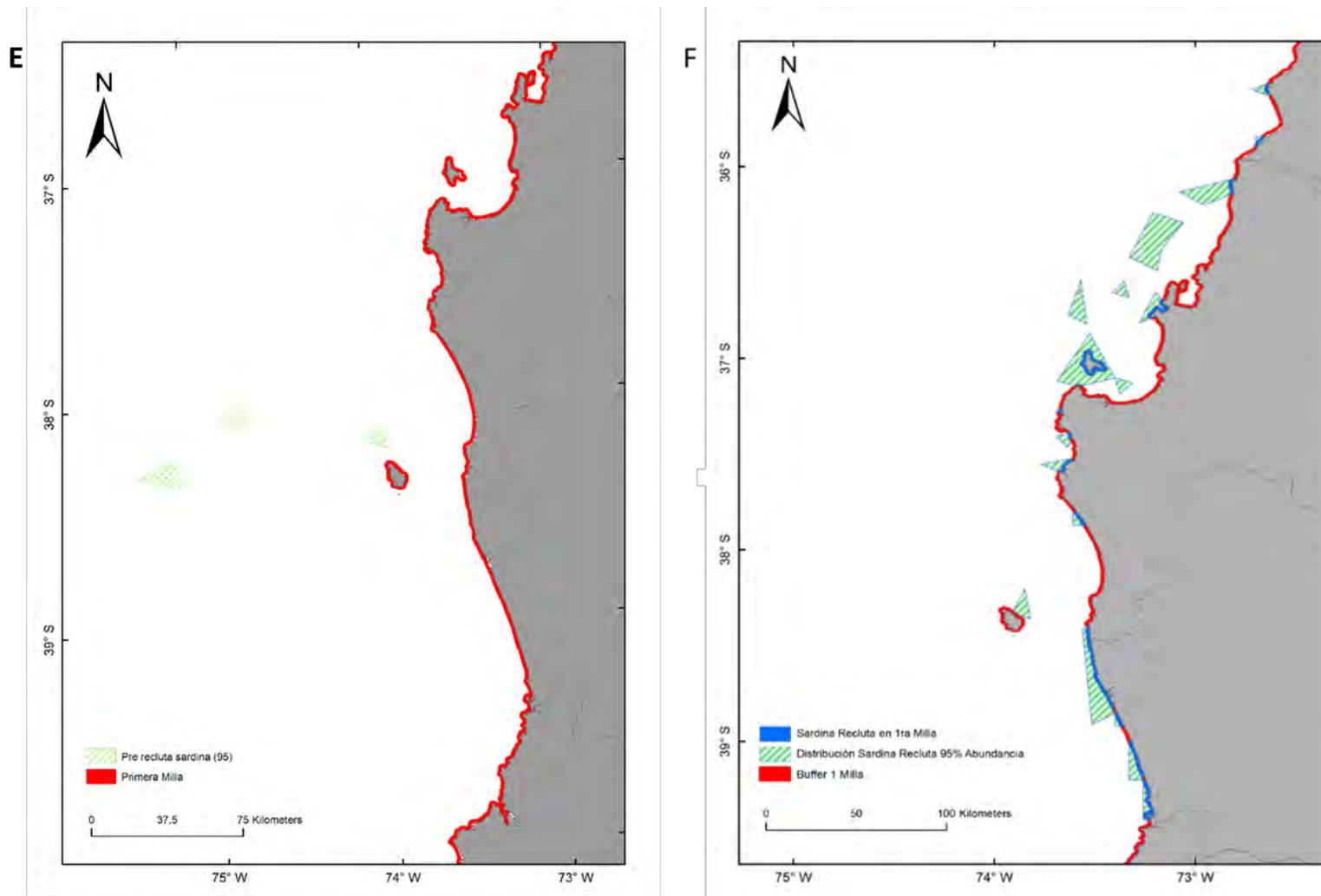


Figura 55. Cartografía de intersección Distribución Sardina Común Pre Recluta (E) y Recluta (F) Considerando el área que representa el 5 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 95.

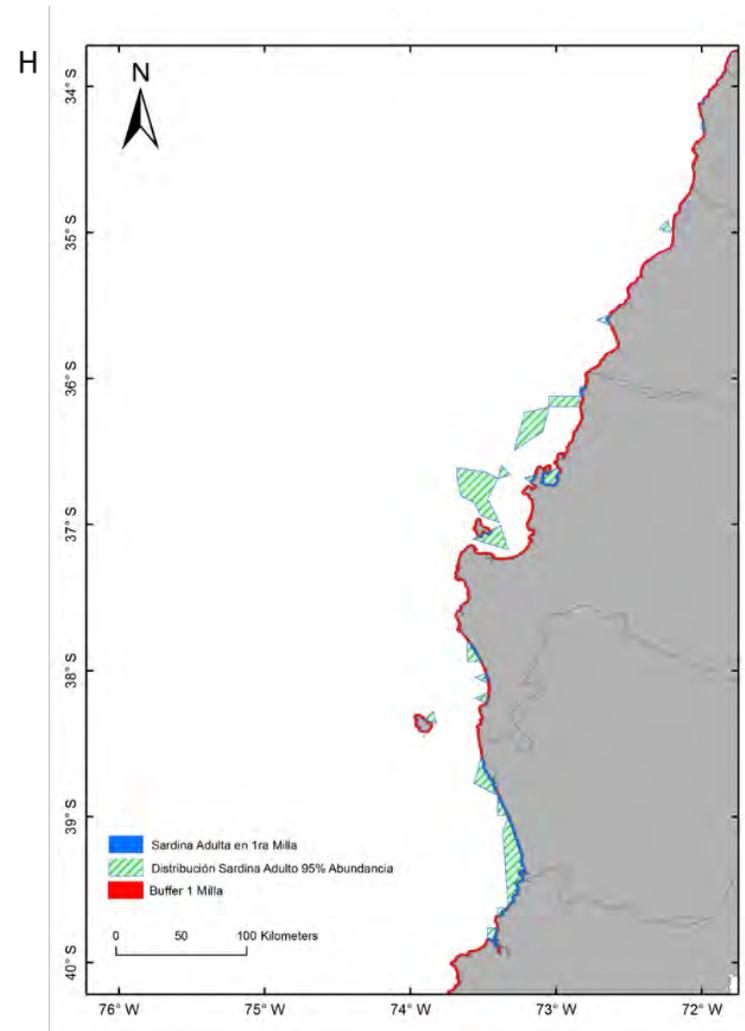
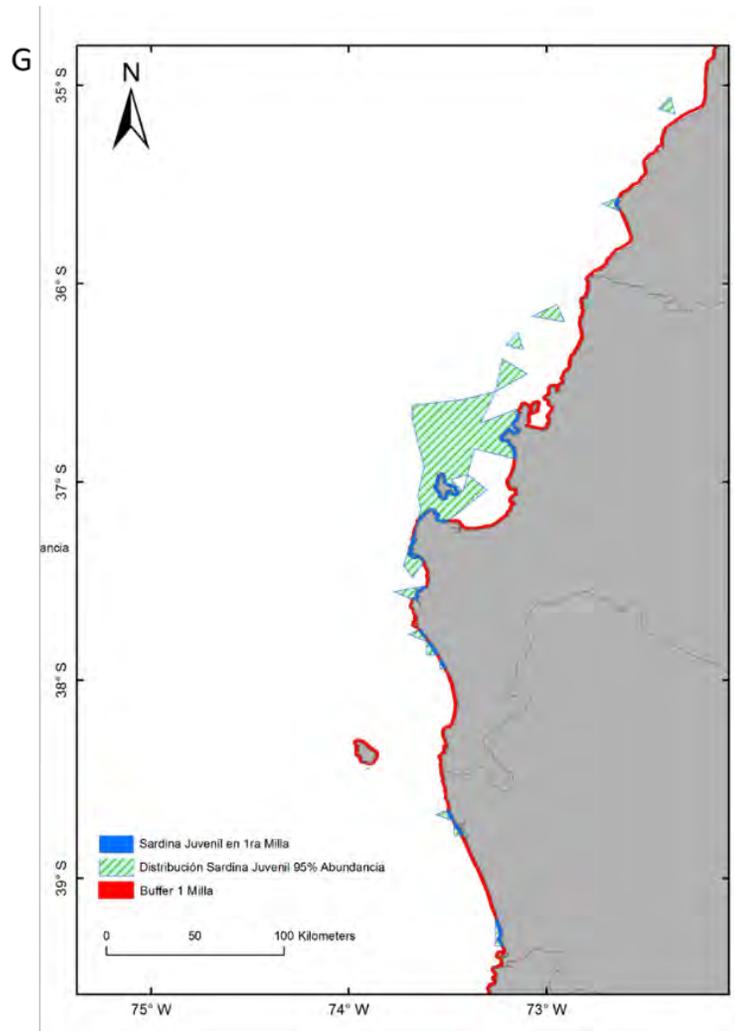


Figura 56 Cartografía de intersección Distribución Sardina Común Juvenil (G) y Adulto (H).
 Considerando el área que representa el 5 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 95.

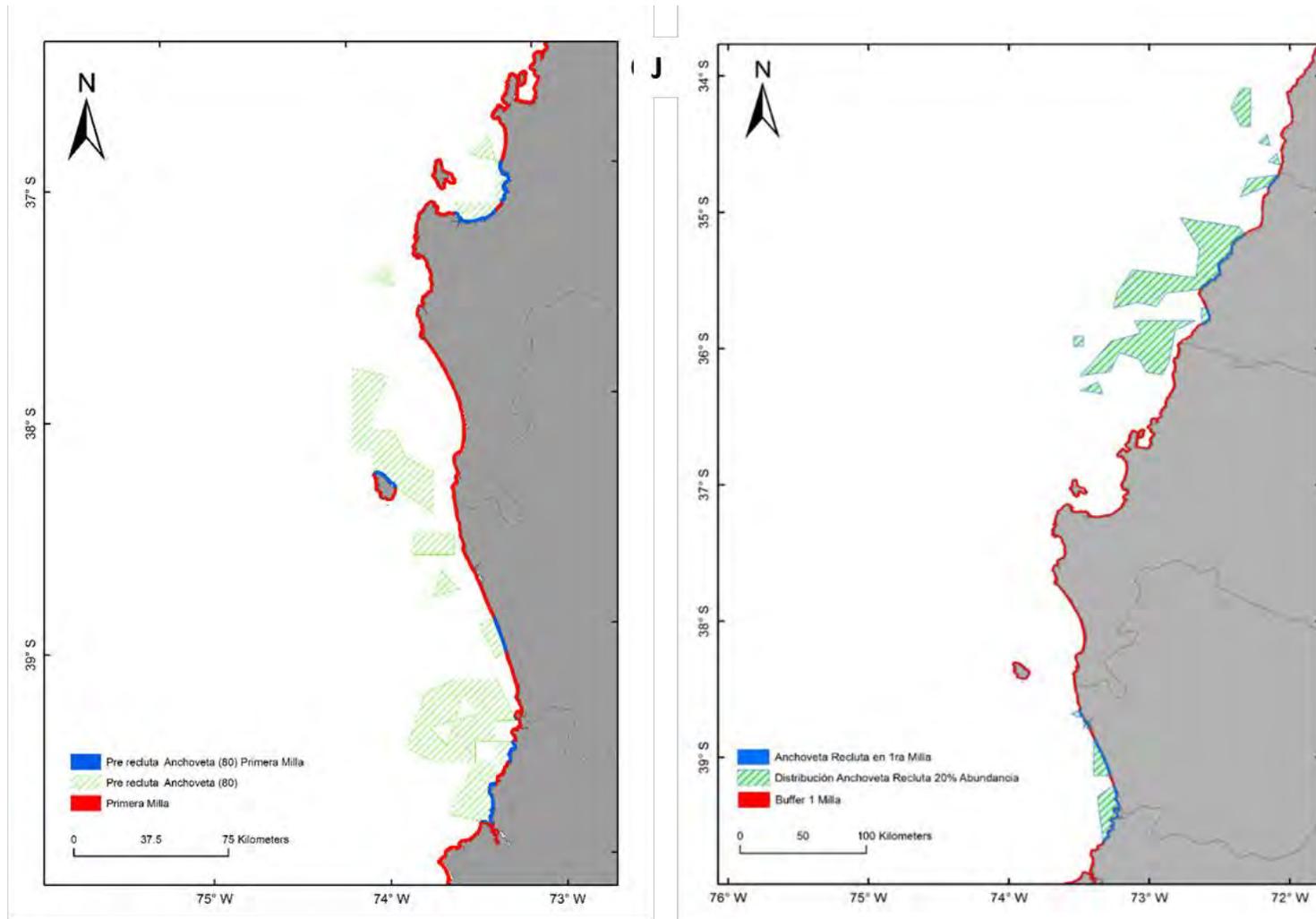
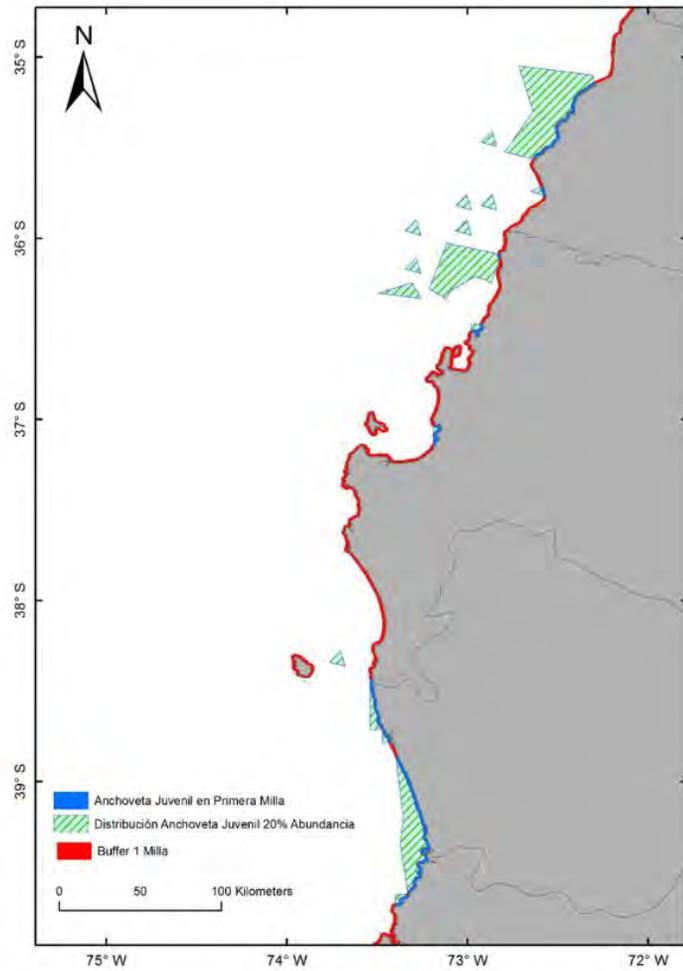


Figura 57. Cartografía de intersección Distribución Anchoveta Pre Recluta (I) y Recluta (J).
 Considerando el área que representa el 20 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 80.

K



L

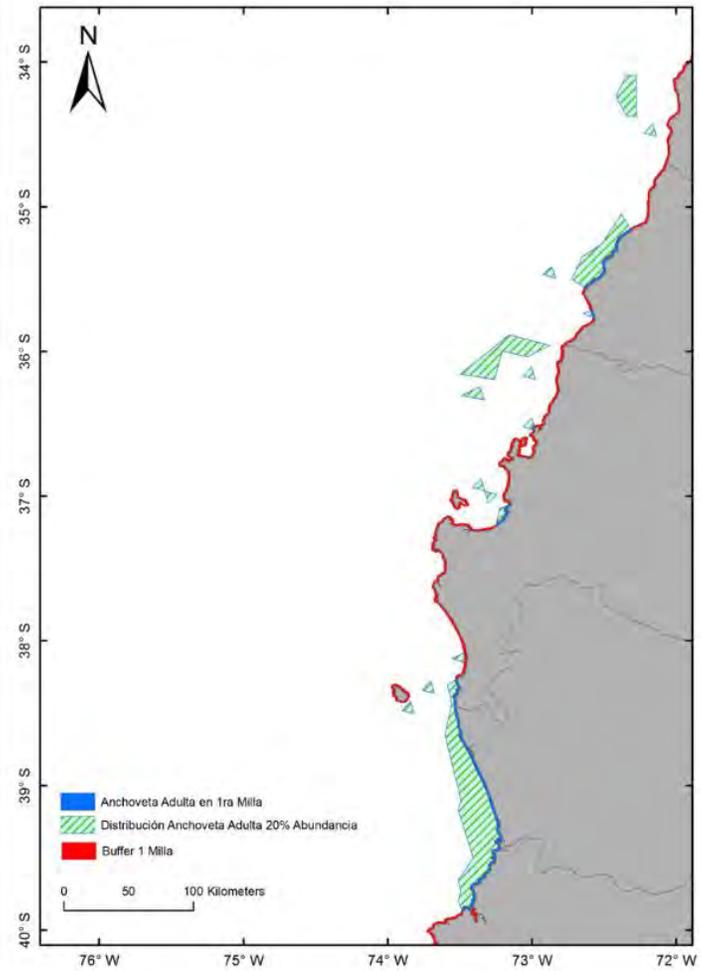


Figura 58. Cartografía de intersección Distribución Anchoveta Juvenil (K) y Adulto (L).
Considerando el área que representa el 20 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 80.

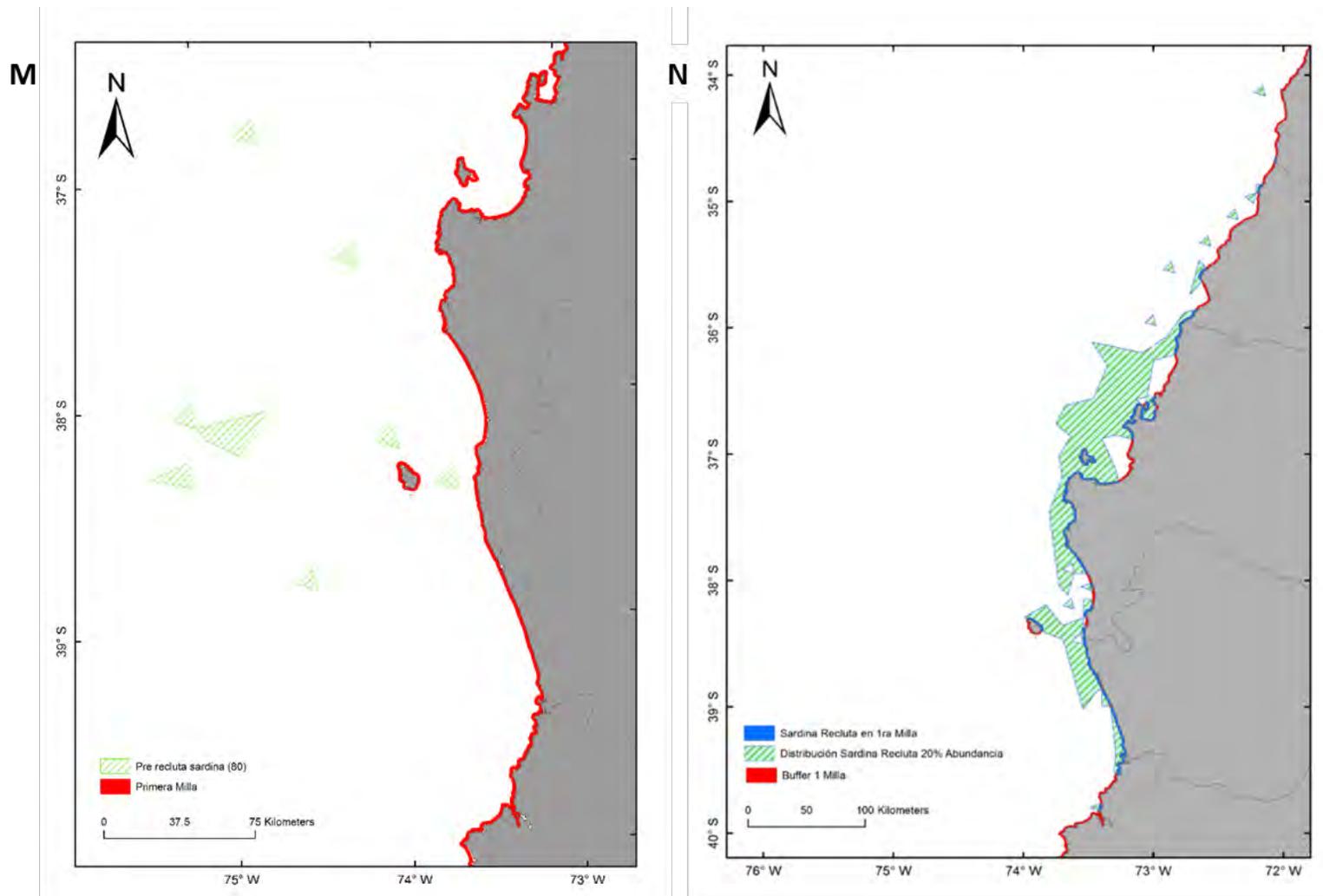
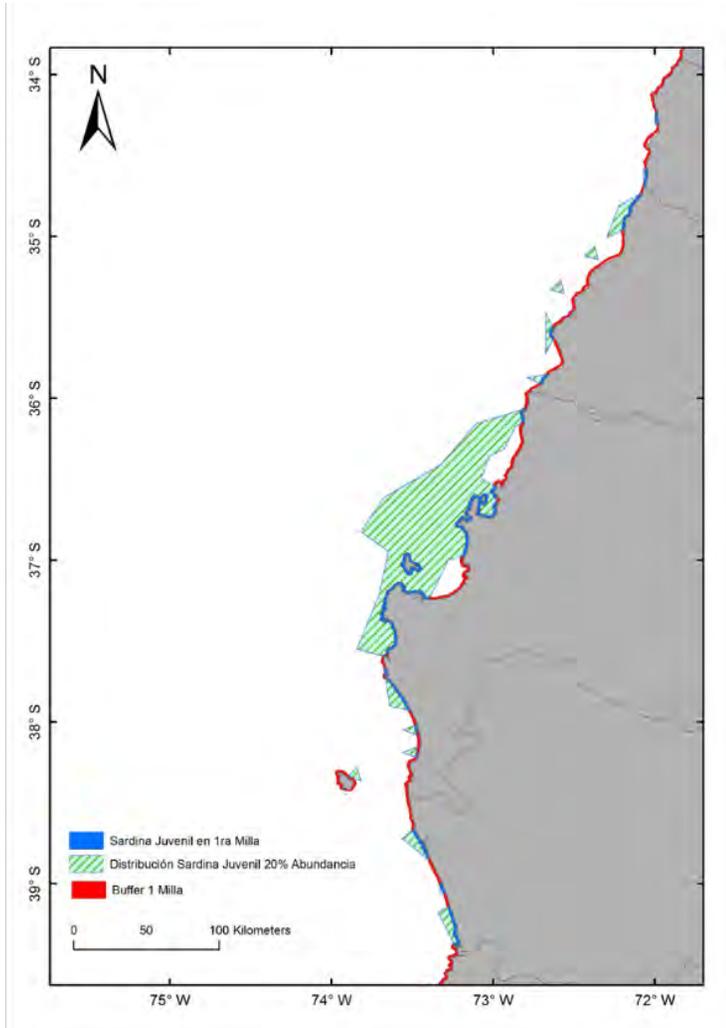


Figura 59. Cartografía de intersección Distribución Sardina Común Pre Recluta (M) y Recluta (N). Considerando el área que representa el 20 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 80.

N



O

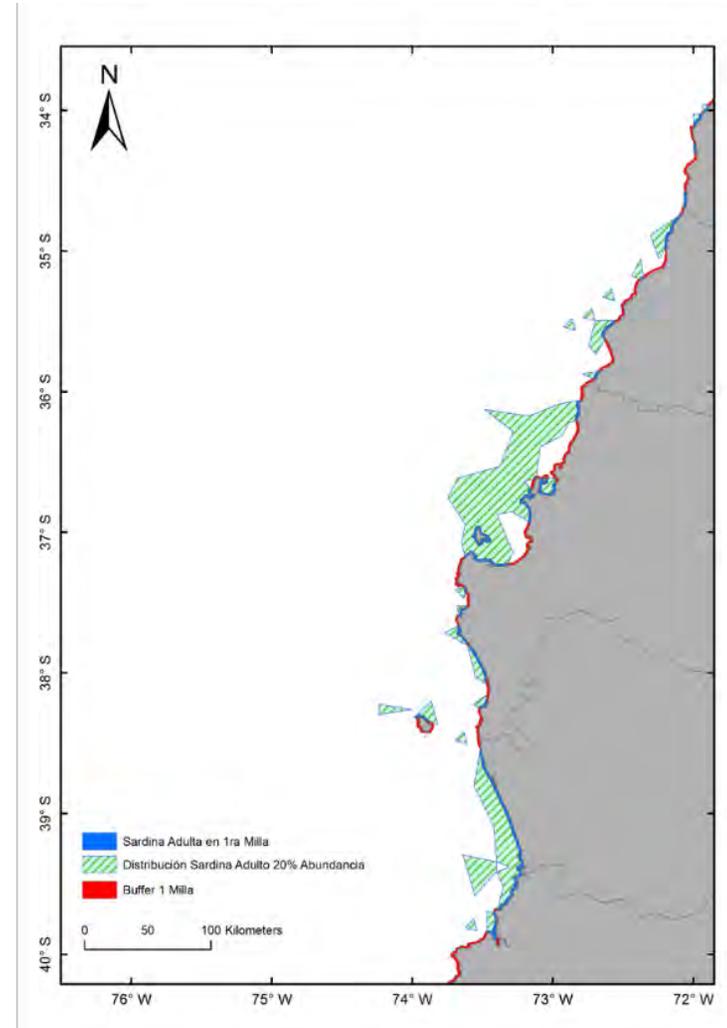


Figura 60. Cartografía de intersección Distribución Sardina Común Juvenil (N) y Adulto (O).
 Considerando el área que representa el 20 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 80.

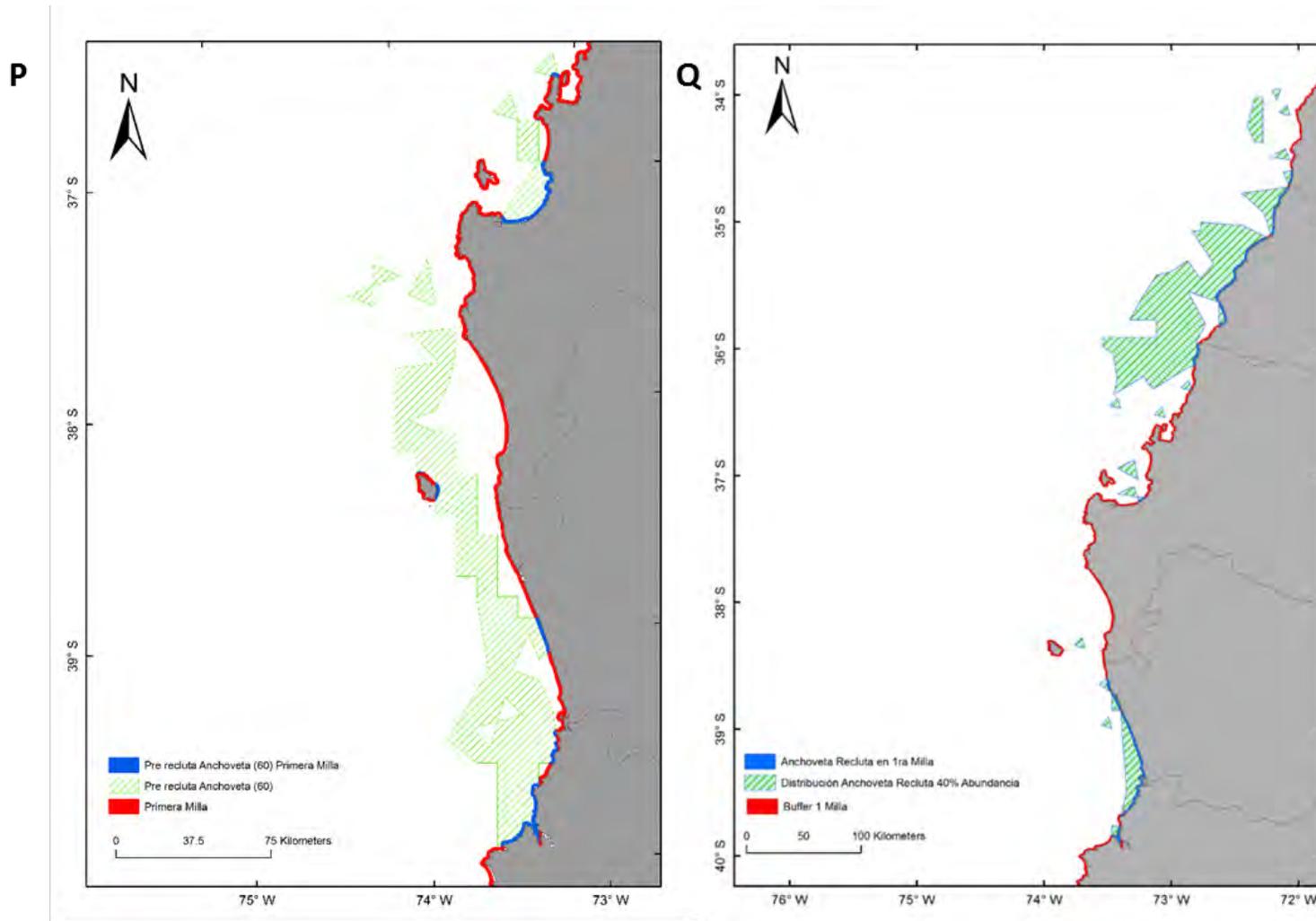
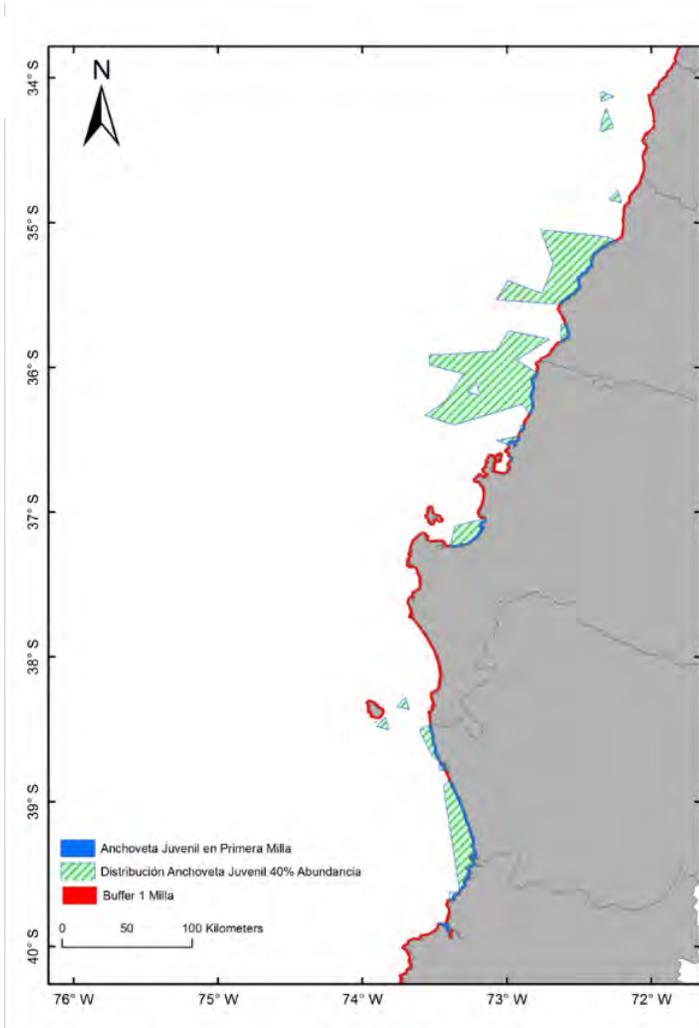


Figura 61. Cartografía de intersección Distribución Anchoveta Pre Recluta (P) y Recluta (Q).
Considerando el área que representa el 40 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 60.

R



S

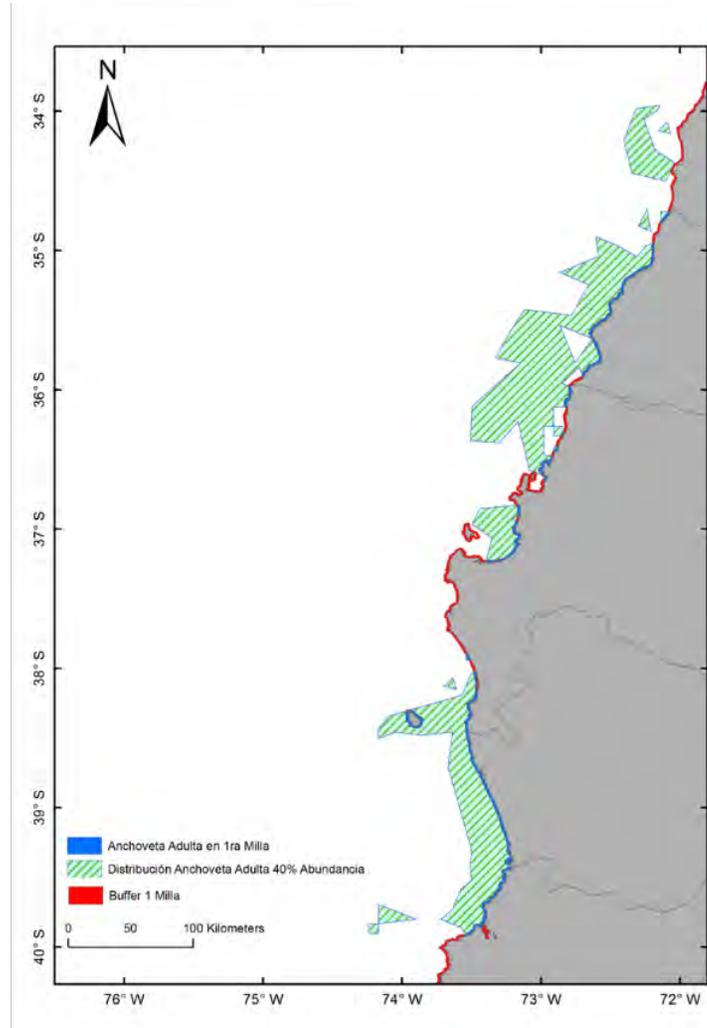


Figura 62. Cartografía de intersección Distribución Anchoveta Juvenil (R) y Adulto (S).
 Considerando el área que representa el 40 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 60.

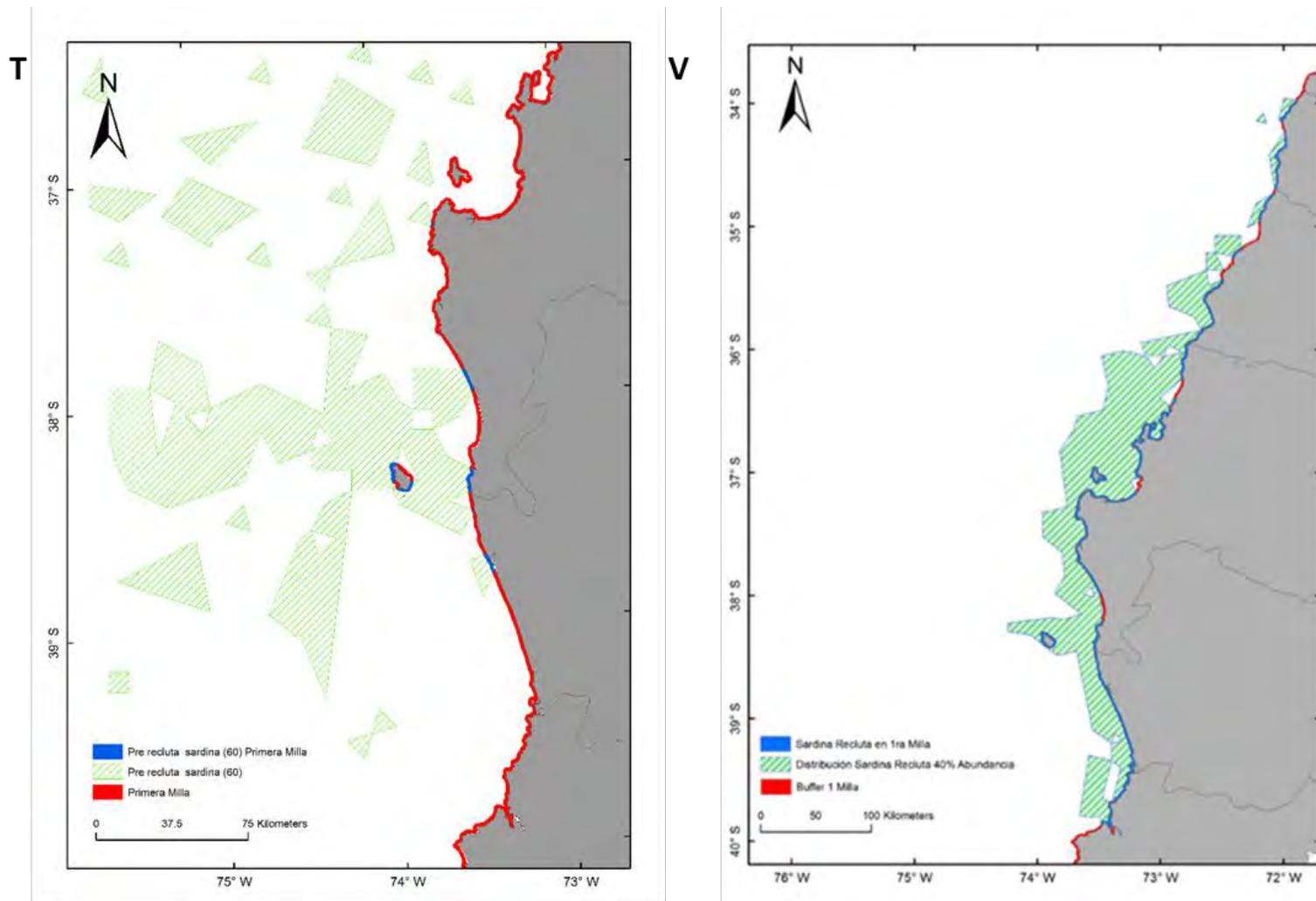
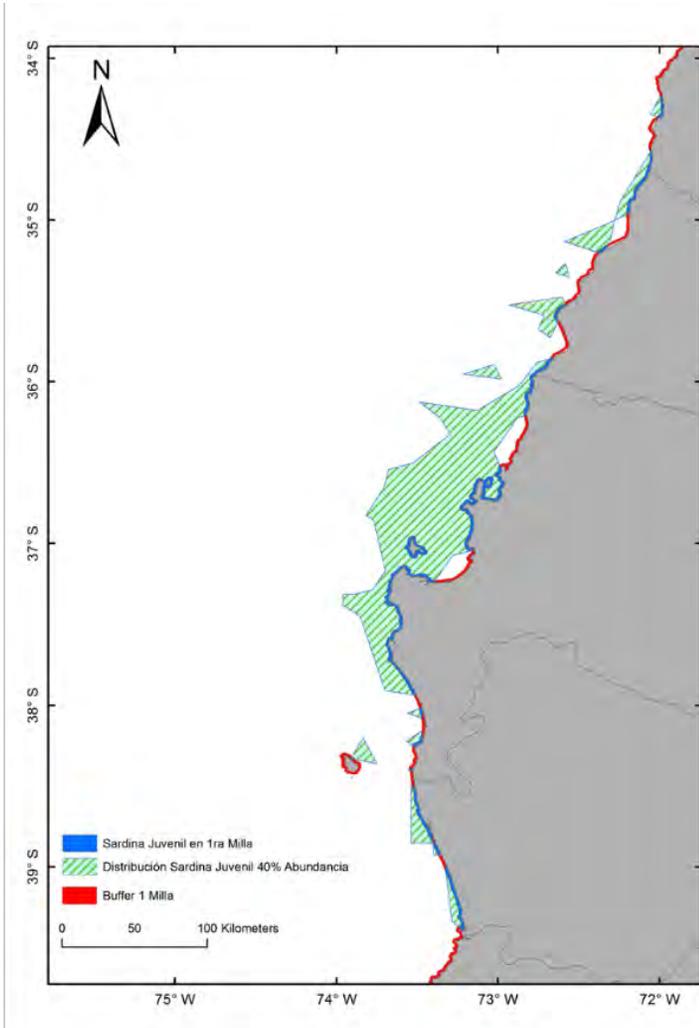


Figura 63. Cartografía de intersección Distribución Sardina Común Pre Recluta(T) y Recluta (V). Considerando el área que representa el 40 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 60.

W



X

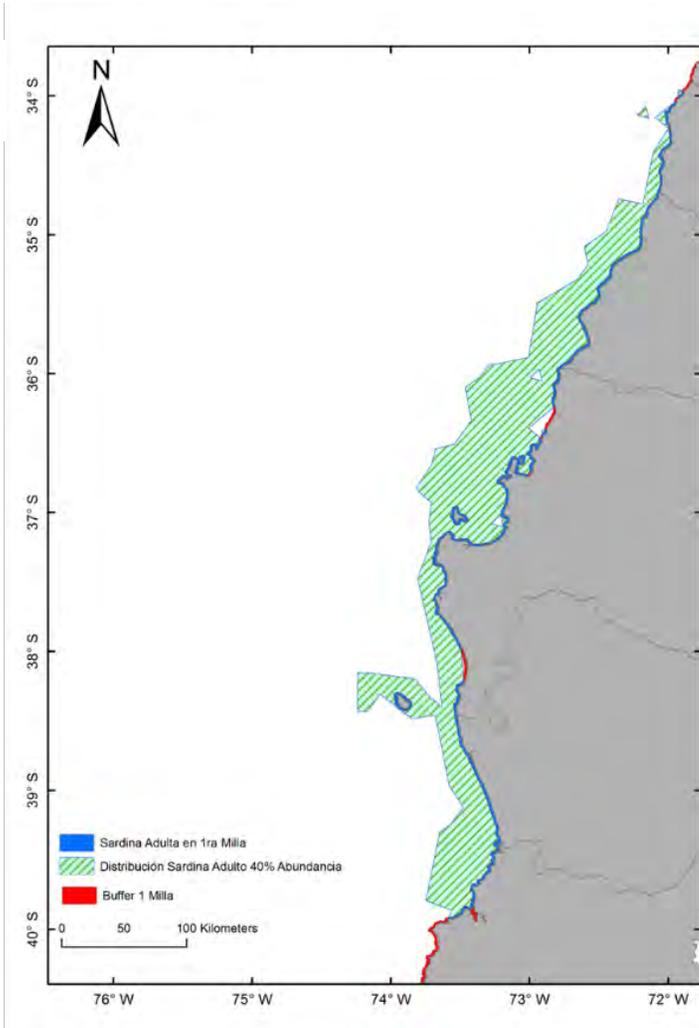


Figura 64. Cartografía de intersección Distribución Sardina Común Juvenil (W) y Adulto (X).
Considerando el área que representa el 40 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 60.

3.2.10.2. Resultados MARXAN

Considerando el área que representa el 5 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 95, genera escenarios distintos para Sardina y Anchoveta, y dependiendo si se considera o no dentro de las capas de costo la opinión de los usuarios. Para Sardina común, sin usuarios, la mejor solución ubica una gran área al sur de la Isla Mocha que se extiende a hasta la costa y otra área frente a Punta Lavapie, además de varias áreas pequeñas ubicadas cerca de la costa al sur de Punta Lavapie y al norte de Isla Santa María (Figura 65). Al considerar el escenario sin usuarios, las dos áreas de gran tamaño se unen formando una gran área de protección frente a la novena región que se extiende por el océano hasta Punta Lavapie, manteniéndose la presencia de las áreas pequeñas de carácter costero (Figura 66). Con respecto a Anchoveta, sin usuarios, la mejor solución ubica una gran área al sur de la Isla Mocha que se extiende a hasta la costa de manera perpendicular, luego una segunda área al norte de Isla Mocha entre Punta Lavapie y el norte de Tirua y otra área de menor tamaño en la costa de la séptima región (Figura 67). Al considerar el escenario sin usuarios, las dos áreas de mayor tamaño se unen formando una gran área de protección frente a la novena región que incluye la zona costera y que se extiende por el océano hasta el Golfo de Arauco, manteniéndose la presencia del área pequeña costera frente a la Séptima Región de carácter costero, pero ésta subdivide en dos (Figura 68).

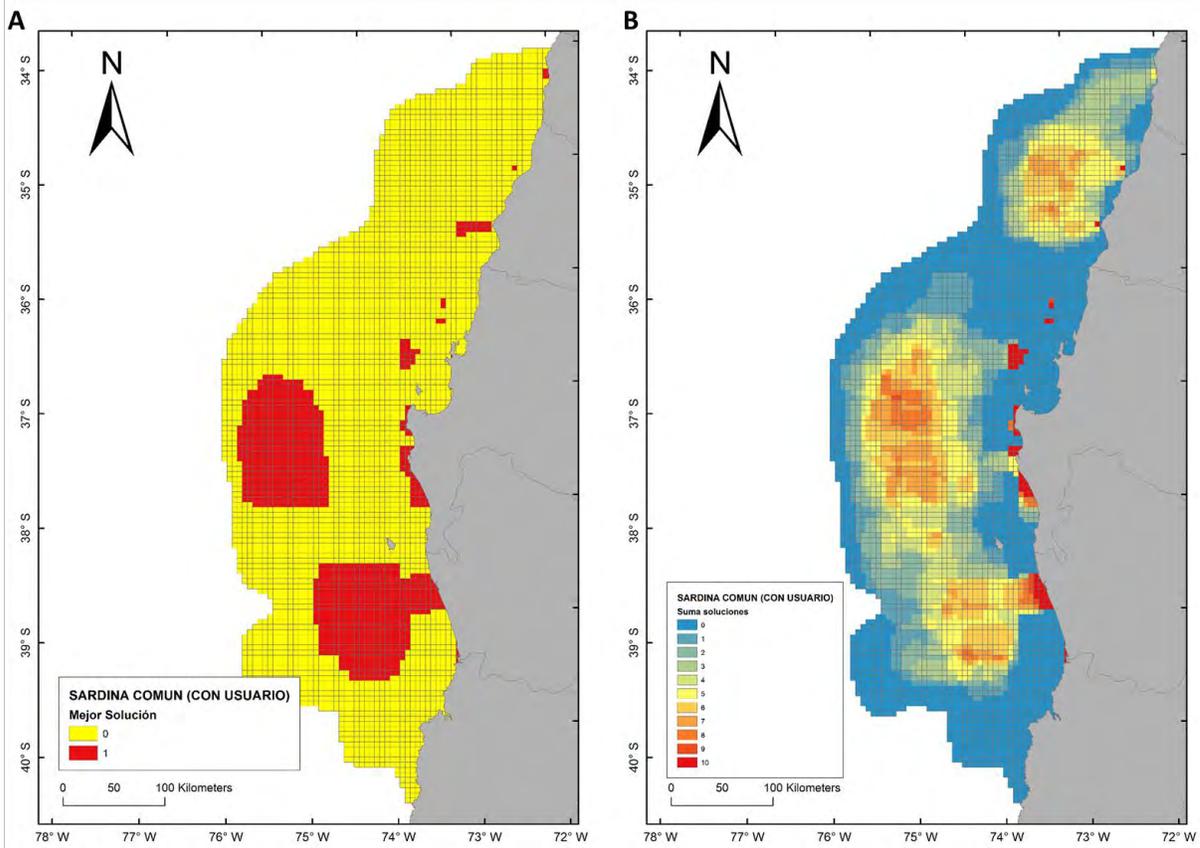


Figura 65. Escenario de áreas de protección de sardina común, con usuarios.
Considerando el 5 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 95. A) Mejor solución, B) Suma de soluciones.

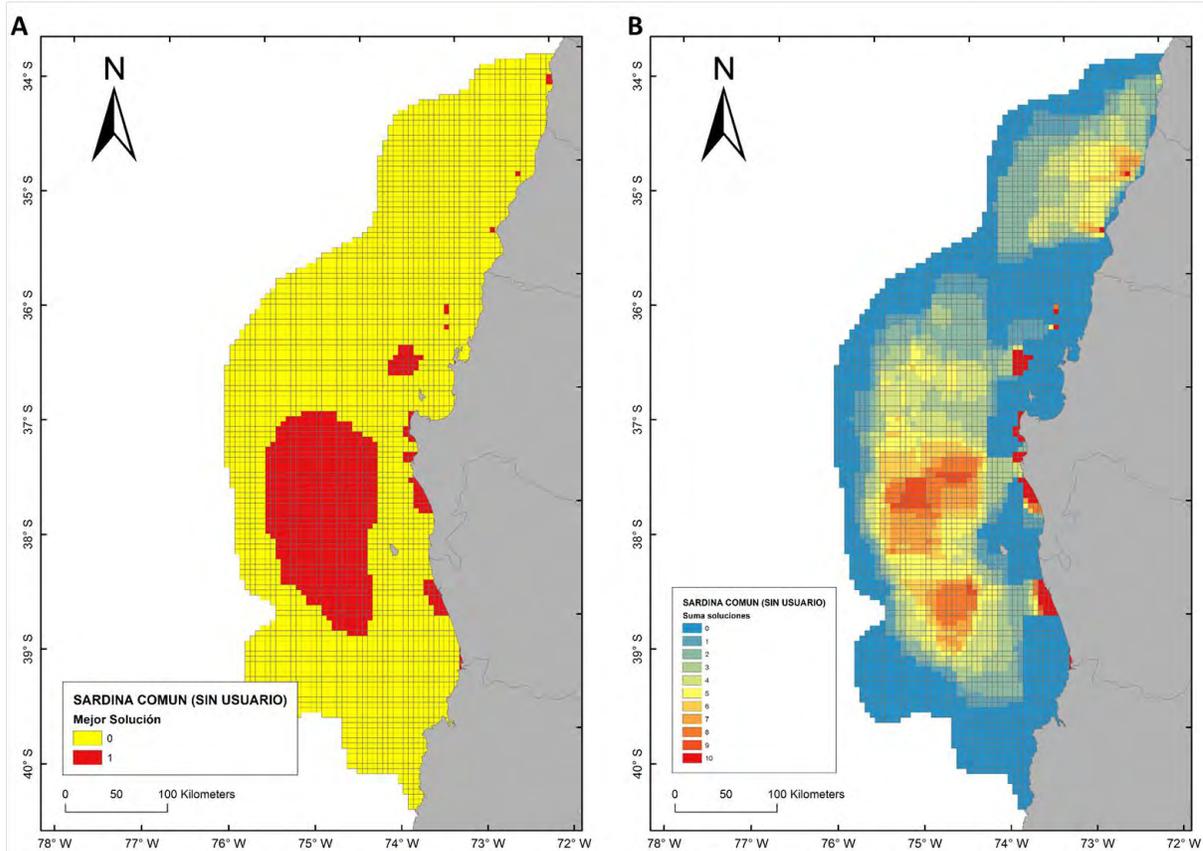


Figura 66. Escenario de áreas de protección de sardina común, sin usuarios.
Considerando el 5 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 95. A) Mejor solución, B) Suma de soluciones.

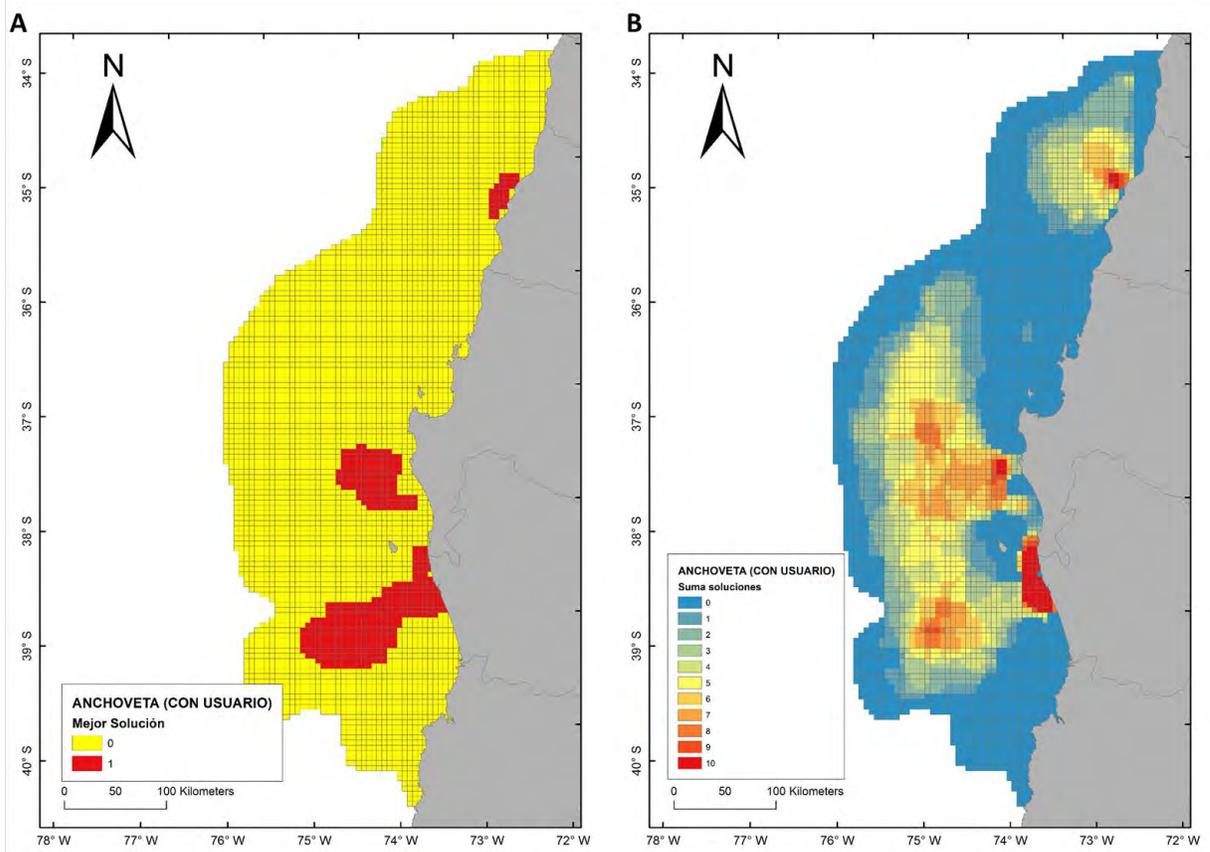


Figura 67. Escenario de áreas de protección de anchoveta, con usuarios.
 Considerando el 5 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 95. A) Mejor solución, B) Suma de soluciones.

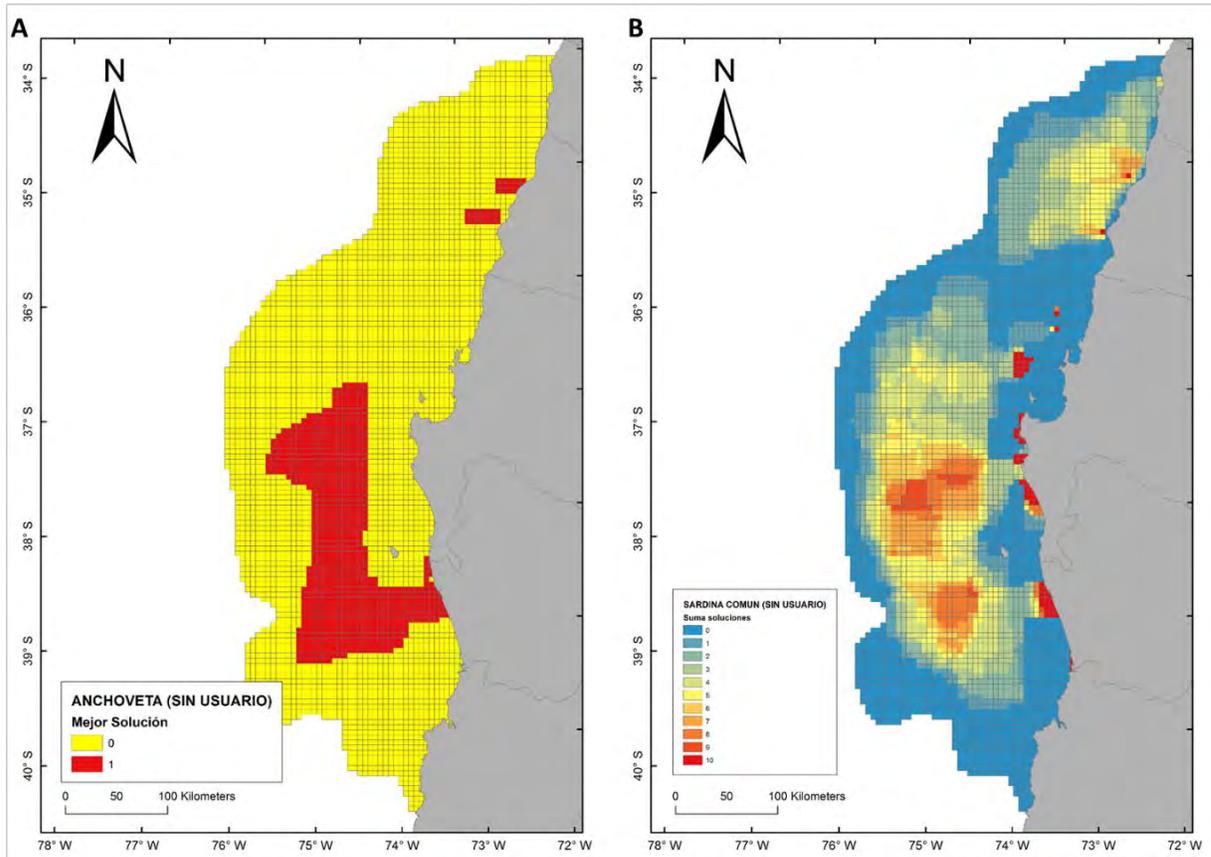


Figura 68. Escenario de áreas de protección de anchoveta, sin usuarios.
Considerando el 5 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 95. A) Mejor solución, B) Suma de soluciones.

Los resultados considerando el área que representa el 20 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 80, genera escenarios similares para Sardina y Anchoveta, independiente de las capas de costo con la opinión de los usuarios. Para ambas especies se generan dos grandes zonas de protección, una frente a la Novena región que abarca parte de la zona oceánica frente al sur de la octava región pero sin áreas costeras, y otra frente a la Séptima región que abarca el sur de la sexta región e incluye áreas costeras (Figura 69 a Figura 72).

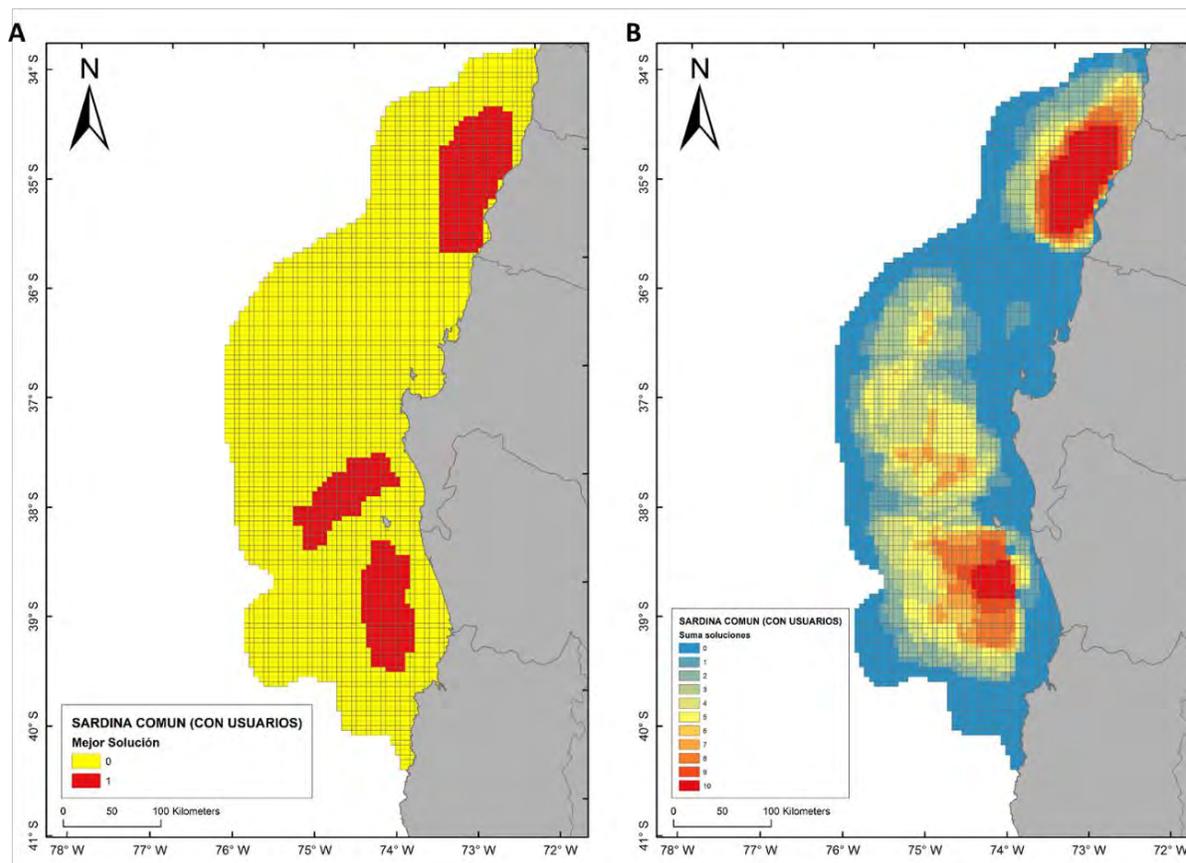


Figura 69. Escenario de áreas de protección de sardina común, con usuarios.
 Considerando el 20 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 80. A) Mejor solución, B) Suma de soluciones.

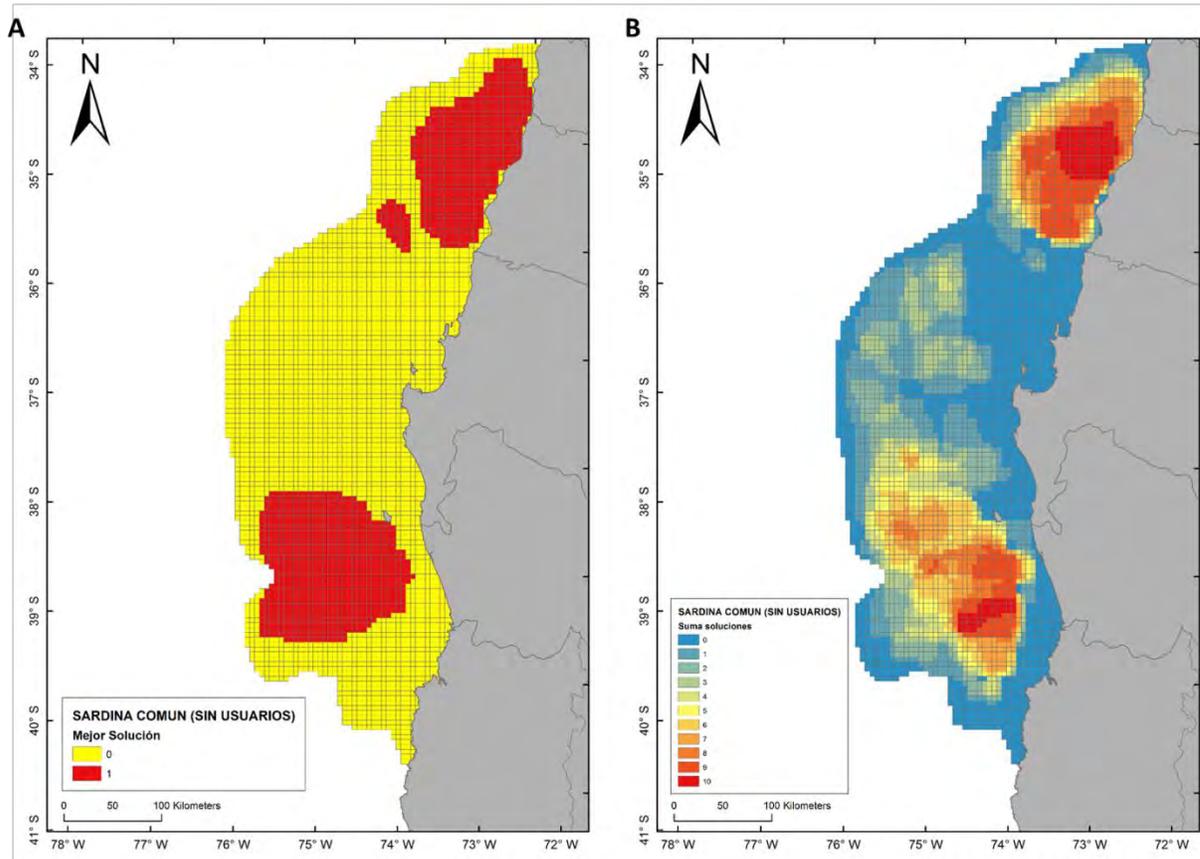


Figura 70. Escenario de áreas de protección de sardina común, sin usuarios.
Considerando el 20 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 80. A) Mejor solución, B) Suma de soluciones.

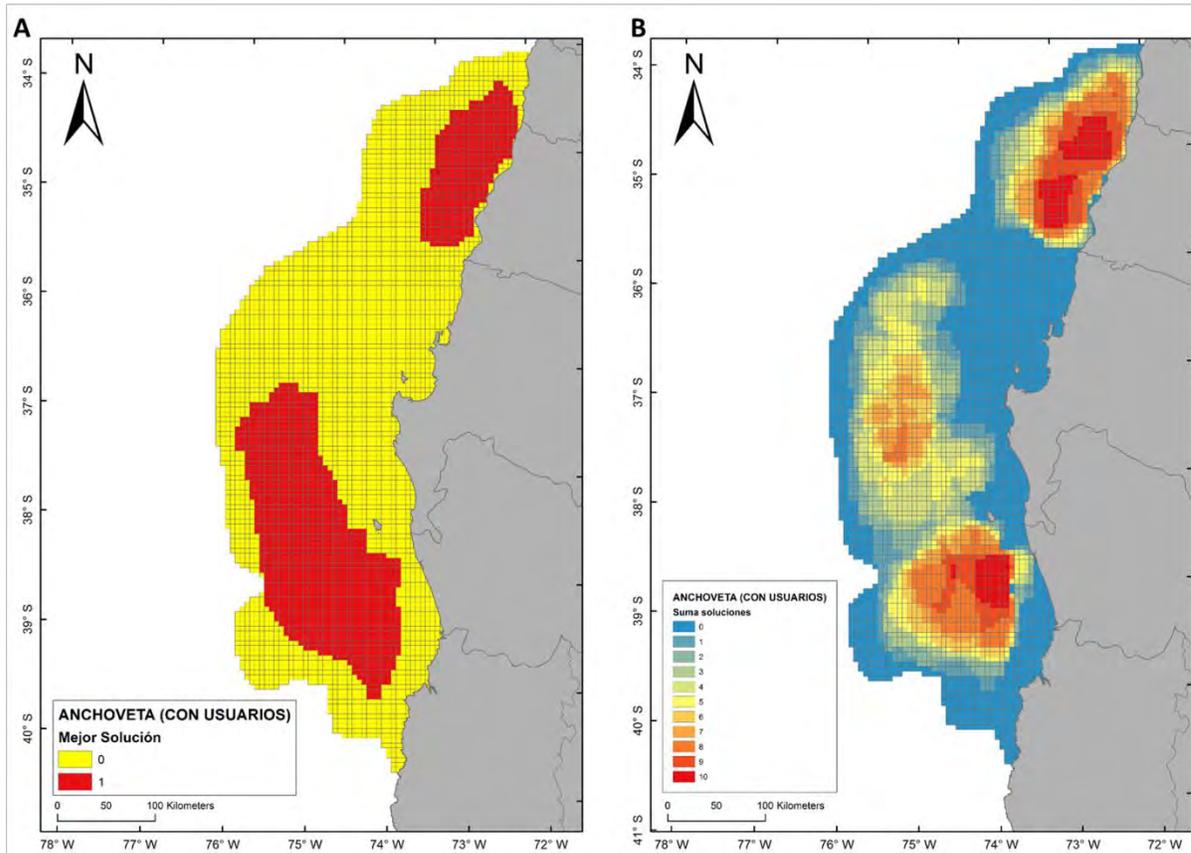


Figura 71. Escenario de áreas de protección de anchoveta, con usuarios.
Considerando el 20 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 80. A) Mejor solución, B) Suma de soluciones.

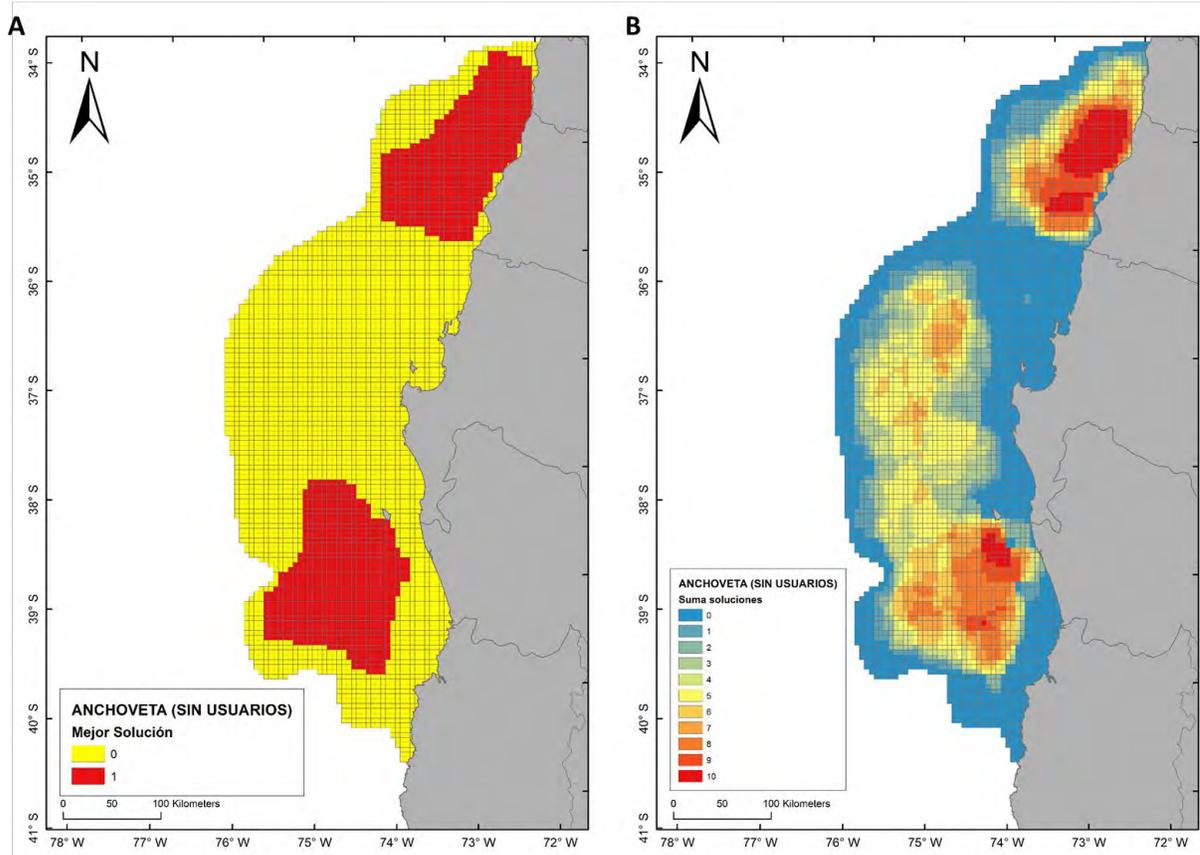


Figura 72. Escenario de áreas de protección de anchoveta, sin usuarios.
 Considerando el 20 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 80. A) Mejor solución, B) Suma de soluciones.

Los resultados considerando el área que representa el 40% de las celdas con mayor abundancia o percentil 60, en general entrega escenarios similares para sardina y anchoveta, y sólo la estimación sin usuarios para sardina es distinta. Para ambas especies se generan tres grandes zonas de protección, una frente a la novena región que abarca parte de la zona oceánica frente al sur de la octava región pero sin áreas costeras, otra frente a la octava región sin áreas costeras, y otra frente a la séptima región que abarca el sur de la sexta región e incluye áreas costeras (Figura 73 a Figura 76). En el caso de sardina sin usuarios el área predicha frente a la octava región desaparece, pero aumenta el área que abarca la zona frente a la novena región (Figura 73).

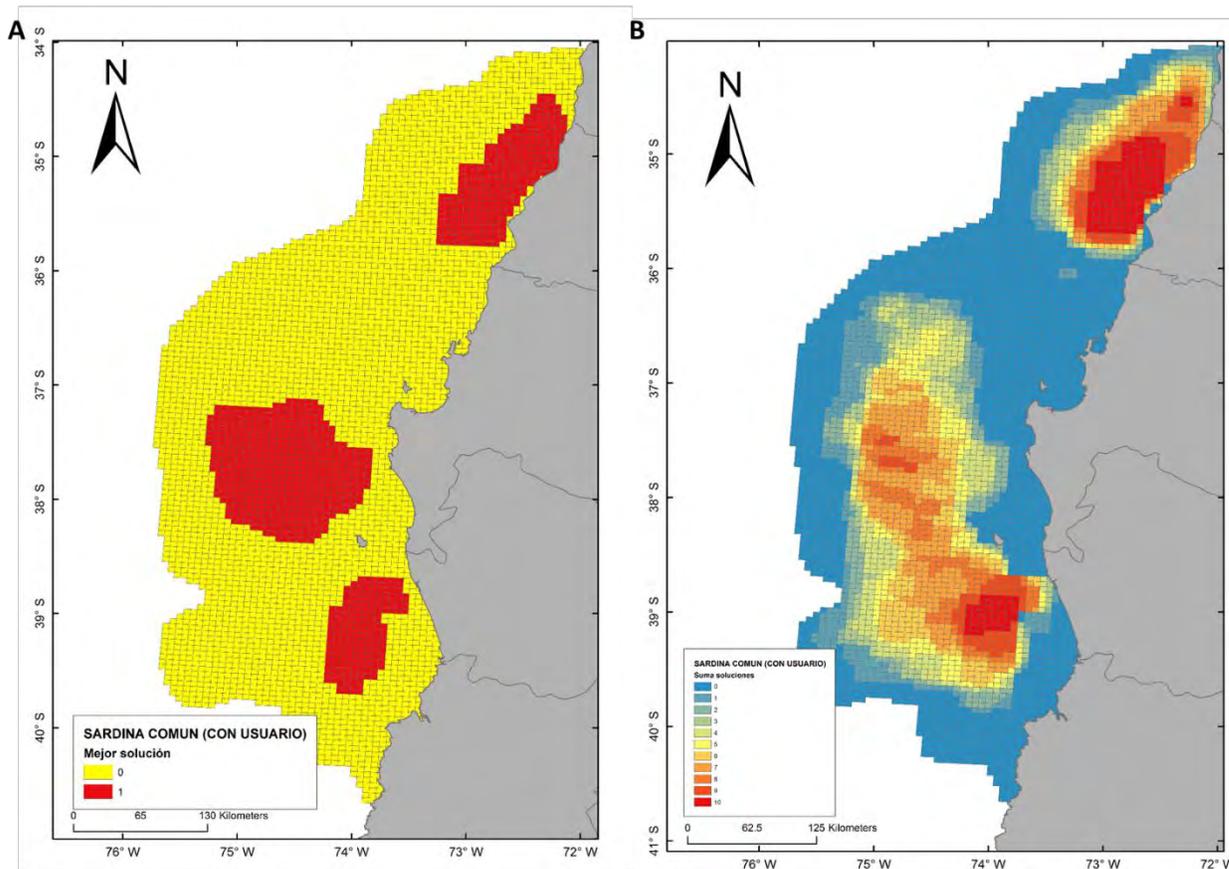


Figura 73. Escenario de áreas de protección de sardina común, con usuarios. Considerando el 40 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 60. A) Mejor solución, B) Suma de soluciones.

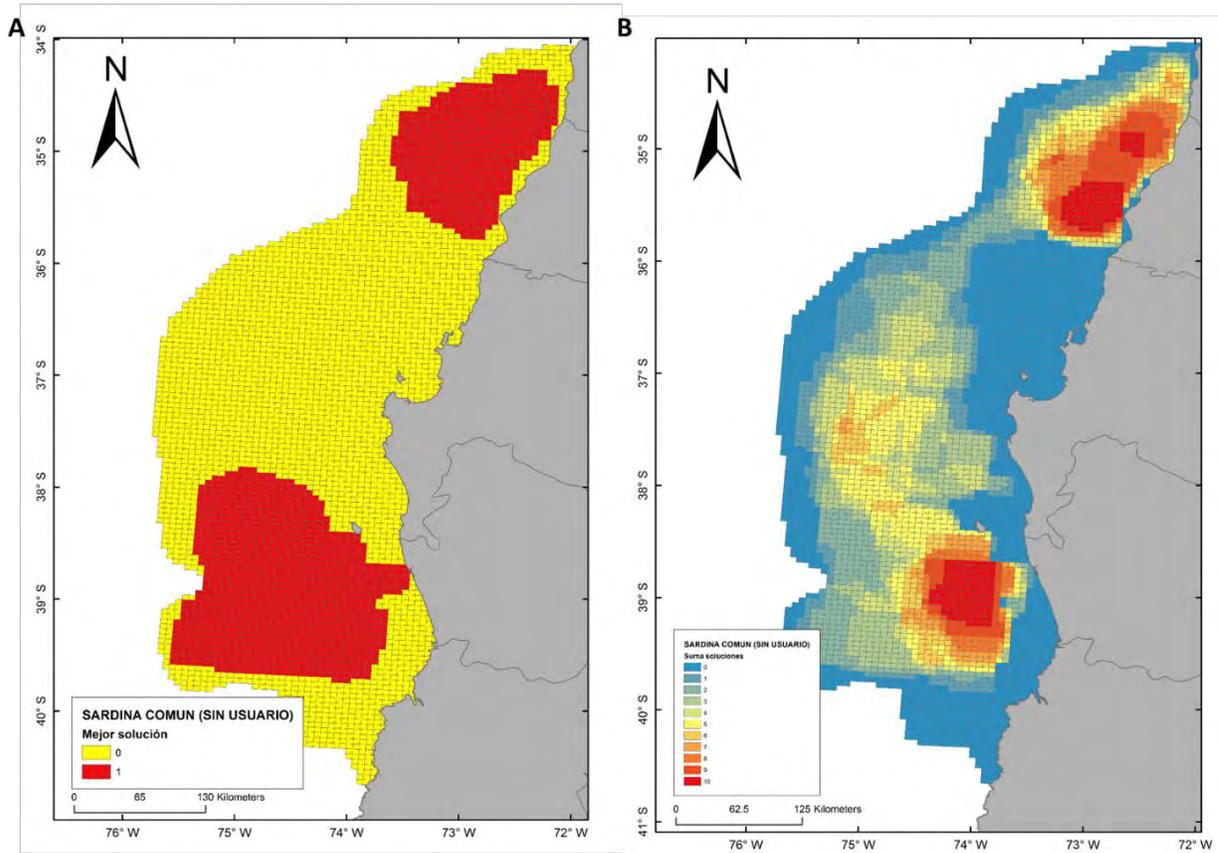


Figura 74. Escenario de áreas de protección de sardina común, sin usuarios.
 Considerando el 40 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 60. A) Mejor solución, B) Suma de soluciones.

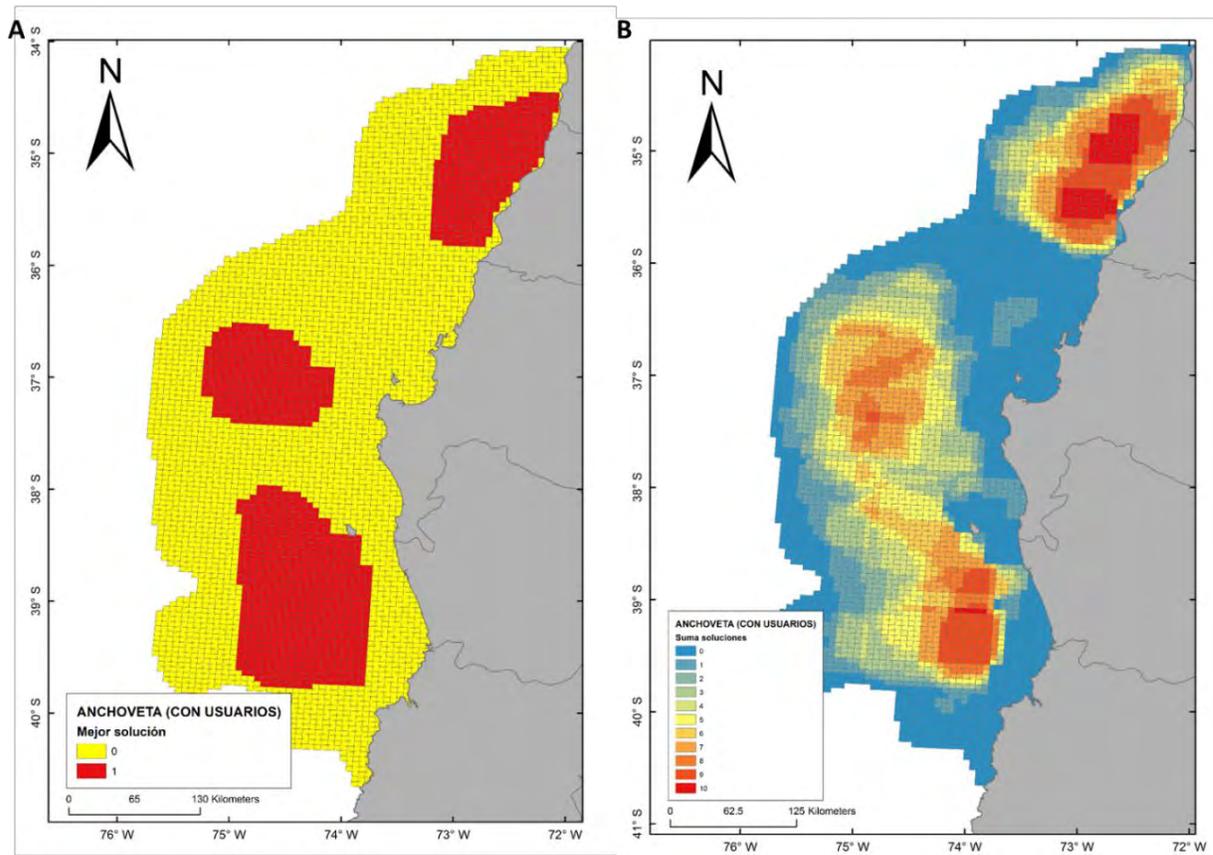


Figura 75. Escenario de áreas de protección de anchoveta, con usuarios.
 Considerando el 40 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 60. A) Mejor solución, B) Suma de soluciones.

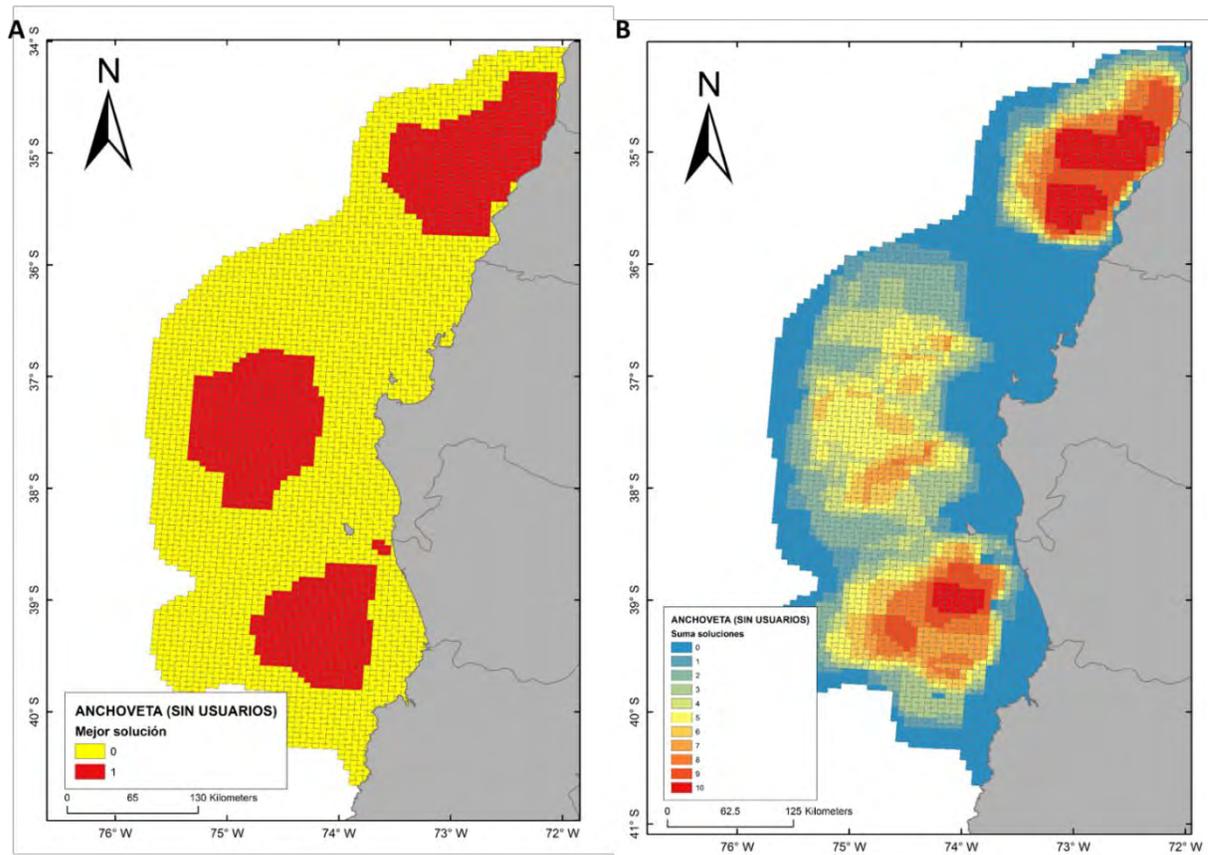


Figura 76. Escenario de áreas de protección de sardina común, sin usuarios.
 Considerando el 40 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 60. A) Mejor solución, B) Suma de bsoluciones.

3.2.10.3. Resultados post MARXAN

Las mejores soluciones de MARXAN considerando el 5 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 95, generan áreas de protección mayores a 21.000 Km² excepto para el escenario de anchoveta con usuario, cuyos costos generan una disminución del área de protección a 12.150 km² (Tabla 22). Por otra parte, el porcentaje de representación de los estadíos en las celdas con mayor abundancia muestra que siempre los pre-reclutas están mejor representados con hasta un 79 % del área de la solución de protección, considerando el 5 % de las celdas con mayor abundancia (Tabla 23, Figura 77 a Figura 84). Los otros estadías varían en su representación dentro del área desde 2 a 7 % (Tabla 23, Figura 77 a Figura 84).

Tabla 22. Área en kilómetros cuadrados mejor solución MARXAN considerando el 5 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 95.

Recurso	Informacion desde Usuarios	Área de solución óptima (Km ²)
Sardina común	No	21625
	Si	23125
Anchoveta	No	12150
	Si	22475

Tabla 23. Porcentajes de representación de escenarios considerando el 5 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 95, según áreas de solución y distribución de los estadios

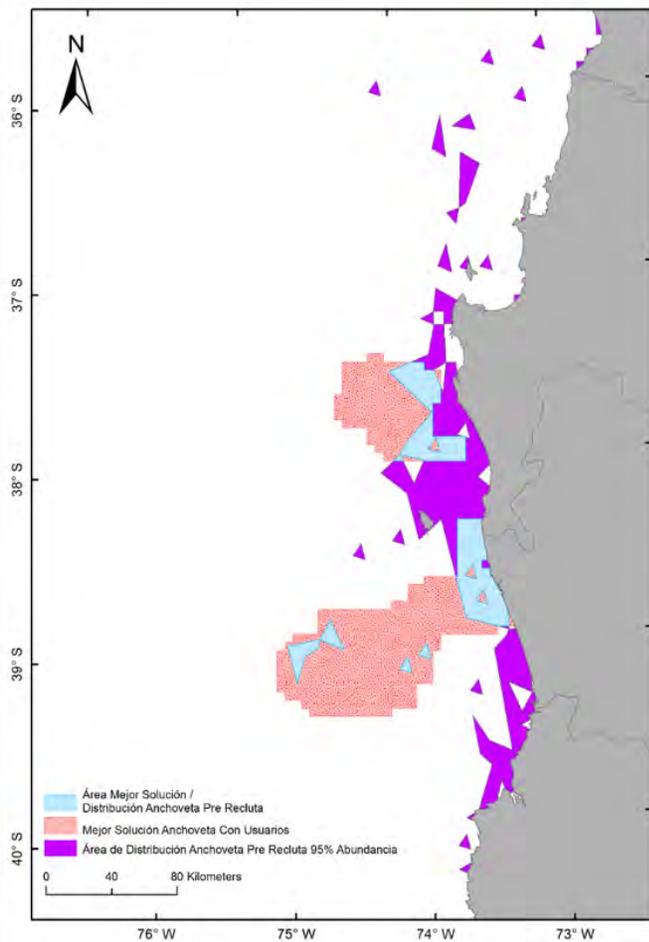
Recurso	Información ¹	Estadio	Área de solución (Km ²)	% ³
Anchoveta	No	Pre-recluta	1369	6
		Recluta	507	2
		Juvenil	692	3
		Adulto	801	4
	Si	Pre-recluta	2827	23
		Recluta	516	4
		Juvenil	757	6
		Adulto	801	7
Sardina común	No	Pre-recluta	17163	79
		Recluta	704	3
		Juvenil	875	4
		Adulto	922	4
	Si	Pre-recluta	17165	74
		Recluta	720	3
		Juvenil	873	4
		Adulto	921	4

¹Información de áreas de importancia proporcionada por usuarios artesanales

²Área de la solución obtenida por MARXAN por estadio.

³Porcentaje de representación de estadio en las celdas con mayor abundancia

C.1



C.2

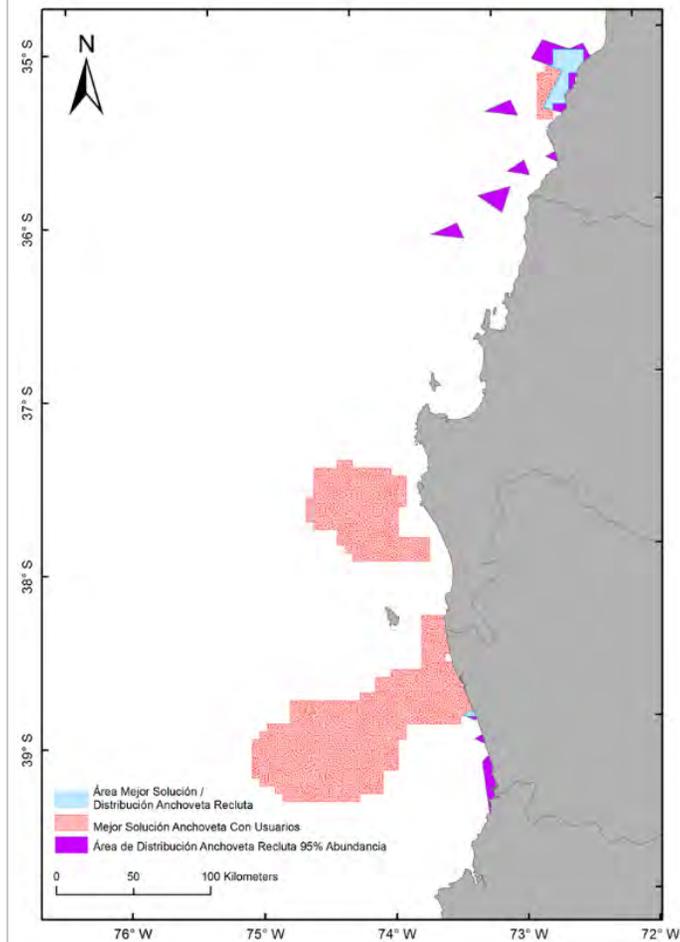


Figura 77. Escenario Anchoqueta considerando el 5 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 95, con usuarios.

C.1) Representación de mejor solución en relación a distribución Anchoqueta pre recluta, C.2) Representación de mejor solución en relación a distribución anchoqueta recluta.

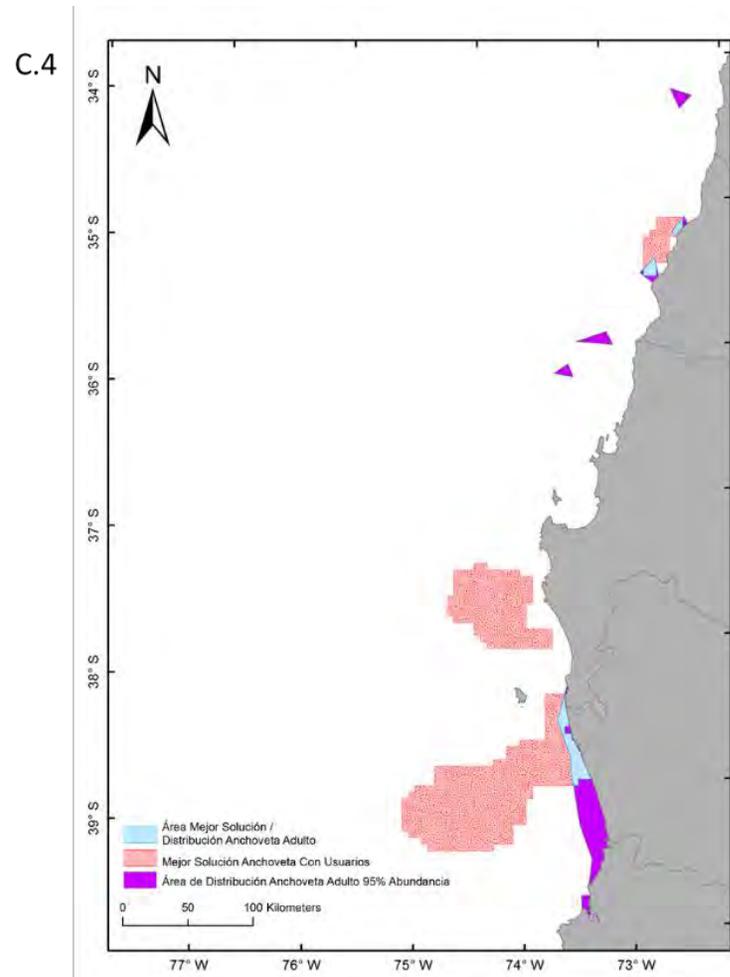
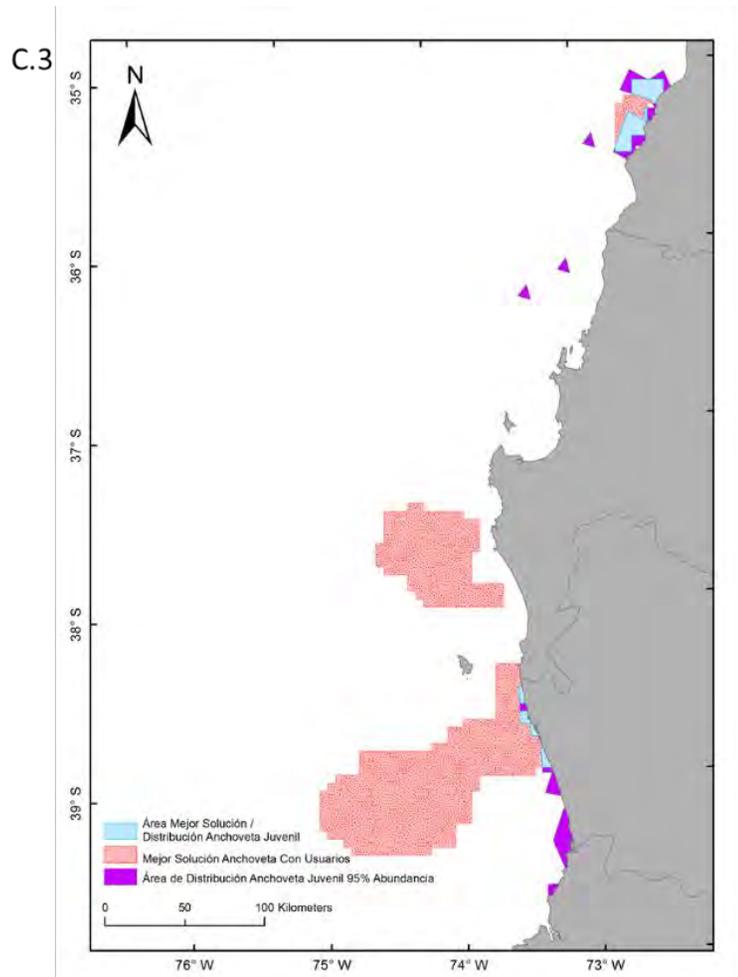


Figura 78. Escenario Anchoveta considerando el 5 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 95, con usuarios.

C.3) Representación de mejor solución en relación a distribución Anchoveta juvenil, C.4) Representación de mejor solución en relación a distribución anchoveta adulto.

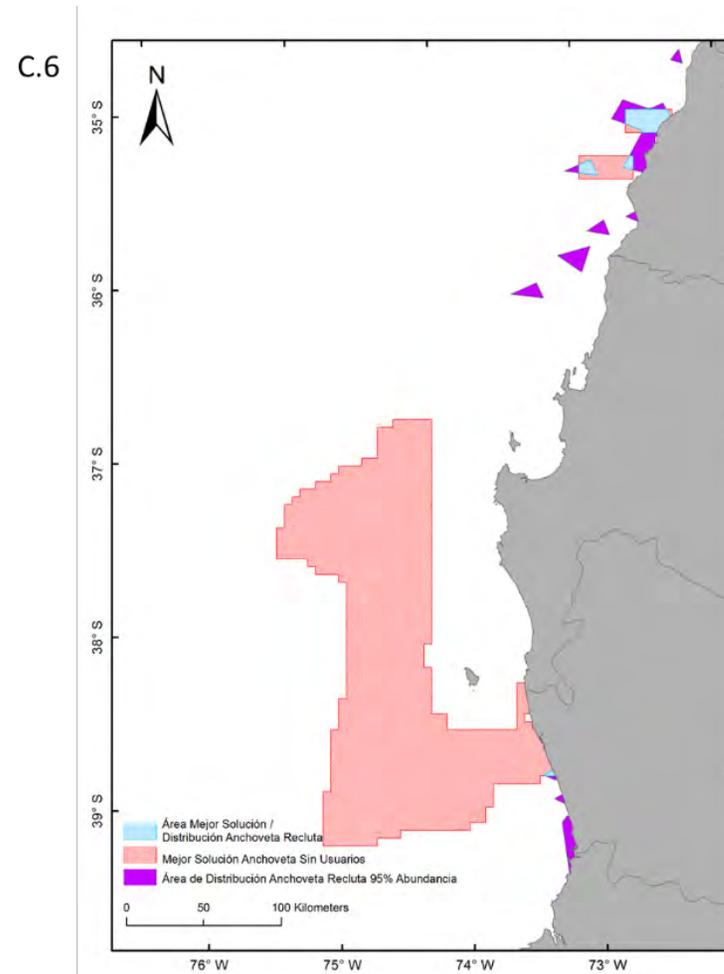
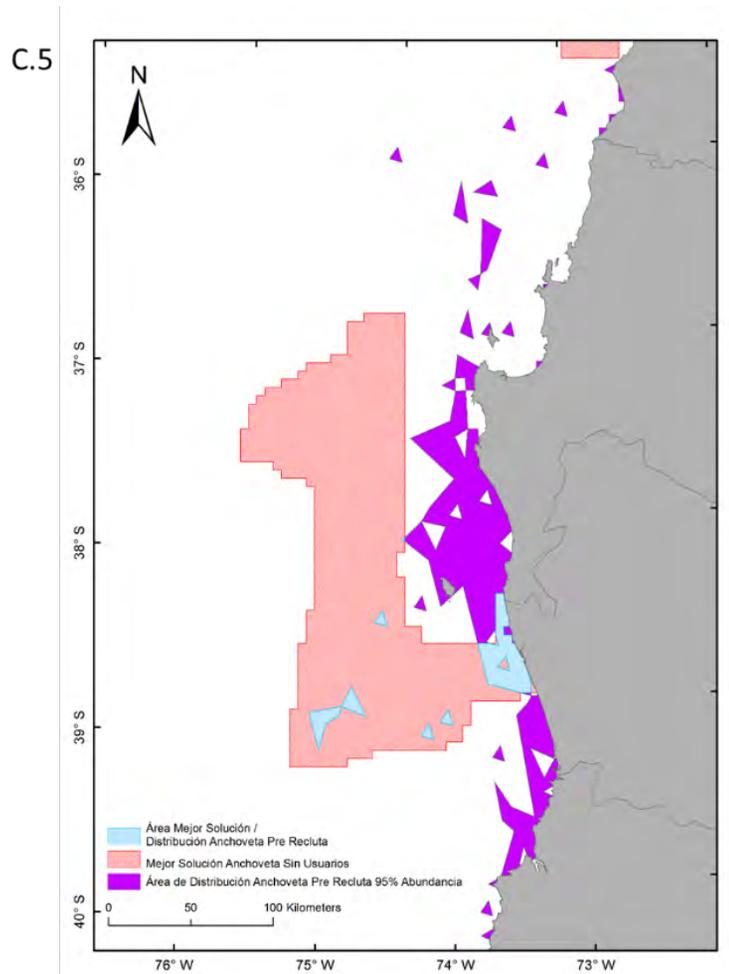
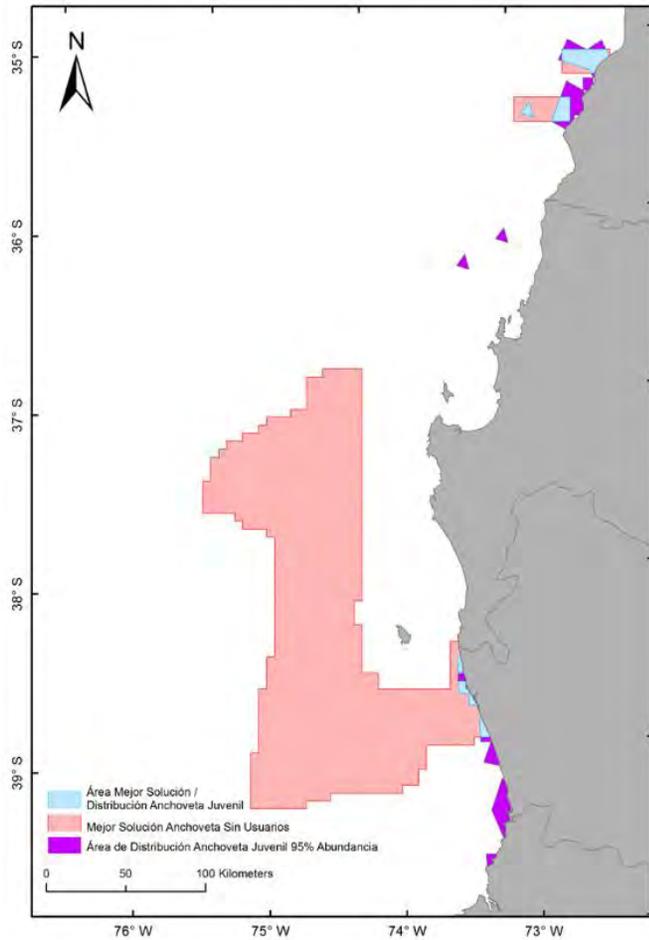


Figura 79. Escenario Anchoveta considerando el 5 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 95, sin usuarios..
 C.5) Representación de mejor solución en relación a distribución anchoveta pre recluta, C.6) Representación de mejor solución en relación a distribución anchoveta recluta.

C.7



C.8

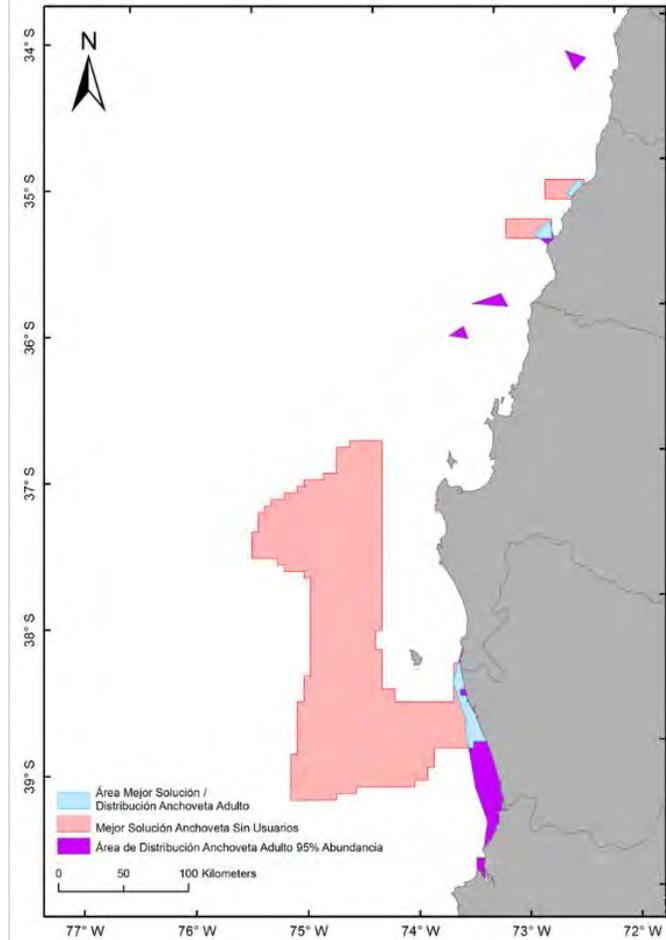


Figura 80. Escenario Anchoqueta considerando el 5 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 95, sin usuarios.

C.7) Representación de mejor solución en relación a distribución anchoqueta juvenil, C.8) Representación de mejor solución en relación a distribución anchoqueta adulto.

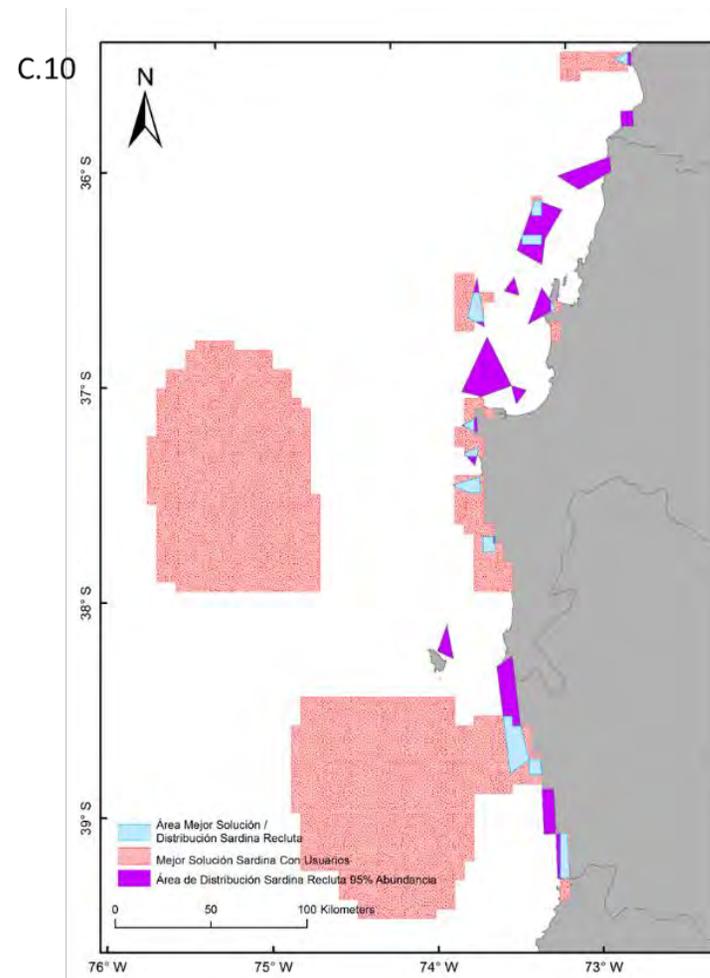
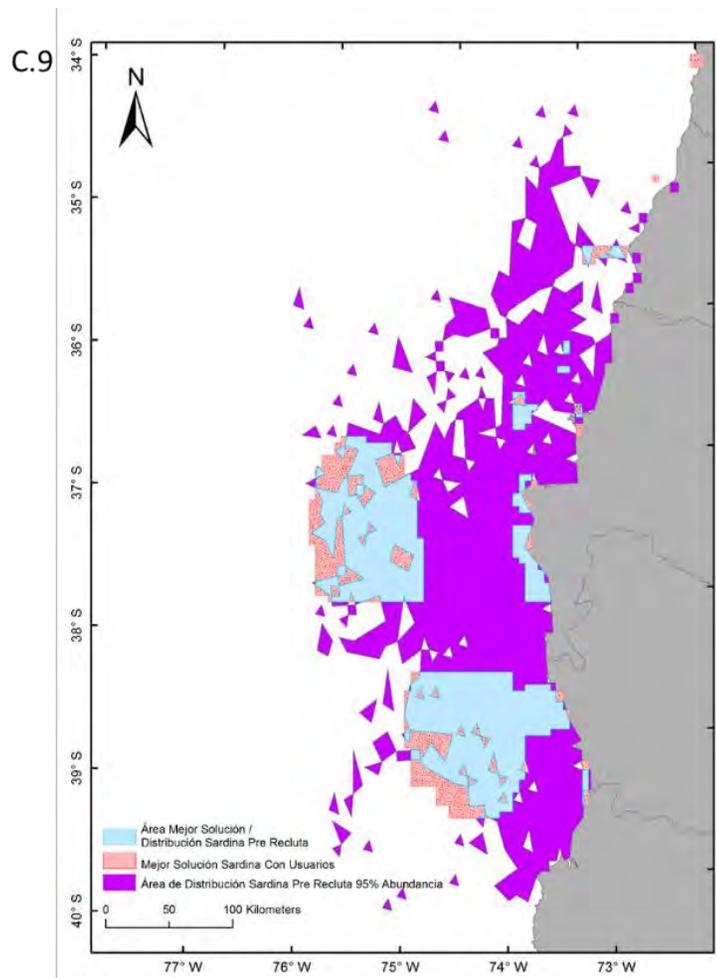


Figura 81. Escenario Sardina común considerando el 5 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 95, con usuarios.

C.9) Representación de mejor solución en relación a distribución sardina pre recluta, C.10) Representación de mejor solución en relación a distribución sardina recluta.

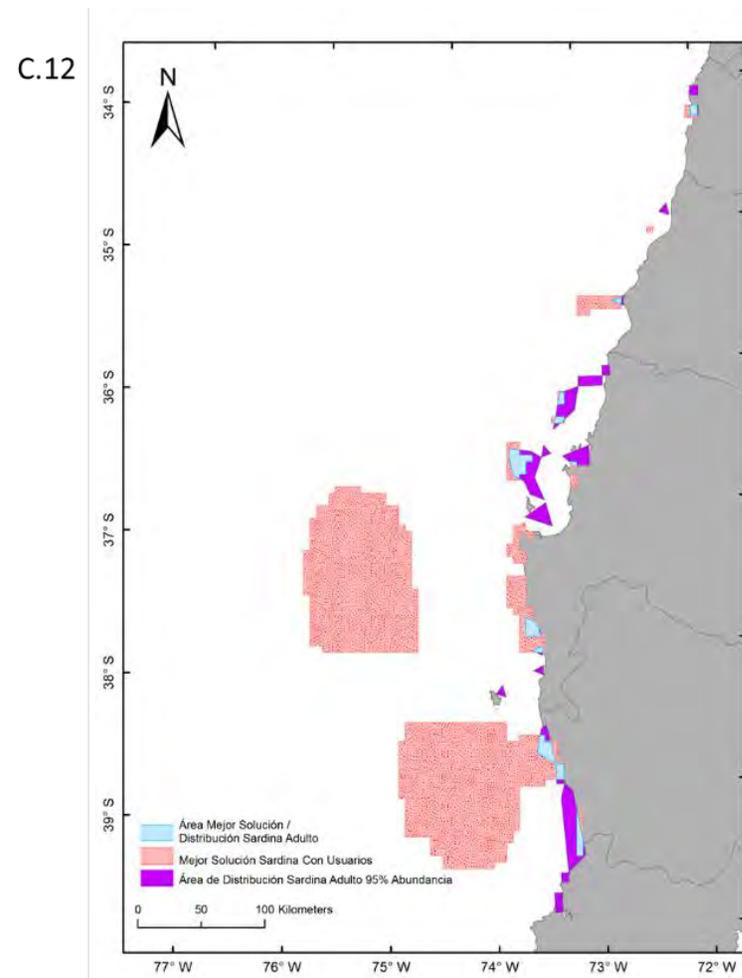
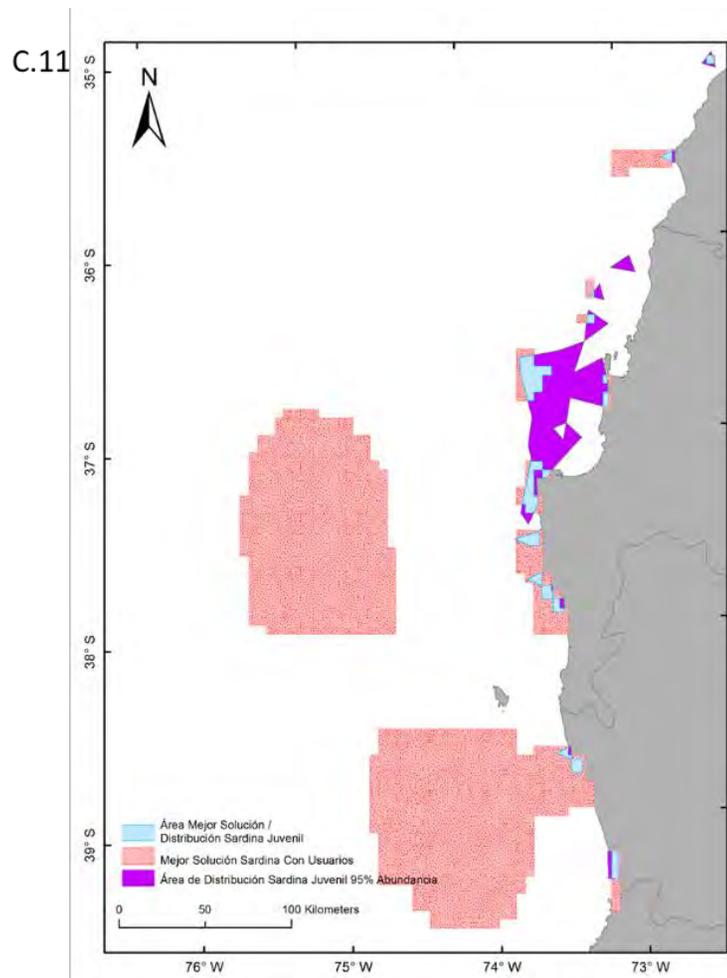


Figura 82. Escenario Sardina común considerando el 5 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 95, con usuarios.

C.11) Representación de mejor solución en relación a distribución sardina juvenil, C.12) Representación de mejor solución en relación a distribución sardina adulto.

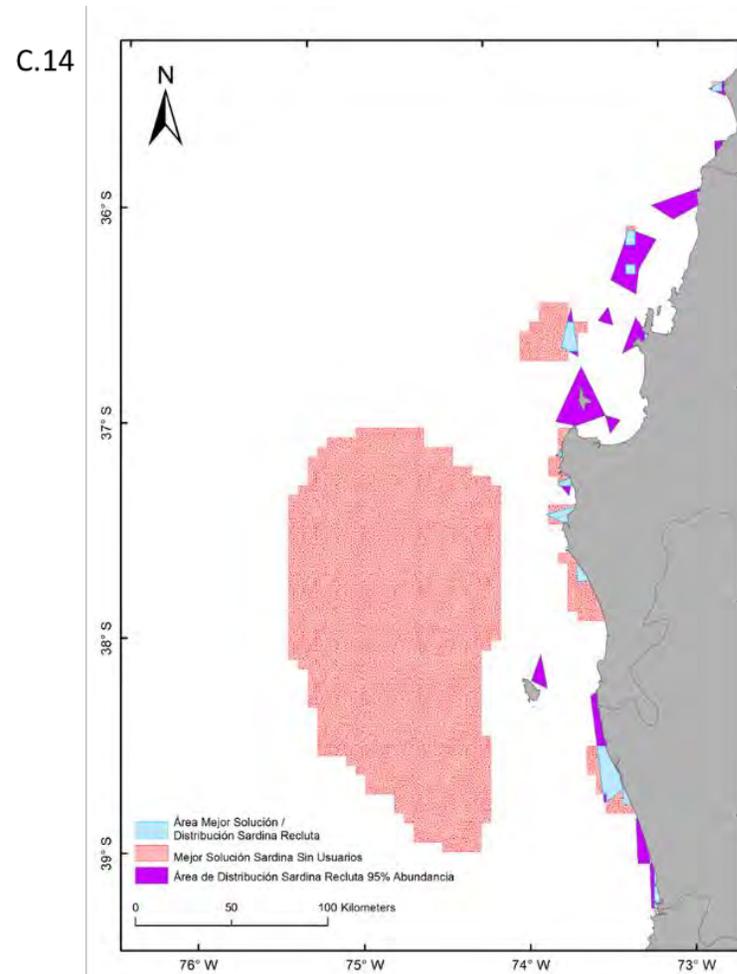
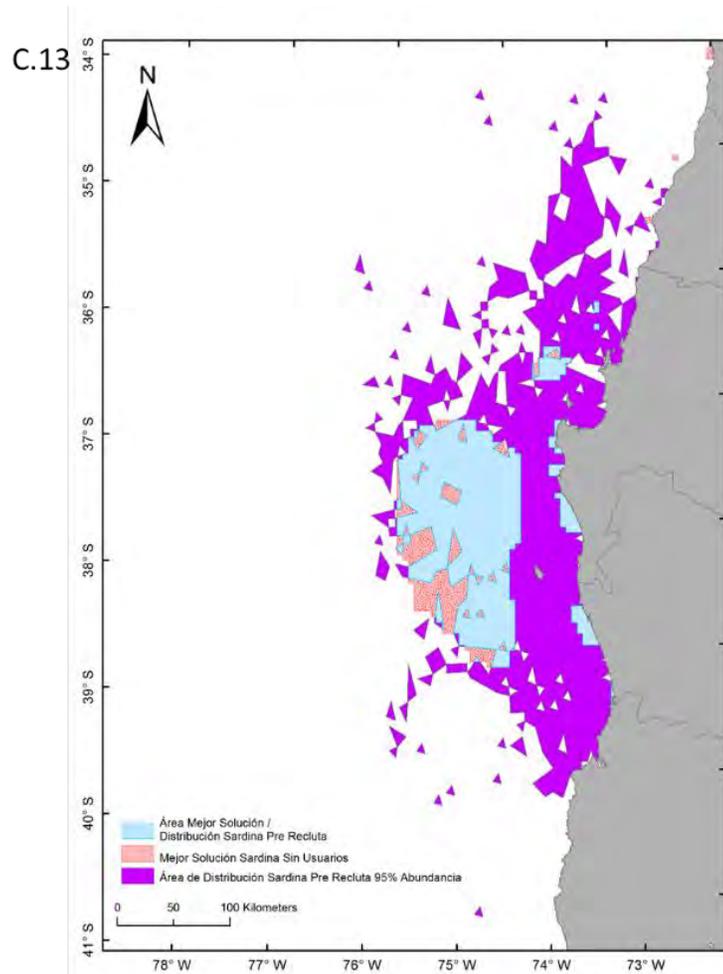
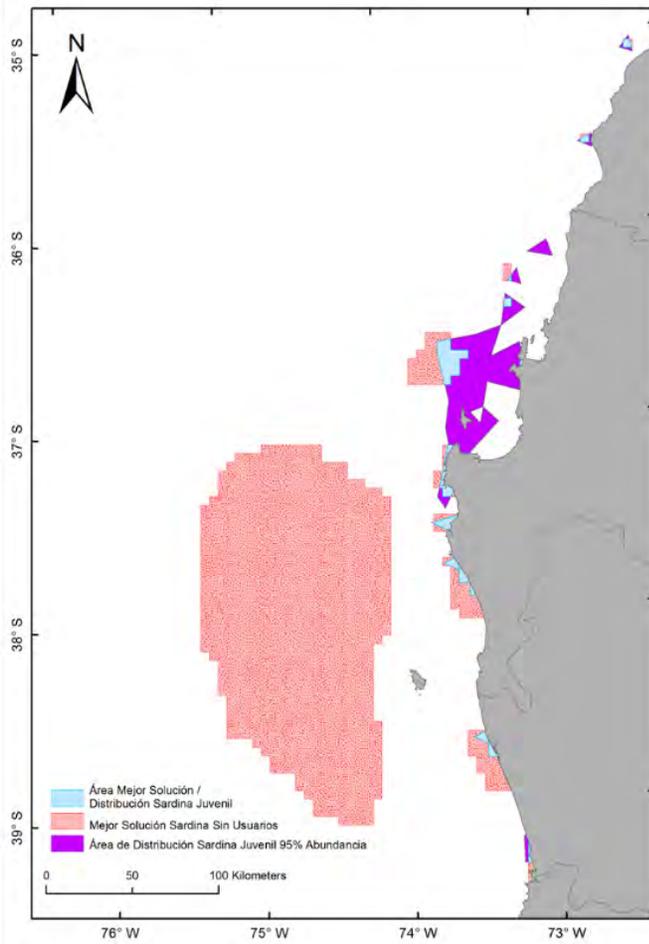


Figura 83. Escenario Sardina común considerando el 5 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 95, sin usuarios.

C.13) Representación de mejor solución en relación a distribución sardina pre recluta, C.14) Representación de mejor solución en relación a distribución sardina recluta.

C.15



C.16

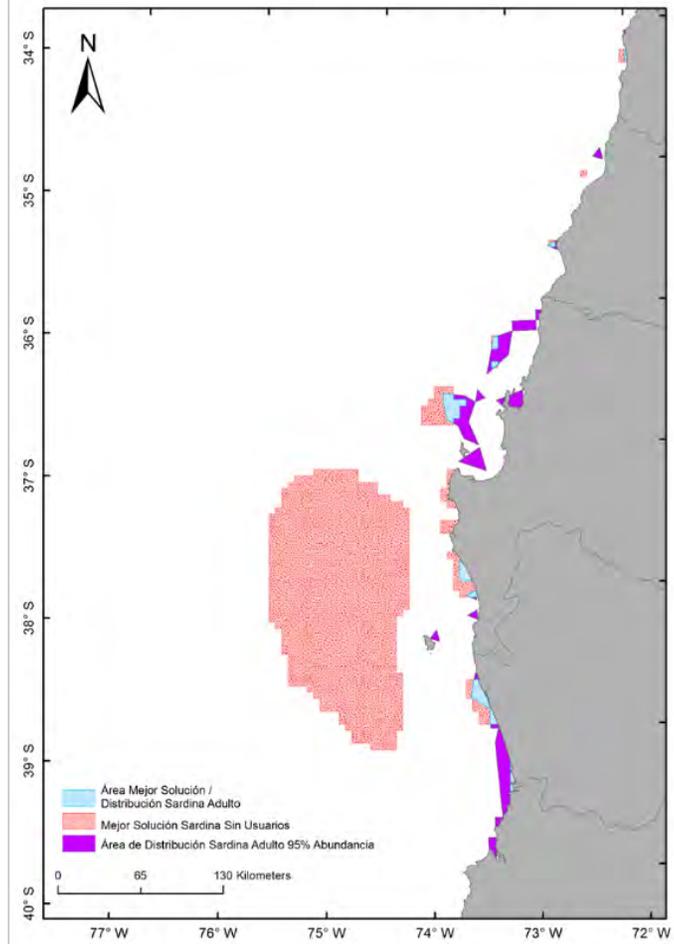


Figura 84. Escenario Sardina común considerando el 5 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 95, sin usuarios.

C.15) Representación de mejor solución en relación a distribución sardina juvenil, C.16) Representación de mejor solución en relación a distribución sardina adulto.

Las mejores soluciones de MARXAN considerando el 20 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 80, generan áreas de protección mayores a 36.000 Km² excepto para el escenario de Sardina con usuario, cuyos costos generan una disminución del área de protección a 18.950 km² (Tabla 24). Por otra parte, el porcentaje de representación de los estadíos en las celdas con mayor abundancia muestra que los pre-reclutas no están representados en la solución de protección (Tabla 25, Figura 85 a Figura 92). Los otros estadías varían en su representación dentro del área desde 1 a 8 % (Tabla 25, Figura 85 a Figura 92).

Tabla 24. Áreas en kilómetros cuadrados mejor solución MARXAN considerando el 20 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 80.

Recurso	Información desde Usuarios	Área de solución óptima (Km ²)
Sardina común	No	36025
	Si	18950
Anchoveta	No	39675
	Si	36150

Tabla 25. Porcentajes de representación de escenarios considerando el 20 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 80, según áreas de solución y distribución de los estadíos.

Recurso	Información ¹	Estadío	Área de solución (Km ²)	% ³
Anchoveta	No	Pre-recluta	0	0
		Recluta	2740	8
		Juvenil	1193	3
		Adulto	829	2
	Si	Pre-recluta	0	0
		Recluta	2376	6
		Juvenil	1196	3
		Adulto	34	0
Sardina común	No	Pre-recluta	0	0
		Recluta	251	1
		Juvenil	321	1
		Adulto	627	2
	Si	Pre-recluta	34	0
		Recluta	248	1
		Juvenil	162	1
		Adulto	413	2

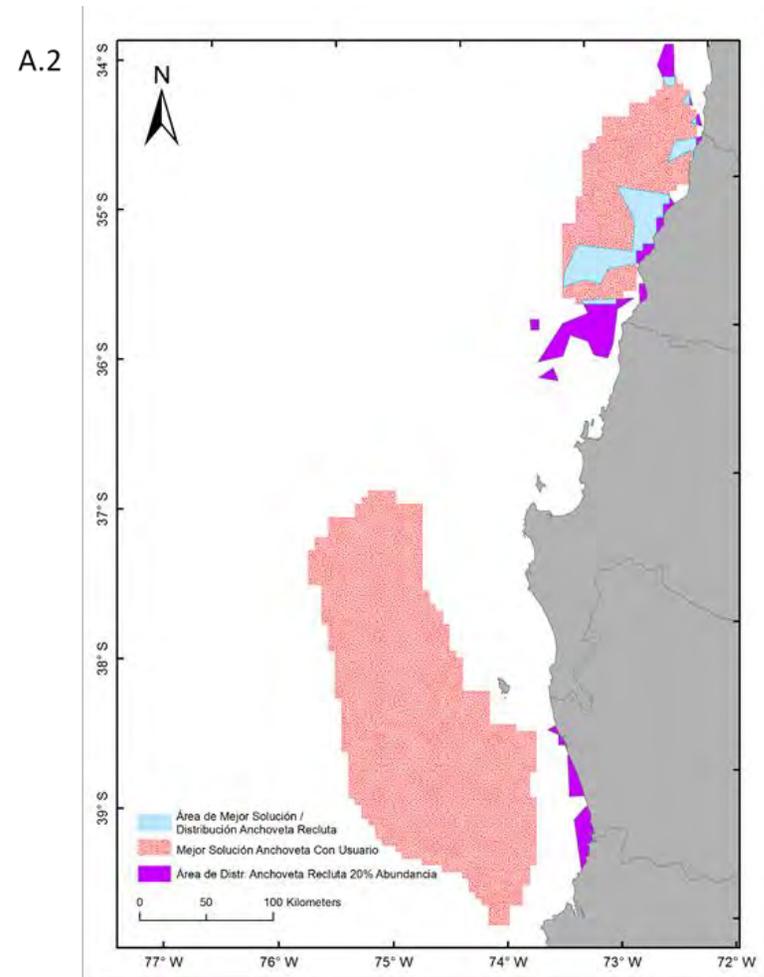
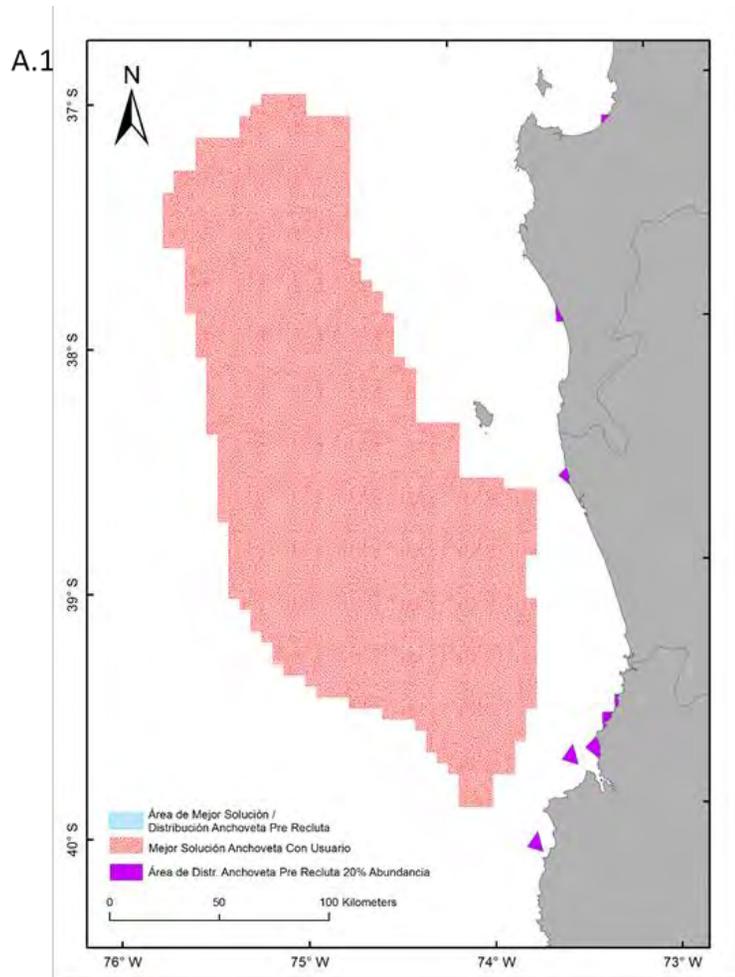


Figura 85. Escenario Anchoveta considerando el 20 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 80, con usuarios.

A.1) Representación de mejor solución en relación a distribución Anchoveta pre recluta, A.2) Representación de mejor solución en relación a distribución anchoveta recluta

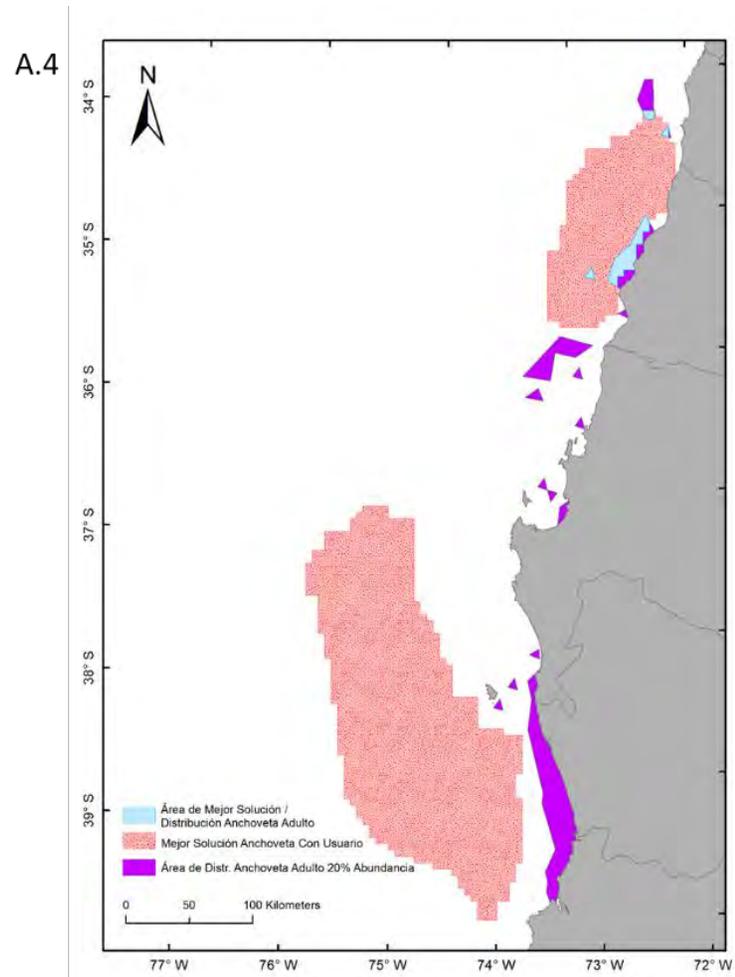
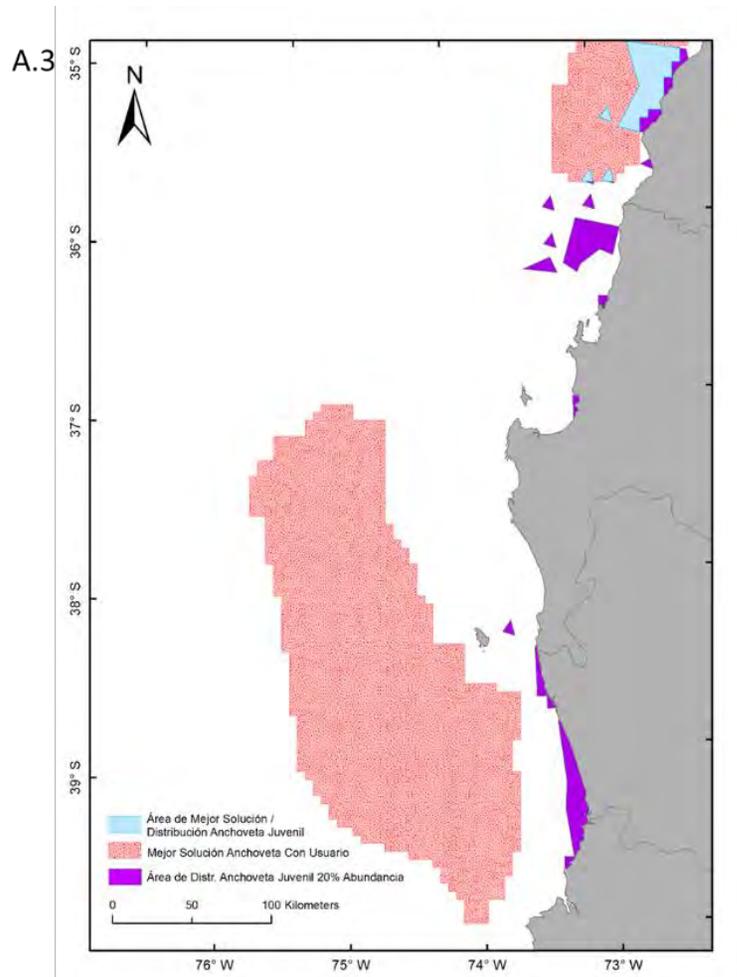


Figura 86. Escenario Anchoqueta considerando el 20 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 80, con usuarios.

A.3) Representación de mejor solución en relación a distribución Anchoqueta Juvenil, A.4) Representación de mejor solución en relación a distribución Anchoqueta adulto..

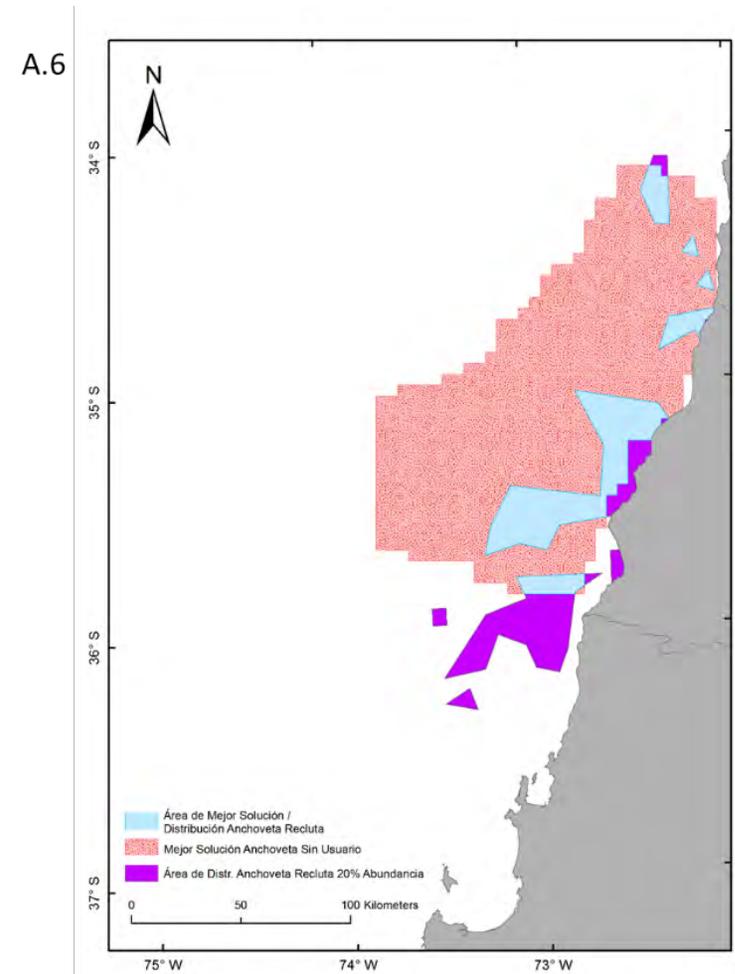
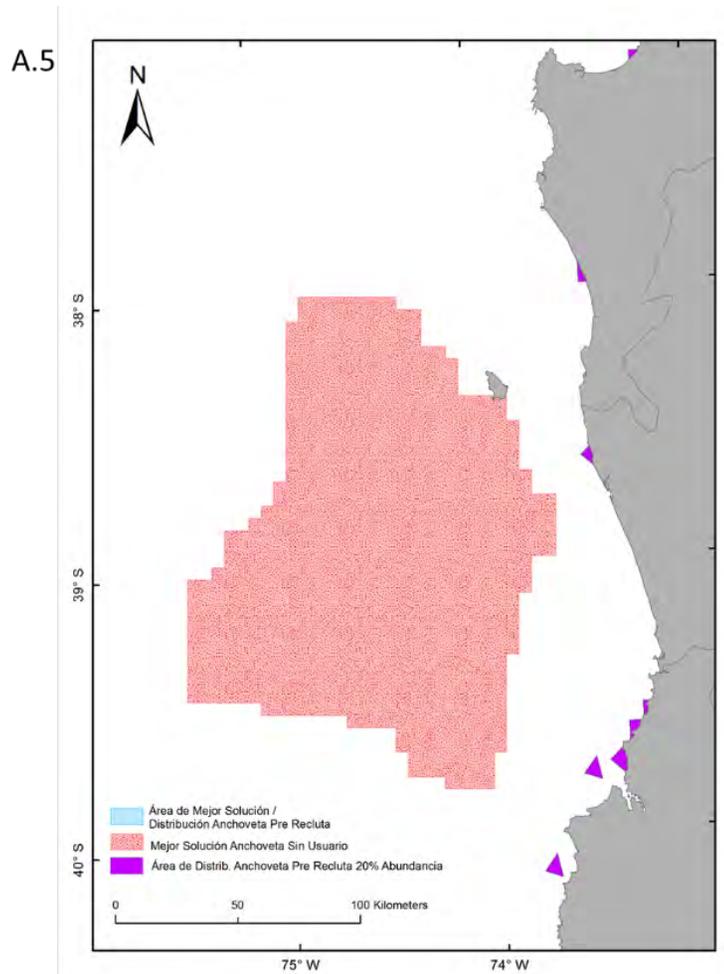


Figura 87. Escenario Anchoveta considerando el 20 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 80, sin usuarios.

A.5) Representación de mejor solución en relación a distribución Anchoveta pre recluta, A.6) Representación de mejor solución en relación a distribución anchoveta recluta.

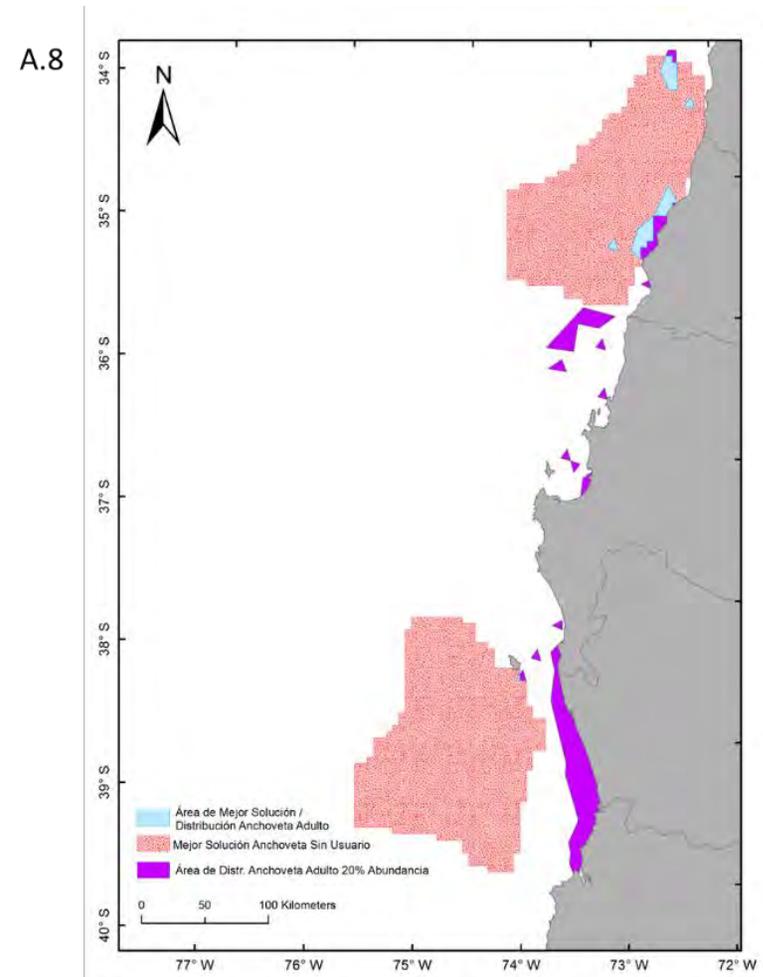
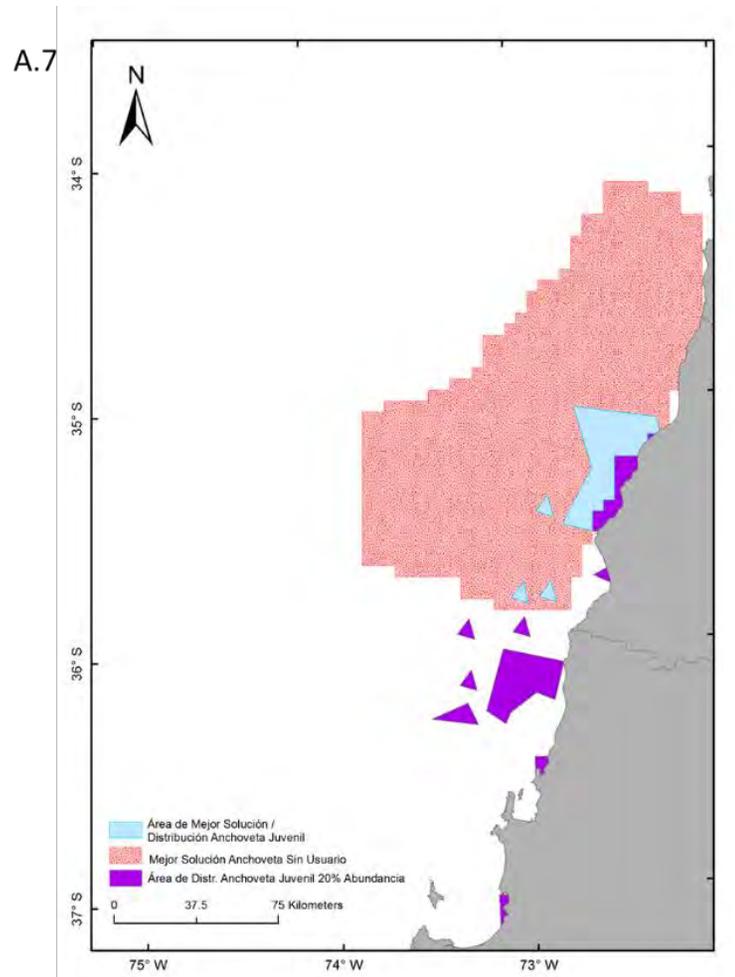


Figura 88. Escenario Anchoqueta considerando el 20 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 80, sin usuarios.
 A.7) Representación de mejor solución en relación a distribución Anchoqueta Juvenil, A.8) Representación de mejor solución en relación a distribución Anchoqueta Adulto.

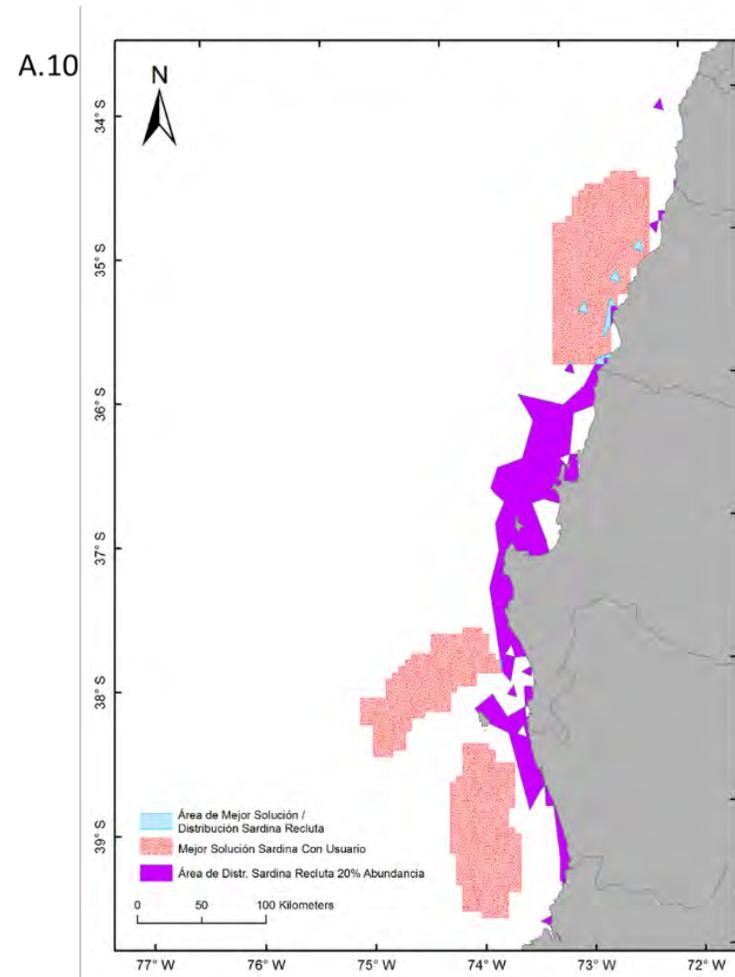
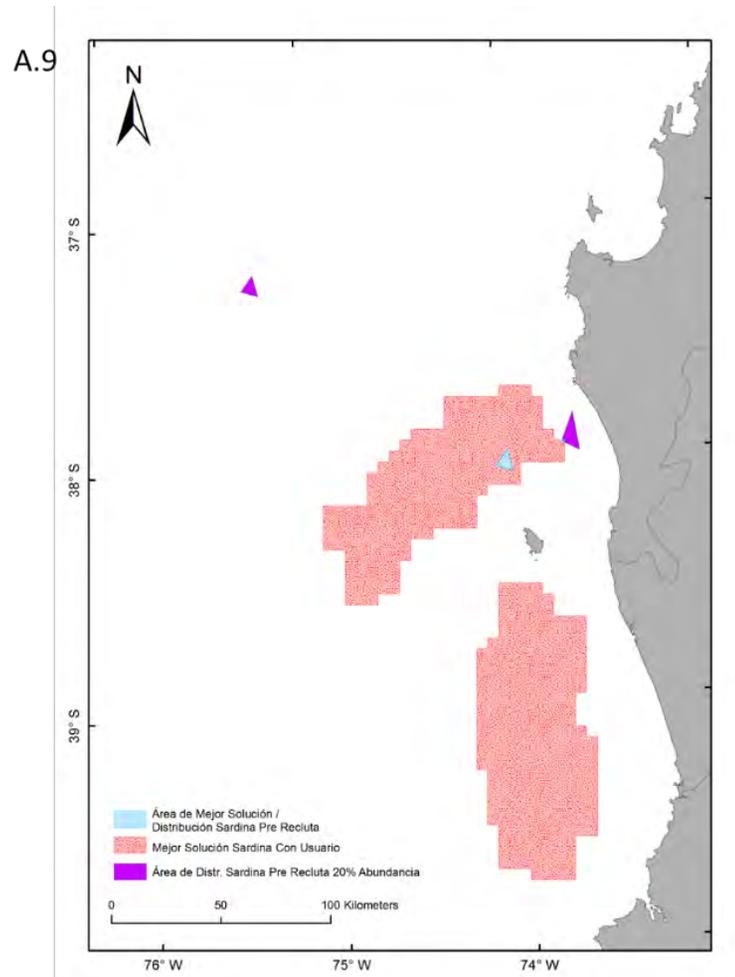
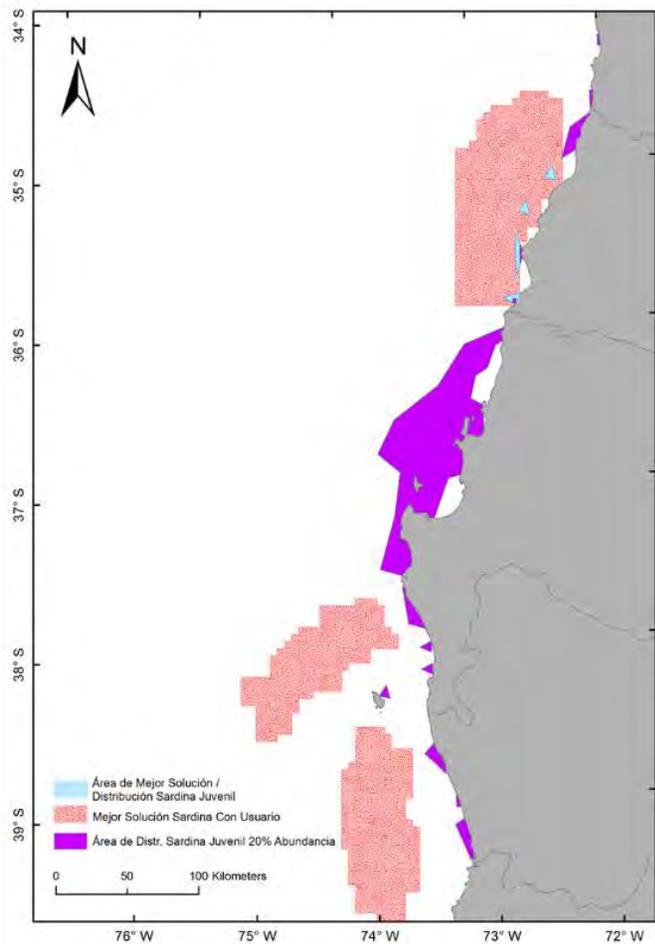


Figura 89. Escenario Sardina considerando el 20 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 80, con usuarios.

A.9) Representación de mejor solución en relación a distribución Sardina Pre recluta, A.10) Representación de mejor solución en relación a distribución Sardina Recluta

A.11



A.12

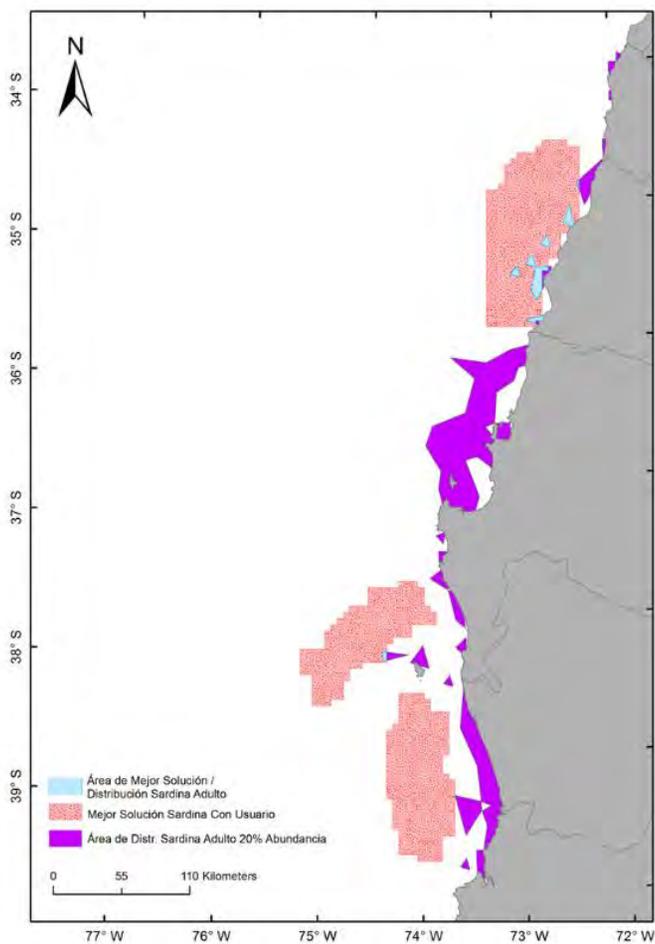
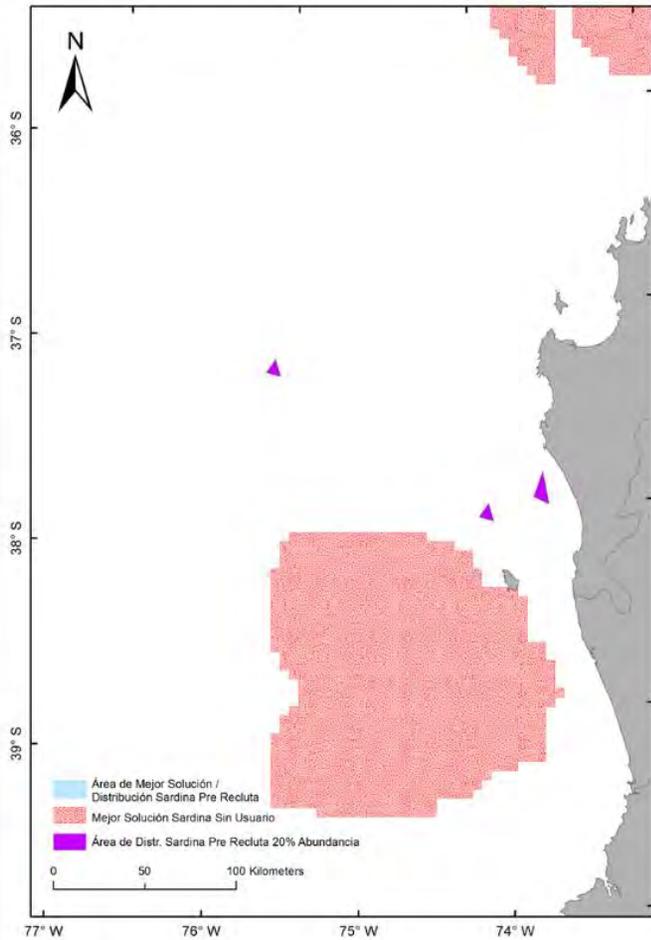


Figura 90. Escenario Sardina considerando el 20 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 80, con usuarios.

A.11) Representación de mejor solución en relación a distribución Sardina Juvenil, A.12) Representación de mejor solución en relación a distribución Sardina Adulto.

A.13



A.14

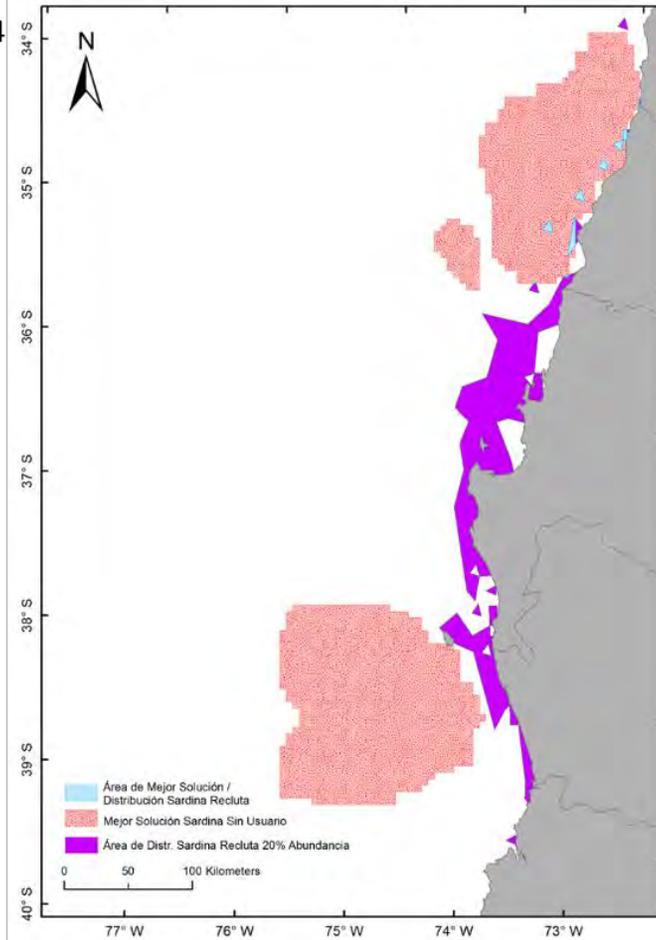


Figura 91. Escenario Sardina considerando el 20 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 80, sin usuarios.

A.13) Representación de mejor solución en relación a distribución Sardina Pre recluta, A.14) Representación de mejor solución en relación a distribución Sardina Recluta.

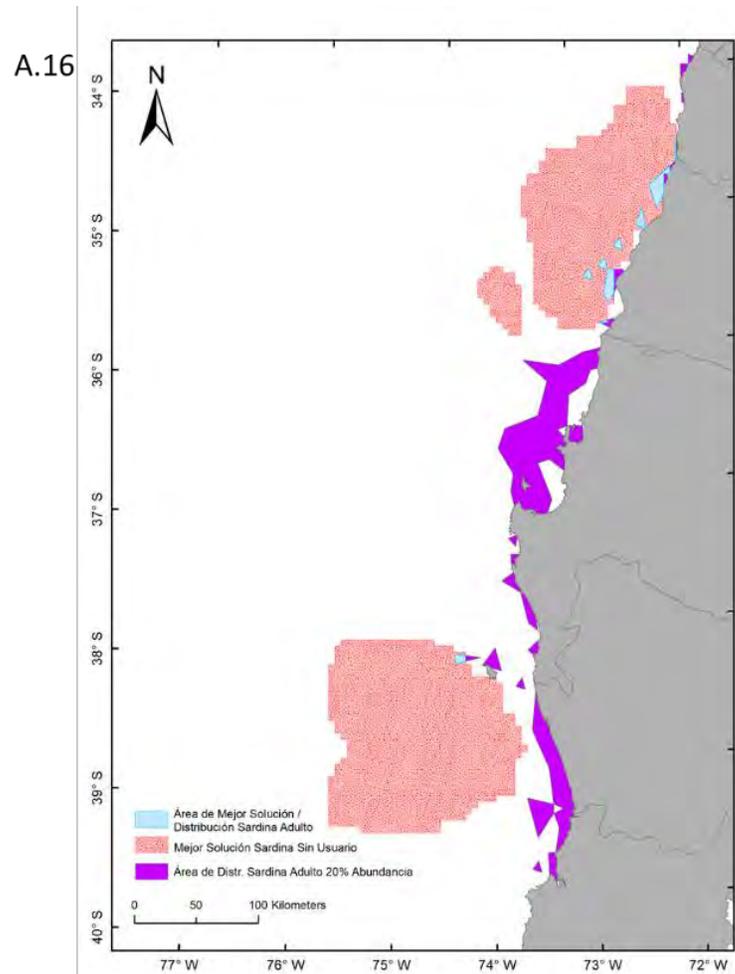
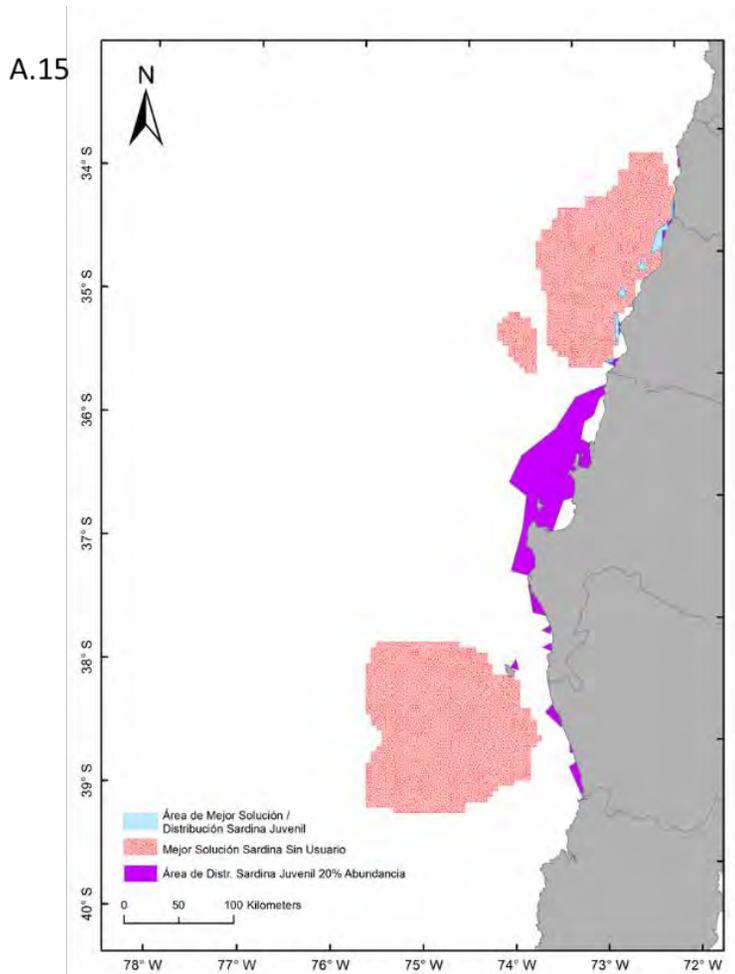


Figura 92. Escenario Sardina considerando el 20 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 80, sin usuarios.

A.15) Representación de mejor solución en relación a distribución Sardina Juvenil, A.16) Representación de mejor solución en relación a distribución Sardina Adulto.

Las mejores soluciones de MARXAN considerando el 40 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 60, generan áreas de protección mayores a 35.000 Km² excepto para el escenario de sardina con usuario, cuyos costos generan una disminución del área de protección a 25.950 km² (Tabla 26). Por otra parte, el porcentaje de representación de los estadíos en las celdas con mayor abundancia muestra que reclutas y adultos están mayormente representados en anchoveta (Tabla 27, Figura 93 a Figura 96), pero en sardina aumenta la representación de pre-reclutas, con hasta un 67 % del área de la solución de protección (Tabla 27, Figura 97 a Figura 100). Los otros estadíos varían en su representación dentro del área desde 2 a 7 % (Tabla 27, Figura 97 a Figura 100).

Tabla 26. Área en kilómetros cuadrados mejor solución MARXAN considerando el 40 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 60

Recurso	Información desde Usuarios	Área de solución óptima (Km ²)
Sardina común	No	42000
	Si	25950
Anchoveta	No	36250
	Si	35850

Tabla 27. Porcentajes de representación de escenarios considerando el 40 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 60, según áreas de solución y distribución de los estadíos.

Recurso	Información ¹	Estadío	Área de solución (Km ²)	% ³
Anchoveta	No	Pre-recluta	3115	9
		Recluta	4050	11
		Juvenil	1823	5
		Adulto	4231	12
	Si	Pre-recluta	3447	10
		Recluta	4128	11
		Juvenil	1912	5
		Adulto	3958	11
Sardina común	No	Pre-recluta	17676	42
		Recluta	1635	4
		Juvenil	632	2
		Adulto	2885	7
	Si	Pre-recluta	17286	67
		Recluta	1955	8
		Juvenil	866	3
		Adulto	3423	13

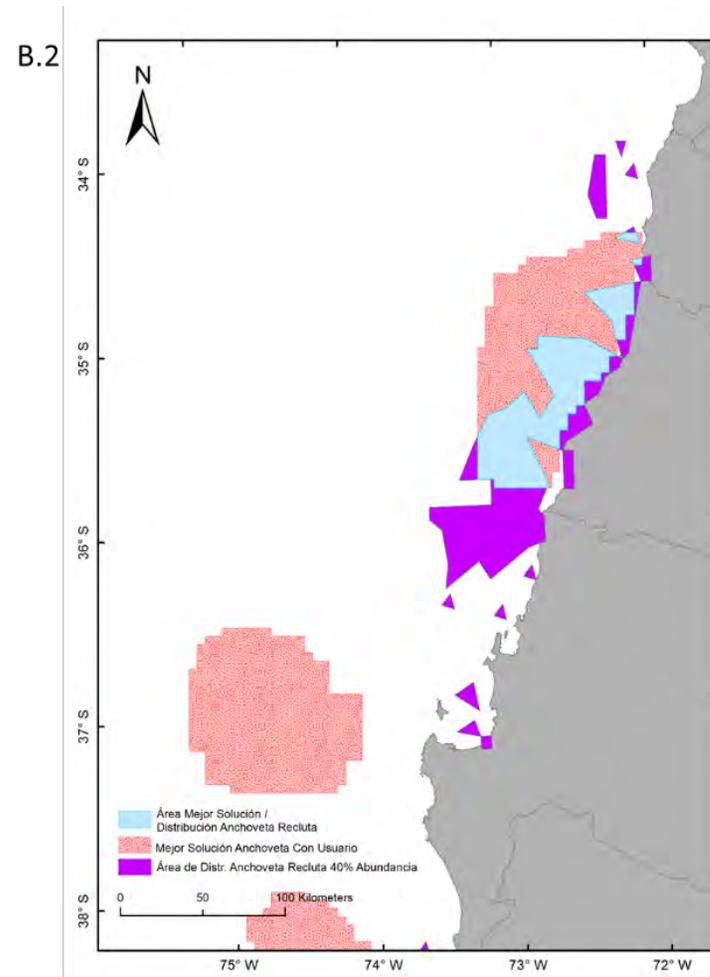
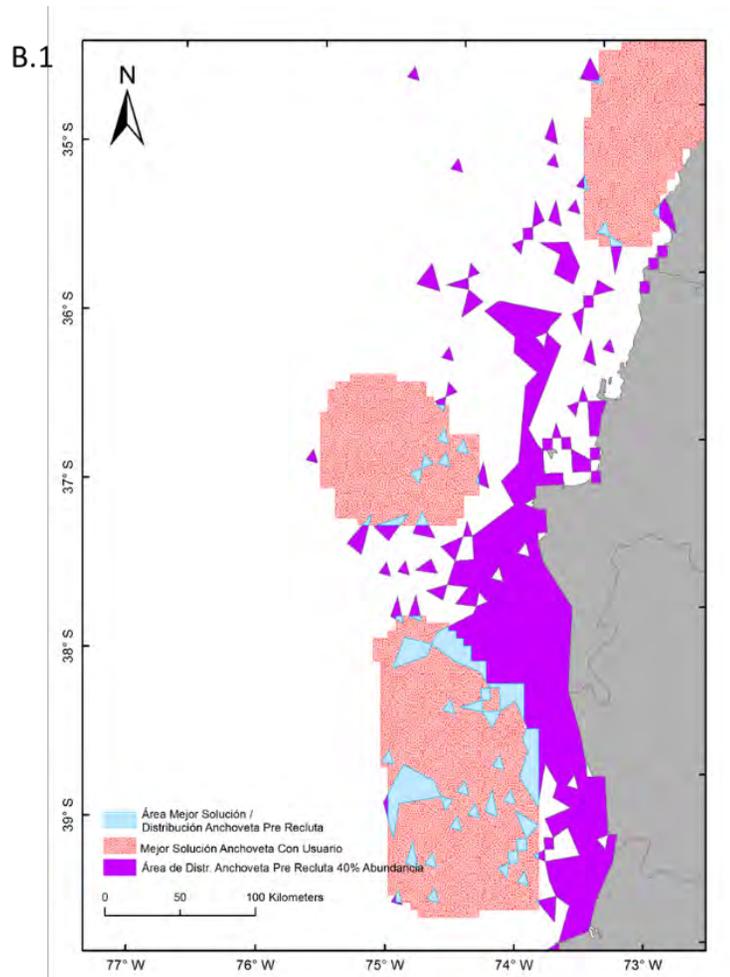


Figura 93. Escenario anchoveta considerando el 40 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 60, con usuarios.
 B.1) Representación de mejor solución en relación a distribución anchoveta Pre-recluta, B.2) Representación de mejor solución en relación a distribución anchoveta Recluta.

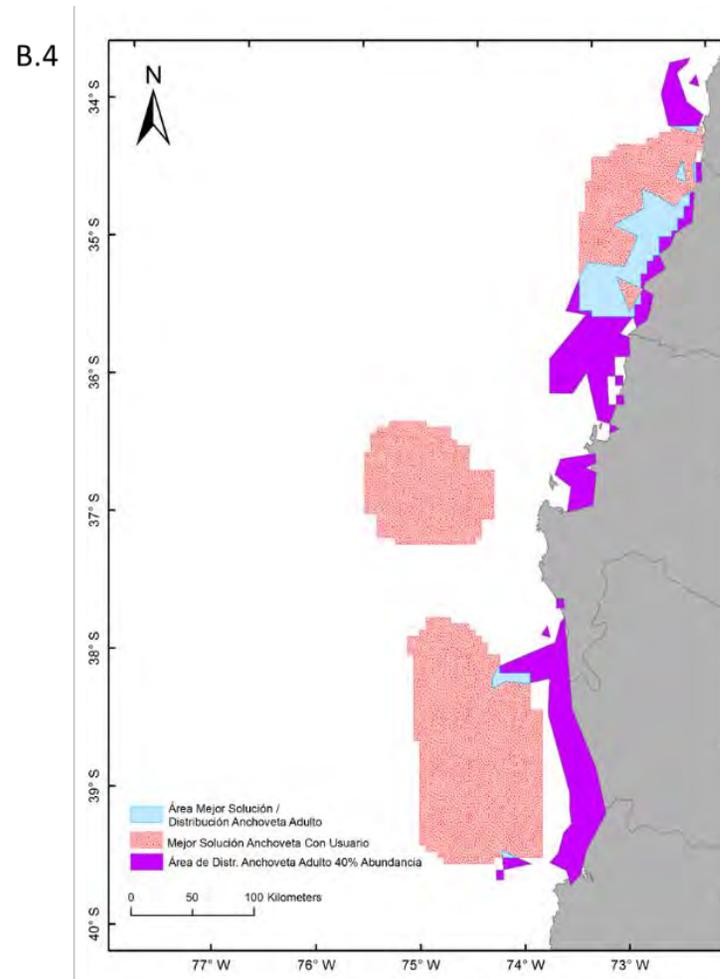
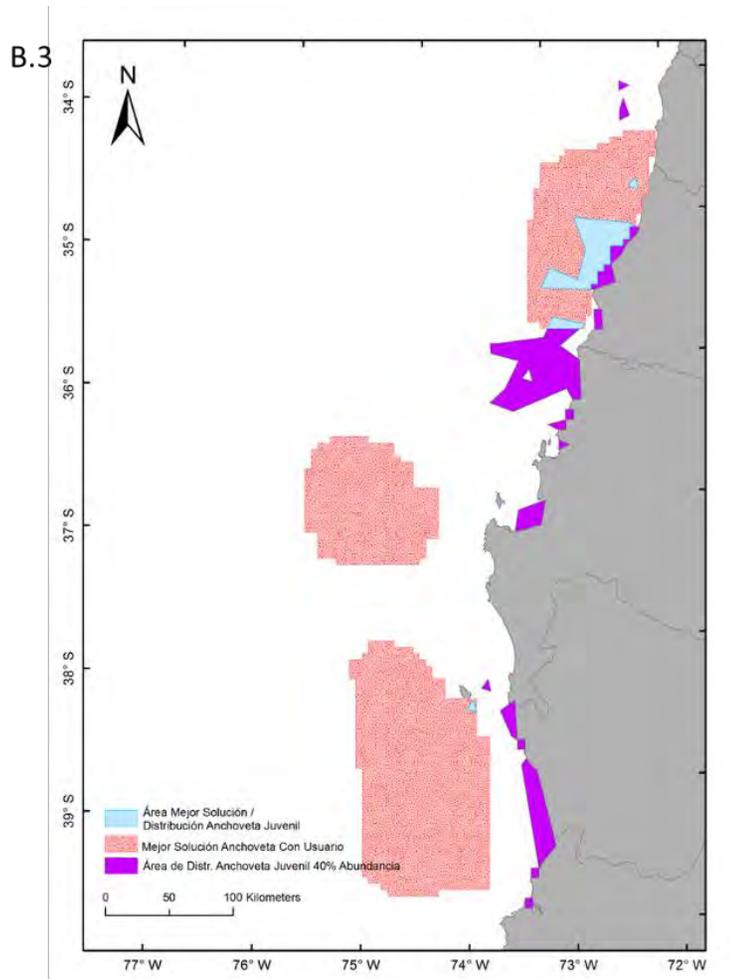


Figura 94. Escenario anchoveta considerando el 40 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 60, con usuarios.

B.3) Representación de mejor solución en relación a distribución anchoveta Juvenil, B.4) Representación de mejor solución en relación a distribución anchoveta Adulto.

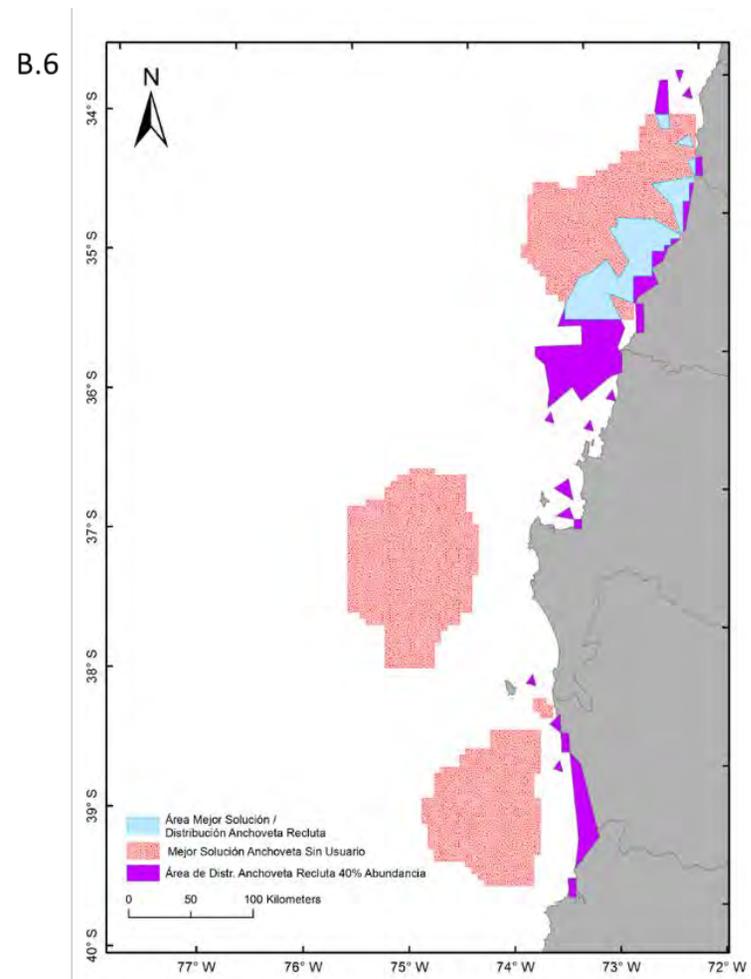
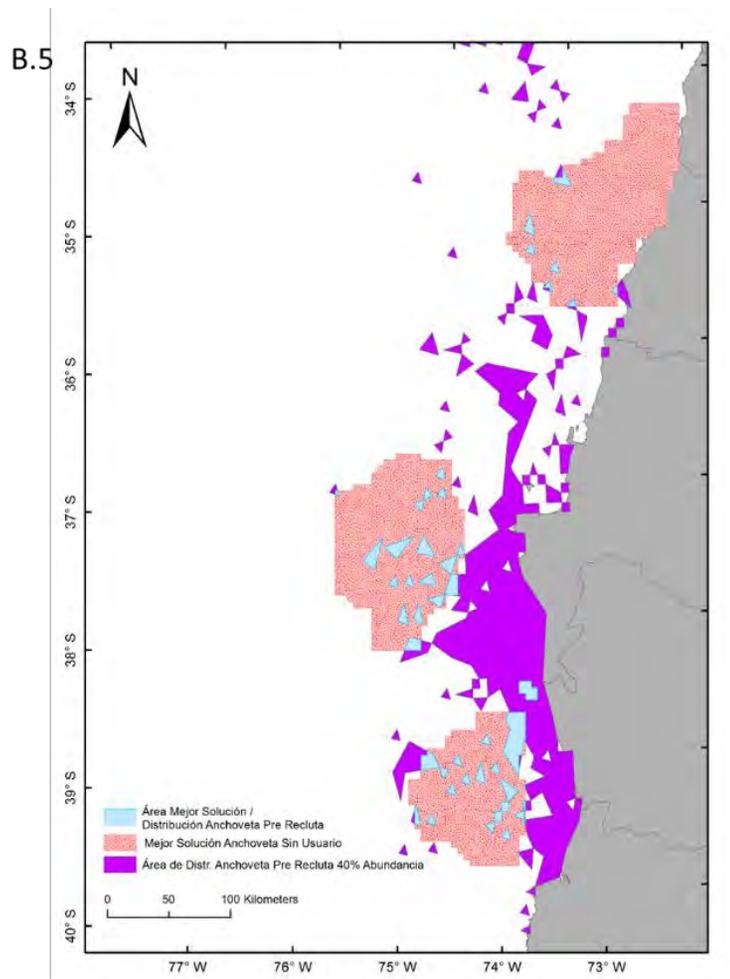


Figura 95. Escenario anchoveta considerando el 40 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 60, sin usuarios.

B.5) Representación de mejor solución en relación a distribución anchoveta Pre-recluta, B.6) Representación de mejor solución en relación a distribución anchoveta Recluta..

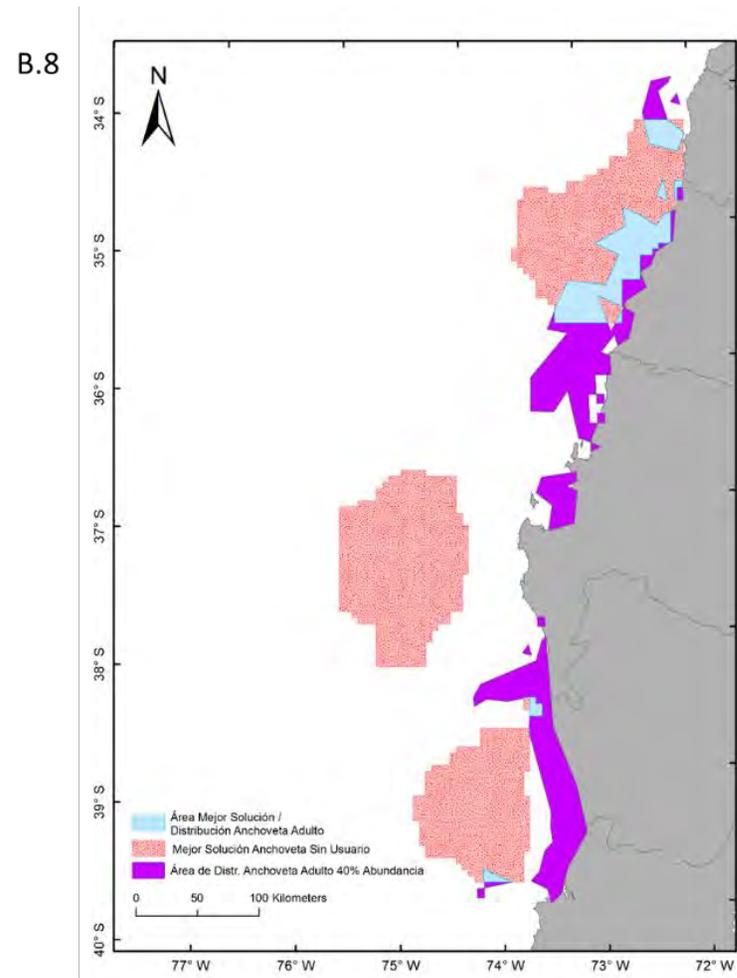
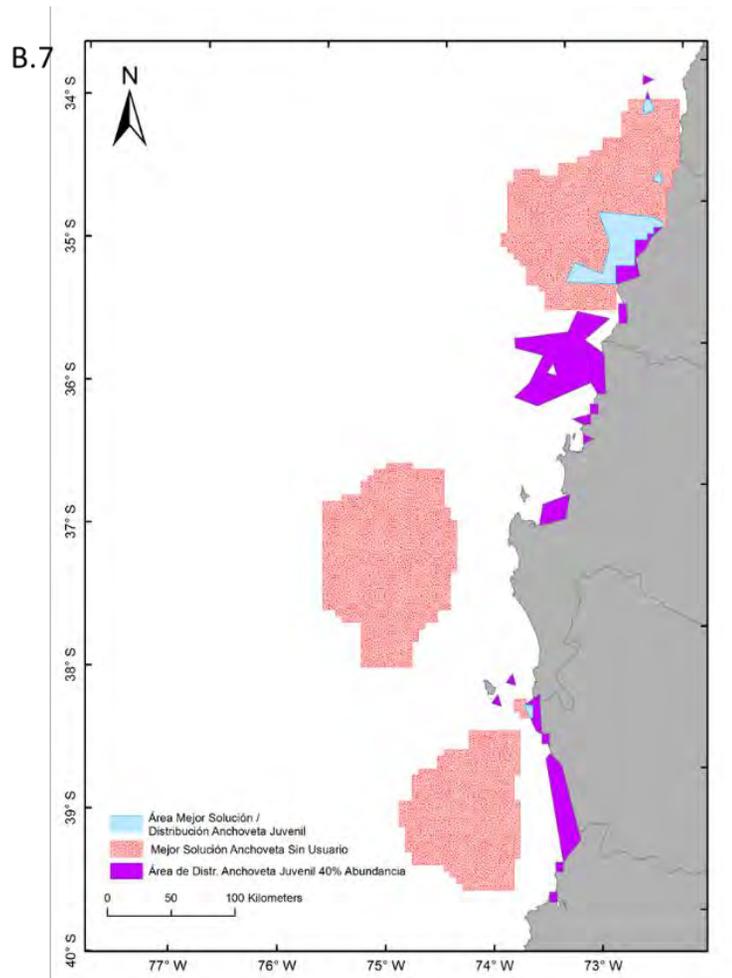


Figura 96. Escenario anchoveta considerando el 40 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 60, sin usuarios.

B.7) Representación de mejor solución en relación a distribución anchoveta Juvenil, B.8) Representación de mejor solución en relación a distribución anchoveta Adulto..

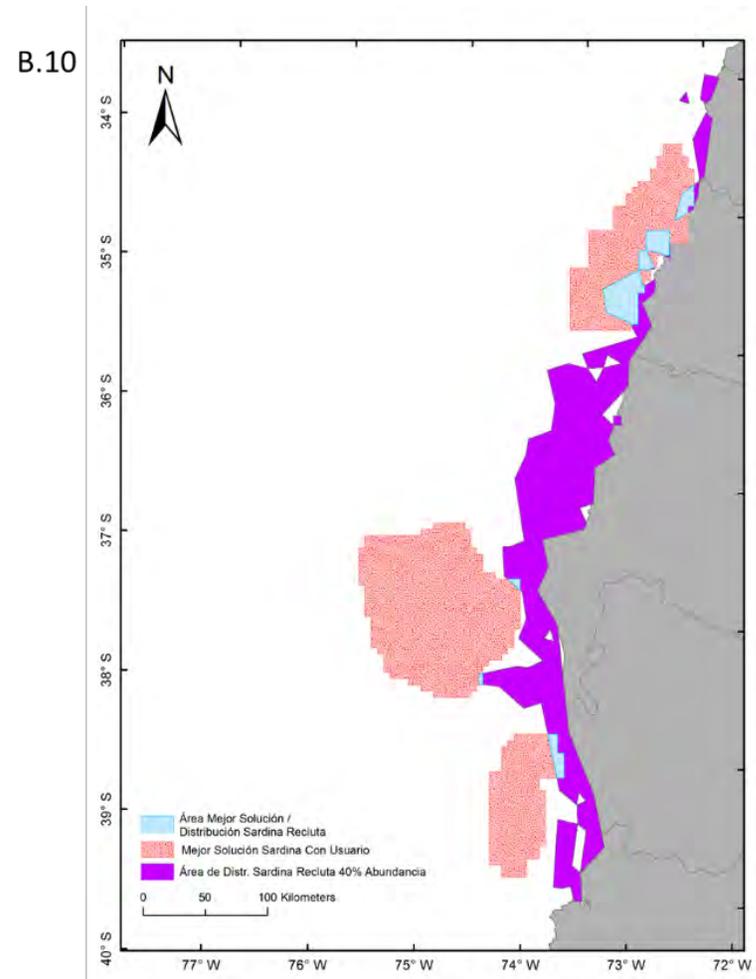
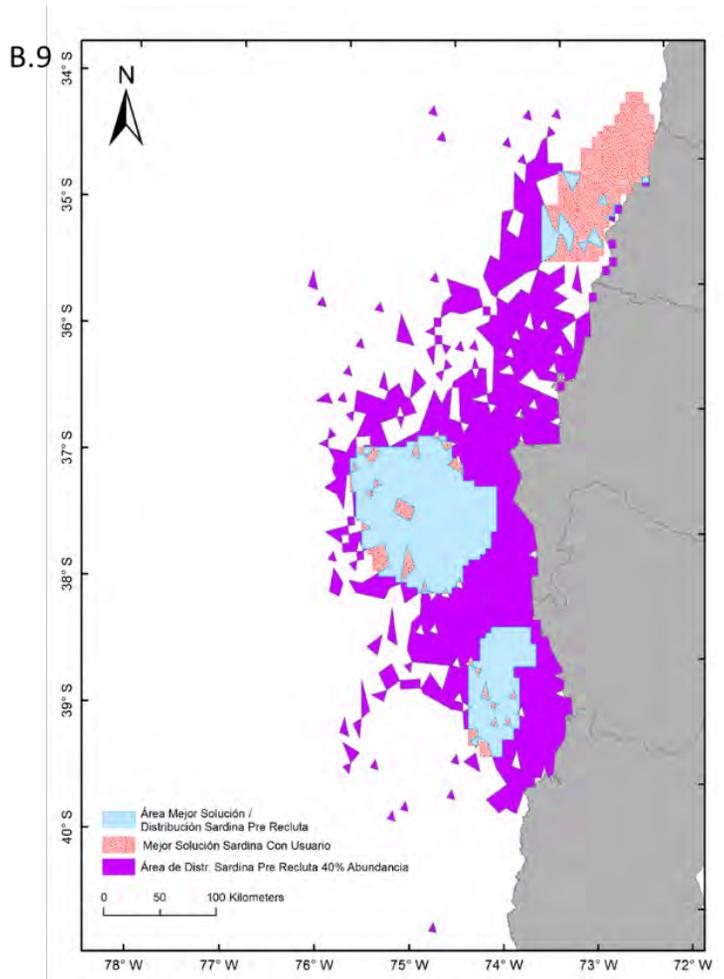


Figura 97. Escenario sardina considerando el 40 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 60, con usuarios
 B.9) Representación de mejor solución en relación a distribución sardina Pre-recluta, B.10) Representación de mejor solución en relación a distribución sardina Recluta.

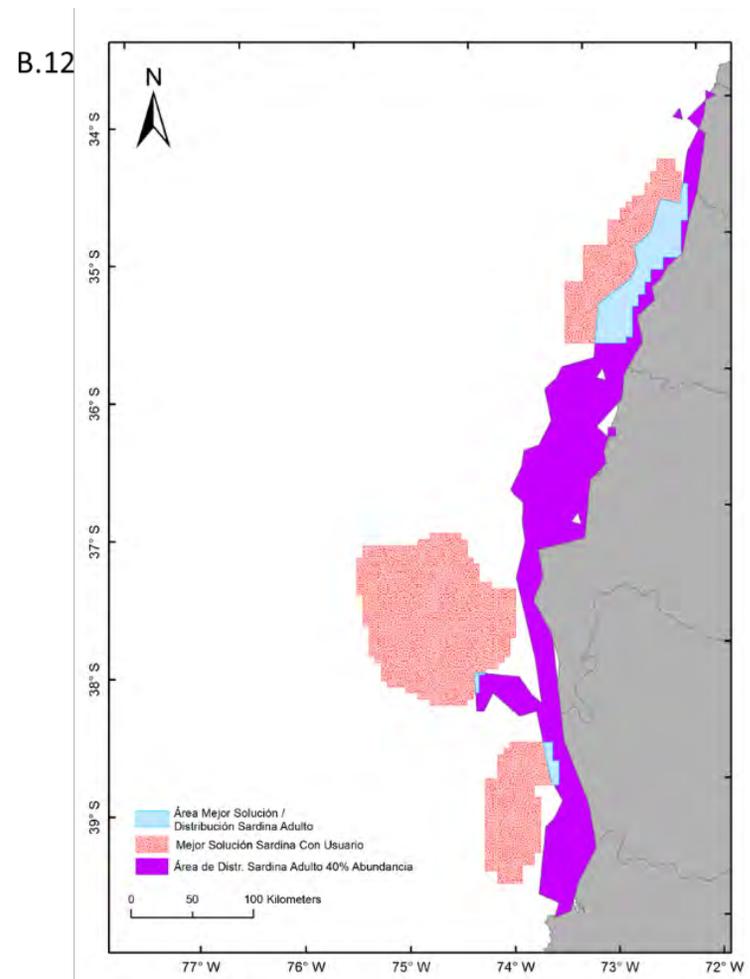
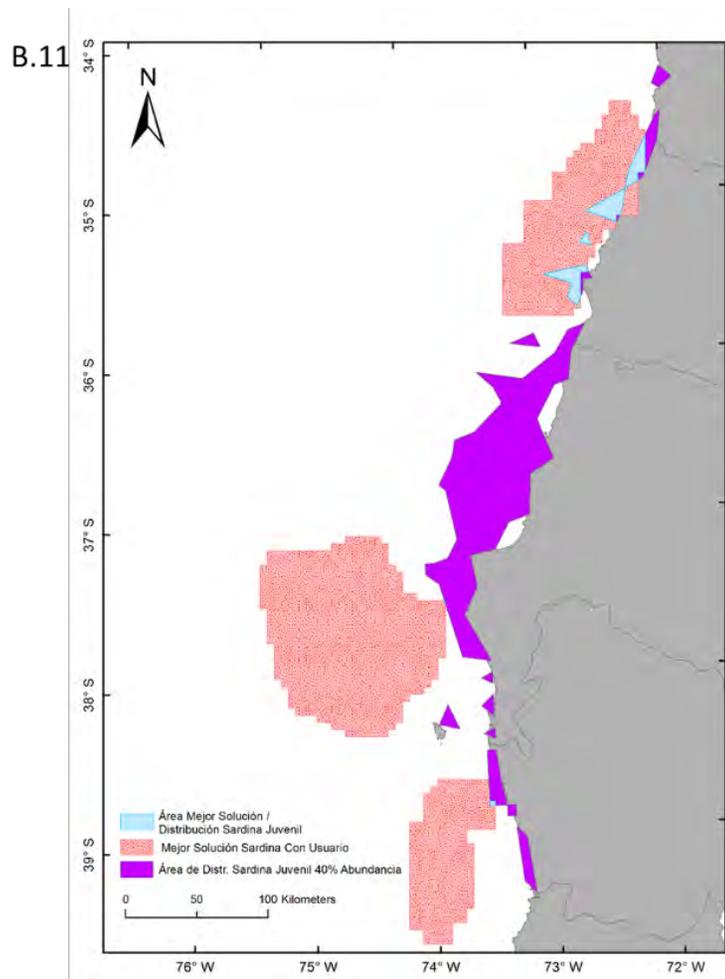


Figura 98. Escenario sardina considerando el 40 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 60, con usuarios.

B.11) Representación de mejor solución en relación a distribución sardina Juvenil, B.12) Representación de mejor solución en relación a distribución sardina Adulto.

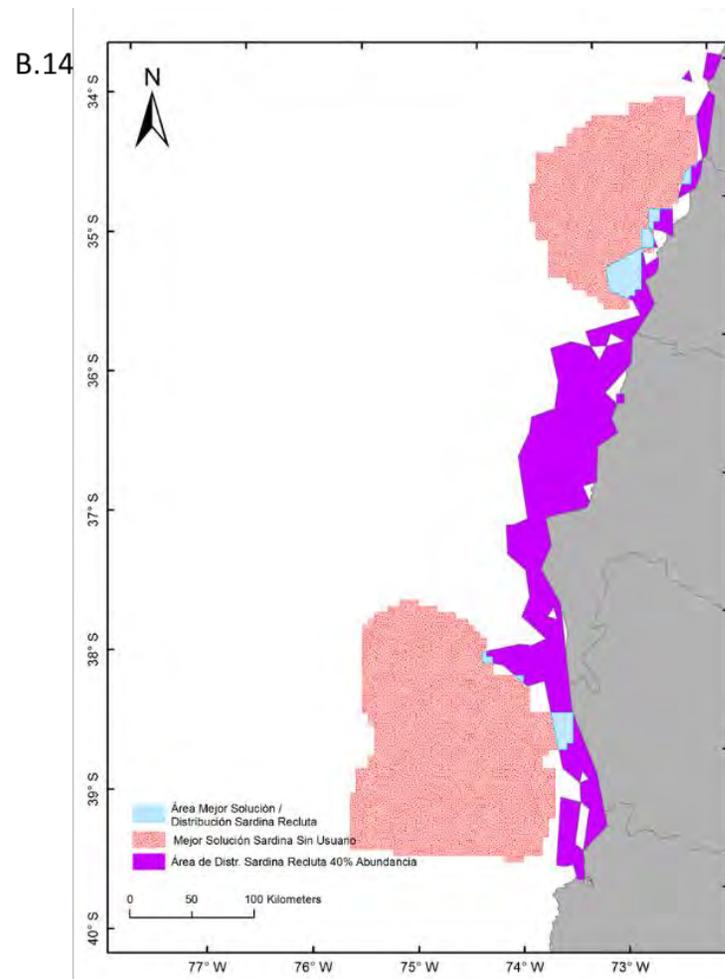
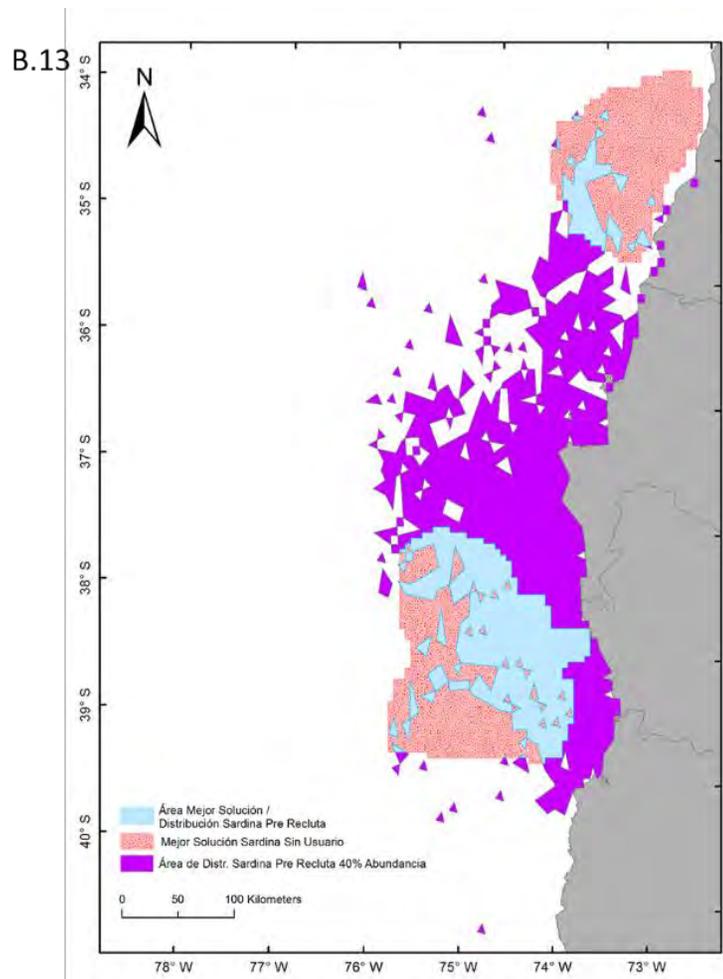


Figura 99. Escenario sardina considerando el 40 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 60, sin usuarios.

B.13) Representación de mejor solución en relación a distribución sardina Pre-recluta, B.14) Representación de mejor solución en relación a distribución sardina Recluta

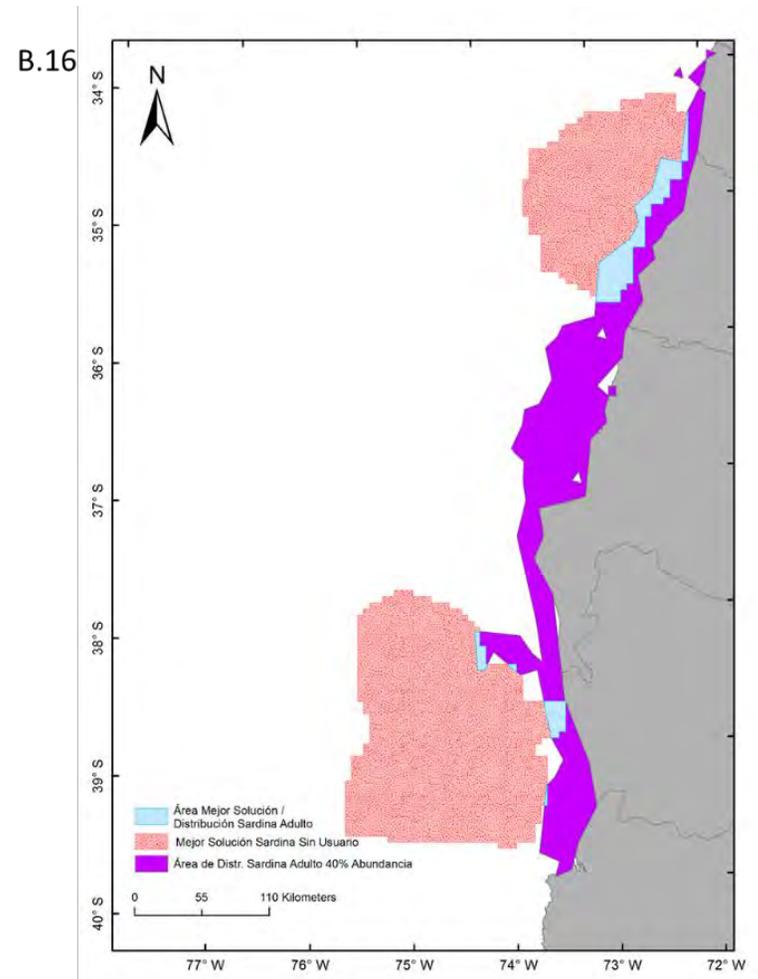
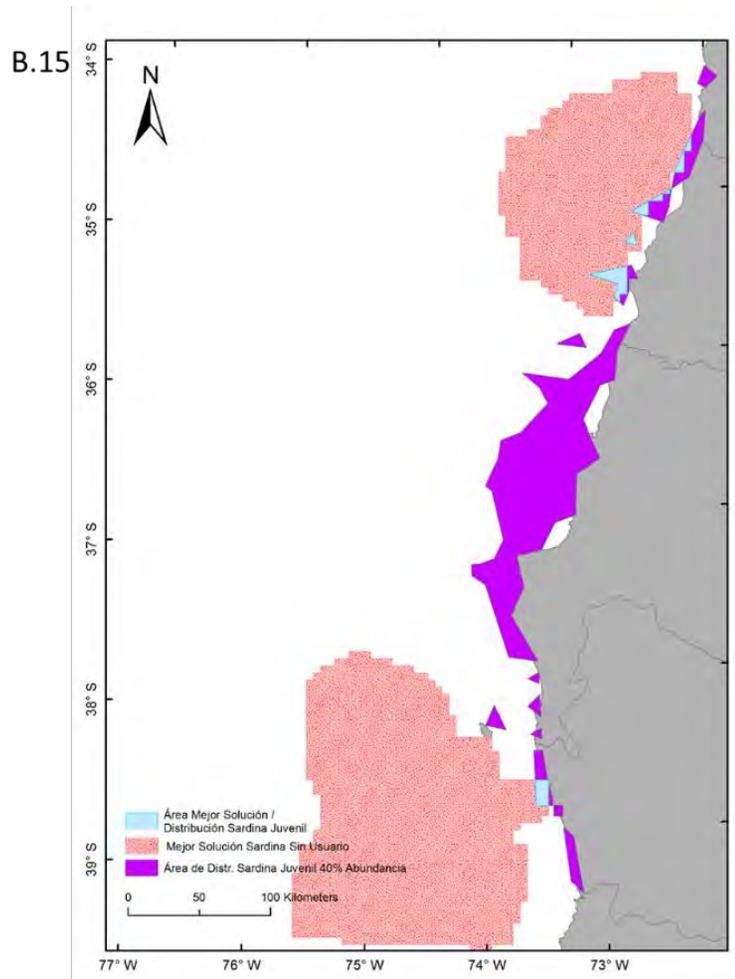


Figura 100. Escenario sardina considerando el 40 % de las celdas con mayor abundancia o percentil 60, sin usuarios.

B.15) Representación de mejor solución en relación a distribución sardina Juvenil, B.16) Representación de mejor solución en relación a distribución sardina Adulto.

3.2.11. Sobreposición de áreas de conservación con la primera milla

Los resultados de la mejor solución de las áreas de protección identificadas en MARXAN que se sobreponen con la primera milla para la sardina común para abundancias del percentil 95, mostró resultados similares incluyendo o no la información obtenida desde los usuarios artesanales. Ambos resultados concuerdan con la presencia de 4 áreas donde se sobrepone un área de protección con la primera milla (Figura 101), con algunas leves variaciones en la extensión latitudinal (Tabla 28. Extensión de las áreas de protección identificadas con la primera milla (Percentil 95).Tabla 28). Contrariamente, para la anchoveta, se observó diferente número de áreas sobrepuestas incluyendo o no la información obtenida desde los usuarios artesanales (Figura 102). Incluyendo la información se identificó dos áreas de conservación que sobreponen con la primera milla (Figura 102). Por el contrario, excluyendo la información de los usuarios tres áreas fueron identificadas (Figura 102). La extensión latitudinal para estas áreas se observa en la Tabla 28.

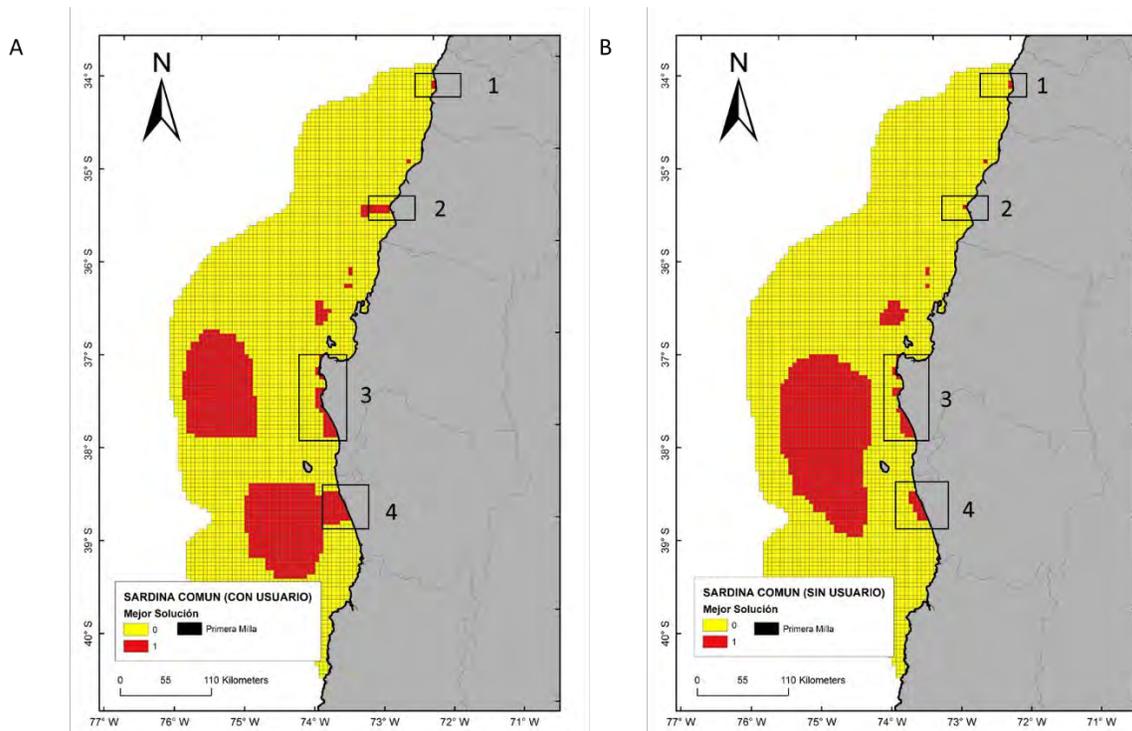


Figura 101. Áreas de sobreposición de áreas de protección (MARXAN) Respecto a la primera milla. A) sardina común (con usuarios), B) sardina común (sin usuario). Abundancias (percentil 95)

Tabla 28. Extensión de las áreas de protección identificadas con la primera milla (Percentil 95).

Recurso	Información ¹	Estadio	Extensión latitudinal
Sardina	No	Área 1	35.56°S a 35.61°S
		Área 2	35.56°S a 35.61S
		Área 3	37.15°S a 38.05°S
		Área 4	38.64°S a 38.97°S
	Si	Área 1	35.56°S a 35.61°S
		Área 2	35.58°S a 35.64°S
		Área 3	37.16°S a 38.06°S
		Área 4	38.64°S a 38.97°S
Anchoveta	No	Area 1	35.12°S a 35.26°S
		Area 2	35.47°S a 35.53°S
		Area 3	38.42°S a 38.96°S
	Si	Area 1	35.12°S a 35.52°S
		Area 2	38.37°S a 38.96°S

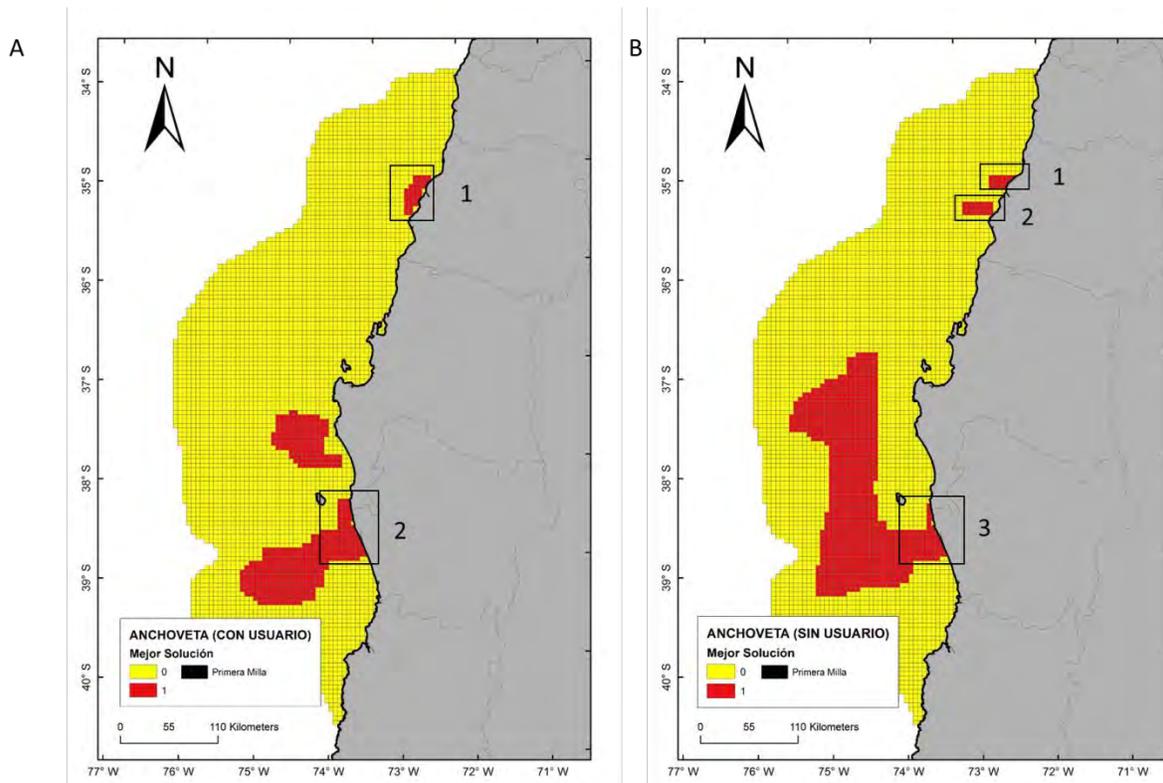


Figura 102. Áreas de sobre posición de áreas de protección (MARXAN) Respecto a la primera milla. A) Anchoveta (con usuarios), B) Anchoveta (sin usuario). Abundancias (percentil 95).

Los resultados de la mejor solución de las áreas de protección identificadas en MARXAN que se sobrepone con la primera milla para la sardina común para abundancias del percentil 80, mostró resultados similares incluyendo o no la información obtenida desde los usuarios artesanales. Ambos resultados concuerdan con la presencia de 1 área donde se sobrepone un área de protección con la primera milla (Figura 103. Áreas de sobreposición de áreas de protección (MARXAN)Figura 103), presentando una variaciones en la extensión latitudinal (Tabla 29). Para la anchoveta, se observó dos áreas sobrepuestas incluyendo o no la información obtenida desde los usuarios artesanales (Figura 104). La extensión latitudinal para estas áreas fue muy similar (Tabla 29).

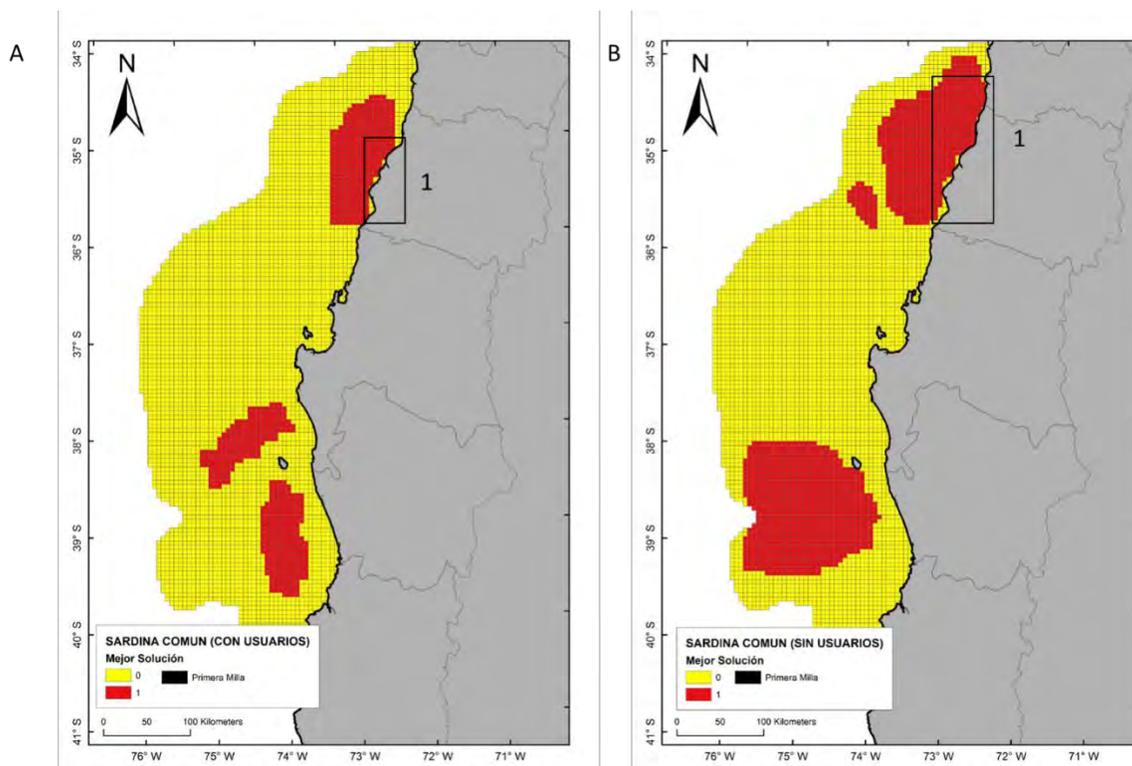


Figura 103. Áreas de sobreposición de áreas de protección (MARXAN)
Respecto a la primera milla. A) sardina común (con usuarios), B) sardina común (sin usuario). Abundancias (percentil 80)

Tabla 29. Extensión de las áreas de protección identificadas con la primera milla (Percentil 80).

Recurso	Información ¹	Estadio	Extensión latitudinal
Sardina	No	Área 1	34.45°S a 35.59°S
	Si	Área 1	35.15°S a 35.92°S
Anchoveta	No	Área 1	34.38°S a 35°S
		Área 2	35.11°S a 35.26 °S
	Si	Área 1	34.75°S a 35.05°S
		Área 2	35.17°S a 35.6°S

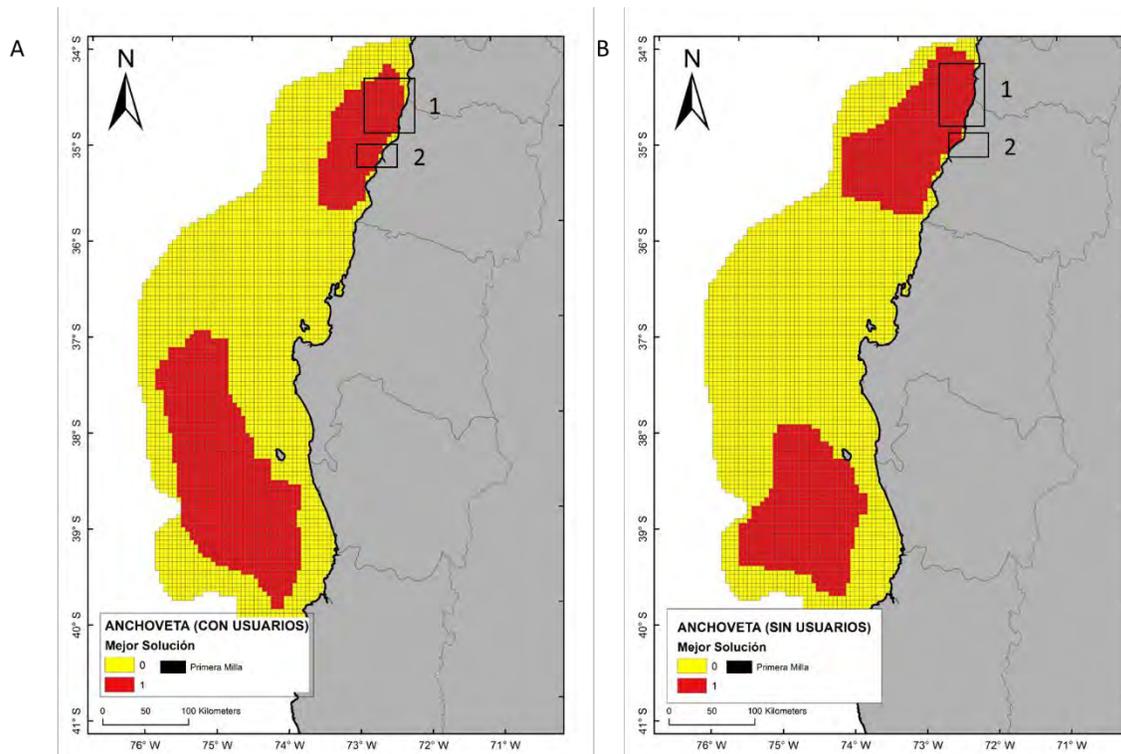


Figura 104. Áreas de sobreposición de áreas de protección (MARXAN) Respecto a la primera milla. A) Anchoveta (con usuarios), B) Anchoveta (sin usuario). Abundancias (percentil 80).

Los resultados de la mejor solución de las áreas de protección identificadas en MARXAN que se sobrepone con la primera milla para la sardina común para abundancias del percentil 60, mostró resultados diferentes incluyendo o no la información obtenida desde los usuarios artesanales. Incorporando la información desde los usuarios se observó que 1 área se sobrepone un área de protección con la primera milla, contrariamente a las 3 áreas que se observa excluyendo la información de estos (Figura 105). Además se observa diferencias en extensión latitudinal entre las diferentes áreas sobrepuestas con la primera milla (Tabla 30). Para la anchoveta, se observó un área sobrepuestas incluyendo y dos áreas excluyendo la información obtenida desde los usuarios artesanales (Figura 106). La extensión latitudinal para la zona 1 fue similar entre ellas (Tabla 30).

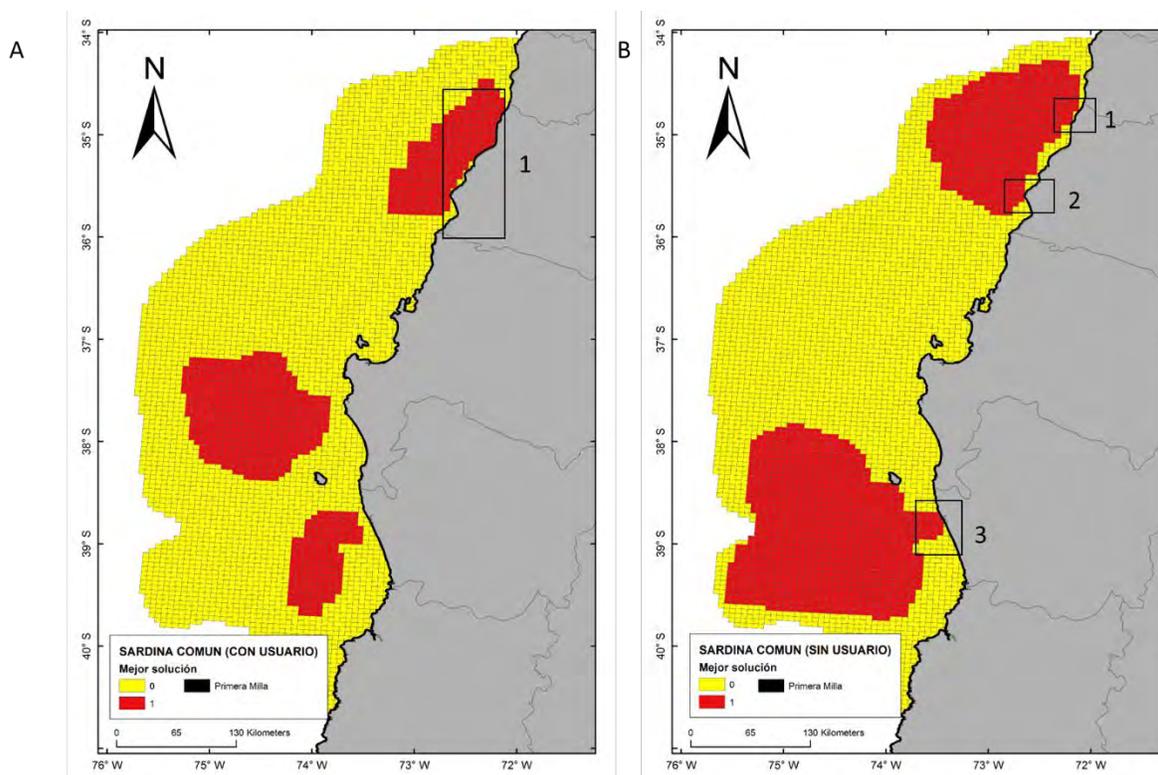


Figura 105. Áreas de sobreposición de áreas de protección (MARXAN) Respecto a la primera milla. A) sardina común (con usuarios), B) sardina común (sin usuario). Abundancias (percentil 60).

Tabla 30. Extensión de las áreas de protección identificadas con la primera milla (Percentil 60).

Recurso	Información ¹	Estadio	Extensión latitudinal
Sardina	No	Área 1	34.86°S a 34.91°S
		Área 2	35.57°S a 35.62°S
		Área 3	38.69°S a 38.79°S
	Si	Área 1	34.74°S a 35.62°S
Anchoveta	No	Área 1	34.37°S a 35.44°S
		Área 2	35.56°S a 35.6°S
	Si	Área 1	34.45°S a 35.62°S

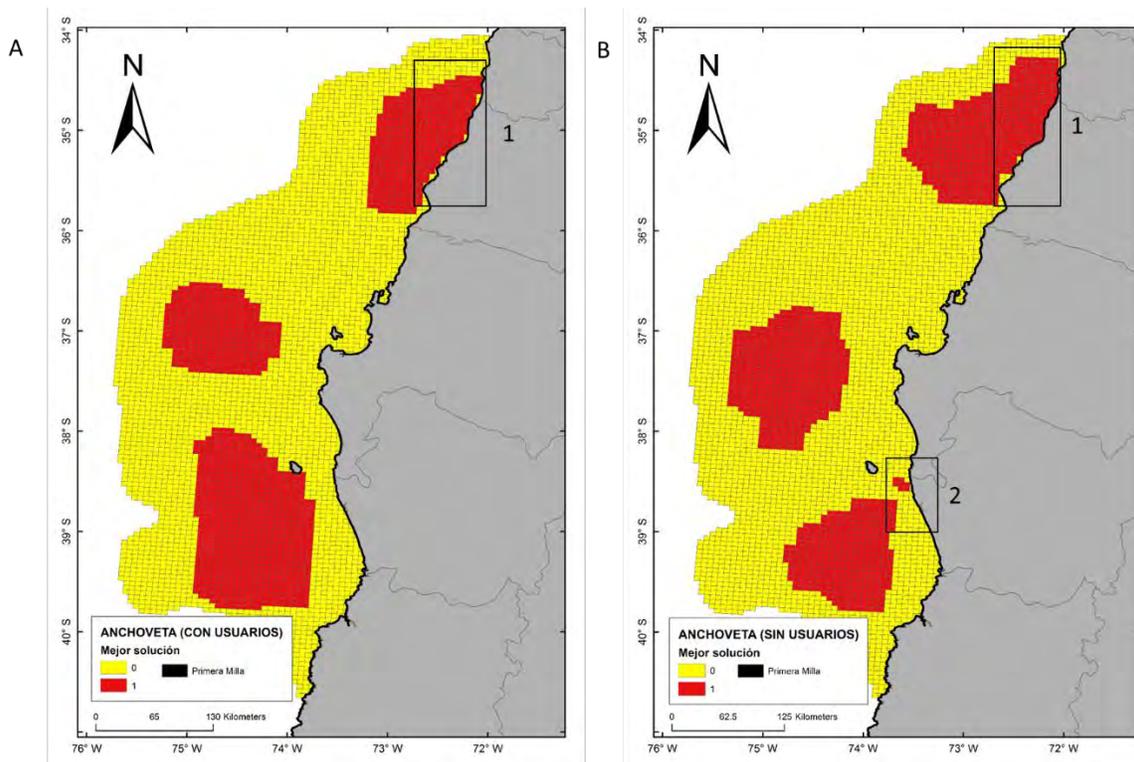


Figura 106. Áreas de superposición de áreas de protección (MARXAN) Respecto a la primera milla. A) anchoveta (con usuarios), B) anchoveta (sin usuario). Abundancias (percentil 60).

3.3.RESULTADOS OBJETIVO 4:

Considerando las áreas de desove identificadas, varios de estos focos están asociados a áreas costeras que incluyen las primeras millas donde la pesquería artesanal opera. La mayor importancia y solapamiento de la actividad pesquera con las áreas de desove para anchoveta están entre la VIII y XIV región (Figura 107). Las áreas de reclutamiento principalmente costeras en ambas especies (aunque algunas oceánicas para anchoveta, Figura 107A) se superponen con la primera milla donde operan embarcaciones menores a 12 metros de eslora. Basado en información desde usuarios de la XIV región, se solapa parte de las áreas de densidad de Kernel para reclutas con el área donde ejercen su actividad económica. Una gran fracción de los desembarques se puede observar que está asociado a esta región (Figura 108). Diferentes estadios de ambas especies dan cuenta que en casi toda su distribución centro sur hay presencia de al menos un estadio para ambas especies. Se pueden identificar algunos focos de abundancia de estadios, donde destacan principalmente el Golfo de Arauco, cercanías de la Bahía Concepción, Bahía Talcahuano, área costera frente a Tirúa y áreas adyacente a la Isla Mocha en la VIII región. En la IX región y XIV región también se observan focos con presencia de 3 estadios de vida (Figura 108). Se observa además que hay una banda longitudinal a los 74°W donde, principalmente entre la VII y XIV regiones también se concentran algunos estadios (Figura 108). La distribución geográfica de los diferentes estadios dan cuenta de una distribución costera, la cual se superpone con la primera milla. Aunque la primera milla es importante para pescadores artesanales con embarcaciones menores a 12 metros de eslora, el área y extensión de los diferentes focos de cada estadio o varios estadios es mayor que la primera milla (Figura 108). La integración total de los datos en una estimación de densidad de Kernel (i.e. Kernel Consenso (Figura 109) dio cuenta que varios focos, en donde se puede destacar la presencia de tres núcleos de alta densidad para las dos especies (36.6°S-74°W, Golfo de Arauco e Isla Mocha). El núcleo ubicado en los 36.6°S-74°W es estrictamente oceánico, y los otros dos costeros (Golfo de Arauco e Isla Mocha) que podrían tener proyecciones para ser consideradas áreas marinas costeras que incluyen la primera milla. Los tres núcleos de alta importancia se complementan con áreas costeras ubicadas en Constitución, Punta Achira, Bahía Concepción y la zona de Corral. La superposición con la primera milla es importante, sin embargo el área y extensión de los focos es mayor que la primera milla (Figura 110).

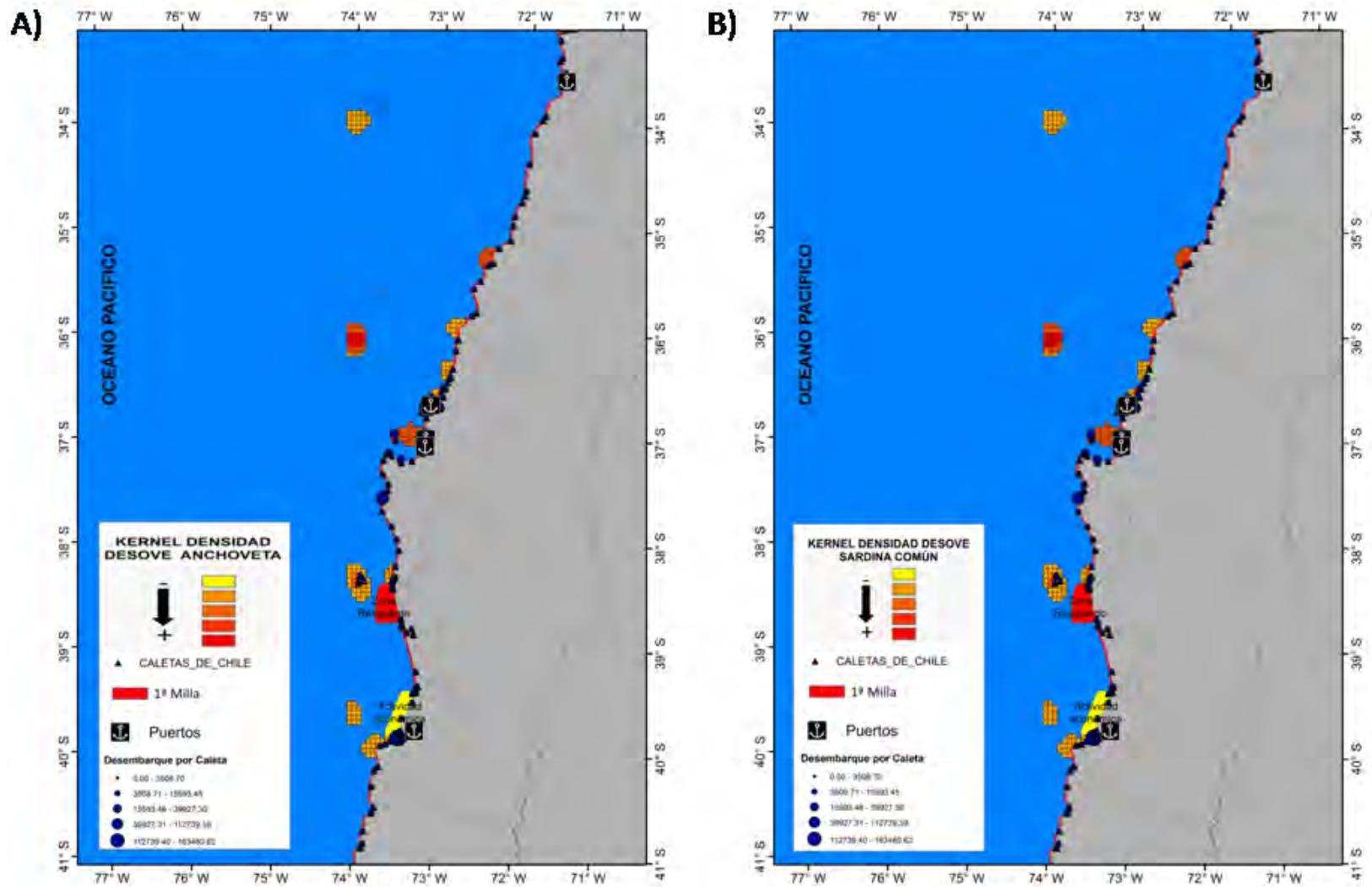


Figura 107. Kernel de densidad de desove y solapamiento de capas GIS.

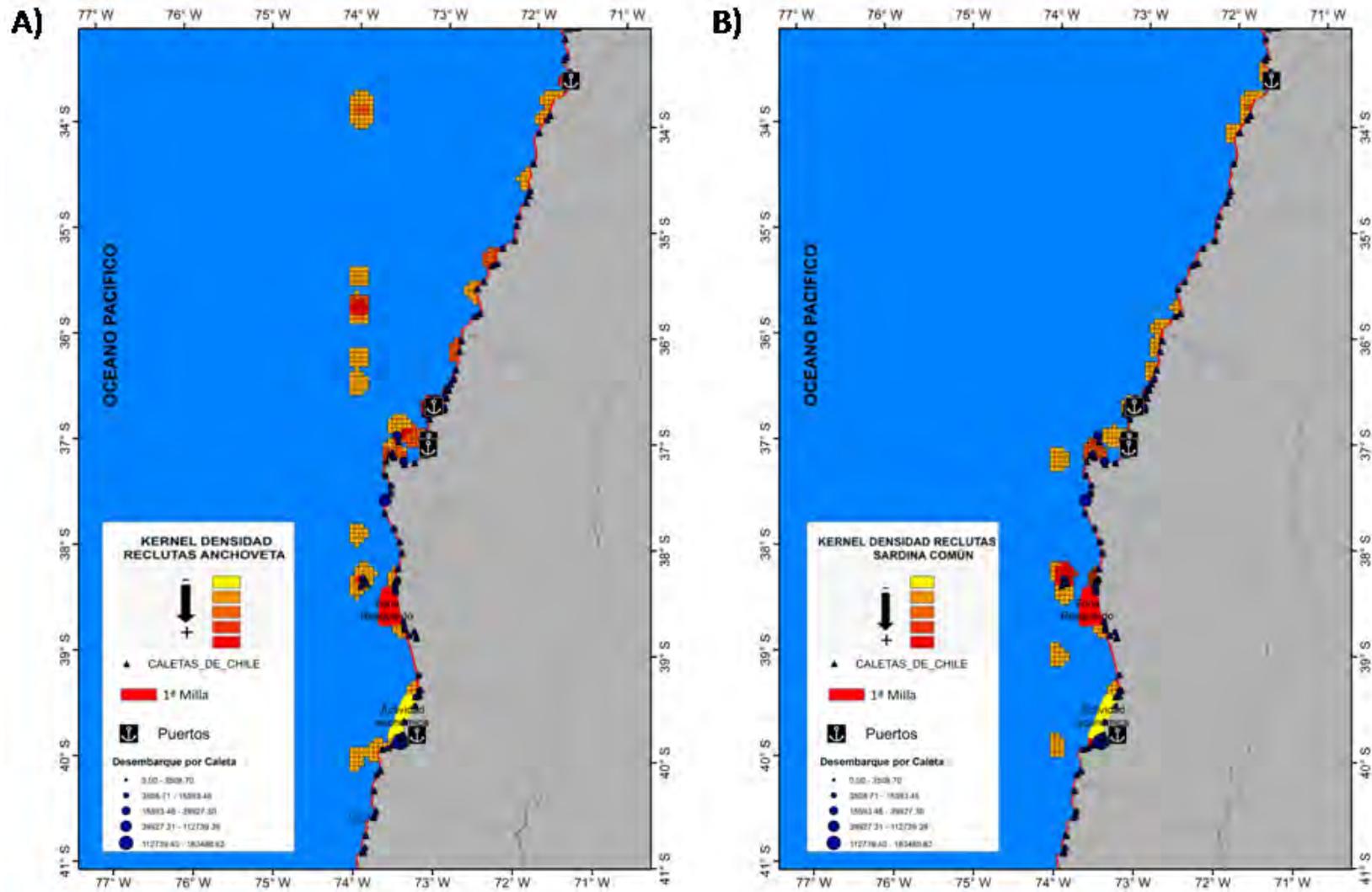


Figura 108. Kernel de densidad de reclutamiento y solapamiento de capas GIS.

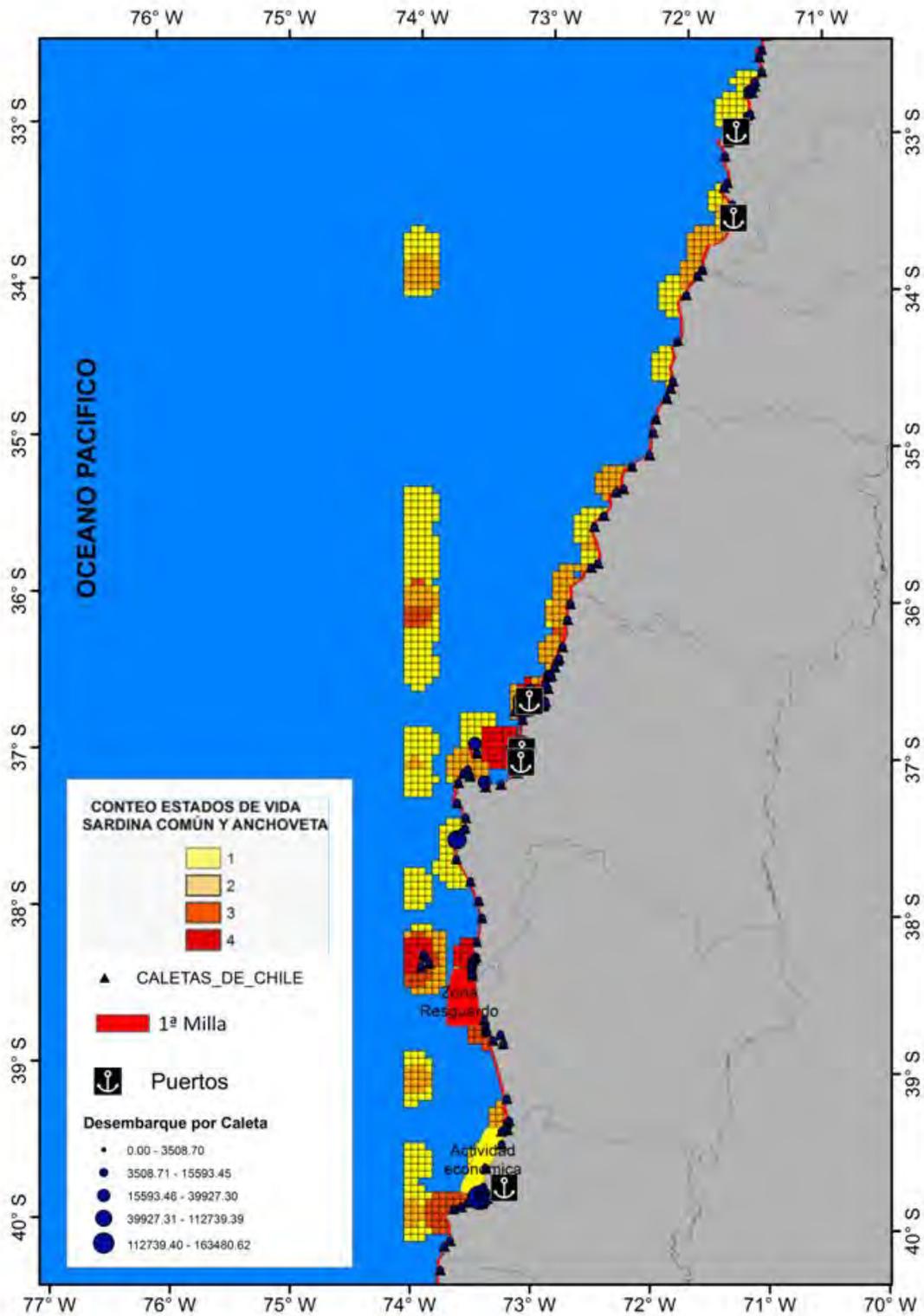


Figura 109. Kernel de conteo de estadios y solapamiento de capas GIS.

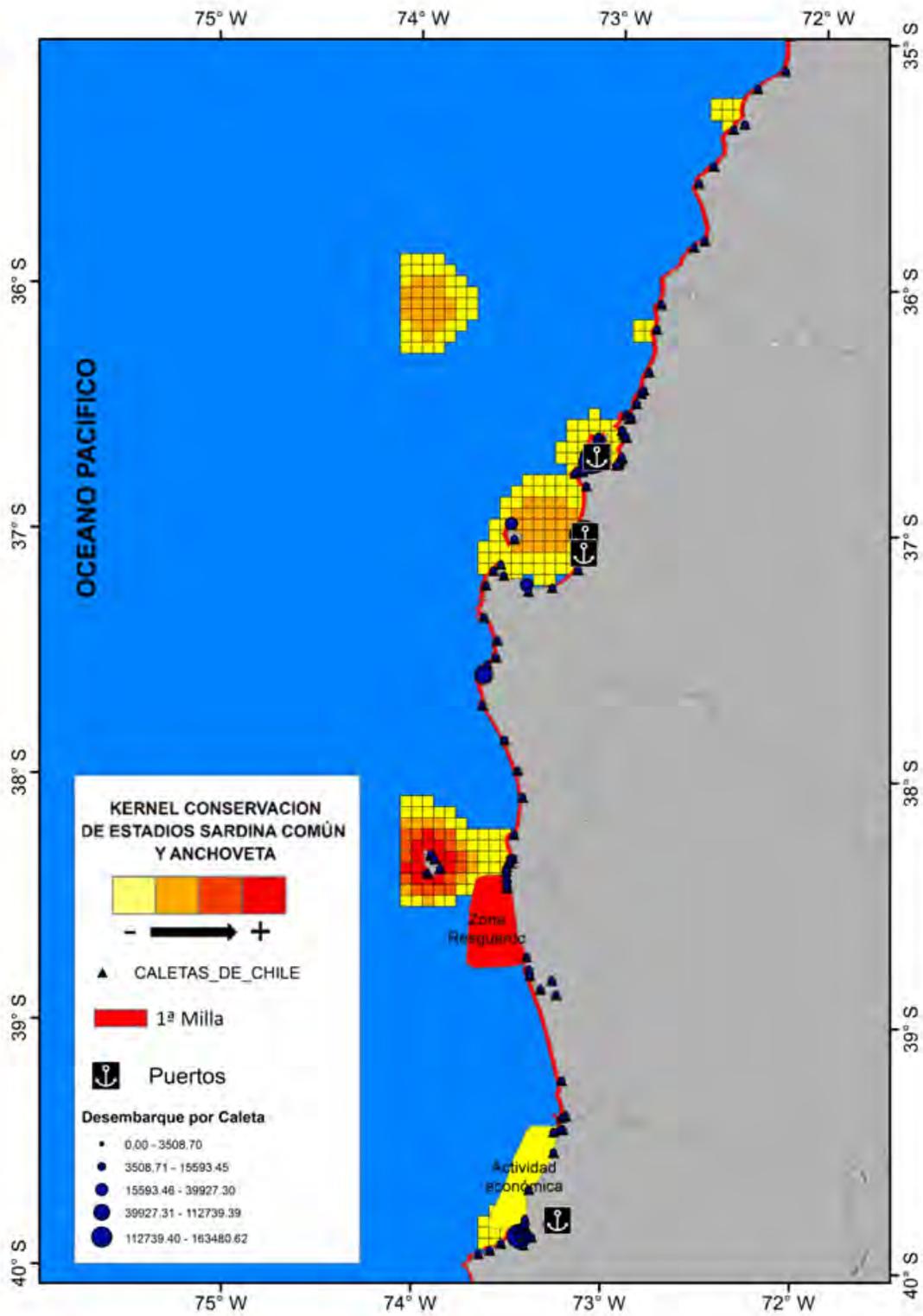


Figura 110. Kernel consenso para todos los estadios y solapamiento de capas GIS.

3.4.RESULTADOS OBJETIVO 5:

Para dar cumplimiento al objetivo 5, se procedió la realización de los talleres de análisis de riesgo, programados inicialmente en las ciudades de Concepción, Puerto Montt y Valparaíso, sumando posteriormente un taller en la ciudad de Valdivia a solicitud de los usuarios artesanales y la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Cabe consignar que pese a los esfuerzos de convocatoria (i.e. mediante e-mail y teléfono) y a las confirmaciones de los usuarios identificados en cada Región, los talleres programados en las ciudades de Puerto Montt y Valparaíso no se llevaron a cabo dada la nula asistencia a éstos (Anexos).

El primer taller de análisis de riesgo tuvo lugar en la ciudad de Concepción, Región del Biobío, el miércoles 7 de junio de 2017. El taller contó con un total de 18 participantes, representando principalmente al sector pesquero artesanal, además de la participación de representantes del sector industrial y plantas de proceso, además de la participación de representantes sectoriales.

El tercer taller de análisis de riesgo tuvo lugar en la ciudad de Valdivia, Región de los Ríos, el miércoles 28 de junio de 2017. El taller contó con un total de 9 participantes, representando principalmente al sector pesquero artesanal, además de la participación de una representante de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Dirección Zonal IX-XIV.

A continuación, se presentan los resultados de los talleres realizados.

Identificación de problemas

En el taller realizado en la ciudad de Concepción, se identificaron un total de 27 problemas, por los participantes del taller, compartidos por las pesquerías de sardina común y anchoveta. La mayoría de los problemas identificados (41%) se relacionan con la “Capacidad para alcanzar objetivos”. Factores relacionados con el “Bienestar Ecológico” representaron el 33% de los problemas planteados, mientras que el 26% se relaciona con el componente “Bienestar Humano” (Figura 111).

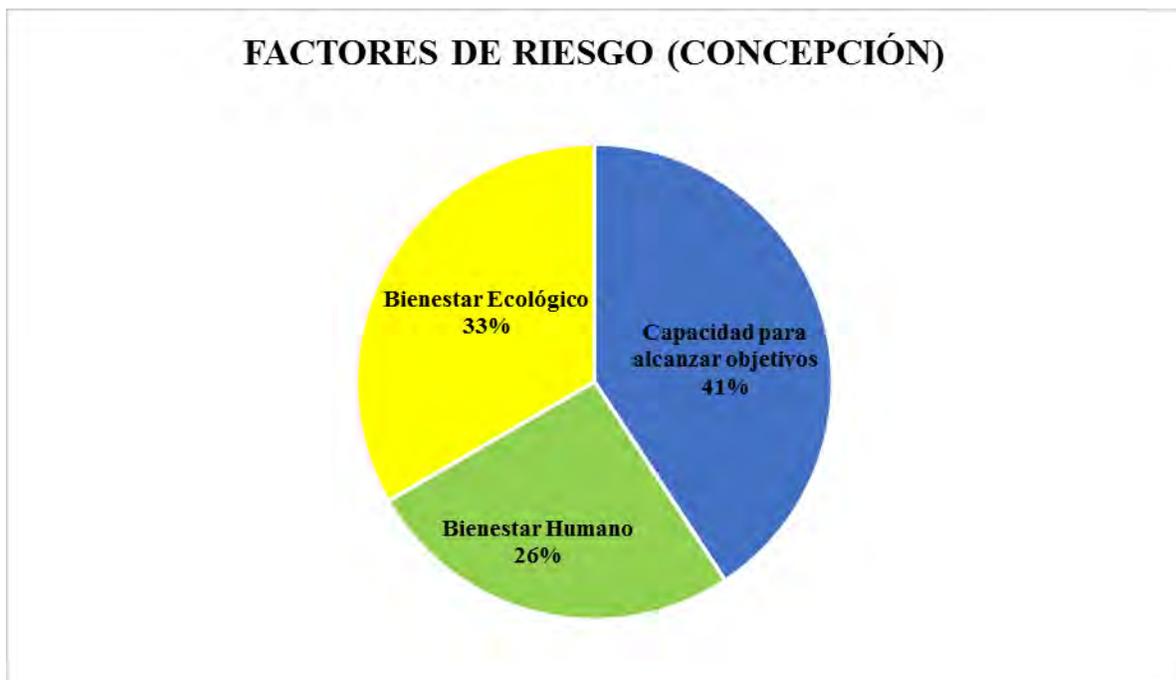


Figura 111. Porcentaje de factores de riesgo listados por categoría (VIII Región).

En el caso de Valdivia, se identificaron un total de 26 problemas, compartidos por las pesquerías de sardina común y anchoveta. En este caso, la mayoría de los problemas identificados (42%) se relacionaron con el “Bienestar Ecológico”. Factores relacionados con la “Capacidad para alcanzar objetivos” representaron el 35% de los problemas planteados, mientras que el 23% se relacionaron con el “Bienestar Humano” (Figura 112).

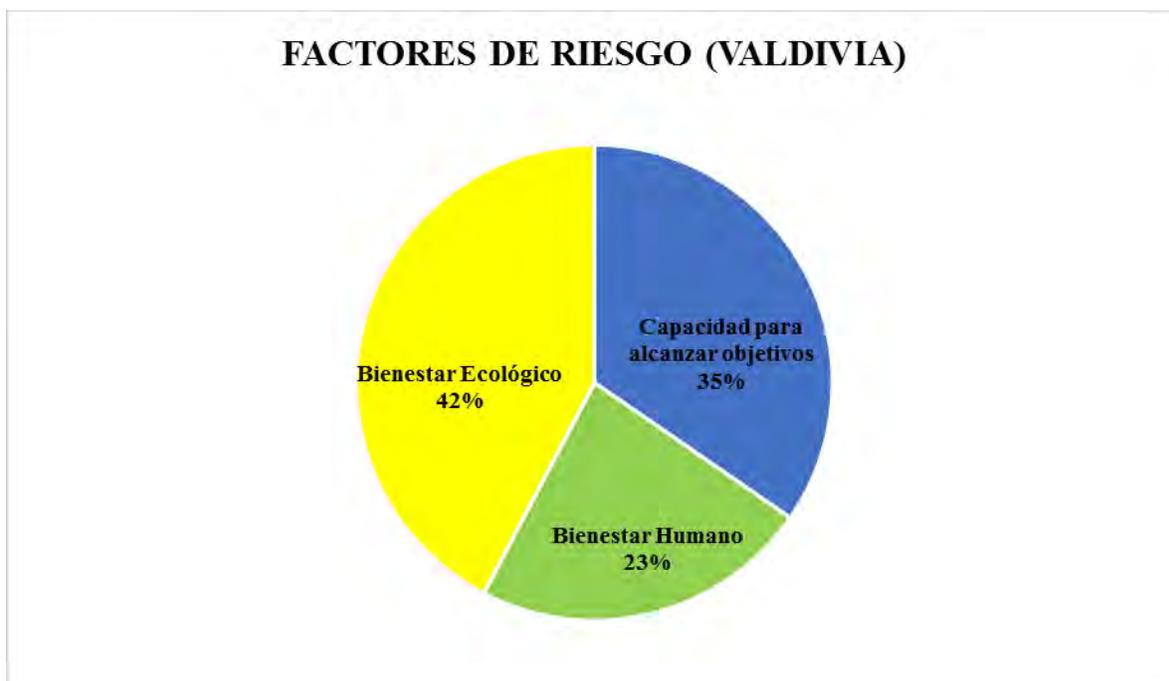


Figura 112. Porcentaje de factores de riesgo listados por categoría (XIV Región)

Priorización preliminar

Una vez construido el listado de factor de riesgo se procedió a elegir, de manera conjunta, los factores más importantes de cada categoría. Este proceso se llevó a cabo por acuerdo de la mayoría (mayoría simple en caso de empate) a través de un proceso de votación.

En el taller de Concepción, en el caso de la categoría “Bienestar Ecológico” si bien el factor “Periodo de desove y reclutamiento” y “Fauna Acompañante” obtuvieron el mismo puntaje (apoyo de 12 participantes cada uno), el primero fue considerado como el más importante por mayoría simple (Figura 113). Respecto a la categoría “Bienestar Humano” el factor más importante correspondió a la “Regionalización” con el apoyo de 12 participantes (Figura 113). Finalmente, respecto a la categoría “Capacidad para alcanzar objetivos” el factor más importante correspondió a “Certificación desembarques al recurso” con el apoyo de 13 de los participantes del taller (Figura 113).

En el caso de Valdivia, los participantes manifestaron su incomodidad de identificar factores asociados a áreas ubicadas en otra región y no en la cual operan, independiente que fueran de la misma macrozona, sin embargo, accedieron a realizar el análisis solicitando la incorporación de una cuarta área denominada “Punta Manuel” ubicada en la IX Región, dada la importancia respecto al desove de ambas especies. En este caso además señalaron las áreas específicas con la que se relacionaba el factor identificado. De esta forma, en la categoría “Bienestar Ecológico” el factor “Blanqueo” fue el considerado como el más importante (Figura 114), seguido por el factor “Exceso de esfuerzo pesquero” el cuál se relacionaba principalmente con el área de “Itata” y “Golfo de Arauco”. Respecto a la categoría “Bienestar Humano” el factor más importante correspondió al “Empleo” con el apoyo de los 9 participantes (Figura 114). Finalmente, respecto a la categoría “Capacidad para alcanzar objetivos” el factor más importante correspondió a la “Certificación al recurso” con el apoyo de la mayoría de los participantes del taller (Figura 114), factor que coincide con el identificado por los usuarios de la Región del Biobío.

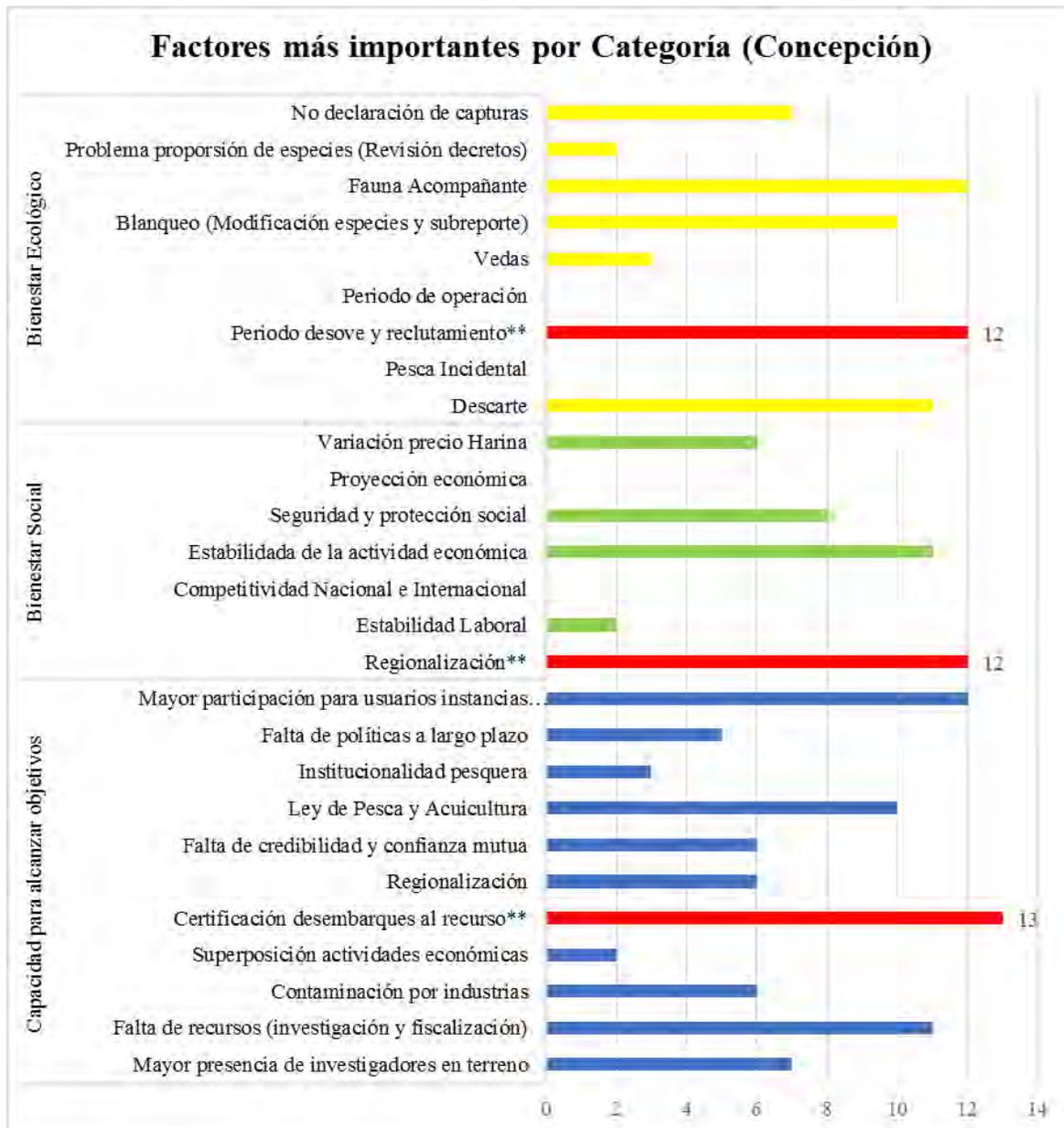


Figura 113. Factores desagregados por categoría y considerados como importantes (VIII Región).

** Factor evaluado en la siguiente etapa.

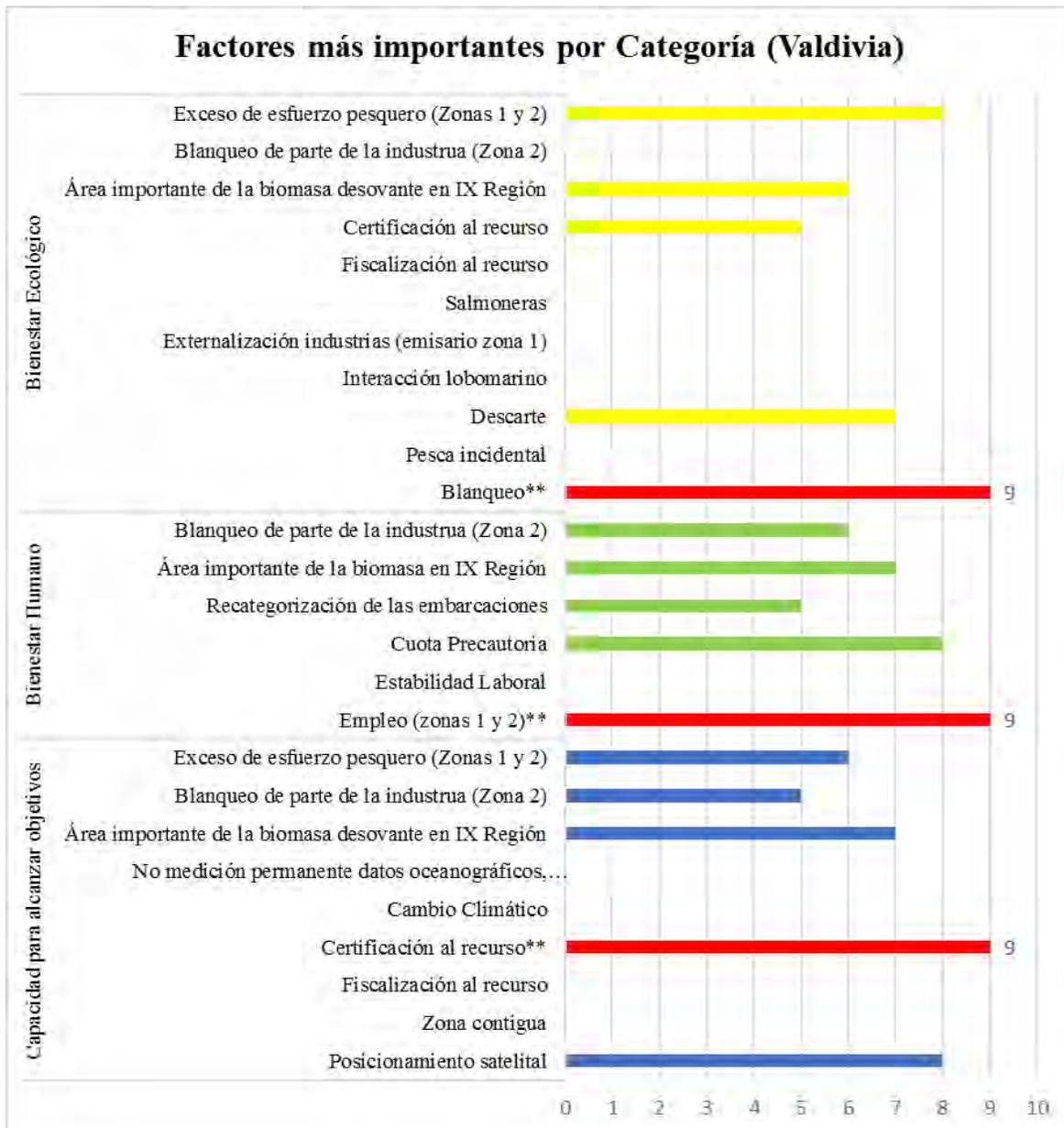


Figura 114. Factores desagregados por categoría y considerados como importantes (XIV Región).

** Factor evaluado en la siguiente etapa.

Análisis de riesgo

Cada área y factores de riesgo identificados fueron analizados definiendo en primer lugar los diferentes niveles de impacto o consecuencia (columna D, Tabla 5), debiendo asignarles un valor ente 1 a 4. Estos valores corresponden a los niveles de impacto: Menor, Moderado, Alto y Extremo, cuya descripción y valor asociado se presenta en la Tabla 6. A continuación, cada factor fue analizado respecto a su probabilidad de ocurrencia (columna E, Tabla 5), asignándole un valor entre 1 a 4, los cuales están asociados a un concepto y probabilidad de ocurrencia en % (Tabla 7).

Como ya se mencionó, el análisis de riesgo se basa en la priorización de los factores identificada mediante la puntuación de los niveles de impacto o consecuencia y probabilidad de ocurrencia (Tabla 8). La consecuencia se calificó en una escala de 1 a 4, y la probabilidad de ocurrencia en una escala de 1 a 4. El valor de riesgo se calcula del producto de las puntuaciones de consecuencia y probabilidad de ocurrencia.

Resultados generales por área de resguardo identificada

Área 1: Itata (Taller Concepción)

En el área 1 denominada “Itata” (Tabla 31), se destaca que independiente de los factores de riesgo analizados, el tipo de zona de resguardo que presenta mayor nivel de riesgo son las ECMPO. En este sentido, el factor “Regionalización”, parte de la categoría genérica “Bienestar Humano” es el que obtiene el nivel de riesgo más alto con un puntaje de 10,1 lo que es clasificado como nivel de riesgo “Extremo”. Respecto a la categoría “Bienestar Ecológico”, el factor “Período de desove y reclutamiento” obtuvo un nivel de riesgo correspondiente a 9,2 (Extremo), con la probabilidad de ocurrencia más alta (3,4). El nivel más bajo de riesgo está clasificado como moderado (2,9) y corresponde al “Período de desove y reclutamiento” (Bienestar Ecológico), asociado a la figura de Reserva Marina.

Tabla 31. Área 1 “Itata” Taller Concepción

Tipo Zona de resguardo	Factores de Riesgo	Impacto*	Probabilidad de Ocurrencia*	Riesgo*	Nivel de Riesgo
Reserva Marina	Periodo de desove y reclutamiento	1,1	2,7	2,9	Moderado
AMCP-MU	Periodo de desove y reclutamiento	1,7	2,7	4,7	Moderado
ECMPO	Periodo de desove y reclutamiento	2,6	3,4	9,2	Extremo
Reserva Marina	Regionalización	2,4	2,7	7,1	Alto
AMCP-MU	Regionalización	2,2	2,9	6,7	Alto
ECMPO	Regionalización	2,9	3,3	10,1	Extremo
Reserva Marina	Certificación desembarques al recurso	1,3	2,3	3,3	Moderado
AMCP-MU	Certificación desembarques al recurso	1,8	2,7	5,0	Moderado
ECMPO	Certificación desembarques al recurso	2,2	2,4	6,0	Alto

*Promedios

Área 1: Itata (Taller Valdivia)

En el área 1 “Itata” (Tabla 32), se destaca que independiente del tipo de zona de resguardo, el factor “Empleo”, parte de la categoría genérica “Bienestar Humano”, es el que presenta mayores niveles de riesgos, y mayores niveles de impacto (3 a 3,8), aunque el mayor nivel de riesgo está asociado a la figura de ECMPO con un puntaje de 12,6, es decir, considerado como un nivel de riesgo Extremo. Respecto a la categoría “Bienestar Ecológico”, el factor “Blanqueo” obtuvo niveles entre “Moderado” a “Bajo”, presentando el nivel de riesgo más bajo, correspondiente a un 2,6 (Bajo), en este caso asociado a la figura de Reserva Marina, al igual que lo ocurrido en el taller realizado en Concepción. La probabilidad de ocurrencia más alta estuvo asociada al factor “Certificación al recurso” y a la figura ECMPO con un 3,8.

Tabla 32. Área 1 “Itata” Taller Valdivia

Tipo Zona de resguardo	Factores de Riesgo	Impacto*	Probabilidad de Ocurrencia*	Riesgo*	Nivel de Riesgo
Reserva Marina	Blanqueo	1,0	2,6	2,6	Bajo
AMCP-MU	Blanqueo	2,0	2,6	4,8	Moderado
ECMPO	Blanqueo	1,6	3,4	5,8	Moderado
Reserva Marina	Empleo	3,8	2,6	9,6	Extremo
AMCP-MU	Empleo	3,0	3,4	9,6	Extremo
ECMPO	Empleo	3,6	3,4	12,6	Extremo
Reserva Marina	Certificación al recurso	1,0	2,8	2,8	Bajo
AMCP-MU	Certificación al recurso	2,0	3,2	5,4	Moderado
ECMPO	Certificación al recurso	1,6	3,8	6,2	Alto

* promedio

Área 2: Golfo de Arauco (Taller Concepción)

En el caso del área “Golfo de Arauco” (Tabla 33), el factor de “Regionalización” (Bienestar Humano) asociado a la figura de ECMPO, presenta un nivel de riesgo más alto con un 11,9 (Extremo), seguido por el mismo factor (Regionalización) asociado a la figura de Reserva Marina con un 10,9 (Extremo). Dentro de la figura de ECMPO, aparece el factor “Período de desove y reclutamiento” con un nivel de riesgo de 10,6 (Extremo). Nuevamente, el nivel más bajo de riesgo está dado por el factor “Período de desove y reclutamiento”, asociado a la figura Reserva Marina con un nivel de riesgo de 4,7 (Moderado), aunque este nivel es superior al caso del área 1 “Itata”.

Tabla 33. Área 2 “Golfo de Arauco” Taller Concepción

Tipo Zona de resguardo	Factores de Riesgo	Impacto*	Probabilidad de Ocurrencia*	Riesgo*	Nivel de Riesgo
Reserva Marina	Periodo de desove y reclutamiento	1,7	2,6	4,7	Moderado
AMCP-MU	Periodo de desove y reclutamiento	2,4	2,9	7,8	Alto
ECMPO	Periodo de desove y reclutamiento	2,9	3,3	10,6	Extremo
Reserva Marina	Regionalización	3,1	3,2	10,9	Extremo
AMCP-MU	Regionalización	2,5	2,9	7,8	Alto
ECMPO	Regionalización	3,4	3,3	11,9	Extremo
Reserva Marina	Certificación desembarques al recurso	2,3	3,0	7,1	Alto
AMCP-MU	Certificación desembarques al recurso	2,3	2,7	6,6	Alto
ECMPO	Certificación desembarques al recurso	2,6	2,9	8,8	Alto

* promedio

Área 2: Golfo de Arauco (Taller Valdivia)

En el caso del área “Golfo de Arauco” (Tabla 34), se destaca que al igual que lo sucedido con el sector asociado a “Itata”, para el taller realizado en Valdivia, independiente del tipo de zona de resguardo, el factor “Empleo”, parte de la categoría genérica “Bienestar Humano”, es el que presenta mayores niveles de riesgos, y mayores niveles de impacto (3,6 a 4,0), en este caso, el mayor nivel de riesgo está asociado a la figura de ECMPO con un puntaje de 9,2 (Extremo). Nuevamente, el nivel más bajo de riesgo está dado por el factor “Blanqueo”, asociado a la figura Reserva Marina con un nivel de riesgo de 3,2 (Moderado), aunque este nivel es superior al caso del área 1 “Itata”.

Tabla 34. Área 2 “Golfo de Arauco” Taller Valdivia

Tipo Zona de resguardo	Factores de Riesgo	Impacto*	Probabilidad de Ocurrencia*	Riesgo*	Nivel de Riesgo
Reserva Marina	Blanqueo	1,6	2,6	3,2	Moderado
AMCP-MU	Blanqueo	1,6	3,6	6,0	Alto
ECMPO	Blanqueo	1,6	3,6	6,0	Alto
Reserva Marina	Empleo	4,0	2,0	8,0	Alto
AMCP-MU	Empleo	3,6	2,4	8,4	Alto
ECMPO	Empleo	3,6	2,6	9,2	Extremo
Reserva Marina	Certificación al recurso	1,2	3,0	3,8	Moderado
AMCP-MU	Certificación al recurso	1,6	3,2	5,6	Moderado
ECMPO	Certificación al recurso	1,6	3,6	6,0	Alto

*promedio

Área 3: Isla Mocha (Taller Concepción)

Finalmente, en el caso del área asociada a “Isla Mocha” (Tabla 35), el mayor nivel de riesgo (Extremo) está dado por el factor “Regionalización” (Bienestar Humano), nuevamente en el contexto de las ECMPO, seguido por el mismo factor (Regionalización) asociado a la figura de Reserva Marina con un 8,8 (Alto). Finalmente, al igual que en las áreas anteriores el factor “Período de desove y reclutamiento” asociado a la figura Reserva Marina, recibió el nivel más bajo de la tabla con un 2,7 (Bajo).

Tabla 35. Área 3 “Isla Mocha” Taller Concepción

Tipo Zona de resguardo	Factores de Riesgo	Impacto*	Probabilidad de Ocurrencia*	Riesgo*	Nivel de Riesgo
Reserva Marina	Periodo de desove y reclutamiento	1,1	2,6	2,7	Bajo
AMCP-MU	Periodo de desove y reclutamiento	1,6	2,7	4,9	Moderado
ECMPO	Periodo de desove y reclutamiento	2,2	3,2	7,8	Alto
Reserva Marina	Regionalización	2,7	3,1	8,8	Alto
AMCP-MU	Regionalización	2,1	2,9	6,5	Alto
ECMPO	Regionalización	3,1	3,4	11,3	Extremo
Reserva Marina	Certificación desembarques al recurso	1,4	2,6	3,6	Moderado
AMCP-MU	Certificación desembarques al recurso	1,8	2,8	4,9	Moderado
ECMPO	Certificación desembarques al recurso	2,3	2,9	7,3	Alto

*promedio

Área 3: Isla Mocha (Taller Valdivia)

En el caso del área asociada a “Isla Mocha” (Tabla 36), el mayor nivel de riesgo (Extremo) está dado por el factor “Empleo” (Bienestar Humano), presentando además los mayores niveles de impacto (3,3 a 3,8), aunque esta vez el mayor nivel de riesgo está asociado a la figura AMCP-MU con un 10,0 (Extremo) seguido por la figura de ECMPO con un 9,8 (Extremo). Al igual que en las áreas anteriores el factor “Blanqueo” asociado a la figura Reserva Marina, recibió el nivel más bajo de la tabla con un 6,3 (Moderado), aunque mucho más alto que los anteriores.

Tabla 36. Área 3 “Isla Mocha” Taller Valdivia

Tipo Zona de resguardo	Factores de Riesgo	Impacto*	Probabilidad de Ocurrencia*	Riesgo*	Nivel de Riesgo
Reserva Marina	Blanqueo	1,8	3,5	6,3	Alto
AMCP-MU	Blanqueo	2,0	3,8	7,8	Alto
ECMPO	Blanqueo	2,3	4,0	9,0	Extremo
Reserva Marina	Empleo	3,3	2,5	7,0	Alto
AMCP-MU	Empleo	3,8	2,8	10,0	Extremo
ECMPO	Empleo	3,8	2,5	9,8	Extremo
Reserva Marina	Certificación al recurso	1,8	3,8	6,8	Alto
AMCP-MU	Certificación al recurso	1,8	3,8	6,8	Alto
ECMPO	Certificación al recurso	1,8	4,0	7,0	Alto

*promedio

Área 4: Punta Manuel, IX Región (Taller Valdivia)

Finalmente, en el caso del área asociada a “Punta Manuel” (Tabla 37), área solicitada a evaluación por los participantes del taller dada su importancia en el desove de ambas especies, al igual que en los casos anteriores, el mayor nivel de riesgo (Extremo) está asociado al factor “Empleo” (Bienestar Humano), presentando además los mayores niveles de impacto (3,2 a 3,8), aunque esta vez el mayor nivel de riesgo está asociado a la figura ECMPO con un 10,4 (Extremo) seguido por la figura de AMCP-MU con un 9,6 (Extremo). A diferencia de los casos anteriores, en el cuál el factor “Blanqueo” asociado a la figura “Reserva Marina” fue el que recibió el nivel de riesgo más bajo, en este caso el factor “Certificación al recurso” aunque también asociado a la figura Reserva Marina fue el que recibió el puntaje más bajo con un 5,4 (Moderado).

Tabla 37. Área 4 “Punta Manuel” Taller Valdivia

Tipo Zona de resguardo	Factores de Riesgo	Impacto*	Probabilidad de Ocurrencia*	Riesgo*	Nivel de Riesgo
Reserva Marina	Blanqueo	2,0	3,2	6,8	Alto
AMCP-MU	Blanqueo	2,0	2,8	6,0	Alto
ECMPO	Blanqueo	2,6	3,6	9,2	Extremo
Reserva Marina	Empleo	3,8	2,4	8,8	Alto
AMCP-MU	Empleo	3,4	3,0	9,6	Extremo
ECMPO	Empleo	3,2	3,0	10,4	Extremo
Reserva Marina	Certificación al recurso	1,8	3,0	5,4	Moderado
AMCP-MU	Certificación al recurso	3,0	3,2	8,8	Alto
ECMPO	Certificación al recurso	2,2	3,6	8,4	Alto

*promedio

4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Para el análisis de procesos biológicos y oceanográficos en la zona centro-sur de Chile asociados a las especies sardina común y anchoveta, se implementó un sistema de modelación biofísica acoplando un modelo hidrodinámico de 2 km de resolución espacial. Posterior a la revisión bibliográfica del ciclo de vida, en especial los estadios tempranos de ambas especies, se configuraron los compartimientos que componen los modelos biofísicos con las características asociadas a cada especie. Se realizaron 22 simulaciones, 11 por especie (1 por año), basadas en condiciones iniciales temporales y espaciales del desove desde los años 2001 a 2011. A partir de estas simulaciones se generaron índices de reclutamiento espaciales e índices de retención para los mismos años. Se simuló el transporte y dispersión de huevos y larvas de sardina común basado sólo en los máximos del desove observado (un pulso por año) a través del IGS y de las condiciones espaciales del desove observadas desde los cruceros FIP (producción de huevos).

El índice de reclutamiento mostró alta variabilidad interanual con una alta proyección de las zonas de pre-reclutamiento hacia el oeste del dominio, comparado con las simulaciones de anchoveta, presentando una altas pérdidas advectivas costa afuera de las larvas. Las simulaciones de anchoveta presentaron un desplazamiento meridional más amplio comparado con la sardina común, llegando hasta el mar interior de Chiloé, donde se produce una alta retención. A pesar que el índice de pre-reclutamiento mostró patrones diferenciales para cada especie, se identificaron como zonas de retención el Golfo de Arauco y en mayor grado la zona comprendida entre Isla Mocha y Corral. Por otra parte, el índice de retención no presentó valores diferentes a cero en celdas de 2 km por lo que no pudo ser incorporado al análisis.

Para mejorar estos resultados en estudios futuros, se recomienda recrear en la simulación la variabilidad de la temporada completa de desove (inicio, máximo desove y final) en el tiempo para cada especie, donde se consideren los retrasos y adelantamiento del desove de manera más completa. Otro aspecto relevante es la incorporación de la mayor cantidad de procesos biológicos relevantes en la modelación numérica, como la boyantes del huevo, el

cambio de densidad por estadio, los patrones de migración vertical y natación. Para ello es necesario poner los esfuerzos en generar un mayor conocimiento de la historia de vida temprana de ambas especies que actualmente es muy escasa.

En cuanto a las condiciones oceanográficas, se observó una clara diferencia entre la dinámica al norte y al sur de los 37°S. Al norte de los 37°S se presenta un mayor transporte de Ekman fuera de la costa, favoreciendo la surgencia costera, las temperaturas son mayores al igual que la cantidad de remolinos y la EKE, condiciones que favorecen la advección latitudinal y meridional de los individuos. Al sur de los 37°S, especialmente la zona comprendida entre la Isla Mocha y Corral presenta los patrones inversos: bajo transporte mar afuera, menores temperaturas, menor número de remolinos y EKE, condiciones que favorecen la retención en esa zona.

El análisis de la serie de tiempo de los cruceros hidroacústicos de verano permitió generar mapas de distribución y abundancia adecuados para representar los valores esperados de densidad de juveniles, reclutas y adultos de sardina común y anchoveta, expresados tanto como promedios inter-anales, sinópticos de toda la serie de tiempo, como promedios anuales útiles para comprender la variabilidad inter-anual de la abundancia de las especies y grupos de interés. En este contexto, los valores promedio inter-anales (sección 3.1.) permitirían identificar áreas cuya protección pudiera garantizar la protección de un determinado porcentaje de producción de reclutas, acumulada para todo el período analizado. Sin embargo, la protección de estas mismas celdas no sería suficiente para asegurar el mismo porcentaje de protección en términos de la producción anual de reclutas, para cada uno de los años analizados. Esto se hace más evidente para el caso de sardina, cuyas áreas de mayor producción de juveniles fueron más variables entre años. Como consecuencia, si se buscará asegurar un nivel o proporción constante de protección efectiva para cada año de interés, se requeriría no de un gran área, sino que de un conjunto de dos o más áreas protegidas para cada especie y/o grupo de talla de interés.

Al comparar la distribución de grupos de talla, dentro de especies, se observó un alto nivel de solapamiento, con densidades decrecientes, pero sin evidencia de segregación espacial importante entre juveniles, reclutas y adultos. Sin embargo, al comparar ambas especies fue posible observar un solapamiento reducido entre las áreas de mayor concentración de sardina y

anchoveta, sin importar mayormente el grupos de talla considerado para dicha comparación. Los mayores niveles de solapamiento fueron encontrados en la zona costera ubicada al sur de Tirúa (38.5-39.8°S), que es la única área identificada, donde sería posible proteger simultáneamente niveles de producción relativamente altos para todos los grupos de talla y especies, al menos en términos acumulativos, dentro de un intervalo pluri-anual.

Los resultados de la presente sección poseen las limitaciones propias del método de evaluación hidroacústica y del diseño muestral de los cruceros RECLAS del Instituto de Fomento Pesquero. Entre estas limitaciones, se deben considerar las incertidumbres asociadas a la identificación de especies (asignación de ecotrazos), que se encuentra basada en juicio experto, y a la estimación de la composición de tallas, dependiente del arte de muestreo. Dado que las estimaciones de densidad se consideran relativas, no resultarían sensibles a la incertidumbre en el intercepto de la relación talla-fuerza de blanco. Se debe considerar también la temporalidad del muestreo (enero de cada año) y la imposibilidad de evaluar el supuesto de isotropía de los modelos geoestadísticos aplicados, toda vez que la distancia entre transectas tendió a superar el rango estimado.

El análisis de los resultados que entrega el programa MARXAN para identificar potenciales áreas de conservación utilizando información de modelos de proceso de transporte de estadios tempranos, estimaciones hidroacústicas, y modelos de distribución de especies entregó resultados diferentes en cuanto a las áreas de conservación comparado con la información obtenida en bibliografía. La obtención obtenida desde literatura da cuenta de los lugares donde se ha concentrado la dinámica de la especie, y que se encuentran todos los estadios de vida de ambas especies, sin considerar la abundancia de estas (i.e. solo presencia y ausencia). Considerando solo los escenarios de protección de abundancia mayor (i.e. percentil 95) para ambas especies (con usuarios), MARXAN identificó principalmente dos grandes áreas para sardina común (Figura 65) y dos áreas de menor tamaño para la anchoveta (Figura 67), las cuales no se sobrepone con la información consenso para ambas especies (Figura 22). Por otro lado, considerando los mismos escenarios de protección de abundancia mayor (i.e. percentil 95) para ambas especies pero excluyendo la información obtenida desde los usuarios, MARXAN identificó principalmente un gran área para sardina común (Figura 66) y otra área para la anchoveta (Figura 68), las cuales tampoco se sobrepone con la información consenso para ambas especies (Figura 22). Esta incongruencia entre diferentes aproximaciones (i.e.

bibliográfica y explícita) está principalmente dada por los costos asociados. La revisión bibliográfica es netamente con información biológica donde las especies desarrollarían su dinámica poblacional, y esta no incluye áreas de importancia para los usuarios (e.g. caladeros de pesca o presencia de flota artesanal con recursos inscritos). El programa MARXAN incluye una capa de costos asociados a elegir o no un área de conservación, esto es en el diseño de reservas conocido como “el problema de conjunto mínimo” (i.e. el objetivo es alcanzar una representación mínima de determinados rasgos de la biodiversidad (i.e. estadios de vida en este caso) con el menor costo posible. En nuestro caso, las diferentes capas incluyeron información socio-económica (e.g. densidad de embarcaciones artesanales, presencia de caletas, áreas desembarque, caladeros de pesca). Así, un área para conservar puede tener un costo socio-económico muy alto si, el área identificada se solapa con el área de importancia social. El programa restringe la búsqueda a celda que tienen preferentemente bajo costo, de esta manera se puede alcanzar los objetivos, que en nuestro caso es identificar potenciales áreas de conservación donde se pueda resguardar la dinámica de la población (i.e. diferentes estadios de vida). La revisión bibliográfica entregó, por ejemplo, un área consenso principalmente en el Golfo de Arauco y bahías aledañas (i.e. Talcahuano, San Vicente, Concepción), así, cotejando con la información de la capa de costos, esta área presenta la mayor cantidad de caletas, puertos pesqueros, usuarios y embarcaciones inscritas con los recursos sardina común y anchoveta, lo que da cuenta del gran costo que tendría si se incluyera un área de conservación aquí.

Las áreas de conservación obtenidas desde MARXAN considerando la información obtenida desde los usuarios y el 5 % de las celdas con mayor abundancia (i.e. percentil 95), dio cuenta que, para sardina común un área de 23.125 km² y para anchoveta de 22.475 km² (Tabla 22). Para un escenario de conservación considerando la información obtenida desde los usuarios y el 20 % de las celdas con mayor abundancia (i.e. percentil 80), dio cuenta que, para sardina común un área de 18.950 km² y para anchoveta de 36.150 km² (Tabla 24). Por último, para un escenario de conservación considerando la información obtenida desde los usuarios y el 40 % de las celdas con mayor abundancia (i.e. percentil 60), dio cuenta que, para sardina común un área de 25.950 km² y para anchoveta de 35.850 km² (Tabla 26).

Para la primera milla, principalmente las áreas de conservación identificadas en los resultados de MARXAN, corresponden a áreas de conservación secundarias comparativamente más pequeñas que las principales áreas descritas previamente (ver

Figura 101 y Figura 102) . Considerando la información obtenida desde los usuarios y el 5 % de las celdas con mayor abundancia (i.e. percentil 95), las extensiones latitudinales de estas áreas de conservación para sardina común y anchoveta no sobrepasan el grado latitudinal. Para sardina común, de las cuatro áreas identificadas que solapan con la primera milla, la mayor tiene una extensión de 0.9° de latitud encontrándose en la Región del Biobío (37.16° S - 38.06° S) y la menor con una extensión de 0.05° de latitud encontrándose en la Región de O'Higgins (35.56° S - 35.61° S). Para anchoveta, de las dos áreas identificadas que solapan con la primera milla, la mayor tiene una extensión de 0.59° de latitud encontrándose principalmente en la Región de la Araucanía (38.37° S - 38.96° S) y la menor con una extensión de 0.4° de latitud encontrándose en la Región del Maule (35.12° S - 35.52° S). Estas áreas de conservación que solapan con la primera milla son el resultado del bajo costo social y económico asociado a estas primeras millas.

5. CONCLUSIONES

- Respecto al objetivo específico 1, el cual, basado en la bibliografía nacional consultada en extenso de la literatura nacional (i.e. informes del Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura entre el periodo 1995 al 2015), se pueden identificar tres núcleos de alta densidad en conjunto para las dos especies (36,6°S-74°W, Golfo de Arauco e Isla Mocha). Esto basado en el análisis de Kernel de consenso de los distintos estadios de los recursos sardina común y anchoveta (Figura 22). Sólo el núcleo ubicado en los 36.6°S-74°W es estrictamente oceánico, y los otros dos (Golfo de Arauco e Isla Mocha) tienen claras proyecciones en áreas marinas costeras que incluyen la primera milla. Estas zonas, al menos según bibliografía corresponderían a áreas potenciales importantes para la dinámica poblacional de ambas especies, ya que se encuentran diferentes estadios tempranos (i.e. huevos, larvas, y reclutas).
- Para el análisis de procesos biológicos y oceanográficos en la zona centro-sur de Chile asociados a las especies sardina común y anchoveta, se implementó un sistema de modelación biofísica acoplado un modelo hidrodinámico de 2 km de resolución espacial. Posterior a la revisión bibliográfica del ciclo de vida, en especial los estadios tempranos de ambas especies, se configuraron los compartimientos que componen los modelos biofísicos con las características asociadas a cada especie. Se realizaron 22 simulaciones, 11 por especie (1 por año), basadas en condiciones iniciales temporales y espaciales del desove desde los años 2001 a 2011. A partir de estas simulaciones se generaron índices de reclutamiento espaciales e índices de retención para los mismos años. Se simuló el transporte y dispersión de huevos y larvas de sardina común basado sólo en los máximos del desove observado (un pulso por año) a través del IGS y de las condiciones espaciales del desove observadas desde los cruceros FIP (producción de huevos).
- El índice de reclutamiento mostró alta variabilidad interanual con una alta proyección de las zonas de pre-reclutamiento hacia el oeste del dominio, comparado con las simulaciones de anchoveta, presentando una altas pérdidas advectivas costa afuera de las larvas. Las simulaciones de anchoveta presentaron un desplazamiento meridional más amplio comparado con la sardina común, llegando hasta el mar interior de Chiloé,

donde se produce una alta retención. A pesar que el índice de pre-reclutamiento mostró patrones diferenciales para cada especie, se identificaron como zonas de retención el Golfo de Arauco y en mayor grado la zona comprendida entre Isla Mocha y Corral. Por otra parte, el índice de retención no presentó valores diferentes a cero en celdas de 2 km por lo que no pudo ser incorporado al análisis.

- Para mejorar estos resultados en estudios futuros, se recomienda recrear en la simulación la variabilidad de la temporada completa de desove (inicio, máximo desove y final) en el tiempo para cada especie, donde se consideren los retrasos y adelantamiento del desove de manera más completa. Otro aspecto relevante es la incorporación de la mayor cantidad de procesos biológicos relevantes en la modelación numérica, como la boyantez del huevo, el cambio de densidad por estadio, los patrones de migración vertical y natación. Para ello es necesario poner los esfuerzos en generar un mayor conocimiento de la historia de vida temprana de ambas especies que actualmente es muy escasa.
- En cuanto a las condiciones oceanográficas, se observó una clara diferencia entre la dinámica al norte y al sur de los 37°S. Al norte de los 37°S se presenta un mayor transporte de Ekman fuera de la costa, favoreciendo la surgencia costera, las temperaturas son mayores al igual que la cantidad de remolinos y la EKE, condiciones que favorecen la advección latitudinal y meridional de los individuos. Al sur de los 37°S, especialmente la zona comprendida entre la Isla Mocha y Corral presenta los patrones inversos: bajo transporte mar afuera, menores temperaturas, menor número de remolinos y EKE, condiciones que favorecen la retención en esa zona.
- Los modelos de distribución de especies para sardina común (estadios desove y reclutamiento) se restringen a áreas costeras, presentando la mayor probabilidad de ocurrencia en la región del Biobío. Por otra parte, las variables oceanográficas que explican la distribución del recurso son el número de remolino y transporte de Ekman.
- Los modelos de distribución para el recurso anchoveta estadios desove y reclutamiento, difieren lo largo del periodo de estudio. En el estadio de desove se observa una distribución en las costas de Concepción y La Araucanía. En cuanto al reclutamiento, el patrón fue heterogéneo, con una distracción longitudinal desde el Maule a Los Lagos, presentando en esta última zona un incremento en la extensión longitudinal de su

distribución geográfica. Respecto a las variables oceanográficas que explican esta distribución, la energía cinética y el número de remolinos, constituyen factores relevantes que explican la dinámica espacial de los estadios de desove y reclutamiento del recurso anchoveta.

- Los promedios inter-anales de densidad de juveniles, reclutas y adultos mostraron altos niveles de solapamiento de grupos de talla, dentro de especies, lo que dificultaría la protección de alguna clase de talla específica sin afectar la explotación de las restantes.
- El solapamiento entre especies fue particularmente bajo al norte de Isla Santa María, donde anchoveta tendió a exhibir mayores concentraciones hacia el extremo norte del área de estudio. Lo contrario ocurrió en la costa ubicada al sur de Isla Mocha, donde ambas especies tendieron a coincidir en una zona común de alta densidad.
- La distribución espacial de juveniles, reclutas y adultos de sardina austral mostró una variabilidad moderada entre años, permitiendo identificar dos áreas principales y recurrentes de altas densidades; una ubicada al norte de Isla Santa María (36-37°S) y otra al sur de Tirua (37.5-39.8°S).
- La distribución espacial de juveniles, reclutas y adultos de anchoveta mostró mayor variabilidad inter-anual que sardina, incluyendo años de muy baja abundancia en toda el área de estudio. Fue posible identificar un área más recurrente de alta densidad de juveniles ubicada al norte de Coliumo (34.5-36.5°S) y otra, mucho más intermitente, ubicada al sur de Tirua (37.5-39.8°S).
- Dada la conformación y variabilidad inter-anual de los patrones de distribución observados, la protección efectiva de una proporción constante de la producción anual de juveniles, reclutas y/o adultos requeriría de un conjunto de dos o más áreas de protección para cada una de las especies indicadas.
- La inclusión de información explícita para la identificación de áreas de conservación de la dinámica poblacional para sardina común y anchoveta (i.e estadios de vida) difiere si solo se utiliza información bibliográfica y no se incluyen los costos sociales y económicos (e.g. información obtenida desde los usuarios artesanales).

- Los diferentes escenarios de conservación de la abundancia (i.e. percentiles 95, 80 y 60) de los diferentes estadios de vida para sardina común y anchoveta mostraron resultados diferentes, y dependerá de las autoridades que objetivos de conservación quieran utilizar para futuras medidas de manejo. Percentiles de abundancia menores mostraron áreas de conservación más grandes que percentiles de abundancia mayores.
- Las principales áreas de conservación para sardina común, considerando el percentil 95 de abundancia, los costos socio-económicos, y la información directa desde los usuarios artesanales, correspondieron a dos: i) una oceánica frente a la región del Biobío entre las latitudes $\sim 36,7^{\circ}\text{S}$ y $\sim 37,8^{\circ}\text{S}$ y las longitudes $\sim 74,8^{\circ}\text{O}$ y $\sim 76^{\circ}\text{O}$; ii) otra oceánica conectada a la costa frente a la región de la Araucanía, al sur de la Isla Mocha, entre las latitudes $\sim 38,4^{\circ}\text{S}$ y $\sim 39,5^{\circ}\text{S}$ y las longitudes $\sim 73,5^{\circ}\text{O}$ y $\sim 75^{\circ}\text{O}$.
- Las principales áreas de conservación para anchoveta, considerando el percentil 95 de abundancia, los costos socio-económicos, y la información directa desde los usuarios artesanales, correspondieron a dos: i) una frente a la región del Biobío, al norte de la isla Mocha (entre Lebu y al norte de Quidico), entre las latitudes $\sim 37,4^{\circ}\text{S}$ y $\sim 37,8^{\circ}\text{S}$ y las longitudes $\sim 73,8^{\circ}\text{O}$ y $\sim 74,7^{\circ}\text{O}$; ii) otra que conecta la costa de la zona norte de la región de la Araucanía con dirección suroeste hacia el océano, alcanzando la longitud $75,3^{\circ}\text{O}$. Esta área de conservación esta principalmente al sur de la Isla Mocha, entre las latitudes $\sim 38,2^{\circ}\text{S}$ y $\sim 39,5^{\circ}\text{S}$ y las longitudes $\sim 73,5^{\circ}\text{O}$ y $\sim 75^{\circ}\text{O}$.
- En los escenarios de conservación de la abundancia mayor (i.e. percentil 95), se observó la presencia de áreas de conservación pequeñas secundarias, las cuales varias están en cercanas a la costa.
- En la primera milla, las áreas de conservación que solapan con esta área estuvieron principalmente relacionadas con áreas pequeñas secundarias obtenidas del escenario de abundancia mayor (i.e. percentil 95). Para sardina común (incluyendo información desde usuarios artesanales), las 4 áreas que solapan con la primera milla tienen las siguientes extensiones latitudinales: área 1) 35.56°S a 35.61°S ; área 2) 35.58°S a 35.64°S ; área 3) 37.16°S a 38.06°S y área 4) 38.64°S a 38.97°S . Para anchoveta (incluyendo información desde usuarios artesanales), las 2 áreas que solapan con la primera milla tienen las

siguientes extensiones latitudinales: área 1) 35.12°S a 35.52°S; y área 2) 38.37°S a 38.96°S.

- Se destaca que, en ambos talleres el factor asociado al “Bienestar Humano” fue el que recibió los puntajes más altos respecto al riesgo involucrado, además al parecer la figura de ECMPO es la que involucra mayores puntajes, en comparación con las otras dos figuras analizadas las cuales coincidieron en ambos talleres, lo cual se relacionaría con el grado de incertidumbre observada en los discursos de los usuarios al ser consultados al respecto.
- En el caso específico del taller realizado en la ciudad de Concepción, de las tres áreas de resguardo identificadas, la que presenta las evaluaciones de riesgo más altas es la asociada al Golfo de Arauco, con 8 niveles considerados como Extremos o Altos (3 Extremos y 5 Altos), seguido por el área asociada a Itata con 5 niveles considerados como Extremos o Altos (2 Extremos y 3 Altos). En el caso del área asociada a Isla Mocha, obtuvo 5 niveles considerados como Extremos o Altos, aunque sólo una en categoría Extrema.
- Desde el punto de vista de los tipos de zonas de resguardo, la que presenta mayores niveles de riesgo es la asociada a la figura de ECMPO, la cual obtuvo sólo puntajes en las categorías Alto y Extremo. En este escenario se destaca el factor de riesgo “Regionalización” el cual fue clasificado en nivel Extremo en todas las áreas de resguardo identificadas (Itata, Golfo de Arauco e Isla Mocha).
- Precisamente este factor “Regionalización” obtuvo los niveles de riesgo más altos, independiente del área y figura de zona de resguardo.
- Por otro lado, en el caso del taller realizado en Valdivia, las áreas que presentan las evaluaciones de riesgo más altas, extremas o altas, son las asociadas a Isla Mocha y Punta Manuel con 9 (3 Extremos y 6 Altos) y 8 niveles (3 Extremos y 5 Altos) respectivamente.
- Desde el punto de vista de los tipos de zonas de resguardo, al igual que en el taller de Concepción, la que presenta mayores niveles de riesgo es la asociada a la figura de ECMPO, la cual obtuvo sólo puntajes en las categorías Alto y Extremo. En este escenario se destaca el factor de riesgo “Empleo” el cual fue clasificado en nivel Extremo en todas las áreas de resguardo identificadas (Itata, Golfo de Arauco, Isla Mocha y Punta Manuel).

- Precisamente este factor Empleo obtuvo los niveles de riesgo más altos, independiente del área y figura de zona de resguardo, de manera similar a lo ocurrido con el factor Regionalización en el caso del taller realizado en Concepción.
- Finalizado el proceso de talleres se requiere una reflexión respecto a la identificación objetivos operacionales y/o actividades que aborden los factores de riesgo y/o problemas identificados, o bien que intensifiquen las acciones que ya se estén llevando a cabo para abordar o mitigar estos problemas. Además, es necesario plantear indicadores que permitan medir el progreso de estas acciones respecto a los objetivos acordados.
- Cabe destacar que la experiencia internacional respecto a análisis de riesgo (ecológico) involucra jornadas de trabajo más extensas y sistemas de seguimiento en el tiempo (e.g. Australia y países africanos). En este sentido un análisis más riguroso involucraría la reflexión respecto a diversos objetivos planteados para cada pesquería evaluada, por lo cual los resultados asociados a estos talleres se presentan sólo como un escenario específico y particular del estado actual de las pesquerías de sardina común y anchoveta asociados al objetivo evaluado. Por tanto, un escenario de planificación más exhaustivo implicaría la identificación de riesgos y prioridades de las pesquerías a través de un proceso de análisis que involucre un mayor número de objetivos, además de un posterior seguimiento de los progresos y ajustes a estos objetivos, necesidades y los planes de trabajo que se generen por ejemplo en el comité de manejo correspondiente.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aarestrup, K., Økland, F., Hansen, M.M., Righton, D., Gargan, P., Castonguay, M., Bernatchez, L., Howey, P., Sparholt, H., Pedersen, M.I., 2009. Oceanic spawning migration of the European eel (*Anguilla anguilla*). *Science* (80-.). 325, 1660.
- Agardy, T., 2000. Information needs for marine protected areas: scientific and societal. *Bull. Mar. Sci.* 66, 875–888.
- Agardy, T., Bridgewater, P., Crosby, M.P., Day, J., Dayton, P.K., Kenchington, R., Laffoley, D., McConney, P., Murray, P.A., Parks, J.E., 2003. Dangerous targets? Unresolved issues and ideological clashes around marine protected areas. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.* 13, 353–367.
- Agardy, T., Di Sciara, G.N., Christie, P., 2011. Mind the gap: addressing the shortcomings of marine protected areas through large scale marine spatial planning. *Mar. Policy* 35, 226–232.
- Aguayo, H.M., 1976. Edad y crecimiento de la anchoveta (*Engraulis ringens*, Jenyns) del norte de Chile (Arica-Iquique). *Invest. Pesq. Santiago* 23, 25.
- Aranda, M., de Bruyn, P., Murua, H., 2010. A report review of the tuna RFMOs: CCSBT, IATTC, IOTC, ICCAT and WCPFC. EU FP7 Proj. 171.
- Arcos, D.F., 1987. Seasonal and short time scale variability in copepod abundance and species composition in an upwelling area off Concepción coast, Chile.
- Ardron, J.A., Possingham, H.P., Klein, C.J., 2008. Guía para las Buenas Prácticas de Marxan. Versión de revisión externa 17.
- Arrizaga, A., 1981. Nuevos antecedentes biológicos para la sardina común, *Clupea* (*Strangomera*) *bentincki*. *Bol. Soc. Biol. Concepción* 52, 5–66.
- Arteaga, M., Cubillos, L.A., 2008. Análisis de los cambios de abundancia de sardina común (*Strangomera bentincki*): estructura año calendario versus año biológico. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 36, 137–151.
- Aspillaga, E., Bartumeus, F., Linares, C., Starr, R.M., López-Sanz, À., Díaz, D., Zabala, M., Hereu, B., 2016. Ordinary and Extraordinary Movement Behaviour of Small Resident Fish within a Mediterranean Marine Protected Area. *PLoS One* 11, e0159813.
- Atkinson, L.P., Valle-Levinson, A., Figueroa, D., Pol-Holz, D., Gallardo, V.A., Schneider, W., Blanco, J.L., Schmidt, M., 2002. Oceanographic observations in Chilean coastal waters between Valdivia and Concepción. *J. Geophys. Res. Ocean.* 107.
- Baker, C.S., Herman, L.M., Perry, A., Lawton, W.S., Straley, J.M., Wolman, A.A., Kaufman, G.D., Winn, H.E., Hall, J.D., Reinke, J.M., Ostman, J., 1986. Migratory movement and population structure of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the central and eastern North Pacific. *Mar. Ecol. Ser.* 31, 105–119.
- Ball, I., Possingham, H., 2000. MarXan (v1.2) Marine Reserve Design using Spatially Explicit Annealing, A manual prepared for the Great Barrier Reef Marine Park Authority.
- Balmford, A., Gravestock, P., Hockley, N., McClean, C.J., Roberts, C.M., 2004. The worldwide costs of marine protected areas. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 101, 9694–9697.
- Barrueto, C., 1993. Edad y crecimiento de la anchoveta (*Engraulis ringens* Jenyns, 1842) de Iquique y Talcahuano mediante análisis de otolitos. *Semin. para optar al Tit. Biólogo Mar. Univ. Concepción*.

- Bartsch, J., Coombs, S.H., 2004. An individual-based model of the early life history of mackerel (*Scomber scombrus*) in the eastern North Atlantic, simulating transport, growth and mortality. *Fish. Oceanogr.* 13, 365–379.
- Basterretxea, G., Jordi, A., Catalan, I.A., SabatÉS, A.N.A., 2012. Model-based assessment of local-scale fish larval connectivity in a network of marine protected areas. *Fish. Oceanogr.* 21, 291–306.
- Block, B.A., Teo, S.L.H., Walli, A., Boustany, A., Stokesbury, M.J.W., Farwell, C.J., Weng, K.C., Dewar, H., Williams, T.D., 2005. Electronic tagging and population structure of Atlantic bluefin tuna. *Nature* 434, 1121–1127.
- Börger, T., Hattam, C., Burdon, D., Atkins, J.P., Austen, M.C., 2014. Valuing conservation benefits of an offshore marine protected area. *Ecol. Econ.* 108, 229–241.
- Brodziak, J., Legault, C.M., 2005. Model averaging to estimate rebuilding targets for overfished stocks. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 62, 544–562.
- Brown, K., Adger, W.N., Tompkins, E., Bacon, P., Shim, D., Young, K., 2001. Trade-off analysis for marine protected area management. *Ecol. Econ.* 37, 417–434.
- Bustos, B., Cubillos, L.A., 2016. Cambios interanuales en la talla de madurez de sardina común, *Strangomera bentincki*, en la zona centro-sur de Chile (2007-2012). *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* 51, 317–325.
- 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.
- Castillo, J., Saavedra, A., Catasti, V., Leiva, F., Lang, C., Vargas, R., Reyes, H., Pizarro, M., Molina, E., Cerna, F., López, A., Nuñez, S., Valenzuela, L., Vasquez, S.C.N., Pizarro, E., Molina, E., Cerna, F., López, A., Núñez, S., Valenzuela, L., Vásquez, S., 2012. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común entre la V y X regiones, año 2012. Informe Final Proyecto FIP 2011-07. Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Valparaíso, Chile. Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Valparaíso, Chile.
- Castillo, J., Saavedra, A., Leiva, F., Reyes, H., Pizarro, M., Espindola, F., Lang, C., Catasti, V., San Martín, M., Leiva, B., Molina, E., Cerna, F., Lopez, A., Nuñez, S., Valenzuela, L., Vasquez, S., 2011. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2010. Informe Final Proyecto FIP 2009-04. Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Valparaíso, Chile.
- Castro, L., Llanos, A., Blanco, J.L., Tarifeño, E., Escribano, R., Landaeta, M., 2002. Latitudinal variations in spawning habitat characteristics: influence on the early life history traits of the anchoveta, *Engraulis ringens*, off northern and central Chile. *GLOBEC Rep.* 16, 42–45.
- Castro, L.R., Hernandez, E.H., 2000. Early life survival of the anchoveta *Engraulis ringens* off central Chile during the 1995 and 1996 winter spawning seasons. *Trans. Am. Fish. Soc.* 129, 1107–1117.
- Castro, L.R., Quiñones, R., Arancibia, H., Figueroa, D., Roa, R., Sobarzo, M., Retamal, M., 1997. Áreas de desove de anchoveta y sardina común en la zona central. FIP-IT 96/11, Final Report Project FIP.
- Chaigneau, A., Pizarro, O., 2005. Mean surface circulation and mesoscale turbulent flow characteristics in the eastern South Pacific from satellite tracked drifters. *J. Geophys. Res. Ocean.* 110.
- Chavez, F.P., Ryan, J., Lluch-Cota, S.E., Niquen, M., 2003. From anchovies to sardines

- and back: multidecadal change in the Pacific Ocean. *Science* (80-.). 299, 217–221.
- Chelton, D.B., Schlax, M.G., Samelson, R.M., 2011. Global observations of nonlinear mesoscale eddies. *Prog. Oceanogr.* 91, 167–216.
- Chelton, D.B., Schlax, M.G., Samelson, R.M., de Szoeke, R.A., 2007. Global observations of large oceanic eddies. *Geophys. Res. Lett.* 34.
- Chevalier, J.M., Buckles, D., 2013. Participatory action research: Theory and methods for engaged inquiry. Routledge.
- Christensen, O.F., Ribeiro Jr, P.J., 2002. geoRglm-a package for generalised linear spatial models. *R News* 2, 26–28.
- Clark, M.R., Watling, L., Rowden, A.A., Guinotte, J.M., Smith, C.R., 2011. A global seamount classification to aid the scientific design of marine protected area networks. *Ocean Coast. Manag.* 54, 19–36.
- Coppa, S., De Lucia, G.A., Massaro, G., Camedda, A., Marra, S., Magni, P., Perilli, A., Di Bitetto, M., García-Gómez, J.C., Espinosa, F., 2015. Is the establishment of MPAs enough to preserve endangered intertidal species? The case of *Patella ferruginea* in Mal di Ventre Island (W Sardinia, Italy). *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.*
- Correa-Ramirez, M.A., Hormazabal, S.E., Morales, C.E., 2012. Spatial patterns of annual and interannual surface chlorophyll-a variability in the Peru–Chile Current System. *Prog. Oceanogr.* 92, 8–17.
- Correa-Ramirez, M.A., Hormazabal, S., Yuras, G., 2007. Mesoscale eddies and high chlorophyll concentrations off central Chile (29–39 S). *Geophys. Res. Lett.* 34.
- Cowley, P.D., Brouwer, S.L., Tilney, R.L., 2002. The role of the Tsitsikamma National Park in the management of four shore-angling fish along the south-eastern Cape coast of South Africa. *South African J. Mar. Sci.* 24, 27–35.
- Cressie, N., 1993. Statistics for spatial data. Wiley Online Library.
- Cros, A., Toonen, R.J., Davies, S.W., Karl, S.A., 2016. Population genetic structure between Yap and Palau for the coral *Acropora hyacinthus*. *PeerJ* 4, e2330.
- Cubillos, L.A., Arcos, D.F., 2002. Recruitment of common sardine (*Strangomera bentincki*) and anchovy (*Engraulis ringens*) off central-south Chile in the 1990s and the impact of the 1997–1998 El Niño. *Aquat. Living Resour.* 15, 87–94.
- Cubillos, L.A., Arcos, D.F., Bucarey, D.A., Canales, M.T., 2001. Seasonal growth of small pelagic fish off Talcahuano, Chile (37° S, 73° W): a consequence of their reproductive strategy to seasonal upwelling? *Aquat. Living Resour.* 14, 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., Pedraza, M., Gatica, C., González, C., Ruiz, P., Giacaman, J., Arteaga, M., 2007. Identificación de indicadores de dinámica poblacional y dinámica de la flota que opera sobre sardina común y anchoveta entre la IX y X Región. Informe Final FIP 2007-25., Informe Final Proyecto FIP.
- Cubillos, L.A., Pedraza García, M., Canales, T.M., Aranís, A., 2009. Dinámica Reproductiva de Anchoveta y Sardina común zona centro-sur. Informe Final FIP 2006-13.
- Cubillos, L., Alarcón, R., Núñez, S., Bucarey, D., Canales, M., Galaz, L., Hernández, A., Claramunt, G., Herrera, G., Lepez, I., Aracena, O., 1996. Reproducción y reclutamiento en sardina común y anchoveta de la zona centro-sur. Informe Técnico FIP 94-38.

- Cubillos, L., Arancibia, H., 1993. On the seasonal growth of common sardine (*Strangomera bentincki*) and anchovy (*Engraulis ringens*) off Talcahuano, Chile. *Rev. Biol. Mar.* 28, 43–49.
- Cubillos, S., Canales, A., Bucarey, S., Rojas, S., Alarcón, M., 1999. Época reproductiva y talla media de primera madurez sexual de *Strangomera bentincki* y *Engraulis ringens* en el período 1993-1997, en la zona centro-sur de Chile. *Investig. Mar.* 27, 73–85.
- Cubillos, S., Canales, M., Hernández, R., Bucarey, S., Vilugrón, L., Miranda, A., 1998. 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). *Investig. Mar.* 26, 3–14.
- Cury, P., 1994. Obstinate nature: an ecology of individuals. Thoughts on reproductive behavior and biodiversity. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 51, 1664–1673.
- Cury, P., Shannon, L., 2004. Regime shifts in upwelling ecosystems: observed changes and possible mechanisms in the northern and southern Benguela. *Prog. Oceanogr.* 60, 223–243.
- Cushing, D.H., 1990. Plankton production and year-class strength in fish populations: an update of the match/mismatch hypothesis. *Adv. Mar. Biol.* 26, 249–293.
- Cushing, D.H., 1975. *Marine ecology and fisheries*. CUP Archive.
- Dagorn, L., Pincock, D., Girard, C., Holland, K., Taquet, M., Sancho, G., Itano, D., Aumeeruddy, R., 2007. Satellite-linked acoustic receivers to observe behavior of fish in remote areas. *Aquat. Living Resour.* 20, 307–312.
- Daneri, G., Dellarossa, V., Quiñones, R., Jacob, B., Montero, P., Ulloa, O., 2000. Primary production and community respiration in the Humboldt Current System off Chile and associated oceanic areas. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 197, 41–49.
- Davies, T.K., Martin, S., Mees, C., Chassot, E., Kaplan, D.M., 2012. A review of the conservation benefits of marine protected areas for pelagic species associated with fisheries. *Int. Seaf. Sustain. Found.* McLean, Virginia, USA.
- Day, J., Dudley, N., Hockings, M., Holmes, G., Laffoley, D. d'A, Stolton, S., Wells, S.M., 2012. Guidelines for applying the IUCN protected area management categories to marine protected areas. IUCN.
- Díaz, D., Mallol, S., Parma, A.M., Goñi, R., 2016. A 25-year marine reserve as proxy for the unfished condition of an exploited species. *Biol. Conserv.* 203, 97–107.
- Dudley, N., 2008. Guidelines for applying protected area management categories. IUCN.
- Dueri, S., Maury, O., 2013. Modelling the effect of marine protected areas on the population of skipjack tuna in the Indian Ocean. *Aquat. Living Resour.* 26, 171–178.
- Edgar, G.J., Barrett, N.S., 1999. Effects of the declaration of marine reserves on Tasmanian reef fishes, invertebrates and plants. *J. Exp. Mar. Bio. Ecol.* 242, 107–144.
- Elith, J., H. Graham, C., P. Anderson, R., Dudík, M., Ferrier, S., Guisan, A., J. Hijmans, R., Huettmann, F., R. Leathwick, J., Lehmann, A., Li, J., G. Lohmann, L., A. Loiselle, B., Manion, G., Moritz, C., Nakamura, M., Nakazawa, Y., McC. M. Overton, J., Townsend Peterson, A., J. Phillips, S., Richardson, K., Scachetti-Pereira, R., E. Schapire, R., Soberón, J., Williams, S., S. Wisz, M., E. Zimmermann, N., 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography (Cop.)*. 29, 129–151. doi:10.1111/j.2006.0906-7590.04596.x
- Elith, J., Kearney, M., Phillips, S., 2010. The art of modelling range-shifting species. *Methods Ecol. Evol.* 1, 330–342.
- Embling, C.B., Gillibrand, P.A., Gordon, J., Shrimpton, J., Stevick, P.T., Hammond, P.S.,

2010. Using habitat models to identify suitable sites for marine protected areas for harbour porpoises (*Phocoena phocoena*). *Biol. Conserv.* 143, 267–279.
- Espinoza, P., Bertrand, A., 2008. Revisiting Peruvian anchovy (*Engraulis ringens*) trophodynamics provides a new vision of the Humboldt Current system. *Prog. Oceanogr.* 79, 215–227.
- ESRI, 2016. ArcGIS. v10.3.
- FAO, 2016. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016, in: *Contribución a La Seguridad Alimentaria Y La Nutrición Para Todos*. Roma, p. 244.
- FAO, 2014. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2014, in: *Oportunidades Y Desafíos*. Roma, p. 274.
- FAO, 2012. EAF toolbox: the ecosystem approach to fisheries.
- Farrow, S., 1996. Marine protected areas: emerging economics. *Mar. Policy* 20, 439–446.
- 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. *Fish. Res.* 106, 368–377.
- Ferguson, A.M., Harvey, E.S., Knott, N.A., 2016. Herbivore abundance, site fidelity and grazing rates on temperate reefs inside and outside marine reserves. *J. Exp. Mar. Bio. Ecol.* 478, 96–105.
- Ferrada, S., Canales-Aguirre, C.B., Barrera, A., Galleguillos, R., Dib, M., Hernández, C.E., Oyarzún, C., 2009. ADN nuclear y mitocondrial evidencian una unidad de stock genético para *Engraulis ringens* en la costa chileno-peruana., in: *I Reunión Conjunta de Genética Y Evolución XLII Reunión Anual de La Sociedad de Genética de Chile III Reunión Anual de La Sociedad Chilena de Evolución*.
- Ferrada, S., Hernández, K., Montoya, R., Galleguillos, R., 2002. Estudio poblacional del recurso anchoveta (*Engraulis ringens* Jenyns 1842)(Clupeiformes, Engraulidae), mediante análisis de ADN. *Gayana (Concepción)* 66, 243–248.
- Fielding, A.H., Bell, J.F., 1997. A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environ. Conserv.* 24, 38–49.
- Fletcher, W. (Rick) J., 2015. Review and refinement of an existing qualitative risk assessment method for application within an ecosystem-based management framework. *ICES J. Mar. Sci.* 72, 1043–1056.
- Fletcher, W.J., 2005. The application of qualitative risk assessment methodology to prioritize issues for fisheries management. *ICES J. Mar. Sci. J. du Cons.* 62, 1576–1587.
- Galleguillos, R., Chong, J., Oyarzún, C., Oliva, M., R., R., 1996. Unidades de stock en los recursos sardina común y anchoveta de la zona centro-sur de Chile. Informe Técnico Proyecto FIP/94-20. Fondo de Investigación Pesquera, Chile.
- Game, E.T., Grantham, H.S., Hobday, A.J., Pressey, R.L., Lombard, A.T., Beckley, L.E., Gjerde, K., Bustamante, R., Possingham, H.P., Richardson, A.J., 2009. Pelagic protected areas: the missing dimension in ocean conservation. *Trends Ecol. Evol.* 24, 360–369.
- Gatica, C., Arteaga, M., Giacaman, 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. *Investig. Mar.* 35, 13–24.
- Gerber, L.R., Botsford, L.W., Hastings, A., Possingham, H.P., Gaines, S.D., Palumbi, S.R., Andelman, S., 2003. Population models for marine reserve design: a retrospective and prospective synthesis. *Ecol. Appl.* S47–S64.

- Gilg, M.R., Hilbish, T.J., 2003. The geography of marine larval dispersal: coupling genetics with fine-scale physical oceanography. *Ecology* 84, 2989–2998.
- Gomes, I., Peteiro, L.G., Albuquerque, R., Swearer, S.E., Queiroga, H., 2014. Wandering mussels; using natural tags to identify connectivity matrices amongst Marine Protected Areas. *ICES C.* 2014/B 1.
- Grant, S.M., Trathan, P.N., 2011. Marine Protected Areas in the Southern Ocean: update on current status of designated areas. *CCAMLR*, WS-MPA-11/19.
- Grantham, H.S., Game, E.T., Lombard, A.T., Hobday, A.J., Richardson, A.J., Beckley, L.E., Pressey, R.L., Huggett, J.A., Coetzee, J.C., Van der Lingen, C.D., 2011. Accommodating dynamic oceanographic processes and pelagic biodiversity in marine conservation planning. *PLoS One* 6, e16552.
- Halo, I., Backeberg, B., Penven, P., Ansoorge, I., Reason, C., Ullgren, J.E., 2014. Eddy properties in the Mozambique Channel: A comparison between observations and two numerical ocean circulation models. *Deep Sea Res. Part II Top. Stud. Oceanogr.* 100, 38–53.
- Halpern, B.S., 2003. The impact of marine reserves: do reserves work and does reserve size matter? *Ecol. Appl.* S117–S137.
- Halpern, B.S., Lester, S.E., McLeod, K.L., 2010. Placing marine protected areas onto the ecosystem-based management seascape. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 107, 18312–18317.
- Halpern, B.S., Warner, R.R., 2003. Review paper. Matching marine reserve design to reserve objectives. *Proc. R. Soc. London B Biol. Sci.* 270, 1871–1878.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D., 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol. Electron.* 4, 9.
- Hanich, Q., Tsamenyi, M., Parris, H., 2010. Sovereignty and cooperation in regional Pacific tuna fisheries management: Politics, economics, conservation and the vessel day scheme. *Aust. J. Marit. Ocean Aff.* 2, 2–15.
- Hansen, L.P., Quinn, T.P., 1998. The marine phase of the Atlantic salmon (*Salmo salar*) life cycle, with comparisons to Pacific salmon. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55, 104–118.
- Harris, P.T., Whiteway, T., 2009. High seas marine protected areas: Benthic environmental conservation priorities from a GIS analysis of global ocean biophysical data. *Ocean Coast. Manag.* 52, 22–38.
- Hastings, A., Botsford, L.W., 2003. Comparing designs of marine reserves for fisheries and for biodiversity. *Ecol. Appl.* S65–S70.
- Hastings, A., Botsford, L.W., 1999. Equivalence in yield from marine reserves and traditional fisheries management. *Science* (80-.). 284, 1537–1538.
- Hernández, A., 1994. Variabilidad de caracteres morfométricos y merísticos de anchoveta *Engraulis ringens* Jenyns (1842) y sardina común *Strangomera bentincki* (Norman, 1936), y su aplicación a la identificación de stocks. Seminario para optar al título de Biología Marina. Univ. Universidad de Concepción.
- Hilborn, R., Stokes, K., Maguire, J.-J., Smith, T., Botsford, L.W., Mangel, M., Orensanz, J., Parma, A., Rice, J., Bell, J., 2004. When can marine reserves improve fisheries management? *Ocean Coast. Manag.* 47, 197–205.
- Hinckley, S., Hermann, A.J., Mier, K.L., Megrey, B.A., 2001. Importance of spawning location and timing to successful transport to nursery areas: a simulation study of Gulf of Alaska walleye pollock. *ICES J. Mar. Sci.* 58, 1042–1052.
- Hooker, S.K., Gerber, L.R., 2004. Marine reserves as a tool for ecosystem-based management: the potential importance of megafauna. *Bioscience* 54, 27–39.

- Hormazabal, S., Shaffer, G., Leth, O., 2004. Coastal transition zone off Chile. *J. Geophys. Res.* 109, C01021. doi:10.1029/2003JC001956
- Hyrenbach, K.D., Forney, K.A., Dayton, P.K., 2000. Marine protected areas and ocean basin management. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.* 10, 437–458.
- IATTC, 2011. Resolution C-11-01: Resolution on a multiannual program for the conservation of tuna in the eastern Pacific Ocean in 2011-2013. La Jolla, California, p. 4.
- ICCAT, 2011. Circular # 5058/2011 Recommendations & Resolutions adopted at the 2011 Commission Meeting. Madrid.
- International Whaling Commission, 2011. Whale Sanctuaries. Establishment of the International Whaling Commission's sanctuaries [WWW Document]. URL <https://iwc.int/sanctuaries>
- IOTC, 2011. Report of the Fourteenth Session of the IOTC Scientific Committee, Mahé, Seychelles, 12-17 December 2011. IOTC-2011-SC14-R[E].
- IOTC, 2010. Estimates of the Catch Reductions that might have been achieved historically through the application of the Time/Area Closures proposed in IOTC Resolution 10/01. IOTC-SC-2010-14.
- Jordan, R., 1980. Biology of the anchoveta. I: Summary of the present knowledge, in: *Proceedings of the Workshop on the Phenomenon Known as "El Niño."* UNESCO, Paris. pp. 249–278.
- Juffe-Bignoli, D., Burgess, N.D., Bingham, H., Belle, E.M.S., De Lima, M.G., Deguignet, M., Bertzky, B., Milam, A.N., Martinez-Lopez, J., Lewis, E., 2014. Protected planet report 2014. Cambridge, UK UNEP-WCMC.
- Large, W.G., McWilliams, J.C., Doney, S.C., 1994. Oceanic vertical mixing: A review and a model with a nonlocal boundary layer parameterization. *Rev. Geophys.* 32, 363–403.
- Larkin, P.A., 1996. Concepts and issues in marine ecosystem management. *Rev. fish Biol. Fish.* 6, 139–164.
- Lascelles, B.G., Langham, G.M., Ronconi, R.A., Reid, J.B., 2012. From hotspots to site protection: Identifying Marine Protected Areas for seabirds around the globe. *Biol. Conserv.* 156, 5–14.
- Lauck, T., Clark, C.W., Mangel, M., Munro, G.R., 1998. Implementing the precautionary principle in fisheries management through marine reserves. *Ecol. Appl.* 8.
- Lea, J.S.E., Humphries, N.E., von Brandis, R.G., Clarke, C.R., Sims, D.W., 2016. Acoustic telemetry and network analysis reveal the space use of multiple reef predators and enhance marine protected area design, in: *Proc. R. Soc. B. The Royal Society*, p. 20160717.
- Leal, E.M., Castro, L.R., Claramunt, G., 2009. Variability in oocyte size and batch fecundity in anchoveta (*Engraulis ringens*, Jenyns 1842) from two spawning areas off the Chilean coast. *Sci. Mar.* 73, 59–66.
- Leth, O., Middleton, J.F., 2004. A mechanism for enhanced upwelling off central Chile: Eddy advection. *J. Geophys. Res. Ocean.* 109.
- Lett, C., Verley, P., Mullon, C., Parada, C., Brochier, T., Penven, P., Blanke, B., 2008. A Lagrangian tool for modelling ichthyoplankton dynamics. *Environ. Model. Softw.* 23, 1210–1214.
- Llanos-Rivera, A., Castro, L.R., 2006. Inter-population differences in temperature effects on *Engraulis ringens* yolk-sac larvae. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 312, 245–253.
- Lo, N.C.H., 1985. A model for temperature-dependent northern anchovy egg development,

- An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish. Application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep.
- Lockwood, D.R., Hastings, A., Botsford, L.W., 2002. The effects of dispersal patterns on marine reserves: does the tail wag the dog? *Theor. Popul. Biol.* 61, 297–309.
- Louzao, M., Bécarea, J., Rodríguez, B., Hyrenbach, K.D., Ruiz, A., Arcos, J.M., 2009. Combining vessel-based surveys and tracking data to identify key marine areas for seabirds. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 391, 183–197.
- Lowry, G.K., White, A.T., Christie, P., 2009. Scaling up to networks of marine protected areas in the Philippines: biophysical, legal, institutional, and social considerations. *Coast. Manag.* 37, 274–290.
- Malvadkar, U., Hastings, A., 2008. Persistence of mobile species in marine protected areas. *Fish. Res.* 91, 69–78.
- Marchesiello, P., McWilliams, J.C., Shchepetkin, A., 2001. Open boundary conditions for long-term integration of regional oceanic models. *Ocean Model.* 3, 1–20.
- Martínez, C., Böhm, G., Díaz, E., Cerna, F., Ayala, M., Aravena, R., Reyes, H., Troncoso, M., Bocic, V., Machuca, C., Muñoz, L., 2007. Programa: Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Proyecto: Investigación de la Situación de la Pesquería Pelágica de la Zona Norte, 2006.
- Martínez, C., Böhm, G., Díaz, E., Ossa, L., Reyes, H., Letelier, J., Aravena, R., Padilla, H., Cerna, F., Machuca, C., Bocic, C., Muñoz, L., Troncoso, M., 2009. Investigación Situación Pesquería Pelágica Zona Norte, 2008. Informe Final. IFOP/SUBPESCA.
- Mate, B.R., Lagerquist, B.A., Calambokidis, J., 1999. Movements of North Pacific blue whales during the feeding season off southern California and their southern fall migration. *Mar. Mammal Sci.* 15, 1246–1257.
- Medina, M., Arancibia, H., Neira, S., 2007. Un modelo trófico preliminar del ecosistema pelágico del norte de Chile (18° 20 S–24° 00 S). *Investig. Mar.* 35, 25–38.
- Morales, C.E., Hormazabal, S., Correa-Ramirez, M., Pizarro, O., Silva, N., Fernandez, C., Anabalón, V., Torreblanca, M.L., 2012. Mesoscale variability and nutrient–phytoplankton distributions off central-southern Chile during the upwelling season: The influence of mesoscale eddies. *Prog. Oceanogr.* 104, 17–29.
- Morrongiello, J.R., Beatty, S.J., Bennett, J.C., Crook, D.A., Ikedife, D.N.E.N., Kennard, M.J., Kerezy, A., Lintermans, M., McNeil, D.G., Pusey, B.J., 2011. Climate change and its implications for Australia’s freshwater fish. *Mar. Freshw. Res.* 62, 1082–1098.
- Neer, J.A., 2008. The biology and ecology of the pelagic stingray, *Pteroplatytrygon violacea* (Bonaparte, 1832). Blackwell Publishing: Oxford.
- Neira, S., Arancibia, H., 2004. Trophic interactions and community structure in the upwelling system off Central Chile (33–39 S). *J. Exp. Mar. Bio. Ecol.* 312, 349–366.
- Neira, S., Arancibia, H., Barros, M., Castro, L., Cubillos, L., Niklitschek, E.J., Alarcón, R., 2014. Rol Ecosistémico de sardina austral e impacto de su explotación en la sustentabilidad de otras especies de interés comercial. Informe Final Proyecto FIP 2012-15. Universidad de Concepción.
- Neira, S., Arancibia, H., Cubillos, L., 2004. Comparative analysis of trophic structure of commercial fishery species off Central Chile in 1992 and 1998. *Ecol. Modell.* 172, 233–248.
- Neira, S., Castro, L., Cubillos, L., Alarcón, R., Soto, S., Aedo, G., 2016. Oferta Técnica Proyecto FIP N°2016-34. “Identificación de áreas de conservación o resguardo para

- los recursos sardina común y anchoveta en la zona centro-sur de Chile.
- Niklitschek, E.J., Skaret, G., 2016. Distribution, density and relative abundance of Antarctic krill estimated by maximum likelihood geostatistics on acoustic data collected during commercial fishing operations. *Fish. Res.* 178, 114–121.
- Ospina-Alvarez, A., Parada, C., Palomera, I., 2012. Vertical migration effects on the dispersion and recruitment of European anchovy larvae: from spawning to nursery areas. *Ecol. Modell.* 231, 65–79.
- Palomera, I., Olivar, M.P., Salat, J., Sabatés, A., Coll, M., García, A., Morales-Nin, B., 2007. Small pelagic fish in the NW Mediterranean Sea: an ecological review. *Prog. Oceanogr.* 74, 377–396.
- Parada, C., Colas, F., Soto-Mendoza, S., Castro, L., 2012. Effects of seasonal variability in across-and alongshore transport of anchoveta (*Engraulis ringens*) larvae on model-based pre-recruitment indices off central Chile. *Prog. Oceanogr.* 92, 192–205.
- Parada, C., Van Der Lingen, C.D., Mullan, C., Penven, P., 2003. Modelling the effect of buoyancy on the transport of anchovy (*Engraulis capensis*) eggs from spawning to nursery grounds in the southern Benguela: an IBM approach. *Fish. Oceanogr.* 12, 170–184.
- Parrish, R.H., Mallicoate, D.L., Klingbeil, R.A., 1986. Age dependent fecundity, number of spawning per year, sex ratio, and maturation stages in the northern anchovy, *Engraulis mordax*. *Fish. Bull.* 84, 503–517.
- Pauly, D., Graham, W., Libralato, S., Morissette, L., Palomares, M.L.D., 2009. Jellyfish in ecosystems, online databases, and ecosystem models. *Hydrobiologia* 616, 67–85.
- Pedraza-Garcia, M., Cubillos, L.A., 2008. Population dynamics of two small pelagic fish in the central-south area off Chile: delayed density-dependence and biological interaction. *Environ. Biol. Fishes* 82, 111–122.
- Pelc, R.A., Warner, R.R., Gaines, S.D., Paris, C.B., 2010. Detecting larval export from marine reserves. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 107, 18266–18271.
- Penven, P., Debreu, L., Marchesiello, P., McWilliams, J.C., 2006. Evaluation and application of the ROMS 1-way embedding procedure to the central California upwelling system. *Ocean Model.* 12, 157–187.
- Petersen, S., Paterson, B., Basson, J., Moroff, N., Roux, J., Augustyn, J., D’Almeida, G., 2010. Tracking the implementation of an ecosystem approach to fisheries in southern Africa. *WWF South Africa Rep. Ser.* 2010/Marin.
- Phillips, S.J., Anderson, R.P., Schapire, R.E., 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecol. Modell.* 190, 231–259.
- Phillips, S.J., Dudík, M., Elith, J., Graham, C.H., Lehmann, A., Leathwick, J., Ferrier, S., 2009. Sample selection bias and presence-only distribution models: implications for background and pseudo-absence data. *Ecol. Appl.* 19, 181–197.
- Pichegru, L., Grémillet, D., Crawford, R.J.M., Ryan, P.G., 2010. Marine no-take zone rapidly benefits endangered penguin. *Biol. Lett.* rsl20090913.
- Pikitch, E., Boersma, P.D., Boyd, I.L., Conover, D.O., Cury, P., Essington, T., Heppell, S.S., Houde, E.D., Mangel, M., Pauly, D., 2012. Little fish, big impact: managing a crucial link in ocean food webs. *Lenfest Ocean Program*, Washington, DC 108.
- Pizarro, E., Palma, S., Flores, C., 1998. Validación de la hipótesis de mortalidad por inanición en larvas de *Engraulis ringens* Jenyns, 1842 (Pisces: Engraulidae), utilizando el criterio histológico en un área de surgencia costera en el norte de Chile. *Investig. Mar.* 26, 97–108.

- Polunin, N.V.C., Roberts, C.M., 1993. Greater biomass and value of target coral-reef fishes in two small Caribbean marine reserves. *Mar. Ecol. Ser.* 100, 167.
- Ribeiro Jr, P.J., Diggle, P.J., 2001. *geoR: a package for geostatistical analysis*. *R news* 1, 14–18.
- Roa-Ureta, R., Niklitschek, E., 2007. Biomass estimation from surveys with likelihood-based geostatistics. *ICES J. Mar. Sci. J. du Cons.* 64, 1723–1734.
- Roberts, C.M., Andelman, S., Branch, G., Bustamante, R.H., Castilla, J.C., Dugan, J., Halpern, B.S., Lafferty, K.D., Leslie, H., Lubchenco, J., 2003. Ecological criteria for evaluating candidate sites for marine reserves. *Ecol. Appl.* S199–S214.
- Roberts, C.M., Bohnsack, J.A., Gell, F., Hawkins, J.P., Goodridge, R., 2001. Effects of marine reserves on adjacent fisheries. *Science (80-.)*. 294, 1920–1923.
- Roberts, C.M., Hawkins, J.P., Gell, F.R., 2005. The role of marine reserves in achieving sustainable fisheries. *Philos. Trans. R. Soc. London B Biol. Sci.* 360, 123–132.
- Salinas de León, P., Acuña-Marrero, D., Rastoin, E., Friedlander, A.M., Donovan, M.K., Sala, E., de León, P.S., Acuña-Marrero, D., Rastoin, E., Friedlander, A.M., Donovan, M.K., Sala, E., 2016. Largest global shark biomass found in the northern Galápagos Islands of Darwin and Wolf. *PeerJ* 4, e1911.
- Samuelson, A., Hjøllø, S.S., Johannessen, J.A., Patel, R., 2012. Particle aggregation at the edges of anticyclonic eddies and implications for distribution of biomass. *Ocean Sci.* 8, 389–400.
- Sánchez, F., Olaso, I., 2004. Effects of fisheries on the Cantabrian Sea shelf ecosystem. *Ecol. Modell.* 172, 151–174.
- Sanchirico, J.N., 2000. Marine protected areas as fishery policy: a discussion of potential costs and benefits. Washington, DC *Resour. Futur. Discuss. Pap.* 00-23.
- Sanchirico, J.N., Cochran, K.A., Emerson, P.M., 2002. Marine protected areas: economic and social implications. *Resources for the Future* Washington, DC.
- Selig, E.R., Turner, W.R., Troëng, S., Wallace, B.P., Halpern, B.S., Kaschner, K., Lascelles, B.G., Carpenter, K.E., Mittermeier, R.A., 2014. Global priorities for marine biodiversity conservation. *PLoS One* 9, e82898.
- Sepúlveda, A., Cubillos, L., Arcos, D., 2003. Pesquerías pelágicas chilenas: una síntesis sobre la incertidumbre biológica, in: Yañez, E. (Ed.), *Actividad Pesquera Y de Acuicultura En Chile*. Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso, Valparaíso, Chile., pp. 91–107.
- Sepúlveda, A., Cubillos, L., Núñez, S., Canales, T., Bucarey, D., Rojas, A., 2000. Antecedentes biológicos del stock desovante de anchoveta y sardina común de la V y IX regiones, Informe Final Project Report FIP FIP 97-04.
- Serra, J.R., 1983. Changes in the abundance of pelagic resources along the Chilean coast. *FAO Fish. Rep.*
- Serra, J.R., Gil, E., 1975. Marcación de anchoveta en la zona norte de Chile. Metodología y resultados preliminares. *Rev. Com. Perm. Pacífico Sur* 3–19.
- Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, n.d. Parques y Reservas Marinas [WWW Document]. URL http://www.sernapesca.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=1733&Itemid=1119
- Shchepetkin, A.F., McWilliams, J.C., 2005. The regional oceanic modeling system (ROMS): a split-explicit, free-surface, topography-following-coordinate oceanic model. *Ocean Model.* 9, 347–404.

- Smith, M.D., Wilen, J.E., 2003. Economic impacts of marine reserves: the importance of spatial behavior. *J. Environ. Econ. Manage.* 46, 183–206.
- Smith, M.D., Zhang, J., Coleman, F.C., 2005. Bayesian Bio-Economics of Marine Reserves. *Am. Agric. Econ. Assoc.* 1–22.
- Smith, R.F.I., 2011. U.S. priorities for fishermen, science and stewardship achieved at international meeting [WWW Document]. URL http://www.noaanews.noaa.gov/stories2011/20111121_iccat.html
- Soanes, L.M., Bright, J.A., Carter, D., Dias, M.P., Fleming, T., Gumbs, K., Hughes, G., Mukhida, F., Green, J.A., 2016. Important foraging areas of seabirds from Anguilla, Caribbean: implications for marine spatial planning. *Mar. Policy* 70, 85–92.
- Soto-Mendoza, S., Parada, C., Castro, L., Colas, F., Schneider, W., 2012. Modeling transport and survival of anchoveta eggs and yolk–sac larvae in the coastal zone off central-southern Chile: Assessing spatial and temporal spawning parameters. *Prog. Oceanogr.* 92, 178–191.
- Stachelek, J., Madden, C.J., 2015. Application of inverse path distance weighting for high-density spatial mapping of coastal water quality patterns. *Int. J. Geogr. Inf. Sci. CN - 5283 29*, 1240–1250.
- Stirling, D.A., Boulcott, P., Scott, B.E., Wright, P.J., 2016. Using verified species distribution models to inform the conservation of a rare marine species. *Divers. Distrib.* 22, 808–822.
- Subpesca, 2017. Estado de situación de las principales pesquerías chilenas al año 2016.
- Tapia, C., 2012. Diseño de estrategia metodológica para evaluar el plan de manejo de erizo de la zona contigua de las regiones X y XI. Informe Final, in: Universidad Austral (Ed.), Proyecto de Apoyo Al Funcionamiento de La Comisión de Manejo de Pesquerías Bentónicas de La Zona Contigua X-XI Regiones (COMPEB) Y Del Grupo Técnico Asesor (GTA). Informe Final. p. 21.
- Tarifeño, E., Carmona, M., Llanos-Rivera, A., Castro, L.R., 2008. Temperature effects on the anchoveta *Engraulis ringens* egg development: do latitudinal differences occur? *Environ. Biol. fishes* 81, 387–395.
- Tellería, J.L., Santos, T., Refoyo, P., Muñoz, J., 2012. Use of ring recoveries to predict habitat suitability in small passerines. *Divers. Distrib.* 18, 1130–1138.
- Tognelli, M.F., Fernández, M., Marquet, P.A., 2009. Assessing the performance of the existing and proposed network of marine protected areas to conserve marine biodiversity in Chile. *Biol. Conserv.* 142, 3147–3153.
- Tuck, G.N., Polacheck, T., Croxall, J.P., Weimerskirch, H., Prince, P.A., Wotherspoon, S., 2001. The potential of archival tags to provide long-term movement and behaviour data for seabirds: first results from Wandering Albatross *Diomedea exulans* of South Georgia and the Crozet Islands. *Emu* 99, 60–68.
- Uriarte, A., Lucio, P., 2001. Migration of adult mackerel along the Atlantic European shelf edge from a tagging experiment in the south of the Bay of Biscay in 1994. *Fish. Res.* 50, 129–139.
- Utne-Palm, A.C., Salvanes, A.G. V., Currie, B., Kaartvedt, S., Nilsson, G.E., Braithwaite, V.A., Stecyk, J.A.W., Hundt, M., Van der Bank, M., Flynn, B., 2010. Trophic structure and community stability in an overfished ecosystem. *Science* (80-.). 329, 333–336.
- Valdivia, I.M., Chávez, R.A., Oliva, M.E., 2007. Metazoan parasites of *Engraulis ringens* as tools for stock discrimination along the Chilean coast. *J. Fish Biol.* 70, 1504–1511.

- Vásquez, P., Llanos-Rivera, A., Castro, L., 2010. Anormalidades durante el desarrollo embrionario de sardina común, *Strangomera bentincki* en el ambiente natural. Rev. Biol. Mar. Oceanogr. 45, 177–185.
- Venables, W.N., Ripley, B.D., 2002a. Modern Applied Statistics with S, 4th editio. ed. JSTOR, New York.
- Venables, W.N., Ripley, B.D., 2002b. Statistics complements, in: Venables, W.N., Ripley, B.D. (Eds.), Modern Applied Statistics with S. Springer, New York, p. 45.
- Warner, J.C., Sherwood, C.R., Arango, H.G., Signell, R.P., 2005. Performance of four turbulence closure models implemented using a generic length scale method. Ocean Model. 8, 81–113.
- Watson, H.V., McKeown, N.J., Coscia, I., Wootton, E., Ironside, J.E., 2016. Population genetic structure of the European lobster (*Homarus gammarus*) in the Irish Sea and implications for the effectiveness of the first British marine protected area. Fish. Res. 183, 287–293.
- WCPFC, 2008. Conservation and Management measure for big eye and yellowfin tuna in the western and central Pacific Ocean. Conservation and Management Measure 2008-01.
- Weng, K.C., Boustany, A.M., Pyle, P., Anderson, S.D., Brown, A., Block, B.A., 2007. Migration and habitat of white sharks (*Carcharodon carcharias*) in the eastern Pacific Ocean. Mar. Biol. 152, 877–894.
- Wenzel, L., D'Iorio, M., 2011. Definition and classification system for US marine protected areas. Mar. Prot. Areas.
- Whitehead, P.J.P., Nelson, G.J., Wongratana, T., 1988. Clupeoid Fishes of the World (suborder Clupeoidei): An Annotated and Illustrated Catalogue of the Herrings, Sardines, Pilchards, Shads, Anchovies and Wolf-herrings. FAO.
- Wilson, B., Thompson, P.M., Hammond, P.S., 1997. Habitat use by bottlenose dolphins: seasonal distribution and stratified movement patterns in the Moray Firth, Scotland. J. Appl. Ecol. 1365–1374.
- Yáñez, E., Barbieri, M.A., Santillán, L., 1992. Long-term environmental variability and pelagic fisheries in Talcahuano, Chile. South African J. Mar. Sci. 12, 175–188.
- Zhong, Y., Bracco, A., Villareal, T.A., 2012. Pattern formation at the ocean surface: Sargassum distribution and the role of the eddy field. Limnol. Oceanogr. Fluids Environ. 2, 12–27.
- Zúñiga, J.M., Canales, C., Cerna, F., 2011. Estatus y explotación biológicamente sustentable de los principales recursos pesqueros nacionales. Pequeños pelágicos V a X Regiones. Segundo Informe, Instituto de Fomento Pesquero.

7. ANEXOS

7.1. Personal de Participantes por Actividad

Anexo 1. Personal participante por actividad

Objetivo	Participante	Categoría	Actividad
Objetivo 1	Sandra Ferrada Fuentes	Profesional	Búsqueda bibliográfica, análisis de información, escritura de pre-informe final, compilación base de datos bibliográfica.
	Ricardo Galleguillos	Profesional	Búsqueda bibliográfica, escritura de pre-informe final.
	Cristian Hernández	Profesional	Búsqueda bibliográfica, análisis de información, escritura de pre-informe final.
	Selim Musleh Vega	Profesional	Análisis de información bibliográfica, compilación base de datos bibliográfica.
	Sandra Sampertegui	Profesional	Búsqueda bibliográfica, compilación base de datos bibliográfica
	Reinaldo Rivera Jara	Profesional	Análisis de información bibliográfica y generación de capas SIG, escritura de de pre-informe final.
	Cristian B Canales Aguirre	Profesional	Revisión y escritura de de pre-informe final.
Objetivo 2	Andrés Sepúlveda	Profesional	Modelo hidrodinámico, configuración y estabilidad del modelo, escritura de de pre-informe final.
	Oswaldo Artal	Profesional	Modelo hidrodinámico, configuración y estabilidad del modelo, escritura de de pre-informe final.
	Carolina Parada	Profesional	Modelación biofísica (ROMs), modelación del proceso de transporte de estadios tempranos, obtención de índices biofísicos de ambas especies, escritura de de pre-informe final.
	Mª Carolina Medel	Profesional	Modelación biofísica (ROMs), modelación del proceso de transporte de estadios tempranos, obtención de índices biofísicos de ambas especies, escritura de de pre-informe final.
	Edwin Niklitschek	Profesional	Revisión, organización y sistematización de bases de datos hidroacústicas, análisis de la información acústica disponible, interpolación de densidad acústica, escritura de de pre-informe final.
	Cristóbal Garcés	Profesional	Revisión, organización y sistematización de bases de datos hidroacústicas, análisis de la información acústica disponible, interpolación de densidad acústica, escritura de de pre-informe final.
	Gustavo Aedo	Profesional	Revisión, organización y sistematización de bases de datos hidroacústicas, análisis de la información acústica disponible, interpolación de densidad acústica, escritura de de pre-informe final.
	Cristian B Canales Aguirre	Profesional	Gestión obtención base de datos SSPA e IFOP, Revisión y escritura de de pre-informe final.
Objetivo 3	Andrés Sepúlveda	Profesional	Modelo hidrodinámico, configuración y estabilidad del modelo, escritura de de pre-informe final.
	Oswaldo Artal	Profesional	Modelo hidrodinámico, configuración y estabilidad del modelo, escritura de de pre-informe final.
	Carolina Parada	Profesional	Modelación biofísica (ROMs), modelación del proceso de transporte de estadios tempranos, obtención de índices biofísicos de ambas especies, escritura de de pre-informe final.
	Mª Carolina Medel	Profesional	Modelación biofísica (ROMs), modelación del proceso de transporte de estadios tempranos, obtención de índices biofísicos de ambas especies, escritura de de pre-informe final.
	Edwin Niklitschek	Profesional	Revisión, organización y sistematización de bases de datos hidroacústicas, análisis de la información acústica disponible, interpolación de densidad acústica, escritura de de pre-informe final.
	Cristóbal Garcés	Profesional	Revisión, organización y sistematización de bases de datos hidroacústicas, análisis de la información acústica disponible, interpolación de densidad acústica, escritura de de pre-informe final.
	Gustavo Aedo	Profesional	Revisión, organización y sistematización de bases de datos hidroacústicas, análisis de la información acústica disponible, interpolación de densidad acústica, escritura de de pre-informe final.
	Reinaldo Rivera	Profesional	Creación de capas SIG con datos RAE.
	Cristian E. Hernández	Profesional	Creación de capas SIG con datos RAE.
Cristian B Canales Aguirre	Profesional	Gestión obtención base de datos SSPA e IFOP, Revisión y escritura de de pre-informe final.	
Objetivo 4	Reinaldo Rivera	Profesional	Creación de capas SIG con datos RAE
	Cristian E. Hernández	Profesional	Creación de capas SIG con datos RAE
	Oscar Santis	Profesional	Depuración de datos sociales
	Alonso Gormaz	Profesional	Depuración de datos sociales
	Cristian B Canales Aguirre	Profesional	Gestión obtención base de datos SSPA e IFOP, Revisión y escritura de de pre-informe final.
Objetivo 5	Oscar Santis	Profesional	Talleres levantamiento informacion social y escritura de de pre-informe final.
	Alonso Gormaz	Profesional	Talleres levantamiento informacion social y escritura de de pre-informe final.
	Cristian Canales Aguirre	Profesional	Gestión obtención base de datos SSPA e IFOP, Revisión y escritura de de pre-informe final.

7.2. Bases de datos obtenidas

7.2.1. Obtenidas a la fecha

- 7.2.1.1. Cruceros hidroacústicos generadas en los proyectos entre 1999-2013
- 7.2.1.2. Cruceros hidroacústicos PELACES entre 1999 - 2015
- 7.2.1.3. Cruceros hidroacústicos RECLAS entre 1999 - 2015
- 7.2.1.4. Base de datos del Registro Pesquero Artesanal
- 7.2.1.5. Censo Pesquero y Acuicultura 2009.
- 7.2.1.6. Encuesta CASEN 2015
- 7.2.1.7. Base de Datos Organizaciones Sardina Común y Anchoqueta 2014
- 7.2.1.8. Directorio RAE pelágico 2016
- 7.2.1.9. RPA 2015
- 7.2.1.10. Embarcaciones Activas Sardina Común y Anchoqueta 2016.
- 7.2.1.11. Capas de Caletas Pesqueras Artesanales:
- 7.2.1.12. Capas de Acuicultura:
- 7.2.1.13. Capas de Concesiones de acuicultura otorgadas por su tipo de cultivo
- 7.2.1.14. Capas de Solicitudes de acuicultura por su tipo de cultivo
- 7.2.1.15. Capas de Acuicultura en AMERB
- 7.2.1.16. Capas de Áreas apropiadas para la acuicultura
- 7.2.1.17. Capas de Macrozonas sanitarias
- 7.2.1.18. Capas de AMERB
- 7.2.1.19. Capas de Pueblos Indígenas ECMPO
- 7.2.1.20. Capas de Áreas Marinas Protegidas
- 7.2.1.21. Capas de Zonificación del borde costero de la XI región

7.3.Reunión con comité de manejo

Con fecha 25 de noviembre del 2016, mediante una carta formal solicitamos a la presidenta del Comité de Manejo (CM) de la Sardina Común y Anchoqueta, Sra. María Ángela Barbieri, una reunión con los representantes del CM. Esta reunión, tuvo la finalidad de entregar información sobre el proyecto FIPA 2016-34 " Identificación de áreas de conservación o resguardo para los recursos sardina común y anchoqueta en la zona centro sur" a los diferentes usuarios del CM de sardina común y anchoqueta (i.e. representantes de pescadores artesanales, de plantas de proceso, de pescadores industriales, de SERNAPESCA, y SSPA).

En esta reunión se presentó el objetivo general del proyecto, así como los objetivos específicos. Se presentó al equipo de trabajo y se aclararon dudas respecto al proyecto. Nos enfocamos en los aspectos metodológicos , ya que el tiempo para presentar fue limitado.

Enfatizamos que la información que puedan entregarnos ellos como usuarios de la pesquería de sardina común y anchoqueta en la zona centro sur, es importante para poder generar información de los costos asociados a la potencial creación de un área de conservación o resguardo. Además incentivamos que transfieran la información dada, respecto al proyecto FIPA 2016-34.

Esta reunión se concretó el día 6 de enero del 2017, donde estuvieron presentes los siguientes representantes (ver lista asistencia, Figuras 115 y 116)



Sesión N° 1
 Comité de Manejo de Anchoqueta y Sardina Común V a X Regiones
 6 de enero 2017
 Hotel Presidente Suite, Concepción.

ASISTENCIA

REPRESENTANTE	REGIÓN/SECTOR	CATEGORIA	FIRMA
Pedro Marín Chacón	V-VII ARTESANAL	Suplente	
Paola Angélica Poblete Novoa	VIII ARTESANAL	Titular	
Ximena Neira Sáez	VIII ARTESANAL	Suplente	
Juan Carlos Garrido Contreras	VIII ARTESANAL	Titular	
Sara Ester Garrido Cortez	VIII ARTESANAL	Suplente	
Rosendo Arroyo Rebolledo	VIII ARTESANAL	Titular	
Marta Eladia Espinoza Ruiz	VIII ARTESANAL	Suplente	
Victoria Andrea Rubio Díaz	VIII ARTESANAL	Titular	
Juan Carlos Vargas Rodríguez	VIII ARTESANAL	Suplente	
Fernando Jose Quiroz Morales	IX - XIV ARTESANAL	Titular	
Juan René Santana Zúñiga	IX - XIV ARTESANAL	Suplente	
Iván Vásquez Gomez	X ARTESANAL	Titular	
Juan Sanhueza Chaura	X ARTESANAL	Suplente	
Claudio Salazar Zencovich	VIII INDUSTRIAL	Titular	
Juan Gonzalez Vergara	VIII INDUSTRIAL	Suplente	
Gonzalo Fernández García	VIII INDUSTRIAL	Titular	
Andrés Fosk Belan	VIII INDUSTRIAL	Suplente	

Figura 115: Listado de asistencia a la reunión con el comité de manejo de sardina común y anchoqueta.



Sesión N° 1
 Comité de Manejo de Anchoqueta y Sardina Común V a X Regiones
 6 de enero 2017
 Hotel Presidente Suite, Concepción.

REPRESENTANTE	REGIÓN/SECTOR	CATEGORIA	FIRMA
Gerardo Balbontín	XIV INDUSTRIAL	Titular	
Néstor Velásquez Sánchez	XIV INDUSTRIAL	Suplente	<i>Néstor Velásquez Sánchez</i>
Enrique Cisternas Ortega	PLANTAS PROCESO	Titular	<i>Enrique Cisternas Ortega</i>
Eric Riffo Paz	PLANTAS PROCESO	Suplente	
Jorge Toro Da Ponte	SERNAPESCA	Titular	<i>Jorge Toro Da Ponte</i>
Fernando Naranjo Gatica	SERNAPESCA	Titular	
María Ángela Barbieri <i>María Hernández</i>	SUBPESCA	Presidente	<i>María Hernández</i>
Mauro Urbina Veliz	SUBPESCA	Suplente	

En calidad de Invitados participan las siguientes personas:

NOMBRE	SECTOR	FIRMA
<i>Nicole Matmoud</i>	SSPA	<i>Nicole Matmoud</i>
<i>L. Camila Bustos M.</i>	SSPA	<i>L. Camila Bustos M.</i>
<i>Rodrigo Ripuelma</i>	CESSO	<i>Rodrigo Ripuelma</i>
<i>Diego de la Higuera</i>	CESSO	<i>Diego de la Higuera</i>

Figura 116: (continuación) Listado de asistencia a la reunión con el comité de manejo de sardina común y anchoqueta.

7.4. Curso de verano MARXAN

El objetivo general del proyecto es "Proponer potenciales áreas/zonas de conservación o resguardo relevantes para la dinámica y renovación poblacional de sardina común y anchoveta en la zona centro sur de Chile". En de la propuesta presentada por el equipo de trabajo que fue adjudicada nos correspondimos con la ONG Canadiense, PacMARA (Pacific Marine Analysis and Research Association), los cuales nos entregaron su apoyo a la realización del proyecto (Figura 117).

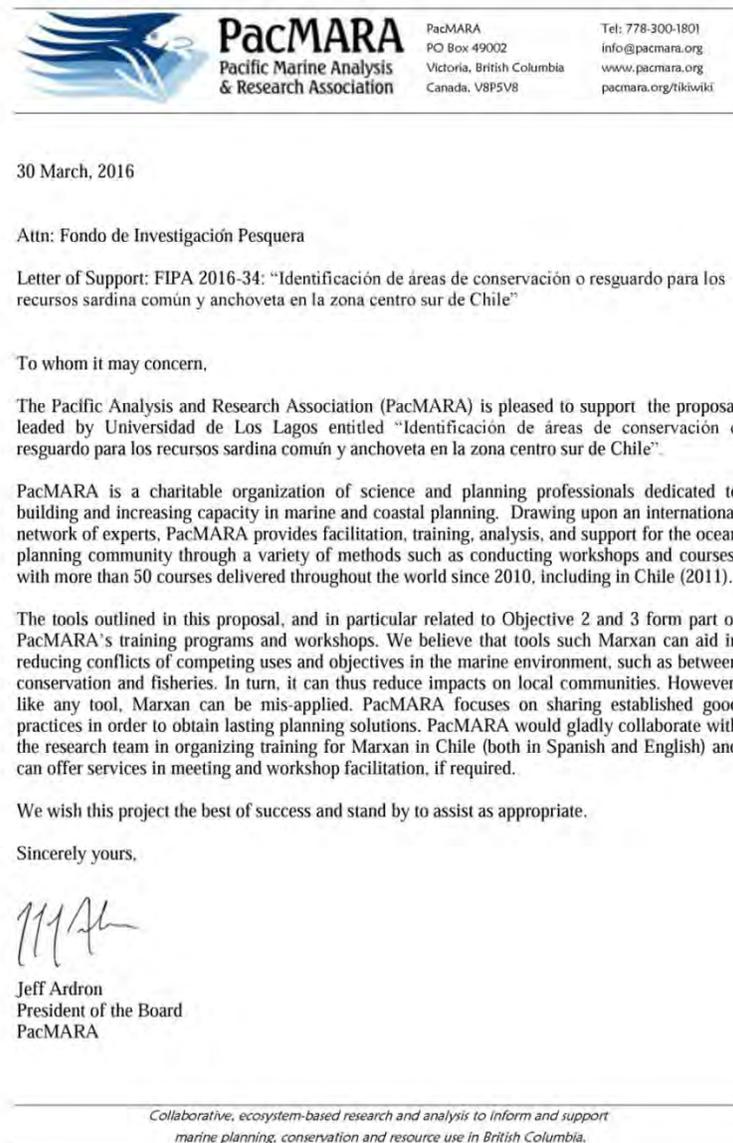


Figura 117: Carta de apoyo entregada por la ONG Canadiense PacMARA.

PacMARA está enfocada en determinación objetiva de áreas de conservación biológica que permitan integrar los diversos aspectos y actores involucrados, desde la biodiversidad *per se* hasta las implicancias sociales y económicas de nuestras decisiones de conservación. De esta manera, además, busca desarrollar el uso de la ciencia marina interdisciplinaria en la toma de decisiones basada en los ecosistemas. Para esto, PacMARA desarrolla cursos y talleres internacionales que permitan aunar esfuerzos de manera coherente entre los diversos países interesados en la conservación de la biodiversidad.

Bajo este contexto, y para hacer efectiva esta colaboración y apoyo al proyecto FIPA 2016-34, coordinamos con PacMARA la realización de un curso de verano en la Universidad de Concepción (Figura 118). El curso titulado, "Introducción a MARXAN: una herramienta para apoyar el diseño de reservas marinas y terrestres" (i.e. de aquí en adelante llamado solo como: "Introducción a MARXAN"), que fue dictado por la profesora y experta en MARXAN, Norma Serra-Sogas MSc de PacMARA. Con fines informativos, adjunto el programa y tópicos cubiertos por el curso "Introducción a MARXAN".

PROYECTO FIPA 2016-34

PROGRAMA de DOCTORADO en SISTEMÁTICA y BIODIVERSIDAD

Curso de Verano
"Introducción a Marxan: una Herramienta para Apoyar el Diseño de Reservas Marinas y Terrestres"
 10-12 Enero, 2017

Profesora: Norma Serra, MSc.
 Institución: Pacific Marine Analysis and Research Association (PacMARA), Canada
 Lugar de realización: Fac. de Cs Naturales y Oceanográficas, UdeC
 Horario: 09:00 a 13:00 y de 14:00 a 18:00. hrs.
 Postulación hasta el 6 de Enero de 2017
 Requerimientos:
 - Conocimientos básicos en ArcGIS o QGIS y MS Excel
 - Curso se realizará en Español

POSTULACIÓN Y CONTACTO
 DR. CRISTIAN HERNANDEZ
 E-MAIL: c.fernandez@udec.cl
 FONOS: 56-51221000
 DR. CRISTIAN CAJALAN-AGUIRRE
 E-MAIL: ccajalan@udec.cl
 FONOS: 56-51221000

MARXAN
 PacMARA
 UNIVERSIDAD DE LOS LAGOS
 POSTGRADO
 Universidad de Concepción

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN & UNIVERSIDAD DE LOS LAGOS

Figura 118: Afiche de propaganda para curso MARXAN

Los objetivos de realizar este curso de verano fueron dos:

i) Difusión del proyecto: Dentro de los términos técnicos de referencia los puntos 5.9 y 5.10 están enfocados en difusión de los resultado del proyecto. Si bien, a la fecha no tenemos resultados finales, hemos comenzado con la campaña de difusión, donde el curso "Introducción a MARXAN", fue una de estas iniciativas.

ii) Capacitación profesionales proyecto: Para poder alcanzar los objetivos del proyecto, este curso sirvió para capacitar diferentes miembros del equipo de trabajo del proyecto FIPA 2016-34. De esta manera, la capacitación entrego habilidades técnicas sobre cómo utilizar MARXAN para la identificación de área(s) de conservación , utilizando los algoritmos incorporados en el software.

Este curso tuvo una duración de tres días y participaron estudiantes de posgrado de diferentes Universidades y profesionales del sector público y privado (Tabla 38).

Tabla 38: Listado de postulantes al curso de verano "Introducción a Marxan"

Correlativo	Nombre	Institución	Tipo de institución	Estatus
1	Bernardita Julio	Pontificia Universidad Católica de Chile	Universidad	Declino
2	Raúl Briones	Bioforest	Privada	Participo
3	Patricio Ulloa	Sernapesca	Publica	Participo
4	Luis Figueroa	IFOP	Privada	Participo
5	Jimmy M. Pincheira	UdeC/ U. CatólicaTemuco	Universidad	Participo
6	Katherine Ramírez	UCSC	Universidad	Participo
7	Margarita Ruiz de Gamboa	UdeC	Universidad	Participo
8	Gustavo Aedo	UdeC	Universidad	Participo
9	Reinaldo Rivera	UdeC	Universidad	Participo
10	Carlos González	INPESCA	Privada	Participo
11	Roberto San Martin	INPESCA	Privada	Participo
12	Cristian Canales	ULagos	Universidad	Participo
13	Garen Guzmán	UdeC	Universidad	Participo
14	Erwin Barria	UdeC	Universidad	Participo
15	Daniela Lazo	UdeC	Universidad	Participo
16	Kateryn Pino	UdeC	Universidad	Participo
17	Constanza Torres	UCSC	Universidad	Participo
18	Natalia Oliva	UCSC	Universidad	No confirmo
19	José Villanueva	GeoMatica	Privada	Participo
20	Paulo Vallejos	UdeC	Universidad	Ausente
21	Hellen Montoya	UdeC	Universidad	No confirmo
22	Elias Andrade	U. CatólicaTemuco	Universidad	No confirmo

Los contenidos del curso fueron los siguientes: Conceptos clave en materia de planificación sistemática para la conservación, Creación de unidades de planificación, Generación de los archivos de entrada necesarios para MARXAN, Ajuste de los parámetros en MARXAN, Comprensión y utilización de los resultados de MARXAN, Utilización de "Zonae Cogito" para ejecutar MARXAN, Introducción a "MARXAN con Zonas", e Introducción a conceptos avanzados de MARXAN.

La metodología del curso incluyó lecciones y presentaciones de casos prácticos reales en el uso de MARXAN como herramienta para el diseño de áreas de protección marinas. Durante el curso, los participantes tuvieron la oportunidad de aprender a manejar el programa a través de ejercicios prácticos. Uno de los requisitos del curso fue tener conocimientos básicos de los Sistemas de Información Geográfica (o SIG) y el uso de Excel.

Finalmente dentro los resultados del curso fue proporcionar a los participantes los conocimientos básicos y las competencias necesarias para el uso de MARXAN como una herramienta transversal en el diseño de áreas de conservación biológica.

En las figuras 119 y 120 se aprecian las actividades en clases y los participantes del curso "Introducción a MARXAN" realizado en enero del 2017.



Figura 119: Curso "Introducción a MARXAN".
Realizado en el curso de verano de la Universidad de Concepción. Enero del 2017



Figura 120: Participantes al curso "Introducción a MARXAN".

7.5. Categorías generales de áreas marinas protegidas en Chile (AMPs)

En Chile las AMPs corresponden a áreas definidas geográficamente, que han sido designadas, reguladas y administradas a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación y resguardo de la biodiversidad marina y sus servicios.

Existen seis categorías de AMPs en la legislación chilena:

1. Parques Marinos, esencialmente acuáticas
2. Reservas Marinas, esencialmente acuáticas
3. Santuarios de la naturaleza, pueden contener porciones de tierra
4. Áreas Marinas y Costeras Protegidas de Múltiples Usos (AMCP-MU), pueden contener porciones de tierra
5. Ecosistemas Marinos Vulnerables
6. Espacios Costeros Marinos Pueblos Originarios (ECMPO)

Todas las AMPs en Chile son decretadas por el Ministerio de Medio Ambiente, pero en el caso de los Parques y Reservas Marinas, es la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura la encargada de proveer los antecedentes para su destinación, quedando la tuición en manos del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura.

Los **Parques Marinos** (submarinos) son áreas marinas específicas y delimitadas destinadas a preservar unidades ecológicas de interés para la ciencia y cautelar áreas que aseguren la mantención y diversidad de especies hidrobiológicas, como también aquellas asociadas a su hábitat. En ellos, no podrá efectuarse ningún tipo de actividad, salvo aquellas que se autoricen con propósitos de observación, investigación o estudio.

Las **Reservas Marinas** corresponden a **áreas de resguardo** de los recursos hidrobiológicos con el objeto de proteger zonas de reproducción, caladeros de pesca y áreas de repoblamiento por manejo. En ellas, sólo pueden efectuarse actividades extractivas por

períodos transitorios previa resolución fundada de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Ley 19.079, Artículo 1, N°15).

Los **Santuarios de la Naturaleza** corresponden a sitios terrestres o marinos que ofrezcan posibilidades especiales para estudios e investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas o de ecología, o que posean formaciones naturales, cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado.

La **Áreas Marinas y Costeras Protegidas de Múltiples Usos** son áreas delimitadas y puestas bajo protección ambiental integrada sobre la base de estudios e inventarios de sus recursos y una modalidad de conservación in situ de los ecosistemas y hábitats naturales, a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación.

Los **Ecosistemas Marinos Vulnerables** son unidades naturales conformadas por estructuras geológicas frágiles, poblaciones o comunidades de invertebrados de baja productividad biológica, que ante perturbaciones antrópicas son de lenta o escasa recuperación, tales como en montes submarinos, fuentes hidrotermales, formaciones coralinas de agua fría o cañones submarinos. Están protegidos por la Ley de Pesca y Acuicultura, la que prohíbe las actividades pesqueras extractivas con artes, aparejos y otros implementos de pesca, que afecten el fondo marino.

Los **Espacios Costeros Marinos Pueblos Originarios** son espacios marinos delimitados, cuya administración es entregada a comunidades indígenas o asociaciones de ellas que han ejercido el uso consuetudinario de dicho espacio constatado por CONADI. Se entiende por derecho consuetudinario aquellas prácticas o conductas realizadas por las comunidades de manera habitual y que forman parte de su cultura, tales como religiosas, económicas, recreativas, entre otras.

7.6. Listado de asistencia a talleres realizados

7.6.1. Taller Concepción

Taller FIPA N° 2016-34					
"Identificación de áreas de conservación o resguardo para los recursos sardina común y anchoveta en la zona centro-sur de Chile"					
07 de Junio 2017					
N°	Nombre	Institución	Correo	Teléfono	Firma
1.	ANIBAL LISSO G.	Reserva Costanera	Anibal.Lisso@gmail.com	976209826	
2.	ULIANO TRONCOSO B.	SENAPESCA	ultronoso@senapesca.cl	981995435	
3.	DANNY GUTIERREZ A	AG. Patrones Artesanales	Rieka2.DE@gmail.com	977076110	
4.	DIEGO JALENCIA J.	SENAPESCA	diegojalencia@senapesca.cl	979660653	
5.	CHRISTIAN SELLINIA S.	Senapesca	csellinia@senapesca.cl	977981700	
6.	ALONSO GOMEZ D	Udec.	alonsogomez@udec.cl	16.011.6110	
7.	OSCAR SANTIS B.	Udec.	osantibrando@udec.cl	990962458	
8.	DIEGO CAÑAS ROJAS	Udec.	diegocanas@udec.cl	+56 9 88982195	
9.	VICTORIA RUBIO DIAZ	SI PATRONES - TILNO	vicky.rubiodiaz@gmail.com	987697261	
10.	JUAN C. JARAIS	SI PATRONES - TILNO	JCJARAIMO@gmail.com	977718173	
11.	FABIAN TORRES C	AG. Patrones de Res.	fabian.torres_c@hotmail.com	981938799	
12.	JOSE MALDONADO S	SIST. Patrones Res.	MANEJOTM2@gmail.com	972167109	
13.	ALEX CRAMILLO B	SIST. Patrones Res.	alex.cramillo@senapesca.cl	995408870	
14.	RICHARDA MACAYA	SENAPESCA	richarda.macaya@senapesca.cl	983196422	
15.	RODRIGO YANFUT A	LANDES	Ryanofut@lanes.cl	961434398	

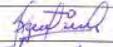
Taller FIPA N° 2016-34					
"Identificación de áreas de conservación o resguardo para los recursos sardina común y anchoveta en la zona centro-sur de Chile"					
07 de Junio 2017					
N°	Nombre	Institución	Correo	Teléfono	Firma
1.	Pascual Hernández	Reso. LANDES	phernandez@lanes.cl	948277316	
2.	CHRISTIAN B. CANALES AVILA	Ulopes inmar	ccanales@ulopes.cl	963405052	
3.	RUBEN GALLEGOS	UDEC	rgallego@udec.cl	982668835	
4.	REINALDO RIVERA	UDEC	REINALDORIVERA@UDEC.CL	976624811	
5.	PEDRO SALAZAR M.	AG. LO Pops Coruña	PEITSAMU@gmail.com	977373117	
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					
12.					
13.					
14.					
15.					

7.6.2. Taller Valdivia


 UNIVERSIDAD DE LOS LAGOS

Identificación de áreas de conservación o resguardo para los recursos Sardina común y Anchoveta
 en la zona centro-sur de Chile.
 Valdivia, 28 de junio del 2017

Listado de Asistencia

Nombre	Organización /Cargo	celular	e-mail	Firma
Sergio Quiroga	Sipa central	993597428		
Julio O. López O. F.	ACEPOMON	2252525	-J.Med.F.U.Guail, con	
Fernando Quiroz	SIPARIVAL	993387182	SIPARIVAL@GMAIL.COM	
Danielo Rojas	SUPESCO DPTO IX-XIV		daroja@supesco.cl	
Cristian Conales A.	ULagos	965408852	Cristian.conales@ulagos.cl	
Juan Santoro J.	FERRADEL.	985741561	JuanSantoro@ferradel.cl	
Fernando Martínez	SIPA Canal	64604388	Fernando.martinez@ulagos.cl	
Hector Muñoz Sarmiento	SIPA Canal	991698139	hmuoz@ulagos.cl	
Matthias Siquiera	Acad U L A G	991188236	matthias@ulagos.cl	
Felipe Alvarado	ACEPOMON	950729733	FelipeAlvarado@ulagos.cl	

7.6.3. Taller Puerto Montt



UNIVERSIDAD DE LOS LAGOS

Identificación de áreas de conservación o resguardo para los recursos Sardina común y Anchoveta
en la zona centro-sur de Chile.
Puerto Montt, 27 de junio del 2017

Listado de Asistencia

Nombre	Organización /Cargo	celular	e-mail	Firma
Oscar Santos Brante	UdeC	90962458	Oscar.SantosBrante@uml.cl	
Cristian Canales Aguirre	U Lagos	963603852	CristianCanales@ulagos.cl	

7.7.Listado de convocados para talleres.

N°	NOMBRE	INSTITUCION	CONVOCADOS
1	Francisco Cifuentes	CAMANCHACA S.A.	mail /fono
2	Eduardo Bohorodzaner	LANDES S.A.	mail /fono
3	Domingo Jimenez	ORIZON S.A. (Ex SPK y S JOSE)	mail /fono
4	Jan Stengel	BIO BIO S.A.-Camanchaca	mail /fono
5	Néstor Velasquez	BAHIA CORONEL S.A.	confirmado
6	Gerardo Blabontin	Blumar	mail /fono
7	Gerardo Blabontin	Blumar	confirmado
8	Laura Fuente Alba	FOODCORP S.A.	mail /fono
9	Simon Gundelach	Lota Protein S.A.	mail /fono
10	Elisa Ivon Fuentes Vidal	Asociación Gremial de Armadores Artesanales "ARMAR A.G." (RAG 384-8)	confirmado
11	Gerardo Rodriguez Ahumada		mail /fono
12	Juan Elizardo Vega Miranda		mail /fono
13	Luis Armando Carrasco Avila	Sindicato de Trabajadores Independientes de Pescadores Artesanales y Actividades Conexas Caleta de Pueblo Hundido, La Conchilla y El Morro - LOTA. (RSU 08.07.0061)	mail /fono
14	Jose Mario Arias Nuñez		mail /fono
15	Juan Carlos Carrasco Montes		mail /fono
16	Marco Bello Ferro	Sindicato de Trabajadores Independientes de Pescadores Artesanales Caleta Lo Rojas "SITRAINPAR". (RSU 08.07.0287)	mail /fono
17	Carlos Venegas Faundez		mail /fono
18	Manuel Saldias Flores		confirmado

19	Patricio Alberto Duran Iribarra	Sindicato de Trabajadores Independientes, Tripulantes y Armadores de Botes, Pescadores Artesanales, Algueros, Mariscadores y Actividades conexas de la caleta Tumbes de la comuna de Talcahuano. (RSU 08.05.0495)	mail /fono
20	Rene segundo Sanhueza Ramirez		confirmado
21	Cesar Espinoza Parada		mail /fono
22	Jose Eduardo Beltran Aquevedo	Asociación Gremial de Pescadores y Armadores Artesanales Pelágicos de la Región del Bío Bío, "PESCA MAR A.G."(RAG 450-8)	confirmado
23	Veronica Zambrano Contreras		mail /fono
24	Manuel Beltran Coliboro		confirmado
25	Ernesto Gutierrez Lizama	Sindicato de Trabajadores Independientes Armadores y Pescadores y Ramos Afines de la Pesca Artesanal de la Caleta Lo Rojas "SITRAL" (RSU 08.07.0322)	mail /fono
26	Juan San Martin Santibañez		mail /fono
27	Oscar Segundo Aguilera Cartes		confirmado
28	Marcial Iribarra Martinez	Sindicato de Trabajadores Independientes, Pescadores Artesanales, Armadores Artesanales y Actividades Conexas de la Caleta de Lota VIII Región "SIPAR GENTE DE MAR". (RSU 08.07.0326)	mail /fono
29	Mario Salgado Carrillo		mail /fono
30	Carlos vega Faundez		mail /fono
31	Juan Carlos Garrido Contreras	Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores Artesanales, Armadores y Actividades Conexas de la Caleta Coliumo. (RSU 08.06.0150)	mail /fono
32	Jose Macaya Cruces		confirmado
33	Ricardo Ananias Reyes Sanhueza		mail /fono
34	Cristian Salinas Robles	Asociación de Armadores, Pescadores Artesanales y Actividades Afines de la Octava Región, Asociación Gremial ARPESCA A.G. (RAG429-8)	mail /fono

35	Silvia Torres Robles		mail /fono
36	Boris Salinas Robles		mail /fono
37	Hector Labraña Becar	Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores Artesanales de Caleta Tumbes - Talcahuano (RSU 08.05.0057)	mail /fono
38	Julio Nova Fierro		mail /fono
39	Osvaldo Jenó Neira		mail /fono
40	Rosendo Arroyo Rebolledo	Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores, Armadores, Buzos acuicultores y ramos afines de la pesca artesanal "SIPEARBUCCOR" (RSU 08.07.0376)	mail /fono
41	Eduardo Arroyo Cifuentes		mail /fono
42	Deidamia Cifuentes Durán		mail /fono
43	Manuel Antonio Gallego	Sindicato de Trabajadores Independientes de Armadores y Pescadores Artesanales y Ramas afines (RSU 08.05.0512)	mail /fono
44	Alicia Mercedes Carrasco		mail /fono
45	Jose Luis Gallego Carrasco		mail /fono
46	Pedro Inostroza Sanz	Sindicato de Trabajadores Independientes, Pescadores Artesanales Pelágicos, Patrones y Tripulantes de Pesca Artesanal y Actividades Conexas de la Comuna de Talcahuano, "ASPAS" (RSU 08.05.0474)	mail /fono
47	Rolando Silva Durán		mail /fono
48	Sergio Inostroza Concha		mail /fono
49	Guillermo Feliciano Villar Irribarra	Sindicato de Trabajadores Independientes, Tripulantes Artesanales y Pescadores de Cerco Pescadores Artesanales de Coronel-Lota (RSU 08.07.0418)	mail /fono
50	Roberto Aquiles Cifuentes Gatica		mail /fono
51	Marco Antonio Inostroza Pérez		mail /fono

52	Manuel ernesto Nuñez Riquelme	Agrupación de Armadores y Pescadores Artesanales Pelágicos Puerto Sur Isla Santa María (Org. Comunitaria; Personalidad Jurídica N° 1728)	mail /fono
53	Carlos Roberto jerez Fernandez		mail /fono
54	Nestor eduardo Martinez		mail /fono
55	Luis Jesus Villablanca Rivas	Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores, Armadores y Ramos Afines de la Pesca Artesanal de Coronel, SIPARMAR CORONEL (RSU 08.07.0271)	mail /fono
56	Marco Ulises Romero Barrera		mail /fono
57	Francisco Eduardo Jara Guzman		mail /fono
58	Cesar Godoy Chamorro	Asociación Gremial de Productores Pelágicos, Armadores Artesanales de las Caletas de Talcahuano y San Vicente de la Región del Bio Bio "GEMAR A.G."(RAG 464-8)	mail /fono
59	Jose Chaparro Lagos		confirmado
60	Eliberto Sobarzo Gaete		mail /fono
61	Gabriela Monsalve Cisternas	Asociación Gremial de Pescadores y Armadores Artesanales Pelágicos Región Bío Bío "ALTAMAR A.G." (RAG 555-8)	confirmado
62	Paulina Muñoz Monsalve		mail /fono
63	Jorgue Muñoz Monsalve		confirmado
64	Yuri Reyes Cabrera	Sindicato de Pescadores Artesanales, Armadores Pelágicos y Actividades Conexas de la Caleta Vegas de Coliumo (RSU 08.06.0113)	confirmado
65	Ema Monica Vera Cabrera		mail /fono
66	Julio Reyes Garrido		mail /fono
67	Maria Torres Rivera	Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores, Armadores Artesanales, Buzos, Acuicultores y Ramos Afines de la Pesca Artesanal, Comuna de Talcahuano "SIPEARTAL" (RSU 08.05.0487)	mail /fono
68	Cecilia Del Carmen Alvear Neira		mail /fono

69	Maria Reyes Reyes		mail /fono
70	Camilo Samuel Riffo Moraga	Sindicato de Trabajadores Independientes de la Pesca Artesanal de la Peninsula de Hualpen. Registro Sindical Único 08.05.0502	mail /fono
71	Luis Wladimir Andrades Andrades		mail /fono
72	Hector Hugo Arancibia Zamorano		confirmado
73	Carlos Andres Silva Cea	Sindicato de Trabajadores Independientes de Pescadores Artesanales, Armadores Artesanales Pelágicos, Actividades Afines y Actividades Conexas de la Caleta de San Vicente de la Comuna de Talcahuano "SIPARMARCEA" (RSU 08.05.0430)	mail /fono
74	Jorge Segundo cea angulo		mail /fono
75	Eduardo Robinson Cea Angulo		mail /fono
76	Alvaro Javier Monares Benavides	Sindicato de Trabajadores Independientes, Pescadores Artesanales y Ramos Afines Sta Maria Comuna de Talcahuano, " SIPASMA" (RSU 08.05.0602)	mail /fono
77	Reinaldo Isaac Monares Saez		mail /fono
78	Pedro Zenon Monares Moya		mail /fono
79	Manuel Armando Reyes Neira	Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores Artesanales Históricos de Talcahuano, "SPARHITAL" (RSU 08.05.0382)	mail /fono
80	Domingo Michael Silva Monsalves		mail /fono
81	David Marcial Reyes Neira		mail /fono
82	Juan segundo bello Torres	Sindicato de Trabajadores Independientes Armadores Pescadores Artesanales, Algueros y Ramos Afines "MEDITERRANEO" (RSU 08.05.0605)	confirmado
83	Ricardo Nicolas Constanzo Bello		mail /fono
84	Georgette Mabel Constanzo bello		mail /fono
85	Franklin Alarcon Rozas	Asociación Gremial de Armadores Pescadores Artesanales "VALLEMAR LOTA A.G." (RAG 548-8)	mail /fono

86	Jeronimo Vallejos Ayala		mail /fono
87	Carlo Neira Vargas		mail /fono
88	Claudio Albistur Salas	Cooperativa de Pescadores y Armadores Artesanales de Lota "GEVIMAR". Registro de Cooperativa Rol 4465	mail /fono
89	Marlene Salas Martinez		mail /fono
90	Miguel Albistur Salas		mail /fono
91	Pedro Zenon Irigoyen Gonzalez	Sindicato de Trabajadores Independientes Armadores, Pescadores y Ramos Afines de la Pesca Artesanal de la Región del Bio-Bio, "SARPAR BIO-BIO" (RSU 08.05.0378)	confirmado
92	alejandra andrea saez Rios		mail /fono
93	alexis Antonio Salazar Zambrano		mail /fono
94	Victoria Rubio Diaz	Sindicato de Pescadores y Armadores Artesanales del Mar "SIPARMAR - Talcahuano". Registro Sindical Único 08.05.0399	confirmado
95	Juan Carlos Vargas rodrigues		mail /fono
96	Alvaro Hernandez Campos		mail /fono
97	Jean Pierre Lepes Robles	Sindicato Independiente de Armadores y Pescadores Artesanales Afines "SARPE". Registro Sindical Único 08.05.0398	confirmado
98	Alfonso Jesus Lepe		mail /fono
99	Luis Francisco Vidal Velasquez		mail /fono
100	Francisco Valentin Reyes Espinoza	Sindicato de Trabajadores Independientes Armadores Pescadores del Mar "SIARPEMAR". Registro Sindical Único 08.05.0459.	mail /fono
101	Mauricio Javier Muñoz Pizarro		mail /fono
102	Jacob Exequiel Muñoz Mendoza		mail /fono
103	Francisco Zapata Gutierrez	Sindicato de Pescadores Artesanales y Armadores Artesanales de la Octava Región "SPAADA SD". Registro Sindical Único 08.05.0339	mail /fono

104	Cesar Jorquera Monsalve		confirmado
105	Ovando Jorquera Monsalve		mail /fono
106	Hernan del Carmen Maldonado	Sindicato de Trabajadores Independientes Armadores y Pescadores Artesanales y Ramos Afines Caleta La Gloria comuna de Talcahuano "SAYPA", Registro Sindical Único 08.05.0603	mail /fono
107	Nicolas Rodrigo Beile Carrillo		mail /fono
108	Genaro Alberto Navarrete Cartes		mail /fono
109	Cesar Jorquera Monsalve	Asociación Gremial de Pescadores Artesanales de San Vicente – Talcahuano, Registro de Asociaciones Gremiales 18-8	mail /fono
110	Ovando Jorquera Monsalve		confirmado
111	Jorge cea angulo		mail /fono
112	Fred Manuel Gutierrez Andrade	Asociación Gremial de Armadores Artesanales y Productores Pelágicos de la Caleta el Morro de Talcahuano - AGEMAPAR, Registro de Asociaciones Gremiales 376-8	confirmado
113	Diocles Armando Muñoz Schmidlin		mail /fono
114	Rita Teresa Andrade Peña		mail /fono
115	Yerko Moreira Valderrama	Sindicato de Trabajadores Independientes, Ayudantes de Buzos, Pescadores Artesanales y Algueras y Actividades Conexas de las Caletas Tomé y Quichiuto, Registro Sindical Único 08.06.0043	confirmado
116	Julio Antonio Veas Sierra		mail /fono
117	Regino Alberto Rojas Binimelis		mail /fono
118	Bernardo del Carmen Olivares Araya	Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores Artesanales, Buzos, Mariscadores de Caleta Cantera. Registro Sindical Único 08.05.0210	mail /fono
119	marta Marioles San Martin		confirmado
120	Carlos Humberto Mendoza Marchan		mail /fono

121	Luis Fernandez Cancino	Agrupación de Armadores y Pescadores Pelágicos de Caleta Tubul, Registro de Organización Comunitaria Funcional 478-2007	mail /fono
122	Teodoro Leal Briones		mail /fono
123	Sergio Ulloa Briones		mail /fono
124	Omar Mendez Andrades	Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores de la Caleta Cocholgue, Registro Sindical Único 08.06.0023	mail /fono
125	Irenio Sanhueza Cuevas		mail /fono
126	Ruben Sanhueza Moscoso		mail /fono
127	Sixto Iribarra Sierra	Asociación Gremial de Pescadores Artesanales, Armadores Artesanales Pelágicos y actividades Afines de la Caleta de LOTA VIII Región A.G. "SIERRA AZUL A.G.". Registro de Asociaciones Gremiales 576-8	mail /fono
128	priscila Iribarra Martinez		mail /fono
129	Jimena Iribarra martinez		mail /fono
130	Claudio Villaroel	Asociación Gremial de Pescadores Artesanales de Coronel, Registro de Asociaciones Gremiales 5-8	confirmado
131	Pedro Salazar Muñoz		mail /fono
132	Omar Bustos Veloso		mail /fono
133	Hector Ruben Silva Hernandez	Sindicato de Trabajadores Independientes de la Pesca Artesanal, Armadores Artesanales Pelágicos, Pescadores Artesanales propiamente tales y actividades Conexas de Caleta San Vicente "Sindicato Tsunami", Registro Sindical Único 08.05.0428	mail /fono
134	Jhomy Yildo Silva Hernandez		mail /fono
135	Bladimir Exequiel Silva Hernandez		mail /fono
136	Ramon Antonio Chaparro carrillo	Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores Artesanales, Lancheros, Acuicultores y Actividades Conexas de Caleta Lota Bajo "SIPESCA", Registro Sindical Único 08.07.0106	mail /fono

137	Daniel del Carmen Zapata Solar		mail /fono
138	Luis Ernesto Carvallo Carvallo		mail /fono
139	Alvaro Emilio Reyes Montaldo	Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores de la Caleta Coliumo, Registro Sindical Único 08.06.0027	mail /fono
140	Victor Eduardo Torres Colla		mail /fono
141	Cristian Andres Paredes Poblete		mail /fono
142	Mónica Paulina del Canto Shanel	Asociación Gremial de Pequeños Armadores, Pescadores y Tripulantes - ITALMAR A.G., Registro de Asociaciones Gremiales 392-8	mail /fono
143	Eliza Sanhueza Suazo		mail /fono
144	Guillermo del Canto Contardo		mail /fono
145	Paula Estefanie Nova Fierro	Sindicato de Trabajadores Independientes de la Pesca Artesanal, Armadores Artesanales Pelágicos Actividades Afines y Actividades Conexas de la Comuna de Talcahuano, "MAR AZUL". Registro Sindical Único 08.05.0434	mail /fono
146	Juan eduardo Nova Rojas		mail /fono
147	Alejandro del Carmen Nova Rojas		mail /fono
148	Manuel Antonio Bustos Rodriguez	Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores Artesanales, Armadores, Patrones y Tripulantes de Pesca Artesanal y Actividades Conexas de la Caleta Cocholgue de la Comuna de Tomé VIII Región, Registro Sindical Único 08.06.0106	mail /fono
149	Edgardo Heriberto Vega Macias		mail /fono
150	Antonio Humberto Bastias Macaya		mail /fono
151	Alexis Armando Beile Uribe	Sindicato de Trabajadores Independientes, Pescadores Artesanales, Armadores Artesanales, "Rio Maipo" de la Caleta de San Vicente de la Comuna de Talcahuano; Registro Sindical Único 08.05.0488	mail /fono
152	Hector Alejandro Orellana Sanhueza		mail /fono

153	Ernesto Jose Ramirez Suazo		mail /fono
154	Paula Reyes Muñoz	Asociación Gremial de Armadores Embarcaciones Menores "AG MENOR COLIUMO". Registro de Asociaciones Gremiales 507-8	mail /fono
155	Sara Garrido Cortes		confirmado
156	Oscar Gutierrez Gomez		mail /fono
157	Hector Ruben Sanhueza Maureira	Sindicato de Trabajadores Independientes de Pescadores Artesanales Merluceros y Afines de Caleta Lo Rojas, Registro Sindical Único 08.07.0227	mail /fono
158	Osnoldo Meftali Sanhueza Maureira		mail /fono
159	Victor Paredes Muñoz		mail /fono
160	Adelmo Hernan Muñoz Gonzalez	Asociación Gremial Armadores Artesanales Pelágico Coronel-Lota del Bío Bío, ARPES BIO BIO A.G., Registro de Asociaciones Gremiales 445-8	mail /fono
161	Victoria Margarita Vallespir Muñoz		mail /fono
162	Angelica del Carmen Muñoz González		mail /fono
163	Raul Octavio Monsalves Cisterna	Asociación Gremial de Armadores, Pescadores Artesanales y Actividades Afines de Lota, Octava región, Registro de Asociaciones Gremiales 577-8	confirmado
164	Flor Maria Muñoz Conejeros		mail /fono
165	Claudio Vallespir Araya		mail /fono
166	Victor Hugo Carvalho Pereira	Asociación Gremial de Pescadores Artesanales de Lota - A.G. APESCA Lota, Registro de Asociaciones Gremiales 428-8	mail /fono
167	Javiera Constanza Gomez Mercado		mail /fono
168	Guillermo David Torres Vega		mail /fono
169	Edita del Rosario Leiva Alvarez	Sindicato Independiente de Pequeños Armadores Artesanales de Cerco y otras actividades Afines de Coronel y Lota, Registro Sindical Único 08.07.0373	confirmado
170	Yohana Cecilia Gutierrez Soto		mail /fono

171	Susana Beatriz Gutierrez Espinoza		mail /fono
172	Rigoberto Antonio Duran Riveros	Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores Artesanales, Buzos Mariscadores, Armadores Artesanales y Actividades Conexas de Coronel y del Golfo de Arauco VIII Region "SIPARBUMAR CORONEL". Registro Sindical Único 08.07.0183	mail /fono
173	Abraham Segundo Briones Sepulveda		mail /fono
174	Ramon Humberto Bello Contreras		mail /fono
175	Ramon Bello Maldonado	Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores y Armadores artesanales de embarcaciones menores de la Caleta de Tumbes "SIPEAREM" Comuna Talcahuano, Registro Sindical Único 08.05.0569	mail /fono
176	Victor German Teca Delgado		mail /fono
177	Luis Alejandro Nova Cordero		mail /fono
178	Miguel Silva Muñoz	Agrupación de Armadores Golfo de Arauco, Personalidad Jurídica N° 621	mail /fono
179	Carlos Mansilla Jerez		mail /fono
180	Jose luis Osses Vargas		mail /fono
181	Hector Saez Riffó	Asociación Gremial Productores Pelágicos, Armadores Artesanales de la Comuna de Coronel, VIII Región, ARPESCA A.G., Registro de Asociaciones Gremiales 447-8	mail /fono
182	Adriana Poblete Aravena		mail /fono
183	Carlos Saez alarcon		mail /fono
184	Augusto Fernandez Pache	Agrupación Gremial de Productores Pelágicos, Armadores Artesanales de Talcahuano, Región del Bío Bío "AGREPAR BIO BIO A.G". Registro de Asociaciones Gremiales N° 468-8	mail /fono
185	Adrian Fernandez Torres		mail /fono
186	Mauricio Fernandez Torres		mail /fono

187	Rita Marcela Novoa Oliveira	Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores, Armadores y Ramos Afines "SIPEAYRAS" de Lota. Registro Sindical Único 08.07.0296	confirmado
188	Miguel Angel Villgran Palma		mail /fono
189	Cristian Vallejos Salas		mail /fono
190	Nolberto Del Carmen Lopez Robles	Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores Armadores y Ramos Afines de la Pesca Artesanal, APAT, Registro Sindical Único 08.05.0380	mail /fono
191	Silvia Soledad Perez Espinoza		mail /fono
192	Blanca Estrella Bello torres		mail /fono
193	Francisco Javier Castillo Inzunza	Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores Artesanales Península de Tumbes, Registro Sindical Único 08.05.0391	mail /fono
194	Jorge Salvador Hernandez Carreño		mail /fono
195	Carlos Enrique San Martin Lepe		mail /fono
196	Marcos Garces Sandoval	Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores, Armadores y Buzos Mariscadores y Actividades conexas de Talcahuano "SIPARBUM". Registro Sindical Único 08.05.0424	mail /fono
197	Miguel Angel Contreras Saavedra		mail /fono
198	Maricel del Carmen Contreras Saavedra		mail /fono
199	Mauricio Alberto Ulloa Ortiz	Sindicato de Trabajadores Independientes Armadores y Pescadores Artesanales, Buzos Mariscadores, Algueros acuicultores y Actividades conexas de la Región del Bio Bio "BIOBIO PESCA". Registro Sindical Único 08.05.0555	mail /fono
200	Luis Francisco Lopez Reyes		mail /fono
201	Eloisa Anyela Reyes Espinoza		mail /fono

202	Paola Poblete Novoa	Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores y Armadores y Ramos Afines de la Pesca Artesanal, SIPARMA - LOTA, Registro Sindical Único 08.07.0306	mail /fono
203	Ximena Neira Saez		mail /fono
204	Luis Poblete Salas		mail /fono
205	Marcelo Antonio Segura Diaz	Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores, Armadores y Ramos Afines de la Pesca Artesanal de Coronel "SIPESMAFESA". Registro Sindical Único 08.07.0332	mail /fono
206	Elia del Carmen Alarcon Monsalve		mail /fono
207	Lucas Humbreto Alarcon Monsalve		mail /fono
208	Carlos Eugenio Olave Garrido	Sindicato de Trabajadores Independientes de Pescadores Artesanales Lo Rojas y Caletas Anexas del Golfo de Arauco. Registro Sindical Único 08.07.0307	mail /fono
209	Monica del Carmen Riffó Cardenas		mail /fono
210	Moises Yardi Araneda Riquelme		mail /fono
211	Juan Andres Poblete Muñoz	Sindicato de Trabajadores Independientes "Brisas del Mar". Registro Sindical Único 08.04.0115	mail /fono
212	Luis Alejandro Sanchez Salgado		mail /fono
213	Luis Poblete Delis		mail /fono
214	Cristian Daniel Rosales Martinez	Asociación Gremial de Pescadores Artesanales de caleta INFIERNILLO, Registro de Asociaciones Gremiales 98-8	mail /fono
215	Jorge Martinez Bustos		mail /fono
216	Roberto Torres Fritz		mail /fono
217	Nelso Neira	SERNAPESCA	mail /fono
218	Lilian troncoso	SERNAPESCA	confirmado
219	Claudio Leiva Cofré	SERNAPESCA	mail /fono

220	Claudio Sahueza Vas	SERNAPESCA	mail /fono
221	Herman Muñoz Oyarzun	SUBPESCA	mail /fono
222	Nuria Gonzalez	SUBPESCA	confirmado
223	Milton Pedraza	SUBPESCA	confirmado
224	Pedro Marín Chacón	ART_V A VII	confirmado
225	Paola Angélica Poblete Novoa	ART_VIII	mail /fono
226	Ximena Neira Sáez		mail /fono
227	Juan Carlos Garrido Contreras	ART_VIII	confirmado
228	Sara Ester Garrido Cortez		confirmado
229	Rosendo Arroyo Rebolledo	ART_VIII	mail /fono
230	Marta Eladia Espinoza Ruiz		confirmado
231	Victoria Andrea Rubio Díaz	ART_VIII	confirmado
232	Juan Carlos Vargas Rodríguez		mail /fono
233	Fernando Jose Quiroz Morales	ART_IX -XIV	mail /fono
234	Juan René Santana Zúñiga		mail /fono
235	Iván Vásquez Gomez	ART_X	confirmado
236	Juan Sanhueza Chaura		mail /fono
237	Claudio Salazar Zencovich	IND_VIII	mail /fono
238	Juan Gonzalez Vergara		mail /fono
239	Gonzalo Fernández García	IND_VIII	mail /fono
240	Andrés Fosk Belan		mail /fono
241	Gerardo Balbontín	IND_XIV	mail /fono
242	Néstor Velásquez Sánchez		confirmado
243	Enrique Cisternas Ortega	PLANTAS PROCESO	mail /fono
244	Eric Riffó Paz		confirmado

245	Jorge Toro Da'Ponte	SERNAPESCA	mail /fono
246	Fernando Naranjo Gatica		mail /fono
247	María Angela Barbieri	SUBPESCA	mail /fono
248	Alejandro Gertosio Ramírez		mail /fono

Nº	NOMBRE	INSTITUCION	CONVOCADOS
1	Pedro Marín Chacón	ART_V A VII	confirmado
2	Paola Angélica Poblete Novoa	ART_VIII	mail /fono
3	Ximena Neira Sáez		mail /fono
4	Juan Carlos Garrido Contreras	ART_VIII	mail /fono
5	Sara Ester Garrido Cortez		confirmado
6	Rosendo Arroyo Rebolledo	ART_VIII	mail /fono
7	Marta Eladia Espinoza Ruiz		confirmado
8	Victoria Andrea Rubio Díaz	ART_VIII	confirmado
9	Juan Carlos Vargas Rodríguez		mail /fono
10	Fernando Jose Quiroz Morales	ART_IX -XIV	mail /fono
11	Juan René Santana Zúñiga		mail /fono
12	Iván Vásquez Gomez	ART_X	confirmado
13	Juan Sanhueza Chaura		mail /fono
14	Claudio Salazar Zencovich	IND_VIII	mail /fono
15	Juan Gonzalez Vergara		mail /fono
16	Gonzalo Fernández García	IND_VIII	mail /fono
17	Andrés Fosk Belan		mail /fono
18	Gerardo Balbontín	IND_XIV	mail /fono
19	Néstor Velásquez Sánchez		confirmado
20	Enrique Cisternas Ortega	PLANTAS PROCESO	mail /fono
21	Eric Riffo Paz		confirmado
22	Jorge Toro Da'Ponte	SERNAPESCA	mail /fono
23	Fernando Naranjo Gatica		mail /fono

24	María Angela Barbieri	SUBPESCA	mail /fono
25	Alejandro Gertosio Ramirez		mail /fono
26	Fiordo Austral S.A.		mail /fono
27	Fiordo Austral S.A.		mail /fono
28	La pesquera La portada		mail /fono
29	Asociacion armadores artesanales		mail /fono
30	Juan Guillermo Sanhueza Chaura		mail /fono
31	Marco Godoy		mail /fono
32	Rita Soledad Gonzalez Gonzalez		mail /fono
33	juan ramon silva agular		mail /fono
34	Asogfer Ag		mail /fono
35	Francisco A. Aravena Barrientos		mail /fono
36	ivan vasquez		mail /fono
37	Segundo Herrera		mail /fono
38	Juan Gutierrez P	SUBPESCA	mail /fono
39	Eduardo Aguilera	SERNAPESCA	mail /fono
40	Pablo Ortiz Lima	SERNAPESCA	mail /fono
41	Sofía Milad	SERNAPESCA	mail /fono
42	Cesar Pulquillanca		confirmado
43	Manuel Garrido		mail /fono
44	Nolberto Bektran		mail /fono
45	ZyL Adrian Igor		mail /fono
46	Sergio veliz		mail /fono
47	Carlos Soto Canobra		mail /fono
48	Bernardo Pardo		mail /fono

49	Manuel Masquiarán Stuardo		mail /fono
50	Mauricio Steffen Villanueva		mail /fono
51	Darwin Muñoz Vera		mail /fono
52	Carolina Pailahueque Ramírez		mail /fono
53	Guido González Andrade		mail /fono
54	Bernardo Ceballos Mancilla	ARPAVAL	mail /fono
55	Narciso Fierro San Martín	ARPAVAL	mail /fono
56	Julio Malhue Rojas	SIPACERVAL	mail /fono
57	Soc. Isla Mancera	SIPACERVAL	mail /fono
58	Soc. Agua del Obispo	SIPACERVAL	mail /fono
59	Maria Fierro San Martín	ACERVAL	mail /fono
60	Soc. Mehuin Rey	ACERVAL	mail /fono
61	Cristian Silva	ACERVAL	mail /fono
62	Soc. Pesq. El Roble		mail /fono
63	centro pesq. Isla del Rey		mail /fono
64	Marcos Silva Duran		mail /fono
65	Joaquin Silva Duran		confirmado
66	Gonzalo Galdamez		mail /fono
67	Julio Saez		confirmado
68	Ruben Faundez		mail /fono
69	Susan Monsalve		confirmado
70	Fabian Monsalve		mail /fono
71	Rolando Rivera		mail /fono
72	Gustavo Pradel		mail /fono
73	Julio Ibarra		mail /fono

74	Fernando Martinez		mail /fono
75	Julio Alvear		mail /fono
76	Manuel Ricardo Torres		mail /fono
77	Juan Duran Torres		mail /fono
78	Osvaldo Pacheco		confirmado
79	Gino Bavestrello		mail /fono

N°	NOMBRE	INSTITUCION	CONVOCADOS
1	Fernando Quiroz	SIPACERVAL	fono/mail
2	Gonzalo Galdámez		fono/mail
3	Susan Monsalve		fono/mail
4	Osvaldo Pacheco		fono/mail
5	Fernando Pacheco		fono/mail
6	Julio Ibarra	ACER A.G.	fono/mail
7	Mario Olmos Reinoso	APEVAL A.G.	fono/mail
8	Cristian Silva Lorca	ACERVAL A.G.	fono/mail
9	Julio Alveal		fono/mail
10	Marcos Silva		fono/mail
11	Jimmy Becerra		fono/mail
12	Carlos Toro		fono/mail
13	Julio Sog Muñóz		fono/mail
14	Manuel Machuca		fono/mail
15	Maria Fierro San Martin		fono/mail
16	Gustavo Yañez	TRES ESPINOS	fono/mail
17	Gino Bavestrello H.	ARPAVAL	fono/mail
18	Bernardo Ceballos		fono/mail
19	Verónica Andrade V.	ARMAPES A.G	fono/mail
20	Narciso Fierro S.		fono/mail
21	Sergio Agüero P.	S.T.I PESCADORES ARTESANALES BUZOS Y ACTIVIDADES SIMILARES DEL BALNEARIO NIEBLA ,CALETA EL PIOJO	fono/mail

22	Marco Ide Mayorga (Presidente FIPASUR)	S.T.I. CALETA LOS MOLINOS	fono/mail
23	Jose Zuñiga Esparza (Presidente)		fono/mail
24	Carlos Salazar Acuña	S.T.I. N° 1 DE BUZOS Y PESCADORES DE MEHUÍN	fono/mail
25	Sergio Díaz Bastias	STI N°2 DE MEHUÍN	fono/mail
26	Roberto Quinan P.	S.T.I. BONIFACIO	fono/mail
27	Noé Salinas Flandes (Presidente)		fono/mail
28	Leandro Espinoza M	S.T.I AMARGOS	fono/mail
29	Ruben Barrera Lavín		fono/mail
30	Miguel Bahamondez	S.T.I. CORRAL	fono/mail
31	Alfonso Carmona R .		fono/mail
32	Jaime Alvarez	ACERMAR A.G	fono/mail
33	Javier Oñate	STI GENTE DE MAR	fono/mail
34	Gustavo Yáñez	STI TRES ESPINOS	fono/mail
35	71372916	MARCOS ARRATIA	fono/mail
36			fono/mail
37		ARMADORES IX	fono/mail
38	MANUEL GARRIDO	S.T.I ARMADORES, PESC. PELÁGICOS ARTESANALES	fono/mail
39		Y ACTIVIDADES CONEXAS DE LAS CALETAS	fono/mail
40		QUEULE-TOLTÉN REGIÓN DE LA ARAUCANÍA	fono/mail
41		(CALETA QUEULE)	fono/mail
42	Aurelio MILLAHUAL	STI DE PESCADORES ARTESANALES	fono/mail
43		Y BUZOS MARISCADORES LOS PINOS	fono/mail
44		(CALETA QUEULE)	fono/mail
45	Ronny Patricio Olivares	STI DE PESCADORES Y BUZOS	fono/mail
46	Victor Sepulveda Sepulveda	ARTESANALES DE QUEULE (CALETA QUEULE)	fono/mail

47	NOLBERTO ISAAC BELTRAN	S.T.I DE ARMADORES CERQUEROS PELÁGICOS.	fono/mail
48	CESAR PulquiLLANCA MILLAHUAL	(CALETA QUEULE) SARPEC	fono/mail
49			fono/mail
50	Reinier Teppa Zyl		fono/mail
51	JAVIER REYES BECERRA	AS. GREMIAL DE ARMADORES DE QUEULE	fono/mail
52	Hernan Machuca	SIARPESCA	fono/mail
53	Ruben Mella		fono/mail
54	Cristian Figueroa	LINARES	fono/mail
55	Luis Castro		fono/mail
56	Jonathan Luis Martínez		fono/mail
57	José Jaramillo		fono/mail
58	Moises Beltran		fono/mail
59			fono/mail
60		TRIPULANTES XIV	fono/mail
61	Juan Santana Zúñiga	STI TRIPULANTES CERQUEROS ARTESANALES DE NIEBLA	fono/mail
62	Sergio Vera Presidente	STI TRIPULANTES CERQUEROS, PESCADORES Y RAMOS SIMILARES DE NIEBLA	fono/mail
63	Pedro Marín Chacón	ART_V A VII	fono/mail
64	Paola Angélica Poblete Novoa	ART_VIII	fono/mail
65	Ximena Neira Sáez		fono/mail
66	Juan Carlos Garrido Contreras	ART_VIII	fono/mail
67	Sara Ester Garrido Cortez		fono/mail
68	Rosendo Arroyo Rebolledo	ART_VIII	fono/mail
69	Marta Eladia Espinoza Ruiz		fono/mail
70	Victoria Andrea Rubio Díaz	ART_VIII	fono/mail
71	Juan Carlos Vargas Rodríguez		fono/mail

72	Fernando Jose Quiroz Morales	ART_IX -XIV	fono/mail
73	Juan René Santana Zúñiga		fono/mail
74	Iván Vásquez Gomez	ART_X	fono/mail
75	Juan Sanhueza Chaura		fono/mail
76	Claudio Salazar Zencovich	IND_VIII	fono/mail
77	Juan Gonzalez Vergara		fono/mail
78	Gonzalo Fernández García	IND_VIII	fono/mail
79	Andrés Fosk Belan		fono/mail
80	Gerardo Balbontín	IND_XIV	fono/mail
81	Néstor Velásquez Sánchez		fono/mail
82	Enrique Cisternas Ortega	PLANTAS PROCESO	fono/mail
83	Eric Riffo Paz		fono/mail
84	Jorge Toro Da´Ponte	SERNAPESCA	fono/mail
85	Fernando Naranjo Gatica		fono/mail
86	María Angela Barbieri	SUBPESCA	fono/mail
87	Alejandro Gertosio Ramírez		fono/mail

N°	NOMBRE	INSTITUCION	CONVOCADOS
1	Pedro Marín Chacón	ART_V a VII	fono/mail
2	Paola Angélica Poblete Novoa	ART_VIII	fono/mail
3	Ximena Neira Sáez		fono/mail
4	Juan Carlos Garrido Contreras	ART_VIII	fono/mail
5	Sara Ester Garrido Cortez		fono/mail
6	Rosendo Arroyo Rebolledo	ART_VIII	fono/mail
7	Marta Eladia Espinoza Ruiz		fono/mail
8	Victoria Andrea Rubio Díaz	ART_VIII	fono/mail
9	Juan Carlos Vargas Rodríguez		fono/mail
10	Fernando José Quiroz Morales	ART_IX -XIV	fono/mail
11	Juan René Santana Zúñiga		fono/mail
12	Iván Vásquez Gómez	ART_X	fono/mail
13	Juan Sanhueza Chaura		fono/mail
14	Claudio Salazar Zencovich	IND_VIII	fono/mail
15	Juan González Vergara		fono/mail
16	Gonzalo Fernández García	IND_VIII	fono/mail
17	Andrés Fosk Belan		fono/mail
18	Gerardo Balbontín	IND_XIV	fono/mail
19	Néstor Velásquez Sánchez		fono/mail
20	Enrique Cisternas Ortega	PLANTAS PROCESO	fono/mail
21	Eric Riffo Paz		fono/mail
22	Jorge Toro Da'Ponte	SERNAPESCA	fono/mail

23	Fernando Naranjo Gatica		fono/mail
24	María Angela Barbieri	SUBPESCA	fono/mail
25	Alejandro Gertosio Ramírez		fono/mail
26	Ricardo Enrique Montero Duran		fono/mail
27	David Leonardo Zapata Alarcón		fono/mail
28	Ciro Alfonso Montero Rubio		fono/mail
29	José Miguel Verdugo Collarte		fono/mail
30	Henríquez Gamboa Nelson Isai		fono/mail
31	Bianchi Norambuena Marcelo Claudio		fono/mail
32	Bianchi Norambuena Jaime Duilio		fono/mail
33	Gonzalez Cisternas Luis Hernan		fono/mail
34	Ceballos Rojas Luis Alejandro		fono/mail
35	Comunidad Lopez Araya		fono/mail
36	Bobadilla Padilla Froilan Enrique		fono/mail
37	Andrade Lopez Mario Angel		fono/mail
38	Letelier Valenzuela Raul Domingo		fono/mail
39	Jara Zambrano Marcial De La Rosa		fono/mail
40	Torres Miranda Juan Carlos		fono/mail
41	Fuentes Veas Rogelio Enrique		fono/mail
42	Flores Rojas Humberto Antonio		fono/mail
43	Alarcón Silva Eduardo Eudulio		fono/mail
44	Vera Silva Julio Ricardo		fono/mail
45	Quezada Parada Maximiliano Augusto		fono/mail
46	Morozin Bajcic Mario Otto		fono/mail
47	Bermudez Valderrama Héctor Romualdo		fono/mail

48	Guerra Negrete Carlos Armando		fono/mail
49	Bermudez Valderrama Atilio Domingo		fono/mail
50	Rubio Erices Waldo Enrique		fono/mail
51	Ortiz Vargas Aladin De La Cruz		fono/mail
52	Navarro Moraga Misael Salvador		fono/mail
53	Navarro Moraga Misael Salvador		fono/mail
54	Villacura Ramírez Santiago		fono/mail
55	Vera Cerda Julio Ricardo		fono/mail
56	Santibáñez Acevedo Andrés Eduardo		fono/mail
57	Ayala Romero Mahomet Fuadt		fono/mail
58	Pesquera Frapoli Limitada		fono/mail
59	Pesquera Frapoli Limitada		fono/mail
60	Jaque Valdivia Jaime Antonio		fono/mail
61	Santibáñez Acevedo Francisco Alejandro		fono/mail
62	Riquelme Jara Julio Armando		fono/mail
63	Vega Velázquez Patricio De Los Ángeles		fono/mail
64	Acevedo Cornejo José Exequiel		fono/mail
65	Cerda Paredes José Luis		fono/mail
66	González Carrasco Juan Ismael		fono/mail
67	Álvarez Armijo Patricio Ignacio		fono/mail
68	Alvear Gil Manuel Jesús		fono/mail
69	Cerda Retamales Pablo		fono/mail
70	Araya Becar Flavia Elena		fono/mail
71	Fuentes Villacura Waldo Esteban		fono/mail
72	Marín Chacón Pedro Florindo		confirmado

73	Valdés Narváez Víctor Patricio		fono/mail
74	Parra Recabal Domingo Patricio		fono/mail
75	Martínez Abarca Amanda Elisa		fono/mail
76	Plaza Alfaro Danilo Eugenio		fono/mail
77	Ríos Cáceres Luis Gerardo		fono/mail
78	Quezada Bernal Tomas Hugo		fono/mail
79	González Guarachi Eugenio Rene		fono/mail
80	Frías Jiménez Edelberto		fono/mail
81	Leal Meza Fernando Godofredo		confirmado
82	Muñoz Flores Erasmo Antonio		fono/mail
83	Guerra Chacón Omar Alfredo		fono/mail
84	Parra Recabal Domingo Patricio		fono/mail
85	Bram Vera Patricio Alberto		fono/mail
86	Ramírez Toro Fidel Hugo		fono/mail
87	López Araya Juan Ernesto		confirmado
88	Valdés Garrido Guillermina Del Carmen		fono/mail
89	Nordio Pizarro Favio Andrés		fono/mail
90	Leal Placencia Osvaldo Moisés		fono/mail
91	Ramírez Toro Fidel Hugo		fono/mail
92	Comunidad Muñoz Torres		fono/mail
93	Bernal Martínez Jaime Alfonso		fono/mail
94	Muñoz Flores Erasmo Antonio		fono/mail
95	Roldan Núñez Enrique Desiderio		fono/mail
96	Flores Fuentes Claudio Andrés		fono/mail
97	Vera Silva Ramon Segundo		fono/mail

98	Vega Velázquez Patricio De Los Ángeles		confirmado
99	Frías Jiménez Fernando		fono/mail
100	García Carrasco Alicia		fono/mail
101	Veliz Figueroa Carlos Osvaldo		fono/mail
102		Sindicato de Trabajadores Independientes de Buzos, Pescadores y Acuicultores Rancura de Duao	fono/mail
103		Sindicato de Trabajadores Independientes de Tripulantes, Pescadores y Acuicultores - Caleta de Duao	fono/mail
104		Sindicato de Trabajadores Independientes de Buzos, Pescadores Artesanales y Acuicultores Mataquito de La Pesca	fono/mail
105		Sindicato de Trabajadores Independientes de Pescadores y sus derivados La Pesca	fono/mail
106		Sindicato de Trabajadores Independientes de Buzos Mariscadores, Pescadores y Ramos Afines de La Trinchera	fono/mail
107		Organización funcional de Pescadores, Mariscadores y Buzos Artesanales de La Trinchera y Putú	fono/mail
108		Sindicato de Trabajadores Independientes de Pescadores Artesanales y Ramas Similares del Río Maule	fono/mail
109		Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores y Asociados Aguas Limpias	fono/mail
110		Sindicato de Trabajadores Independientes de Pescadores Artesanales y Auxiliares del Rubro Pesquero de Constitución	fono/mail

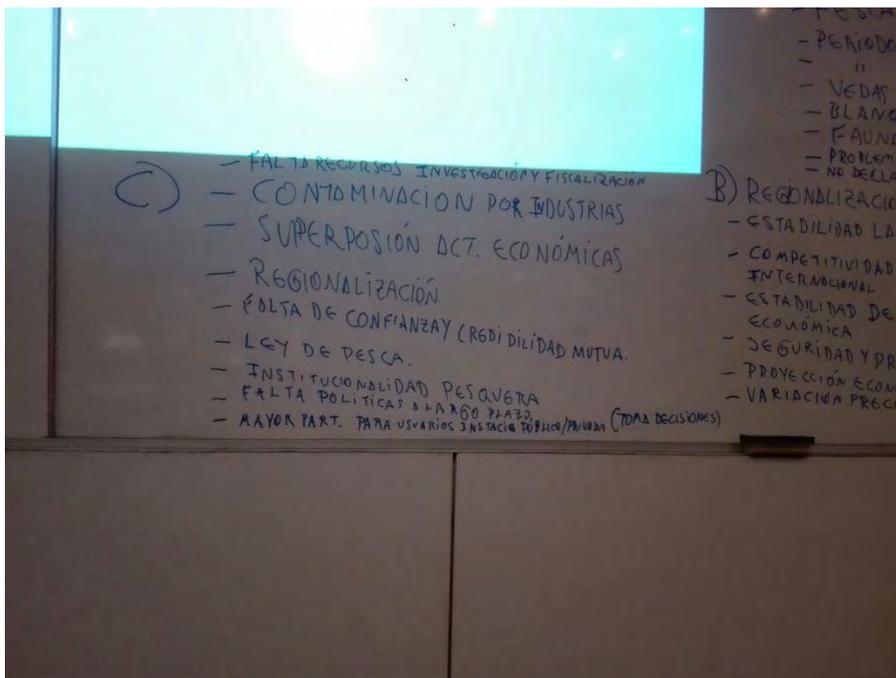
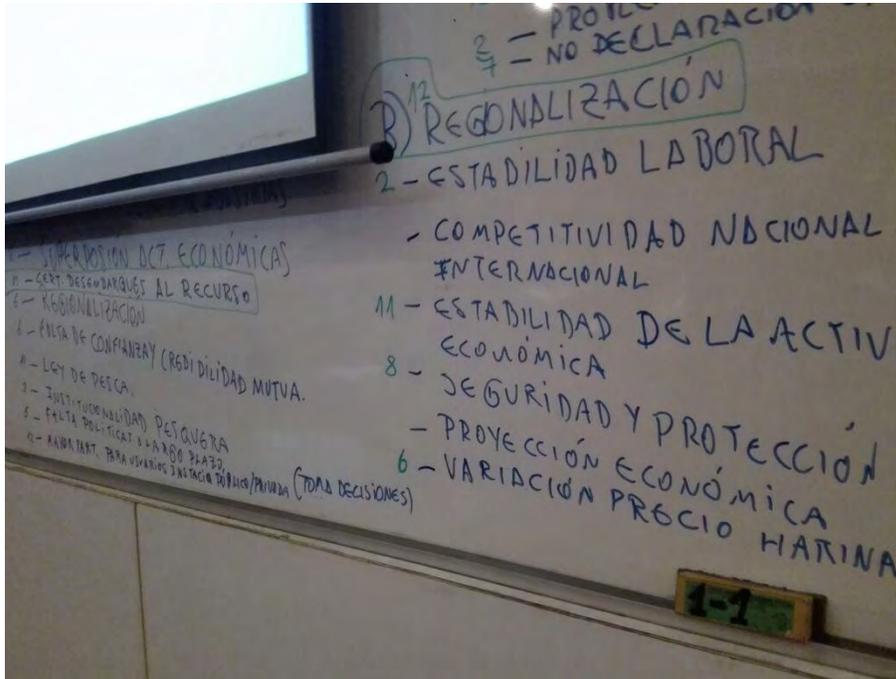
111		Sindicato de Trabajadores Independientes de Pescadores Artesanales Maguillines II	fono/mail
112		Sindicato de Trabajadores Independientes Riveras del Maule	fono/mail
113		Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores y Labores Conexas Nueva Generación	fono/mail
114		Sindicato de Pescadores Pelágicos del Maule	fono/mail
115		Sindicato de Trabajadores Independientes de Pescadores Artesanales, Buzos y Mariscadores del Puerto de Maguillines	fono/mail
116		Sindicato de Trabajadores Independientes Tripulantes Pesca Artesanal Piedra de la Iglesia	fono/mail
117		Sindicato de Trabajadores Independientes de Pescadores Artesanales, Buzos, Mariscadores y Algueros de Pellines	fono/mail
118		Agrupación de Pescadores Artesanales sector BAHIA ATENAS	fono/mail
119		Sindicato de Trabajadores Independientes Juventud Pescadores, Buzos y Orilleros de la caleta Pellines	fono/mail
120		Sindicato de Trabajadores Independientes Putú La Trinchera	fono/mail
121		Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores y Mariscadores Artesanales de Putú	fono/mail
122		Sindicato de Trabajadores Independientes de Pescadores Artesanales, Recolectores de Orilla, Buzos y Algueros N°2 de Putú	fono/mail

123		Sindicato de Trabajadores Independientes, Mariscadores, Buzos y Algueros de Constitución El Arenal	fono/mail
124		Sindicato de Trabajadores Independientes y Mariscadores de Orilla de Constitución	fono/mail
125		Sindicato Independiente de trabajadores orilleras y vendedoras de productos del mar	fono/mail
126	Cecilia Masferrer Montecinos	Federación de Pescadores artesanales de Navidad-FEPANAV	fono/mail
127	Cecilia Masferrer Montecinos	S.T.I. de Pescadores Artesanales Unión la Boca	fono/mail
128	Horacio González / Roxana Figueroa	S.T.I. de Pescadores Artesanales de la localidad de la Vega de la Boca, comuna de Navidad	fono/mail
129	Juan Rojas Hernández	S.T.I. de Pescadores Artesanales Unión Matanza.	fono/mail
130	Omar Ramos Arraño	S.T.I. de Buzos, Algueros Mariscadores Unión El Esfuerzo de la Vega de Pupuya	fono/mail
131	Francisco Pascual Caroca Flores	S.T.I. de Algueros y Buzos Mariscadores El Chorrillo	fono/mail
132	Juan Yáñez Becerra	S.T.I. de Pescadores Artesanales de Puertecillo	fono/mail
133	Benjamín González Vargas	Federación de Sindicatos de Pescadores Artesanales de la comuna de Pichilemu	fono/mail
134	Hernán Cornejo Mella (Nancho Wara Wara)	S.T.I. de Buzo Mariscadores y Ramos Similares de Pichilemu	fono/mail
135	Cecilia Morales Arce	S.T.I. de Pescadores Artesanales de Pichilemu	fono/mail
136	José Acevedo Ortiz	S.T.I. de Pescadores, Buzos y Recolectores de Orilla de Pichilemu	fono/mail
137	Iván Caro Sáez	S.T.I. de Cultivadores, Pescadores, Mariscadores y Ramos Similares de Cahuil	fono/mail

138	Eugenio Vargas González	Federación de Sindicatos de Pescadores Artesanales de Cardenal Caro	fono/mail
139	Viviana Catalán	S.T.I. Mujeres Pescadoras y Recolectoras de Algas y Mariscos de Orilla de la Comuna de Pichilemu	fono/mail
140	Jonny Gómez	S.T.I. de Buzos mariscadores, Pescadores y Algueros de Bucalemu N° 1.	fono/mail
141	Genaro Guerrero	S.T.I. de Buzoa, Mariscadores, Algueros y Ramos imilares de los Huachos y Las Quiscas.	fono/mail
142	Blanca Pamela Yáñez González	de Pescadores Artesanales de Topocalma	fono/mail
143	Eugenio Vargas González	de Pescadores Artesanales Las Terrazas de Pichilemu	fono/mail
144	Lucía Becerra G.	de Pescadores Artesanales El Farellon	fono/mail
145		Sindicatos Independientes	fono/mail
146		Organización Comunitaria Funcional de Pescadores Artesanales, Buzos, Mariscadores y Lagueros de Matanzas y La Vega de Pupuya.	fono/mail
147	Pamela González / Arturo Ordenes	S.T.I. de Algueros Mariscadores, Buzos y Pescadores N1 2 de Bucalemu	fono/mail
148	Edith Veas/ Salvador Ahumada	S.T.I. de Pescadores Artesanales y Recolectores de Orilla "Las Cruces".	fono/mail

7.8. Imágenes (Medio Verificación)

7.8.1. Taller Concepción



7.8.2. Taller Valdivia



7.8.3. Taller Valparaíso

