



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias

Proyecto FIP N°2001-31

“INTERACCIÓN DE LA PESQUERÍA DEL
BACALAO DE PROFUNDIDAD CON
MAMÍFEROS Y AVES MARINAS”



REPUBLICA DE CHILE
Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción
SUBSECRETARIA DE PESCA



FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

INFORME FINAL

Septiembre de 2003



Autores:

Carlos A. Moreno
Rodrigo Hucke-Gaete
Javier Arata

Instituto de Ecología y Evolución,
Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile,
Casilla 567, Valdivia, Chile.

Colaboradores:

Asesores Estadísticos

Alejandro Zuleta
Pedro Rubilar

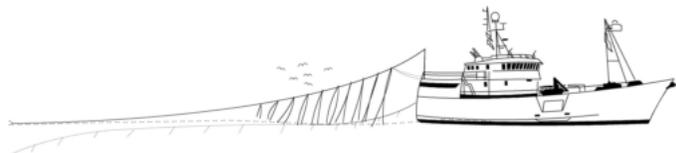
CEPES

Centro de la Trapananda, Universidad Austral de Chile,
Blanco 1199, Oficina 83, Valparaíso.

Observadores Científicos y Ayudantes

Rubén Ceballos
Eugenio Olivares
Luis Cabezas
Claudio Vera
Patricio Pérez
Elías Fernández
Paulo Campos

UACH y UV





RESUMEN EJECUTIVO

Así como en muchas actividades pesqueras en el mundo, para la pesquería del bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*) han sido informadas importantes interacciones entre las actividades pesqueras y los mamíferos marinos, particularmente orcas (*Orcinus orca*) y cachalotes (*Physeter macrocephalus*). Se ha sugerido que las orcas consumirían una significativa proporción de las piezas capturadas en comparación con los cachalotes, sin embargo, éstos últimos serían ocasionalmente responsables de daños y pérdidas del aparejo de pesca.

Por otro lado, desde que se informara en 1991 que la captura incidental de albatroses y petreles en la pesquería de palangre de altura era la principal causa de la disminución observada de las poblaciones de Procellariiformes, numerosas son las evidencias que respaldan esta hipótesis. El resultado más importante es la relación entre la distribución del esfuerzo de pesca y las áreas de alimentación sobre la captura incidental de aves marinas. A escala mundial, los niveles de esfuerzo de pesca se han mantenido en los últimos años, aunque se observa un cambio en la distribución de las flotas, así como de la composición de la misma. Paralelamente, se observa una reducción en la tasa de aves capturadas, la cual ha sido vinculada al empleo de medidas de mitigación en la última década; sin embargo, se desconoce si la abundancia de aves marinas en la región ha también disminuido, luego de 3 décadas de mortalidad incidental.

Estas razones han motivado al Fondo de Investigación Pesquera a llamar a concurso para evaluar la interferencia de mamíferos y aves marinas con las operaciones de pesca con palangre sobre el bacalao de profundidad, entre las regiones X y XII. Los objetivos específicos de esta investigación son: (1) determinar las especies de aves y mamíferos que interactúan con la pesquería de bacalao de profundidad, (2) determinar índices de presencia relativa de mamíferos y aves marinas en las faenas de pesca artesanal e industrial y (3) caracterizar y cuantificar la interferencia de mamíferos y aves marinas en la pesca de bacalao de profundidad con palangre, por flota, en la zona de estudio.

El proyecto abarcó los meses de Abril 2002 a Marzo 2003, además de un embarque industrial exploratorio realizado entre Septiembre y Noviembre de 2001. En total se realizaron 8 embarques en la flota industrial, con un esfuerzo de observación de 222 lances y 1.310.585 anzuelos muestreados, de un total de esfuerzo industrial de 6.189.170 millones de anzuelos (21%). Asimismo, se realizaron 9 embarques en la flota artesanal, con un total de 75 lances y 89.160 anzuelos muestreados de un esfuerzo total desconocido.



En relación con la interacción entre la pesquería y los mamíferos marinos, en ambas flotas, industrial y artesanal, se registró una baja tasa promedio de interacción operacional entre ambos (TDLC = 3% / 0,3%, respectivamente).

En la pesca industrial, la presencia de cetáceos (cachalotes y orcas) rara vez pudo ser vinculada directamente con daños a la pesca o material de trabajo (sólo un cachalote murió enredado incidentalmente en el espinel). Sin embargo, la mayor frecuencia de observaciones de pesca dañada ocurrió durante la presencia de cachalotes lo que sugiere indirectamente que éstos depredaron sobre los bacalaos capturados. En la mayoría de las oportunidades cuando se registró la presencia conjunta de cachalotes y orcas, la TDLC% bajó a niveles cercanos a 0% (i.e. cero depredación) posiblemente debido a potenciales interacciones interespecíficas. Los efectos de la depredación ocasionada por los cetáceos sobre la biomasa del stock de bacalao de profundidad sugieren ser mínimos y en consecuencia no habrían argumentos para aseverar que hay una competencia severa con la pesquería por un mismo recurso, ni tampoco que la tendencia declinante del rendimiento pesquero sea atribuible al efecto de la depredación por mamíferos. Por otro lado, la pérdida monetaria total presumiblemente causada por mamíferos marinos a la flota industrial sugiere ser de consideración (media = USD \$92.684), sin embargo, es fundamental tomar esta cifra con precaución debido a que ésta se observa probablemente maximizada debido al bajo rendimiento que tiene la pesquería actualmente.

En la pesquería artesanal de la X región se constató que con los lobos marinos ocurre interacción directa al ser éstos los responsables de la casi totalidad de las piezas dañadas de bacalao de profundidad (n=5). A pesar de lo anterior, la tasa de bacalaos depredados es mínima ya que los pescadores artesanales han implementado una serie de medidas para reducir este problema como son el disparar con escopeta a los lobos (8 individuos muertos) y cachalotes (un individuo herido) así como también embestir con la embarcación a los cetáceos (en una oportunidad a ballenas azules). Además, ocupan tácticas bastante adecuadas como son el no calar la línea si se avista un soplo a la distancia o si se avistan soplos durante el virado, cortar, balizar y calar nuevamente la línea para ser virada en otra oportunidad.

Estas observaciones destacan la necesidad de implementar un plan educativo para los pescadores al respecto de la diversidad de mamíferos marinos y su biología, además de realizar investigaciones dedicadas y detalladas con el fin de intentar mitigar el problema mediante procedimientos inocuos para ambas partes involucradas.



En relación con la interacción entre la pesquería y las aves marinas, se registró una marcada diferencia en los estimados de tasa de captura incidental entre las flotas industrial y artesanal, siendo casi nula en esta última. En los embarques artesanales se observó un total de 4 aves muertas, todas correspondientes a fardela negra grande (*Procellaria aequinoctialis*). Las capturas fueron observadas solo durante el invierno, siendo la tasa de captura incidental de fardelas 0,068 aves/1000 anzuelos para todo el período. Por otro lado, la tasa de captura incidental para la flota industrial indicó un bajo nivel de captura durante el invierno (0 y 0,019 aves/1000 anzuelos en Abril y Junio, respectivamente), correspondiente a una fardela negra grande. Sin embargo, en la pesca industrial, durante los meses de Septiembre a Diciembre 2002 los niveles de captura incidental fueron significativamente mayores, capturándose un total de 270 aves, de las cuales 261 corresponden a albatros de ceja negra (*Diomedea melanophrys*), una especie que se reproduce en cuatro grupos de islas en nuestro país. La tasa de captura incidental estimada para esta flota fluctuó entre 0,374 y 1,285 aves/1000 anzuelos. Los máximos valores ocurrieron durante Noviembre y Diciembre 2002, lo que es coincidente con los períodos de incubación tardía y guarda de los albatroses de ceja negra. La tasa de captura incidental fue mayor durante los calados diurnos y particularmente, durante los períodos del amanecer y crepúsculo. Los barcos muestreados emplearon líneas espantapájaros en algunos calados; sin embargo, ésta nunca cumplió con los estándares exigidos por la CCRVMA. No se detectaron diferencias en la tasa de calados con o sin estas "líneas espantapájaros". Ninguna otra medida de mitigación fue utilizada durante los embarques observados. Los niveles de captura incidental registrados son preocupantes y demandan la implementación de medidas de mitigación en el corto plazo.



INDICE GENERAL

OBJETIVO GENERAL	1
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	1
ANTECEDENTES	1
INTERACCIÓN ENTRE LA PESQUERÍA Y LOS MAMÍFEROS MARINOS	1
INTERACCIÓN ENTRE LA PESQUERÍA Y LAS AVES MARINAS	3
METODOLOGÍA DE TRABAJO	4
METODOLOGÍA RESPECTO DEL OBJETIVO 1	4
METODOLOGÍA RESPECTO DEL OBJETIVO 2	7
METODOLOGÍA RESPECTO DEL OBJETIVO 3	11
RESULTADOS	28
CURSO-TALLER PARA OBSERVADORES CIENTÍFICOS	28
EMBARQUE INDUSTRIAL EXPLORATORIO PREVIO A LA ADJUDICACIÓN DEL PROYECTO	30
RESPECTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 1	30
RESPECTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 2	31
RESPECTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 3	31
EMBARQUES INDUSTRIALES	35
RESPECTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 1	35
RESPECTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 2	37
RESPECTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 3	39
EMBARQUES ARTESANALES	55
RESPECTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 1	55
RESPECTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 2	56
RESPECTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 3	58
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	61
MAMÍFEROS MARINOS	61
RESPECTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 1	61
RESPECTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 2	62
RESPECTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 3	62
AVES MARINAS	65
RESPECTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 1	65
RESPECTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 2	65
RESPECTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 3	67
CONCLUSIONES	72
MAMÍFEROS MARINOS	72
AVES MARINAS	73
RECOMENDACIONES	75
LITERATURA CITADA	79



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Abundancia media de aves marinas por virado en un radio de 300 m alrededor del barco, durante el embarque industrial exploratorio realizado entre Septiembre y Noviembre de 2001.	84
Tabla 2: Número de lances monitoreados durante el embarque industrial exploratorio, por región y mes, incluyendo la captura de bacalao de profundidad, el número de pesca depredada por mamíferos (no extrapolada), la tasa de depredación y el número de individuos de las especies más frecuentemente avistadas durante los virados.	85
Tabla 3: Tasa específica de captura incidental de aves marinas por unidad de esfuerzo (aves/1000 anzuelos) durante el embarque industrial exploratorio, estimada a partir de los cuerpos recuperados durante el virado.	87
Tabla 4: Esfuerzo de muestreo de la flota industrial de bacalao de profundidad (nota: el número de lances y anzuelos observados se refiere al virado, momento en el cual se registraron el mayor número de interacciones).	88
Tabla 5: Listado de especies de aves avistadas durante los embarques en la flota industrial de bacalao de profundidad, divididos por mes y región (1: presente; 0: ausente; -: no información).	89
Tabla 6: Estado reproductivo (nidificante, pasivo [no-nidificante], indeterminado), sexo (M: macho, H: hembra, I: indeterminado) y clase etaria (adulto, juvenil, indeterminado) de las aves capturadas vivas o muertas durante los embarques de Abril 2002 a Marzo 2003 en barcos de pesca industrial de bacalao de profundidad.	90
Tabla 7: Abundancia media de aves durante los calados observados abordando barcos industriales de bacalao de profundidad. Área de censo estimada correspondió a un mínimo de 150 m tras popa y 100 m a cada banda (30.000 m ²) durante el día y crepúsculo (cr), y un máximo de 50 m tras popa y 50 m a cada banda (5.000 m ²) durante la noche (nc).	91
Tabla 8: Abundancia de aves marinas por virado (media±d.s.) en un radio de 300 m alrededor de los barcos industriales de bacalao de profundidad, divididos por mes y región. Los censos contabilizados fueron en su totalidad realizados durante el día.	92
Tabla 9: Número de lances monitoreados de la flota industrial, por barco, región y mes, incluyendo información sobre la captura de bacalao de profundidad, el número de pesca depredada por mamíferos (no extrapolada), la tasa de depredación y el número de individuos de las especies más frecuentemente avistadas durante los virados.	93
Tabla 10: Tasa efectiva de anzuelos cebados que entran al agua (TEAC) y tasa de robo de carnadas por aves que atacan una carnada (TRCA1) y que efectivamente consumen una carnada (TRCA2), tras corrección por pérdida mecánica de carnadas, en calados observados a bordo de barcos industriales de bacalao de profundidad.	98
Tabla 11: Pérdida monetaria estimada para la flota industrial de bacalao de profundidad, producto de la reducción en el esfuerzo de pesca neto debido al robo de carnadas por aves marinas (TRCA1). Para el cálculo de la CPUE se ha incluido una tasa de pérdida mecánica de carnadas de 1%. El Kg de bacalao HG fue considerado en U\$10.	99
Tabla 12: Tasa de captura incidental de aves marinas por unidad de esfuerzo (aves/1000 anzuelos) estimada durante el calado (CAPUE1) y a partir de los cuerpos recuperados durante el virado (CAPUE2), para los lances observados abordando barcos industriales de la pesquería de bacalao de profundidad.	100
Tabla 13: Tasa específica de captura incidental de aves marinas por unidad de esfuerzo (aves/1000 anzuelos) durante los embarques industriales de bacalao de profundidad, estimada a partir de los cuerpos recuperados durante el virado.	101



Tabla 14: Número de aves capturadas incidentalmente y número de lances en los cuales se registró captura de aves durante los embarques en la flota industrial de bacalao de profundidad.	102
Tabla 15: Tasa de captura no-letal de aves marinas durante el virado (aves/1000 anzuelos). A. Tasa de captura de aves que se enganchan y arrancan con el anzuelo insertado en el cuerpo. B. Tasa de captura de aves que se enganchan pero logran zafarse del anzuelo.	103
Tabla 16: Esfuerzo de muestreo de la flota artesanal de bacalao de profundidad (nota: el número de lances y anzuelos observados se refieren al virado, momento en el cual se registraron el mayor número de interacciones).	104
Tabla 17: Listado de especies registradas durante los embarques en la flota artesanal de bacalao de profundidad, divididos por mes y región (1: presente; 0: ausente; -: no información).	105
Tabla 18: Abundancia de aves marinas (media \pm d.s.) registradas durante los calados observados a bordo de lanchas artesanales de la pesquería de bacalao de profundidad. Datos divididos por mes y región. El área de censo correspondió a 150 a cada banda y 300 m tras la popa de cada lancha. Todos los calados fueron realizados durante el día.	106
Tabla 19: Abundancia de aves marinas por virado (media \pm d.s.), en un radio de 300 m alrededor de las lanchas artesanales de la pesquería de bacalao de profundidad, divididos por mes y región. Los censos contabilizados fueron en su totalidad realizados durante el día.	107
Tabla 20: Número de lances monitoreados de la flota artesanal, por barco y fecha, incluyendo información sobre la captura de bacalao de profundidad, el número de pesca depredada por mamíferos (no extrapolada), la tasa de depredación y el número de individuos de las especies más frecuentemente avistadas durante los virados.	108
Tabla 21: Tasa de robo de carnadas por aves que atacan una carnada (TRCA1) y que efectivamente consumen una carnada (TRCA2), tras corrección por pérdida mecánica de carnadas, en calados observados a bordo de lanchas artesanales de la pesquería de bacalao de profundidad.	110
Tabla 22: Pérdida económica estimada para la flota artesanal de bacalao de profundidad, producto de la reducción en el esfuerzo de pesca neto debido al consumo de carnadas por las aves marinas durante el calado. La pérdida monetaria estimada resulta de la multiplicación de todos los factores presentados en la tabla. El esfuerzo de pesca considerado corresponde al total de anzuelos muestreados.	111
Tabla 23: Tasa de captura incidental de aves marinas por unidad de esfuerzo (aves/1000 anzuelos) estimada durante el calado (CAPUE1) y a partir de los cuerpos recuperados durante el virado (CAPUE2), para los lances observados a bordo de lanchas artesanales de la pesquería de bacalao de profundidad.	112



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Distribución de los lances realizados durante el embarque industrial exploratorio, Septiembre a Noviembre 2001.	114
Figura 2: Posición de los avistamientos de las especies más representativas de cetáceos durante las faenas de pesca desarrolladas durante el embarque exploratorio entre septiembre y noviembre de 2001. A: Círculos: cachalote, <i>Physeter macrocephalus</i> ; B: Círculos: orca, <i>Orcinus orca</i> y Triángulos: calderón negro, <i>Globicephala melas</i> (Fotos: C. Vera / FIP 2001-31).	115
Figura 3: Abundancia media mensual de las especies de aves marinas más abundantes durante los virados observados abordo del embarque industrial exploratorio, Septiembre a Noviembre 2001. Abundancia estimada a partir de censos realizados en un radio de 300 m alrededor del barco.	116
Figura 4: Ubicación de los sitios en donde ocurrieron interacciones operacionales (depredación de bacalao de profundidad desde la línea) entre los mamíferos marinos y las faenas de pesca entre septiembre y noviembre de 2001 en el sur de Chile.	117
Figura 5: Posible efecto de la presencia (1) y ausencia (0) de cachalotes (A) y orcas (B) sobre la captura total. La mediana corresponde a la línea horizontal y cuadrado blanco; el rango de los intercuartiles corresponde a los márgenes de la barra y el rango de valores está circunscrito por las líneas límite.	118
Figura 6: Captura total por lance y depredación de bacalao de profundidad ocasionada por mamíferos marinos en lances monitoreados. Línea punteada indica media de la captura (100 individuos/lance). Datos obtenidos entre septiembre y noviembre de 2001 durante un embarque exploratorio.	119
Figura 7: Talla de los bacalao de profundidad depredados por mamíferos marinos durante el embarque exploratorio realizado entre septiembre y noviembre de 2001. La longitud total (LT) fue estimada a partir de la medición de los restos de labios recuperados y la función entre ambos (ver figura 17).	120
Figura 8: Tasa de Depredación por Lance Completo (TDLC%) obtenida del análisis de todos los lances monitoreados por el observador científico entre septiembre y noviembre de 2001 durante el embarque exploratorio. Línea continua indica la media (14%) y las líneas punteadas indican el intervalo de confianza al 95% ($\pm 7,4\%$).	121
Figura 9: Número de cetáceos presentes (barras) durante cada lance monitoreado en el embarque exploratorio y su relación con la TDLC% (línea continua).	122
Figura 10: Distribución de los lances industriales de bacalao de profundidad monitoreados por los observadores científicos desde abril 2002 hasta febrero 2003.	123
Figura 11: Esquema de un espinel tipo español utilizado por la flota industrial de bacalao de profundidad.	124
Figura 12: Patrón temporal del estado reproductivo de los albatroses de ceja negra (<i>D. melanophrys</i>) capturados por barcos industriales de bacalao de profundidad.	125
Figura 13: Ubicación geográfica de las especies de cetáceos más comúnmente avistadas durante los embarques industriales de 2002 (cachalotes en negro y orcas en rojo).	126
Figura 14: Número de cetáceos más comúnmente avistados por mes en la pesca industrial. Arriba: cachalotes; Abajo: orcas.	127
Figura 15: Abundancia media mensual de las especies de aves marinas más abundantes durante los calados observados a bordo de barcos industriales de la pesquería de bacalao de profundidad. Solo se incluyen los censos realizados durante calados diurnos y todos fueron realizados en la XII región sur. La abundancia corresponde al número de aves presentes 300 m tras popa y 150 m a cada banda.	128



Figura 16: Abundancia media (por mes y región) de las especies de aves marinas más abundantes durante los virados observados a bordo de barcos industriales de la pesquería de bacalao de profundidad. Abundancia estimada a partir de censos realizados en un radio de 300 m alrededor del barco.	129
Figura 17: Relación alométrica entre labio y longitud total en el bacalao de profundidad (n=155).	130
Figura 18: Frecuencia de tamaños de bacalao depredados por mamíferos marinos en embarques industriales y artesanales.	131
Figura 19: Captura total por lance (negro) y depredación de bacalao provocada por mamíferos marinos (blanco) en la flota industrial monitoreada.	132
Figura 20: Distribución bootstrap con reemplazo de la depredación de bacalao atribuible a mamíferos marinos en la pesquería industrial del Sur de Chile.	133
Figura 21: Tasa de depredación por lance completo (TDLC) de todos los lances monitoreados (n=182).	134
Figura 22: Frecuencia espacial de interacciones operacionales entre mamíferos marinos (tasa de depredación – TASA.DEPRE) y la flota pesquera industrial del bacalao de profundidad.	135
Figura 23: Distribución espacial de las interacciones operacionales (cuadrados) y los avistamientos de cachalotes (círculos negros) y orcas (círculos rojos).	136
Figura 24: Distribución espacial del rendimiento pesquero industrial del bacalao de profundidad en el sur de Chile. En el recuadro se indican los rendimientos en número de individuos capturados por lance de manera proporcional a su valor.	137
Figura 25: Qqplot mostrando que el consumo de bacalao por lance debido a los mamíferos (cachalote y orca) se ajusta aproximadamente a una distribución Binomial Negativa con media = 1.71 y $k = 0.10$.	138
Figura 26: Relación aproximadamente lineal entre el número de mamíferos presentes y la depredación de bacalao.	139
Figura 27: Variación del consumo per cápita (CONS.PER.CAPITA) atribuible al cachalote, a la orca o el que se produce cuando ambas especies se encuentran juntas. También se aprecia que el consumo promedio del cachalote (X) es ligeramente mayor que el consumo de la orca y que el consumo conjunto tiende a ser menor que cuando ambas especies depredan sin la presencia de la otra.	140
Figura 28: Relación entre el número de cetáceos presentes durante los lances (A=orcas+cachalotes; O: orcas solamente; N: ningún mamífero presente y; C: cachalotes) y la TDLC. Se puede observar una cierta independencia entre el número y la depredación.	141
Figura 29: Representación tridimensional del efecto mixto cachalote-orca sobre la TDLC. El plano central (ocurrencia de ambas especies) presenta bajos valores de TDLC a diferencia de aquellos valores cercanos a los ejes xy, particularmente en el caso de la presencia de cachalotes.	142
Figura 30: CPUE de la flota industrial chilena del bacalao de profundidad bajo escenarios de presencia (CPUE_CON) y ausencia (CPUE_SIN) de cachalotes en las inmediaciones de los caladeros.	143
Figura 31: Distribución bootstrap con reemplazo de la pérdida monetaria por lance (USD\$) atribuible a la interacción con mamíferos marinos en la pesquería industrial del bacalao de profundidad en el Sur de Chile.	144



- Figura 32:** Relación entre el rendimiento pesquero del bacalao de profundidad (biomasa, ton/temporada) y el impacto que tendría sobre éste la captura adicional ocasionada por cetáceos. Lo anterior fue modelado bajo cuatro distintos escenarios de intensidad de interacción (1,26%, 10%, 50% y 100%), siendo el primero el nivel real de interacción observada extrapolado al total de la flota y asumiendo que la interacción es uniforme en el tiempo. 145
- Figura 33:** Pérdida monetaria potencial por cada 1 millón de anzuelos calados por la flota industrial, producto de la reducción en el esfuerzo de pesca debido al robo de carnadas por las aves marinas durante el calado, bajo distintos escenarios de captura por unidad de esfuerzo (CPUE: gramos de bacalao HG/ anzuelos calados), precio del Kg de bacalao de profundidad, tasa de robo de carnadas por las aves (TRCA1) y una tasa constante de pérdida mecánica de carnadas de 1%. 146
- Figura 34:** Frecuencia de cobertura (en tiempo) del virado de los lances industriales muestreados. 147
- Figura 35:** Patrón temporal de la CAPUE (aves/1000 anzuelos) para los lances realizados por barcos industriales de bacalao de profundidad. Tiempo dividido en quincenas. Barras de error indican el error estándar de la media (± 1). N= número de lances observados. 148
- Figura 36:** Estimadores fraccionados de la CAPUE por periodo del día y mes, para lances realizados por barcos industriales de bacalao de profundidad. 149
- Figura 37:** Frecuencia de ocurrencia – según periodo del día – de los calados muestreados abordando de barcos industriales de bacalao de profundidad. 150
- Figura 38:** Estimadores fraccionados de la CAPUE por zona y mes de los lances muestreados a bordo de barcos industriales de bacalao de profundidad. Las zonas corresponden: A=52°-54° S, 73°-75° W; B=55°-56° S, 70°-72° W; C=56°-57° S, 67°-69° W; D=55°-56°, 65°-66° W. 151
- Figura 39:** Frecuencia de ocurrencia – según la zona de calado (A, B, C, D; ver texto) – de los lances muestreados abordando de barcos industriales de bacalao de profundidad. 152
- Figura 40:** Valor de la CAPUE para lances realizados con y sin línea espantapájaros (LEP) por los barcos muestreados de la flota industrial de bacalao de profundidad. Barras de error representan el error estándar de la media (± 1). N= número de lances observados. 153
- Figura 41:** Distribución de los lances monitoreados a bordo de lanchas artesanales de bacalao de profundidad. 154
- Figura 42:** Esquema de un espinel vertical utilizado por la flota artesanal de bacalao de profundidad en Chile. La Longitud de la línea madre es de 800 m a 1000 m de extensión y lleva de 700 a 1200 anzuelos. 155
- Figura 43:** Abundancia media mensual y por región de las especies de aves marinas más abundantes durante los calados observados abordando de lanchas artesanales de la pesquería de bacalao de profundidad. La abundancia de aves fue estimada en un área de 150 m a cada banda y 300 m tras la popa de la lancha. 156
- Figura 44:** Abundancia media mensual y por región de las especies de aves marinas más abundantes alrededor de las lanchas artesanales durante los virados. La abundancia fue estimada dentro de un radio de 300 m alrededor de la lancha. 157
- Figura 45:** Distribución espacial de las interacciones operacionales entre los mamíferos marinos y la flota artesanal del bacalao de profundidad en el Sur de Chile (círculos rojos). También se presentan rendimientos pesqueros (cuadrados) 158
- Figura 46:** Porcentaje de cobertura (en tiempo) de los virados artesanales muestreados. 159
- Figura 47:** Distribución de los albatroses de ceja negra nidificantes en Diego Ramírez, durante las etapas de incubación (azul, Noviembre), guarda (rojo, Diciembre) y postguarda (verde, Febrero). Posiciones determinadas mediante instrumentos de posicionamiento satelital (Arata *et al.*, datos no publicados). 160



ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Listado de especies factibles de avistar en el sector centro sur costero y pelágico Chileno. De las 51 especies de cetáceos y pinnipedios reconocidas para Chile (41 de cetáceos y 10 de pinnipedios), 32 especies pueden avistarse en esta zona. Algunas de las especies listadas sólo han sido registradas de manera ocasional o identificadas por restos óseos (destacadas por un signo de interrogación). Estado de conservación según UICN.	162
ANEXO 2: Listado de las especies de aves marinas residentes en las regiones X, XI y XII (Araya <i>et al.</i> 1995; Schlatter y Riveros 1997).	163
ANEXO 3: Listado de las especies de aves marinas visitantes en las regiones X, XI y XII (Araya y Millie 2000).	164
ANEXO 4: Catálogo de foto-identificación de cachalotes (<i>Physeter macrocephalus</i>) y orcas (<i>Orcinus orca</i>) obtenidos durante embarques en la flota industrial Sur-Austral de la pesquería del bacalao de profundidad en Chile.	165
ANEXO 5: Tasas de captura incidental de Procellariiformes en las pesquerías de <i>Dissostichus eleginoides</i> en el mundo.	193
ANEXO 6: Diseño de línea espantapájaros recomendada por la Medida de Conservación 25-02(2002) de la CCAMLR.	194
ANEXO 7: Análisis del nivel de cobertura de observación en la mortalidad incidental de aves marinas.	195
ANEXO 8: Personal participante por actividad.	199



OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO

Evaluación de la interferencia de mamíferos y aves marinas en las operaciones de pesca con palangre sobre bacalao de profundidad, en el área de operación de naves artesanales e industriales entre la X y XII Regiones.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar las especies de aves y mamíferos que interactúan con la pesquería de bacalao de profundidad.
2. Determinar índices de presencia relativa de mamíferos y aves marinas en las faenas de pesca artesanal e industrial.
3. Caracterizar y cuantificar la interferencia de mamíferos y aves marinas en la pesca de bacalao de profundidad con palangre, por flota, en la zona de estudio.

ANTECEDENTES

INTERACCIÓN ENTRE LA PESQUERÍA Y LOS MAMÍFEROS MARINOS

Comúnmente se reconocen dos tipos de interacciones entre las pesquerías y los mamíferos marinos: biológicas y operacionales (Northridge y Hofman 1999). Las primeras son conducentes a una competencia entre los mamíferos marinos y la pesquería por un mismo recurso las cuales son menos directas, más complejas y menos estudiadas y comprendidas. Las segundas, las interacciones operacionales, involucran interacciones directas entre los animales y la actividad pesquera. Desde el punto de vista de la pesquería, la interacción operacional incluye la remoción de la pesca desde los aparejos y la posible pérdida de las artes de pesca debido a posibles enmallamientos incidentales de mamíferos marinos.

Del punto de vista de los mamíferos marinos, este tipo de interacción incluye la obtención de alimento que en otras circunstancias habría sido poco factible de conseguir. Asimismo, para los mamíferos marinos estas interacciones son potencialmente riesgosas al aumentar las posibilidades de recibir lesiones o incluso morir al enmallarse incidentalmente en los aparejos o al ser repelidos por los mismos pescadores (Angliss y DeMaster 1997).

Ahora bien, desde el punto de vista de dinámica poblacional de la especie objetivo de la pesca, este tipo de interacción podría corresponder a un importante factor adicional de explotación que podría influir sobre su conservación, *i.e.* la captura efectiva por parte de los pescadores,



más el consumo por parte de mamíferos marinos pudiera ser considerablemente distinta a la cuota de captura permitida por la administración de determinada pesquería.

Desde el punto de vista del administrador de la pesquería, este problema es complejo debido a las probables visiones encontradas entre los pescadores, ambientalistas, empresarios y científicos, en relación con el hecho de cuánto constituiría una pérdida monetaria significativa para la industria pesquera y cuanta mortalidad produciría un impacto significativo sobre una población de mamíferos marinos (Northridge y Hofman 1999).

Así como en muchas actividades pesqueras en el mundo (ver Northridge 1984; 1991), para la pesquería del bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*) han sido informadas importantes interacciones entre las actividades pesqueras y los mamíferos marinos, particularmente orcas (*Orcinus orca*) y cachalotes (*Physeter macrocephalus*) (Ashford *et al.* 1996). Se ha sugerido que las orcas consumirían una significativa proporción de las piezas capturadas en comparación con los cachalotes, sin embargo, éstos últimos serían ocasionalmente responsables de daños y pérdidas del aparejo de pesca (Ashford *et al.* 1996).

La interacción descrita arriba puede considerarse como una de tipo operacional, basándose sobre el supuesto de que no habría competencia por un mismo recurso debido a que las especies involucradas (orcas y cachalotes) son relativamente generalistas en cuanto a sus hábitos alimentarios (ver Kawakami 1980; Dahlheim y Heyning 1998; Pauly *et al.* 1998) y podrían estar alimentándose del bacalao sólo de manera oportunística.

Hay escasa información disponible que describa la magnitud de la interacción entre la pesquería del bacalao de profundidad y los cetáceos en Chile. Datos anecdóticos entregados por pescadores y observadores científicos sugiere una frecuente ocurrencia de interacciones entre la pesquería y los cetáceos, con resultados negativos para ambos (Salas *et al.* 1987; Oporto y Brieva 1994; Ashford *et al.* 1996). De la misma manera, se desconocen las medidas adoptadas por los pesqueros para disminuir este problema y no ha sido evaluado el impacto de estas interacciones sobre el rendimiento de pesca. Tomando en cuenta que la pesquería misma le permite a los cetáceos el acceso a una nueva y fácil presa (particularmente para la orca) y teniendo en consideración los actuales niveles de incertidumbre en la evaluación de stock del bacalao de profundidad, se hace indispensable cuantificar el impacto que tienen los cetáceos sobre el recurso pesquero y la pesquería con el fin de corregir la estimación de los índices de rendimiento y sentar las bases sobre las cuales se pueda trabajar a futuro con el propósito de mitigar este problema.



INTERACCIÓN ENTRE LA PESQUERÍA Y LAS AVES MARINAS

Desde que en 1991 Brothers identificó la captura incidental de albatroses y petreles en la pesquería de palangre de altura como la principal causa de la disminución observada de las poblaciones de Procellariiformes (Gales 1997), numerosas son las evidencias que respaldan esta hipótesis (Murray *et al.* 1993, Ashford *et al.* 1994, 1995, 1996, Barea *et al.* 1994, Klaer y Polacheck 1997).

A escala mundial, los niveles de esfuerzo de pesca se han mantenido en los últimos años, aunque se observa un cambio en la distribución de las flotas, así como de la composición de la misma. Paralelamente, se observa una reducción en la tasa de aves capturadas, la cual ha sido vinculada al empleo de medidas de mitigación en la última década; sin embargo, se desconoce si la abundancia de aves marinas en la región ha también disminuido, luego de 3 décadas de mortalidad incidental (Tuck *et al.* en prensa).

La pesquería de palangre del bacalao de profundidad en tanto, ha tenido una rápida expansión en distribución y esfuerzo desde mediados de los '80s a la fecha (Tuck *et al.* en prensa). Esto produjo un fuerte impacto sobre las poblaciones de aves marinas nidificantes en islas aledañas a las zonas de pesca (Dalziell y De Poorter 1993, Ashford *et al.* 1994, 1995, Cherel *et al.* 1996). Sin embargo, en los últimos años ha existido una significativa reducción en las tasas de mortalidad en áreas de la CCAMLR (Nel *et al.* en prensa; WG-IMAF 2002), debido principalmente a una mayor rigurosidad en las medidas de mitigación y a la restricción de pescar sólo en los meses de invierno. Esto ha generado una mayor presión de pesca en áreas fuera de la convención durante los meses de verano - otoño, donde también nidifican albatroses. De particular importancia para nosotros, las tres colonias de albatroses existentes en Chile sufren extensa actividad pesquera durante septiembre a abril. Estos meses y en particular durante el período de guarda (diciembre - enero) son de vital interés, debido a que es durante este período cuando los albatroses se alimentan a mayor cercanía de sus colonias, precisamente donde se realiza el mayor esfuerzo de pesca en Chile. Por otro lado, durante el invierno la tasa de captura incidental aumenta en Argentina y Brasil (Frere y Gandini 2001, Neves y Olmos 1997), donde las aves se dispersan tras el período reproductivo.

Otro problema asociado a las estimaciones de mortalidad por pesquería, es la pesca ilegal de bacalao (Tuck *et al.* en prensa). Sin embargo, este problema no ocurriría en nuestra ZEE, a pesar que incursiones de pesca al sur del paralelo 47° sur por artesanales son esencialmente una ilegalidad.



Por estas razones, el conocimiento complementario de la distribución de las flotas de pesca del bacalao de profundidad y de las poblaciones de albatroses y petreles que emplean nuestra ZEE como área de alimentación y reproducción, es de gran importancia para estimar el grado de interacción entre ambas.

Por último, las estimaciones globales (y locales) de captura incidental deben considerarse como conservadoras, debido a problemas en la cuantificación del número de aves que son capturadas y posteriormente consumidas en el fondo marino; aves que escapan con anzuelos pero posteriormente mueren; y aquellas que son arrojadas al mar (al cortar el reinal) antes de ser contabilizadas por el observador científico (Brothers 1991, Klaer y Polacheck 1997). Nuestro diseño de muestreo considera estos problemas, en particular el último, por lo que se espera una estimación más fidedigna de la captura real. Sin embargo, como señalan Tuck *et al.* (en prensa), es probable que la presencia de observadores influya sobre las medidas de mitigación empleadas a bordo.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

METODOLOGÍA RESPECTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 1

Las especies presentes durante las faenas de pesca fueron identificadas mediante la observación de características diagnósticas por observadores instruidos en el avistamiento de aves y mamíferos marinos. La información de cada avistamiento fue registrada en un formulario especialmente diseñado para estos propósitos (ver formularios en CD adjunto).

Determinación de las especies de mamíferos marinos

La determinación visual de las diferentes especies de mamíferos marinos observadas durante la navegación hacia las zonas de pesca y durante la faena de pesca misma se realizó de acuerdo con la guía de campo de Carwardine *et al.* (2000), siguiendo la lista patrón de Rice (1998).

Durante las actividades de registro visual se ejecutó un completo esfuerzo de observación con binoculares 10x50, si las condiciones de mar y de visibilidad lo permitían. Esta actividad fue permanente durante la navegación hacia y desde las zonas de pesca. Se utilizó un formulario por cada avistamiento durante la navegación hacia la zona de pesca, incluyendo además un formulario de esfuerzo de observación (ver formularios en CD adjunto).



Las especies a las cuales se les ha atribuido el interferir con la pesquería del bacalao de profundidad son la orca (*Orcinus orca*) y el cachalote (*Physeter macrocephalus*) (Ashford *et al.* 1996). El cachalote habita todos los océanos del mundo y tiene una distribución que varía entre sexos y clases de edad, la cual está además relacionada con la disponibilidad de presas y ciertas condiciones oceanográficas (Perry *et al.* 1999; Smith y Whitehead 1993). Las hembras, individuos inmaduros y crías son notablemente sociales, a menudo pudiendo ser observados en agregaciones de hasta 70 individuos o más, generalmente al Norte de los 40° o 50° S (Whitehead y Kahn 1992; Perry *et al.* 1999). Los machos por su parte, son eminentemente solitarios después de alcanzar la madurez sexual (20 años) y eventualmente migran a regiones más al sur de los 70°S (Perry *et al.* 1999). Durante la primavera y verano austral, la mayoría de los machos y hembras migran hacia sectores tropicales para reproducirse (Perry *et al.* 1999). Su principal ítem alimentario se basa en cefalópodos mesopelágicos de pequeño y gran tamaño, aunque en algunas zonas en particular también consume numerosas especies de peces, incluyendo entre ellas a *Dissostichus eleginoides* en el Océano Atlántico y *D. mawsoni* en el Pacífico (Kawakami 1980).

Determinación de las especies de aves marinas

La determinación de las especies de aves marinas se realizó acorde a la lista patrón de las Aves de Chile (Araya *et al.* 1995) y la Guía de las Aves de Chile (Araya y Millie 2000), para lo cual cada observador científico contó con un ejemplar de éste último. Sin embargo, debido a las limitaciones de diseño de esta guía, los observadores contaron además con la guía de Identificación de Aves Marinas de los Océanos del Sur (Onley y Bartle 1999), actualmente en uso por los observadores científicos del CCAMLR.

Conjuntamente con el apoyo escrito, los observadores tomaron fotografías y video de las especies presentes en las áreas de pesca, así como de todas las especies capturadas (vivas y muertas) (ver imágenes en CD adjunto). Este método ayudó a determinar con precisión la identidad de aquellas especies menos frecuentes o que presentan mayor dificultad de determinación, sirviendo además para los fines de divulgación requeridos por el proyecto.

Junto con la determinación de las especies de aves presentes en las zonas de pesca, los observadores recopilaban información adicional para cada especie. Ésta comprendió:

- Clase de edad: en albatroses, algunos petreles y gaviotas, es posible diferenciar individuos juveniles de los adultos.



- Estatus reproductivo: si es un adulto, se puede determinar si se encuentra en proceso reproductivo, a través del examen de la zona ventral, observándose un área carente de plumón.
- Sexo: mediante la disección del ave, se puede determinar su sexo, a través del examen de sus conductos reproductivos eferentes. En el caso de la hembra, el oviducto izquierdo se halla en mayor desarrollo; en machos, se observa un par de conductos eferentes blanquecinos, que conectan en la base de la cavidad abdominal con 2 testículos blanquecinos, pequeños.
- Tamaño: largo y alto del culmen, largo del tarso y largo del dedo medio.
- Anillo: registro del número de serie, color, ubicación de la banda o anillo.

El estatus reproductivo fue evaluado toda vez que un ave era capturada viva (e.g. durante las operaciones de virado) o muerta. El sexo sólo fue determinado en aquellas aves recuperadas muertas. Junto con esta información, a cada ave capturada se le realizaron mediciones del largo y alto del pico, así como la longitud del tarso y dedo medio, los cuales puede servir como una guía para determinar sexo e incluso diferencias entre poblaciones (Onley y Bartle 1999).

En los casos en que un ave era recuperada muerta, además de registrar los datos antes mencionados, la cabeza y el estómago fueron fijados en alcohol 70% para futuros análisis.

La información sobre la clase de edad y el sexo será fundamental para determinar diferencias intraespecíficas en la distribución de las especies. Éstas pueden incidir en un riesgo diferencial de interacción con pesquerías, afectando el equilibrio sexual de la población reproductiva y/o la tasa de reclutamiento (Weimerskirch y Jouventin 1987, Weimerskirch *et al.* 1997, Shaffer *et al.* 2001).

Curso-Taller para los observadores científicos

Previo al comienzo de los embarques, los potenciales observadores científicos (en su mayoría alumnos de carreras de ciencias del mar) recibieron instrucción mediante un curso-taller intensivo de carácter expositivo y práctico el cual estuvo orientado a entrenar y/o perfeccionar a los postulantes mediante la definición de los criterios empleados en el proyecto, la descripción de las actividades a desempeñar y metodologías a emplear durante las faenas (ver sección 5.2).



METODOLOGÍA RESPECTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 2

Mamíferos marinos

Índices de presencia durante la navegación y faenas de pesca

Debido al posible efecto de atracción provocado por la embarcación y la actividad misma, estimaciones de abundancia no fueron realizadas debido a que los fundamentos y criterios teóricos del muestreo a distancia mediante transecta lineal son transgredidos por el régimen operacional pesquero (ver Buckland *et al.* 1993).

En consecuencia, durante la navegación hacia y desde caladeros y durante las faenas de pesca, el observador estimó el número máximo de mamíferos marinos presentes durante un avistamiento en particular mediante conteo directo (según le permitiera la visibilidad y condiciones de mar). Durante los virados de la línea, esta determinación se realizó de forma dinámica mediante el mapeo temporal y el conteo de los individuos en los grupos.

Foto-identificación

Aprovechando la cercanía de los animales durante las labores de pesca, se aplicaron métodos establecidos de foto-identificación (Arnbom 1987) e identificación-reidentificación (analíticamente equivalente a estimaciones realizadas mediante modelos "abiertos" de captura-recaptura) con el propósito de determinar la tasa individual de interferencia de individuos o grupos cebados. La obtención de fotografías se hizo de manera oportunística, dependiendo de la cercanía y condiciones de luz y mar que permitan obtener fotografías de alta calidad. Los observadores utilizaron cámaras de video Digital8 (SONY TRV-330) y en laboratorio se contrastaron los videos con los registros de formularios de las diferentes interacciones observadas entre las pesquerías y los individuos identificados.

En el caso de las orcas, se video-fotografiaron ambos flancos del animal cuando fue posible, así como también algunas marcas distintivas individuales como cicatrices, cortes, patrones de coloración anómala y forma e irregularidades de la aleta dorsal (Würzig y Jefferson 1990). Para el caso de cachalotes, se fotografió la región ventral de la aleta caudal, así como también marcas distintivas. La técnica de foto-identificación probablemente permitirá una mejor estimación del número de grupos y/o individuos recurrentes a la pesquería que los métodos de transecta lineal o censo directo. Esto será posible sólo si se obtienen las suficientes re-identificaciones necesarias para aplicar modelos de captura-recaptura.



Determinación acústica

Se puso en práctica un plan de monitoreo acústico con el fin de establecer la presencia o ausencia de mamíferos marinos en la zona de pesca mediante la identificación de sus vocalizaciones. Las especies de cetáceos supuestamente involucradas en las interacciones emiten vocalizaciones de alta frecuencia que presuntamente mantienen la cohesión social de los grupos (Weilgart y Whitehead 1997) y son audibles para el oído humano.

En la mitad de la flota con observadores científicos a bordo, se monitoreó acústicamente la presencia de mamíferos marinos por períodos de media hora cada vez en diferentes etapas del lance. Para esto se utilizó un hidrófono tipo "towfish" con 200m de cable y un pre-amplificador de respuesta plana de frecuencia conectado a un grabador de audio digital (DAT). Posteriormente, en el laboratorio se analizaron las cintas identificando los patrones en las bandas de frecuencia de los espectrogramas con el software ISHMAEL 1.0 (NMFS-ONR, EE.UU).

Aves marinas

Considerando que las faenas de pesca generan un cambio en la distribución normal de las aves debido a que son fuente de atracción para algunas especies (Ryan y Moloney 1988), se realizó una estimación de la composición y abundancia relativa de éstas, tanto durante las faenas de pesca como en los viajes hacia y entre caladeros. Ésta estrategia permitió determinar aquellas especies más vinculadas con la pesca y por ende, con un riesgo potencial más alto de ser capturadas incidentalmente.

Índices de presencia durante las transectas de navegación

Para la estimación de la abundancia de las aves durante la navegación hacia los caladeros y entre éstos, se siguió el método de conteos instantáneos propuesta por Tasker *et al.* (1984) y adaptada por Van Franeker (1994). Para ello, se contabilizaron las aves provenientes de proa, en un transecto que comprende 150 m a cada banda del barco y 300 a 150 m hacia el frente (dependiendo de las condiciones visuales). En caso de existir abundancias relativamente altas, se redujo el área de muestreo a 90° (un solo lado del barco), a fin de disminuir el sesgo por saturación del observador (Tasker *et al.* 1984). Cada período de muestreo tuvo una duración de 10 minutos, dentro del cual se realizaron entre 5 y 10 conteos instantáneos de las aves presentes en el área de 300x300 m² frente al barco (Van Franeker 1994). Los muestreos se realizaron una vez cada hora. Se registraron también datos de velocidad, rumbo y posición al



inicio y término del censo, condiciones de la mar, viento y nubosidad. Los censos fueron realizados mediante binoculares 10x50 y registrados en un formulario especial.

Este protocolo de muestreo se escogió debido al menor sesgo que presenta respecto al método de muestreo continuo, el cual sobrestima la abundancia de las especies seguidoras de barcos (Van Franke 1994). Los datos fueron expresados como densidad de aves/m², obtenida a partir de la sumatoria del total de conteos instantáneos realizados en un período de 10 minutos. Finalmente, se estimó un índice de abundancia ($\bar{x} \pm d.s.$) por grilla (1°x1°), el cual fue incluido en un SIG para el total de la flota muestreada con el fin de comparar entre períodos.

Con este protocolo se obtuvo un índice de la representatividad de especies del ensamble de aves marinas pelágicas (durante navegación) que puede ser comparado con los índices obtenidos durante las faenas de pesca. No se pretende lograr un índice de abundancia de las aves marinas presente en el área de estudio, debido al sesgo en los transectos realizados por los barcos de pesca, así como su ya conocida atracción para determinadas especies seguidoras de barcos.

Índices de presencia durante las faenas de pesca

Para los índices de presencia relativa se obtuvieron estimadores diferenciales durante las faenas de calado y virado. En el proceso de calado, el observador contabilizó la composición y abundancia de las especies de aves presentes en la popa. Para ello, se consideró una distancia de 300 m desde la popa hacia atrás y 100 m desde la popa hacia cada lado, siguiendo la metodología propuesta por Brothers (1991). Este protocolo abarca una superficie menor que la propuesta por CCAMLR (500x500 m), debido a que esta última resulta en un alto grado de incerteza en los estimados de composición y abundancia (J.A., experiencia personal); además, el área propuesta de muestreo corresponde más fidedignamente al área de interacción de las aves y la línea de pesca. Durante los calados nocturnos, sin embargo, las luces de popa permiten por lo general, una distancia máxima de visibilidad de 50 m (Ashford *et al.* 1994). En ambos casos, los datos de abundancia son expresados en términos de densidad de aves (aves/m²), para su comparación. Los muestreos se realizaron en los 5 minutos previos y posteriores al calado de la línea con anzuelos, a diferencia de otros estudios, a fin de darle mayor dedicación a la observación de las interacciones de las aves con los anzuelos cebados durante todo el proceso de calado y considerando que sólo se contó con un observador por barco.



En la faena de virado, la composición y abundancia de las aves presentes alrededor del barco fue registrada en tres períodos: 1 hora después de recuperado el primer anzuelo; en la mitad de la línea; 1 hora antes de finalizar el virado de la línea con anzuelos. El área de cobertura del censo comprendió 300 m desde cada banda y extremo de la embarcación (600x600 m). Este protocolo permitió estimar la abundancia relativa de las especies asociadas al barco (aves / m²) durante el proceso de virado de la línea. En consideración de que el descarte de la fauna acompañante y desechos de producción atraen a las aves (Ashford *et al.* 1995), se realizaron censos de las aves atraídas por éstas en el caso de que los desechos fueran vertidos en momentos puntuales de la faena; en caso de ocurrir una expulsión continua de desechos de pesca, su impacto ya estaba incluido en el protocolo descrito.

En particular, la descripción de la composición y abundancia de la avifauna se realizó considerando el máximo número de individuos presentes por especie y lance. Con el fin de obtener un índice comparable de la abundancia de aves alrededor de las embarcaciones, solo se emplearon aquellos censos realizados durante el día y con una visibilidad de 300 m alrededor de la embarcación.



METODOLOGÍA RESPECTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 3

En programas que incluyen observadores científicos, una de las preguntas más importantes considera establecer el nivel adecuado de cobertura de observadores para de esta manera obtener datos estadísticamente significativos. En consecuencia, uno de los objetivos de este proyecto fue el determinar el número de lances a ser observados con el fin de que la media de la captura incidental pueda ser estimado con cierto nivel de precisión, asumiendo que la distribución de las capturas es el mismo cada año. Para estos propósitos se utilizaron los métodos analíticos descritos por Hilborn y Mangel (1997), los cuales incluyen simulaciones mediante el método de Monte Carlo.

Definición del concepto de interacción

La interacción entre la pesca y los mamíferos y aves marinas, respectivamente, fue evaluada según las predicciones de las siguientes relaciones hipotéticas:

1. POSITIVA-POSITIVA: Los resultados de este tipo de interacción son beneficiosos para ambas partes (*e.g.* la presencia de cachalotes disminuye pérdidas de pesca ocasionadas por calamares debido a que este se alimenta principalmente de éstos);
2. NEGATIVA-POSITIVA: Los mamíferos y aves marinas se ven beneficiadas por la actividad pesquera, sin embargo la pesquería se ve afectada por su presencia (*e.g.* pérdidas y daños a la pesca ocasionada por depredación de mamíferos marinos en la línea);
3. NEGATIVA-NEGATIVA: Ambas partes se ven afectadas por la actividad de la otra (*e.g.* captura incidental y muerte de un ave o mamífero marino en el arte de pesca, con la consiguiente pérdida de la pesca y/o el aparejo);
4. NEUTRA-POSITIVA: La interacción es nula para la pesquería y beneficiosa para las aves y mamíferos marinos (*e.g.* los mamíferos y aves marinas se benefician del descarte de fauna acompañante sin afectar el rendimiento de la captura de la especie objetivo);
5. NEUTRA-NEUTRA: No hay interacción entre la pesca y los mamíferos y aves marinas (*e.g.* hay asociación espacial y temporal entre ambas partes, sin embargo no hay evidencia de que una se vea afectada o beneficiada por la otra);
6. NEUTRA-NEGATIVA: La interacción es nula para la pesquería pero negativa para las aves y mamíferos marinos (*e.g.* desechos eliminados por la embarcación (*e.g.* plásticos, hidrocarburos) ocasionan impactos negativos sobre los mamíferos y aves marinas).



Evaluación del grado de interacción entre la pesquería y los mamíferos marinos

Cuantificación de la pesca dañada y cálculo de tasa de depredación

Se evaluó el grado de daño provocado presumiblemente por mamíferos marinos a la pesca y al arte de pesca, mediante observación directa, registro en formularios y fotografías de las diferentes evidencias encontradas. Con el propósito de estimar la pérdida efectiva ocasionada por mamíferos marinos se cuantificaron y midieron los restos de peces encontrados en la línea. Esta información fue contrastada con relaciones alométricas longitud-peso para la especie depredada, con el propósito de evaluar si hay preferencia por ciertas especies o tamaños de peces. Entre éstas, se empleó la distancia interorbital y la talla de los labios. Esto último se realizó considerando que la cabeza o labios son generalmente la única evidencia del ataque de cetáceos sobre la pesca del espinel (Hill *et al.* 1999).

La pesca dañada y el total de bacalaos capturados fueron utilizados para determinar una tasa de depredación por lance completo (TDLC%), la cual es similar a aquella utilizada por Yano & Dahlheim (1995) en el Pacífico Norte. Esta fue calculada a partir del número de bacalaos dañados (extrapolando al lance completo) y expresada como un porcentaje del total de la captura obtenida durante cada lance, según la siguiente relación:

$$(1) \quad \text{TDLC (\%)} = \left(\frac{ND}{NT + ND} \right) * 100,$$

Donde: *ND* corresponde al número de pescados con evidencias de haber sido dañados por mamíferos marinos; *NT* es el número total de pescados sin evidencia de haber sido dañados.

Conociendo el número total de piezas dañadas y no dañadas se extrapoló la depredación de bacalaos al total de la flota con el fin de conocer la pérdida monetaria (*PM*) presumiblemente ocasionada por mamíferos marinos según la siguiente relación:

$$(2) \quad PM (\$) = VPP * CBMM * FC,$$

Donde: *VPP* corresponde al valor promedio del producto calculado a partir del precio por kilogramo (USD \$10; *CBMM* es el consumo de bacalaos atribuible a mamíferos marinos extrapolado al total de la flota y *FC* es un factor de conversión de individuos dañados a kilogramos (media = 7,8 kg).



Evaluación del impacto de los mamíferos marinos sobre la CPUE

La rentabilidad de una pesquería depende principalmente de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE); de manera tal que si la CPUE disminuye, la utilidad también lo hará. Según Zuleta *et al.* (1996) las reducciones de la biomasa desovante del bacalao de profundidad, provocada por la pesquería Sur-Austral chilena, superaban en 1996 los umbrales recomendados por las políticas precautorias de la Comisión para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos (CCAMLR). Debido a que en esos años la interacción entre los cetáceos y esta pesquería recién comenzaba a conocerse y describirse, el estudio no contempló la inclusión del efecto de la explotación adicional ocasionada por los cetáceos en los cálculos de la CPUE y cuota total permisible (CTP).

Se propone incorporar en este proyecto los efectos de la explotación ocasionada por los cetáceos con el fin de evaluar si el impacto de éstos sobre la pesquería pudiera tener un efecto negativo sobre la biomasa del stock de bacalao de profundidad.

Con este propósito se utilizará el modelo determinístico de Schaefer, elegido por su parsimonia (Hilborn y Mangel 1997). Este modelo incorpora un parámetro adicional a un modelo logístico estándar, la captura por pesca (C_t).

Por tanto, si B_t es la biomasa del stock que es vulnerable a la pesquería durante el comienzo del período t , se asume que

$$(3) B_{t+1} = B_t + rB_t \left(1 - \frac{B_t}{K}\right) - C_t,$$

donde r es la tasa de crecimiento, K es el tamaño poblacional en equilibrio en la ausencia de captura y C_t es la captura al tiempo t .

Con el fin de incorporar la explotación atribuible a los cetáceos como factor aditivo al parámetro de mortalidad por pesca C_{tr} , se incorpora la $CBMM_t$, de manera que el modelo resultante correspondería a:

$$(4) B_{t+1} = B_t + rB_t \left(1 - \frac{B_t}{K}\right) - (C_t + CBMM_t)$$



Ahora bien, si se considera que se desconoce B_t , es conveniente convertir este parámetro a un índice de abundancia (I_t), el cual es similar a la CPUE debido a que se asume una proporcionalidad con la abundancia del recurso.

$$(5) B_t = \frac{I_t}{q} \therefore I_t = qB_t,$$

donde I_t es el rendimiento al tiempo t y q es el coeficiente de capturabilidad.

Reemplazando la segunda relación en la ec. 5, se obtiene el modelo a utilizar en la determinación del impacto de la pesquería más la depredación ocasionada por los cetáceos sobre la estimación de abundancia del stock de bacalao de profundidad:

$$(6) I_{t+1} = I_t + rI_t \left(1 - \frac{qK}{I_t} \right) - q(C_t + CBMM_t) + \varepsilon_t, \text{ [Ecuación 5]}$$

donde ε_t es el error de observación al tiempo t , el cual tiene una distribución normal con media 0 y desviación estándar σ_v .

Este modelo consta de sólo tres parámetros desconocidos, siendo los restantes parámetros fácilmente cuantificables. La estimación de K , q y r , será realizada mediante el método de mínimos cuadrados o máxima verosimilitud dependiendo de la distribución de los datos que se obtengan.

Evaluación del grado de interacción entre la pesquería y las aves marinas

Continuando con el esquema de evaluación de los potenciales tipos de interacción, se realizaron registros tanto de aquellas interacciones perjudiciales para las aves marinas como para la flota pesquera.

En particular, se pretende evaluar el grado de mortalidad incidental de las aves marinas, así como de las interacciones no letales, pero cuyas consecuencias son difíciles de evaluar (e.g. enganche de un anzuelo en alas o patas durante el virado; Brothers 1991, Brothers y Foster 1997, Weimerskirch y Jouventin 1987). Por otro lado, la tasa de disminución del esfuerzo real



de pesca, debido a la pérdida de carnada durante el calado por la acción de las aves marinas, también será evaluada (Ashford *et al.* 1995, Brothers y Foster 1997).

Interacción de las aves marinas hacia la pesca

La atracción de las aves marinas hacia los barcos de pesca se debe a dos factores principales: consumo de los descartes y desechos de producción (*i.e.* fauna acompañante, cabezas, colas y vísceras de la especie objetivo) y consumo de la carnada de los anzuelos durante el calado y virado (Ashford *et al.* 1995, Brothers 1991).

Desde la perspectiva de las operaciones de pesca, el robo de carnada desde los anzuelos cebados durante la operación de calado, significa una reducción en el esfuerzo real de pesca, la que puede llegar hasta un 26% de la línea (Brothers y Foster 1997). Esta pérdida de carnada significa un menor rendimiento de pesca y un aumento en los costos de operación (Brothers 1991).

La evaluación de la tasa de robo de carnada durante el calado, se realizó mediante la observación directa de toda la línea con anzuelos, en cada evento de calado. Para una correcta cuantificación de las pérdidas por interacción con las aves, se debe evaluar conjuntamente la tasa efectiva de anzuelos cebados que entran al agua, debido a pérdidas mecánicas comunes a todos los sistemas de pesca (Ashford *et al.* 1995, Brothers 1991).

La tasa efectiva de anzuelos cebados que entran al agua fue determinada mediante observación directa de la línea, a través de tres muestras en cada calado. Cada muestra comprendió la observación de tres cajas con anzuelos cebados (cada caja representa app. 34 anzuelos cebados), contabilizándose en cada oportunidad el número de carnadas perdidas por causas mecánicas (ajenas a las aves). Además, se registró el tiempo que demoran en ser calados los anzuelos de las tres cajas, lo que permitió obtener un estimado de la tasa de calado (anzuelos/minuto). Ambas tasas fueron estimadas en función de la media y varianza de las tres mediciones realizadas, según las siguientes relaciones:

$$(7) \quad TEAC = \frac{(NAC - NCP)}{NAC} = 1 - \frac{NCP}{NAC} \quad y$$

$$(8) \quad TC = \frac{NAC}{T}$$



Donde: TEAC: tasa efectiva de anzuelos calados; NCP: nro. de carnadas perdidas antes de que el anzuelo entre al agua; NAC: nro. de anzuelos cebados observados; TC: tasa de calado; T: tiempo (minutos).

Por último, la tasa de robo de carnadas por las aves desde los anzuelos calados (TRCA), fue obtenida a partir de la estimación directa del número de carnadas robadas por las aves (NCRA) dividido por el número efectivo de anzuelos cebados que llegan al agua. Ésta será obtenida a partir del número total de anzuelos calados, multiplicado por la TEAC ($\bar{x} \pm d.s.$). La función que describe la TRCA es la siguiente:

$$(9) \quad TRCA = \frac{NCRA}{NTAC * TEAC}$$

Donde: NTAC: número total de anzuelos calados.

El NCRA es difícil de cuantificar, debido a la conducta de agregación de las aves cuando una de ellas ha logrado capturar una presa, a las diferentes tasas de éxito de captura entre especies y bajo distintas condiciones ambientales (Ashford *et al.* 1995, Brothers y Foster 1997). Éstos problemas inciden en una frecuente subestimación de la tasa de robo de carnada (Brothers y Foster 1997). Para enfrentar este problema, dos estimadores de la tasa de consumo de carnada por las aves fueron evaluados: (i) número de aves que atacan efectivamente a una carnada, (ii) número de aves que efectivamente consumieron una carnada. A partir de éstos dos estimados de TRCA fueron obtenidos, siendo la certeza de cada uno evaluado a través de la experiencia personal de los observadores científicos a bordo.

La TRCA representa el nivel de reducción del esfuerzo efectivo de pesca por interacción con las aves. A partir de los rendimientos promedio de la pesquería, en N° de bacalaos / 1000 anzuelos efectivamente calados (considerando sólo la pérdidas por acción mecánica, NTAC*TEAC), se puede estimar el impacto económico global que las aves tienen sobre esta pesquería. Un estimador de éste impacto viene dado por:

$$(10) \quad PM(\$) = VPP * CPUE * NAEC * TRCA$$

Donde: VPP: Valor promedio del producto calculado a partir del precio por kilogramo por mes, CPUE: Kg de bacalaos/1000 anzuelos cebados efectivamente calados; NAEC: número de anzuelos efectivamente calados (sólo incluye pérdidas de carnada por acción mecánica).



Interacción de la pesquería hacia las aves marinas

Interacciones letales para las aves

El robo de carnada desde los anzuelos cebados no sólo genera un efecto negativo para la pesquería, sino que también para las aves marinas ya que es durante este proceso cuando ocurre la principal mortalidad incidental de aves marinas.

La tasa de captura incidental corrientemente empleada por los programas de monitoreo internacional de mortalidad incidental de aves marinas corresponde al número de aves muertas por cada 1000 anzuelos calados. La estimación de ésta se realiza generalmente durante el virado de la línea. Sin embargo, son varios los estudios que señalan una importante subestimación de ésta, debido a las potenciales pérdidas durante el descenso de la línea, su permanencia en el fondo y su posterior ascenso (Ashford *et al.* 1995, Brothers 1991, Brothers y Foster 1997). Por este motivo, se implementaron dos estimadores de la tasa de captura incidental de aves, uno durante el calado (*in situ*) y el segundo, durante el virado (*a posteriori*).

En el primero, en conjunto con la estimación de la TRCA, el observador registró el número de aves enganchadas y aquellas que no pudieron liberarse de la línea, siendo arrastradas al fondo.

Posteriormente, el número de aves recuperadas muertas durante el virado de la línea fue contabilizado. Los cuerpos recuperados fueron determinados al nivel de especie, muestreados y conservada su cabeza para su posterior examen en laboratorio.

Ambos estimadores permitirán tener un rango del grado de mortalidad incidental de aves marinas por efecto de la pesquería. Sin embargo, para fines comparativos con los programas internacionales de evaluación de la captura incidental de aves marinas, el segundo método (*a posteriori*) fue empleado como el estimador válido.

Para una adecuada cuantificación de la tasa de captura incidental de aves marinas, es importante determinar adecuadamente el esfuerzo de observación. En consideración a que el punto adecuado de observación de la línea es por sobre la ventana de virado, debiendo el observador mantenerse en el lugar a pesar de las condiciones de viento y bajas temperaturas, cada período de muestreo se extendió aproximadamente por una hora durante malas condiciones. La tasa de captura incidental de aves marinas fue finalmente estimada a partir



del número total de anzuelos observados por virado, determinado a partir del % de cobertura de observación del virado y el total de anzuelos presentes en esa línea, restando el tiempo de las interrupciones durante el proceso de virado.

Sin embargo, debido a que la captura de aves es altamente agregada (Ashford *et al.* 1995), se requiere de una alta cobertura de la línea para estimar adecuadamente la tasa de captura incidental en cada lance (Hilborn y Mangel 1997). Por ello, durante cada lance se realizó la observación directa de a lo menos el 50% del tiempo de virado de la línea. En la práctica, esto se tradujo en que el observador alternara períodos de 1 hora de observación directa de la línea, con períodos de 1 hora en los cuales llevó a cabo otras tareas asignadas, así como también otras de tipo domésticas y alimentación. El registro de esta información fue acompañado de un detallado cronograma de actividades realizadas por el observador.

En conjunto, este protocolo permitió estimar con gran exactitud la tasa de captura incidental de aves marinas para cada lance 'y' y barco 'b', $TCIA_{ib}$.

Los datos de captura incidental fueron analizados preliminarmente para cada temporada por separado, sobre la base de unidades espaciales (grillas) de $1^{\circ}S \times 1^{\circ}W$ y para cada barco por separado. Los dos primeros factores obedecen a las potenciales diferencias en la distribución espacial y temporal de las aves, mientras el último radica en las diferentes tasas de captura incidental existentes entre barcos y flotas (Moreno *et al.* 1996).

Por consiguiente, la media y varianza de la tasa de captura incidental (aves / 1000 anzuelos) de cada barco, separada por grillas y temporadas, será estimada según:

$$(11) \quad E(TCIA_{gt}) = \frac{\sum^{N_{bgt}} TCIA_{ibgt}}{N_{bgt}} \quad y$$

$$(12) \quad Var(TCIA_{gt}) = \frac{\sum^{N_{bgt}} (TCIA_{ibgt} - E(TCIA_{gt}))^2}{N_{bgt} - 1}$$

Donde: $TCIA_{gt}$: tasa de captura incidental de aves (TCIA) para la grilla 'g', durante la temporada 't'; $TCIA_{ibgt}$: TCIA del lance 'y' del barco 'b', en la grilla 'g', durante la temporada 't'; N_{ibgt} : número de lances realizados por el barco 'b', en la grilla 'g', durante la temporada 't'.



Posteriormente, según el resultado del análisis de los factores más vinculados con la captura incidental de aves marinas, se estimaron índices de captura incidental más globales.

Otro factor a considerar en la estimación de la tasa global de captura incidental, es el nivel de cobertura de la flota con observadores científicos. Debido a limitaciones económicas, el número de barcos y viajes de pesca a monitorear fueron bajos. El potencial impacto de este factor sobre la estimación de la tasa global de captura incidental de aves marinas fue evaluado al término del proyecto, mediante una simulación de Montecarlo, siguiendo la metodología propuesta por Hilborn y Mangel (1997).

Finalmente, se procedió a estimar la captura incidental total de aves marinas para la pesquería del bacalao en las regiones X a XII, durante la temporada de pesca 2002/2003 (abril 2002 a marzo 2003). Para esto, se utilizó la información del esfuerzo de pesca (número de anzuelos calados) por zona (e.g. grillas de 1°S x 1°W) y la TCIA promedio por zona, temporada y flota.

La función tentativa que estima la captura total de aves marinas, en la pesquería y regiones especificadas, viene dada por:

$$(13) \quad CTA = \sum_{t=1}^T \sum_{f=1}^F \sum_{z=1}^Z E(TCIA_{zft}) * EP_{zft}$$

Donde: CTA: captura total de aves; $TCIA_{zft}$: tasa global de captura incidental de aves marinas en la zona 'z', por la flota 'f', durante la temporada 't'; EP_{zft} : esfuerzo de pesca (número de anzuelos calados) en la zona 'z', por la flota 'f', durante la temporada 't'.

El intervalo de confianza de la CTA será estimado a partir de la $Var(TCIA_{zft})$, asumiendo que la distribución de las tasas de captura incidental ($TCIA_i$) son asintóticamente normales (Klaer y Polacheck 1997). No obstante lo anterior, se probará el ajuste de tales datos a otras distribuciones de probabilidad, evaluándose éstos mediante una prueba de χ^2 (Hilborn y Mangel 1997).

Un método alternativo de evaluar la captura incidental de aves marinas fue también implementado. Conociendo las limitaciones en la cobertura de muestreo de la flota, la extrapolación de las tasas de captura incidental puede generar una importante sobre o subestimación de la captura total de aves estimada. Por ello, se implementó un modelo alternativo de estimación de la captura incidental, con un menor número de parámetros, pero



que incluye el patrón de sobreposición espacial de las poblaciones de albatroses que nidifican en Chile, así como información de varias de las especies de albatroses que visitan estas aguas durante el período no-reproductivo.

Este modelo incluye: (i) una estimación de la tasa de captura incidental por especie de ave, por flota (industrial y artesanal) y temporada; (ii) el esfuerzo de pesca (número de anzuelos calados) por unidad espacial (grillas de 0,5°S x 0,5°W) y temporada, a ser solicitado al SERNAPESCA; y (iii) un índice del uso relativo de cada unidad espacial, por temporada, por las diferentes especies de aves marinas (en % del tiempo total). Esta metodología ha sido usada anteriormente por Moloney *et al.* (1994), de la Mare y Kerry (1994) y Weimerskirch *et al.* (1997), con resultados satisfactorios.

El modelo propuesto, para cada flota (industrial y artesanal) por separado, es el siguiente:

$$(14) \quad CTA_f = \sum_{t=1}^T \sum_{s=1}^S \sum_{g=1}^G TCIA_{st} * EP_{gt} * IUT_{gst} * FC_{st}$$

Donde: CTA_f : captura total de aves por la flota 'f'; $TCIA_{st}$: tasa de captura incidental de aves de la especie 's' durante la temporada 't'; EP_{gt} : esfuerzo de pesca para la grilla 'g' durante la temporada 't'; IUT_{gst} : índice de uso temporal de la grilla 'g' por la especie 's' durante la temporada 't'; FC_{st} : factor de corrección del IUT, para la especie 's' durante la temporada 't'.

La estimación de la varianza del modelo se realizará según Seber (1973), siguiendo a Klaer y Polacheck (1997).

Los dos primeros parámetros del lado derecho del modelo representan una estimación gruesa del número de aves capturadas por temporada; los dos últimos parámetros corresponden a un índice de corrección, a partir del uso temporal del hábitat por parte de las aves.

El factor de corrección planteado en el modelo se estimó mediante un ajuste no-lineal del modelo para cada especie y grilla, empleando como variables de entrada la captura estimada de aves por especie en una determinada grilla, en función de las tasas de captura incidental registradas y el esfuerzo de pesca para esa grilla (siguiendo la ecuación 11). El ajuste se realizó mediante mínimos cuadrados, empleando el programa SYSTAT v. 10. El factor de corrección por especie y temporada obtenido permitió proyectar la captura incidental de aves



marinas, modelado por la distribución espacial de éstas, hacia aquellas grillas donde exista esfuerzo de pesca, pero no existan datos sobre la tasa de captura incidental.

Para la implementación de este modelo, se contó con (1) los datos de esfuerzo de pesca a escala gruesa (proveídos por el SERNAPESCA); (2) patrón de dispersión espacial de las poblaciones de albatroses de ceja negra y cabeza gris, las cuales forman parte de la tesis doctoral de J.A. y de un proyecto en ejecución en cooperación con la Australian Antarctic Division; (3) distribución en aguas nacionales de diversas especies de albatroses que nidifican en islas de Nueva Zelanda y Australia, las cuales fueron facilitadas por el Dr. C.J.R. Robertson y el Dr. G. Robertson.

Interacciones no letales para las aves

Existen al menos dos otras fuentes de interacción entre la pesquería y las aves marinas: (i) durante el virado de la línea, (ii) en la expulsión de los descartes y desechos de producción. La interacción de las aves con la pesquería durante la faena de virado, obedece principalmente a la atracción de éstas hacia las carnadas remanentes en los anzuelos; adicionalmente, las aves consumen la fauna acompañante que es descartada antes de subirla al barco (J.A., observación personal).

Este tipo de interacción fue evaluado por observación directa, en conjunto con los muestreos de captura incidental (ver sección anterior, *Interacciones letales para las aves*), contabilizándose el número de carnadas robadas desde los anzuelos y el número de aves enganchadas. En el primer caso, se registró si el ave ingirió o no el anzuelo; esto tiene profundas implicancias en las expectativas de vida del ave o su pollo (Weimerskirch y Jouventin 1987). En el segundo caso, se registró la zona del cuerpo del cual el ave se enganchó (e.g. esófago, pico, ala, pecho, pierna), si se liberó rompiendo el reinal (i.e. con el anzuelo enganchado a su cuerpo) o sin él, o si el ave fue capturada por la tripulación del barco; en este caso, el ave será examinada, siendo el anzuelo extraído (según Brothers 1991) y el ave liberada.

Las tasas de interacciones no letales (TEIA) y la captura no-letal (EITA) de aves marinas fueron evaluadas de forma similar a la captura incidental (ecuaciones 9, 10 y 11). En este caso, se estimarán índices separados para los siguientes casos: (i) el ave arranca con el anzuelo enganchado, (ii) el ave logra zafarse del anzuelo; (iii) el ave es retenida, el anzuelo retirado y el ave liberada.



Adicionalmente, se registró la conducta de las aves ante los eventos de evacuación de desechos de producción y la fauna acompañante. Para ello, se registró la periodicidad de estos eventos, la abundancia y composición de aves atraídas y su potencial efecto sobre los otros índices de interacción. Esto último implica conocer la banda por la cual se botan los desechos de producción y su relación con el virado de la línea (*i.e.* si aumenta o disminuye la abundancia y nivel de interacción de las aves con la faena de virado). El horario del descarte puede también tener incidencia en la concentración de aves durante el calado (Brothers y Foster 1997; Cherel *et al.* 1996).

Diseño de muestreo

Para la identificación del patrón espacial y temporal de las interacciones entre aves y mamíferos marinos con la flota pesquera, se realizó el siguiente protocolo de muestreo:

Patrón Espacial

Para el análisis a escala gruesa de los datos, se dividió el área de estudio según:

Región	Rango de Latitud
X	39°00,00'S a 42°59,99'S
XI	43°00,00'S a 47°59,99'S
XII norte	48°00,00'S a 52°59,99'S
XII sur	53°00,00'S al sur

La separación de la XII región en dos zonas estadísticas, se debe a la mayor extensión de esta región respecto a las anteriores y a la presencia de dos importantes colonias de albatroses en la zona más austral. Esta última característica podría inducir patrones diferenciales, principalmente durante el período de crianza del pollo.

La unidad básica de muestreo correspondió a un lance, el cual incluye el calado y virado de una misma línea. Sin embargo, debido a diferencias en las tasas de interacción con aves (ver Moreno *et al.* 1996) y mamíferos marinos entre barcos, las cuales pudieran reflejar diferencias en sus maniobras, el factor 'barco' fue considerado.

A fin de extrapolar los resultados obtenidos en el presente estudio al total de la flota y teniendo presente el componente espacial en las potenciales interacciones de ésta con las aves y mamíferos marinos, se empleó la información de la distribución espacial y temporal de la flota de pesca y su esfuerzo. Ésta fue obtenida a través del programa de monitoreo con



transmisores satelitales desarrollado por la Subsecretaría de Pesca, en conjunto con la información de esfuerzo de pesca recopilada por el Servicio Nacional de Pesca.

Dicha información fue incluida en el modelo de predicción para la interacción de aves y mamíferos marinos (conjunta o separadamente, según resultados del ajuste) con la pesquería y viceversa (considerando los efectos perjudiciales sobre las poblaciones de los primeros por un lado, y la disminución en la eficiencia de pesca en el segundo).

Patrón Temporal

A fin de obtener un adecuado registro de la captura incidental y/o interacción potencial, considerando que el grado de vulnerabilidad de las aves depende de la etapa del ciclo reproductivo (incubación, crianza del pollo, dispersión y etapa no-reproductiva) y teniendo presente el período de veda de esta pesquería (01 de junio a 31 de agosto), se coordinaron los embarques con estos períodos claves en la historia natural de las aves marinas.

El período de cierre de la pesquería industrial coincide con la fecha de arribo a nuestras aguas de aquellas especies que se reproducen en islas de Nueva Zelanda y Australia (*e.g. Diomedea epomophora, D. sandorfi, D. eremita*). Por tanto, hay un vacío en la información sobre la presencia de aves y mamíferos en la zona al sur del paralelo 47° S durante el otoño e invierno.

Con el propósito de identificar las diferentes áreas y períodos durante los cuales se producen mayores interacciones entre la pesquería y las aves y mamíferos marinos, se confeccionaron mapas de distribución espacial y temporal mediante software de SIG.

Análisis descriptivo de los datos

La información recopilada para cada una de las interacciones descritas, fue analizada en primera instancia mediante estadística descriptiva. Este análisis buscó determinar la frecuencia de ocurrencia de los fenómenos, las relaciones más evidentes y las funciones de probabilidad que pueden ser asociadas a cada una a través de los ejes espacio - temporales considerados anteriormente.



Caracterización del régimen operacional de la flota

A fin de determinar los principales factores asociados con la interacción entre la pesquería y las aves y mamíferos marinos, se realizó una descripción del universo de variables registradas.

Los factores utilizados se basan en parte en los trabajos de Ashford *et al.* (1995), Brothers (1991), Brothers y Foster (1997), Hill *et al.* (1999), Moreno *et al.* (1996), CCAMLR (1999) y Yano y Dahlheim (1995). Entre los factores más importantes que inciden en la tasa de mortalidad incidental de aves marinas, se encuentran la hora de calado y la tasa de hundimiento de la línea. Esta última se encuentra estrechamente ligada con la distancia y peso de los muertos empleados en menor grado, con el estado de la carnada (congelada/descongelada) y estado de la vejiga natatoria (intacta/punzada). Asimismo, el tipo de arte de pesca empleado tiene una gran influencia sobre el nivel de interacción con las aves marinas. Por ejemplo, el sistema Noruego presenta una tasa significativamente menor de captura incidental que el sistema español (Løkkeborg 1998). Por otro lado, se ha demostrado que el sistema de pesca vertical, utilizado por la pesca artesanal, presenta mínimas tasas de captura incidental de aves (Moreno y Rubilar 2001¹).

Otros factores importantes en la captura incidental de aves marinas, son las condiciones ambientales (intensidad del viento y oleaje) y la abundancia y composición específica de aves marinas siguiendo al barco al momento del calado (Brothers y Foster 1997).

Asimismo, la composición específica de las aves que siguen al barco incide en la tasa global de aves capturadas (Brothers y Foster 1997). Este último depende tanto de la ubicación espacial del barco al realizar el calado (cercanía a la costa; cercanía a una colonia reproductiva), como a la época del año en que se está pescando.

Las características de la embarcación, régimen operacional, factores ambientales y humanos, entre otros, evaluados en relación con el grado de interacción con aves y mamíferos marinos, son señalados a continuación:

¹ Rubilar P y C Moreno (2001) Seabird incidental mortality arising from artisanal fisheries off south-central Chile. Documento IMAF/CCAMLR, Hobart, Australia. 29 pp.



Características del barco

- Número de tripulantes (oficiales / marineros).
- Eslora (m).
- Manga (m).
- TRG (Ton).
- Capacidad de bodega (Ton).
- Tipo de producto (fresco-refrigerado, congelado, otros).
- Altura del punto de calado (m.s.n.m.).
- Altura de la ventana de virado (m.s.n.m.).
- Banda de la ventana de virado.
- Banda de la compuerta de expulsión de los descartes y desechos de producción.

Características del arte de pesca

- Sistema de pesca: español, noruego, línea vertical, otro (describir);
- Tipo de carnada: calamar/pota, sardina, otros;
- Características de la carnada al calar: congelada, semicongelada, descongelada; trozada, entera; con la vejiga natatoria intacta o punzada;
- Material línea madre; grosor línea madre (mm);
- Material línea retenida (de existir); grosor línea retenida (de existir);
- Material reinales (nylon monofilamento, nylon trenzado, otros);
- Grosor reinales (mm).
- Tamaño anzuelos (apertura, en mm); modelo anzuelos;
- Características de los muertos empleados (Kg; material; otros);
- Diseño del arte de pesca: dibujar esquema del aparejo de pesca;
- Distancia entre anzuelos (cm);
- Distancia entre retenidas (de existir; en m);
- Distancia entre los muertos (m);
- Técnica de calado: velocidad del buque (nudos);
- Hora de calado;
- Empleo de algún método para ahuyentar a las aves (*i.e.* línea espantapájaros, otro).



Características del régimen operacional del barco

Durante cada lance se registraron los siguientes factores:

Durante calado: Velocidad de calado; dirección del barco; hora inicio calado línea madre; posición inicio calado línea madre (Latitud y Longitud, en grados y minutos); profundidad al inicio calado línea madre (m); hora inicio calado línea con anzuelos; hora término calado línea con anzuelos; hora término calado línea madre; posición término calado línea madre (Latitud y Longitud, en grados y minutos); profundidad al término calado línea madre (m); distancia de la costa (mn); cantidad de focos encendidos (cuando corresponda); tasa de calado de anzuelos (anzuelos/minuto); número de anzuelos calados; longitud línea con anzuelos (m); ocurrencia de expulsión de desechos (antes, durante, después).

Durante virado: hora inicio virado línea madre; posición inicio virado línea madre (Latitud y Longitud, en grados, minutos y segundo); profundidad al inicio virado línea madre (m); hora inicio virado línea con anzuelos; hora término virado línea con anzuelos; hora término virado línea madre; posición término virado línea madre (Latitud y Longitud, en grados y minutos); profundidad al término virado línea madre (m).

Condiciones ambientales

Durante las faenas de calado y virado, se incluyó además el registro de determinadas variables medioambientales, muchas de las cuales inciden en el grado de interacción de aves y mamíferos marinos (o su detección) con las operaciones de pesca (Moreno *et al.* 1996, Brothers y Foster 1997).

Calado y virado: Fase lunar; nubosidad; altura del oleaje; viento (Beaufort, intensidad, dirección); temperatura superficial del agua de mar (°C); temperatura del aire (°C); y presión atmosférica (cuando posible).



Evaluación de los principales factores que determinan el grado de interacción de la pesquería con las aves y mamíferos marinos

Con el fin de evaluar cuales son los principales factores que influyen en la magnitud de las interferencias, seleccionadas variables de aquellas señaladas anteriormente, fueron analizadas mediante un modelo lineal generalizado (GLM). La inclusión de aquellos factores más vinculados con la variable respuesta fue determinada mediante un análisis de la desviación explicada por cada uno de ellos, a través de la incorporación secuencial de éstos (método *stepwise*). La significancia de la incorporación de cada factor fue determinada a través de una prueba de χ^2 con (p-q) grados de libertad. Adicionalmente, el nivel adecuado de grados de libertad a incorporar en el modelo fue estimado mediante el Criterio de Información de Akaike (Venables y Ripley 1997).

El tipo de distribución de probabilidad a emplear en el modelamiento de cada tasa fue determinado a través de un análisis descriptivo de los datos, siendo cada ajuste evaluado mediante una prueba de χ^2 (Hilborn y Mangel 1997).



RESULTADOS

CURSO-TALLER PARA OBSERVADORES CIENTÍFICOS

En diferentes universidades del país durante noviembre de 2001 se llamó a concurso para participar como observadores científicos en el proyecto FIP 2001-31. Concurrieron al llamado un total de 19 postulantes, de los cuales 17 fueron aceptados después de una selección preliminar al considerarlos como los más idóneos para participar en las etapas de terreno de este proyecto según sus antecedentes. Los 17 postulantes pre-seleccionados fueron convocados para participar en un curso-taller realizado entre el 8 y 10 de diciembre de 2001 en la Sala de Seminarios del Instituto de Ecología y Evolución de la Universidad Austral de Chile, ubicado en el Campus isla Teja, Valdivia, Chile.

El curso contó con la participación de:

-Carlos A. Moreno,

Profesor de Biología, Doctor en Ciencias; Ecólogo marino, Representante científico nacional ante la CCAMLR, Coordinador nacional del IMALF.

-Graham Robertson,

PhD en ecología de aves marinas; Miembro del *Seabird Specialist Group* del *Scientific Committee on Antarctic Research* (SCAR); Investigador principal del programa AMLR de la Australian Antarctic Division.

-Rodrigo Hucke-Gaete,

Biólogo Marino, candidato a Doctor en Ciencias; Especialista en mamíferos marinos, Observador científico e investigador de la Comisión Ballenera Internacional.

-Javier Arata,

Biólogo Marino, candidato a Doctor en Ciencias; Especialista en aves marinas, Observador científico ante la CCAMLR.

-Claudio Vera,

Biólogo Marino, Observador Científico ante la CCAMLR.

Durante las clases intensivas, se abarcaron tópicos generales relacionados con el problema a resolver, así como también materias específicas tales como el perfil, tareas y comportamiento del observador científico.



En este contexto, se abordaron los siguientes temas:

1. Antecedentes y objetivos del proyecto (Dr. C.A. Moreno).
2. Interacción entre las pesquerías y las aves marinas en un contexto mundial (Dr. G. Robertson).
3. Mamíferos y aves marinas del Sur de Chile: caracteres diagnósticos de determinación y biología general (c. Dr. R. Hucke-Gaete, c. Dr. J. Arata).
4. Descripción de las actividades y tareas del observador científico (c. Dr. R. Hucke-Gaete, C. Vera y c. Dr. J. Arata).
5. Criterios de seguridad y comportamiento a bordo de una embarcación pesquera (Dr. C. Moreno y C. Vera).

Los participantes fueron evaluados al finalizar en curso mediante dos controles (Determinación de especies de aves y mamíferos marinos / Interpretación de información y llenado de formularios). Finalmente, se utilizaron los siguientes criterios de selección para conformar un escalafón de posibles observadores: participación en el curso, nota controles, situación académica, experiencia previa, intención de realizar tesis o práctica y disponibilidad de tiempo. Todos los participantes aprobaron el curso y se les entregó un certificado de participación.



EMBARQUE INDUSTRIAL EXPLORATORIO PREVIO A LA ADJUDICACIÓN DEL PROYECTO

Se presentan los resultados obtenidos por el observador científico Sr. Claudio Vera, a bordo de un barco factoría entre el 1 de septiembre y 10 de noviembre de 2001, en la XII región de Chile.

La marea cubierta por el observador tuvo un esfuerzo de pesca de 397.250 anzuelos calados en 53 lances, con una captura total de 30.448 Kg de HG (53.418 Kg bacalao entero; Factor Conversión = 0,57). La distribución de los lances es presentada en la Figura 1.

RESPECTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 1

Determinación de las especies de mamíferos marinos que interactúan con la pesquería del bacalao de profundidad

Durante el embarque exploratorio, se realizaron observaciones de mamíferos marinos durante los períodos de navegación hacia los caladeros, el calado de la línea y también durante el virado. Se determinó la presencia de cinco especies de cetáceos: Delfín austral, *Lagenorhynchus australis*, Delfín oscuro, *L. obscurus*, Orca, *Orcinus orca*, Calderón negro de aletas largas, *Globicephala melas* y Cachalote, *Physeter macrocephalus*. Estos registros corresponden a un 16% del total de especies posibles de avistar en la zona sur-austral (ver Anexo 1). Sin embargo, entre éstas, las únicas especies que estuvieron presentes durante la faenas de pesca correspondieron a las tres últimas, *i.e.*, la orca, el cachalote y el calderón negro (Figura 2) registrando interacciones con las dos primeras (ver resultados objetivo 3).

Durante este embarque exploratorio no se pudo utilizar la metodología acústica indicada en la propuesta original debido a que durante este embarque no se contaba aún con los fondos para adquirir los equipos.

Determinación de las especies de aves marinas presentes durante las faenas de pesca

Un total de nueve especies de aves marinas (*Diomedea exulans/epomophora*, *D. melanophrys*, *D. chrysostoma*, *Macronectes giganteus*, *Fulmarus glacialis*, *Procellaria aequinoctialis*, *Daption capense*, *Puffinus griseus* y *Larus dominicanus*) fueron avistadas alrededor de la



embarcación durante las faenas de virado. Éstas representan sólo un 19% del total de especies posibles de observar en el área, según literatura (ver Anexos 2 y 3).

RESPECTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 2

Índice de presencia relativa de mamíferos marinos

Durante el calado se registró un total de cuatro avistamientos de una única especie, el cachalote. El tamaño grupal siempre correspondió a un individuo.

Por otro lado, durante la etapa de virado se registró un total de 38 avistamientos de cachalotes, con tamaño promedio grupal de 5 individuos (rango:1-18), nueve avistamientos de orcas (media grupal= 5; rango= 3-9) y cuatro de calderones (media grupal= 9; rango= 3-15) (Figura 2).

Índice de presencia relativa de aves marinas

Un total de 9 especies fueron registradas en los censos realizados durante el virado. De estas, las especies predominantes en número fueron el petrel moteado (*D. capense*), el albatros de ceja negra (*D. melanophrys*) y el petrel gigante antártico (*M. giganteus*). (Tabla 1, Figura 3).

RESPECTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 3

Evaluación del grado de interacción entre la pesquería y los mamíferos marinos

Caracterización de las Interacciones

Prácticamente todas las interacciones operacionales ocurrieron en el eje intermedio del talud de la plataforma continental Pacífico-Sudamericana (Figura 4; Tabla 2). Éstas pudieron ser identificadas mediante la observación directa de la línea, comprobando la presencia de restos (labios, cabezas) o pescados dañados (tronco) y complementando lo anterior con el registro visual de especies de cetáceos en las inmediaciones. En una ocasión se detectó la muerte de un cachalote al enredarse en la línea, confirmando de esta manera que este tipo de interacciones negativas hacia los cetáceos también ocurre.

Se monitoreó un total de 36 lances completos, ocurriendo interacción en 19 (53%) de éstos. En 12 lances (33%) se registró la presencia de cetáceos; sin embargo, no se observó



evidencia alguna de pesca dañada. En los cinco lances restantes (14%) no se registró la presencia de mamíferos marinos, ni tampoco pesca dañada.

Cuando hubo presencia de cachalotes, el rango de captura varió considerablemente en contraste con eventos en los cuales su presencia no fue detectada (Figura 5A). Asimismo, cuando hubo presencia de orcas, los niveles de variación en la captura fueron más uniformes (Figura 5B), lo que pudiera corresponder a un efecto de la posible interacción interespecífica con los cachalotes (ver abajo).

Pesca Dañada

Durante el embarque exploratorio se recolectó y midió un total de 72 labios, nueve cabezas y un tronco, todos correspondiendo a bacalao de profundidad. Cuando se registró la presencia de cachalotes únicamente, los restos más comúnmente encontrados correspondieron a labios. Ante la presencia solitaria de orcas (un avistamiento), se encontró un labio y dos cabezas en la línea, mientras que ante la presencia solitaria de calderones, no se encontraron evidencias de depredación.

Cuando se observaron grupos mixtos de especies asociadas a la zona de pesca, la diversidad de restos pareciera aumentar, encontrando labios, cabezas y un tronco. Sin embargo, lo anteriormente expuesto es necesariamente tentativo debido a que la cantidad de información es aún insuficiente como para asignar características de restos al accionar de determinadas especies.

Debido a las características de los restos, se le atribuye tentativamente a los cetáceos observados en las inmediaciones de la zona de pesca el haber consumido / dañado un total de 82 bacalaos de profundidad. Sin embargo, cabe destacar que la depredación desarrollada por éstos sólo alcanza a un 2,27% de la captura total en los lances observados ($n=3600$) y un 1,87% de la captura total realizada ($n=4392$) (Figura 6).

De los restos medidos, sólo se consideraron los labios para análisis preliminares debido a su relativa abundancia. A partir de la relación entre la longitud de los labios y la talla (LT) de los bacalaos, se estimó la frecuencia de tallas de los pescados depredados (Figura 7).



Tasas de Depredación

Se calculó la Tasa de Depredación por Lance (TDLC%) para cada lance monitoreado. Debido a que el observador tiene múltiples actividades durante la fase de virado, la observación de la línea no puede ser cubierta en un 100%. Por esta razón la TDLC% observada fue extrapolada al 100% de la línea (TDLC% realizada) con el fin de complementar la porción no observada de ésta. Esta aproximación muy posiblemente maximiza la TDLC% real, debido a que la depredación no necesariamente ocurre de manera uniforme a lo largo de la línea. Esto podrá ser corregido a medida que se acumule una mayor cantidad de información acerca de la dinámica de depredación y de esta manera identificar una distribución acorde.

La TDLC% media correspondió a un 14% ($\pm 7,4\%$ IC 95%) fluctuando entre 0% y 82% (Figura 8). Considerando que la moda correspondió a 0% y la mediana a 1%, el impacto global de los cetáceos a la pesquería sugiere ser bajo.

La composición específica de cetáceos presentes durante un lance en particular parece presentar un interesante posible patrón cuando orcas y cachalotes están presentes durante un mismo virado, disminuye cuando ambas especies están presentes (Figura 9).

Foto-Identificación

Durante el embarque exploratorio del proyecto FIP, se logró foto-identificar individualmente a tres cachalotes con la suficiente calidad. Sin embargo, éstos no fueron reavistados durante lances sucesivos. Los registros obtenidos fueron ingresados en el catálogo de foto-identificación de cetáceos del proyecto (ver Anexo 4).

Evaluación del grado de interacción entre la pesquería y las aves marinas

Interacción de las aves marinas hacia la pesca

Desde la perspectiva de la pesquería, las aves marinas disminuyen el esfuerzo efectivo de pesca, al consumir parte de la carnada de la línea madre durante el calado. Sin embargo, para la correcta estimación de esta interacción, se debe conocer a tasa de pérdida mecánica de carnada desde los anzuelos al momento de calar. Esta viene dada por:

$$TEAC = \frac{(NAC - NCP)}{NAC} = 0,96 \pm 0,022 \text{ (n=34; CV=0,023),}$$



Una vez conocida la pérdida mecánica de carnada, la tasa de robo de carnada por las aves (TRCA) viene dada por:

$$TRCA = \frac{NCRA}{NTAC * TEAC},$$

Donde: TEAC: tasa efectiva de anzuelos calados; NAC: nro. de anzuelos cebados observados; NCP: nro. de carnadas perdidas antes de que el anzuelo entre al agua; NCRA: nro. de carnadas robadas por las aves; NTAC: nro. total de anzuelos calados.

En este último caso, la TRCA fue estimada a partir de dos estimadores: NCRA1, a partir del número de carnadas atacadas por las aves y, NCRA2, a partir del número de carnadas efectivamente consumidas por las aves. En ambos casos, la tasa de robo de carnada estimada es baja, siendo para el primer método: TRCA1= 0,26% ± 0,388% (rango: 0 – 1,82%) y para el segundo, TRCA2= 0,31% ± 0,413% (rango: 0 – 1,78%). Estos resultados son bajos, aún si se considera que muchas de las carnadas siendo consumidas se habían previamente desprendido de sus anzuelos por acción mecánica (nota del observador científico).

Interacción de la pesquería hacia las aves marinas

Interacciones Letales para las Aves

El esfuerzo de observación para la estimación de la captura incidental de aves marinas fue de 36 virados (68%), con un esfuerzo directo de observación de 62% ± 7,73% por lance, resultante en un total estimado de 267.750 anzuelos observados.

El total de aves muertas directamente observadas fue de 47 durante el calado (42 albatros de ceja negra, 3 petreles moteados y 2 fardelas negras), más 1 albatros de ceja negra muerto en el virado, al engancharse en un anzuelo y ser pasado por la maquinilla de virado.

La estimación de la tasa de captura incidental de aves marinas (CAPUE) tuvo una marcada variación mensual, con 0 aves capturadas en Septiembre, incrementándose en Octubre y alcanzando un máximo de 1,67 aves/1000 anzuelos en Noviembre (Tabla 3).



EMBARQUES INDUSTRIALES

El esfuerzo de observación de la flota industrial durante la ejecución del proyecto abarcó siete embarques entre abril 2002 y marzo 2003, con un total de 222 lances y 1.310.585 anzuelos monitoreados (Tabla 4). La distribución temporal del esfuerzo de observación estuvo fuertemente influenciada por el patrón estacional de esta pesquería, siendo bajo en invierno (12 lances), alcanzando un máximo en Septiembre y Octubre, con 78 y 61 lances muestreados, y disminuyendo progresivamente durante el verano. El área geográfica abarcó las regiones XI, XII norte y XII sur durante el invierno (muestreos en Abril y Junio). Tras la reapertura de la pesquería en Septiembre, la flota industrial permaneció en la XII región sur (Figura 10), con escasos lances realizados en la latitud 52°S, en el extremo sur de la XII región norte.

El arte de pesca empleado por la flota industrial corresponde al "palangre español". Este consta de una línea madre, a la cual van unidos los reinales, y de una "retenida" o línea de seguridad - de mayor grosor - unida a la línea madre a través de "barandillos" dispuestos cada 50-100 m (Figura 11). El material de la línea madre es monofilamento de 3-4 mm de diámetro; la retenida y los barandillos son cordeles de polipropileno de 16 mm y 8 mm de grosor, respectivamente. A la línea se le agregan "muertos" o bolsas con rocas en su interior, las cuales ayudan a mantener la línea próxima al fondo. Cada muerto pesa entre 4 y 8 Kg y son amarrados a la línea madre a intervalos de 50 m aproximadamente.

Los barcos industriales utilizaron en algunos lances un mecanismo para alejar las aves de la línea madre durante el calado, la línea espantapájaros. Esta consistió de un cordel de polipropileno a la cual se le amarraron cabos (incluso los zunchos plásticos que sujetan las cajas con las carnadas) de 1,5 m de largo a intervalos de 2 m. Estos cabos eran por lo general de colores oscuros (verde, gris o rojo). La altura y ubicación de la línea espantapájaros varió dependiendo de la intensidad del viento, procurándose por lo general el no enredar esta línea con la línea madre.

RESPECTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 1

Determinación de las especies de mamíferos marinos que interactúan con la pesquería del bacalao de profundidad

Durante el monitoreo realizado en los embarques industriales, se efectuaron observaciones de mamíferos marinos durante la navegación hacia los caladeros, el calado de la línea y también



durante el proceso de virado. Se registraron cinco especies: cachalote, *Physeter macrocephalus*, orca, *Orcinus orca*, calderón de aletas largas, *Globicephala melas*, lobo marino Sudamericano, *Otaria flavescens* y lobo fino austral, *Arctocephalus australis*. Al igual que lo observado durante el embarque exploratorio, se registró interacción con cachalotes y orcas (ver detalle en objetivo 3). Entre estas, es el cachalote la especie que ocurre con mayor frecuencia en las operaciones de pesca. En el 60% de los lances de pesca observados hubo avistamientos de cachalotes, mientras los avistamientos de orcas sólo alcanzaron al 10%. La dinámica de la ocurrencia de estas dos especies en los lances sugiere que el cachalote tiende a ocurrir con mayor frecuencia cuando las orcas no están presentes. Las orcas en cambio, lo hacen con mayor frecuencia cuando los cachalotes están presentes. Esto sugiere que la presencia de una especie no es independiente de la presencia de la otra, lo cual es apoyado por el test de χ^2 [0.05,1 gl] (Chi-square = 2.7238, p = 0.0989).

Se aplicó la técnica acústica de determinación de especies en tres de los embarques industriales una vez obtenidos los equipos necesarios. Sin embargo, no fue posible obtener grabaciones de buena calidad en ninguno de los embarques. En dos de los cuatro embarques (invernales) las condiciones meteorológicas no permitieron realizar grabaciones y en los dos embarques restantes ocurrieron interferencias con la radio del buque y el sonido de los motores que siempre están en movimiento. En consecuencia, la aplicabilidad de este método a las actividades pesqueras es bastante restringido, a menos que se llegue a un compromiso de dedicación exclusiva con las empresas y autoridades del buque acerca de la importancia de facilitar esta actividad cuando las condiciones de mar permitan realizarla.

Determinación de las especies de aves marinas presentes durante las faenas de pesca

Se determinó la presencia de un total de 20 especies de aves, correspondientes a: seis albatroses (*Diomedea epomophora*, *D. exulans*, *D. bulleri* (identificado a través de video), *D. salvini*, *D. melanophrys* y *D. chrysostoma*), nueve petreles (*Macronectes halli*, *M. giganteus*, *Daption capense*, *Fulmarus glacialis*, *Procellaria aequinoctialis*, *P. westlandica*, *Puffinus griseus*, *Halobaena caerulea* y *Pachyptila* sp.), una golondrina de mar (*Oceanites oceanicus*), un yunco (*Pelecanoides urinatrix*), un pingüino (*Pygoscelis adeliae*) y dos gaviotas (*Catharacta chilensis* y *Larus dominicanus*).

La mayoría de las especies observadas presenta una amplia distribución latitudinal (Tabla 5). Las excepciones vienen dadas por *Diomedea salvini* y *D. bulleri*, que fueron registradas solo durante Junio en la XII región norte; *Procellaria westlandica*, *Halobaena caerulea*,



Pelecanoides urinatrix, *Pygoscelis adeliae* y *Catharacta chilensis*, las cuales fueron observadas solo en la XII región sur durante Septiembre-Diciembre.

El análisis del estado reproductivo, sexo y clase de edad de las aves capturadas en la pesquería industrial fue solo posible de realizar para el albatros de ceja negra, especie que dominó en la composición específica de la captura incidental de aves marinas (Tabla 6). Los individuos capturados de esta especie fueron en su mayoría adultos (95%), predominantemente de sexo masculino (prueba de G^2 , $p < 0,000$). La proporción entre individuos nidificantes o pasivos – según presencia/ausencia de parche incubatriz en el abdomen – fue similar durante septiembre y octubre (prueba de G^2 , $p = 0,903$ y $p = 0,611$, respectivamente), pero estuvo dominado por ejemplares nidificantes en noviembre y diciembre (prueba de G^2 , $p < 0,000$ y $p = 0,029$, respectivamente) (Figura 12).

RESPECTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 2

Índice de presencia relativa de mamíferos marinos

Durante la navegación se realizaron seis avistamientos de cachalotes ($n = 10$ animales), 5 de lobo marino y 2 de lobo fino. Durante el calado se avistaron 24 grupos de cachalotes ($n = 41$) y durante el virado, se registró un total de 108 grupos de cachalotes ($n = 674$; media grupal = 6), 18 grupos de orcas ($n = 77$; media grupal = 4) y un grupo de 15 calderones (Figura 13).

La frecuencia de avistamientos de las especies más comúnmente avistadas (cachalote y orca) se encuentra, como era de esperar, estrechamente relacionada con el esfuerzo de observación (Figura 14), particularmente en el caso de las orcas. Septiembre fue el mes donde hubo un mayor número de avistamientos de ambas especies.

Índice de presencia de aves marinas durante las transectas de navegación

Dado que fue sólo posible embarcar un observador en los buques, dado que no tienen habilitadas plazas para este tipo de trabajos, los observadores centraron su esfuerzo en la observación de calados y particularmente los virados, faenas durante las cuales ocurre la mayor cantidad de interacción entre la pesquería y las aves marinas. Esto limitó el esfuerzo de muestreo durante la navegación a los períodos de ida y regreso hacia las áreas de pesca y no durante el desplazamiento entre caladeros. Sin embargo, la experiencia realizada a bordo del barco 2, del cual se tienen censos durante la navegación, indica que las aves observadas



durante este período son menos representativas de la composición del ensamble de aves marinas que las presentes durante las faenas de pesca.

Índice de presencia de aves marinas durante las faenas de pesca

Calado

Un total de 15 especies de aves marinas fueron identificadas durante los calados observados (Tabla 7 y fotos en CD adjunto). Las especies más abundantes durante esta faena fueron el albatros de ceja negra (*D. melanophrys*), el petrel moteado (*D. capense*), los petreles gigantes (*Macronectes* sp.), la fardela negra grande (*P. aequinoctialis*), la golondrina de mar (*O. oceanicus*) y el albatros errante (*D. exulans*). Debido a la escasa visibilidad durante los calados nocturnos, la mayoría de los censos realizados fueron durante calados en horas del día o crepúsculo.

La abundancia media de aves durante el calado (Tabla 7 y Figura 15) cambia diferencialmente por especie. *D. capense* y *Macronectes* spp. decrecen hacia el verano, en cambio desde junio a diciembre, *D. melanophrys* aumenta progresivamente alcanzando densidades de 97 a 107 individuos / 30.000 m², para luego decrecer hacia marzo a niveles de 27 inds. / 30.000 m².

Virado

Un total de 16 especies de aves marinas fueron identificadas en los censos realizados durante los virados de la línea (Tabla 8). La abundancia promedio de las aves alrededor del barco fue baja durante los virados observados desde fines del verano a invierno (Enero y Junio), en relación con los meses de primavera y verano temprano (Septiembre a Diciembre) (Figura 16).

Al igual que en los censos realizados durante los calados, la abundancia media de aves disminuyó de Septiembre a Diciembre, siendo ésta explicada principalmente por la disminución de la abundancia de petrel moteado y en menor grado, de petrel gigante (Figura 16). El albatros de ceja negra presentó, nuevamente, un incremento en su abundancia de Septiembre a Diciembre.



RESPECTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 3

Evaluación del grado de interacción entre la pesquería y los mamíferos marinos

Caracterización de las interacciones

Prácticamente todas las interacciones operacionales ocurrieron en el eje intermedio del talud de la plataforma continental Pacífico-Sudamericana. Éstas pudieron ser identificadas mediante la observación directa de la línea, comprobando la presencia de restos o pescados dañados y complementando lo anterior con el registro visual de especies de cetáceos en las inmediaciones (Tabla 9). Si bien el accionar de los mamíferos marinos sobre la línea nunca fue observado directamente, en el caso de las orcas se observó actividad de superficie asociada con un gran número de aves marinas a unos 50-100m de la embarcación (sugiriendo el consumo de restos dejados por las orcas) y comprobando la interacción con la pesca dañada.

Pesca dañada

Se identificaron tres tipos de restos de pesca dañada durante el virado: labios, cabezas y troncos. Considerando la dificultad de diferenciar entre posibles responsables de estos eventos a la depredación efectuada por parte de mamíferos marinos, a daños provocados por tracciones mecánicas de la línea, arrastre por el fondo y/o al accionar de otras especies como tiburones o calamares, se optó por incluir toda la pesca dañada dentro de la categoría "depredada por mamíferos marinos". El supuesto anterior probablemente equipara la proporción de aquellos anzuelos que no presentan pesca ni evidencias de depredación cuando el pescado es extraído completo de la línea, sin embargo quizás también maximiza la tasa de depredación y en consecuencia aumenta el nivel de interacción real. En consecuencia, los métodos actuales no permiten mejorar este estimativo y es necesario diseñar un sistema que permita mejorarlo.

Sobre la base de la longitud total de cada labio izquierdo y la longitud total de los pescados capturados (n=160) se confeccionó una ecuación alométrica que describe la relación longitud total : longitud labio (se incluyen mediciones efectuadas en embarques artesanales con el fin de complementar el tamaño muestral) (Figura 17). Confirmando lo observado en el embarque exploratorio, los mamíferos marinos estarían consumiendo peces de todas las tallas y no estarían dirigiendo su esfuerzo a capturar aquellos de mayor tamaño solamente (Figura 18).



Los restos observados siempre correspondieron al bacalao de profundidad, registrándose un total de 121 labios, 16 cabezas y 3 troncos, los cuales sugieren el consumo / daño de 140 bacalaos de profundidad observados. Extrapolando este valor a lances completos (100% cobertura), la depredación alcanzaría los 199 individuos. Si consideramos que la captura total de la flota industrial monitoreada alcanzó los 15.135 individuos, el consumo atribuible a mamíferos marinos alcanza sólo el 1,31% del total, *i.e.* sólo 1,1 bacalao es depredado por cada lance (Figura 19). Un análisis con remuestreo mediante bootstrap con 1000 réplicas indicó que la media por lance correspondió a 1,73 (IC 95% 0,887 - 2,883) (Figura 20).

Se notó que el número de cabezas y troncos de bacalao fue más frecuente cuando orcas estaban presentes, sugiriendo que esta especie muerde y rasga los bacalaos depredados. Asimismo, el número de labios fue considerablemente mayor cuando cachalotes estaban presentes, sugiriendo que esta especie consume bacalaos completos tirándolos de la línea y dejando el labio como evidencia al desprenderse este por tracción del resto del cuerpo.

Tasas de depredación

La TDLC% promedio correspondió a un 3% ($\pm 2\%$ IC 95%; $n=180$ lances) fluctuando entre 0% y 100%. Considerando que en 153 de los 180 lances monitoreados² (84%) no hubo interacción y que la moda y la mediana de la TDLC% fue 0, el impacto global de los cetáceos sobre el rendimiento pesquero puede considerarse bajo (Figura 21). La región donde ocurrió la mayor cantidad de interacciones fue la XII Sur, particularmente al Sur y Sureste del archipiélago Diego Ramírez (Figuras 22 y 23), zona que también tuvo los mejores rendimientos (Figura 24).

GLM del efecto de la interacción entre la pesca y los mamíferos marinos

Con el fin de realizar un análisis más balanceado del efecto de la interacción mediante GLM, se acotó la serie de datos a 108 lances que cubren los meses de septiembre a diciembre de la temporada de pesca del año 2002, en el área comprendida entre los 52.53°LS y 57.53° LS. Los datos corresponden sólo a los lances donde se reportaron avistamientos de mamíferos.

El número de bacalaos depredados por mamíferos por lance fue la variable usada para analizar el efecto de la interacción de la pesca con los mamíferos. Es una variable entera que resulta del conteo, en una porción del palangre, de los anzuelos con restos de bacalao atribuibles a la

² No se incluye en este análisis información del embarque industrial de verano ya que la interacción con mamíferos marinos fue mínima.



depredación de cachalotes y orcas, expandida al número total de anzuelos calados en el lance (BACPREDEX).

Los datos presentan una distribución marcadamente asimétrica caracterizada por la frecuencia alta de lances sin evidencias de depredación y sobredispersión (varianza = 31.14 mayor que la media = 1.71). Su distribución se ajusta aproximadamente a una Binomial Negativa con media y varianza como lo muestra el QQplot de la Figura 25.

La búsqueda del patrón que explica la variación sistemática presente en los datos puede facilitarse si se postula algún mecanismo que genera los datos. Para tal propósito proponemos que el número esperado de bacalao consumidos por los mamíferos en un lance cualquiera es:

$$B = H \cdot p_{EXITO} \cdot p_{ATAQUE} \cdot p_{MAM} \cdot p_{BAC}$$

donde, H es el número de anzuelos calados en el lance, p_{BAC} probabilidad que un anzuelo capture un bacalao, p_{MAM} probabilidad que mamíferos concurren al lance, p_{ATAQUE} dado que hay mamíferos presente, la probabilidad que un anzuelo con bacalao enganchado sea atacado, y p_{EXITO} dado que un bacalao capturado es atacado, la probabilidad que el ataque tenga éxito.

Por otra parte, también se puede postular que la captura de bacalao en el palangre es una proporción del número de anzuelos calados

$$C = H \cdot p_{BAC}$$

Luego, reemplazando p_{BAC} en la ecuación anterior obtenemos

$$B = C \cdot p_{EXITO} \cdot p_{ATAQUE} \cdot p_{MAM}$$

Asumiendo que la captura de bacalao está relacionada con su abundancia mediante

$$C = q \cdot H \cdot N_{BAC}$$

y reemplazando la captura en la ecuación anterior se obtiene finalmente que,

$$B = q \cdot H \cdot N_{BAC} \cdot p_{EXITO} \cdot p_{ATAQUE} \cdot p_{MAM}$$



Este modelo se puede simplificar aún más si suponemos que todo bacalao enganchado atacado es consumido. En tal caso $p_{\text{EXITO}}=1$ y la expresión anterior se reduce a

$$B = q \cdot H \cdot N_{BAC} \cdot p_{ATAQUE} \cdot p_{MAM}$$

Factores y variables explicativas

El modelo de los procesos que se propone nos ayudará a identificar las variables cualitativas y cuantitativas que usaremos en el análisis estadístico mediante GLM. En el cuadro mostrado a continuación se muestra la correspondencia entre las variables del modelo de los procesos y las variables de la base de datos utilizadas en el modelo:

Variable del modelo	Factor o variable explicativa del GLM
Capturabilidad (q)	BARCO (factor)
Número de anzuelos (H)	NUM.ANZ (variable entera)
Abundancia media del bacalao (N_{BAC})	MES=months(FECHA) (factor), AREA (factor)
Probabilidad de ataque dada la presencia de mamíferos ($p_{ATAQUE} \cdot p_{MAM}$)	MAM.SP (factor), MAM* (variable entera), CACH.OBS>0 (Variable binaria)

* La variable MAM es el número total de mamíferos avistados en el lance.

El factor BARCO intenta recoger la eficiencia de captura del lance la cual como primera aproximación se considera dependiente de las características tecnológicas del barco y de la habilidad del patrón de pesca y su tripulación para capturar bacalao y evitar la interferencia de los mamíferos durante el lance de pesca; todos estos aspectos se pueden asociar genéricamente con el desempeño del barco.

La variable cuantitativa NUM.ANZ es idéntica a la variable del modelo sólo que denominada con otro nombre. La abundancia media del bacalao no es observable, pero su magnitud promedio puede suponerse como una característica de los estratos formados haciendo combinaciones de los diferentes niveles de los factores MES y AREA.

El ataque de un mamífero a un anzuelo con un bacalao enganchado, dada la presencia de mamíferos durante el virado del lance, se representa por la variable binaria ATAQUE definida como se indica en el cuadro anterior. Para poder evaluar el efecto que puede producir la interferencia que producirían las orcas a la depredación del espinel por los cachalotes en el consumo de bacalao, se introduce el factor MAM.SP.



En el siguiente cuadro se resumen los niveles para cada factor considerado en el análisis:

Factor	Niveles
BARCO	1, 2, 3, 4
MES	"Sep", "Oct", "Nov-Dic"
AREA	"(-58,-57]", "(-57,-52]"
CACH.OBS>0	"No", "Si"
MAM.SP	"Cach", "Cach-Orca", "Orca"

Análisis GLM

Varios GLM se usaron para responder preguntas específicas mediante Splus 2000. En el caso de respuestas de tipo Binomial Negativa, el análisis se realizó usando la función `glm.nb` de Splus, disponible en la librería MASS (Venables y Ripley 1998) que permite estimar el parámetro k de la Binomial Negativa cuando este es desconocido. Esta función asume además tácitamente la función de enlace log. Las pruebas realizadas inicialmente usando esta opción sólo resultaron apropiadas para modelos sencillos (de uno o dos factores). Con los modelos más complejos, que incorporan un mayor número de factores, la función `glm.nb` no logra converger a una solución y entrega resultados incorrectos. Sin embargo, cuando la función opera correctamente la desviación es notablemente menor que la obtenida cuando se supone una distribución de Poisson, confirmando lo sugerido por los datos. Los siguientes resultados ilustran esta comparación ajustando el modelo $BACPREDEX \sim BARCO + MES$.

```
glm.nb(formula = BACPREDEX ~ BARCO + MES, data = basedat.mam, init.theta =  
0.103751245056724, link = log)  
Degrees of Freedom: 108 Total; 103 Residual  
Residual Deviance: 55.19016  
glm(BACPREDEX~BARCO+MES,family=poisson,data=basedat.mam)  
Degrees of Freedom: 108 Total; 103 Residual  
Residual Deviance: 640.0362
```

Estos resultados muestran que la desviación residual, al suponer una Binomial Negativa (55.19016), es un orden de magnitud inferior que la desviación residual que resulta al suponer que los datos se comportan según la distribución de Poisson (640.0362).

Con los modelos de más de dos factores que son de interés analizar, las soluciones basadas en la distribución de Poisson son más estables. Por esa razón, no obstante las mayores



desviaciones que se obtienen, se optó por usar la función glm con parámetros family=poisson y link=log en la selección y análisis del modelo de la manera como se describe a continuación.

¿ Está relacionado el número de mamíferos con una mayor incidencia de bacalao depredados?

Si asumimos que la probabilidad de ataque está relacionada con el número de mamíferos avistados, es previsible encontrar una relación entre MAM y BACPREDEX. La Figura 26 sugiere que tal relación existe y que a mayor número de mamíferos la depredación aumenta de una manera aproximadamente lineal. Una comparación del modelo nulo y un modelo con la variable explicativa MAM corrobora este resultado. El análisis de la desviación muestra que una reducción significativa de la desviación residual se explica por la presencia de mamíferos ($P < 0.001$)

Analysis of Deviance Table

Poisson model

Response: BACPREDEX

Terms added sequentially (first to last)

		Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev	Pr(Chi)
NULL				28	254.8250	
NUM.MAM	1	136.5822		27	118.2428	0

¿El consumo de bacalao per cápita es diferente entre cachalotes y orcas?

Las Figuras 27, 28 y 29 muestran que el consumo per cápita (CONS.PER.CAPITA) atribuible al cachalote es mucho más variable que el atribuible a la orca o el que se produce cuando ambas especies están juntas. También se aprecia un consumo promedio del cachalote ligeramente mayor que el consumo de la orca y que el consumo conjunto tiende a ser menor que cuando ambas especies depredan sin la presencia de la otra. Este patrón no emerge con claridad debido al escaso número de observaciones en las categorías Cach-Orca y Orca, sin embargo, se debe señalar que es consistente con el esperado, al menos en lo que respecta a la interferencia que produciría la orca sobre el consumo del cachalote.

El análisis del efecto del factor que representa la ocurrencia de estas dos especies de mamíferos (MAM.SP) reafirma la apreciación que existiría un consumo diferencial entre las especies si se relaja el nivel de significancia del test de χ^2 ($P < 0.05$).



Analysis of Deviance Table

Gamma model

Response: CONS.PER.CAPITA

Terms added sequentially (first to last)

	Df	Deviance	Resid.	Df	Resid. Dev	Pr(Chi)
NULL				111	-236.1049	
MAM.SP 2	2	8.688528		109	-244.7935	0.01298106

¿Está relacionada la presencia de cachalotes con la abundancia de bacalao en el lugar de pesca?

Si se adopta la CPUE de bacalao del lance como un índice de su abundancia y se clasifican las observaciones según la presencia de cachalotes, se aprecia una mayor frecuencia de cachalotes donde los rendimientos de pesca también lo son.

En la Figura 30 se advierte una diferencia leve entre escenarios con y sin cachalotes, sin embargo, el test de χ^2 detecta esta diferencia como significativa con $P < 0.05$.

Analysis of Deviance Table

Gamma model

Response: CPUE

Terms added sequentially (first to last)

	Df	Deviance	Resid.	Df	Resid. Dev	Pr(Chi)
NULL				179	-72.22325	
as.factor(CACH.OBS > 0) 1	1	4.498594		178	-76.72184	0.03392274

No ocurre en cambio lo mismo cuando se analiza esta relación del modo opuesto es decir cuando nos preguntamos de que manera responde la presencia de cachalotes a diferencias en el nivel de la CPUE. En este caso no se detecta una reducción significativa de la desviación por efecto del factor CPUE estratificado en las categorías (0-0.02 y 0.02-0.11).

Analysis of Deviance Table

Binomial model

Response: CACH.OBS > 0

Terms added sequentially (first to last)

	Df	Deviance	Resid.	Df	Resid. Dev	Pr(Chi)
NULL				149	199.2192	
cut(CPUE, c(0, 0.02, 0.11)) 1	1	0.8563154		148	198.3629	0.3547719



La respuesta a la pregunta queda aún en pie y se plantea la interrogante adicional acerca de si a una escala espacial más fina se pueda quizás modificar este resultado y responder afirmativamente a esta pregunta.

¿Está correlacionado el consumo de los mamíferos con la abundancia de bacalao en el lugar de pesca?

Para responder a esta pregunta se analiza el cuadro de doble entrada a continuación:

		CPUE [peces/anzuelo]	
		0-0.02	0.02-0.11
Consumo [Número de peces]	0-5	12	5
	6-39	6	4

El análisis de modelo log-lineal presentado a continuación muestra que el término de interacción no es significativo y por lo tanto los datos no apoyan la correlación entre la depredación y la abundancia de bacalao.

Analysis of Deviance Table

Poisson model

Response: FREQ

Terms added sequentially (first to last)

	Df	Deviance	Resid.	Df	Resid. Dev	Pr(Chi)
NULL	3	5.208312				
CONSUMO	1	1.835713		2	3.372599	0.1754543
ABUNDANCIA	1	3.058183		1	0.314417	0.0803315
CONSUMO:ABUNDANCIA	1	0.314417		0	0.000000	0.5749824

Pérdida monetaria por acción de mamíferos marinos y efecto sobre la biomasa del stock de bacalao

Según nuestras estimaciones, la pérdida monetaria ocasionada por mamíferos marinos en los lances monitoreados alcanza los USD\$15.522 (FC= 7,8 kg/individuo a USD \$10 el kg). Extrapolando mediante bootstrap al total de la flota, este valor aumenta a USD\$92.684 (I.C. 95% USD\$47.302 - \$153.745), lo que significa una pérdida promedio de USD\$138 (IC 95% USD\$74,76 - 249,3) por lance (Figura 31).

Ahora bien, si se incorpora el nivel de depredación estimada dentro del modelo de Schaeffer con el fin de indagar si los cetáceos ocasionan un impacto sobre la biomasa del stock de bacalao, y por ende sobre el rendimiento, se observa que este es mínimo aún maximizando los niveles (tal y como fue descrito más arriba (Figura 32).



Foto-identificación

Durante los embarques industriales, se logró foto-identificar individualmente a 35 cachalotes y a 2 orcas. La calidad de la identificación varió considerablemente entre individuos, sin embargo permitió comprobar la factibilidad del método. El único reavistamiento confirmado correspondió a un cachalote identificado con código PM10-Fip-020914 el 14 de Septiembre de 2002 en la posición 57.037°S 67.517°W. Éste fue reavistado durante la siguiente marea el 21 Septiembre de 2002 en la posición 57.126°S 67.320°W. Los registros obtenidos fueron ingresados en el catálogo de foto-identificación de cetáceos del proyecto (ver Anexo 4).

Evaluación del grado de interacción entre la pesquería y las aves marinas

Interacción de las aves marinas hacia la pesca

La tasa de anzuelos efectivamente calados, TEAC, durante todos los lances observados varió escasamente, siendo la media general de $0,988 \pm 0,015$ ($n=191$) (Tabla 10).

Los estimados de la tasa de robo de carnadas por las aves, considerando el número de aves que atacan una carnada (TRCA1) y el número de carnadas efectivamente robadas por un ave (TRCA2), presentaron una media general inferior al 1% (Tabla 10). Sin embargo, se observa un incremento de Junio a Diciembre, probablemente asociado a la mayor experiencia de los observadores.

La reducción en el esfuerzo de pesca neto debido al robo de carnadas por parte de las aves tiene un efecto económico cuantificable. La pérdida monetaria debido a esta causa es proporcional a la tasa de robo de carnadas por las aves; es decir, aproximadamente 1% del valor total de la pesca. La pérdida monetaria estimada para los viajes de pesca industrial muestreados oscilan entre los U\$1.300 y U\$4.400 entre Septiembre y Diciembre, dependiendo de la CPUE obtenida (Tabla 11). La pérdida monetaria estimada a gran escala oscila entre las varias decenas de miles de dólares por cada millón de anzuelos calados (Figura 33), dependiendo del precio del bacalao y de la tasa de robo de carnadas por las aves marinas empleada.



Interacción de la pesquería hacia las aves marinas

Interacciones Letales para las Aves

Atendiendo a la distribución del esfuerzo de observación (número de barcos y distribución agregada de los lances por mes), el análisis de la tasa de captura incidental de aves marinas se realizó considerando solo diferencias mensuales. Posteriormente se presenta un análisis de los factores causales más relacionados con la Captura incidental de Aves Marinas Por Unidad de Esfuerzo, CAPUE (aves/1000 anzuelos).

Se calcularon dos estimadores de la tasa de captura incidental de aves marinas, uno durante el calado (CAPUE1) y el segundo durante el virado (CAPUE2). Los valores mensuales de ambas tasas son presentados en la Tabla 12. La tasa de captura incidental estimada durante el calado claramente subestimó el número mínimo de aves que fueron capturadas, el cual corresponde a la CAPUE2. En adelante, todos los análisis de la tasa de captura incidental de aves marinas están referidos a la CAPUE2.

La tasa de captura incidental de aves marinas se estimó sobre la base de 182 lances monitoreados, con una cobertura media de $74,6\% \pm 21,1\%$ (Figura 34), lo que resulta en un esfuerzo total estimado de 752.349 anzuelos observados. Los valores de la CAPUE fluctuaron mensualmente. Los mínimos valores estimados ocurrieron en Abril (0) y Junio (0,019), mientras los máximos ocurrieron en Noviembre (1,285) y Diciembre (0,902) (Tabla 13). Seis especies de aves marinas fueron capturadas incidentalmente. La especie más abundante fue el albatros de ceja negra (*D. melanophrys*), el cual representó el 96,3% del total de aves capturadas (Tabla 14).

El factor más vinculado con los cambios en la CAPUE fue la fecha y secundariamente lo fue el periodo del día en que se realizaron los calados. La CAPUE presentó una marcada estacionalidad, observándose un peak en su valor entre la primera quincena de Noviembre y la primera quincena de Diciembre, inclusive (Figura 35). En relación al periodo del día en que se realizaron los calados, las mayores tasas de captura se registraron durante el día y horas del crepúsculo/amanecer (Figura 36). Los calados nocturnos presentaron un bajo aporte a la CAPUE, a pesar de tener una alta frecuencia de ocurrencia durante Septiembre y Octubre; durante Noviembre y Diciembre, su representatividad fue baja, acorde a la prolongada duración del día en esas latitudes durante el verano (Figura 37).



El potencial efecto sobre la CAPUE del patrón espacial de los calados observados fue también analizado. Para ello, visualmente se distinguieron 4 zonas (ver Figura 10): A= 52°-54° S, 73°-75° W; B= 55°-56° S, 70°-72° W; C= 56°-57° S, 67°-69° W; D= 55°-56°, 65°-66° W. Estas corresponden a la distribución de los lances realizados durante Septiembre a Diciembre exclusivamente; los lances de Abril y Junio no fueron considerados, debido a su baja tasa de captura incidental. La distribución por zonas de la CAPUE es similar, con excepción del alto valor observado en la zona B durante Noviembre (Figura 38). Destaca el alto número de líneas caladas en la zona C, donde se halla ubicada la colonia de albatroses de Diego Ramírez (Figura 39). Sin embargo, no se aprecia un claro patrón en la distribución espacial de la CAPUE.

El empleo de línea espantapájaros no presentó ningún efecto sobre la CAPUE (Kruskall-Wallis, $H(1,158)=0,387$; $p=0,534$) (Figura 40).

Interacciones NO Letales para las Aves

Un total de 17 aves (11 *D. melanophrys*, 4 *D. capense* y 1 *D. exulans*) se engancharon en un anzuelo, cortando el reinal y huyendo con el anzuelo insertado en el cuerpo, durante el proceso de virado de los 183 lances observados. La tasa de ocurrencia de este evento, en aves/1000 anzuelos, fue baja durante todos los meses muestreados. Los valores mínimos estimados ocurrieron en Abril y Noviembre (0 aves) y los máximos en Diciembre y Junio, con 0,087 y 0,038 aves/1000 anzuelos respectivamente (Tabla 15A).

El número de aves que se engancharon en un anzuelo durante el virado de la línea, pero lograron zafarse exitosamente de éste, fue de sesenta: 30 *D. melanophrys*, 21 *D. capense*, 6 *M. giganteus* y un *M. halli*, *P. aequinoctialis* y *F. glacialoides*. Las tasas estimadas para este tipo de interacción fluctuaron entre 0 y 0,198 aves por cada 1000 anzuelos (Tabla 15B).

GLM de los principales factores que inciden sobre la mortalidad

La mortalidad de aves en una primera aproximación puede referirse a todas las aves que registran mortalidad, sin embargo una inspección de la base de datos indica que de las 6 especies objeto de mortalidad, lejos la más importante es el albatros de ceja negra (DIM), el cual representa el 96% de las muertes registradas durante la temporada 2002. Sobre esta especie se centra el análisis.



Variables y factores considerados

Estudios y conocimientos previos sugieren las siguientes variables a considerar en el análisis:

NÚMERO DE AVES EN EL MAR. Esta variable se presume puede influir en la probabilidad de ataque a la carnada y por ende la frecuencia de aves que se enganchan en los anzuelos.

LÍNEA ESPANTAPÁJAROS. La presencia de la línea espantapájaros en el barco se espera reduzca la mortalidad incidental de aves si su diseño y uso son los apropiados.

BARCO. Las características del barco relacionadas con su sistema de pesca y comportamiento de la tripulación durante la faena de pesca pueden a menudo explicar diferencias en la mortalidad incidental, aunque sea difícil especificar cuál es la responsable del efecto.

PERÍODO DEL DÍA EN QUE SE REALIZA EL CALADO. Se tiene antecedentes que durante la noche la mortalidad incidental de aves disminuye notoriamente.

NÚMERO DE ANZUELOS CALADOS POR LANCE. Es una variable a considerar si la respuesta es el número de aves enganchadas por lance.

MES Y ZONA EN QUE OCURRIÓ LA PESCA INCIDENTAL. Son dos variables a considerar por su relación con el número de aves en el mar durante la época posterior a la eclosión de los huevos y en las zonas cercanas a las colonias de nidificación.

Las variables con sus nombres se listan a continuación en el cuadro. Las primeras dos variables son respuestas que se requieren analizar, mientras las restantes son variables usadas para explicar las primeras. Cuando se trata de factores, estos van acompañados de sus respectivos niveles.



Variable o factor	Nombre	Niveles
Número de DIM enganchados por lance	DIM (variable cuantitativa)	
Captura de DIM por anzuelo calado	CAPUE (variable cuantitativa)	
Numero de DIM en el mar	DIM.ABUN (variable cuantitativa)	
Línea espantapájaros	TORIPOLE (factor)	0, 1, 2 (líneas operando)
Barco	BARCO (factor)	"Isla Santa Clara", "Polar Pesca I", "Tierra del Fuego"
Período del día cuando se caló el lance	PERIODO.DIA (factor)	"Amanecer", "Noche", "Dia", "Crepusculo"
Número de anzuelos calados por lance	NUM.ANZ (variable cuantitativa)	
Mes en que se realizó la observación	MES (factor)	"Sep", "Oct", "Nov", "Dec"
Zona en que se realizó la observación	ZONA (factor)	"A", "B", "C", "D"

Análisis GLM

En términos generales, el valor de cada una de las variables o factores considerados está bien establecido como causa probable de la mortalidad incidental. Sin embargo, en este caso de estudio no sabemos cuáles son aquellos que explican mejor la mortalidad incidental. Este análisis está dirigido a contestar esta pregunta.

Para seleccionar el modelo adecuado se partió del modelo más sencillo que representa las observaciones por una media general $DIM \sim 1$ al cual se le incorporó paso a paso las variables que satisfacen el criterio AIC de Akaike. Esto se hizo utilizando la función `stepAIC` de `stepAIC` aplicada a un rango de modelos comprendido entre un modelo minimal, correspondiente al modelo nulo, y el modelo maximal:

$DIM \sim DIM.ABUN + NUM.ANZ + TORIPOLE + PERIODO.DIA + MES + ZONA$, basado en el conjunto de variables explicativas consideradas en el análisis.

El procedimiento selecciona todas las variables explicativas del modelo maximal, pero en un orden diferente:

$DIM \sim PERIODO.DIA + ZONA + DIM.ABUN + TORIPOLE + BARCO + MES + NUM.ANZ$.

El orden es según su importancia en la reducción del criterio de Mallows (C_p), que nosotros interpretamos como su importancia relativa en la explicación de la mortalidad incidental de DIM.



El análisis de las desviaciones del modelo seleccionado se resume en el cuadro presentado a continuación:

Analysis of Deviance Table
Poisson model
Response: DIM
Terms added sequentially (first to last)

	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev
NULL			119	1112.929
PERIODO.DIA	3	275.6757	116	837.253
ZONA	3	134.4852	113	702.768
DIM.ABUN	1	30.5222	112	672.246
TORIPOLE	2	20.1751	110	652.070
BARCO	2	31.5701	108	620.500
MES	3	32.9458	105	587.555
NUM.ANZ	1	16.9986	104	570.556

Según este análisis, el período del día y la zona en que se cala el lance (PERIODO.DIA y ZONA) son los factores que más pesan en la reducción de la desviación. Esto es concordante con el conocimiento previo que indica una mortalidad de aves considerablemente menor durante la noche y con la hipótesis que la proximidad a ciertas zonas donde existen grandes colonias de nidificación, expone a las aves a una mayor mortalidad. La naturaleza de los efectos de estos factores se aprecia en los valores de los coeficientes del modelo (ver cuadro a continuación). Para referirnos a los efectos lo haremos en la escala natural, medido como $\exp(\text{coeficiente})$. Debe hacerse notar que los efectos en el modelo debido a la parametrización de esquina, están medidos respecto del primer nivel de cada factor. En esta escala la noche aparece contribuyendo notablemente menos a la mortalidad de aves (0.12) que los restantes períodos del día (Amanecer = 1, Día = 1.36 y Crepúsculo = 1.51). Por otra parte, las zonas C y D asociadas a las mayores colonias de albatros de ceja negra, localizadas en las Islas Ildelfonso y las Islas Diego Ramírez, tienen una mayor contribución a la mortalidad incidental (1.25 y 1.60) que las zonas A y B donde las colonias son más pequeñas (1.00 y 0.75).



```
Call: glm(formula = structure(.Data = DIM ~ PERIODO.DIA + ZONA +
DIM.ABUN + TORIPOLE + BARCO + MES + NUM.ANZ, class = "formula"), family
= poisson, data = aves, na.action = na.exclude, singular.ok = T)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-4.867368	-1.673197	-0.7108268	-0.1911785	9.929715

Coefficients:

	Value	Std. Error	t value
(Intercept)	1.5603975793	0.40018740040	3.89916718
PERIODO.DIA1	-2.1144830162	0.31135089314	-6.79131829
PERIODO.DIA2	0.3077291084	0.10895044057	2.82448705
PERIODO.DIA3	0.4099832792	0.06602983409	6.20906117
ZONA1	-0.2869308650	0.18214556816	-1.57528326
ZONA2	0.2285992987	0.08442854963	2.70760661
ZONA3	0.4692649246	0.05255086668	8.92972760
DIM.ABUN	0.0054901569	0.00193858364	2.83204539
TORIPOLE1	-0.0131399059	0.20515403368	-0.06404898
TORIPOLE2	0.8318904631	0.17781458172	4.67841532
BARCO1	-1.1902148673	0.24028613426	-4.95332313
BARCO2	-0.3233824781	0.21128464341	-1.53055363
MES1	-0.3139998126	0.12005670789	-2.61542914
MES2	0.0576250955	0.07650584448	0.75321168
MES3	0.6309587662	0.17886582130	3.52755357
NUM.ANZ	-0.0002388409	0.00005833105	-4.09457555

(Dispersion Parameter for Poisson family taken to be 1)

Null Deviance: 1112.929 on 119 degrees of freedom

Residual Deviance: 570.556 on 104 degrees of freedom

Number of Fisher Scoring Iterations: 6

El análisis le otorga una importancia menor de la esperada, al efecto de la línea espantapájaros (TORIPOLE). Este resultado puede estar indicando que la línea espantapájaros en los barcos observados no está siendo efectiva en absoluto. En efecto, llama la atención que el efecto de usar una línea espantapájaros (0.99) casi no difiere de la condición de no usarla (1.00), e incluso, que al usar dos líneas espantapájaros, en lugar de reducir la mortalidad de aves, la incrementa (2.30).

La importancia de los restantes factores es pequeña y su peso relativo varía si se amplía el rango de los modelos, agregando interacciones al modelo maximal, o se restringen los datos al subconjunto de los lances con mortalidad positiva.



Es interesante observar que en este último caso, el modelo seleccionado,

$DIM \sim MES + PERIODO.DIA + ZONA + NUM.ANZ + DIM.ABUN$

deja afuera los factores BARCO y TORIPOLE. Esto probablemente se debe a que mejora la relación entre la respuesta y la abundancia de aves observadas en el mar y entonces la introducción de cualquiera de estos dos factores (BARCO y TORIPOLE) en lugar de mejorar el desempeño del modelo, lo empeora (ver cuadro a continuación).

Analysis of Deviance Table

Poisson model

Response: DIM

Terms added	sequentially	(first to last)			
	Df	Deviance	Resid.	Df	Resid. Dev
NULL				25	256.4674
MES	3	4.36060		22	252.1068
PERIODO.DIA	3	68.12261		19	183.9842
ZONA	3	59.88554		16	124.0987
NUM.ANZ	1	9.46515		15	114.6335
DIM.ABUN	1	9.08672		14	105.5468

También es interesante hacer notar que cuando se selecciona un modelo restringiéndose al subconjunto de los lances con mortalidad positiva, para asegurarse una mejor relación de esta con la abundancia de aves en el mar, pero el rango de los modelos se amplía para considerar la interacción entre el mes y la zona (MES:ZONA), la contribución de la abundancia de DIM medida como desviación residual disminuye de 9.08672 (cuadro anterior) a 3.42171 (cuadro siguiente) debido a que gran parte de su efecto está ya considerado en la interacción. Esto lleva a concluir que si se opta por un modelo con interacciones MES:ZONA sea preferible eliminar la variable DIM.ABUN y viceversa. Con esto no se hace sino reconocer que la abundancia de DIM depende estrechamente del mes y la zona en que se hizo el lance.

Analysis of Deviance Table

Poisson model

Response: DIM

Terms added	sequentially	(first to last)			
	Df	Deviance	Resid.	Df	Resid. Dev
NULL				25	256.4674
MES	3	4.36060		22	252.1068
PERIODO.DIA	3	68.12261		19	183.9842
ZONA	3	59.88554		16	124.0987
NUM.ANZ	1	9.46515		15	114.6335
BARCO	1	2.64259		14	111.9909
TORIPOLE	1	14.20230		13	97.7886
DIM.ABUN	1	3.42171		12	94.3669
MES:ZONA	3	37.84891		9	56.5180



EMBARQUES ARTESANALES

El esfuerzo de observación abarcó los meses de mayo a noviembre de 2002, en los cuales se observaron 88 virados durante 9 mareas, con un total estimado de 94.380 anzuelos muestreados (Tabla 16). La distribución de los lances es mostrada en la Figura 41.

El arte de pesca empleado por las embarcaciones artesanales es del tipo "espinel vertical". Este consta de una línea madre única, atada a ambos extremos a una boya y ésta a un banderín. A lo largo de la línea madre van atadas las patas, cada una con 2 reinales. En el extremo de cada pata va un peso, el cual mantiene la línea vertical (Figura 42).

Las lanchas artesanales emplean diversos recursos como carnada, dependiendo de la disponibilidad de éstos. En primer lugar, utilizan sardina fresca-salada. Sin embargo, durante los embarques de mayo y junio utilizaron jibia, la cual fue pescada para ese propósito durante las noches, junto con *Antimora* sp. y pejerata (pesca secundaria).

Los lances artesanales tienen un esfuerzo de entre 800 a 1.800 anzuelos por lance (media=1072), los cuales tardan entre 30 a 40 minutos en ser calados a una velocidad de 4 a 6,5 nudos. El virado presenta una duración de 2,5 a 3,5 horas.

RESPECTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 1

Determinación de las especies de mamíferos marinos presentes durante las faenas de pesca

Durante el monitoreo realizado en los embarques artesanales, se efectuaron observaciones de mamíferos marinos durante la navegación hacia los caladeros, el calado de la línea y también durante el proceso de virado. Se registraron ocho especies: cachalote (*Physeter macrocephalus*), ballena azul (*Balaenoptera musculus*), ballena sei (*Balaenoptera borealis*), ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*), delfín austral (*Lagenorhynchus australis*), delfín oscuro (*Lagenorhynchus obscurus*), lobo marino Sudamericano, *Otaria flavescens* y lobo fino austral, *Arctocephalus australis*. Por la dificultad de determinar especies de lobos marinos en el mar, muchos de los registros sólo corresponden a la categoría de otárido. Sin embargo, en ocasiones se pudo llegar a nivel de género, destacándose entre éstos los registros de *Arctocephalus* durante el invierno, los cuales posiblemente corresponden a *A. australis*. Sin embargo, no se descarta la posibilidad de que correspondan a otras especies de este género, los cuales se caracterizan por ser bastante móviles durante el invierno austral.



Determinación de las especies de aves marinas presentes durante las faenas de pesca

Se determinó la presencia de un total de 18 especies de aves marinas, correspondientes a 6 albatroses (*Diomedea exulans*, *D. epomophora*, *D. salvini*, *D. bulleri*, *D. melanophrys* y *D. chrysostoma*), 8 petreles (*Macronectes halli*, *M. giganteus*, *Daption capense*, *Halobaena caerulea*, *Fulmarus glacialis*, *Procellaria aequinoctialis*, *P. cinerea*, *Puffinus griseus*), 1 golondrina de mar (*Oceanites oceanicus*), un pelicano (*Pelecanus thagus*) y dos gaviotas (*Catharacta chilensis* y *Larus dominicanus*) (Tabla 17). La mayoría de las especies estuvieron presentes todos los meses muestreados. Destacan, sin embargo, la presencia de los albatroses *D. salvini* y *D. bulleri* exclusivamente durante los meses de Junio y Julio; estas aves fueron identificadas gracias al apoyo de los registros en video realizados por los observadores. Por su parte, las especies *P. cinerea* y *C. chilensis* fueron registradas solo durante los meses de Septiembre a Noviembre; *O. oceanicus* fue observada durante el invierno (Mayo a Julio) principalmente y *L. dominicanus* y *P. thagus* fueron avistados ocasionalmente. Este listado abarca el 86% de los albatroses y el 55% de los petreles probables de ver en la X región (ver Anexo 3). Destaca la alta presencia de *M. halli*, del cual existen pocos registros anteriores.

Debido a la baja captura de aves en este sistema de pesca, no se cuentan con datos biológicos (sexo, estado reproductivo) de las aves marinas asociadas a la pesca artesanal de bacalao de profundidad.

RESPECTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 2

Índice de presencia de mamíferos marinos

Durante la navegación se realizaron tres avistamientos de cachalotes (n=5 individuos), un avistamiento de 3 ballenas azules, un avistamiento de una ballena jorobada, tres avistamientos de ballena sei (n=6 indivs.), tres avistamientos de lobos finos (n=4 indivs.) y un avistamiento de delfín austral (n=6 indivs.).

Durante el calado se registraron 4 avistamientos de cachalotes solitarios, 4 avistamientos de ballenas sei (n=4 indivs.), un grupo de delfín oscuro (n=90 indivs.) y dos de otáridos solitarios.



Durante el virado se registraron 20 grupos de cachalotes (n=23 indivs.), 3 de ballenas azules (n=13 indivs.), 4 de ballena sei (n=8), un grupo de delfín austral (n=6), uno de delfín oscuro (n=60), 2 de lobo fino (n=3), uno de lobo marino común (n=1) y 17 grupos de otáridos (n=20).

Índice de presencia de aves marinas durante las transectas de navegación

No se realizaron censos durante la navegación. Todas las lanchas muestreadas zarparon de noche, llegando al área de pesca al amanecer, por lo que no fue posible realizar censos durante este período. Una vez iniciadas las faenas de pesca, los observadores científicos señalan el constante seguimiento de las aves marinas que estuvieron presentes en el último lance. Por último, las lanchas artesanales, dada su baja altura sobre el nivel del mar y lo estrecho de sus cabinas de mando, mostraron ser inadecuadas para la realización de censos durante la navegación.

Índice de presencia de aves marinas durante las faenas de pesca

Calado

Se identificaron 15 especies de aves marinas asociadas a los calados artesanales (Tabla 18). La abundancia estuvo dominada por la presencia del petrel moteado (*D. capense*), el albatros de ceja negra (*D. melanophrys*), la fardela negra grande (*P. aequinoctialis*), los petreles gigantes (*Macronectes* sp.) y el albatros real (*D. epomophora*) (Figura 43). La golondrina de mar (*O. oceanicus*) fue de importancia numérica solo durante el mes de Mayo.

Virado

Un total de 17 especies de aves marinas fueron registradas durante los virados (Tabla 19). Las especies predominantes fueron las mismas que durante el calado (Figura 44). La abundancia de aves fue similar entre meses (~100 aves/virado); solo durante Julio la abundancia fue mayor (184 aves/virado), producto de un aumento en el número de albatros de ceja negra y petrel moteado.



RESPECTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 3

Evaluación del grado de interacción entre la pesquería y los mamíferos marinos

Caracterización de las Interacciones

Durante los embarques artesanales realizados en la X y XI Regiones, ocurrieron interacciones operacionales entre la pesca y los mamíferos marinos en el talud de la plataforma continental, principalmente frente a las localidades de Toltén (39.2°S 73.2°W), las costas de Osorno (40.5°S 73.7°W) y Cucao (42.5°S 74.2°W) (Figura 45; Tabla 20).

Con cetáceos, se registró sólo una interacción negativa-negativa con un cachalote durante un lance, al salir la línea enredada y sin captura.

La mayoría de las interacciones operacionales fueron con otáridos (lobo marino común y lobo fino). Los observadores a bordo pudieron verificar el ataque de los lobos a la línea. Como resultado de lo anterior, un total de ocho otáridos fueron muertos con escopeta, entre ellos, al menos un lobo fino.

Cabe destacar además que durante la observación de ballenas azules, el capitán de la embarcación decidió embestir a los animales debido a que "todas las ballenas hacen daño a la pesca", pero fue disuadido por el observador.

En total se monitorearon 88 lances completos, ocurriendo depredación de bacalao en 5 de éstos (5,7%) con presencia de mamíferos. En 35 lances adicionales se registró la presencia de mamíferos marinos (39,7%), sin observar evidencia alguna de pesca dañada. En los 48 lances restantes no se registró la presencia de mamíferos marinos, sin embargo, en cinco de éstos, se registró pesca dañada no atribuible al accionar de mamíferos marinos (ver posibles razones más abajo).



Pesca dañada

Al igual que en la pesquería industrial, se identificaron tres tipos de pesca dañada: labios, cabezas y troncos. Fue posible identificar responsables directos de las escasas interacciones registradas al observar lobos marinos (*Otaria* y *Arctocephalus*) depredando sobre los bacalao capturados en la línea antes de llegar a la embarcación.

Sin embargo, en otras ocasiones se observaron casos en los cuales había pesca dañada pero no era atribuible al accionar de mamíferos marinos debido a las características que presentaban. Con el fin de complementar lo anterior, se realizó un análisis preliminar de los contenidos estomacales de dos tiburones de profundidad (*Somniosus spp.*) capturados en los espineles. Se encontró que contenían un considerable número de bacalao y algunos individuos de pejerata.

La pesca dañada registrada siempre correspondió a bacalao de profundidad, registrándose un total de 1 labio, 4 cabezas y 1 tronco, los cuales sugieren el consumo / daño de un máximo de 6 bacalao de profundidad. Extrapolando este valor a lances completos (100% cobertura), la depredación alcanzaría los 8 individuos. Si consideramos que la captura total de la flota artesanal monitoreada alcanzó los 2.404 bacalao, el consumo atribuible a mamíferos marinos alcanza sólo el 0,33% del total, *i.e.* sólo 0,1 bacalao sería depredado por cada lance (o uno por cada 10 lances).

Tasas de depredación

La TDLC% promedio correspondió a un 0,37% (0,4±% IC 95%; n=88 lances) fluctuando entre 0% y 16,6%. Considerando que en 83 de los 88 lances monitoreados (94%) no hubo interacción y que la moda y la mediana de la TDLC% fue 0%, el impacto global de los mamíferos marinos sobre el rendimiento pesquero artesanal es mínimo.

Foto-identificación

Durante ninguno de los embarques artesanales fue posible foto-identificar cetáceos que interactúan con la pesquería con la calidad suficiente, aparte de la ballena azul a la cual la embarcación se aproximó. Esto pudo deberse a las mismas razones expuestas en la sección anterior, así como también al comportamiento de los mismos pescadores que evitan el encuentro con cualquier tipo de ballena.



Evaluación del grado de interacción entre la pesquería y las aves marinas

Interacción de las aves marinas hacia la pesca

En la pesquería artesanal, la tasa efectiva de anzuelos calados – sin pérdida de carnada por acción mecánica – fue $TEAC=1,000 \pm 0,001$ ($N=79$ calados). La tasa de robo de carnada por las aves fue similar entre meses (Tabla 21), presentando ambos estimadores (TRCA1 y TRCA2) bajos valores:

TRCA1 = $1,70\% \pm 1,78\%$ (tasa de aves atacando una carnada), y
TRCA2 = $0,12\% \pm 0,37\%$ (tasa de aves consumiendo un carnada).

A partir de los estimadores de TEAC y TRCA, más el valor medio de la CPUE de bacalao para todas la lanchas muestreadas, se estimó la perdida económica potencial para los pescadores artesanales producto del robo de carnadas por las aves (Tabla 22). Bajo estos supuestos, la potencial pérdida monetaria para una lancha artesanal durante una marea promedio, con un esfuerzo de pesca de 9.000 anzuelos calados y virados, es de U\$177 o U\$13, según se emplee la TRCA1 o TRCA2, respectivamente.

Interacción de la pesquería hacia las aves marinas

Interacciones letales y no letales para las aves

El número de virados muestreados fue de 88, con una cobertura promedio del $92\% \pm 17\%$ del total del tiempo de virado (Figura 46); el total estimado de anzuelos observados asciende a 81.181. Se estimaron dos tasas de captura incidental, una partir de observaciones durante el calado (CAPUE1) y la otra a partir de los cuerpos recuperados durante el virado (CAPUE2). Durante el calado se observaron dos aves que se engancharon y no lograron liberarse del anzuelo. Ambas aves correspondieron a fardela negra grande (*Procellaria aequinoctialis*), una en Mayo y la otra en Junio. La CAPUE1 estimada para ambos meses fue de 0,069 y 0,156, respectivamente (Tabla 23). Durante el virado se detectaron dos aves muertas en Julio, ambas fardela negra grande. La CAPUE2 estimada en Julio fue de 0,108 (Tabla 23). Todas las lanchas muestreadas carecían de dispositivo alguno para espantar las aves durante los calados.

No se detectó ningún ave enganchada con el parejo de pesca durante las faenas de virado.



ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

MAMÍFEROS MARINOS

RESPECTO DEL OBJETIVO ESPECIFICO 1

La zona norte del área de estudio (X Región) estuvo caracterizada por ser considerablemente más diversa, en cuanto a riqueza de especies de mamíferos marinos se refiere. De las 32 especies de mamíferos marinos más probables de observar en el área de estudio (de un total de 51 para Chile; Anexo 1), se confirmó la presencia de ocho de ellas en la zona de operación de la flota bacaladera artesanal (*Physeter macrocephalus*, *Balaenoptera musculus*, *Balaenoptera borealis*, *Megaptera novaeangliae*, *Lagenorhynchus australis*, *Lagenorhynchus obscurus*, *Otaria flavescens* y *Arctocephalus australis*).

La diversidad fue menor en la zona Sur del área de estudio, confirmando la presencia de sólo tres especies de cetáceos (*Physeter macrocephalus*, *Orcinus orca* y *Globicephala melas*) y dos de otáridos (*Otaria flavescens* y *Arctocephalus australis*).

En la pesca industrial se observó pesca dañada sólo en situaciones donde cachalotes u orcas estaban presentes, lo que permite establecer que estas especies interactúan con esta pesquería (ver discusión respecto del objetivo 3). En el caso de los artesanales, se observó que los cachalotes y lobos marinos son responsables de las interacciones, sin embargo, se comprobó que otras especies como tiburones de profundidad (*Somniosus* spp.) y jibias (*Dosidicus gigas*) estarían también depredando sobre peces capturados en el espinel.

La baja diversidad encontrada (31,25% del total esperado) no sorprende ya que el esfuerzo de observación se realizó en zonas restringidas que estaban determinadas por los rendimientos pesqueros y en consecuencia, el total esperado de especies a observar fue sin duda sobredimensionado a priori. Los problemas identificados, enfrentados y sobrellevados por los observadores para cumplir con el objetivo incluyeron: lo inadecuado de las plataformas de observación, la limitada experiencia de los observadores al inicio del proyecto y las prolongadas malas condiciones meteorológicas y de mar experimentada durante las mareas. A pesar de lo anterior, se considera que el objetivo número 1 se cumplió con creces, logrando además la capacitación técnica de aquellos observadores que participaron en los embarques.



RESPECTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 2

Durante las faenas de virado de la pesquería industrial se registró un total de 674 cachalotes, 77 orcas y 15 calderones. Considerando que las orcas y cachalotes fueron identificadas como las especies interactuantes con la pesquería, es interesante destacar que la zona prospectada había sido escasamente evaluada hasta la fecha en cuanto a distribución de mamíferos marinos se refiere. Debido al esfuerzo no uniforme de observación, que es producto de las decisiones de esfuerzo de pesca tomadas por los Capitanes de pesca, es difícil identificar patrones temporales de abundancia. Sin embargo, es evidente el alto número de avistamientos de cachalotes ($n=54$) durante septiembre de 2002. El número total observado durante este mes ($n=512$) es ligeramente inferior al número total de individuos observados (no capturados) entre 1958 y 1981 en la zona central de la costa chilena ($n=571$) (Aguayo-Lobo *et al.* 1998). Esta notable densidad está sin duda asociada a diferentes centros (hotspots) como son por ejemplo (1) los 57°S 67.5°W (al Sur de Cabo de Hornos - zona denominada cementerio), (2) los 57°S 69°W (en el talud al sur de Diego Ramírez), (3) los 55.5°S 71.5°W (al Sur del Canal Ballenero) y (4) los 53°S 76°W (boca occidental del estrecho de Magallanes) (ver Figura 23). Las mayores interacciones ocurrieron en las zonas 1 y 2, caladeros que también tuvieron buenos rendimientos pesqueros. Estas agregaciones sugieren corresponder a grupos de machos juveniles y adultos (denominados "bachelor groups" en la literatura) ya que las hembras y crías se mantienen por lo general al norte de los 45°S (Perry *et al.* 1999).

RESPECTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 3

Flota industrial

En la mayoría de las oportunidades cuando se registró la presencia conjunta de cachalotes y orcas, la TDLC% bajó a niveles cercanos a 0% (*i.e.* cero depredación) posiblemente debido a potenciales interacciones interespecíficas. En varias ocasiones, ante la llegada de orcas a la zona, los cachalotes modificaban su comportamiento de superficie (buceo/descanso), agrupándose en unidades más compactas y disponiéndose de manera paralela entre ellos, a forma de barrera. Este comportamiento pudiera atribuirse a un mecanismo de defensa inicial de los cachalotes contra ataques por parte de las orcas, después del cual se disponen en formación "margarita" o "roseta" para repeler con sus aletas caudales a sus depredadores (Pitman *et al.* 2001). Esta evidencia sugiere que la orca preferiría atacar a cachalotes en vez de depredar sobre la línea y en consecuencia el cachalote deja de alimentarse, descansar y/o depredar sobre la línea para defenderse de los ataques. En consecuencia, esta interacción



inter-específica liberaría a la pesca de las potenciales interacciones negativas para ella y por tanto sería beneficiosa para esta.

El hecho que la CPUE tienda a ser mayor cuando hay cachalotes presentes, en adición a la alta concentración de éstos en determinadas zonas, apoya la hipótesis acerca de que los caladeros más rentables son efectivamente áreas de alimentación tradicionales de los cachalotes (Figuras 23 y 24). De otra manera, si la relación fuera inversamente proporcional, la postura sería que los buques provocan un efecto de atracción para los cachalotes hacia "sus" caladeros, sin embargo, los datos sugieren lo contrario. En consecuencia, se sugiere que hay una aparente sobreposición espacio-temporal entre la flota industrial y los cachalotes en zonas de pesca / alimentación que son considerablemente rentables / productivas.

Los efectos de la depredación ocasionada por los cetáceos sobre la biomasa del stock de bacalao de profundidad sugieren ser mínimos (Figura 32) y en consecuencia no habría argumentos para aseverar que hay una competencia severa con la pesquería por un mismo recurso, ni tampoco que la tendencia declinante del rendimiento pesquero sea atribuible al efecto de la depredación por mamíferos.

Interesantemente, a pesar de los bajos niveles de depredación, la pérdida monetaria total presumiblemente causada por mamíferos marinos a la flota industrial sugiere ser de consideración (media = USD \$92.684), sin embargo, es fundamental tomar estas cifras con precaución debido a que ésta se observa probablemente maximizada debido al bajo rendimiento que tiene la pesquería actualmente. Tomando en consideración lo anterior, cabe destacar que este estudio no incluye el efecto aditivo sobre la pérdida monetaria que ocurre cuando la operación pesquera reacciona ante la presencia de mamíferos (*e.g.* desplazándose hacia otros caladeros o calando nuevamente la línea). En cualquier caso, el hecho es que hay una pérdida monetaria ocasionada por mamíferos marinos, lo que hace surgir la pregunta acerca de como es posible solucionar el problema. Debido a que este tipo de interacción no es significativamente negativa para la población de cetáceos (sólo un cachalote muerto fue registrado), ni tampoco ocasionan una depredación significativa que pudiera representar un problema a nivel de manejo del stock, hay dos alternativas que pueden considerarse: (1) aceptar los niveles de depredación y convivir con el problema o (2) fomentar y desarrollar investigaciones acerca de la ecología de las especies involucradas (*e.g.* alimentación natural, distribución, abundancia, parámetros biológicos, etc.), las cuales complementen un análisis detallado de las interacciones junto con la experimentación mediante sistemas de mitigación (ver sección Recomendaciones). En este sentido, muchas medidas de mitigación han sido



propuestas a la fecha, sin embargo, sólo algunas han sido probadas y en un número mucho menor, han sido evaluadas por su efectividad (Purves *et al.* 2002).

Flota Artesanal

La escasa interacción operacional con cetáceos observada durante los embarques artesanales pudiera reflejar el intento de los pescadores por minimizar las interacciones, *i.e.* no calar ni virar cuando hay cachalotes en las inmediaciones. Incluso, cuando se ha estado virando una línea y aparecen soplos en las cercanías (no necesariamente de cachalotes), se observó que la línea era cortada y lo restante era balizado y calado nuevamente. Esto incluso sucedió cuando fueron avistadas ballenas azules, lo que sugiere que hace falta una importante componente educativa hacia los pescadores en cualquier programa de mitigación que quiera implementarse.

Sólo hubo dos oportunidades en las cuales hubieron interacciones directas "negativa-negativa" con cetáceos (disparo directo a un cachalote en la cabeza y línea virada enredada en presencia de cachalotes) y ocho con lobos marinos (muertos con escopeta). La reacción de los pescadores en una de las embarcaciones muestreadas fue disparar a los lobos y el cachalote con una escopeta apenas estuviesen lo suficientemente cerca, estuvieran o no depredando activamente sobre la captura del lance.

Tomando en consideración la escasa pesca dañada atribuible al accionar de mamíferos marinos en la pesca artesanal, sugiere no ser tan importante el impacto ocasionado por los mamíferos a la pesca en el Sur de Chile (Tabla 20) como es el impacto de los pescadores sobre los mamíferos marinos. Incluso, algunos de los pescados identificados como dañados presentaban heridas que muy posiblemente no fueron provocadas por mamíferos. Una alternativa plausible es que la jibia, *Dosidicus gigas* (notablemente abundante durante los meses de otoño-invierno monitoreados) pudiera también estar depredando sobre los bacalaos capturados a partir del tipo de heridas observadas en muchos peces.

Lo anterior es sin duda un tema complejo de tratar, ya que a pesar de la ilegalidad de los hechos observados, los pescadores hacen lo posible por proteger su inversión y debido a la escasa educación ecológica que caracteriza a este segmento poblacional, su naturaleza cazadora prevalece por sobre cualquier otro argumento. El problema puede eventualmente ser más importante de lo que aparenta si extrapoláramos estos eventos a toda la flota bacaladera artesanal del país (más de 200 embarcaciones).



AVES MARINAS

RESPECTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 1

En conjunto, durante los embarques en lanchas artesanales y barcos industriales de la pesquería de bacalao de profundidad, se identificaron un total de 22 especies de aves marinas. La gran mayoría de las especies presentó una amplia distribución espacial, siendo registradas en todo el área de cobertura de las observaciones (X a XII regiones). El avistamiento del yunco de los canales (*Pelecanoides urinatrix*), el pingüino de Adelia (*Pygoscelis adeliae*) y el petrel de Westland (*Procellaria westlandica*) solo en embarques a bordo de barcos industriales está vinculado a la segregación espacial de las áreas de operación de ambas flotas, presentando las especies antes nombradas una distribución conocida para la XII región (Araya *et al.* 1998, Onley y Bartle 1999). El pelícano (*Pelecanus thagus*) se distribuye preferentemente hasta la X región (Araya *et al.* 1998) y es una especie de hábitos costeros; de ahí que sólo se haya observado durante un embarque artesanal. Destaca el avistamiento de los albatroses de Buller (*Diomedea bulleri*) y de Salvin (*D. salvini*) exclusivamente durante Junio y Julio, entre las regiones X y XII norte. Ambas especies nidifican en islas oceánicas pertenecientes a Nueva Zelanda (Onley y Bartle 1999) y están incluidas dentro de la lista de especies "Vulnerables" de la IUCN (IUCN 2002). La presencia regular del petrel gigante subantártico (*M. halli*) en toda el área de estudio fue un resultado inesperado, de acuerdo al conocimiento previo de su distribución en nuestras aguas (Araya *et al.* 1998). Esta especie ha sido frecuentemente agrupada bajo el nombre genérico de *Macronectes sp.* (*e.g.* Jehl 1973), siendo su distribución específica poco establecida; lo mismo ha sucedido anteriormente entre el albatros errante y real.

Los resultados obtenidos durante la ejecución del proyecto indican que un alto número de especies están asociadas con la pesquería de bacalao de profundidad durante todo el año entre las regiones X a XII, con escasas especies de marcada estacionalidad. Además, el registro intensivo y continuo de las especies de aves marinas presentes en las áreas de pesca ha aportado valiosa información respecto a especies de difícil avistamiento o identificación en alta mar, incrementando nuestro conocimiento acerca de este grupo zoológico en aguas Chilenas.

RESPECTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 2

El método de estimación de la abundancia de aves marinas relacionadas a los procesos de calado y virado permitió identificar aquellas especies más vinculadas a las embarcaciones de pesca. En ambas flotas las especies más abundantes alrededor de las embarcaciones fueron el



petrel moteado (*Daption capense*), el albatros de ceja negra (*Diomedea melanophrys*), el petrel gigante antártico (*Macronectes giganteus*) y subantártico (*M. halli*), la fardela negra grande (*Procellaria aequinoctialis*) y los albatroses errante y real (*D. exulans* y *D. epomophora*).

La abundancia media estimada por flota y mes indica una mayor presencia de aves marinas asociada a los barcos industriales. Considerando que el área de muestreo fue la misma para ambas flotas (300m alrededor de la embarcación), esta diferencia pudiera ser explicada por el grado de atracción de cada tipo de embarcación hacia las aves; los barcos industriales descartan un volumen mayor de fauna acompañante y desechos de producción que las lanchas artesanales. La fardela negra grande presentó, sin embargo, una mayor abundancia alrededor de las lanchas artesanales, particularmente durante los meses de Mayo a Septiembre (Figuras 43 y 44). La alta presencia de esta especie durante los virados realizados en Junio en la XII región norte, sugiere que esta especie es un importante componente de la avifauna asociada a la pesquería de bacalao de profundidad en las regiones X a XII norte durante el invierno. Asimismo, el máximo de abundancia detectado durante Octubre en la XII región sur sugiere que en esa fecha la especie realiza su migración de retorno a las colonias reproductivas del Océano Atlántico (Onley y Bartle 1999).

La abundancia media mensual de aves marinas asociadas a los barcos industriales fue inferior de Enero a Junio, relativa a los meses de Septiembre a Diciembre³. En este último caso, dos tendencias opuestas fueron identificadas; por un lado, la disminución de la abundancia del petrel moteado y petreles gigantes; por otro, el aumento de la presencia de albatros de ceja negra alrededor de los buques. En la flota artesanal, la abundancia media mensual de aves alrededor de la embarcación fue similar durante el estudio, con la excepción de dos máximos, uno registrado en Julio y otro en Septiembre, producto de un marcado aumento en la presencia de petrel moteado (Figuras 15 y 16).

Dadas las diferencias espaciales en la distribución de ambas flotas, la baja abundancia de aves observadas alrededor de las embarcaciones industriales durante el invierno y su posterior incremento en el período Septiembre-Diciembre, se debería a la migración de las aves desde sus centros de nidificación – Antártica principalmente – hacia menores latitudes durante el invierno y su posterior regreso en primavera. El progresivo aumento de albatroses de ceja negra en la región austral se debería a la presencia de importantes colonias en esa área (Araya *et al.* 1998). En la X región – área de operación de la flota artesanal – las aves

³ Julio y Agosto son meses de veda en la pesquería licitada del bacalao de profundidad.



registradas corresponderían principalmente a individuos no-reproductivos presentes en bajas densidades durante todo el año, más la migración estacional de individuos reproductivos desde y hacia su colonias al inicio y término del invierno. Esto último explicaría los repentinos aumentos en la abundancia de petrel moteado.

Destaca en ambas flotas la baja presencia observada de albatroses de cabeza gris (*D. chrystoma*), una especie que nidifica en nuestro país en las islas Diego Ramírez (Araya *et al.* 1998). Arata y Moreno (2002) han descrito que esta especie vuela principalmente hacia aguas oceánicas en busca de alimento, lo cual explica el menor grado de asociación de esta especie con la pesquería de bacalao de profundidad en nuestras aguas, en comparación con lo observado en otras zonas (*e.g.* islas Kerguelen; Weimerskirch *et al.* 2000).

RESPECTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 3

Interacción de las aves marinas hacia la pesca

La tasa de robo de carnadas durante el calado por parte de las aves marinas, una vez corregida la pérdida mecánica de carnadas, fue similar entre ambas flotas. En ambos casos, la tasa de ataque de carnadas por las aves fue entre 1-2% (TRCA1), mientras la tasa de carnadas efectivamente consumidas fue menor al 0,5% (TRCA2).

Sin embargo, debido al gran esfuerzo de pesca desarrollado por ambas flotas en su conjunto, la pérdida monetaria potencial oscila entre los USD\$10.000 y USD\$20.000 por cada 1 millón de anzuelos calados (Figura 33; CPUE~115 g/anzuelo, Kg bacalao HG=USD\$10). El desarrollo de técnicas que reduzcan la interacción entre las aves marinas y los anzuelos durante el calado, produciría un incremento en el rendimiento económico de los barcos de pesca y a su vez, reduciría la tasa de captura incidental de éstas. Por ejemplo, el adecuado uso de una línea espantapájaros correctamente diseñada (ver Anexo 6) ha demostrado reducir significativamente el consumo de carnadas por las aves y la tasa de captura incidental de éstas (Løkkeborg y Robertson 2002). Esta es una de las medidas más prácticas y sencillas a implementar en un plan de mitigación de la mortalidad incidental de aves marinas en todas las pesquerías con palangre.

Interacción de la pesquería hacia las aves marinas

La tasa de captura incidental de aves marinas presentó significativas diferencias entre las flotas artesanal e industrial de bacalao de profundidad en las regiones X, XI y XII durante el año 2002. Ambas flotas fueron muestreadas durante el mismo período de tiempo,



particularmente durante los meses de Septiembre a Noviembre. Sin embargo, las áreas de operación de ambas estuvieron segregadas. A pesar de esto último, las especies asociadas a cada flota y la abundancia relativa entre ellas fueron similares. Lo anterior sugiere que la menor tasa de captura incidental de aves marinas estimada para la flota artesanal es un resultado del sistema de aparejo vertical que ellos emplean. Este arte de pesca presenta la característica de hundirse rápidamente, al presentar un peso en cada "pañó" o línea corta con dos reinales (Figura 42), lo cual implica que la interacción entre las aves marinas y los anzuelos sea breve. La flota industrial emplea el sistema de palangre español, el cual presenta una boyantes positiva y una baja tasa de hundimiento (Robertson 2001), por lo cual los anzuelos con las carnadas permanecen accesibles a las aves por un período mayor de tiempo.

A pesar de lo anterior, un total de 4 aves – todas ellas fardela negra grande – fueron capturadas en los lances artesanales muestreados. Dos de estas aves fueron registradas durante el calado (CAPUE1), no siendo posteriormente recuperadas ni observadas durante el virado. Si se asume que estas aves fueron efectivamente capturadas y sumergidas durante el calado y luego desprendidas del anzuelo durante el reposo de la línea o su virado, la tasa total de captura incidental de aves marinas estimada para la flota artesanal asciende a 0,068 en Mayo, Junio y Julio, respectivamente, siendo 0 en los otros meses.

La fardela negra grande es una especie considerada como "Vulnerable" por la IUCN (IUCN 2002) y una de las aves más susceptibles a ser capturadas por las artes de pesca con palangre, dada su gran capacidad de buceo y hábitos nocturnos (Ashford *et al.* 1995). Considerando la magnitud de la flota artesanal, medidas para reducir esta tasa de captura incidental deberían ser exploradas. Los lances en los cuales se detectó captura incidental fueron diurnos y nocturnos lo que indica que no parece existir una asociación entre las capturas y un determinado período del día. Por otro lado, debido al particular sistema de calado de las lanchas artesanales, en el cual dos líneas paralelas suelen calarse simultáneamente por ambas bandas de la lancha, el empleo de una línea espantapájaros similar a la empleada en barcos industriales resulta de escasa aplicabilidad. En consecuencia, medidas de mitigación específicas para esta pesquería debieran ser estudiadas e implementadas.

La tasa de captura incidental de aves marinas para la flota industrial durante 2002 presentó una marcada fluctuación mensual, con bajos valores durante el invierno y elevada tasa de mortalidad entre Septiembre y Diciembre, coincidiendo con los datos obtenidos durante el embarque exploratorio de 2001.



El bajo valor de la CAPUE obtenida entre Enero y Junio de 2002 podría ser atribuido, en parte, a la baja tasa de esfuerzo de observación realizada durante esos meses. Lo anterior obedeció al patrón de esfuerzo estacional que la flota industrial de bacalao de profundidad presenta, migrando a la pesquería de merluza austral o buscando nuevos caladeros en aguas internacionales durante los meses de fines de verano, otoño e invierno (Anuario Estadístico de Pesca 2001). Sin embargo, el patrón mensual de abundancia de aves marinas alrededor de los barcos fue menor en invierno que durante los meses de Septiembre-Diciembre (Figura 16). Esto último sugiere que durante el invierno las aves abandonan la zona austral del país, reduciéndose a la vez el grado de interacción de éstas con la pesquería de palangre. Este mismo patrón ha sido descrito para el área de la CCRVMA (Tuck *et al.* en prensa) y se debería a la migración de las aves desde sus colonias reproductivas hacia latitudes menores durante el invierno. En consecuencia, el bajo valor estimado de la CAPUE durante el invierno pensamos que corresponde a la real magnitud de esta interacción.

El análisis quincenal de la CAPUE entre los meses de Septiembre a Diciembre indica un máximo en esta tasa entre la primera quincena de Noviembre y la primera quincena de Diciembre (Figura 35). Posteriormente, la CAPUE disminuye, sugiriendo una reducción en la captura incidental de aves marinas durante el resto del verano. Este patrón concuerda con la distribución de los albatroses de ceja negra nidificantes en Diego Ramírez durante los viajes de alimentación realizados durante la incubación (Octubre-Noviembre), guarda (Diciembre) y postguarda (Enero-Abril) (Figura 47). El albatros de ceja negra, la especie más capturada durante los muestreos a bordo de barcos industriales, se distribuye a lo largo de la plataforma continental de Chile durante Noviembre, reduciendo su área de dispersión en Diciembre a la plataforma continental de la XII región. En Febrero, esta especie prospecta aguas antárticas, así como también la plataforma continental de la XII región sur. Se espera por consiguiente, que la tasa de captura incidental de aves marinas durante Enero, Febrero y Marzo disminuya a niveles similares a aquellos obtenidos en Septiembre-Octubre. Después de Marzo, los albatroses de ceja negra nidificantes en Diego Ramírez migran hacia el norte, a lo largo de la corriente de Humboldt (Arata *et al.*, datos no publicados), por lo que se espera que la CAPUE disminuya a los niveles obtenidos para Abril-Junio.



Los valores de la CAPUE obtenidos entre Septiembre y Diciembre son uno y dos órdenes de magnitud superiores a los actualmente observados en aquellas pesquerías donde se aplican medidas de mitigación (Anexo 5). Mas aún, de las especies de aves capturadas incidentalmente por barcos industriales, los albatroses de ceja negra, cabeza gris y la fardela negra grande se hallan listadas en la categoría "Vulnerable" (IUCN 2002). Los valores de la CAPUE presentados aquí son similares con aquellos estimados en el área de CCRVMA a comienzos de la década de los '90, previa a la implementación de medidas más efectivas de mitigación (Tuck et al., en prensa). Por consiguiente, la implementación de medidas de mitigación adecuadas – y un adecuado control de su utilización – ha demostrado tener un significativo efecto en reducir la mortalidad incidental de aves marinas. En consideración de los elevados niveles de captura incidental encontrados, la implementación de medidas de mitigación es fundamental en esta pesquería.

Las medidas de mitigación más ampliamente utilizadas corresponden a aquellas implementadas bajo el área de la CCRVMA (Anexo 6). Estas incluyen el cierre del área de pesca durante la época reproductiva de las aves, el calado nocturno, el empleo de una línea espantapájaros estándar durante el calado y el uso de un régimen de pesos (muertos) apropiados en la línea. Todas estas medidas han sido estudiadas en diversas pesquerías en el mundo, demostrando su eficiencia en reducir la tasa de captura incidental de aves marinas (e.g., Cherel et al. 1996, Weimerskirch et al. 2000, Robertson 2001, Løkkeborg y Robertson 2002). Ninguna de estas medidas está siendo aplicada en la flota industrial. La temporada de pesca ocurre sobrepuesta a la época reproductiva en las colonias adyacentes a los caladeros, los muertos utilizados son de bajo peso o distribuidos a intervalos mayores de los recomendados por la CCRVMA. Los calados se realizaron principalmente en horas del día (Figura 37); un análisis de la tasa de captura incidental en función del periodo del día en que se caló la línea indica que durante el "día" y las horas de amanecer / crepúsculo se registraron el mayor número de aves capturadas. Por último, la "línea espantapájaros" empleada en los barcos muestreados fue mal utilizada y no corresponde ni remotamente a la recomendada por la CCRVMA; esto último queda de manifiesto en la Figura 40, donde se observa que la CAPUE no presentó diferencias entre lances realizadas con o sin línea espantapájaros.

Adicionalmente, tenemos la impresión que muchas de las medidas que algunos capitanes emplean corresponden a una respuesta a la presencia de un observador científico como señala el anecdotario de los observadores.

La adecuada implementación y monitoreo de las medidas ya existentes en el área de la CCRVMA es la vía más lógica y factible de desarrollar un plan de mitigación de la captura



incidental de aves marinas en las pesquerías de palangre industrial en el sur de Chile. Esto último, debido a observaciones preliminares en las cuales se evidencia que la tasa de captura incidental en la flota industrial que pesca merluza austral – y que corresponden a los mismos barcos utilizados en la pesquería de bacalao de profundidad – presenta valores de captura similares a los aquí documentados.

En conjunto con la implementación de las medidas de mitigación, un adecuado plan de control y regulación debe ser elaborado. La experiencia internacional en esta materia indica que la implementación voluntaria de medidas de mitigación por parte de las empresas pesqueras es inoperante (*e.g.* Australia, Nueva Zelanda, Japón). Aún bajo el sistema de observación científica de la CCRVMA, el cumplimiento a cabalidad de las medidas de mitigación nunca ha sido alcanzado. En esta última, el actual éxito en la reducción de la mortalidad incidental de aves marinas se ha debido gracias al cierre de la pesquería durante los períodos de mayor vulnerabilidad de las aves, *i.e.* durante su reproducción (ver Anexo 5). En consecuencia, durante el desarrollo del plan de acción para reducir la mortalidad de aves marinas en las pesquerías de palangre nacional, medidas de incentivo y fiscalización deben ser incluidas dentro del marco legal regulatorio de cada pesquería.



CONCLUSIONES

MAMÍFEROS MARINOS

1. Durante los embarques industriales (zona Sur del área de estudio) se determinó la presencia de 5 especies de mamíferos marinos (cachalote, *Physeter macrocephalus*, orca, *Orcinus orca*, calderón de aletas largas, *Globicephala melas*, lobo marino Sudamericano, *Otaria flavescens* y lobo fino austral, *Arctocephalus australis*), de las cuales se detectó tentativamente la interacción con dos de ellas: cachalotes y orcas. Entre estas, es el cachalote la especie que ocurre con mayor frecuencia en las operaciones de pesca. En el 60% de los lances de pesca observados hubo avistamientos de cachalotes, mientras los avistamientos de orcas sólo alcanzaron al 10%.
2. Durante los embarques artesanales (zona Norte) se determinó la presencia de 8 especies de mamíferos marinos, ocurriendo interacción directa con la pesca con tres de estas (cachalote, lobo marino común y lobo fino austral). Interacciones negativas también ocurrieron entre los pescadores y otras especies (como ballenas azules) al ser consideradas también como responsables de interacciones.
3. En la pesca industrial, prácticamente todas las interacciones operacionales ocurrieron en el eje intermedio del talud de la plataforma continental Pacífico-Sudamericana o zona XII Sur, particularmente al Sur y Sureste del archipiélago Diego Ramírez, zona que también tuvo los mejores rendimientos pesqueros.
4. Se identificaron cuatro zonas potencialmente conflictivas: (1) los 57°S 67.5°W (al Sur de Cabo de Hornos - zona denominada cementerio), (2) los 57°S 69°W (en el talud al sur de Diego Ramírez), (3) los 55.5°S 71.5°W (al Sur del Canal Ballenero) y (4) los 53°S 76°W (boca occidental del estrecho de Magallanes), en donde ocurrió el mayor número de interacciones y donde los rendimientos fueron mejores. El hecho que la CPUE tienda a ser mayor cuando hay cachalotes presentes en adición a la alta concentración de éstos en determinadas zonas apoya la hipótesis acerca de que los caladeros más rentables son efectivamente áreas de alimentación tradicionales de los cachalotes.
5. En la mayoría de las oportunidades cuando se registró la presencia conjunta de cachalotes y orcas, la TDLC% bajó a niveles cercanos a 0% (i.e. cero depredación) posiblemente debido a potenciales interacciones interespecíficas.
6. Mediante el análisis de un modelo pesquero se determinó que el efecto de la depredación ocasionada por los cetáceos sobre la biomasa del stock de bacalao de profundidad sugiere ser mínimo y en consecuencia no habrían argumentos para aseverar que hay una competencia severa con la pesquería, ni tampoco que la tendencia declinante del rendimiento pesquero sea atribuible al efecto de la depredación por mamíferos.



7. La pérdida monetaria total presumiblemente causada por mamíferos marinos a la flota industrial sugiere ser de consideración (media = USD \$92.684), sin embargo, es fundamental tomar estas cifras con precaución debido a que ésta se observa probablemente maximizada debido al bajo rendimiento que tiene la pesquería actualmente y al alto precio del bacalao.

AVES MARINAS

1. Se determinó un total de 22 especies de aves marinas asociadas con la pesquería de bacalao de profundidad entre las regiones X a XII. La mayoría de las especies fue registrada tanto alrededor de embarcaciones artesanales como industriales.

2. Las especies más abundantes alrededor de los barcos, y que potencialmente presentan una mayor probabilidad de interactuar con la pesquería, fueron: albatros de ceja negra, albatros real, albatros errante, petrel gigante (antártico y subantártico), petrel moteado, fardela negra grande.

3. La abundancia media mensual de aves presentes alrededor de las embarcaciones presentó una marcada estacionalidad en la XII región, donde opera la flota industrial, siendo menor durante el invierno. En la X región, área principal de operación de la flota artesanal, la abundancia media mensual de aves presentes durante las faenas de pesca fue similar durante el estudio.

4. La tasa de robo de carnadas por las aves durante el calado de la línea (TRCA~1-2%) representa una reducción potencial en la captura de bacalao de profundidad equivalente a U\$10.000 - 20.000 por cada millón de anzuelos calados.

5. Los estimados mensuales de la tasa de captura incidental de aves marinas presentaron marcadas diferencias entre las flotas artesanal e industrial de bacalao de profundidad. Aunque ambas flotas presentaron una segregación espacial en sus áreas de operación, esta diferencia parece radicar en el tipo de arte de pesca utilizado en ambas flotas. La flota artesanal emplea un espinel tipo "vertical", el cual se hunde rápidamente. En tanto, la flota industrial emplea el palangre tipo "español", el cual presenta una baja tasa de hundimiento.

6. Para la flota artesanal los valores estimados de la tasa de captura incidental de aves marinas fueron de 0,069, 0,156 y 0,108 aves/1000 anzuelos, durante Mayo, Junio y Julio, respectivamente. En Agosto, Septiembre, Octubre y Noviembre no se registraron aves capturadas incidentalmente. En total se capturaron 4 fardelas negras grandes (*Procellaria aequinoctialis*) sobre un total de 81.181 anzuelos y 82 lances observados.

7. En la flota industrial, los valores estimados de la tasa de captura incidental de aves marinas fueron: Abril=0; Junio=0,019; Septiembre=0,374; Octubre=0,445; Noviembre=1,285; Diciembre=0,902. En total se capturaron 271 aves en 752.349 anzuelos y 182 lances observados, correspondientes a 261 albatroses de ceja negra (*Diomedea*



melanophrys), 5 fardelas negra grande (*Procellaria aequinoctialis*), 2 petreles moteados (*Daption capense*), 1 albatros de cabeza gris (*Diomedea chrysostoma*), 1 fardela negra (*Puffinus griseus*) y 1 petrel plateado (*Fulmarus glacialoides*).

8. Un análisis con Bootstrap para proyectar el número de Albatros de Ceja Negra muertos al total de la flota durante 2002, alcanzó una cifra de 1.522 individuos (1.033 - 2.255 I.C. 95%).

9. El análisis realizado mediante GLM al respecto de los factores más vinculados con la mortalidad incidental de aves marinas indicó que estos corresponden al periodo del día en que se calaron las líneas, el mes del año y la cercanía de la zona de pesca respecto de la colonias de albatroses.



RECOMENDACIONES

PROBLEMA PESQUERÍA - MAMÍFEROS MARINOS

La administración y la industria pesquera deben considerar a los mamíferos marinos como parte del ecosistema ya que como depredadores de mayor orden son importantes componentes indicadores, estructuradores y reguladores del funcionamiento de las comunidades marinas (Estes 1979, Ray 1981, Bowen 1997). En este sentido, la pesquería no debe considerar a los mamíferos marinos como enemigos o ladrones del lucro a obtener, sino más bien debe incorporar las interacciones producidas como un "pago se servicios" por el rol más global que cumplen los mamíferos marinos.

Para establecer este caso, pero considerando la dificultad de predecir posibles resultados de las interacciones tróficas incluso en las tramas tróficas más simples, se podría aventurar un ejemplo plausible. En el caso del cachalote, los resultados de las investigaciones balleneras llevadas a cabo en Chile, Ecuador y Perú entre 1958 y 1962 (Clarke et al. 1993) encontraron que los peces estuvieron presentes en 0,62% de los 1123 estómagos de cachalotes machos analizados y en 0,13% de los 783 estómagos de hembras. Sin embargo, *Dosidicus gigas*, fue la única especie de calamar presente en 99,64% de machos y 98,64% de hembras cuyos estómagos contenían alimento. Lo anterior permite inferir que los cachalotes del Pacífico Sudeste se alimentan fundamentalmente de *D. gigas* a una ración diaria estimada de ca. 2300 kg para machos sexualmente maduros. Por otro lado, para la dieta de los calamares en general (que incluye peces, cefalópodos, crustáceos y también ejemplares de su misma especie (canibalismo)) ha sido recientemente confirmada la depredación sobre bacalao de profundidad (Xavier et al. 2002). Este hecho sugiere que los cachalotes tendrían un efecto positivo sobre esta y otras pesquerías ya que estarían regulando la abundante depredación de una especie que posee gran biomasa y fecundidad como es el calamar (estratega r).

Una estrategia práctica recomendable para los industriales sería no pescar en aquellos sectores identificados como conflictivos o pescar más entrada la temporada (*i.e.* desde octubre) cuando la abundancia de cachalotes es menor. En cualquier caso, el hecho es que hay una pérdida monetaria ocasionada por mamíferos marinos y se consideran dos alternativas a implementar: (1) aceptar los niveles de depredación y convivir con el problema o (2) fomentar y desarrollar investigaciones acerca de la ecología de las especies involucradas (*e.g.* distribución, abundancia, parámetros biológicos), las cuales complementen un análisis detallado de las interacciones, involucrando experimentación con sistemas de mitigación. En este sentido, muchas medidas de mitigación han sido propuestas a la fecha, sin embargo, sólo



algunas han sido probadas y en un número mucho menor, han sido evaluadas por su efectividad.

Una vez establecido lo anterior, es importante llamar la atención al respecto de la necesidad de implementar un plan de capacitación y difusión, particularmente en la flota artesanal, al respecto de este problema. Los métodos utilizados para mitigar la interacción son a veces considerablemente invasivos (como es el uso de dinamita, carburo y armas de fuego) y son acciones que potencialmente ocasionan mortalidad entre los mamíferos marinos, estén o no interactuando con la pesquería. Un plan de capacitación que incluya la determinación de las diferentes especies de cetáceos y lobos marinos, incluyendo aspectos relevantes sobre su biología, ayudaría a minimizar las interacciones negativa-negativa ya que habría menor mortalidad de mamíferos marinos y habría mayor capacidad de pesca cuando se determine que la especie avistada en las cercanías de un caladero no corresponde a aquellas que interactúan con la pesquería.

Se sugiere fomentar y desarrollar investigaciones acerca de la ecología de las especies involucradas y relacionadas con las interacciones (e.g. distribución, abundancia, parámetros biológicos), las cuales complementen un análisis detallado de las interacciones, incluyendo en estas, la cuidadosa experimentación con sistemas de mitigación.

PROBLEMA PESQUERÍA - AVES MARINAS

Después de este estudio, es un hecho que la mayor interacción Aves-Flota Industrial de bacalao de profundidad ocurre entre los meses de septiembre a diciembre, dado que los albatroses de ceja negra concurren a sus sitios de nidificación en cuatro islas simultáneamente con el inicio de la temporada de pesca industrial.

Los sitios de nidificación conocidos hasta hoy son el archipiélago Diego Ramírez (19.195 parejas reproductivas de *D. melanophrys*, Schlatter y Riveros 1997), Islas Ildefonso (Islas del norte: 23.500 parejas + Isla del Sur: 17.500 parejas =41.000 parejas de *D. melanophrys*, G. Robertson comunicación personal), Isla Diego de Almagro (15.000 parejas reproductivas, Lawton *et al.* en prensa) y finalmente Islotes Evangelistas (4.934 parejas reproductivas, Arata *et al.* Ms). Esto sugiere que probablemente la población total de este albatros es cercana a un cuarto de millón de ejemplares sólo en Chile. Arata & Moreno (2002) postulan que la disminución numérica de la flota espinelera chilena a partir del año 1990 se ha traducido en un proceso de recuperación de las poblaciones de Isla Gonzalo, tras una fuerte disminución



sufrida durante los '80. Sin embargo, la mortalidad actual en la pesquería todavía es preocupante. Dado que sólo unas pocas empresas concurren a la pesca licitada del bacalao de profundidad, se podría contar con la participación activa de ellas e introducir medidas de mitigación que redujeran a prácticamente cero este problema.

Un listado de medidas posibles sería:

1. **Calado nocturno.** Tal vez una de las medidas más efectivas para reducir la mortalidad incidental de albatroses, aunque no es efectiva en reducir las capturas de petreles (Ashford et al. 1995). Sin embargo, en esta área la duración del periodo nocturno oscuro es mínima en esta época del año. En este estudio hemos encontrado que no hay diferencias significativas entre lances diurnos y nocturnos. Para que esta medida sea efectiva se debe acompañar con un mínimo de luces a bordo. Cherel et al. (1996) encontraron importantes diferencias en la tasa de captura incidental en los calados nocturnos CON o SIN las luces de cubierta encendidas. En nuestro estudio siempre hubo potentes luces a popa de los buques observados durante los calados.
2. **Uso de líneas espantapájaros adecuadas.** El uso correcto de este sistema, como por ejemplo el sistema implementado por CCAMLR, nunca se empleó en los buques observados. En éstos, las líneas espantapájaros usadas fueron líneas gruesas con cintas colgando, que son mucho más cortas que el diseño de CCAMLR (ver Anexo 6). Si bien estas líneas logran alejar las aves de la zona cercana a la popa del buque aún las líneas de pesca se encuentran a poca profundidad más allá del fin de la línea espantapájaros. Consecuentemente las aves marinas – que pueden bucear entre 6 y 15 metros de profundidad dependiendo de la especie – aún pueden alcanzar sin mayor dificultad los anzuelos. En este estudio, no se encontró diferencias significativas entre el no uso de línea, el uso de sólo una e incluso el uso de dos. Consecuentemente esta práctica debe ser mejorada con espantapájaros apropiados.
3. **Anclaje de los espineles.** Los pesos colocados a la línea madre son un factor importante en evitar la mortalidad incidental de aves. Los petreles – que son las aves que bucean a mayor velocidad – bucean a 0.25 m/seg., por lo que el peso de la línea debería permitir una velocidad de hundimiento igual o mayor de 0.30 m/seg. (Robertson 2001). Para ello el régimen de pesaje debería ser igual al utilizado en la zona de CCAMLR (8.5 kg cada 40 metros de línea), o bien introducir líneas madres hechas con cuerdas con alma de plomo, como las recientemente desarrollados en Noruega para mejorar la tasa de hundimiento del espinel (Robertson et al. 2002).
4. **Medidas complementarias.** Una serie de otras recomendaciones pueden aumentar la eficiencia de las anteriores, como por ejemplo, a) usar sólo carnadas descongeladas, b) evitar arrojar los desechos de la fábrica y basuras durante los calados, c) eliminar los



desechos durante el virado sólo por la banda opuesta a la de la operación, d) evitar descartar el by-catch de peces e invertebrados durante el virado manteniéndolos a bordo hasta el final del virado, e) al pescar de noche hacerlo con un mínimo de luces de cubierta etc.

5. **Implementación de un programa de observadores científicos**, de modo de controlar y evaluar el uso y efectividad de las medidas de conservación. Dicho observador puede a su vez cumplir las labores de muestreo de la pesca. Las variables básicas para evaluar la tasa de captura incidental a muestrear son: a) observación del calado, b) observación directa del virado de la línea (>40%) y registro del número de aves capturadas, c) adecuado registro de ambas actividades, a fin de estimar el grado de cobertura de observación de la línea.

Sin duda, también existen medidas más radicales, como prohibir el acceso a las áreas más riesgosas para las aves (e.g. área C de este estudio), o cambiar la temporada de pesca hacia los meses de invierno. Sin embargo, este tipo de medidas sugieren no ser convenientes de aplicarlas en estos momentos ya que afectarían fuertemente los rendimientos económicos de la flota y/o su propia seguridad. Actualmente, las capturas de *D. eleginoides* han sido bajas, sin embargo, con adecuadas medidas de manejo, el rendimiento debiera mejorar en el futuro y atraer nuevamente el interés de las empresas pesqueras a operar en estas aguas. Dado lo anterior, no es sólo fundamental aplicar medidas como las señaladas anteriormente junto con los Industriales tanto del bacalao como los que pescan merluza austral y congrio con espinel, sino que además, de manera paulatina, avanzar en un Plan Nacional de Mitigación de Mortalidad Incidental consensuado por todos, el cual permita capacitar a oficiales y tripulantes para hacer que la actividad pesquera chilena sea reconocida como amistosa con el ecosistema marino y tenga un sistema de Observación Científica que permita hacer un seguimiento de los progresos alcanzados en esa dirección.



LITERATURA CITADA

- Aguayo A., D. Torres y J. Acevedo. 1998. Los mamíferos marinos de Chile: I. Cetacea. Ser Cient INACH 48: 19-159.
- Angliss R. y D. DeMaster. 1997. Differentiating Serious and Non-Serious Injury of Marine Mammals taken Incidental to Commercial Fishing Operations: Report of the Serious Injury Workshop. April 1-2, Silver Spring, MD, USA. 51 pp.
- Arata, J. y C. Moreno. 2002. Progress report of Chilean research on albatross ecology and conservation. Documento SC-CAMLR, WG-FSA 02/28.
- Araya, B. y G. Millie. 2000. Guía de campo de las aves de Chile, 9ª ed. Editorial Universitaria, Santiago.
- Araya, B., Bernal, M., Schlatter, R. y M. Sallaberry. 1995. Lista patrón de las aves chilenas. Editorial Universitaria, Santiago. 35 p.
- Arnbom, T. 1987. Individual identification of sperm whales. Rep Int Whal Commn 37:201-204.
- Ashford, J.R., Croxall, J.P., Rubilar, P.S. y C. Moreno. 1994. Seabird interactions with longlining operations for *Dissostichus eleginoides* at the South Sandwich Islands and South Georgia. CCAMLR Sci., 1: 143-153, 1994.
- Ashford J.R., J.P. Croxall, P.S. Rubilar y C.A. Moreno. 1995. Seabird interactions with longlining operations for *Dissostichus eleginoides* around South Georgia, April to May 1994. CCAMLR Sci 2: 111-121.
- Ashford J.R., P.S. Rubilar y A.R. Martin. 1996. Interactions between cetaceans and longline fishery operations around South Georgia. Mar Mamm Sci 12(3): 452-457.
- Barea, L., Loinaz, I., Marin, Y., Rios, C., Saralegui, A., Stagi, A., Vaz-Ferreira, R. y N. Wilson. 1994. Mortality of albatrosses and other seabird produced by tuna long-line fisheries in Uruguay. CCAMLR Doc. WG-IMALF-94/17.
- Bowen, W.D. 1997. Role of marine mammals in aquatic ecosystems. Mar Ecol Progr Ser 158: 267-274.
- Brothers, N. 1991. Albatross mortality and associated bait loss in the Japanese fishery in the Southern Ocean. Biol Cons, 55: 255-268.
- Brothers, N. 1995. Pesca de palangreros, los dólares y el sentido común. Dept. Cons., Tasmania. 80 pp.
- Brothers, N. y A.B. Foster. 1997. Seabird catch rates: an assessment of causes and solutions in Australia's domestic tuna longline fishery. Mar Ornith 25: 37-42.
- Brown, R.G.B., Cooke, F., Kinnear, P.K. y E.L. Mills. 1975. Summer seabird distributions in Drake Passage, the Chilean Fjords and off southern South America. Ibis, 117:339-356.
- Buckland S.T., D.R. Anderson, K.P. Burnham y J.L. Laake. 1993. Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations. Chapman and Hall. 446pp.
- Carwardine M., M. Weinrich, P. Evans, M. Camm. 2000. Whales, Dolphins, and Porpoises: the visual guide to more than seventy five Cetacean species. 256 pp.
- CCAMLR. 1999. Scientific Observers Manual. CCAMLR, Hobart, Australia. 161 pp.
- Cherel, Y. y Weimerskirch, H. 1995. Seabirds as indicators of marine resources: black-browed albatrosses feeding on ommastrephid squids in Kerguelen waters. Mar Ecol Progr Ser, 129:295-300.
- Cherel, Y., Weimerskirch, H. y G. Duhamel. 1996. Interactions between longline vessels and seabirds in Kerguelen waters and a method to reduce seabird mortality. Biol Cons, 75:63-70.
- Clark, G.S., Cowan, A., Harrison, P. y W.R.P. Bourne. 1992. Notes on the seabirds of the Cape Horn Islands. Notornis, 39:133-144.
- Clarke, R., Paliza, O. y A. Aguayo. 1993. Riesgo para la recuperación de la existencia de cachalotes en el Pacífico Sureste debido al desarrollo de la pesca de la pota. Bol Lima 85: 73-78.
- Dahlheim, M.E. y J.E. Heyning. 1998. Killer whale, *Orcinus orca* (Linnaeus, 1758). Pp. 281-322. En: SH Ridgway y R Harrison (eds) Handbook of Marine Mammals : The Second Book of Dolphins and the Porpoises (Vol 6). 465 pp.



- Dalziell, J. y M. de Poorter. 1993. Seabird mortality in longline fisheries around South Georgia. *Polar Rec*, 29(169):143-145.
- Estes, J.A. 1979. Exploitation of marine mammals: r-selection of K-strategists? *J Fish Res Bd Can* 36: 1009-1017.
- Favero, M., Silva, M.P., Khatchikian, C.E., Arias, A. y G. Cañete. 2002. Análisis de la captura incidental de albatros y petreles en la plataforma y talud Argentino registrada por observadores a bordo de embarcaciones palangreras: periodo 1999-2001. Documento WG-FSA02/82, CCAMLR, Hobart, Octubre 2002.
- Frere, E. y P. Gandini. 2001. La pesquería del palangre en Argentina: Caracterización y evaluación de su efecto sobre las aves marinas pelágicas. Presentación en el Primer Taller Sudamericano de mortalidad incidental de albatros y petreles. Punta del Este, Uruguay, Septiembre 2001.
- Gales, R. 1997. Albatross populations: status and threats, pp. 20-45 en *Albatross Biology and Conservation*. G. Robertson y R. Gales (eds.). Surrey Beatty & Sons, Chipping Norton.
- Harrison, P. 1983. *Seabirds, an identification guide*, 1a ed. Croom Helm Ltda., Beckenham.
- Hilborn, R. y M. Mangel. 1997. *The Ecological Detective: confronting models with data*. Monographs in Population Biology 28. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 315 pp.
- Hill P.S., Laake, J.L. y E. Mitchell. 1999. Results of a pilot program to document interactions between sperm whales and longline vessels in Alaska waters. US Dep Commer, NOAA Technical Memorandum NMFS-AFSC-108. 42 pp.
- Hucke-Gaete, R., D. Torres, and V. Vallejos, 1997. Entanglement of Antarctic fur seals *Arctocephalus gazella* in marine debris at Cape Shirreff and San Telmo islets, Livingston island, Antarctica: 1988-1997. *Ser Cient INACH* 47:123-135.
- Jehl, J.R. 1973. The distribution of marine birds in Chilean waters in winter. *The Auk*, 90:114-135.
- Kawakami, T. 1980. A review of sperm whale food. *Sci Rep Whales Res Inst* 32: 199-218.
- Klaer, N. y T. Polacheck. 1997. By-catch of albatrosses and other seabirds by Japanese longline fishing vessels in the Australian fishing zone from April 1992 to March 1995. *Emu* 97: 150-167.
- Løkkeborg, S. y G. Robertson. 2002. Seabird and longline interactions: effects of a bird-scaring streamer line and line shooter on the incidental capture of northern fulmars *Fulmarus glacialis*. *Biol Cons* 106:359-364.
- Moloney C.L., J. Cooper, P.G. Ryan y W.R. Siegfried. 1994. Use of a population model to assess the impact of longline fishing on Wandering albatross *Diomedea exulans* populations. *Biol Cons* 70: 195-203.
- Moreno, C., Rubilar, P.S., Marschoff, E. y Benzaquen, L. 1996. Factors affecting the incidental mortality of seabirds in the *Dissostichus eleginoides* fishery in the southwest Atlantic (Subarea 48.3, 1995 season). *CCAMLR Sci*, 3:79-91.
- Murray, T.E., Bartle, J.A., Kalish, S.R. y P.R. Taylor. 1993. Incidental capture of seabirds by Japanese southern bluefin longline vessels in New Zealand waters, 1988-1992. *Bird Cons Int*, 3: 181-210.
- Nel, D.C., Ryan, P.G. y B.P. Watkins. En prensa. Seabird mortality in the Patagonian toothfish longline fishery around the Prince Edward Islands, 1996-2000.
- Neves, T. y F. Olmos. 1997. Albatross mortality in fisheries off the coast of Brazil. *Albatross Biology and Conservation*, Chapter 17, pp. 214-219. G. Robertson y R. Gales (editores). Surrey Beatty & Sons, Chipping Norton.
- Northridge, S.P. y R.J. Hofman. 1999. Pp. 99-119. Marine mammal interactions with fisheries. En: Twiss JR y RR Reeves (eds.) *Conservation and Management of Marine Mammals*. Smithsonian Institution Press, Washington & London. 471 pp.
- Northridge, S.P. 1984. World review of interactions between marine mammals and fisheries. Fisheries Technical Paper No. 251, FAO.
- Northridge, S.P. 1991. World review of interactions between marine mammals and fisheries. Fisheries Technical Paper No. 251, Supplement 1. FAO.
- Onley D. y S. Bartle. 1999. Identificación de aves marinas de los océanos del sur. 1a edición. Anne French y David Cauchi (Editores). Te Papa, Wellington. 83 pp.



- Oporto, J. y L. Brieva. 1994. Nace una nueva actividad pesquera en el sur de Chile, nace un nuevo conflicto de interacción con los mamíferos marinos. Anales de la 6ª Reunión de Trabajo de Especialistas en Mamíferos Acuáticos de América del Sur. Florianópolis, Brasil. [Resumen] Pág. 125.
- Pauly, D., A.W. Trites, E. Capull y V. Christensen. 1998. Diet composition and trophic levels of marine mammals. ICES J Mar Sci 55: 467-481.
- Perry S.L., D.P. DeMaster y G.K. Silber. 1999. The great whales: history and status of six species listed as endangered under the U.S. Endangered Species Act of 1973. Mar Fish Rev 61(1): 1-74.
- Pitman, R.L., L.T. Balance, S.L. Mesnick y S.J. Chivers. 2001. Killer whale predation on sperm whales: observations and implications. Mar Mamm Sci 17(3): 494-507.
- Purves, M.G., Agnew, D.J., Bulqueiras, E., Moreno, C.A. y B. Watkins. 2002. Killer whale *Orcinus orca* and sperm whale *Physeter macrocephalus* interactions with longline fishing vessels in the Patagonian toothfish fishery at South Georgia, South Atlantic. DT "Cetacean interactions with commercial longline fisheries in the South Pacific region: Approaches to mitigation. Apia, Samoa, 11-15 nov. 2002. 17 pp.
- Randall, B.M., R.M. Randall y G.J. Rossouw. 1983. Plastic particle pollution in great shearwaters (*Puffinus gravis*) from Gough Island. S Afr J Antarct Res 13:49-50.
- Ray, G. C. 1981. The role of large organisms. Pp. 397-413. En: Longhurst AR (ed) Analysis of marine ecosystems. Academic Press, London.
- Rice, D.W. 1998. Marine mammals of the World: Systematics and Distribution. Special Pub. 4, Society for Marine Mammalogy. Allen Press Inc. 231 pp.
- Robertson, G. 2001. Effect of line sink rate on albatross mortality in the Patagonian toothfish longline fishery, pp. 43-60. In Proceedings – Seabird Bycatch: Trends, Roadblocks, and Solutions. University of Alaska Sea Grant.
- Robertson, G., McNeill, M., King, B. y R. Kristensen. (2002) Demersal longlines with integrated weight: a preliminary assessment of sink rates, fish catch success and operational effects. Documento WG-FSA 02/22 presentado en CCAMLR, Hobart, Octubre 2002.
- Ryan P.G. y C.L. Moloney (1988) Effect of trawling on bird and seal distributions in the southern Benguela region. Mar Ecol Prog Ser 45: 1-11.
- Salas R., H. Robotham y G. Lizama. 1987. Investigación del Bacalao en la VIII Región. Informe Técnico, Intendencia Región Bío - Bío e Instituto de Fomento Pesquero. Talcahuano. 183 p.
- Seber, G.A.F. 1973. The estimation of animal abundance. Griffin, London.
- Shaffer SA, H Weimerskirch y DP Costa. 2001. Functional significance of sexual dimorphism in Wandering Albatrosses, *Diomedea exulans*. Func Ecol 15: 203-210.
- Schlatter, R.P. y G. Riveros. 1997. Historia natural del Archipiélago Diego Ramírez, Chile. Ser Cient INACH, 47:87-112.
- Schiavini, A., Frere, E., Gandini, P., García, N. y E. Crespo. 1997. Albatross-fisheries interactions in Patagonian shelf waters, en Albatross Biology and Conservation, pp. 208-213. G. Robertson y R. Gales (eds.). Surrey Beatty & Sons, Chipping Norton.
- Smith, S.C. y H. Whitehead. 1993. Variations in the feeding success and behaviour of Galápagos sperm whales (*Physeter macrocephalus*) as they relate to oceanographic conditions. Can J Zool (71)10: 1991-1996.
- Tasker, M.L., P.H. Jones, T. Dixon y B.F. Blake. 1984. Counting seabirds at sea from ships: a review of methods employed and a suggestion for standardized approach. The Auk 101: 567-577.
- Tuck, G.N., Bulman, C. y T. Polachek. En prensa. Spatio-temporal trends in longline fisheries of the Southern Ocean and implications for seabird bycatch.
- Van Franeker, J.A. 1994. A comparison of methods for counting seabirds at sea in the southern ocean. J Field Ornith, 65: 96-108.
- Venables, W.N. y B.D. Ripley. 1997. Modern applied statistics with S-PLUS, 2nd ed. Springer-Verlag, New York.
- Weilgart, L. y H. Whitehead. 1997. Group-specific dialects and geographical variation in coda repertoire in South Pacific sperm whales. Behav Ecol Sociobiol 40: 277-285.



- Weimerskirch H, N Brothers y P Jouventin. 1997. Population dynamics of Wandering albatross *Diomedea exulans* and Amsterdam albatross *D. amsterdamensis* in the Indian Ocean and their relationships with long-line fisheries: conservation implications. *Biol Cons* 79: 257-270.
- Weimerskirch H y P Jouventin. 1987. Population dynamics of the Wandering albatross, *Diomedea exulans*, of the Crozet Islands: causes and consequences of the population decline. *Oikos* 49: 315-322.
- Weimerskirch, H., Capdeville, D. y G. Duhamel. 2000. Factors affecting the number and mortality of seabirds attending trawlers and long-liners in the Kerguelen area. *Polar Biology* 23:236-249.
- Whitehead, H. 1996. Variation in the feeding success of sperm whales: temporal scale, spatial scale and relationship to migrations. *J Anim Ecol* 65: 429-438.
- Whitehead, H. y B. Kahn. 1992. Temporal and geographic variation in the social structure of female sperm whales. *Can J Zool* 70: 2145-2149.
- Würzig, B. y T.A. Jefferson. 1990. Methods of photo-identification for small cetaceans. *Rep Int Whal Commn (Special Issue 12) Paper SC/A88/ID13*: 43-52.
- Xavier, J.C., Rodhouse, P.G., Purves, M.G., Daw, T.M., Arata, J. & G.M. Pilling. 2002. Distribution of cephalopods recorded in the diet of the Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) around South Georgia. *Polar Biol* 25: 323-330.
- Yano, K. y M.E. Dahlheim. 1995. Killer whale, *Orcinus orca*, depredation on longline catches of bottomfish in the southeastern Bering Sea and adjacent waters. *Fish Bull* 93: 355-372.
- Zuleta, A., C. Moreno, P. Rubilar & J. Guerra. 1996. Modelo de estrategia de explotación del bacalao de profundidad bajo incertidumbre del tamaño y rendimiento sustentable del stock. Preinforme final (corregido). ECOfish Consultores, Fondo de Investigación Pesquera, Proyecto FIP 96-41. 159 pp.



TABLAS



Tabla 1: Abundancia media de aves marinas por virado (media \pm d.s.), en un radio de 300 m alrededor del barco, durante el embarque industrial exploratorio realizado entre Septiembre y Noviembre de 2001.

ESPECIE	MES / REGION		
	Septiembre XII sur	Octubre XII sur	Noviembre XII sur
<i>Diomedea exulans/epomophora</i>	3,1 \pm 3,0	11,9 \pm 8,7	21,7 \pm 8,6
<i>Diomedea melanophrys</i>	262,8 \pm 115,4	191,5 \pm 85,6	192,9 \pm 77,3
<i>Diomedea chrysostoma</i>	5,5 \pm 5,6	0,7 \pm 1,3	0,9 \pm 1,5
<i>Macronectes giganteus</i>	55,3 \pm 31,4	123,5 \pm 67,0	130,7 \pm 73,3
<i>Daption capense</i>	421,1 \pm 340,7	171,0 \pm 116,2	303,6 \pm 189,5
<i>Procellaria aequinoctialis</i>	2,6 \pm 5,2	2,0 \pm 4,0	6,0 \pm 5,4
<i>Fulmarus glacialisoides</i>	1,9 \pm 2,9	0,0 \pm 0,0	0,7 \pm 1,9
<i>Puffinus griseus</i>	0,0 \pm 0,0	9,0 \pm 19,0	0,0 \pm 0,0
<i>Larus dominicanus</i>	0,8 \pm 1,6	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0
Total	753,1 \pm 441,7	509,6 \pm 197,5	656,4 \pm 325,7
Nro. lances	18	10	7



Tabla 2: Número de lances monitoreados durante el embarque industrial exploratorio, por región y mes, incluyendo información sobre la captura de bacalao de profundidad, el número de pesca depredada por mamíferos (no extrapolada), la tasa de depredación y el número de individuos de las especies más frecuentemente avistadas durante los virados.

Lance	BARCO	MES	CAPTURA BACALAO	DEPREDACION BACALAO	TASA DEPREDACION	NUMERO CACHALOTES	NUMERO ORCAS
1	Exploratorio	Septiembre	3	0	0,00	0	0
2	Exploratorio	Septiembre	14	6	0,45	3	0
3	Exploratorio	Septiembre	11	3	0,29	2	0
4	Exploratorio	Septiembre	17	7	0,37	21	0
5	Exploratorio	Septiembre	21	0	0,00	0	0
6	Exploratorio	Septiembre	159	0	0,00	9	6
7	Exploratorio	Septiembre	87	0	0,00	0	0
8	Exploratorio	Septiembre	180	0	0,00	6	4
9	Exploratorio	Septiembre	14	0	0,00	19	6
10	Exploratorio	Septiembre	13	0	0,00	5	9
11	Exploratorio	Septiembre	192	0	0,00	21	0
12	Exploratorio	Septiembre	174	0	0,00	0	0
13	Exploratorio	Septiembre	74	0	0,00	0	0
14	Exploratorio	Septiembre	73	0	0,00	0	0
15	Exploratorio	Septiembre	36	0	0,00	0	0
16	Exploratorio	Septiembre	55	0	0,00	0	0
17	Exploratorio	Septiembre	104	2	0,03	4	0
18	Exploratorio	Septiembre	74	0	0,00	0	0
19	Exploratorio	Septiembre	17	3	0,21	6	0
20	Exploratorio	Septiembre	18	0	0,00	0	0
21	Exploratorio	Septiembre	308	5	0,03	23	3
22	Exploratorio	Septiembre	101	0	0,00	0	0
23	Exploratorio	Septiembre	444	5	0,02	14	4
24	Exploratorio	Septiembre	512	7	0,02	7	0
25	Exploratorio	Septiembre	284	11	0,06	7	0
26	Exploratorio	Septiembre	433	3	0,01	3	0
27	Exploratorio	Septiembre	239	3	0,02	1	3
28	Exploratorio	Septiembre	0	0	0,00	0	0
29	Exploratorio	Octubre	150	0	0,00	0	0
30	Exploratorio	Octubre	4	0	0,00	1	0
31	Exploratorio	Octubre	4	0	0,00	0	0
32	Exploratorio	Octubre	70	0	0,00	0	0
33	Exploratorio	Octubre	10	0	0,00	3	0
34	Exploratorio	Octubre	35	0	0,00	0	0
35	Exploratorio	Octubre	14	0	0,00	3	0
36	Exploratorio	Octubre	0	0	0,00	2	0
37	Exploratorio	Octubre	13	0	0,00	2	3
38	Exploratorio	Octubre	40	0	0,00	0	0
39	Exploratorio	Octubre	2	0	0,00	0	0
40	Exploratorio	Octubre	6	0	0,00	0	0

continúa...



...continuación Tabla 2

41	Exploratorio	Octubre	9	2	0,26	1	0
42	Exploratorio	Octubre	14	0	0,00	3	0
43	Exploratorio	Octubre	111	0	0,00	1	0
44	Exploratorio	Octubre	9	0	0,00	1	0
45	Exploratorio	Octubre	15	0	0,00	0	0
46	Exploratorio	Octubre	7	0	0,00	0	0
47	Exploratorio	Octubre	10	7	0,53	4	0
48	Exploratorio	Noviembre	2	0	0,00	2	0
49	Exploratorio	Noviembre	105	4	0,06	3	0
50	Exploratorio	Noviembre	8	3	0,47	2	0
51	Exploratorio	Noviembre	1	2	0,74	1	0
52	Exploratorio	Noviembre	48	3	0,10	0	4
53	Exploratorio	Noviembre	48	0	0,00	0	0
			$\Sigma= 4392$	$\Sigma= 76$	$X= 0,07$	$\Sigma= 180$	$\Sigma= 42$



Tabla 3: Tasa específica de captura incidental de aves marinas por unidad de esfuerzo (aves/1000 anzuelos) durante el embarque industrial exploratorio, estimada a partir de los cuerpos recuperados durante el virado.

ESPECIE	MESES		
	Septiembre media \pm d.s.	Octubre media \pm d.s.	Noviembre media \pm d.s.
<i>Diomedea melanophrys</i>	0 \pm 0	0,143 \pm 0,387	1,532 \pm 1,596
<i>Daption capense</i>	0 \pm 0	0 \pm 0	0,143 \pm 0,223
<i>Puffinus griseus</i>	0 \pm 0	0,047 \pm 0,148	0 \pm 0
Tasa general	0 \pm 0	0,186 \pm 0,395	1,675 \pm 1,743
Nro. lances	19	11	6



Tabla 4: Esfuerzo de muestreo de la flota industrial de bacalao de profundidad (nota: el número de lances y anzuelos observados se refiere al virado, momento en el cual se registraron el mayor número de interacciones).

Embarcación #	Marea	Período de observación	Lances observados	Anzuelos observados	Área de operación
Barco 1	1	Abril 2002	5	26.635	XII región SUR
Barco 2	1	Junio 2002	8	95.592	XI y XII región NORTE
Barco 3	1	Septiembre/Octubre 2002	49	245.544	XII región SUR
Barco 4	1	Septiembre/Octubre 2002	44	279.910	XII región SUR*
Barco 1	2	Septiembre/Octubre/ Noviembre 2002	60	286.464	XII región SUR**
Barco 3	2	Diciembre 2002	17	85.536	XII región SUR***
Barco 5	1	Enero/Febrero/ Marzo 2003	39	290.904	XII región NORTE y SUR
TOTALES	7		222	1.310.585	

*excepto por 4 lances realizados en latitud 52° S

** excepto por 3 lances realizados en latitud 52° S

*** excepto por 2 lances realizados en latitud 52° S



Tabla 5: Listado de especies de aves avistadas durante los embarques en la flota industrial de bacalao de profundidad, divididos por mes y región en base de 135 lances monitoreadas con adecuadas condiciones de mar (1: presente; 0: ausente; -: no información).

ESPECIE	MES / REGION									
	Abril XII sur	Junio XI	Junio XII norte	Sept. XII sur	Oct. XII sur	Nov. XII sur	Dic. XII sur	Ene XII sur	Feb XII norte	Feb XII sur
<i>Diomedea epomophora</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Diomedea exulans</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Diomedea salvini</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diomedea bulleri</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diomedea melanophrys</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Diomedea chrysostoma</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Diomedea sp.</i>	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0
<i>Macronectes halli</i>	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1
<i>Macronectes giganteus</i>	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
<i>Macronectes sp.</i>	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Daption capense</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
<i>Puffinus griseus</i>	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
<i>Fulmarus glacialoides</i>	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0
<i>Procellaria aequinoctialis</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Procellaria westlandica</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Halobaena caerulea</i>	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
<i>Pachyptila sp.</i>	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1
<i>Oceanites oceanicus</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Pelecanoides urinatrix</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
<i>Pygoscelis adeliae</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Catharacta chilensis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
<i>Larus dominicanus</i>	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
Nro. lances	1	3	4	47	36	8	9	10	12	5



Tabla 6: Estado reproductivo (nidificante, pasivo [no-nidificante], indeterminado), sexo (M: macho, H: hembra, I: indeterminado) y clase de edad (adulto, juvenil, indeterminado) de las aves capturadas vivas o muertas durante los embarques de abril (2002) a marzo (2003) en barcos de pesca industrial de bacalao de profundidad.

ESPECIE	Capturada		Estado reproductivo			Sexo			Clase edad		
	viva	muerta	nidifica	pasivo	ind	M	H	I	adulto	juv	Ind
<i>Diomedea exulans</i>	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0
<i>Diomedea melanophrys</i>	3	224	131	95	1	167	55	5	216	6	5
<i>Diomedea chrysostoma</i>	0	2	1	1	0	2	0	0	2	0	0
<i>Daption capense</i>	5	2	0	0	7	0	1	6	0	0	7
<i>Fulmarus glacialis</i>	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1
<i>Puffinus griseus</i>	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1
<i>Procellaria aequinoctialis</i>	1	4	1	4	0	1	3	1	1	0	4
<i>Pachyptila desolata</i>	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1
<i>Pelecanoides urinatrix</i>	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	2



Tabla 7: Abundancia media de aves durante los calados observados a bordo de barcos industriales de bacalao de profundidad. Área de censo estimada correspondió a un mínimo de 150 m tras popa y 100 m a cada banda (30.000 m²) durante el día y crepúsculo (cr), y un máximo de 50 m tras popa y 50 m a cada banda (5.000 m²) durante la noche (nc).

ESPECIE	MES / REGION / PERIODO DEL DIA																	
	Abril XII-S día	Junio XI nc	Junio XII-N nc	Septiembre XII-S			Octubre XII-S			Noviembre XII-S			Diciembre XII-S			Enero XII-S día	Febrero XII-N día	Febrero XII-S día
<i>D.epomophora</i>	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>D. exulans</i>	0,0	0,0	0,0	3,8	0,0	0,0	1,4	0,4	0,0	0,8	0,0	0,0	2,3	3,7	1,0	0,0	0,0	0,0
<i>D. melanophrys</i>	4,5	0,0	0,0	65,5	59,5	0,8	71,1	59,4	1,5	79,3	83,5	0,0	97,5	107,3	63,0	43,7	33,1	27,6
<i>D. chrysostoma</i>	6,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,4	0,2	0,0	0,6	0,0	0,0	0,3	0,3	1,0	0,5	0,0	0,0
<i>Diomedea sp</i>	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>M. halli</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>M. giganteus</i>	0,0	0,0	0,0	0,7	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	3,6	1,4
<i>Macronectes sp.</i>	0,0	0,0	0,2	21,4	3,0	0,5	17,4	11,0	1,0	7,4	9,0	0,0	3,7	8,3	1,0	9,3	10,0	8,6
<i>D. capense</i>	168,0	7,0	3,8	98,7	52,5	39,5	55,0	59,4	5,5	31,2	22,0	6,0	5,8	4,7	4,0	5,0	0,1	0,0
<i>Puffinus griseus</i>	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,0	0,3	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
<i>F. glacialis</i>	0,0	0,0	1,2	0,2	0,3	0,0	0,2	0,4	0,0	0,7	0,0	0,0	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>P.aequinoctialis</i>	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	6,8	10,0	2,0	7,3	3,5	0,0	0,9	0,0	0,0	0,5	1,8	1,4
<i>P. westlandica</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Halobaena caerulea</i>	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Pachyptila sp.</i>	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2	1,0	4,8
<i>O. oceanicus</i>	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	12,2	0,5	0,0	5,5	2,7	0,0	5,7	16,8	6,6
<i>L. dominicanus</i>	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aves No Identificadas	0,0	2,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	179,5	9,0	6,6	192,2	115,8	40,8	153,9	141,4	10,0	140,1	118,5	6,0	116,5	127,3	70,0	71,8	66,4	50,4
Nro. lances	2	1	5	37	4	4	31	5	2	9	2	1	15	3	1	6	9	5



Tabla 8: Abundancia de aves marinas por virado (media±d.s.) en un radio de 300 m alrededor de los barcos industriales de bacalao de profundidad, divididos por mes y región. Los censos contabilizados fueron en su totalidad realizados durante el día.

ESPECIE	MES / REGION									
	Abril XII sur	Junio XI	Junio XII norte	Sept. XII sur	Oct. XII sur	Nov. XII sur	Dic. XII sur	Ene. XII sur	Feb. XII norte	Feb. XII sur
<i>D. epomophora</i>	2,0	0,3±0,6	4,8±5,0	3,1±3,2	3,0±3,2	14,8±4,7	0,6±1,3	24,8±14,4	26,3±16,0	33,4±24,3
<i>D. exulans</i>	0,0	6,0±1,0	7,5±3,4	7,8±8,3	11,4±9,4	6,0±2,4	35,7±34,6	6,7±4,9	9,4±5,1	4,2±3,6
<i>D.epomophora/exulans</i>	0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	2,3±4,1	3,1±5,5	9,6±5,0	0,0±0,0	32,5±17,9	24,6±11,3	23,0±16,2
<i>D.melanophrys</i>	15,0	50,3±22,4	78,3±26,0	179,4±97,8	208,2±86,1	248,8±52,6	230,0±129,6	100,1±43,5	83,8±19,8	86,8±21,0
<i>D.chrysostoma</i>	2,0	0,7±1,2	1,0±0,0	0,4±0,9	0,4±0,6	0,8±1,2	0,6±1,1	0,1±0,3	0,2±0,4	0,4±0,5
<i>Diomedea sp.</i>	0,0	0,0±0,0	6,3±4,3	3,0±20,9	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,2±0,4	0,0±0,0	0,0±0,0
<i>Macronectes halli</i>	0,0	0,0±0,0	7,0±5,0	3,9±9,3	3,2±4,9	8,0±4,4	0,0±0,0	16,0±41,0	8,4±7,1	6,0±6,5
<i>M.giganteus</i>	38,0	7,3±6,4	29,8±27,3	22,5±40,4	31,2±46,9	71,6±28,5	0,0±0,0	94,4±53,2	100,8±25,5	67,8±33,3
<i>Macronectes sp.</i>	0,0	10,7±2,5	48,8±40,9	110,3±90,0	106,7±74,6	47,1±26,5	73,7±63,0	48,3±18,7	51,2±26,5	35,2±27,6
<i>Daption capense</i>	42,0	58,3±22,5	87,5±32,0	428,1±261,6	302,5±255,0	139,5±64,6	17,4±13,0	0,1±0,3	0,0±0,0	0,0±0,0
<i>Puffinus griseus</i>	0,0	0,0±0,0	0,3±0,5	0,9±3,0	1,0±2,7	0,4±0,5	0,0±0,0	0,1±0,3	0,8±0,7	0,8±1,1
<i>Fulmarus glacialoides</i>	0,0	2,0±1,0	3,8±1,3	0,3±1,0	0,2±0,5	0,9±1,0	0,1±0,3	0,0±0,0	0,3±1,2	0,0±0,0
<i>P. aequinoctialis</i>	0,0	5,0±2,6	17,0±7,9	0,4±2,5	14,4±18,1	9,8±6,5	0,7±1,3	1,0±1,2	4,8±5,2	4,8±4,1
<i>P.westlandica</i>	0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,3±0,9	0,3±0,5	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0
<i>Halobaena caerulea</i>	0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,2±0,7	1,1±2,8	0,5±1,1	3,3±10,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0
<i>Pachyptila sp.</i>	0,0	0,0±0,0	0,3±0,5	0,0±0,0	0,7±2,9	0,3±0,7	0,0±0,0	8,3±8,8	7,3±20,1	11,4±23,8
<i>Oceanites oceanicus</i>	0,0	7,3±6,4	2,3±2,6	1,0±2,9	7,1±14,0	43,4±21,6	22,1±39,5	69,8±33,4	72,9±37,5	43,2±46,1
<i>Pelecanoides</i>	0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,2±0,8	0,1±0,4	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0
<i>urinatrix</i>										
<i>Larus dominicanus</i>	0,0	0,3±0,6	0,0±0,0	2,1±3,4	0,1±0,8	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0
Total	99	148±46	294±115	766±380	695±344	602±103	384±186	402±112,3	391±94,6	317±145,2
N lances	1	3	4	47	36	8	9	10	12	5

Nota: solo se presentan aquellas especies con una abundancia media >0,0 en al menos 1 mes.



Tabla 9: Número de lances monitoreados de la flota industrial, por barco, región y mes, incluyendo información sobre la captura de bacalao de profundidad, el número de pesca depredada por mamíferos (no extrapolada), la tasa de depredación y el número de individuos de las especies más frecuentemente avistadas durante los virados.

Lance	BARCO	REGION	MES	CAPTURA BACALAO	DEPREDAACION BACALAO	TASA DEPREDAACION	NÚMERO CACHALOTES	NÚMERO ORCAS
1	A	XII sur	Septiembre	4	1	0,23	3	0
2	A	XII sur	Septiembre	3	0	0,00	10	0
3	A	XII sur	Septiembre	21	0	0,00	6	0
4	A	XII sur	Septiembre	59	2	0,04	6	0
5	A	XII sur	Septiembre	1	0	0,00	0	0
6	A	XII sur	Septiembre	3	1	0,30	1	0
7	A	XII sur	Septiembre	3	0	0,00	7	4
8	A	XII sur	Septiembre	101	0	0,00	0	0
9	A	XII sur	Septiembre	171	0	0,00	0	0
10	A	XII sur	Septiembre	254	0	0,00	6	0
11	A	XII sur	Septiembre	314	0	0,00	1	0
12	A	XII sur	Septiembre	46	0	0,00	2	0
13	A	XII sur	Septiembre	248	0	0,00	0	0
14	A	XII sur	Septiembre	108	0	0,00	5	0
15	A	XII sur	Septiembre	52	1	0,02	1	0
16	A	XII sur	Septiembre	0	0	0,00	6	0
17	A	XII sur	Septiembre	176	0	0,00	3	0
18	A	XII sur	Septiembre	32	0	0,00	3	6
19	A	XII sur	Septiembre	171	0	0,00	1	0
20	A	XII sur	Septiembre	151	5	0,03	13	4
21	A	XII sur	Septiembre	59	0	0,00	0	0
22	A	XII sur	Septiembre	77	3	0,07	5	4
23	A	XII sur	Septiembre	150	0	0,00	19	8
24	A	XII sur	Septiembre	238	0	0,00	1	0
25	A	XII sur	Septiembre	504	0	0,00	0	0
26	A	XII sur	Octubre	253	0	0,00	0	0
27	A	XII sur	Octubre	226	0	0,00	0	0
28	A	XII sur	Octubre	134	0	0,00	0	0
29	A	XII sur	Octubre	315	0	0,00	4	0
30	A	XII sur	Octubre	210	0	0,00	0	0
31	A	XII sur	Octubre	106	0	0,00	2	0
32	A	XII sur	Octubre	14	0	0,00	2	4
33	A	XII sur	Octubre	58	1	0,02	0	0
34	A	XII sur	Octubre	37	0	0,00	3	0
35	A	XII sur	Octubre	0	1	1,00	2	0
36	A	XII norte	Octubre	19	0	0,00	2	0
37	A	XII norte	Octubre	135	1	0,01	1	0
38	A	XII sur	Octubre	21	1	0,06	2	0
39	A	XII norte	Octubre	317	0	0,00	4	0

continúa...



...continuación Tabla 9

40	A	XII norte	Octubre	36	0	0,00	11	0
41	A	XII sur	Octubre	65	0	0,00	0	0
42	A	XII sur	Octubre	50	1	0,02	0	3
43	A	XII sur	Octubre	6	0	0,00	0	0
44	A	XII sur	Octubre	4	0	0,00	4	4
45	B	XI	Mayo	184	0	0,00	0	0
46	B	XI	Junio	18	0	0,00	1	0
47	B	XI	Junio	54	0	0,00	1	0
48	B	XII norte	Junio	5	0	0,00	0	0
49	B	XII norte	Junio	8	0	0,00	0	0
50	B	XII norte	Junio	2	1	0,50	4	0
51	B	XII norte	Junio	10	0	0,00	0	0
52	B	XII norte	Junio	58	0	0,00	1	0
53	C	XII sur	Abril	3	0	0,00	0	0
54	C	XII sur	Abril	102	0	0,00	0	0
55	C	XII sur	Abril	26	0	0,00	0	0
56	C	XII sur	Abril	30	0	0,00	0	0
57	C	XII sur	Abril	0	0	0,00	0	0
58	C	XII sur	Septiembre	0	0	0,00	6	0
59	C	XII sur	Septiembre	0	0	0,00	0	0
60	C	XII sur	Septiembre	0	0	0,00	9	0
61	C	XII sur	Septiembre	0	0	0,00	0	0
62	C	XII sur	Septiembre	0	0	0,00	33	0
63	C	XII sur	Septiembre	0	0	0,00	0	0
64	C	XII sur	Septiembre	0	0	0,00	0	0
65	C	XII sur	Septiembre	59	0	0,00	0	0
66	C	XII sur	Septiembre	43	0	0,00	0	0
67	C	XII sur	Septiembre	213	0	0,00	2	0
68	C	XII sur	Septiembre	238	0	0,00	5	0
69	C	XII sur	Septiembre	162	0	0,00	3	0
70	C	XII sur	Septiembre	157	0	0,00	2	0
71	C	XII sur	Septiembre	288	0	0,00	16	3
72	C	XII sur	Septiembre	139	3	0,03	14	0
73	C	XII sur	Septiembre	273	2	0,01	21	0
74	C	XII sur	Septiembre	53	10	0,28	9	0
75	C	XII sur	Septiembre	140	0	0,00	8	0
76	C	XII sur	Septiembre	0	0	0,00	7	0
77	C	XII sur	Septiembre	161	0	0,00	1	0
78	C	XII sur	Septiembre	192	0	0,00	0	0
79	C	XII sur	Septiembre	139	0	0,00	0	0
80	C	XII sur	Septiembre	89	0	0,00	0	0
81	C	XII sur	Septiembre	91	4	0,06	0	0
82	C	XII sur	Septiembre	0	0	0,00	5	0
83	C	XII sur	Octubre	194	0	0,00	15	0
84	C	XII sur	Octubre	93	5	0,08	1	0
85	C	XII sur	Octubre	104	0	0,00	0	0

continúa...



...continuación Tabla 9

86	C	XII sur	Octubre	279	0	0,00	1	0
87	C	XII sur	Octubre	73	0	0,00	0	0
88	C	XII sur	Octubre	107	0	0,00	0	0
89	C	XII sur	Octubre	46	0	0,00	0	0
90	C	XII sur	Octubre	14	0	0,00	0	0
91	C	XII sur	Octubre	79	0	0,00	4	0
92	C	XII sur	Octubre	37	0	0,00	1	0
93	C	XII sur	Octubre	152	0	0,00	1	0
94	C	XII sur	Octubre	35	0	0,00	3	0
95	C	XII sur	Octubre	135	0	0,00	1	0
96	C	XII sur	Octubre	13	0	0,00	0	0
97	C	XII sur	Octubre	49	0	0,00	0	0
98	C	XII sur	Octubre	84	0	0,00	0	0
99	C	XII sur	Octubre	118	0	0,00	2	0
100	C	XII sur	Octubre	73	0	0,00	1	0
101	C	XII sur	Octubre	0	0	0,00	14	3
102	C	XII sur	Octubre	8	0	0,00	0	0
103	C	XII sur	Octubre	26	4	0,21	9	5
104	C	XII sur	Noviembre	32	0	0,00	2	0
105	C	XII sur	Noviembre	22	0	0,00	1	0
106	C	XII sur	Noviembre	3	0	0,00	0	0
107	C	XII sur	Noviembre	30	0	0,00	6	0
108	C	XII sur	Noviembre	28	0	0,00	0	0
109	C	XII sur	Noviembre	140	0	0,00	5	0
110	C	XII norte	Noviembre	58	0	0,00	0	0
111	C	XII norte	Noviembre	8	0	0,00	0	3
112	C	XII norte	Noviembre	31	0	0,00	1	2
113	C	XII sur	Noviembre	57	2	0,07	1	0
114	C	XII sur	Noviembre	77	0	0,00	1	0
115	C	XII sur	Noviembre	88	0	0,00	0	8
116	C	XII sur	Noviembre	34	1	0,07	1	0
117	C	XII sur	Noviembre	43	0	0,00	5	0
118	D	XII sur	Septiembre	23	0	0,00	0	0
119	D	XII sur	Septiembre	3	0	0,00	0	0
120	D	XII sur	Septiembre	1	0	0,00	3	0
121	D	XII sur	Septiembre	45	0	0,00	0	0
122	D	XII sur	Septiembre	13	0	0,00	5	0
123	D	XII sur	Septiembre	3	0	0,00	8	0
124	D	XII sur	Septiembre	0	0	0,00	0	0
125	D	XII sur	Septiembre	4	0	0,00	0	0
126	D	XII sur	Septiembre	27	21	0,48	18	0
127	D	XII sur	Septiembre	230	0	0,00	0	0
128	D	XII sur	Septiembre	74	0	0,00	3	0
129	D	XII sur	Septiembre	608	0	0,00	37	0
130	D	XII sur	Septiembre	269	0	0,00	4	3

continúa...



...continuación Tabla 9

131	D	XII sur	Septiembre	313	0	0,00	0	0
132	D	XII sur	Septiembre	68	0	0,00	1	0
133	D	XII sur	Septiembre	282	18	0,06	16	0
134	D	XII sur	Septiembre	95	0	0,00	9	0
135	D	XII sur	Septiembre	33	0	0,00	55	8
136	D	XII sur	Septiembre	108	0	0,00	7	0
137	D	XII sur	Septiembre	462	0	0,00	12	0
138	D	XII sur	Septiembre	302	0	0,00	4	0
139	D	XII sur	Septiembre	218	0	0,00	7	0
140	D	XII sur	Septiembre	110	0	0,00	13	0
141	D	XII sur	Septiembre	34	0	0,00	0	0
142	D	XII sur	Septiembre	16	0	0,00	18	0
143	D	XII sur	Septiembre	188	17	0,17	22	0
144	D	XII sur	Septiembre	14	20	0,60	19	0
145	D	XII sur	Septiembre	0	0	0,00	11	0
146	D	XII sur	Octubre	0	0	0,00	0	0
147	D	XII sur	Octubre	0	0	0,00	0	0
148	D	XII sur	Octubre	4	0	0,00	0	0
149	D	XII sur	Octubre	0	0	0,00	0	0
150	D	XII sur	Octubre	0	0	0,00	0	0
151	D	XII sur	Octubre	8	9	0,54	2	0
152	D	XII sur	Octubre	0	0	0,00	3	0
153	D	XII sur	Octubre	31	0	0,00	0	0
154	D	XII sur	Octubre	0	0	0,00	0	0
155	D	XII sur	Octubre	0	0	0,00	1	0
156	D	XII sur	Octubre	0	0	0,00	0	0
157	D	XII sur	Octubre	0	0	0,00	2	0
158	D	XII sur	Octubre	0	0	0,00	0	0
159	D	XII sur	Octubre	0	0	0,00	0	0
160	D	XII sur	Octubre	0	0	0,00	1	0
161	D	XII sur	Octubre	0	0	0,00	3	0
162	D	XII sur	Octubre	0	0	0,00	1	0
163	D	XII sur	Octubre	0	0	0,00	0	0
164	D	XII sur	Octubre	48	0	0,00	0	0
165	D	XII sur	Octubre	90	0	0,00	2	0
166	D	XII sur	Octubre	2	0	0,00	0	0
167	D	XII norte	Diciembre	109	0	0,00	0	0
168	D	XII norte	Diciembre	17	0	0,00	0	0
169	D	XII sur	Diciembre	3	0	0,00	1	0
170	D	XII sur	Diciembre	10	0	0,00	0	0
171	D	XII sur	Diciembre	132	0	0,00	5	0
172	D	XII sur	Diciembre	142	2	0,02	1	2
173	D	XII sur	Diciembre	2	0	0,00	1	0
174	D	XII sur	Diciembre	13	0	0,00	4	0
175	D	XII sur	Diciembre	114	1	0,01	0	3

continúa...



...continuación Tabla 9

176	D	XII sur	Diciembre	130	0	0,00	0	0
177	D	XII sur	Diciembre	48	0	0,00	8	0
178	D	XII sur	Diciembre	165	0	0,00	1	0
179	D	XII sur	Diciembre	48	0	0,00	1	0
180	D	XII sur	Diciembre	71	0	0,00	2	0
181	D	XII sur	Diciembre	146	1	0,01	3	0
182	D	XII sur	Diciembre	0	1	1,00	0	0
				$\Sigma= 15135$	$\Sigma= 140$	$X= 0,03$	$\Sigma= 674$	$\Sigma= 77$



Tabla 10: Tasa efectiva de anzuelos cebados que entran al agua (TEAC) y tasa de robo de carnadas por aves que atacan una carnada (TRCA1) y que efectivamente consumen una carnada (TRCA2), tras corrección por pérdida mecánica de carnadas, en calados observados a bordo de barcos industriales de bacalao de profundidad.

MES	N	TEAC media \pm d.s.	TRCA1 media \pm d.s. (max.)	TRCA2 media \pm d.s. (max.)
Junio	8	98,7% \pm 0,6%	0,10% \pm 0,15% (0,46%)	0,00% \pm 0,00% (0,00%)
Septiembre	83	98,8% \pm 1,2%	0,64% \pm 1,13% (5,04%)	0,22% \pm 0,47% (2,81%)
Octubre	62	98,5% \pm 1,9%	0,78% \pm 1,26% (6,39%)	0,29% \pm 0,67% (4,43%)
Noviembre	16	99,1% \pm 1,0%	1,79% \pm 2,18% (7,93%)	0,83% \pm 1,38% (4,77%)
Diciembre	22	98,9% \pm 1,2%	1,59% \pm 1,34% (6,56%)	1,46% \pm 1,53% (7,04%)
Enero	11	97,2% \pm 2,9%	0,42% \pm 0,37% (1,19%)	0,22% \pm 0,25% (0,68%)
Febrero	24	97,7% \pm 1,6%	0,33% \pm 0,52% (1,69%)	0,25% \pm 0,43% (1,46%)
Total	226	98,6% \pm 1,6%	0,79% \pm 1,27% (7,93%)	0,40% \pm 0,85% (7,04%)



Tabla 11: Pérdida monetaria estimada para la flota industrial de bacalao de profundidad, producto de la reducción en el esfuerzo de pesca neto debido al robo de carnadas por aves marinas (TRCA1). Para el cálculo de la CPUE se ha incluido una tasa de pérdida mecánica de carnadas de 1%. El Kg de bacalao HG fue considerado en U\$10.

Barco #	Fecha de operación	Nº. de anzuelos	CPUE (g/anz)	Valor Pesca	Pérdida monetaria estimada	
					TRCA1=0,79%	TRCA1=1,79%*
Barco 2	Junio	95.592	17	U\$16.250	U\$128	U\$291
Barco 3	Septiembre a Octubre	244.920	116	U\$279.070	U\$2.205	U\$4.995
Barco 4	Septiembre a Octubre	397.680	127	U\$497.390	U\$3.929	U\$8.903
Barco 1	Septiembre a Noviembre	286.464	179	U\$505.520	U\$3.994	U\$9.049
Barco 3	Diciembre	118.368	130	U\$151.660	U\$1.198	U\$2.715
Barco 5	Enero a Febrero	290.904	45	U\$127.920	U\$1.011	U\$2.290



Tabla 12: Tasa de captura incidental de aves marinas por unidad de esfuerzo (aves/1000 anzuelos) estimada durante el calado (CAPUE1) y a partir de los cuerpos recuperados durante el virado (CAPUE2), para los lances observados abordo de barcos industriales de la pesquería de bacalao de profundidad.

MES	CAPUE1			CAPUE2		
	media	d.s.	N	media	d.s.	N
Abril	-	-	0	0	0	5
Junio	0	0	8	0,019	0,054	8
Septiembre	0	0	83	0,374	1,098	78
Octubre	0,108	0,344	62	0,445	1,400	61
Noviembre	0,252	0,585	16	1,285	2,856	14
Diciembre	0,192	0,253	22	0,902	1,999	17
Enero	0,097	0,169	11	0,031	0,101	11
Febrero	0,040	0,098	24	0,077	0,140	24
Marzo	0,024	0,048	4	0	0	4



Tabla 13: Tasa específica de captura incidental de aves marinas por unidad de esfuerzo (aves/1000 anzuelos) durante los embarques industriales de bacalao de profundidad, estimada a partir de los cuerpos recuperados durante el virado.

ESPECIE	MESES								
	Abril media ± d.s.	Junio media ± d.s.	Septiembre media ± d.s.	Octubre media ± d.s.	Noviembre media ± d.s.	Diciembre media ± d.s.	Enero Media ± d.s.	Febrero media ± d.s.	Marzo media ± d.s.
<i>Diomedea melanophrys</i>	0 ± 0	0 ± 0	0,360 ± 1,070	0,429 ± 1,382	1,223 ± 2,640	0,902 ± 1,999	0,031 ± 0,101	0,077 ± 0,140	0 ± 0
<i>Diomedea chrysostoma</i>	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0,031 ± 0,117	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
<i>Daption capense</i>	0 ± 0	0 ± 0	0,005 ± 0,033	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
<i>Procellaria aequinoctialis</i>	0 ± 0	0,019 ± 0,054	0 ± 0	0,016 ± 0,077	0,031 ± 0,117	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
<i>Puffinus griseus</i>	0 ± 0	0 ± 0	0,005 ± 0,046	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
<i>Fulmarus glacialisoides</i>	0 ± 0	0 ± 0	0,003 ± 0,024	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
Tasa general	0 ± 0	0,019 ± 0,054	0,374 ± 1,098	0,445 ± 1,400	1,285 ± 2,856	0,902 ± 1,999	0,031 ± 0,101	0,077 ± 0,140	0 ± 0
Nro. lances	5	8	78	61	14	17	11	24	4



Tabla 14: Número de aves capturadas incidentalmente y número de lances en los cuales se registró captura de aves durante los embarques en la flota industrial de bacalao de profundidad.

ESPECIE	MESES						TOTAL	N
	<i>Diomedea melanophrys</i>	<i>Diomedea chrysostoma</i>	<i>Daption capense</i>	<i>Procellaria aequinoctialis</i>	<i>Puffinus griseus</i>	<i>Fulmarus glacialis</i>		
Abril								
-nro aves muertas	0	0	0	0	0	0	0	5
-nro lances (%)	(0%)	(0%)	(0%)	(0%)	(0%)	(0%)	(0%)	
Junio								
-nro aves muertas	0	0	0	1	0	0	1	8
-nro lances (%)	(0%)	(0%)	(0%)	(12,5%)	(0%)	(0%)	(12,5%)	
Septiembre								
-nro aves muertas	89	0	2	0	1	1	93	78
-nro lances (%)	(19,2%)	(0%)	(2,6%)	(0%)	(1,3%)	(1,3%)	(20,5%)	
Octubre								
-nro aves muertas	75	0	0	3	0	0	78	61
-nro lances (%)	(19,7%)	(0%)	(0%)	(4,9%)	(0%)	(0%)	(23,0%)	
Noviembre								
-nro aves muertas	44	1	0	1	0	0	46	14
-nro lances (%)	(35,7%)	(7,1%)	(0%)	(7,1%)	(0%)	(0%)	(35,7%)	
Diciembre								
-nro aves muertas	53	0	0	0	0	0	53	17
-nro lances (%)	(47,1%)	(0%)	(0%)	(0%)	(0%)	(0%)	(47,1%)	
Enero								
-nro aves muertas	1	0	0	0	0	0	1	11
-nro lances (%)	(9,1%)	(0%)	(0%)	(0%)	(0%)	(0%)	(9,1%)	
Febrero								
-nro aves muertas	6	0	0	0	0	0	6	24
-nro lances (%)	(25,0%)	(0%)	(0%)	(0%)	(0%)	(0%)	(25,0%)	
Marzo								
-nro aves muertas	0	0	0	0	0	0	0	4
-nro lances (%)	(0%)	(0%)	(0%)	(0%)	(0%)	(0%)	(0%)	
Total								
Total aves muertas	268	1	2	5	1	1	278	222
Nro. lances con mortalidad (%)	47	1	2	5	1	1	51	
	(21,2%)	(0,5%)	(0,9%)	(2,3%)	(0,5%)	(0,5%)	(23,0%)	



Tabla 15: Tasa de captura no-letal de aves marinas durante el virado (aves/1000 anzuelos). **A.** Tasa de captura de aves que se enganchan y arrancan con el anzuelo insertado en el cuerpo. **B.** Tasa de captura de aves que se enganchan pero logran zafarse del anzuelo.

A. Aves que se enganchan y escapan con el anzuelo.

ESPECIE	MESES								
	Abril $\bar{X} \pm$ d.s.	Junio $\bar{X} \pm$ d.s.	Septiembre $\bar{X} \pm$ d.s.	Octubre $\bar{X} \pm$ d.s.	Noviembre $\bar{X} \pm$ d.s.	Diciembre $\bar{X} \pm$ d.s.	Enero $\bar{X} \pm$ d.s.	Febrero $\bar{X} \pm$ d.s.	Marzo $\bar{X} \pm$ d.s.
<i>Diomedea exulans</i>	0 ± 0	0,020 ± 0,056	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
<i>Diomedea melanophrys</i>	0 ± 0	0 ± 0	0,015 ± 0,071	0,003 ± 0,025	0 ± 0	0,058 ± 0,115	0 ± 0	0,008 ± 0,039	0 ± 0
<i>Macronectes giganteus</i>	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0,028 ± 0,116	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
<i>Daption capense</i>	0 ± 0	0,019 ± 0,053	0,008 ± 0,046	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
Tasa general	0 ± 0	0,038 ± 0,071	0,023 ± 0,083	0,003 ± 0,025	0 ± 0	0,087 ± 0,153	0 ± 0	0,008 ± 0,039	0 ± 0
Nro. lances	5	8	78	61	14	17	11	24	4

B. Aves que se enganchan pero se liberan del anzuelo.

ESPECIE	MESES								
	Abril $\bar{X} \pm$ d.s.	Junio $\bar{X} \pm$ d.s.	Septiembre $\bar{X} \pm$ d.s.	Octubre $\bar{X} \pm$ d.s.	Noviembre $\bar{X} \pm$ d.s.	Diciembre $\bar{X} \pm$ d.s.	Enero $\bar{X} \pm$ d.s.	Febrero $\bar{X} \pm$ d.s.	Marzo $\bar{X} \pm$ d.s.
<i>D. melanophrys</i>	0 ± 0	0,068 ± 0,140	0,014 ± 0,063	0,075 ± 0,172	0,118 ± 0,172	0 ± 0	0,068 ± 0,118	0,093 ± 0,200	0,050 ± 0,099
<i>M. giganteus</i>	0 ± 0	0,016 ± 0,045	0,008 ± 0,052	0,015 ± 0,069	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0,008 ± 0,039	0,051 ± 0,101
<i>M. halli</i>	0 ± 0	0,048 ± 0,137	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
<i>D. capense</i>	0 ± 0	0,050 ± 0,097	0,030 ± 0,088	0,021 ± 0,084	0,026 ± 0,096	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
<i>P. aequinoctialis</i>	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0,005 ± 0,039	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
<i>F. glacialoides</i>	0 ± 0	0,016 ± 0,045	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
Tasa general	0 ± 0	0,198 ± 0,289	0,053 ± 0,130	0,116 ± 0,257	0,144 ± 0,228	0 ± 0	0,068 ± 0,118	0,101 ± 0,223	0,100 ± 0,116
Nro. lances	5	8	78	61	14	17	11	24	4



Tabla 16: Esfuerzo de muestreo de la flota artesanal de bacalao de profundidad (nota: el número de lances y anzuelos observados se refieren al virado, momento en el cual se registraron el mayor número de interacciones).

Embarcación #	Marea	Período de observación	Lances observados	Anzuelos observados	Área de operación
Lancha A	1	Mayo 2002	6	8.800	X región
Lancha A	2	Junio 2002	9	9.000	X región
Lancha C	1	Julio 2002	9	8.800	X región
Lancha B	1	Julio 2002	5	6.400	X región
Lancha C	2	Julio 2002	10	10.360	X región
Lancha B	2	Agosto/Septiembre 2002	17	18.000	X región
Lancha C	3	Octubre 2002	9	9.000	XI región
Lancha B	3	Octubre 2002	3	3200	X región
Lancha B	4	Octubre/Noviembre 2002	14	15.600	X región
Totales	9		82	89.160	



Tabla 17: Listado de especies registradas durante los embarques en la flota artesanal de bacalao de profundidad, divididos por mes y región (1: presente; 0: ausente; -: no información).

ESPECIE	MES / REGION							
	Mayo X ^a	Junio X ^a	Julio X ^a	Agos. X ^a	Sept. X ^a	Oct. X ^a	Oct. XI ^a	Nov. X ^a
<i>Diomedea epomophora</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Diomedea exulans</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Diomedea salvini</i>	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Diomedea bulleri</i>	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Diomedea melanophrys</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Diomedea chrysostoma</i>	1	1	1	1	1	1	0	1
<i>Macronectes halli</i>	1	1	1	0	1	0	0	0
<i>Macronectes giganteus</i>	1	1	1	0	1	0	1	0
<i>Macronectes sp.</i>	-	-	-	1	-	-	-	1
<i>Daption capense</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Puffinus griseus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Fulmarus glacialoides</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Procellaria aequinoctialis</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Procellaria cinerea</i>	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Halobaena caerulea</i>	0	1	1	0	1	1	0	1
<i>Oceanites oceanicus</i>	1	1	1	0	0	0	1	0
<i>Pelecanus thagus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Catharacta chilensis</i>	0	0	0	0	1	0	1	1
<i>Larus dominicanus</i>	0	0	1	0	1	0	1	0
Nro. lances	6	10	24	3	14	5	9	12



Tabla 18: Abundancia de aves marinas (media \pm d.s.) registradas durante los calados observados abordando de lanchas artesanales de la pesquería de bacalao de profundidad. Datos divididos por mes y región. El área de censo correspondió a 150 a cada banda y 300 m tras la popa de cada lancha. Todos los calados fueron realizados durante el día.

ESPECIE	MES / REGION							
	Mayo X ^a	Junio X ^a	Julio X ^a	Agosto X ^a	Sept. X ^a	Octubre X ^a	Octubre XI ^a	Nov. X ^a
<i>D. epomophora</i>	2,2 \pm 1,1	2,3 \pm 2,4	0,5 \pm 0,9	2,0 \pm 0,0	2,2 \pm 0,8	4,2 \pm 3,9	4,5 \pm 4,8	5,3 \pm 2,3
<i>D. exulans</i>	0,1 \pm 0,3	0,2 \pm 0,4	0,1 \pm 0,4	0,0 \pm 0,0	0,5 \pm 0,8	1,0 \pm 0,9	0,8 \pm 1,0	3,5 \pm 2,0
<i>D. bulleri</i>	0,0 \pm 0,0	0,2 \pm 0,4	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0
<i>D. melanophrys</i>	8,4 \pm 1,6	10,5 \pm 7,4	13,0 \pm 14,1	6,0 \pm 1,4	5,5 \pm 1,6	7,8 \pm 3,1	11,8 \pm 6,7	12,8 \pm 3,2
<i>D. chrysostoma</i>	0,0 \pm 0,0	0,3 \pm 0,8	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0
<i>M. halli</i>	1,3 \pm 1,7	0,3 \pm 0,8	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0
<i>M. giganteus</i>	0,7 \pm 1,0	0,5 \pm 1,2	1,3 \pm 2,1	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	8,0 \pm 8,3	0,0 \pm 0,0
<i>Macronectes</i> <i>sp.</i>	0,0 \pm 0,0	1,3 \pm 2,2	0,2 \pm 0,8	4,5 \pm 0,7	4,7 \pm 1,4	7,8 \pm 5,9	0,0 \pm 0,0	11,5 \pm 3,4
<i>Daption</i> <i>capense</i>	18,8 \pm 5,7	23,5 \pm 16,0	33,5 \pm 24,2	22,5 \pm 3,5	34,7 \pm 9,1	19,3 \pm 10,0	40,3 \pm 32,0	28,5 \pm 4,2
<i>F. glacialoides</i>	0,4 \pm 0,9	1,0 \pm 0,9	2,2 \pm 2,6	0,0 \pm 0,0	0,7 \pm 0,8	0,2 \pm 0,4	0,3 \pm 0,5	0,2 \pm 0,4
<i>Paequinoctialis</i>	12,4 \pm 3,2	10,2 \pm 6,4	11,1 \pm 9,8	14,0 \pm 5,7	11,3 \pm 4,6	8,5 \pm 4,9	7,0 \pm 2,4	10,0 \pm 2,1
<i>P. cinerea</i>	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	5,8 \pm 5,9
<i>P. griseus</i>	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,3 \pm 0,5	0,0 \pm 0,0
<i>H. caerulea</i>	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,1 \pm 0,3	0,0 \pm 0,0	0,5 \pm 1,2	0,2 \pm 0,4	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0
Fardela no identificada	0,9 \pm 2,0	0,2 \pm 0,4	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0
<i>O. oceanicus</i>	9,0 \pm 5,1	2,8 \pm 6,9	0,2 \pm 0,8	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0
<i>Catharacta</i> <i>chilensis</i>	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,3 \pm 0,8
Total	54,3 \pm 12,6	53,3 \pm 34,4	62,3 \pm 44,8	49,0 \pm 9,9	60,0 \pm 9,4	49,0 \pm 26,1	72,8 \pm 48,7	78,0 \pm 7,6
Nro. lances	9	6	22	2	6	6	4	6



Tabla 19: Abundancia de aves marinas por virado (media \pm d.s.), en un radio de 300 m alrededor de las lanchas artesanales de la pesquería de bacalao de profundidad, divididos por mes y región. Los censos contabilizados fueron en su totalidad realizados durante el día.

ESPECIE	MES / REGION							
	Mayo X ^a	Junio X ^a	Julio X ^a	Agosto X ^a	Sept. X ^a	Oct. X ^a	Oct. XI ^a	Nov. X ^a
<i>Diomedea epomophora</i>	18,3 \pm 12,0	9,6 \pm 4,1	6,0 \pm 8,2	10,0 \pm 1,0	8,6 \pm 4,4	12,0 \pm 3,7	9,3 \pm 8,6	10,5 \pm 3,9
<i>D. exulans</i>	2,2 \pm 1,5	0,6 \pm 0,8	3,3 \pm 2,8	6,3 \pm 5,9	2,9 \pm 1,7	4,2 \pm 4,4	5,1 \pm 2,6	8,4 \pm 8,5
<i>D. bulleri</i>	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,1 \pm 0,3	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0
<i>D. salvini</i>	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,3 \pm 0,6	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0
<i>D. melanophrys</i>	14,7 \pm 5,5	21,8 \pm 14,6	40,5 \pm 45,9	12,7 \pm 2,5	9,1 \pm 4,8	20,0 \pm 5,0	29,9 \pm 19,1	16,6 \pm 4,5
<i>D. chrysostoma</i>	0,5 \pm 0,8	0,5 \pm 1,0	0,1 \pm 0,3	0,3 \pm 0,6	0,4 \pm 0,8	0,4 \pm 0,5	0,0 \pm 0,0	0,4 \pm 1,4
<i>Diomedea sp.</i>	-	1,6 \pm 1,8	-	-	-	-	-	-
<i>Macronectes halli</i>	6,5 \pm 5,0	3,3 \pm 2,5	1,3 \pm 3,6	0,0 \pm 0,0	0,6 \pm 2,1	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0
<i>M.s giganteus</i>	3,8 \pm 2,6	2,7 \pm 2,0	11,7 \pm 10,2	0,0 \pm 0,0	0,3 \pm 1,1	0,0 \pm 0,0	31,1 \pm 14,7	0,0 \pm 0,0
<i>Macronectes sp.</i>	0,0 \pm 0,0	3,9 \pm 3,5	0,8 \pm 2,6	12,3 \pm 2,1	19,6 \pm 10,9	25,0 \pm 22,6	0,0 \pm 0,0	22,6 \pm 11,7
<i>Daption capense</i>	22,0 \pm 9,6	31,9 \pm 12,6	89,8 \pm 71,2	40,3 \pm 4,9	65,4 \pm 17,9	30,2 \pm 22,8	38,9 \pm 24,8	28,8 \pm 13,7
<i>Fulmarus glacialoides</i>	0,7 \pm 0,8	1,6 \pm 1,6	3,1 \pm 4,2	2,3 \pm 0,6	0,4 \pm 0,6	0,2 \pm 0,4	0,3 \pm 0,7	0,3 \pm 0,7
<i>Procellaria</i>	18,8 \pm 8,3	17,3 \pm 7,5	24,2 \pm 21,1	15,7 \pm 3,2	21,4 \pm 7,9	9,4 \pm 3,8	8,2 \pm 7,6	11,4 \pm 2,9
<i>aequinoctialis</i>								
<i>Procellaria cinerea</i>	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,8 \pm 0,4	0,1 \pm 0,3	1,8 \pm 2,5
<i>Halobaena caerulea</i>	0,0 \pm 0,0	0,1 \pm 0,3	0,1 \pm 0,3	0,0 \pm 0,0	0,1 \pm 0,3	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,3 \pm 0,9
<i>Oceanites oceanicus</i>	11,3 \pm 5,5	5,3 \pm 5,1	2,3 \pm 4,9	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	2,2 \pm 3,7	0,0 \pm 0,0
<i>Catharacta chilensis</i>	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,1 \pm 0,3	0,0 \pm 0,0	0,7 \pm 0,9	0,3 \pm 0,6
<i>Larus dominicanus</i>	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,3 \pm 0,9	0,0 \pm 0,0	3,9 \pm 14,4	0,0 \pm 0,0	0,2 \pm 0,7	0,0 \pm 0,0
<i>Pelecanus thagus</i>	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,1 \pm 0,3	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0
Total	99 \pm 35	100 \pm 33	184 \pm 125	100 \pm 11	133 \pm 37	102 \pm 49	129 \pm 58	98 \pm 35
Nro. lances	6	10	24	3	14	5	9	12



Tabla 20: Número de lances monitoreados de la flota artesanal, por barco y fecha, incluyendo información sobre la captura de bacalao de profundidad, el número de pesca depredada por mamíferos (no extrapolada), la tasa de depredación y el número de individuos de las especies más frecuentemente avistadas durante los virados.

Lance	BARCO	FECHA	CAPTURA BACALAO	DEPREDACION BACALAO	TASA DEPREDACION	NÚMERO CACHALOTES	NÚMERO LOBOS
1	A	21-05-2002	62	0	0,00	0	0
2	A	21-05-2002	74	0	0,00	0	0
3	A	23-05-2002	45	0	0,00	0	0
4	A	24-05-2002	53	0	0,00	0	0
5	A	27-05-2002	9	0	0,00	1	0
6	A	27-05-2002	2	0	0,00	0	0
7	A	27-05-2002	7	0	0,00	0	0
8	A	29-05-2002	17	0	0,00	0	0
9	A	11-06-2002	1	0	0,00	0	0
10	A	11-06-2002	9	0	0,00	0	0
11	A	11-06-2002	5	0	0,00	0	0
12	A	13-06-2002	6	0	0,00	0	0
13	A	13-06-2002	4	0	0,00	1	0
14	A	14-06-2002	3	0	0,00	0	0
15	B	13-07-2002	13	0	0,00	0	0
16	B	13-07-2002	14	0	0,00	0	2
17	B	14-07-2002	32	0	0,00	0	0
18	B	14-07-2002	14	0	0,00	0	1
19	B	16-07-2002	27	0	0,00	0	0
20	B	30-08-2002	1	0	0,00	0	0
21	B	30-08-2002	9	0	0,00	1	0
22	B	31-08-2002	17	0	0,00	1	0
23	B	01-09-2002	14	0	0,00	1	2
24	B	01-09-2002	6	0	0,00	1	0
25	B	04-09-2002	1	0	0,00	0	0
26	B	05-09-2002	16	0	0,00	0	0
27	B	07-09-2002	13	1	0,07	0	3
28	B	07-09-2002	20	0	0,00	0	0
29	B	08-09-2002	20	0	0,00	0	0
30	B	08-09-2002	11	0	0,00	0	0
31	B	24-10-2002	46	0	0,00	1	0
32	B	26-10-2002	92	0	0,00	0	0
33	B	26-10-2002	27	0	0,00	0	0
34	B	26-10-2002	45	0	0,00	0	0
35	B	27-10-2002	65	0	0,00	0	0
36	B	28-10-2002	85	0	0,00	0	1
37	B	31-10-2002	16	0	0,00	0	0
38	B	31-10-2002	86	0	0,00	0	0
39	B	02-11-2002	60	0	0,00	0	0
40	B	03-11-2002	93	0	0,00	0	2
41	B	03-11-2002	55	0	0,00	0	0
42	B	03-11-2002	78	2	0,05	1	0
43	B	05-11-2002	60	0	0,00	0	0
44	B	05-11-2002	43	0	0,00	1	0
45	B	07-11-2002	75	0	0,00	0	1
46	B	08-11-2002	33	0	0,00	0	0

...continúa



...continuación Tabla 20

47	B	09-11-2002	31	0	0,00	2	0
48	C	07-07-2002	3	0	0,00	0	0
49	C	07-07-2002	8	0	0,00	1	0
50	C	07-07-2002	2	0	0,00	0	0
51	C	08-07-2002	5	1	0,17	0	1
52	C	08-07-2002	8	0	0,00	0	1
53	C	09-07-2002	9	0	0,00	0	0
54	C	10-07-2002	2	0	0,00	0	1
55	C	10-07-2002	6	0	0,00	0	1
56	C	11-07-2002	12	0	0,00	0	0
57	C	15-07-2002	26	0	0,00	0	0
58	C	15-07-2002	22	0	0,00	0	0
59	C	15-07-2002	28	0	0,00	0	0
60	C	16-07-2002	24	0	0,00	0	0
61	C	16-07-2002	34	0	0,00	0	0
62	C	16-07-2002	30	0	0,00	0	0
63	C	17-07-2002	80	0	0,00	0	0
64	C	17-07-2002	70	1	0,01	0	0
65	C	19-07-2002	46	1	0,02	0	2
66	C	19-07-2002	32	0	0,00	0	0
67	C	20-10-2002	86	0	0,00	0	1
68	C	20-10-2002	19	0	0,00	2	0
69	C	20-10-2002	25	0	0,00	1	0
70	C	20-10-2002	60	0	0,00	0	0
71	C	24-10-02	27	0	0,00	2	0
72	C	26-10-02	90	0	0,00	1	0
73	C	26-10-02	45	0	0,00	1	0
74	C	27-10-2002	53	0	0,00	1	0
75	C	30-10-2002	37	0	0,00	0	0
			$\Sigma= 2404$	$\Sigma= 6$	$X= 0$	$\Sigma= 20$	$\Sigma= 19$



Tabla 21: Tasa de robo de carnadas por aves que atacan una carnada (TRCA1) y que efectivamente consumen una carnada (TRCA2), tras corrección por pérdida mecánica de carnadas, en calados observados a bordo de lanchas artesanales de la pesquería de bacalao de profundidad.

MES / REGION	N	TRCA1	TRCA2
		media \pm d.s. (max.)	media \pm d.s. (max.)
Mayo / X ^a	9	1,91% \pm 1,33% (5,06%)	0,27% \pm 0,28% (0,75%)
Junio / X ^a	8	2,23% \pm 2,16% (5,00%)	0,05% \pm 0,09% (0,25%)
Julio / X ^a	22	2,00% \pm 2,29% (8,00%)	0,04% \pm 0,10% (0,36%)
Agosto / X ^a	3	1,21% \pm 1,49% (2,88%)	0,08% \pm 0,14% (0,25%)
Septiembre X ^a	10	2,01% \pm 1,63% (5,63%)	0,03% \pm 0,06% (0,17%)
Octubre / X ^a	8	1,22% \pm 1,00% (3,13%)	0,01% \pm 0,03% (0,08%)
Noviembre / X ^a	10	1,85% \pm 1,71% (4,00%)	0,54% \pm 0,89% (2,17%)
Octubre / XI ^a	9	0,36% \pm 0,53% (1,50%)	0,00% \pm 0,00% (0,00%)
Total	79	1,70% \pm 1,78% (8,00%)	0,12% \pm 0,37% (2,17%)



Tabla 22: Pérdida económica estimada para la flota artesanal de bacalao de profundidad, producto de la reducción en el esfuerzo de pesca neto debido al consumo de carnadas por las aves marinas durante el calado. La pérdida monetaria estimada resulta de la multiplicación de todos los factores presentados en la tabla. El esfuerzo de pesca considerado corresponde al total de anzuelos muestreados.

PARAMETROS	Condición 1 (TRCA1)	Condición 2 (TRCA2)
CPUE (Kg/anzuelo)	0,116	0,116
U\$ / Kg bacalao	10	10
TEAC	1	1
TRCA	1,7%	0,12%
Esfuerzo de pesca	89.160 anzuelos	89.160 anzuelos
Pérdida Monetaria	U\$1.755	U\$127



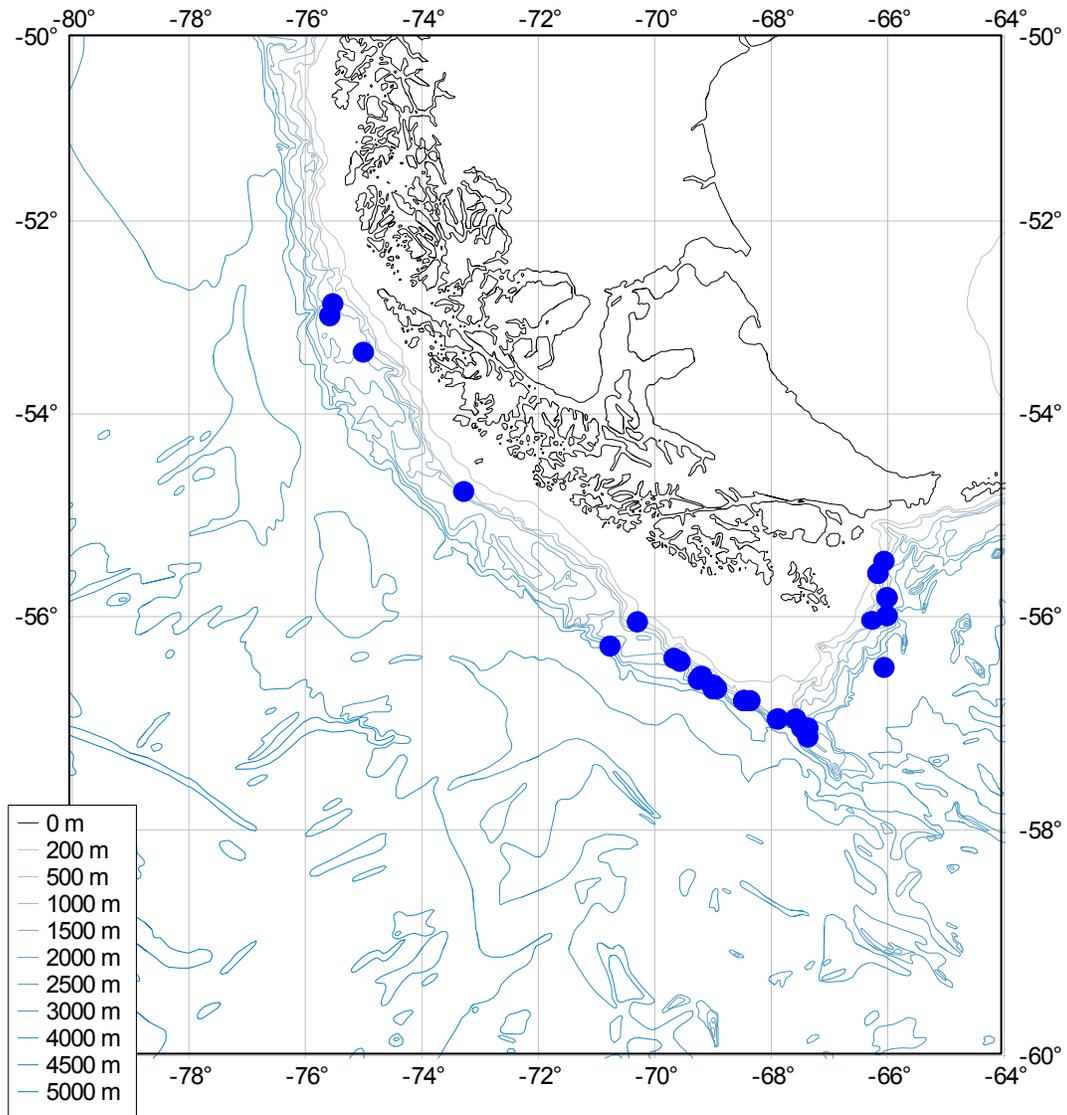
Tabla 23: Tasa de captura incidental de aves marinas por unidad de esfuerzo (aves/1000 anzuelos) estimada durante el calado (CAPUE1) y a partir de los cuerpos recuperados durante el virado (CAPUE2), para los lances observados abordaje de lanchas artesanales de la pesquería de bacalao de profundidad.

MES / REGION	CAPUE1			CAPUE2		
	media	d.s.	Nro. lances	media	d.s.	Nro. lances
Mayo / X ^a	0,069	0,208	9	0	0	9
Junio / X ^a	0,156	0,442	8	0	0	6
Julio / X ^a	0	0	24	0,108	0,530	24
Agosto / X ^a	0	0	6	0	0	6
Septiembre / X ^a	0	0	11	0	0	11
Octubre / X ^a	0	0	8	0	0	8
Octubre / XI ^a	0	0	9	0	0	9
Noviembre / X ^a	0	0	9	0	0	9

Nota: todas las aves capturadas correspondieron a *Procellaria aequinoctialis*.



FIGURAS



Scale: 1:10801738 at Latitude 0°

Source: GEBCO.

Figura 1: Distribución de los lances realizados durante el embarque industrial exploratorio, Septiembre a Noviembre 2001.

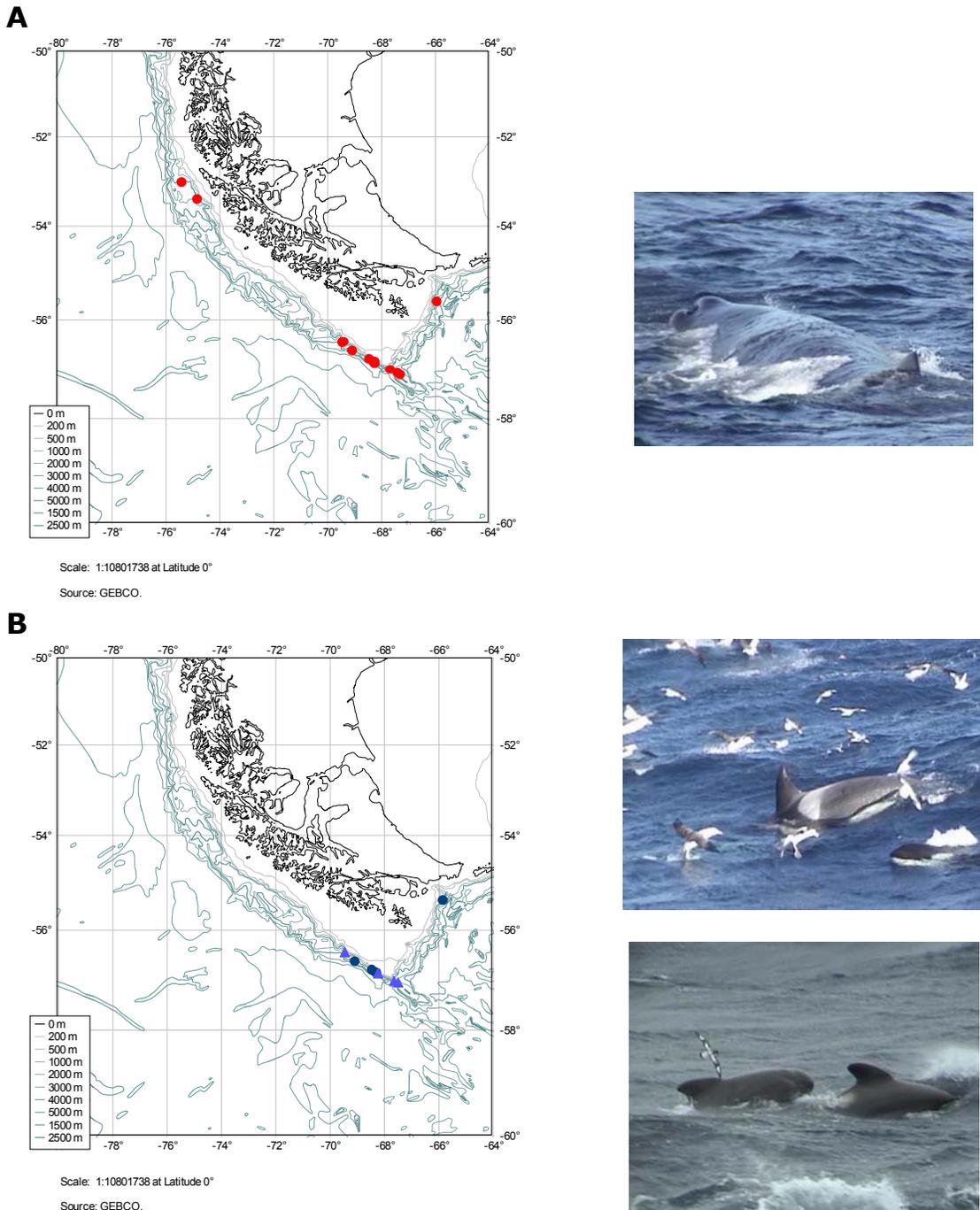


Figura 2: Posición de los avistamientos de las especies más representativas de cetáceos durante las faenas de pesca desarrolladas durante el embarque exploratorio entre septiembre y noviembre de 2001. **A:** CÍRCULOS: cachalote, *Physeter macrocephalus*; **B:** CÍRCULOS: orca, *Orcinus orca* y TRIÁNGULOS: calderón negro, *Globicephala melas* (Fotos: C. Vera / FIP 2001-31).

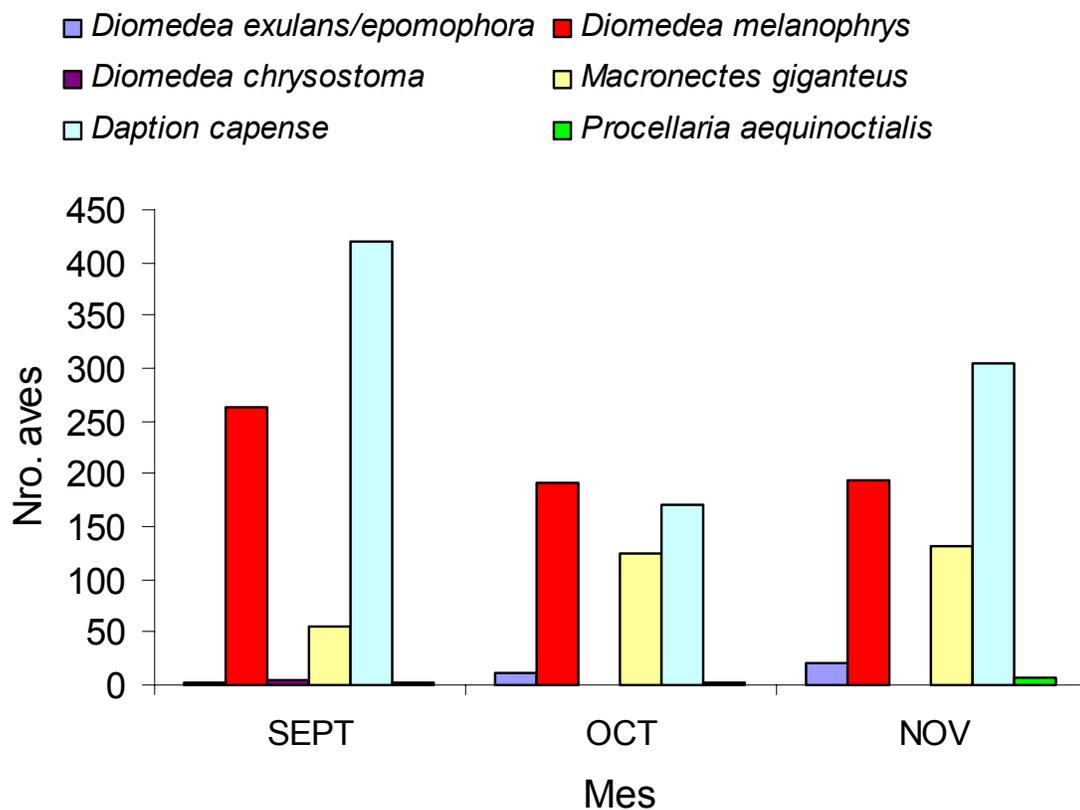
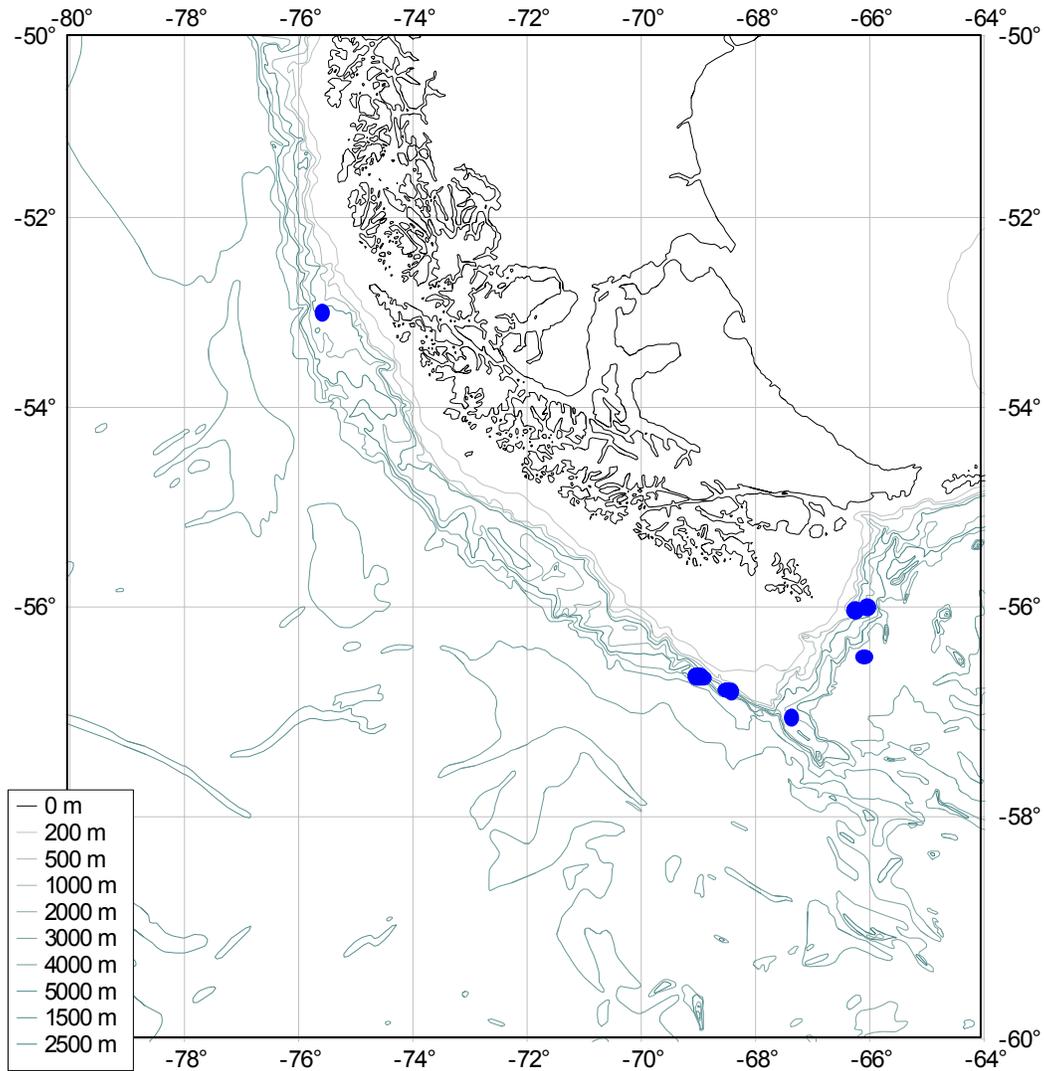


Figura 3: Abundancia media mensual de las especies de aves marinas más abundantes durante los virados observados abordo del embarque industrial exploratorio, Septiembre a Noviembre 2001. Abundancia estimada a partir de censos realizados en un radio de 300 m alrededor del barco.



Scale: 1:10801738 at Latitude 0°

Source: GEBCO.

Figura 4: Ubicación de los sitios en donde ocurrieron interacciones operacionales (depredación de bacalao de profundidad desde la línea) entre los mamíferos marinos y las faenas de pesca entre septiembre y noviembre de 2001 en el sur de Chile.

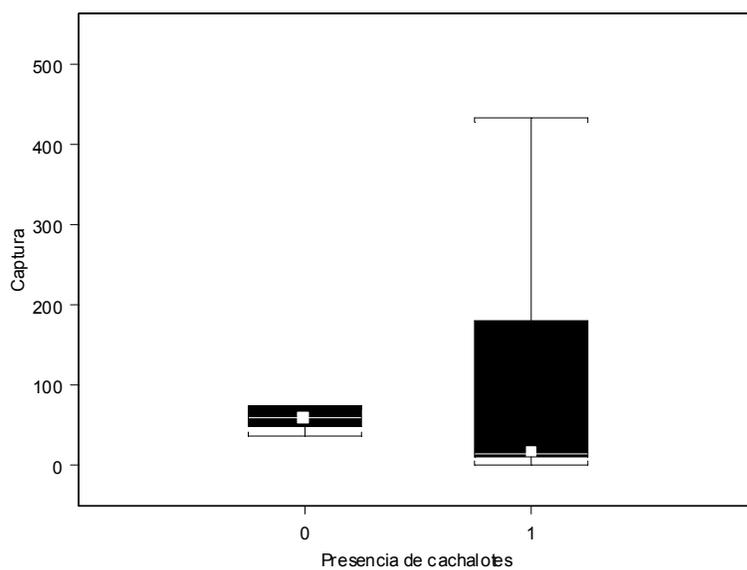
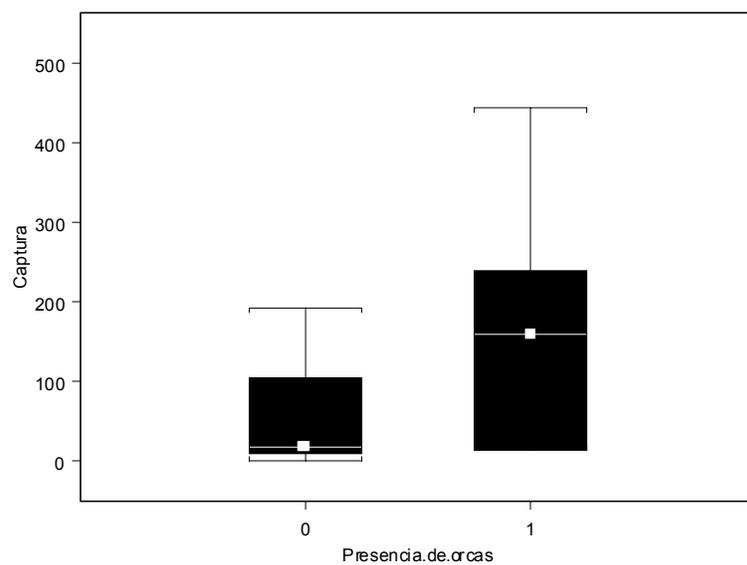
**A****B**

Figura 5: Posible efecto de la presencia (1) y ausencia (0) de cachalotes (A) y orcas (B) sobre la captura total. La mediana corresponde a la línea horizontal y cuadrado blanco; el rango de los intercuartiles corresponde a los márgenes de la barra y el rango de valores está circunscrito por las líneas límite.

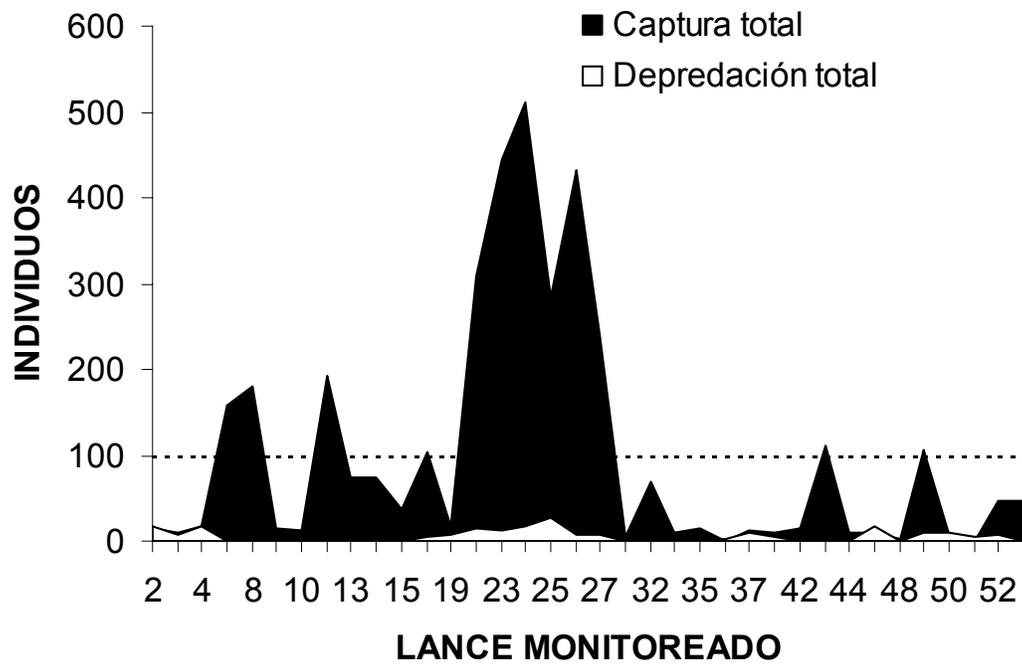


Figura 6: Captura total por lance y depredación de bacalao de profundidad ocasionada por mamíferos marinos en lances monitoreados. Línea punteada indica media de la captura (100 individuos/lance). Datos obtenidos entre septiembre y noviembre de 2001 durante un embarque exploratorio.

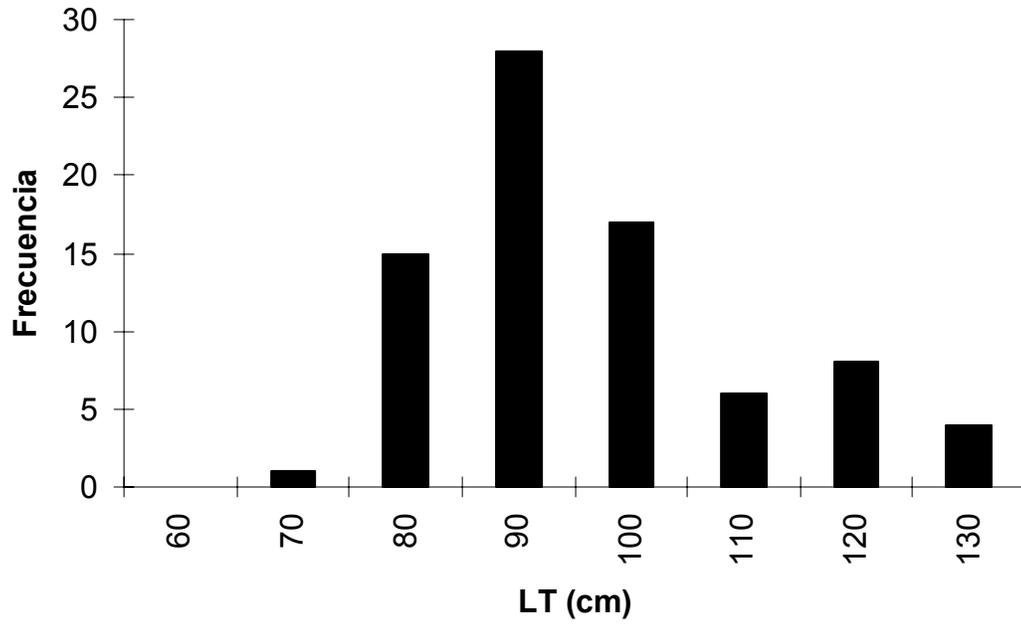


Figura 7: Talla de los bacalaos de profundidad depredados por mamíferos marinos durante el embarque exploratorio realizado entre septiembre y noviembre de 2001. La longitud total (LT) fue estimada a partir de la medición de los restos de labios recuperados y la función entre ambos (ver figura 17).

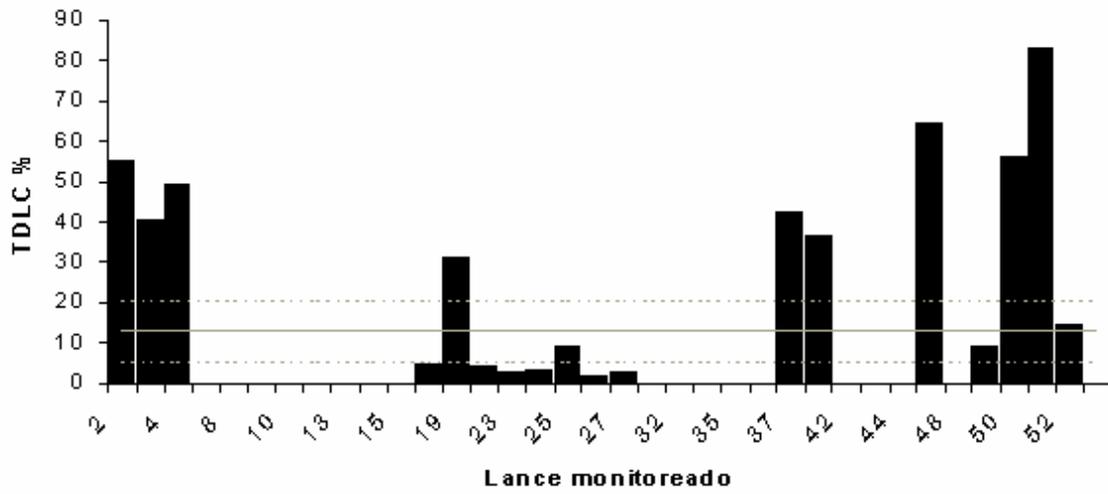


Figura 8: Tasa de Depredación por Lance Completo (TDLC%) obtenida del análisis de todos los lances monitoreados por el observador científico entre septiembre y noviembre de 2001 durante el embarque exploratorio. Línea continua indica la media (14%) y las líneas punteadas indican el intervalo de confianza al 95% ($\pm 7,4\%$).

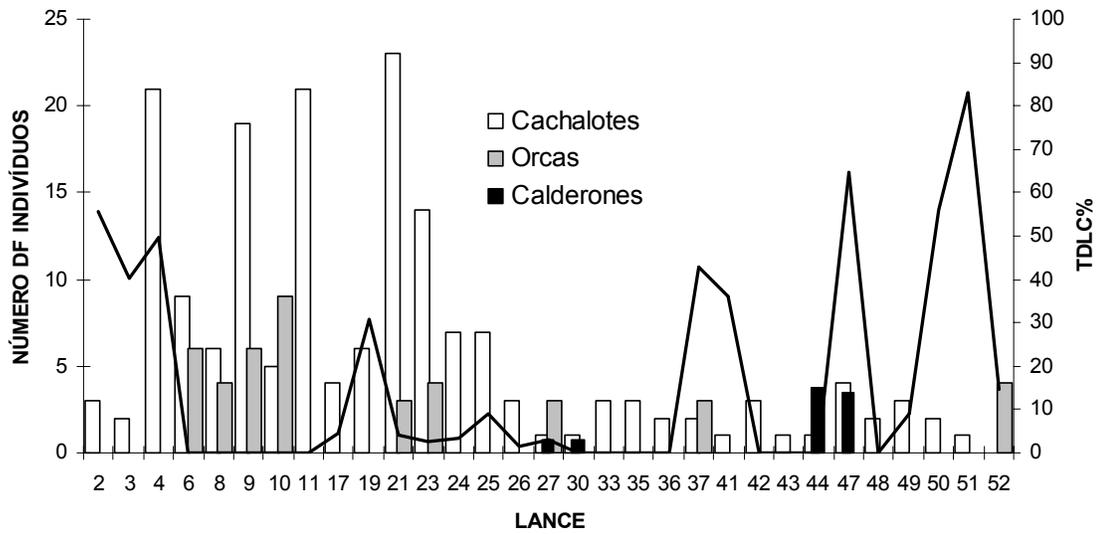
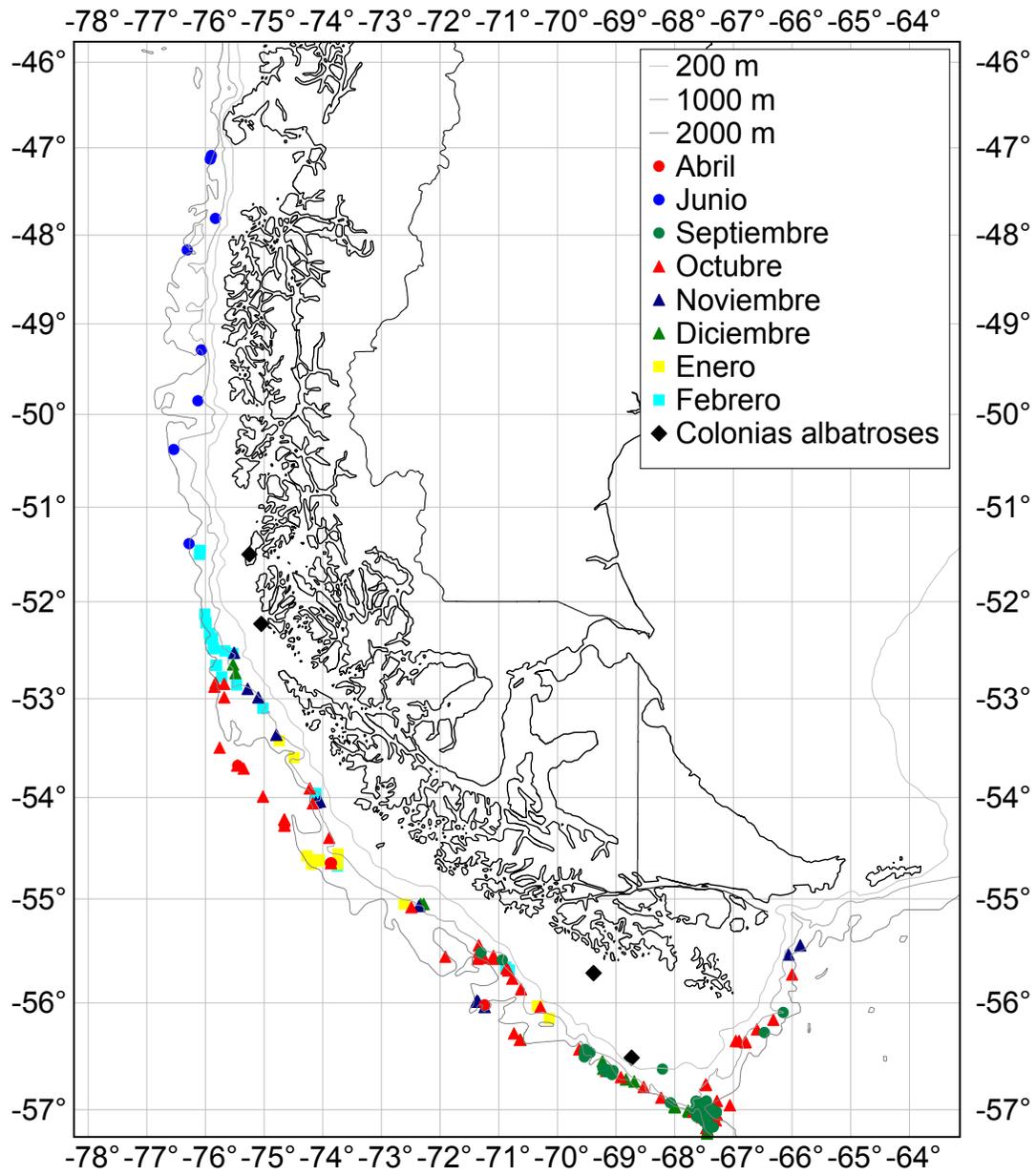


Figura 9: Número de cetáceos presentes (barras) durante cada lance monitoreado en el embarque exploratorio y su relación con la TDLC% (línea continua).



Scale: 1:9964681 at Latitude 0°

Figura 10: Distribución de los lances industriales de bacalao de profundidad monitoreados por los observadores científicos desde abril 2002 hasta febrero 2003.

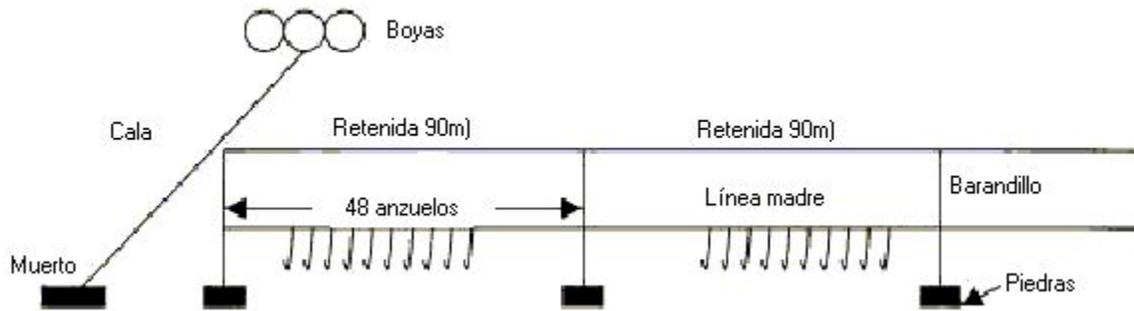


Figura 11: Esquema de un espinel tipo español utilizado por la flota industrial de bacalao de profundidad.

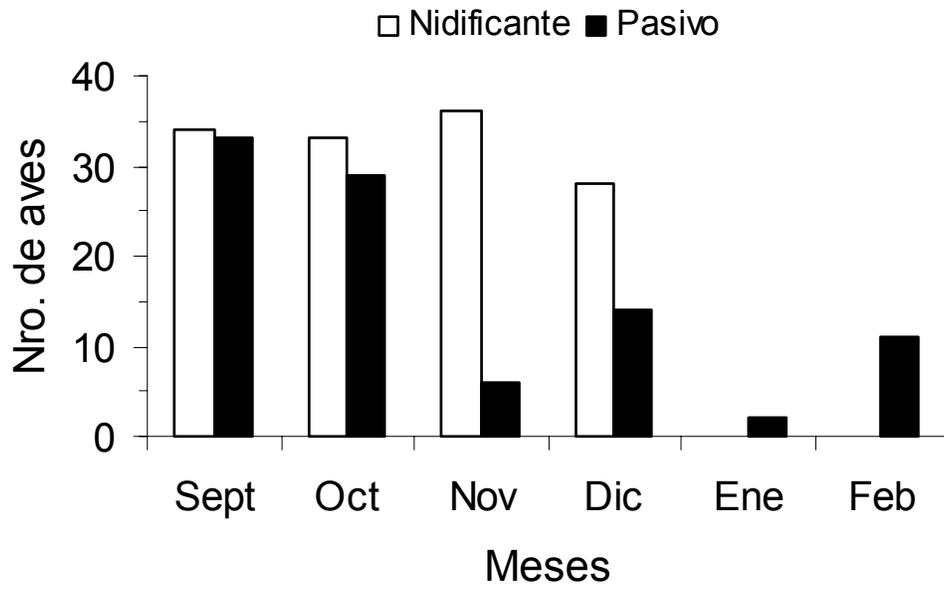
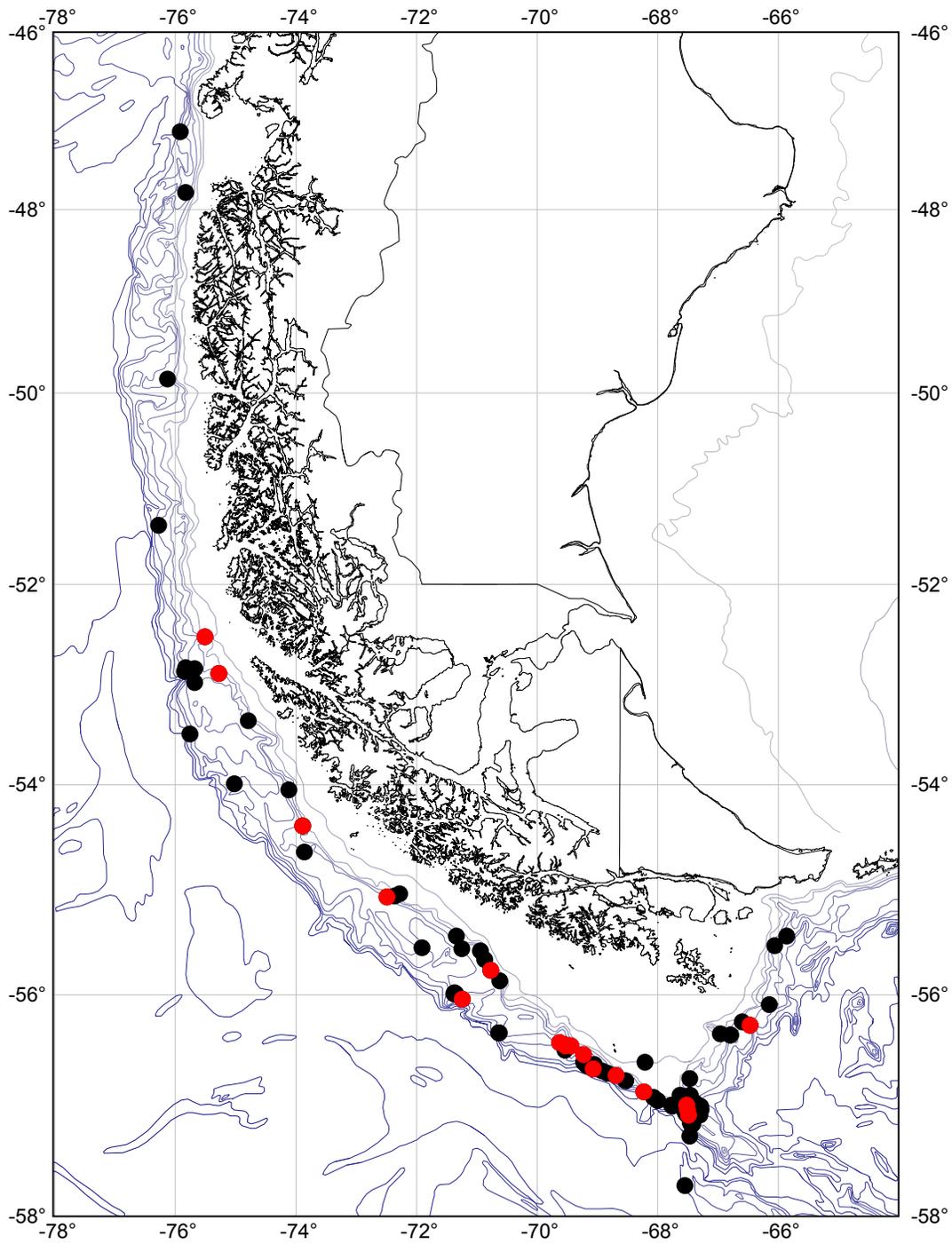


Figura 12: Patrón temporal del estado reproductivo de los albatroses de ceja negra (*D. melanophrys*) muertos incidentalmente por barcos industriales de bacalao de profundidad en el sur de Chile, en los meses que hubo captura.



Scale: 1:8782532 at Latitude 0°

Figura 13: Ubicación geográfica de las especies de cetáceos más comúnmente avistadas durante los embarques industriales de 2002 (cachalotes en negro y orcas en rojo).

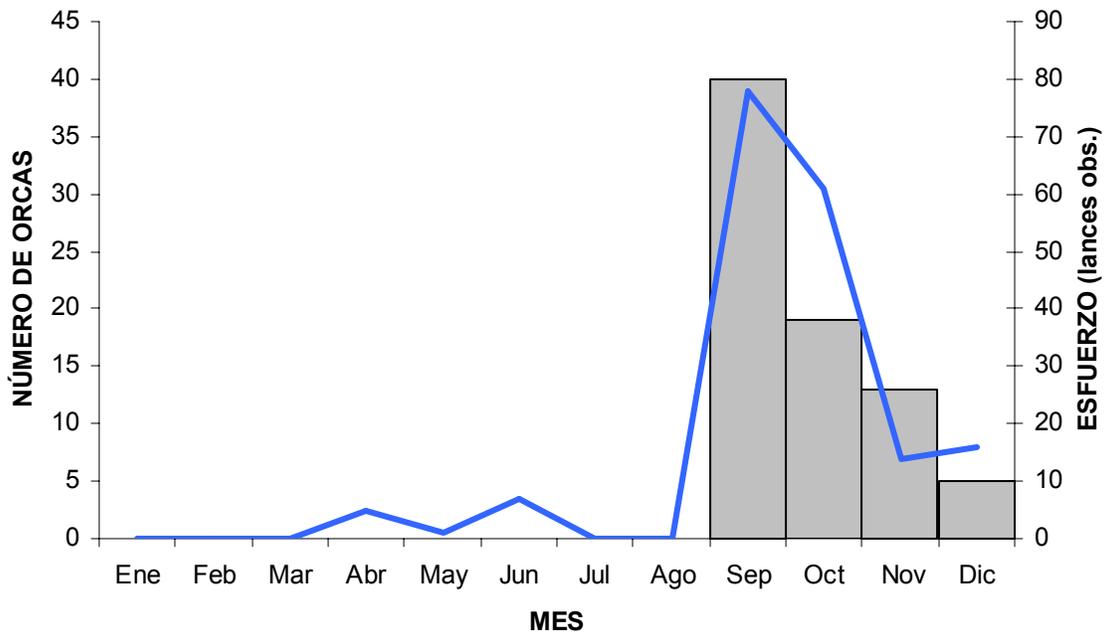
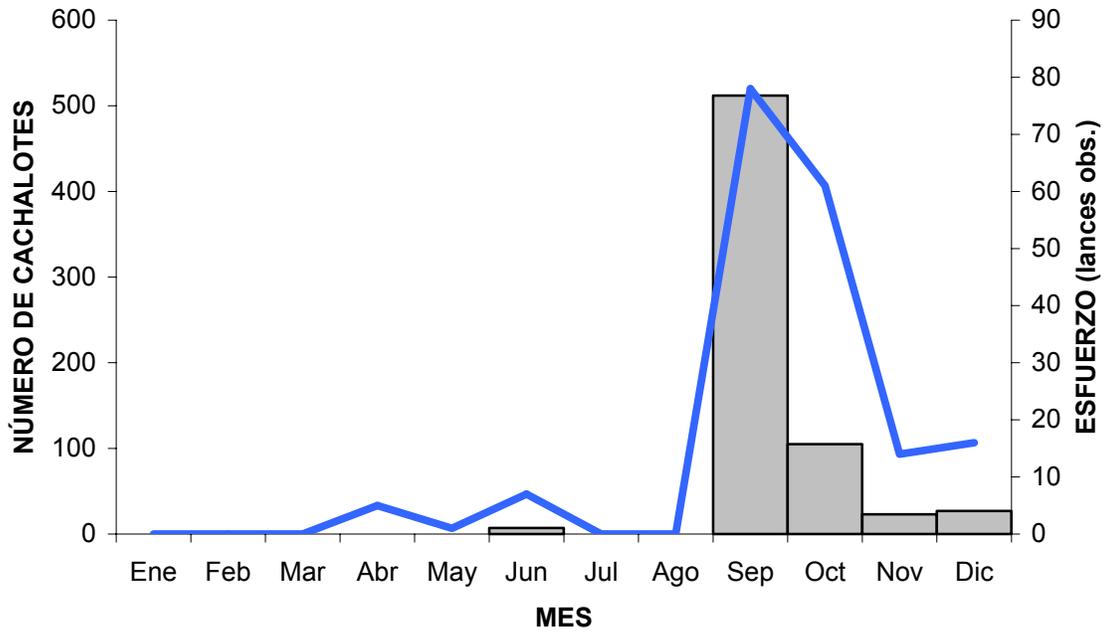


Figura 14: Número de cetáceos más comúnmente avistados por mes en la pesca industrial. Arriba: cachalotes; Abajo: orcas.

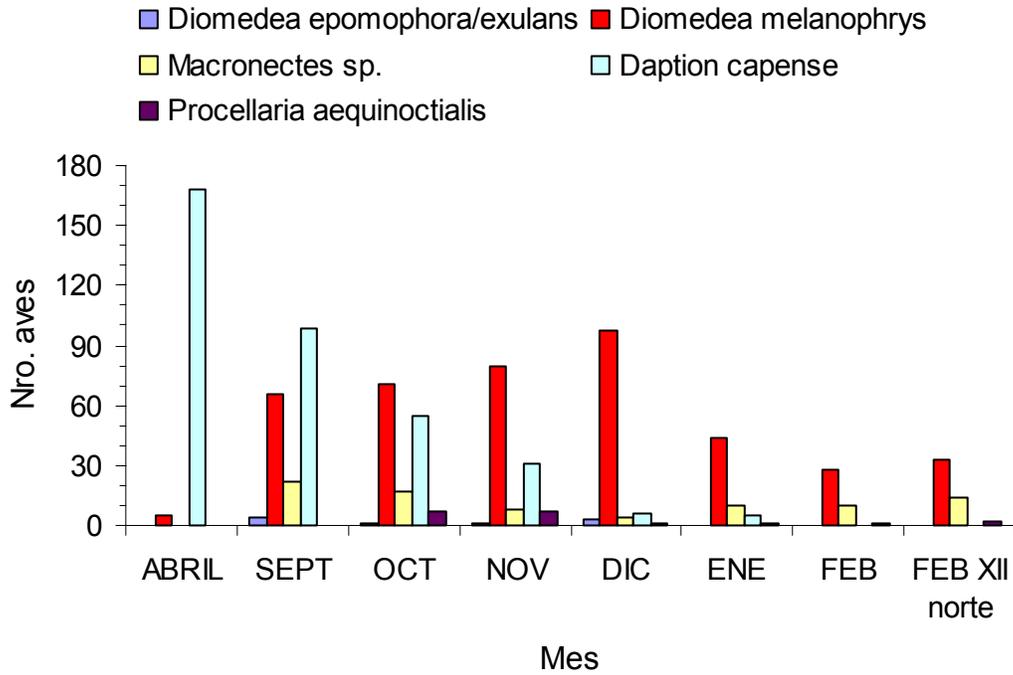


Figura 15: Abundancia media mensual de las especies de aves marinas más abundantes durante los calados observados a bordo de barcos industriales de la pesquería de bacalao de profundidad. Solo se incluyen los censos realizados durante calados diurnos y todos fueron realizados en la XII región sur. La abundancia corresponde al número de aves presentes 300 m tras popa y 150 m a cada banda. De abril a febrero los datos corresponden a la zona de pesca del sur de la XII Región. Se incluyó separadamente febrero 2003 que tiene información del norte de la XII Región.

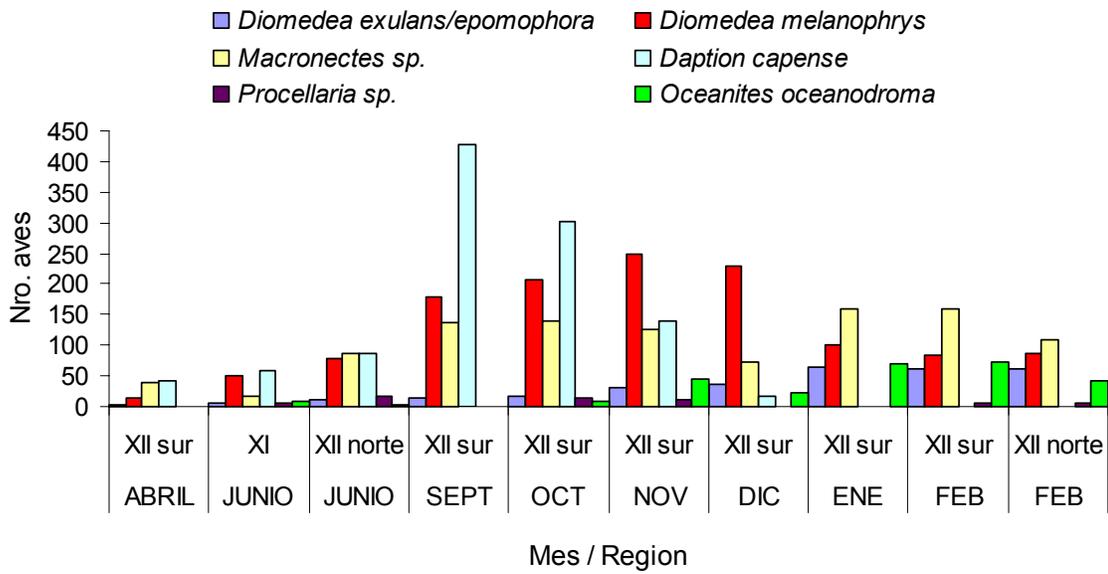


Figura 16: Abundancia media (por mes y región) de las especies de aves marinas más abundantes durante los virados observados a bordo de barcos industriales de la pesquería de bacalao de profundidad. Abundancia estimada a partir de censos realizados en un radio de 300 m alrededor del barco.

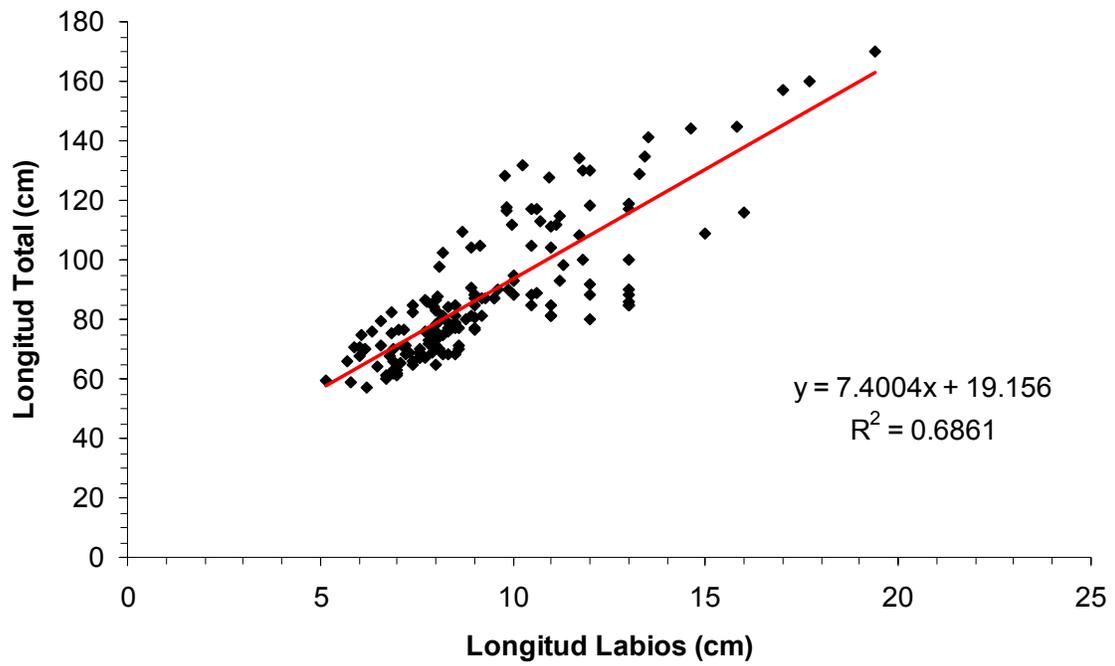


Figura 17: Relación alométrica entre labio y longitud total en el bacalao de profundidad (n=155).

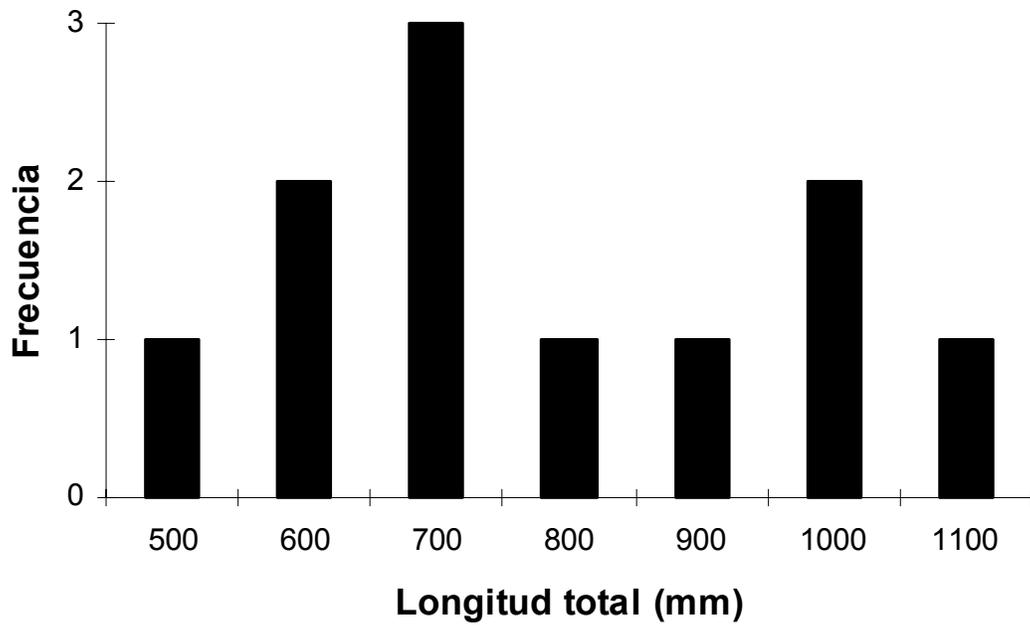


Figura 18: Frecuencia de tamaños de bacalao depredados por mamíferos marinos en embarques industriales y artesanales.

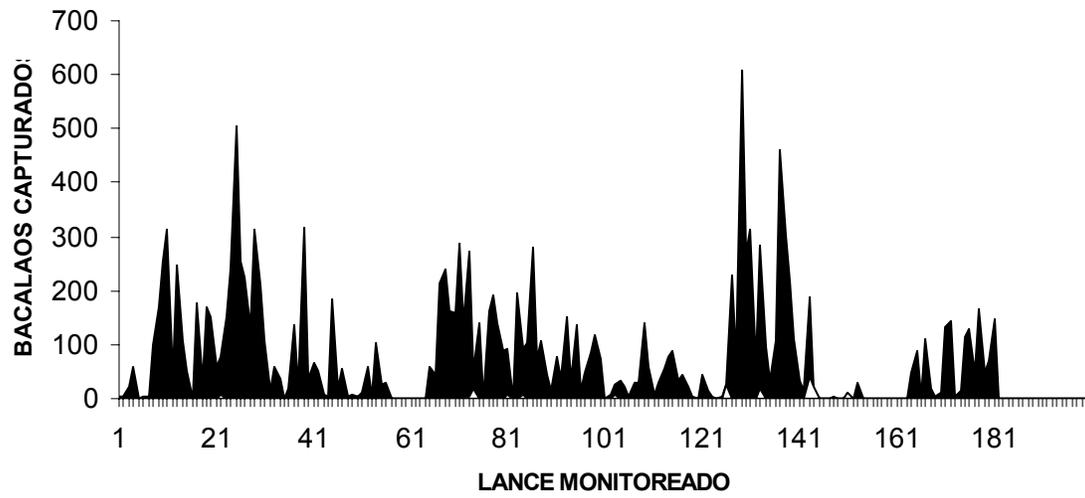


Figura 19: Captura total por lance (negro) y depredación de bacalao provocada por mamíferos marinos (blanco) en la flota industrial monitoreada.



Bootstrap BD

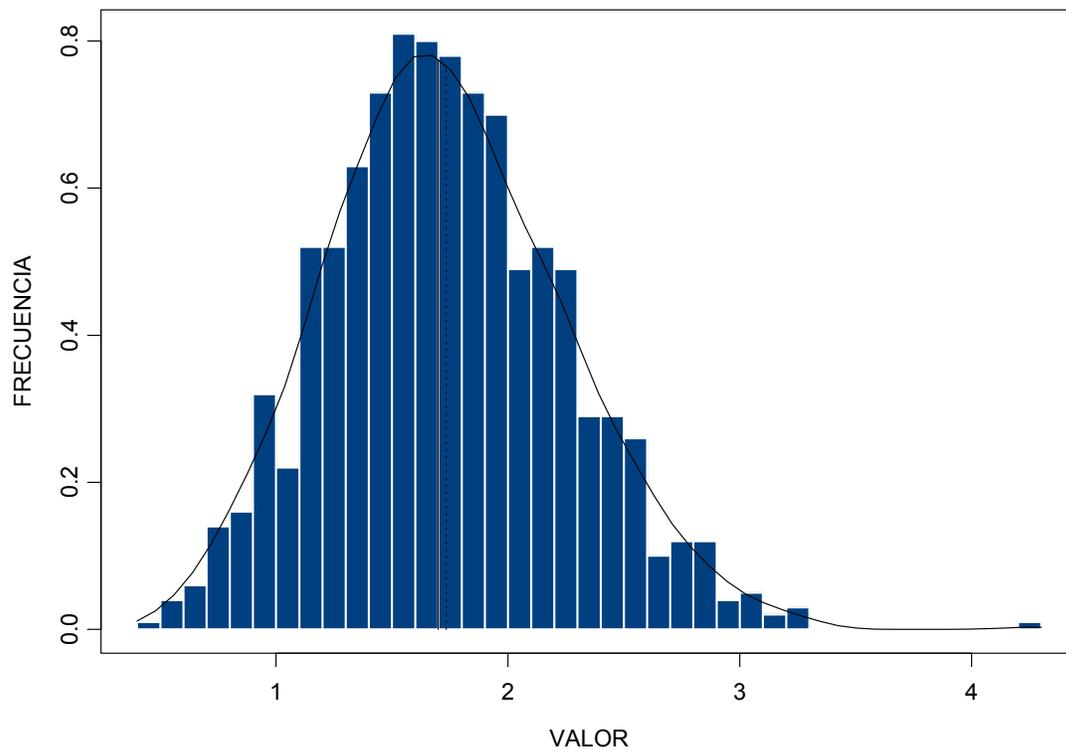


Figura 20: Distribución bootstrap con reemplazo de la depredación de bacalao atribuible a mamíferos marinos en la pesquería industrial del Sur de Chile.

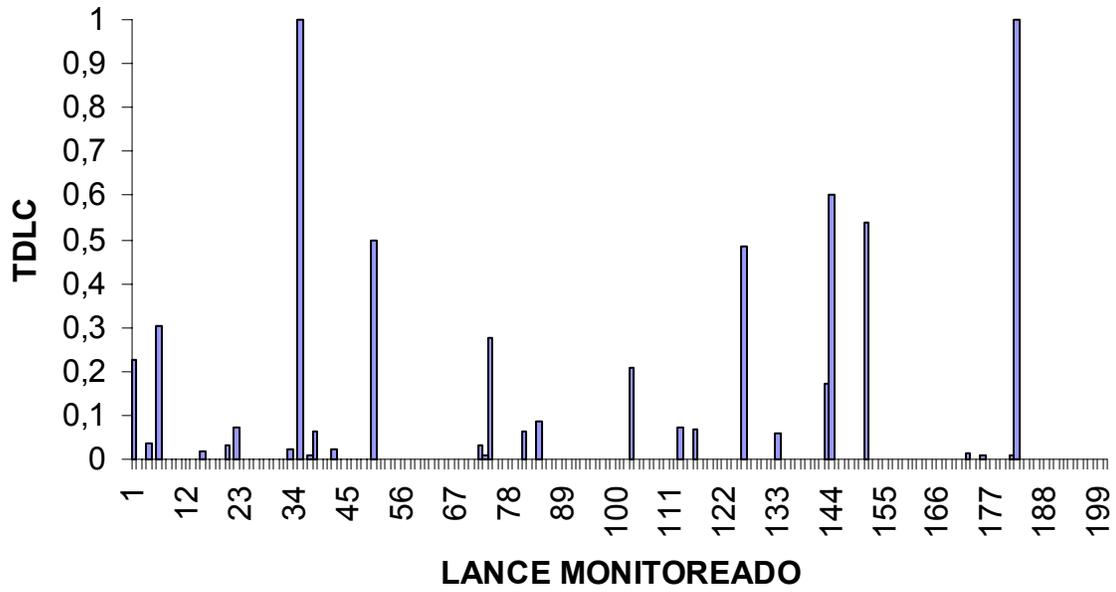


Figura 21: Tasa de depredación por lance completo (TDLC) de todos los lances monitoreados (n=182).

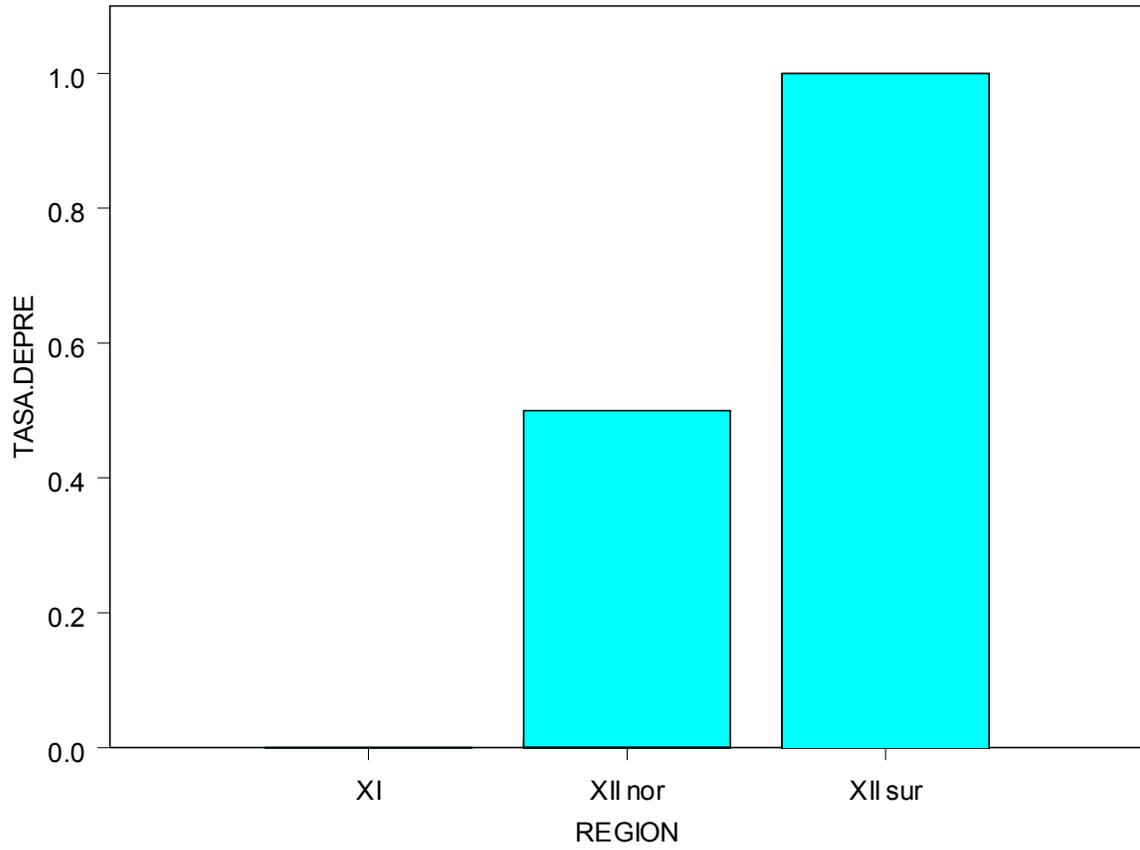
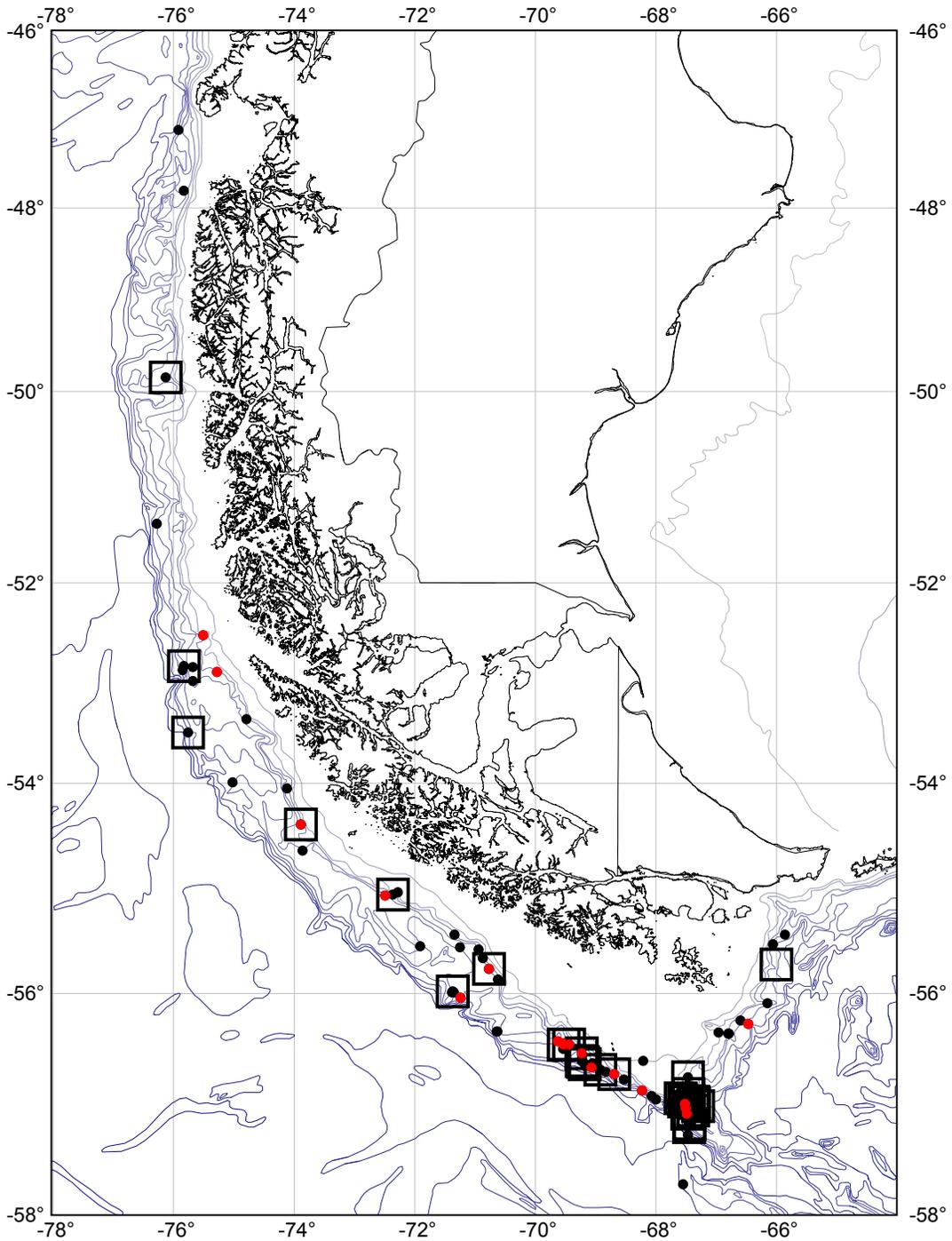
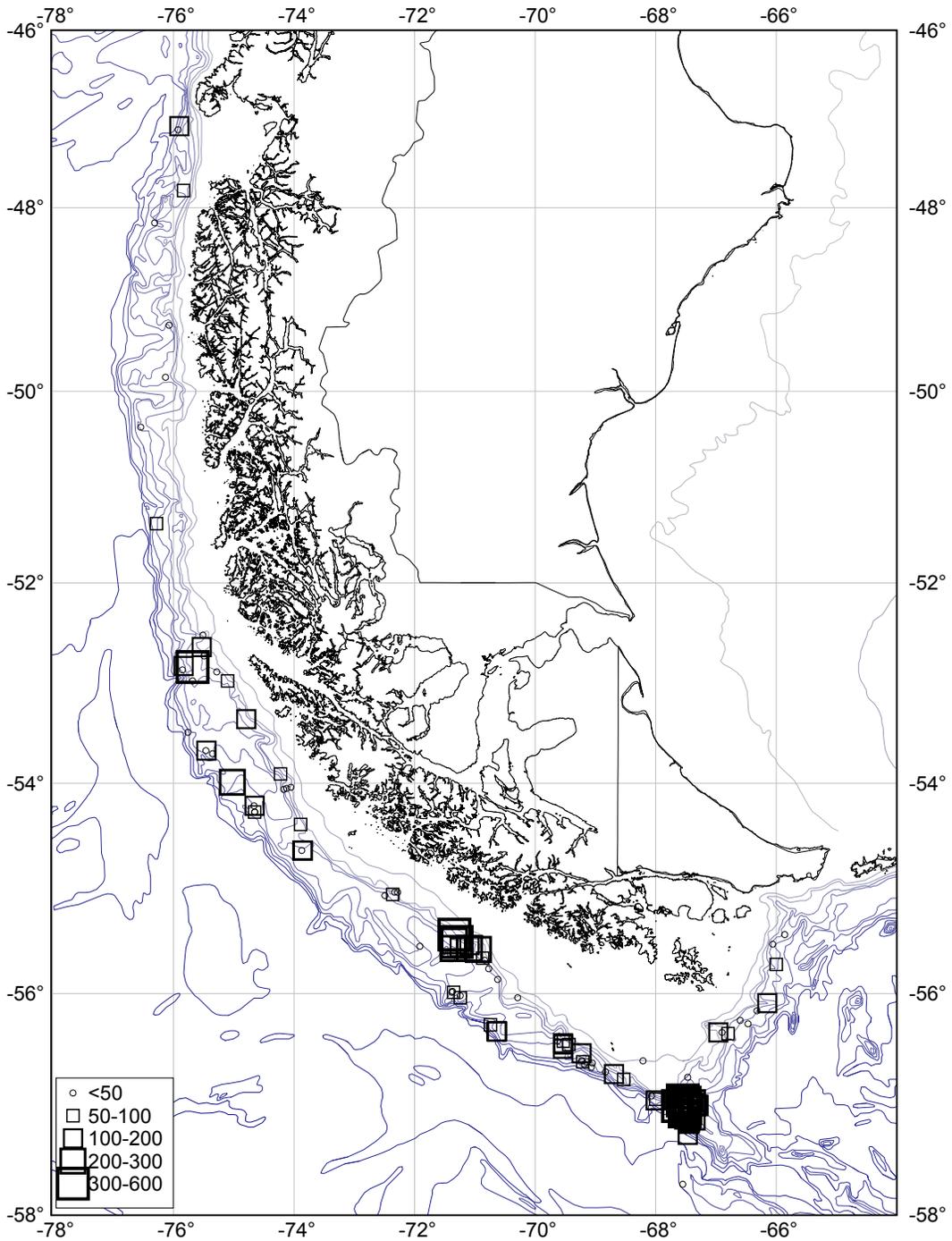


Figura 22: Frecuencia espacial de interacciones operacionales entre mamíferos marinos (tasa depredación – TASA.DEPRE) y la flota pesquera industrial del bacalao de profundidad.



Scale: 1:8782532 at Latitude 0°

Figura 23: Distribución espacial de las interacciones operacionales (cuadrados) y los avistamientos de cachalotes (círculos negros) y orcas (círculos rojos).



Scale: 1:8782532 at Latitude 0°

Figura 24: Distribución espacial del rendimiento pesquero industrial del bacalao de profundidad en el sur de Chile. En el recuadro se indican los rendimientos del número de individuos capturados por lance de manera proporcional a su valor.

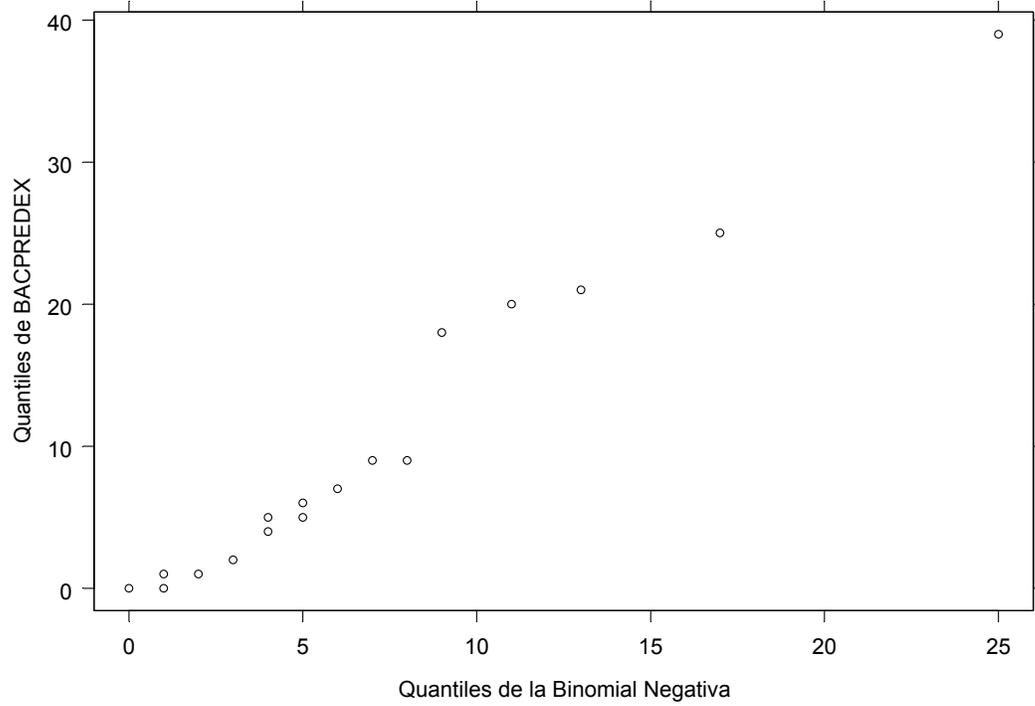


Figura 25: Qqplot mostrando que el consumo de bacalao por lance debido a los mamíferos (cachalote y orca) se ajusta aproximadamente a una distribución Binomial Negativa con media = 1.71 y $k = 0.10$.

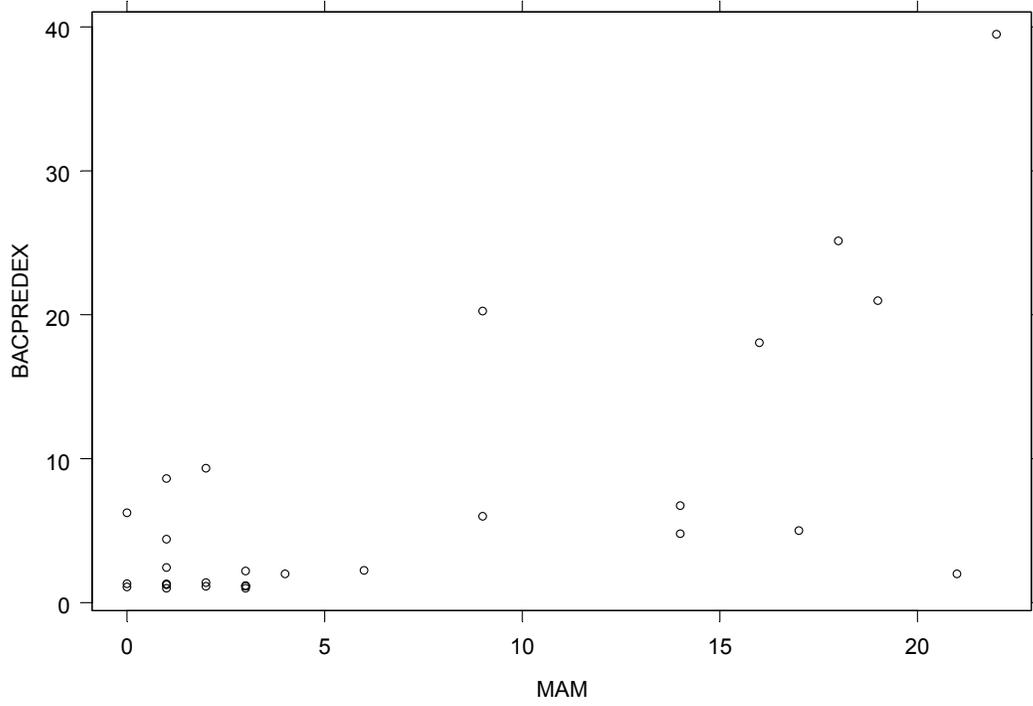


Figura 26: Relación aproximadamente lineal entre el número de mamíferos presentes y la depredación de bacalao.

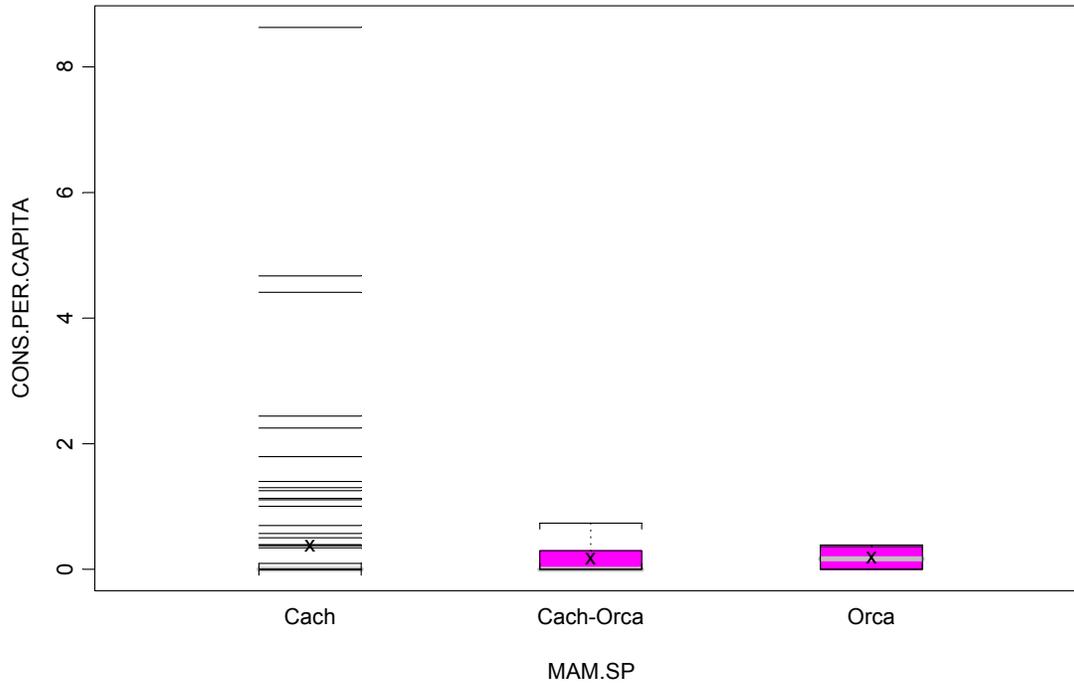


Figura 27: Variación del consumo per cápita (CONS.PER.CAPITA) atribuible al cachalote, a la orca o el que se produce cuando ambas especies se encuentran juntas. También se aprecia que el consumo promedio del cachalote (X) es ligeramente mayor que el consumo de la orca y que el consumo conjunto tiende a ser menor que cuando ambas especies depredan sin la presencia de la otra.

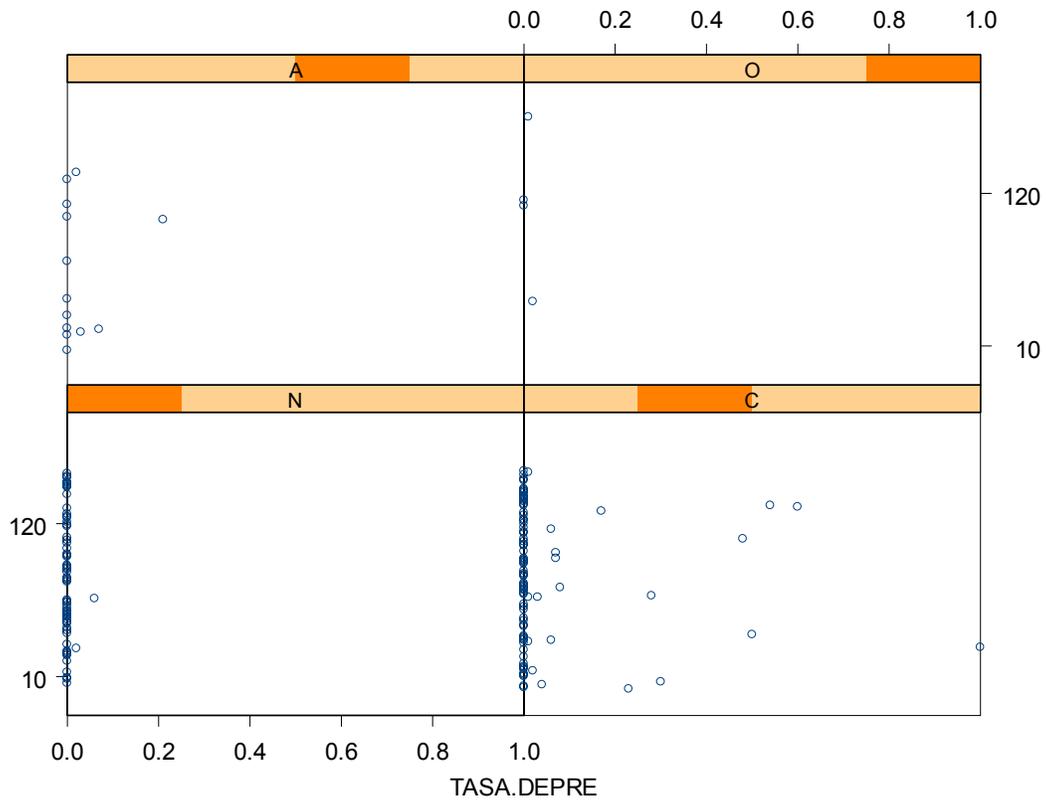


Figura 28: Relación entre el número de cetáceos presentes durante los lances (A=orcas+cachalotes; O: orcas solamente; N: ningún mamífero presente y; C: cachalotes) y la TDLC. Se puede observar una cierta independencia entre el número y la depredación.

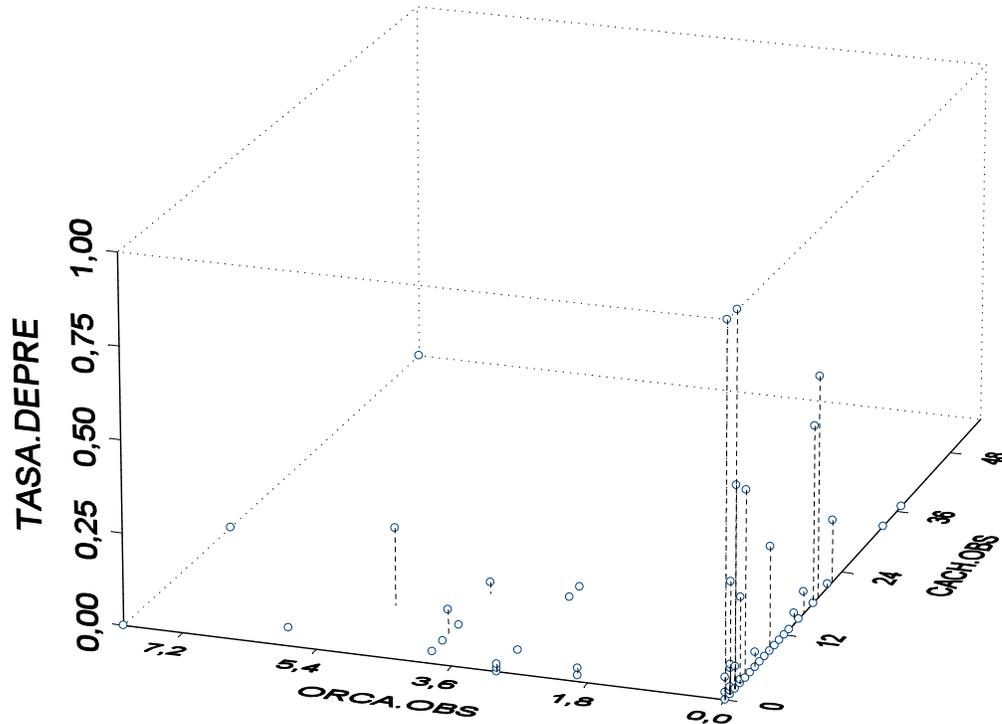


Figura 29: Representación tridimensional del efecto mixto cachalote-orca sobre la TDLC. El plano central (ocurrencia de ambas especies) presenta bajos valores de TDLC a diferencia de aquellos valores cercanos a los ejes xy , particularmente en el caso de la presencia de cachalotes.

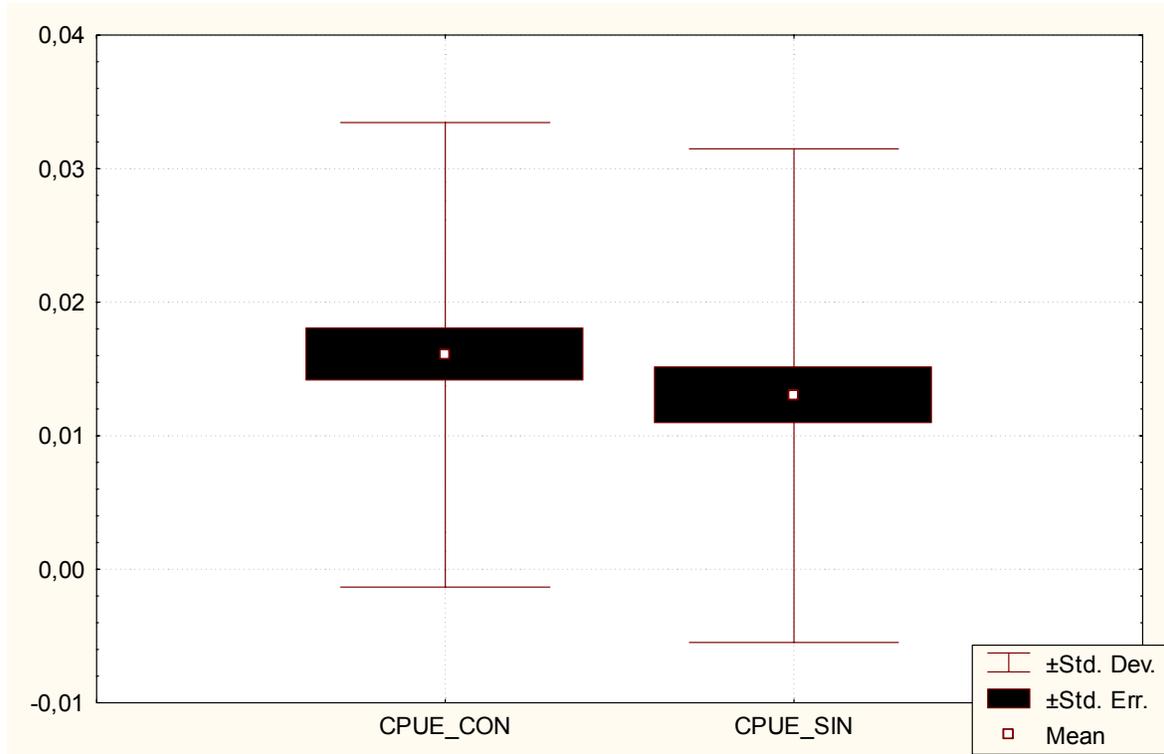


Figura 30: CPUE de la flota industrial chilena del bacalao de profundidad bajo escenarios de presencia (CPUE_CON) y ausencia (CPUE_SIN) de cachalotes en las inmediaciones de los caladeros.



Bootstrap PM

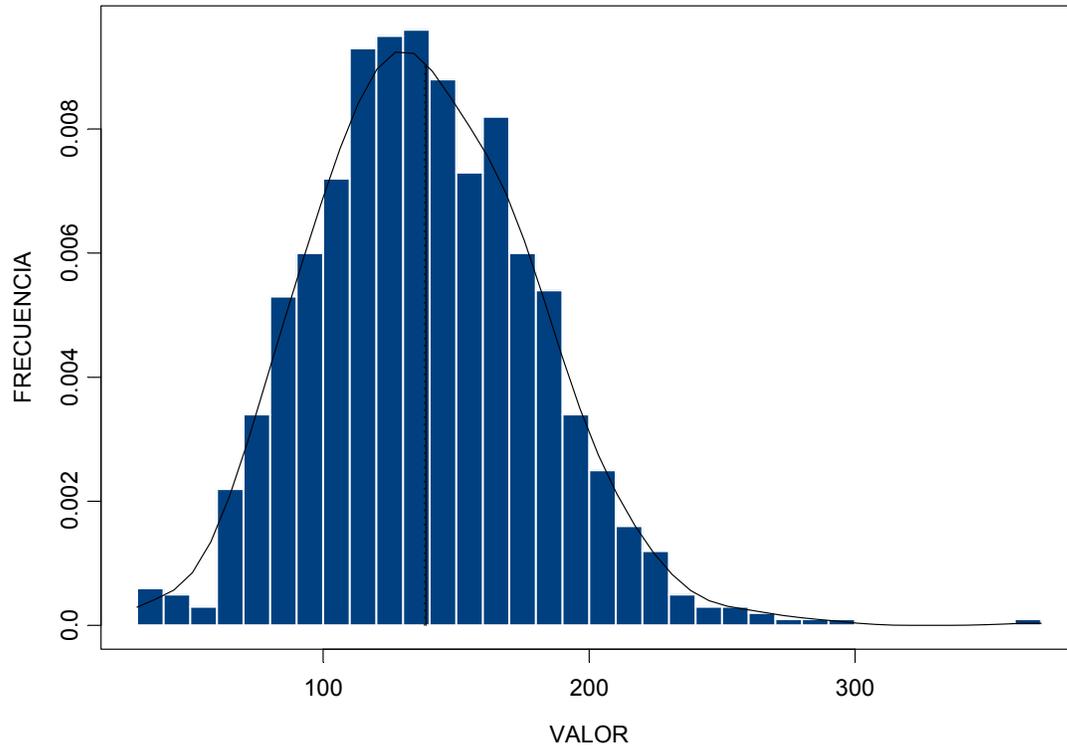


Figura 31: Distribución bootstrap con reemplazo de la pérdida monetaria por lance (USD\$) atribuible a la interacción con mamíferos marinos en la pesquería industrial del bacalao de profundidad en el Sur de Chile.

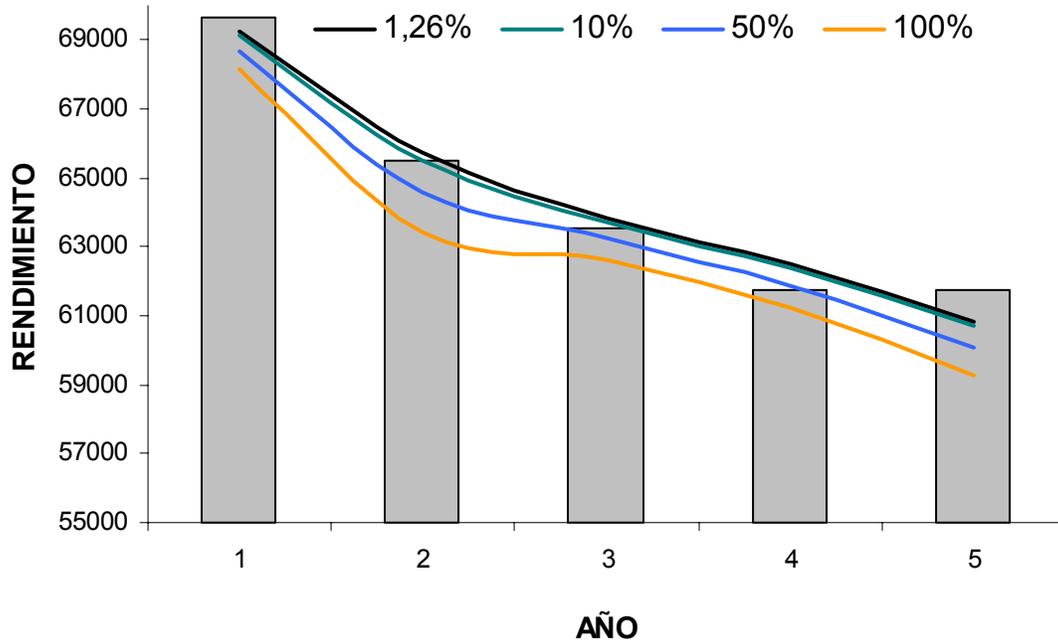


Figura 32: Relación entre el rendimiento pesquero (Biomasa Ton/temporada) del bacalao de profundidad y el impacto que tendría sobre éste la captura adicional ocasionada por cetáceos. Lo anterior fue modelado bajo cuatro distintos escenarios de intensidad de interacción (1,26%, 10%, 50% y 100%), siendo el primero el nivel real de interacción observada extrapolado al total de la flota y asumiendo que la interacción es uniforme en el tiempo.

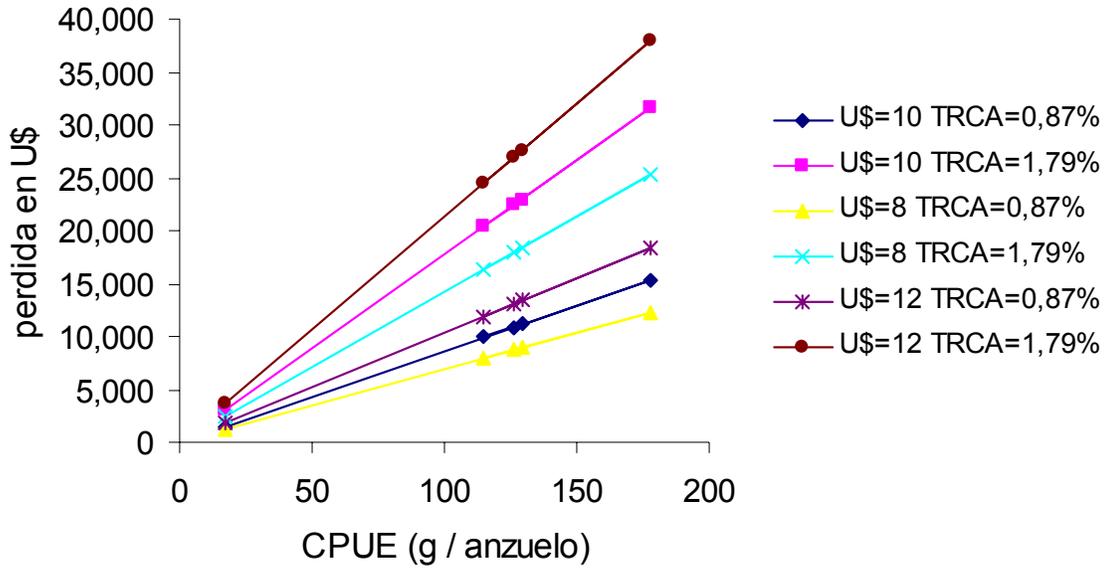


Figura 33: Pérdida monetaria potencial por cada 1 millón de anzuelos calados por la flota industrial, producto de la reducción en el esfuerzo de pesca debido al robo de carnadas por las aves marinas durante el calado, bajo distintos escenarios de captura por unidad de esfuerzo (CPUE: gramos de bacalao HG/ anzuelos calados), precio del Kg de bacalao de profundidad, tasa de robo de carnadas por las aves (TRCA1) y una tasa constante de pérdida mecánica de carnadas de 1%.

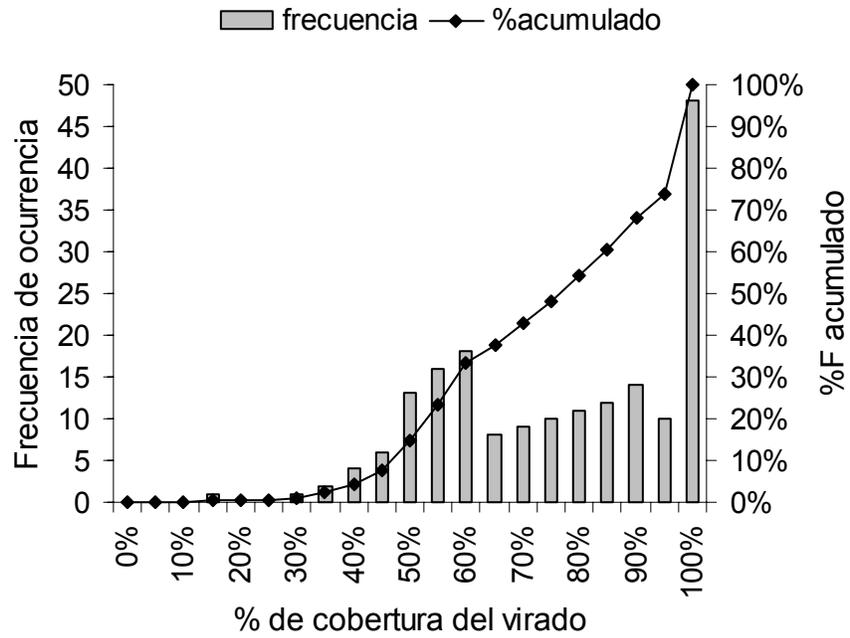


Figura 34: Frecuencia de cobertura (en tiempo) del virado de los lances industriales muestreados.

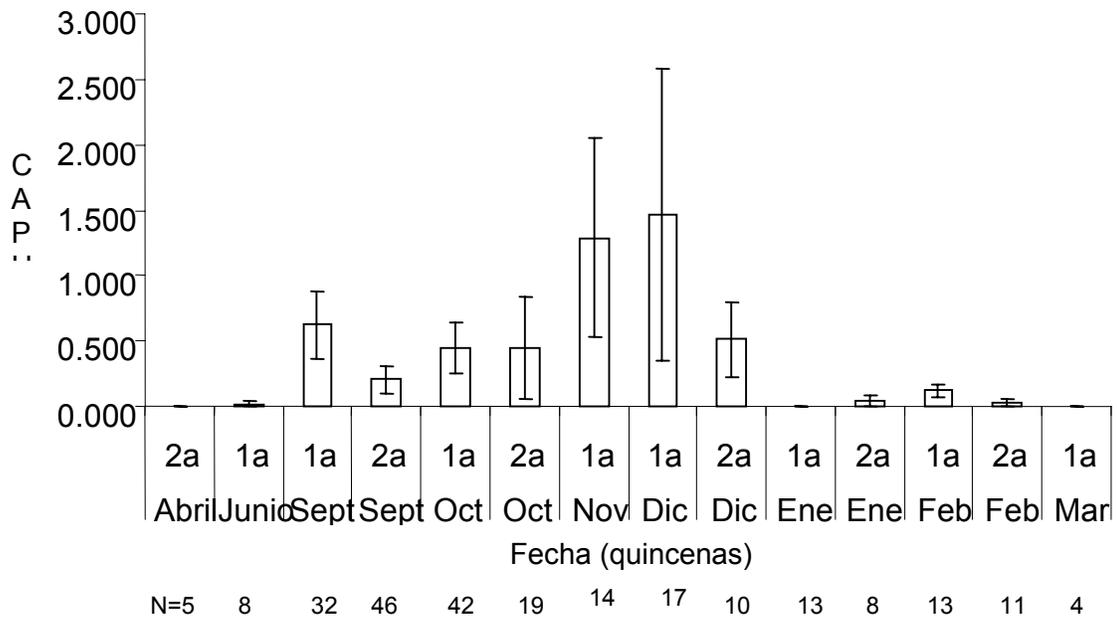


Figura 35: Patrón temporal de la CAPUE (aves/1000 anzuelos) para los lances realizados por barcos industriales de bacalao de profundidad. Tiempo dividido en quincenas. Barras de error indican el error estándar de la media (± 1). N= número de lances observados.

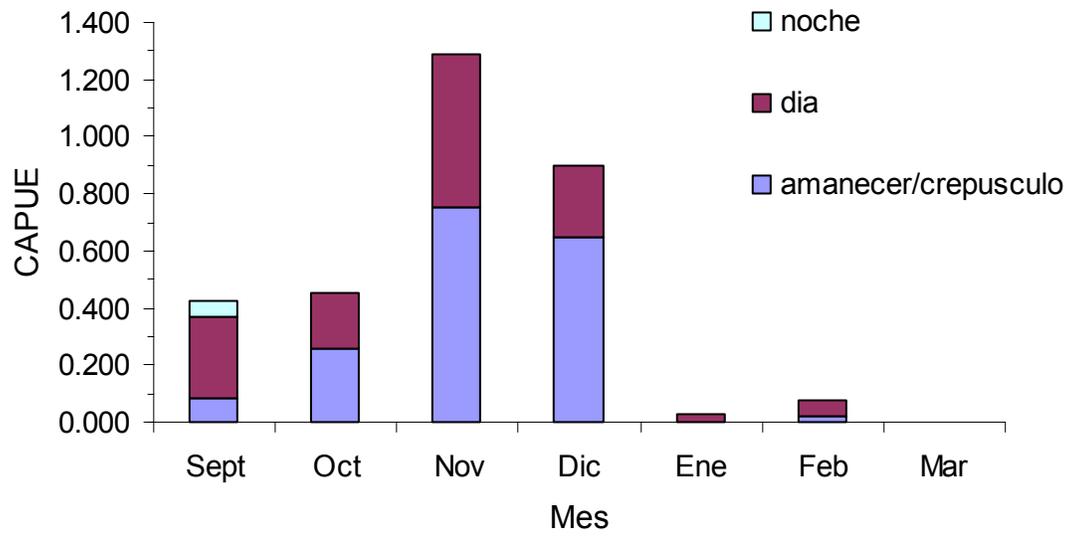


Figura 36: Estimadores fraccionados de la CAPUE por periodo del día y mes, para lances realizados por barcos industriales de bacalao de profundidad.

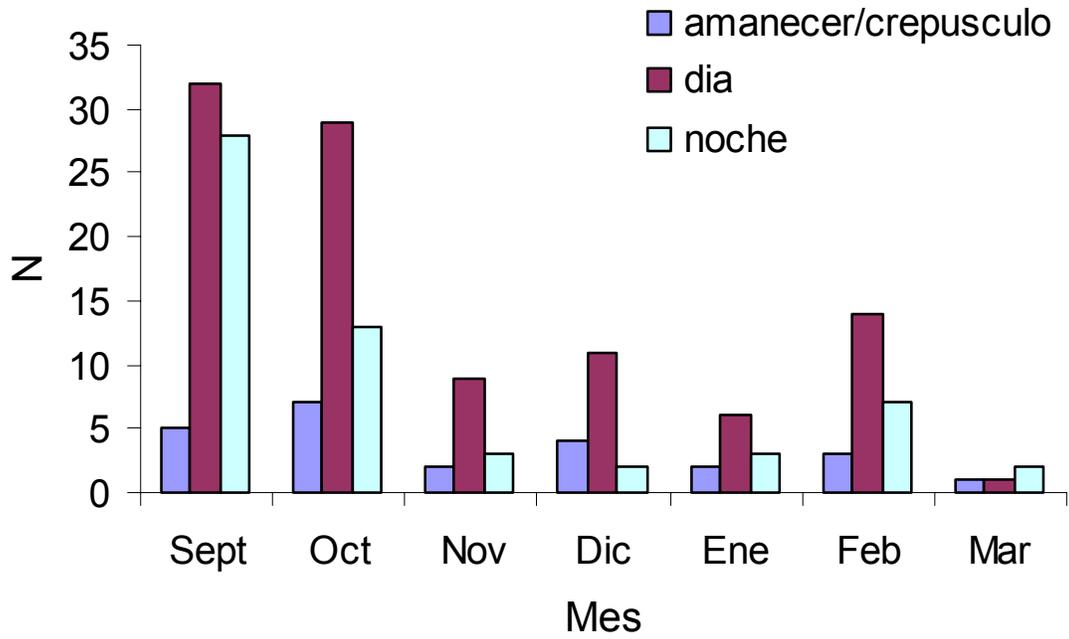


Figura 37: Frecuencia de ocurrencia – según periodo del día – de los calados muestreados abordo de barcos industriales de bacalao de profundidad.

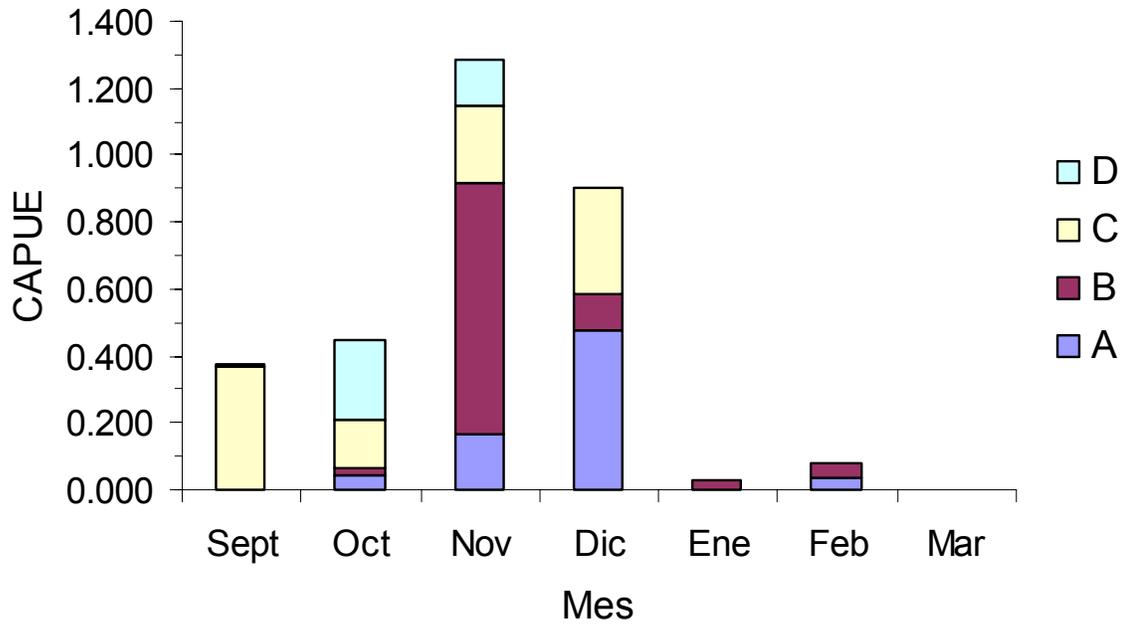


Figura 38: Estimadores fraccionados de la CAPUE por zona y mes de los lances muestreados a bordo de barcos industriales de bacalao de profundidad. Las zonas corresponden: A=52°-54° S, 73°-75° W; B=55°-56° S, 70°-72° W; C=56°-57° S, 67°-69° W; D=55°-56°, 65°-66° W.

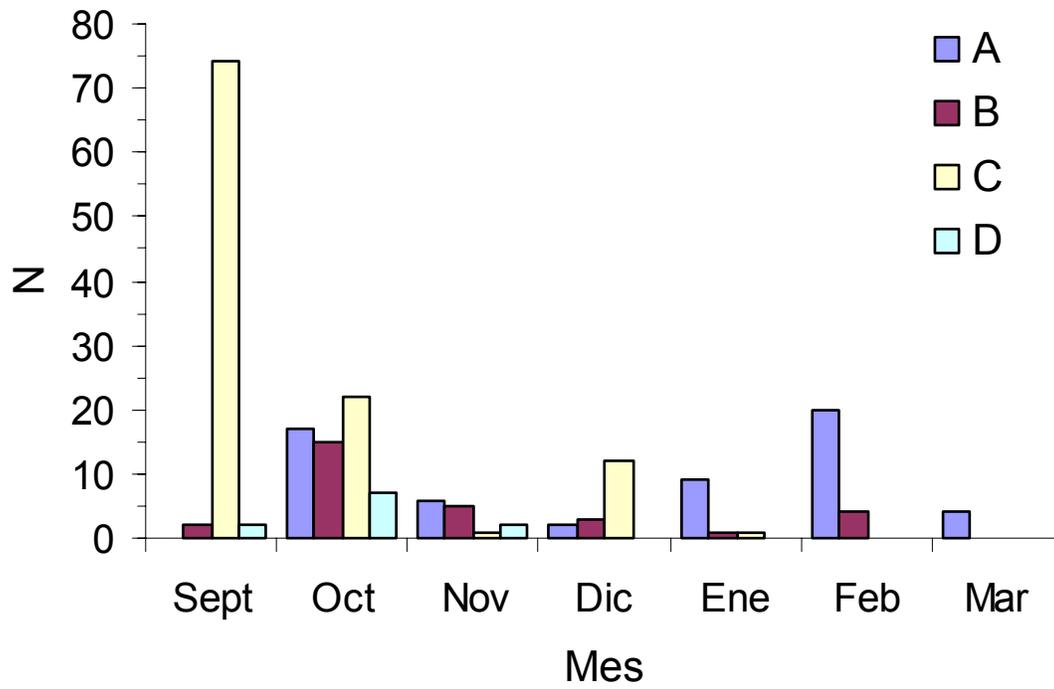


Figura 39: Frecuencia de ocurrencia – según la zona de calado (A, B, C, D; ver texto) – de los lances muestrados abordo de barcos industriales de bacalao de profundidad.

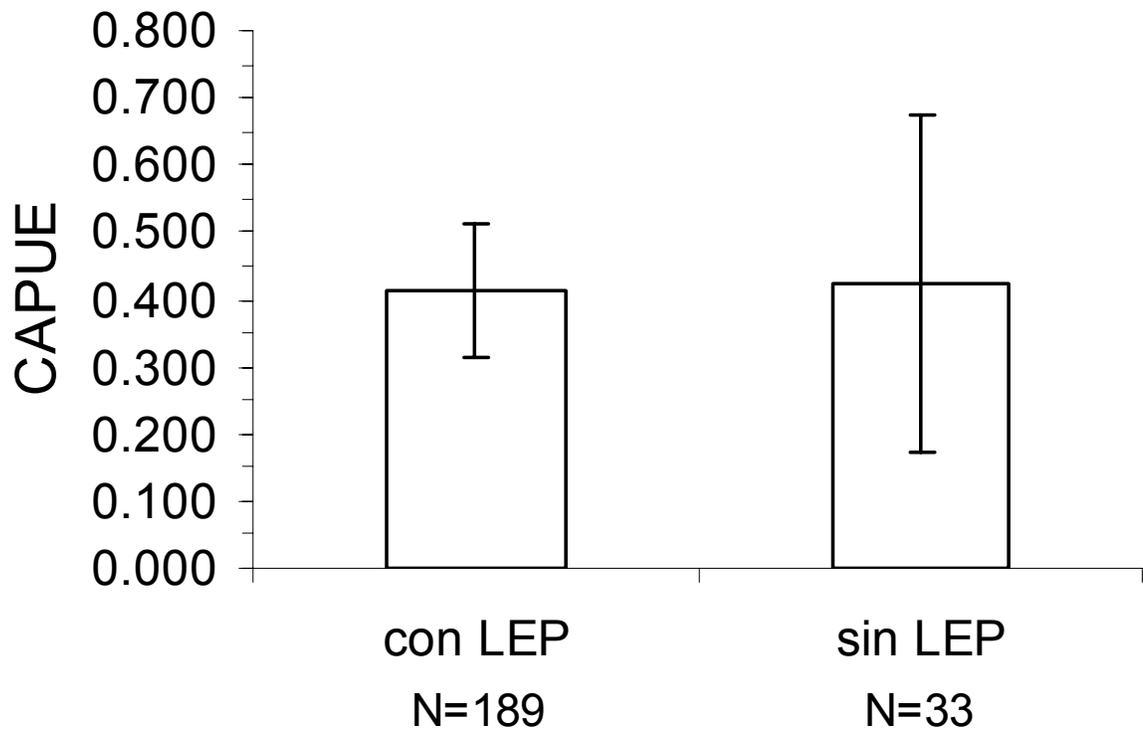
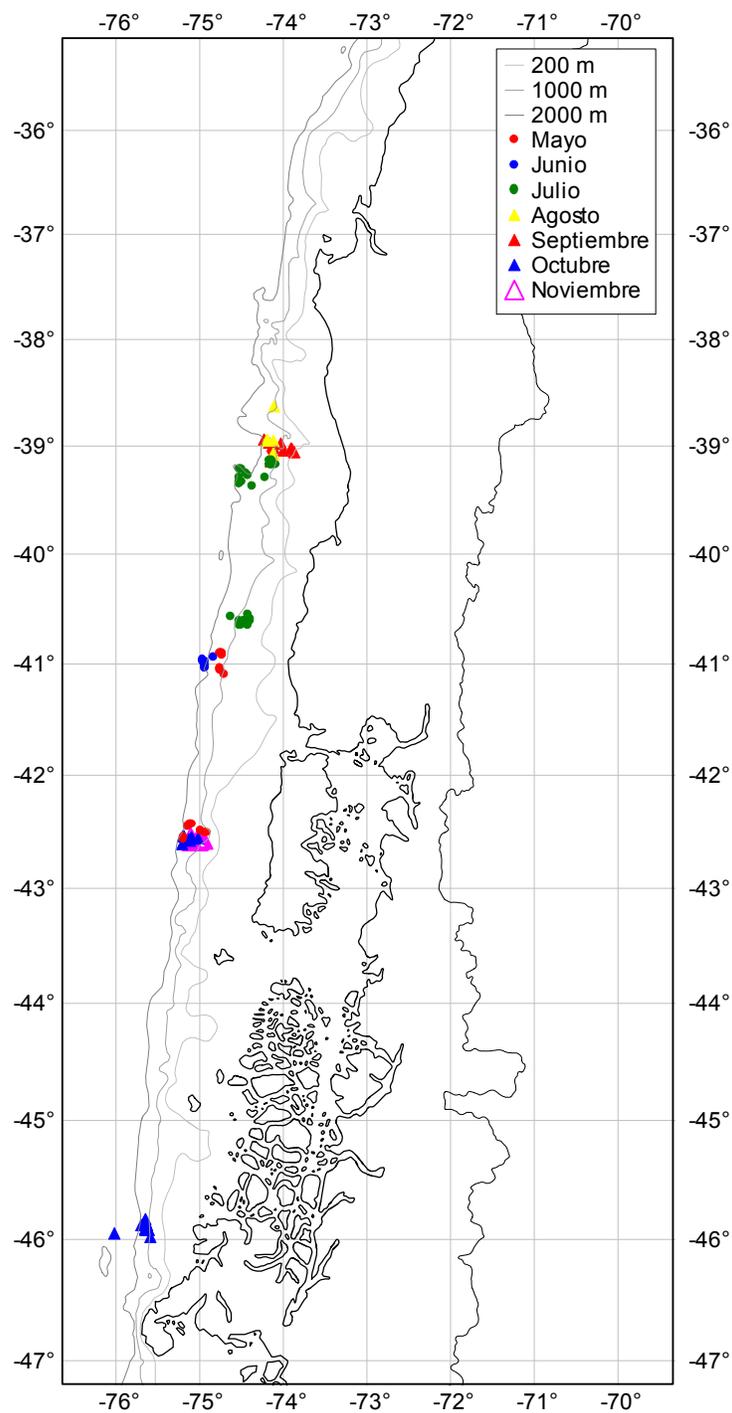


Figura 40: Valor de la CAPUE para lances realizados con y sin línea espantapájaros (LEP) por los barcos muestreados de la flota industrial de bacalao de profundidad. Barras de error representan el error estándar de la media (± 1). N= número de lances observados.



Scale: 1:6987894 at Latitude 0°

Figura 41: Distribución de los lances monitoreados a bordo de lanchas artesanales de bacalao de profundidad.

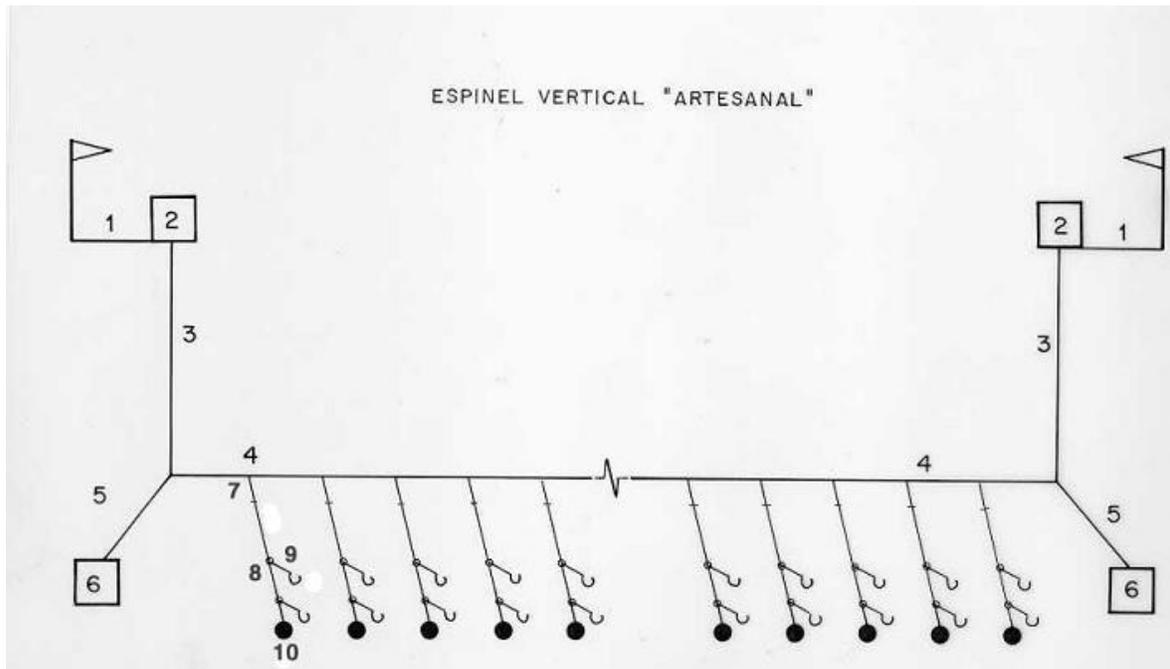


Figura 42: Esquema de un espinel vertical utilizado por la flota artesanal de bacalao de profundidad en Chile. La Longitud de la línea madre es de 800 m a 1000 m de extensión y lleva de 700 a 1200 anzuelos.
Clave: 1. Banderín; 2. Boya; 3. Orinque; 4. Línea madre; 5. Fondo; 6. Ancla o muerto; 7. Pata (1 a 1.5 m); 8. Paño; 9. Reinal; 10. Peso.

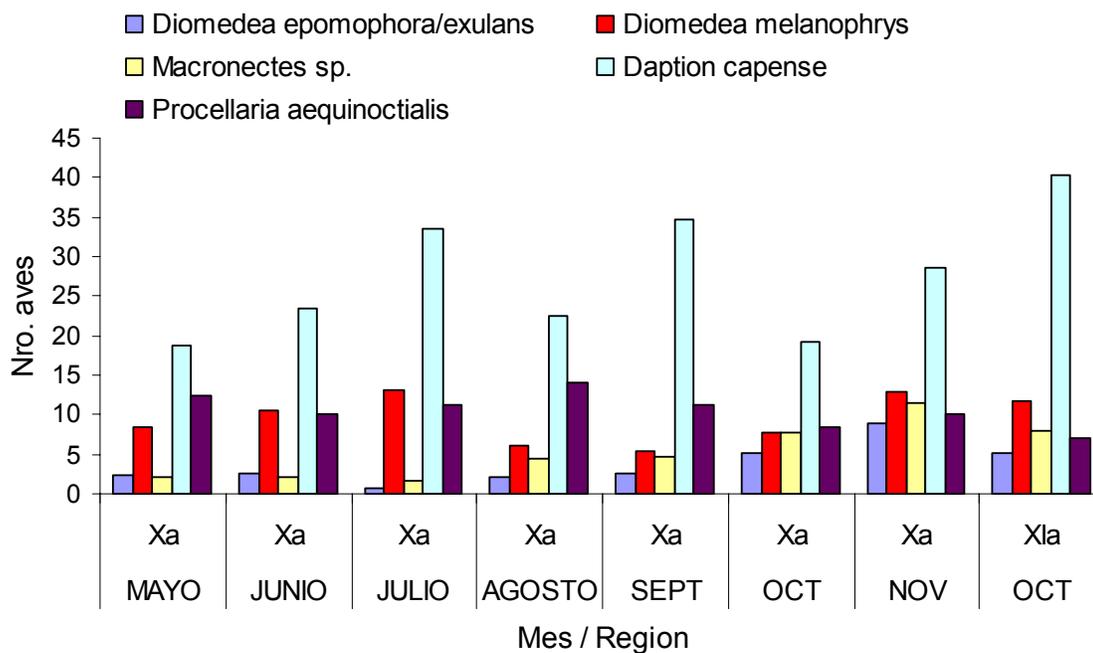


Figura 43: Abundancia media mensual y por región de las especies de aves marinas más abundantes durante los calados observados abordo de lanchas artesanales de la pesquería de bacalao de profundidad. La abundancia de aves fue estimada en un área de 150 m a cada banda y 300 m tras la popa de la lancha.

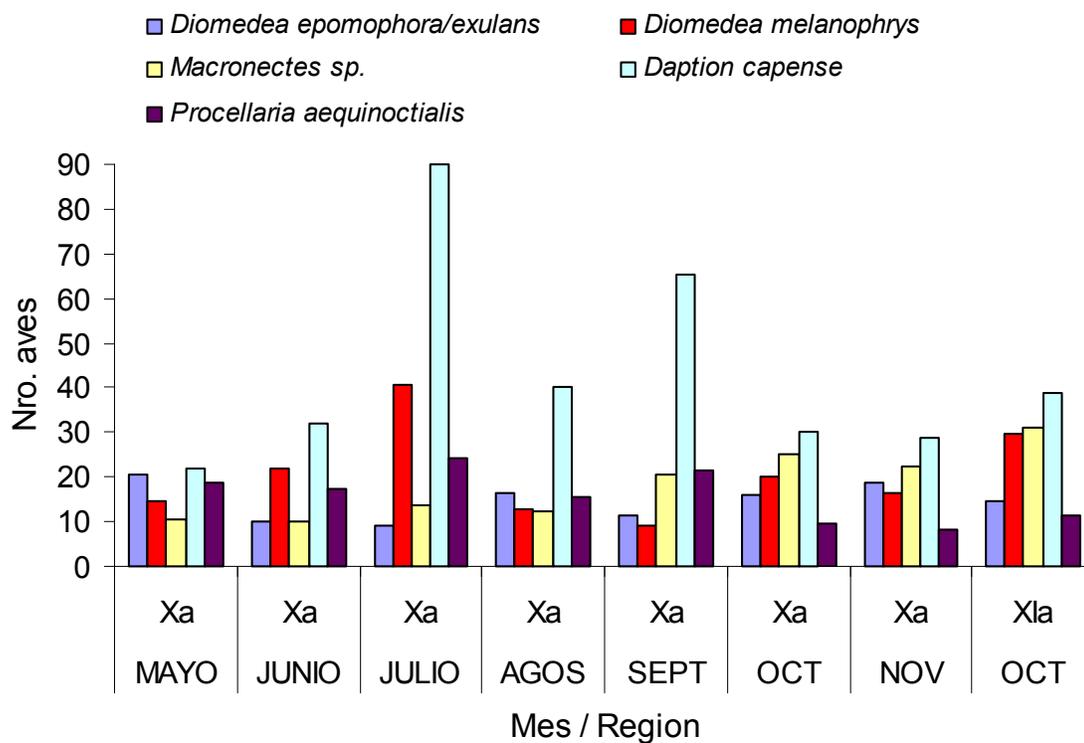
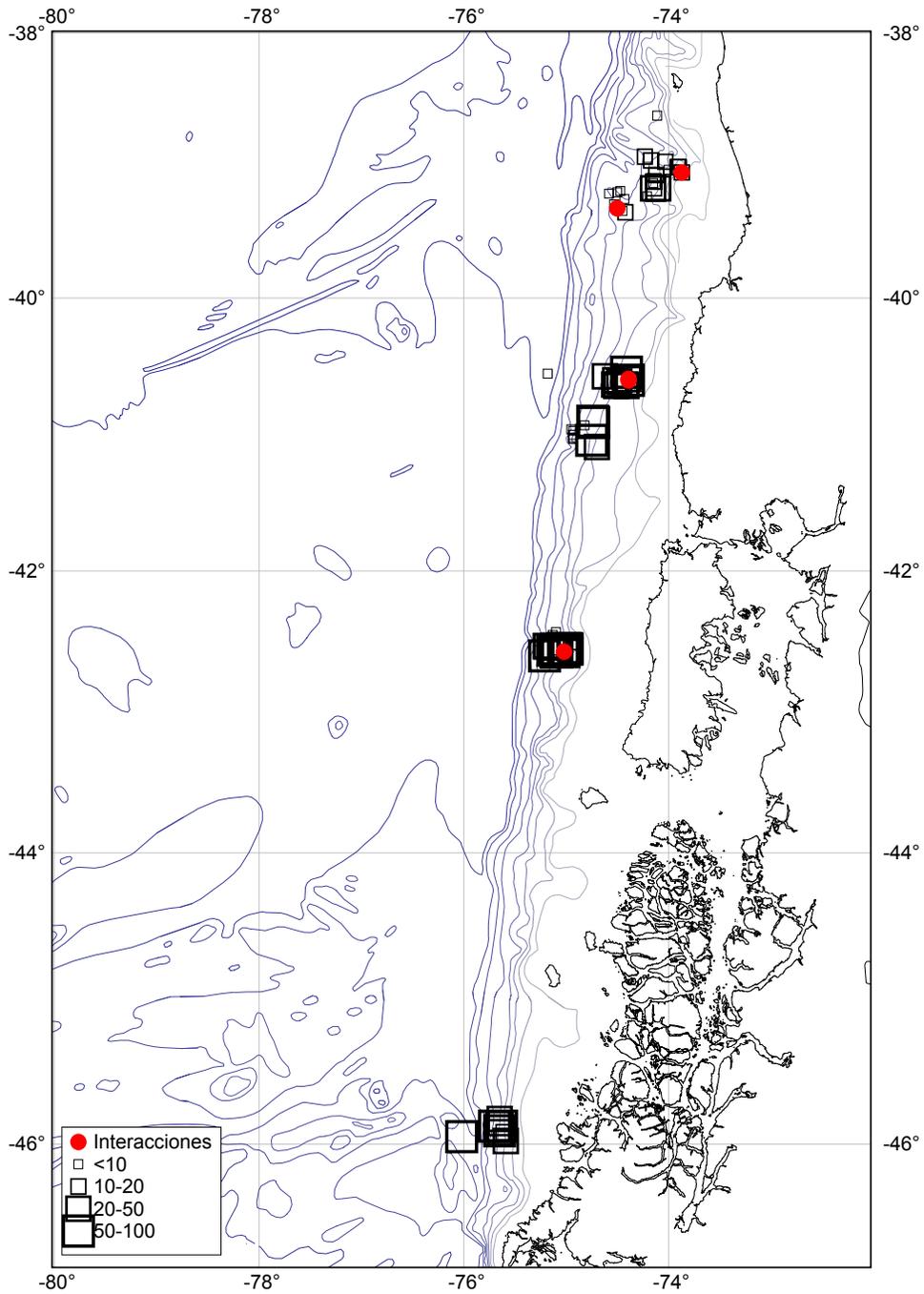


Figura 44: Abundancia media mensual y por región de las especies de aves marinas más abundantes alrededor de las lanchas artesanales durante los virados. La abundancia fue estimada dentro de un radio de 300 m alrededor de la lancha.



Scale: 1:5041999 at Latitude 0°

Figura 45: Distribución especial de las interacciones operacionales entre los mamíferos marinos y la flota artesanal del bacalao de profundidad en el Sur de Chile (círculos rojos). También se presentan rendimientos pesqueros (cuadrados)

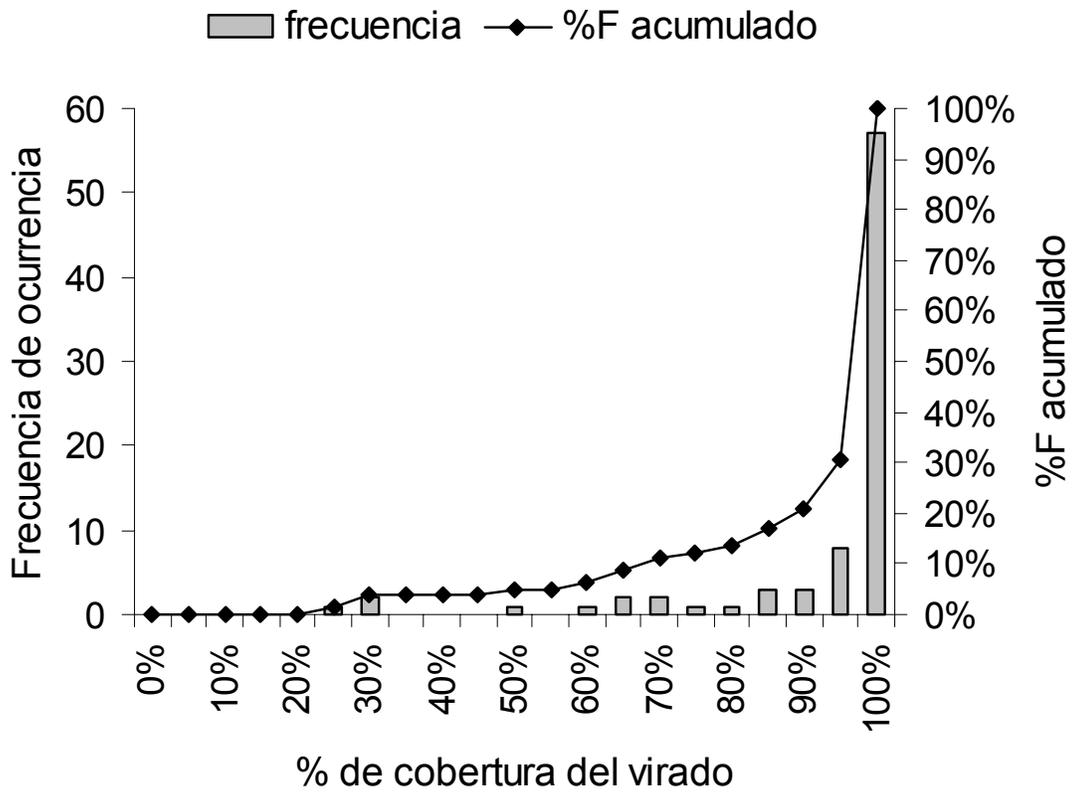
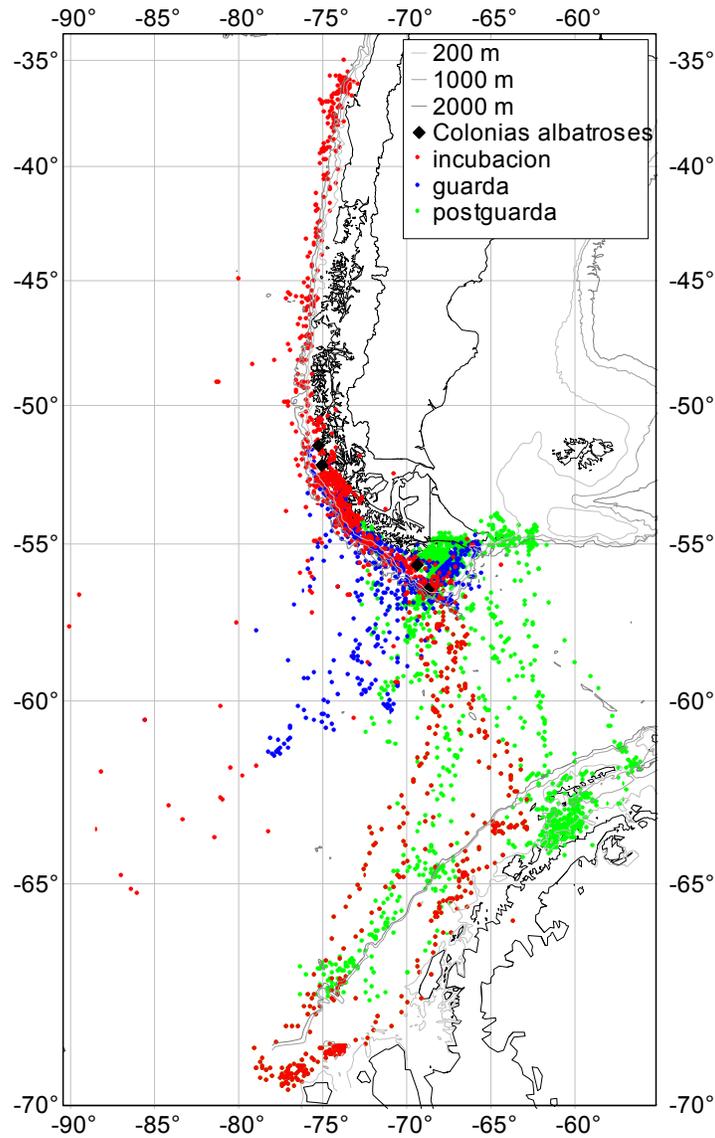


Figura 46: Porcentaje de cobertura (en tiempo) de los virados artesanales muestreados.



Scale: 1:27641527 at Latitude 0°

Source: GEBCO.

Figura 47: Distribución de los albatroses de ceja negra nidificantes en Diego Ramírez, durante las etapas de incubación (rojo, Noviembre), guarda (azul, Diciembre) y postguarda (verde, Febrero). Posiciones determinadas mediante instrumentos de posicionamiento satelital (Arata y Moreno, 2002).



ANEXOS



ANEXO 1

Listado de mamíferos marinos factibles de avistar en el sector centro sur costero y pelágico Chileno.

De las 51 especies de cetáceos y pinnípedios reconocidas para Chile (41 de cetáceos y 10 de pinnípedios), 32 especies pueden avistarse en esta zona. Algunas de las especies listadas sólo han sido registradas de manera ocasional o identificadas por restos óseos (destacadas por un signo de interrogación). Estado de conservación según UICN.

Nombre científico	Nombre vernacular	Distribución nacional
En peligro		
<i>Balaenoptera musculus</i>	Ballena azul	I-XII
<i>Balaenoptera physalus</i>	Ballena fin	I-XII
<i>Balaenoptera borealis</i>	Ballena sei	II-XII
Vulnerable		
<i>Megaptera novaeangliae</i>	Ballena jorobada	I-XII
<i>Physeter catodon</i>	Cachalote	I-XII
Riesgo menor / d.c.		
<i>Eubalaena australis</i>	Ballena franca austral	I-XII
<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	Ballena minke	II?-XII
<i>Orcinus orca</i>	Orca	I-XII
<i>Berardius arnuxii</i>	Zifio de Arnoux	XII
<i>Hyperoodon planifrons</i>	Hiperodonte del Sur	V-XII
Datos Insuficientes		
<i>Cephalorhynchus eutropia</i>	Delfín chileno	V-XII
<i>Cephalorhynchus commersonii</i>	Tonina overa	X?-XII
<i>Grampus griseus</i>	Delfín de Risso	I-XII
<i>Lagenorhynchus australis</i>	Delfín austral	V-XII
<i>Lagenorhynchus obscurus</i>	Delfín oscuro	I-XII
<i>Lissodelphis peronii</i>	Delfín liso	I-XII
<i>Tursiops truncatus</i>	Tursión	I-XI
<i>Phocoena spinipinnis</i>	Marsopa espinosa	I-XII
<i>Mesoplodon densirostris</i>	Mesoplodonte de Blainville	III?-X?
<i>Tasmacetus shepherdi</i>	Zifio de Shepherd	V?-XII?
<i>Ziphius cavirostris</i>	Zifio de Arnoux	II-XII
No listada o removida del libro rojo		
<i>Caperea marginata</i>	Ballena franca pigmea	XII
<i>Lagenorhynchus cruciger</i>	Delfín cruzado	XI-XII
<i>Delphinus delphis</i>	Delfín común	I-X
<i>Globicephala melas</i>	Calderón negro	I-XII
<i>Pseudorca crassidens</i>	Orca falsa	I-XII
<i>Kogia breviceps</i>	Cachalote enano	V?-VIII?
<i>Kogia simus</i>	Cachalote pigmeo	I-VIII
<i>Mesoplodon peruvianus</i>	Mesoplodonte peruano	III?-IV?
<i>Arctocephalus australis</i>	Lobo fino austral	II / X-XII
<i>Otaria flavescens</i>	Lobo marino común	I-XII
<i>Mirounga leonina</i>	Elefante marino del Sur	II?-XII?



ANEXO 2

Listado de las especies de aves marinas residentes en las regiones X, XI y XII (Araya et al. 1995; Schlatter y Riveros 1997).

ESPECIE		COLONIAS REPRODUCTIVAS
Nombre científico	Nombre común	
<i>Diomedea melanophrys</i>	Albatros de Ceja Negra	Isla Diego de Almagro Islas Ildefonso Archipiélago Diego Ramírez
<i>Diomedea chrysostoma</i>	Albatros de Cabeza Gris	Archipiélago Diego Ramírez
<i>Macronectes giganteus</i>	Petrel gigante antártico	Archipiélago Diego Ramírez
<i>Halobaena caerulea</i>	Petrel azulado	Archipiélago Diego Ramírez
<i>Puffinus griseus</i>	Fardela negra	Archipiélago Diego Ramírez, Isla Hornos y otras del litoral austral expuesto
<i>Pelecanoides magellani</i>	Yunco de Magallanes	Desconocido; entre Chiloé y Cabo de Hornos; habita principalmente zona de canales
<i>Pelecanoides urinatrix</i>	Yunco de los canales	Archipiélago Diego Ramírez; otras colonias, desconocidas; hábitos pelágicos
<i>Pygoscelis antarctica</i>	Pingüino antártico	Islas de la zona del Cabo de Hornos
<i>Eudyptes chrysocome</i>	Pingüino de penacho amarillo	Archipiélago Diego Ramírez
<i>Eudyptes chrysolophus</i>	Pingüino macaroni	Archipiélago Diego Ramírez, islas Desolación, Noir y Deceit (por confirmar)
<i>Spheniscus humboldti</i>	Pingüino de Humboldt	Islotes Puñihuil (Chiloé)
<i>Spheniscus magellanicus</i>	Pingüino de Magallanes	Archipiélago Diego Ramírez, estrecho de Magallanes, Puñihuil; probablemente en islas a lo largo de la XI y XII regiones
<i>Phalacrocorax olivaceus</i>	Yeco	A lo largo de toda la costa
<i>Phalacrocorax magellanicus</i>	Cormorán de las rocas	A lo largo de toda la costa y Arch. Diego Ramírez
<i>Phalacrocorax gaimardi</i>	Lile	A lo largo de toda la costa
<i>Phalacrocorax atriceps</i>	Cormorán imperial	A lo largo de toda la costa
<i>Phalacrocorax albiventer</i>	Cormorán de las Malvinas	Estrecho de Magallanes, Cabo de Hornos
<i>Catharacta chilensis</i>	Salteador chileno	Diego Ramírez, Cabo de Hornos
<i>Larus scoresbii</i>	Gaviota austral	Diego Ramírez y costa de las regiones XI y XII principalmente
<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	A lo largo de toda la costa
<i>Larus maculipennis</i>	Gaviota cahuil	Indeterminado
<i>Sterna hirundinacea</i>	Gaviotín sudamericano	A lo largo de toda la costa



ANEXO 3

Listado de las especies de aves marinas visitantes en las regiones X, XI y XII (Araya y Millie 2000).

ESPECIE Nombre científico	Nombre común	PRESENCIA EN AGUAS NACIONALES	DISTRIBUCION (regiones)
<i>Diomedea exulans</i>	Albatros errante		X-XI-XII
<i>Diomedea epomophora</i>	Albatros real del sur	Otoño-invierno principalmente	X-XI-XII
<i>Diomedea sandorfi</i>	Albatros real del norte	Otoño-invierno principalmente	XII
<i>Diomedea eremita</i>	Albatros de Chatham	Otoño-invierno principalmente	X, XI
<i>Diomedea salvini</i>	Albatros de Salvin	Otoño-invierno principalmente	X-XI-XII
<i>Diomedea bulleri</i>	Albatros de Buller	Otoño-invierno principalmente	X-XI-XII
NOTA: Los albatroses de Chatham, de Salvin y Buller son muy parecidos; antiguamente se les consideraba una sola especie.			
<i>Diomedea cauta</i>	Albatros de frente blanca	Otoño-invierno ppmt.	X-XI-XII
<i>Phoebetria fusca</i>	Albatros oscuro		XII
<i>Phoebetria palpebrata</i>	Albatros oscuro de manto claro		XII principalmente
<i>Macronectes halli</i>	Petrel gigante subantártico		XII principalmente*
<i>Macronectes giganteus</i>	Petrel gigante antártico		X-XI-XII
<i>Fulmarus glacialisoides</i>	Petrel plateado		X, XI, XII
<i>Thalassoica antarctica</i>	Petrel antártico		XII principalmente
<i>Daption capense</i>	Petrel moteado		X, XI, XII
<i>Pterodroma lessoni</i>	Fardela de frente blanca		XII principalmente*
<i>Pterodroma inexpectata</i>	Fardela moteada		XII*
<i>Pterodroma macroptera</i>	Fardela de alas grandes		XII*
<i>Pterodroma brevirostris</i>	Fardela de Kerguelen		X, XI, XII*
<i>Pachyptila desolata</i>	Petrel-paloma antártico		X, XI, XII*
<i>Pachyptila salvini</i>	Petrel-paloma de pico ancho		XII*
<i>Pachyptila belcheri</i>	Petrel-paloma de pico delgado		X, XI, XII
<i>Pachyptila turtur</i>	Petrel-paloma chico		XII*
<i>Procellaria aequinoctialis</i>	Fardela negra grande		X, XI, XII
<i>Procellaria cinerea</i>	Fardela gris		X, XI, XII
<i>Puffinus gravis</i>	Fardela capirotada		XII
<i>Puffinus puffinus</i>	Fardela atlántica		XII*
<i>Oceanites oceanicus</i>	Golondrina de mar		X, XI, XII
<i>Garrodia nereis</i>	Golondrina de mar subantártica		X, XI, XII
<i>Fregetta tropica</i>	Golondrina de mar de vientre negro		XII
<i>Aptenodytes patagonica</i>	Pingüino rey		XII
<i>Sula variegata</i>	Piquero	Costera	X
<i>Pelecanus thagus</i>	Pelícano	Costera	X principalmente
<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	Guanay	Costera	
<i>Chionis alba</i>	Paloma antártica	Costera	XII principalmente
<i>Catharacta lonnbergi</i>	Salteador pardo	Otoño-invierno	
<i>Stercorarius pomarinus</i>	Salteador pomarino	Pelágica	
<i>Stercorarius parasiticus</i>	Salteador chico	Verano ppmt.; costero	
<i>Larus serranus</i>	Gaviota andina	Costero	
<i>Larus pipixcan</i>	Gaviota de Franklin	Costero	
<i>Sterna hirundo</i>	Gaviotín boreal	Casual; costero	
<i>Sterna paradisaea</i>	Gaviotín ártico	Primavera-verano-otoño	
<i>Sterna trudeaui</i>	Gaviotín piquerito	Costero	
<i>Sterna elegans</i>	Gaviotín elegante	Visitante de verano; costero	X región costero

*registros insuficientes



ANEXO 4

Catálogo de foto-identificación de cachalotes (*Physeter macrocephalus*) y orcas (*Orcinus orca*) obtenidos durante embarques en la flota industrial Sur-Austral de la pesquería del bacalao de profundidad en Chile.

Código: PHYS01-Fip-010912

Foto: PM01

Fecha: 12 de Septiembre de 2001

Posición: 056.711°S; 68.927°W

100AWB/F5.6

Caracteres Diagnósticos: El lóbulo derecho de la aleta caudal presenta dos cortes de poca profundidad y el izquierdo uno.

PM01



**Código: PHYS02-Fip-011007**

Foto: PM02

Fecha: 07 de Octubre de 2001

Posición: 55.637°S ;65.949°W

100AWB /F8

Caracteres Diagnósticos: En el costado izquierdo en la parte anterior a la base de la aleta dorsal se presenta una mancha de color blanca la cual no es de contornos definidos

PM02

Código: PHYS03-Fip-011104

Foto: PM3 PM04, PM05

Fecha: 04 de Noviembre de 2001

Posición: 57.029°S ;67.651°W
100 AWB/F4.8

Caracteres Diagnósticos Profunda incedentacion en primera ondulación del pedúnculo caudal (tercio anterior)(PM03); Muesca en lóbulo izquierdo de aleta caudal (PM04, PM05)

PM03



PM04



PM05



**Código: PHYS04-Fip-011104**

Foto: PM06

Fecha: 04 de Noviembre de 2001

Posición: : 57.029°S ;67.651°W

100 AWB/F4

Caracteres Diagnósticos: Corte en diagonal de la parte distal del lóbulo izquierdo de la aleta caudal

PM06**Código: PHYS05-Fip-020910**

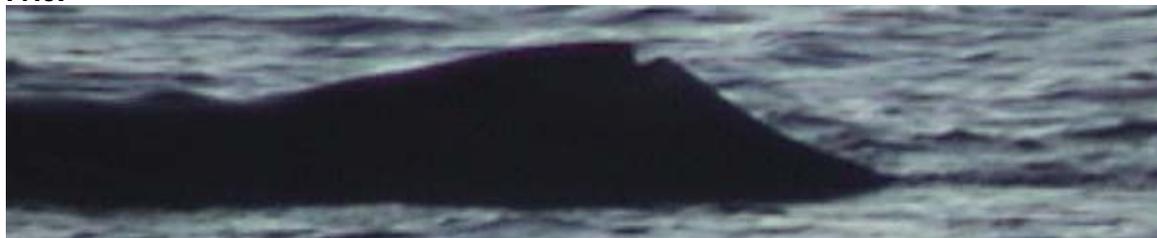
Foto: PM07, PM09

Fecha: 10 de Septiembre de 2002

Posición: 57.036°S;67.581°W

100AWB/F6.8

Caracteres Diagnósticos: Corte en sector medio posterior aleta dorsal, en forma de cuña. Zona ventral media del pedúnculo caudal con indentación triangular.

PM07

PM09



Código: PHYS06-Fip-020911

Foto: PM10

Fecha: 11 de Septiembre de 2002

Posición: 57.056°S; 67.544°W

100AWB/F3.4

Caracteres Diagnósticos: Corte y mancha de color claro en la parte superior de la dorsal.

PM10



**Código: PHYS07-Fip-020914**

Foto: PM11, PM12

Fecha: 14 de Septiembre de 2002

Posición: 57.037°S; 67.517°W

100AWB/F8

Caracteres Diagnósticos: Cicatrices de color blanco en el costado derecho de la mitad anterior de la cabeza del animal.

PM11**PM12**

**Código: PHYS08-Fip-020914**

Foto: PM13, PM14, PM15

Fecha: 14 de Septiembre de 2002

Posición: 57.037°S;67.517°W

100AWB/F9.6

Caracteres Diagnósticos: Dos cortes en el lóbulo izquierdo de la aleta caudal, uno ubicado cerca del centro de la cola en forma de medialuna y el otro en el tercio externo del lóbulo en forma de acerraciones.

PM13**PM14****PM15**

**Código: PHYS09-Fip-020914**

Foto: PM16, PM17

Fecha: 14 de Septiembre de 2002

Posición: 57.037°S;67.517°W
125AWB/F11

Caracteres Diagnósticos: Corte en la mitad externa lóbulo derecho de la aleta caudal en forma de profunda indentación. Mancha blanca en lóbulo izquierdo en foto PM16 corresponde a un ave.

PM16**PM17**

**Código: PHYS10-Fip-020914**

Foto: PM18, PM19

Fecha: 14 de Septiembre de 2002

Posición: 57.037°S;67.517°W
125AWB/F11

Caracteres Diagnósticos: Presencia de 3 cortes evidentes en la aleta caudal. En el lóbulo izquierdo el corte se ubica en la mitad más próxima a la inserción del pedúnculo caudal y tiene forma redondeada; el lóbulo derecho presenta pequeñas indentaciones y un corte de mayor tamaño en forma de cuña en la zona media del lóbulo derecho.

PM18**PM19**

REAVISTAMIENTO

Código: PHYS10-Fip-020914

Foto: R01, R02, R03

Fecha de foto-identificación: 14 de septiembre de 2002

Fecha de re-captura: 21 Septiembre de 2002

Posición: 57.126°S; 67.320°W

100AWB/F5.6

R01



R02



R03



**Código: PHYS11-Fip-020914**

Foto: PM20

Fecha: 14 de Septiembre de 2002

Posición: 57.037°S;67.517°W
180AWB/F11

Caracteres Diagnósticos: Dos cortes paralelos en la parte distal del lóbulo derecho de la aleta caudal.

PM20**Código: PHYS12-Fip-020914**

Foto: PM22

Fecha: 14 de Septiembre de 2002

Posición: 57.041°S;67.515°W
100AWB/F8

Caracteres Diagnósticos: Corte recto en forma de cuadrado en el lóbulo derecho de la aleta caudal.

PM22

**Código: PHYS13-Fip-020916**

Foto: PM23, PM24

Fecha: 16 de Septiembre de 2002

Posición: 57.050°S;67.502°W

Hora: 13:30:36

250AWB/F16

Caracteres Diagnósticos: Corte cercano al centro de la cola en el lóbulo izquierdo

PM23**PM24**

**Código: PHYS14-Fip-020916**

Foto: PM25

Fecha: 16 de Septiembre de 2002

Posición: 57.051°S;67.505W
100AWB/F11

Caracteres Diagnósticos: Cortes pequeños en el lóbulo izquierdo de la aleta caudal

PM25**Código: PHYS15-Fip-020918**

Foto: PM26

Fecha: 18 de Septiembre de 2002

Posición: 56.989°S;67.552°W
100AWB/F6.8

Caracteres Diagnósticos: Profundo corte triangular sobre la aleta dorsal,

PM26

**Código: PHYS16-Fip-021008**

Foto: PM28

Fecha: 08 de Octubre de 2002

Posición: 57.081°S; 67.288°W

100AWB/F9.6

Caracteres Diagnósticos: Corte triangular sobre la dorsal y mancha o cicatriz en forma de línea en el costado derecho, inmediatamente debajo del eje central de la dorsal.

PM28

**Código: PHYS17-Fip-021008**

Foto: PM29, PM30,

Fecha: 08 de Octubre de 2002

Posición: 57.081°S;67.288°W
100AWB/F9.6

Caracteres Diagnósticos: Manchas paralelas horizontales de tonalidad clara en el costado derecho inferior a la base anterior de la aleta dorsal, además de mancha clara en la punta de la aleta dorsal.

PM29**PM30**



Código: PHYS18-Fip-021008

Foto: PM31, PM32

Fecha: 08 de Octubre de 2002

Posición: 57.015°S;67.676°W

100AWB/F8

Caracteres Diagnósticos: Corte en el borde posterior de la aleta dorsal en forma de medialuna.

PM31



PM32



**Código: PHYS19-Fip-021008**

Foto: PM34

Fecha: 08 de Octubre de 2002

Position: 57.081°S;67.288°W

Hora: 16:57:30

100AWB/F6.8

Caracteres Diagnósticos: Corte en forma de aserramiento en el lóbulo derecho de la aleta dorsal

PM34**Código: PHYS20-Fip-021008**

Foto: PM35

Fecha: 08 de Octubre de 2002

Posición: 57.081°S;67.288°W

250AWB/F11

Caracteres Diagnósticos: Corte en el lóbulo derecho de la aleta caudal

PM35

**Código: PHYS21-Fip-020904**

Foto: PM37, PM38

Fecha: 04 de septiembre de 2002

Posición: 56.675°S; 69.013°W
180AWB/F11

Caracteres Diagnósticos: Corte en sector posterior de la aleta dorsal en forma de medialuna.

PM37**PM38**

Código: PHYS22-Fip-020909

Foto:PM39,PM40

Fecha: 09 de septiembre de 2002

Posición: 56.650°S;69.131°W
250AWB/F16

Caracteres Diagnósticos: Corte en sector medio externo del lóbulo derecho de la aleta caudal.

PM39



PM40



Código: PHYS23-Fip-020913

Foto:PM41

Fecha: 13 de septiembre de 2002

Posición: 56.659°S;69.145°W
100AWB/F4

Caracteres Diagnósticos: Corte en el lóbulo izquierdo en la parte central de la aleta caudal.

PM41



**Código: PHYS24-Fip-020919**

Foto:PM42

Fecha: 19 Septiembre de 2002

Posición: 57.142°S;67.499°W

Hora: 10:26:40

100AWB/F8

Caracteres Diagnósticos: Mancha en el costado derecho, Pequeño corte en la parte posterior de la dorsal.

PM42**Código: PHYS25-Fip-020927**

Foto:PM43

Fecha: 27 Septiembre de 2002

Posición: 56.487°S;69.423°W

100AWB/F8

Caracteres Diagnósticos: mancha en forma de medialuna en el costado izquierdo del dorso desde la base de la dorsal hacia adelante.

PM44

**Código: PHYS26-Fip-021009**

Foto: PM49

Fecha: 09 de Octubre de 2002

Posición: 55.954°S; 70.463°W

100AWB/F8

Caracteres Diagnósticos: Corte en la parte central lóbulo izquierdo y dos cortes menores en la parte distal del lóbulo derecho de la aleta caudal

PM49

**Código: PHYS27-Fip-020909**

Foto: PM50, PM51

Fecha: 09 de Septiembre de 2002

Posición: 57.123°S; 67.381°W

2000AWB/F1.6

Caracteres Diagnósticos: Dorsal con corte medial y mancha blanca en costado izquierdo debajo de dorsal.

PM50**PM51**

**Código: PHYS28-Fip-020911**

Foto:, PM52, PM53

Fecha: 11 de Septiembre de 2002

Posición: 56.998°S; 67.381°W
100AWB/F1.6

Caracteres Diagnósticos: Base de la dorsal presenta 2 tenues manchas blancas en el lado izquierdo.

PM52**PM53****Código: PHYS29-Fip-021102**

Foto: PM54, PM55

Fecha: 02 de Noviembre de 2002

Posición: 55.496°S; 65.921°W
100AWB/F5.6

Caracteres Diagnósticos: Corte de parte distal del lóbulo izquierdo (45°) y deformidad de la inserción del pedúnculo caudal. Foto corresponde a dorso de la caudal.

PM54**PM55**

**Código: PHYS30-Fip-021106**

Foto: PM56, PM57

Fecha: 06 de Noviembre de 2002

Posición: 54.097°S; 74.156°W

100AWB/F1.6

Caracteres Diagnósticos: Mancha blanca en la parte anterior de la aleta dorsal por el costado izquierdo y se prolonga hasta la parte media central de esta

PM56**PM57**

**Código: PHYS31-Fip-021108**

Foto: PM58, PM59,

Fecha: 08 de Noviembre de 2002

Posición: 53.343°S; 74.795°W
1000AWB/F1.6

Caracteres Diagnósticos: Corte de forma rectangular en el lóbulo derecho de la aleta dorsal

PM58**PM59****Código: PHYS32-Fip-021108**

Foto: PM60, PM61

Fecha: 08 de Noviembre de 2002

Posición: 53.364°S; 74.784°W
1500AWB/F1.6

Caracteres Diagnósticos: Cortes como arañazos por sobre el borde anterior de la dorsal.

PM60**PM61**

**Código: PHYS33-Fip-0211220**

Foto:, PM62, PM63

Fecha: 20 de Diciembre de 2002

Posición: 57.031°S; 67.651°W
180AWB/F11

Caracteres Diagnósticos: Corte de pequeño tamaño en el lóbulo derecho de la aleta caudal.

PM62**PM63****Código: PHYS34-Fip-0211223**

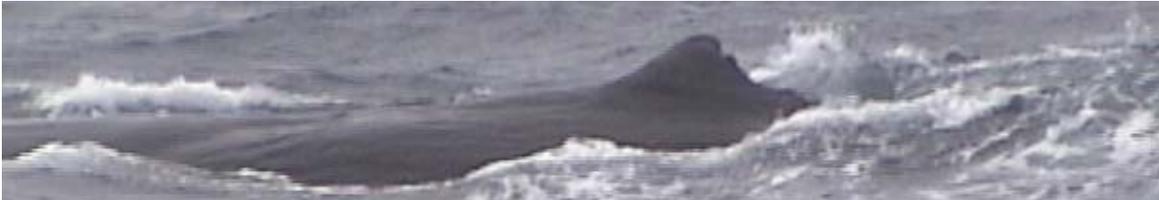
Foto: PM64, PM65

Fecha: 23 de Diciembre de 2002

Posición: 57.236°S; 67.328°W
100AWB

F11

Caracteres Diagnósticos: Dorsal con corte en el borde posterior

PM64**PM65**

**Código: ORC1-Fip-020929**

Foto:0045,0046

Fecha: 29 Septiembre de 2002

Posición: 56.485°S;69.503°W

100AWB/F11

Caracteres Diagnósticos: Corte triangular en sector media del borde posterior de la aleta dorsal.

0045**0046**

**Código: ORC2-Fip-020929**

Foto: 0047,0048

Fecha: 29 Septiembre de 2002

Posición: 56.485°S;69.503°W

100AWB/F6.8

Caracteres Diagnósticos: Corte (‘nick’) rectangular en la mitad superior de la aleta dorsal y cicatrices en costado lateral derecho desde la mitad posterior de la montura hacia la mitad del pedúnculo caudal.

0047**0048**



ANEXO 5

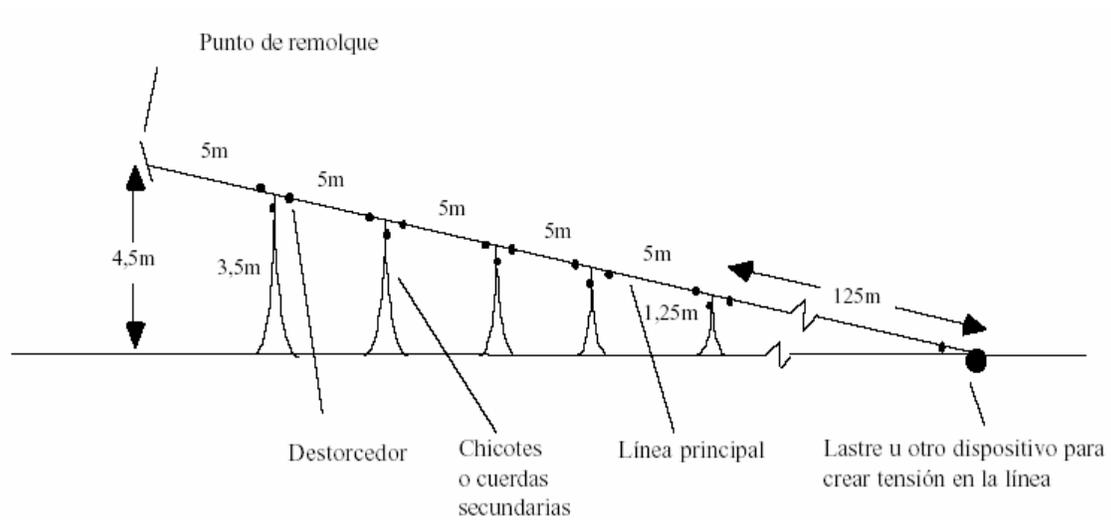
Tasas de captura incidental de Procellariiformes en las pesquerías de *Dissostichus eleginoides*.

AUTOR	ZONA DE PESCA	AÑO DE MUESTREO	TASA DE CAPTURA INCIDENTAL (nro. de aves/1000 anzuelos)
Dalziell y De Poorter (1993)	South Georgia	1992	0,66
Ashford <i>et al.</i> (1994)	South Sandwich	1993	0
Ashford <i>et al.</i> (1994)	South Georgia	1993	0,57
Ashford <i>et al.</i> (1995)	South Georgia	1994	0,47
Moreno <i>et al.</i> (1996)	South Georgia	1995	0,37 (flota chilena) 0,115 (flota argentina)
WG-IMALF 1994	South Georgia	1994	0,19 (1 barco, sistema español) 0,31 (1 barco, sistema Mustad)
Cherel y Weimerskirch (1995)	Kerguelen	1994	1,0 (lances diurnos) 0,38 (lances nocturnos)
Schiavini <i>et al.</i> (1997)	Plataforma continental sur Argentina	Dic 1993 a julio 1995	0.19 - 0.67 (mín - máx)
Neves y Olmos (1997)	Costa de Brazil	1994-1995	0.3
Nel <i>et al.</i> (en prensa)	Prince Edward	1996/97	0,190
		1997/98	0,104
		1998/99	0,015
		1999/2000	0,034
Presente estudio	XII región sur (barco industrial)	Septiembre - noviembre 2001	0,336
	XII región norte (barco industrial)	Junio 2002	0,019
	X región (flota artesanal)	Mayo - julio 2002	0,068



ANEXO 6

Diseño de línea espantapájaros recomendada por la Medida de Conservación 25-02(2002) de la CCAMLR.





ANEXO 7

Análisis del nivel de cobertura de observación en la mortalidad incidental de aves marinas

Si se observa el estándar internacional de cobertura de observación se nota que por ejemplo CCAMLR considera 100 % de cobertura de observadores, pero en cada lance se muestrea sólo el 20%. Nuestros observadores muestrearon en promedio 50% de cada lance observado ($n=182$), con observaron 1.013.921 anzuelos calados de un total de 6.189.170 calados durante el año 2002, es decir el 16,4% de los lances.

¿Es esto suficiente para hacer una buena estimación de la tasa de mortalidad incidental de *Diomedea melanophrys*, el albatros más abundante en las capturas? A partir de esta pregunta se realizó el ejercicio de una simulación Montecarlo para analizar la cobertura de muestreo en el estudio de la captura incidental de aves marinas en la pesquería de Bacalao de profundidad en el sur de Chile aplicable a futuros diseños de muestreo. La metodología usada corresponde a la descrita por Hilborn & Mangel (1997)⁴, para la pesquería de palangrera de calamares en Nueva Zelandia, ejercicio que fue ofrecido en nuestra propuesta técnica.

Análisis sobre la captura total de aves

El análisis de los 182 lances de pesca observados, indica que para obtener en forma segura (probabilidad 1) un estimado de la captura incidental promedio de aves con un error no mayor al 25%, es necesario observar como mínimo 1400 lances (Figura 1). Si el análisis se efectúa sobre los lances ocurridos entre septiembre a diciembre de 2002 ($N = 169$), es necesario observar al menos 1300 lances de pesca para obtener la misma seguridad (Figura 1) y si se consideran sólo los lances entre septiembre y noviembre, cuando se produce el nacimiento de los polluelos de las aves que nidifican en las áreas cercanas a la zona de pesca, el número de lances a observar alcanzaría los 1400.

⁴ Hilborn R & M Mangel. 1997. The Ecological Detective. Cap. 4: Incidental Catch in Fisheries: Seabirds in the New Zealand Squid Trawl Fishery.

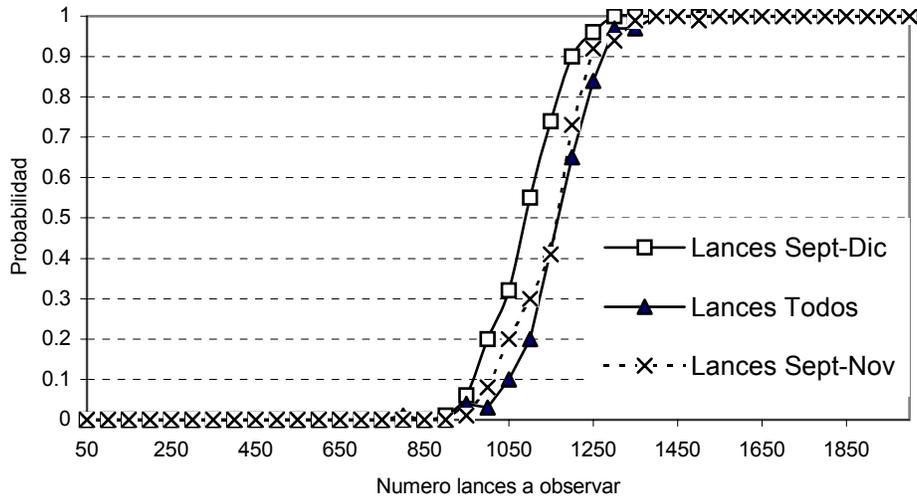


Figura 1: Número de lances a observar en relación a la probabilidad de asegurar una variación máxima de un 25% en la media de aves capturadas, para un nivel de confianza de un 90%. El éxito total de observación (probabilidad 1) ocurre cuando se observa un número igual o mayor a 1300 lances.

Si se aumenta (menos exigencia) o se disminuye (mayor exigencia) el rango de Tolerancia del error para una estimación de la media, el número de lances a observar disminuye o crece, respectivamente, tal como se indica en la Figura 2.

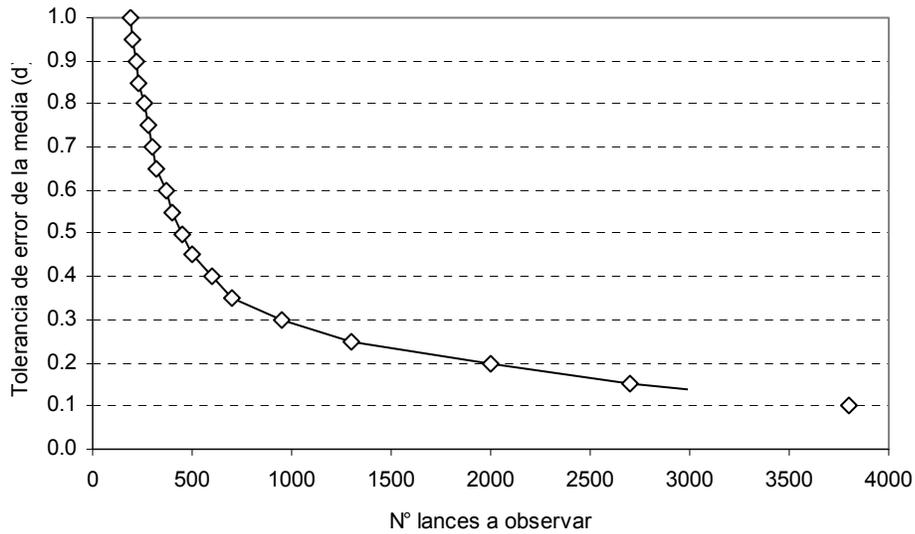


Figura 2: Variación del tamaño de la muestra (N° de lances a observar) en relación con la Tolerancia del error en la media de aves capturadas totales.



Análisis sobre la especie más abundante y de mayor frecuencia en las capturas: el Albatros de ceja negra

La distribución de frecuencia de albatroses de ceja negra muertos por lance sigue la misma tendencia que el número total de aves capturadas (Figura 3), ya que esta fue la más frecuentemente capturada (90% del total).

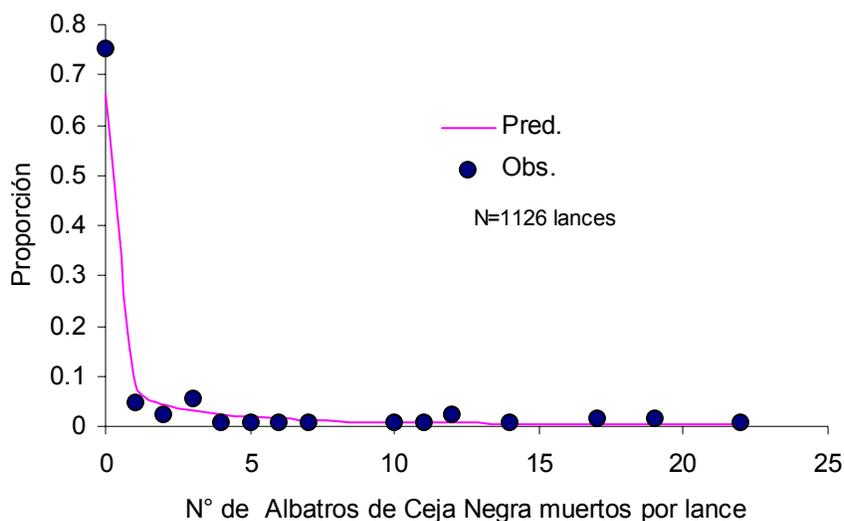


Figura 3: Distribución del número de Albatros de ceja negra muertos por lance de pesca.

Si se desea saber cual debería ser la cobertura de observación para asegurar el éxito de un plan de muestreo, con una tolerancia del error no superior a un 25% en el número medio capturado; entonces podemos decir que la cobertura de observación debería alcanzar como mínimo los 1050 lances (Figura 4).

Comentarios

De lo anterior se deduce que una cobertura de un 10% del total de lances efectuados por la flota industrial en 2002 resulta insuficiente para obtener estimadores confiables de la captura incidental de aves, ya que una muestra de 182 lances, indica un error en la estimación de la captura media igual o superior al 90%. Para haber obtenido una estimación confiable de la media debió haberse realizado un censo de la actividad pesquera realizada en 2002. Hoy día esto puede ser difícil, tal como quedó demostrado en el desarrollo del proyecto; sin embargo, es necesario considerar en futuros estudios una cobertura del 100% de la actividad pesquera,



tal como se realiza en CCAMLR, aumentando la cobertura de cada lance al 100% de observación, lo cual resulta imposible en Chile ya que el número de lances y buques ha venido disminuyendo en el ultimo tiempo debido a los bajos rendimientos de pesca.

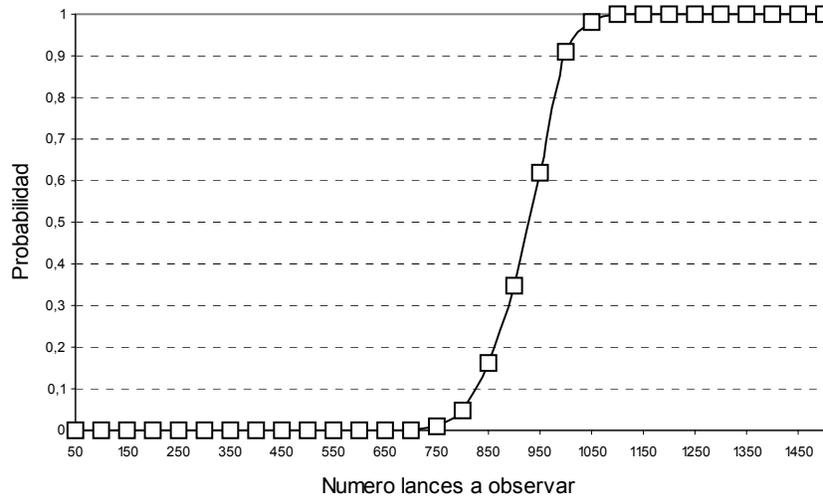


Figura 4: Número de lances a observar en relación con la probabilidad de asegurar una variación de un 25% en la captura promedio de Albatros de ceja negra, para un nivel de confianza de un 90%. El éxito total de observación (probabilidad 1) ocurre cuando se observa un número igual o mayor a 1050 lances.

Esta exigencia tan alta de muestreo resultante a partir del modelo de Hilborn y Mangel (1997) proviene sin embargo, de un modelo que supone que hay un número infinito de unidades muestrales y consecuentemente siendo un enfoque "modelo basado" no toma en cuenta la realidad de la flota estudiada. Esto genera la paradoja de que el número ideal de muestreo es mayor al total de los lances realizados por dicha flota. Sin duda, a partir del muestreo realizado habría que diseñar un muestreo basado en la realidad de la flota ("diseño basado") pero *a priori* se debe considerar que futuros análisis deberían ser más del tipo censo que de un muestreo estratificado (debido a la distribución binomial negativa de los datos).

**ANEXO 8****Personal participante por actividad.**

Personal	Revisión bibliográfica	Obtención de datos	Reuniones de trabajo	Análisis de datos	Confección de informes
Carlos Moreno (UACH)	10	0	102 ⁵	32	40
Rodrigo Hucke-Gaete (UACH-CBA)	16	0	42	120	150
Javier Arata (UACH)	16	0	42	120	150
Alejandro Zuleta (CEPES)	8	0	32	40	30
Pedro Rubilar (CEPES)	6	0	32	40	20
Rubén Ceballos (industrial - UACH)	0	600	12	0	0
Eugenio Olivares (industrial - UACH)	0	1120	12	0	0
Luis Cabezas (industrial - UV)	0	1600	12	0	0
Claudio Vera (industrial - UACH)	0	700	12	0	0
Patricio Pérez (artesanal - UACH)	0	730	12	0	0
Elías Fernández (artesanal - UACH)	0	290	12	0	0
Eugenio Olivares y Paulo Campos (ayudantes)	0	0	12	150	0

⁵ Incluye 60 horas de administración del proyecto