

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS DEL MAR

**“Análisis de los factores que afectan el desempeño de una red de
arrastre de fondo en la pesquería de crustáceos en Chile”**

Proyecto para optar al Título de Ingeniero Pesquero

por

Álvaro Humberto De Caso Opazo

Valparaíso
2010

Comisión del Proyecto de Título

Profesor Guía : Sr. Dante Queirolo P.

Profesor : Sr. Patricio Arana E.

Profesor : Sr. Felipe Hurtado F.

Profesor : Sr. Erick Gaete A.

Valparaíso 16 de Marzo de 2010

AUTORIZACIÓN DE USO

Al presentar este Proyecto como último requisito para la obtención del título de Ingeniero Pesquero, autorizo a la biblioteca de la Escuela de Ciencias del Mar de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, para que disponga libremente de ella. Autorizo además reproducciones parciales o totales de este Proyecto solamente con fines académicos.

Sin mi consentimiento escrito, no se permitirán reproducciones con propósitos comerciales o fines de lucro.

Álvaro Humberto De Caso Opazo

Dedico este Proyecto de Título a:

Agradecimientos

Quisiera agradecer al Sr. Dante Queirolo P., profesor guía del presente trabajo de titulación, por su constante apoyo y consejos a través de este proceso, además de su labor educativa y formativa en todos los años de estudio.

Al profesor Patricio Arana E. por formar parte de la comisión de este proyecto de título, por sus valiosas sugerencias, apoyo y motivación en la realización de este proyecto. Así también, por la enseñanza entregada y oportunidad de pertenecer a su equipo de trabajo, el cual me dio las herramientas y experiencia necesarias para llevar a cabo este proyecto de título.

Al profesor Felipe Hurtado F. y Erick Gaete A., por formar parte de la comisión de este proyecto de título.

Al profesor Guillermo Martínez G. quien durante los primeros años de ingresado a la carrera de Ingeniería Pesquera me aconsejó, apoyo y motivo para así poder cumplir este objetivo.

A mi familia, por su constante e incondicional apoyo, ayuda y confianza depositada en mí, durante todos los años de estudio.

A mis compañeros de oficina Carmen Luz Fernández R., Felipe Sánchez G. y Mauricio Ibarra M., quienes siempre me alentaron y apoyaron durante todo este proceso para así poder titularme y tener un motivo más para celebrar.

Al Ingeniero Pesquero Renzo Rolleri O., quien siempre tuvo un minuto de su tiempo para aconsejarme y dar sugerencias a lo largo de la realización de este proyecto.

GRACIAS

Contenido

	Pág.
Portilla	
Comisión del Proyecto de Título	i
Informe sobre el Proyecto de Título	ii
Autorización de uso	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
Contenido	vi
Índice de Figuras	x
Índice de Tablas	xiii
Resumen	xv
Abstract	xvi
Introducción	1
Antecedentes	2
Recurso objetivo	3
Características geométricas de la flota industrial dedicada a la pesca de crustáceos	7
Operación de pesca	8
Características principales de la red de arrastre de fondo	9
Boca de la red	9
Relinga inferior	10
Comportamiento en crustáceos asociado al fondo	11
Sensor de abertura de punta de alas	11

	Pág.
Sensor de contacto con el fondo	13
Factores que influyen en el desempeño de la red	14
Factores que influyen en la abertura y contacto de la red con el fondo	14
Estado del mar	15
Abertura y altura de la boca de la red en función de la velocidad de arrastre	18
Velocidad de la corriente y abertura de punta de alas	19
Longitud cable de cala y velocidad de arrastre	20
Materiales y Métodos	24
Zona de estudio	24
Recolección de datos	25
Abertura de punta de alas	25
Sensor de contacto	25
Relación entre abertura de punta de alas y contacto con el fondo	26
Minimización de valores de abertura de punta de alas	26
Estimación de la velocidad promedio ponderada	26
Estructura de abertura de punta de alas de los lances analizados	27
Prueba de bondad de ajuste	27
Prueba Kolmogorov-Smirnov	27
Efecto de las variables ambientales sobre el desempeño de la abertura de la red	28
Prueba de Friedman	28
Efecto de la variación del ángulo de inclinación en la abertura de punta de alas	29
Variación del ángulo de contacto por tipo de condición e intervalo de tiempo	30

	Pág.
Efecto del contacto con el fondo sobre la abertura de punta de alas	30
Coefficiente de correlación entre variables explicatorias	31
Selección de variables en un modelo de regresión lineal múltiple	31
Análisis de colinealidad	31
Factor de incremento de la varianza	32
Índice de condición	32
Método regresión lineal múltiple	33
Percepción de capitanes que operan actualmente en la pesquería de crustáceos	34
Modelo general de la metodología	34
Resultados	35
Aspectos operacionales	36
Abertura de punta de alas y contacto con el fondo	37
Minimización de valores de punta de alas	39
Efecto de la variación del ángulo de inclinación en la abertura de punta de alas	37
Distribución de frecuencia de abertura de punta de alas	41
Análisis de normalidad de la abertura de punta de alas por lance	43
Efecto de las variables ambientales sobre el desempeño de la abertura de la red	44
Efecto de la variación del ángulo de inclinación en la abertura de punta de alas	45
Análisis de correlación y componentes principales	51
Efecto de las variables ambientales en la variación del ángulo de inclinación	55
Efecto de las variables ambientales en la variación de la abertura de punta de alas	57
Observaciones de capitanes que operan en la pesca de arrastre de crustáceos	59

	Pág.
Discusión	60
Conclusión	64
Referencias	65
Referencias electrónicas	70
Anexos	
Anexo 1. Plano esquemático de la red de arrastre de fondo para crustáceos	71
Anexo 1. Archivo fotográfico del estado del mar según la escala Beaufort	62
Anexo 3. Muestras por lance de los valores de abertura de punta de alas	76
Anexo 4. Niveles de captura de los lances analizados	78

Índice de Figuras

- Figura 1. Pesquería de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) sometida a la medida de administración de Límite Máximo de Captura por Armador. Fuente: Arana *et al.* (2001).
- Figura 2. Pesquería de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) sometida a la medida de administración de Límite Máximo de Captura por Armador. Fuente: Arana *et al.* (2001).
- Figura 3. Pesquería de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) sometida a la medida de administración de Límite Máximo de Captura por Armador. Fuente: Arana *et al.* (2001).
- Figura 4. Plano esquemático de la posición de la relinga superior e inferior. Fuente: Fujimori *et al.* (2005).
- Figura 5. Posición de los sensores utilizados en la determinación de la forma y determinación (vista frontal) de la boca de la red. Fuente: Fujimori *et al.* (2005).
- Figura 6. Muestreador de distribución vertical (MDV). Fuente: Bahamonde (1973).
- Figura 7. Sensor de abertura de punta de ala.
- Figura 8. Instrumentación utilizada para determinar la abertura de puntas de alas.
- Figura 9. Sensor de contacto situado en la relinga inferior de la red.
- Figura 10. Relación entre la altura de la boca de la red y la velocidad de arrastre. En la grafica se muestran los datos obtenidos en la simulación dinámica (o) y en el túnel de prueba (x). Fuente: Queirolo *et al.* (2009).
- Figura 11. Relación entre la abertura de punta de alas y la velocidad de arrastre. En la grafica se muestran los datos utilizados en la simulación dinámica (o) y en el túnel de prueba (x). Fuente: Queirolo *et al.* (2009).
- Figura 12. Distancia del borlón sobre el fondo en función de la velocidad de arrastre. Fuente: Somerton & Weinberg (2001).
- Figura 13. Relación entre la abertura de punta de alas y la velocidad de arrastre. Fuente: Somerton & Weinberg (2001).
- Figura 14. Ángulos de contacto de fondo en relación a la velocidad de arrastre y la longitud del cable de cala empleada en dos lances de evaluación de desempeño (A: Lance 103, B: Lance 104). Fuente: Melo *et al.* (2008).

- Figura 15. Forma de la boca de la red de acuerdo a relaciones cable/profundidad, medidos en intervalos de 10 s mediante el uso del sensor de profundidad. Fuente: Fujimori *et al.* (2005).
- Figura 16. Contacto de la red y portalones con el fondo respecto al tiempo de arrastre. Fuente: Fujimori *et al.* (2005).
- Figura 17. Localización geográfica de los lances de pesca realizados (en rojo los lances utilizado en el proyecto de título).
- Figura 18. Modelo que relaciona variables ambientales, embarcación, arte de pesca, sensores de contacto y abertura de punta de alas en relación a los beneficios que podría permitir un aumento de la relación de cable/profundidad en evaluaciones directas y pesca industrial.
- Figura 19. Abertura de punta de alas y ángulo de inclinación del sensor de contacto del borlón, entre los lances 24 y 31.
- Figura 20. Abertura de punta de alas y ángulo de inclinación del sensor de contacto del borlón de los lances 32, 54, 53, 55 y 64.
- Figura 21. Abertura de punta de ala corregida y real en función del contacto del borlón, entre los lances 24 y 31.
- Figura 22. Abertura de punta de ala corregida y real en función del contacto del borlón en los lances 32, 53, 54 y 64.
- Figura 23. Distribución de abertura de punta de ala por lance.
- Figura 24. Distribución de abertura de punta de ala de la totalidad de los lances realizados.
- Figura 25. Abertura de punta de ala y variación del ángulo de inclinación del borlón con el fondo, entre los lances 24 y 31.
- Figura 26. Abertura de punta de ala y variación del ángulo de inclinación del borlón con el fondo en los lances 32, 53, 54 y 64.
- Figura 27. Abertura de punta de alas promedio en función de la variación del ángulo promedio, entre los lances 24 y 31.
- Figura 28. Abertura de punta de alas promedio en función de la variación del ángulo promedio en los lances 32, 53, 54 y 64.
- Figura 29. Relación entre la abertura de punta de ala y variación del ángulo de inclinación del borlón con el fondo.

- Figura 30. Modelo de regresión lineal múltiple que explica la relación de la variación del contacto con el fondo en relación a las variables ambientales preponderantes durante los lances realizados.
- Figura 31. Modelo de regresión lineal múltiple que explica la relación de la variación de abertura de punta de alas en relación a la variación del contacto con el fondo y las variables ambientales preponderantes durante los lances realizados.
- Figura 32. Fotografías del estado y aspecto del mar de acuerdo a la escala Beaufort (0 a 6). Fuente: Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA).
- Figura 33. Fotografías del estado y aspecto del mar de acuerdo a la escala Beaufort (7 a 12). Fuente: Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA).
- Figura 34. Plano esquemático de la red prototipo de arrastre para crustáceos en Chile. Fuente: Queirolo *et al.* (2009).

Índice de Tablas

- Tabla 1. Embarcaciones utilizadas en la pesquería de crustáceos y sus principales características geométricas. Fuente: Escuela Ciencias del Mar (2003).
- Tabla 2. Condiciones necesarias para la formación de un mar completamente desarrollado, como función de la velocidad del viento y características de las olas resultantes. Fuente: Pipkin *et al.* (1987).
- Tabla 3. Estado del mar y velocidad del viento de acuerdo a las Escala de Beaufort. Fuente: Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA).
- Tabla 4. Estado del mar y altura de olas de acuerdo a la Escala de Douglas. Fuente: Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA).
- Tabla 5. Velocidades, relaciones cable/profundidad (C/P) y porcentaje de contacto real de la relinga en dos lances de evaluación de desempeño. Fuente: Melo *et al.* (2008).
- Tabla 6. Abertura de punta de alas (APA) medido por el sensor SCANMAR y altura de la boca de la red (ABR) calculado a partir de los datos del sensor de profundidad. Fuente: Fujimori *et al.* (2005).
- Tabla 7. Características ambientales y operacionales de los lances analizados.
- Tabla 8. Relación cable/profundidad de los lances evaluados.
- Tabla 9. Captura de crustáceos y fauna acompañante de los lances realizados utilizando los sensores de contacto y apertura de punta de alas.
- Tabla 10. Prueba de kolmogorov-Smirnov para los lances analizados.
- Tabla 11. Rangos promedios para los lances con mal desempeño.
- Tabla 12. Estadísticos de contraste para los lances con mal desempeño.
- Tabla 13. Principales estadígrafos de las diferencias de ángulos de inclinación en lances realizados por el PAM Isabel S.
- Tabla 14. Principales estadígrafos de la apertura de punta de alas en lances realizados por el PAM Isabel S.
- Tabla 15. Matriz de correlación de Pearson construida a partir de las variables analizadas utilizando el programa estadístico SPSS.

- Tabla 16. Estadísticos de colinealidad de las variables independientes analizadas previo al modelo de regresión múltiple.
- Tabla 17. Análisis de componentes principales previo al desarrollo del modelo de regresión lineal múltiple.
- Tabla 18. Estadísticos de colinealidad al momento de excluir las variables que presentaron valores elevados de índice de condición.
- Tabla 19. Análisis de componentes principales excluyendo las variables de velocidad de la corriente (modelo 2) y relación cable/profundidad (modelo 3).
- Tabla 20. Condiciones ambientales y de operación imperante durante la realización de los lances que se evaluaron para medir el efecto de la variación del ángulo de inclinación del borlón con el fondo (ΔCF).
- Tabla 21. Condiciones ambientales y rumbo imperante durante la realización de los lances que presentaron valores altos (< 15 m) de apertura de punta de ala (APA).
- Tabla 22. Condiciones ambientales y rumbo imperante durante la realización de los lances que presentaron valores bajos (> 15 m) de apertura de punta de ala (APA).
- Tabla 23. Observaciones de capitanes que operan en la flota dedicada a la pesca de crustáceos con respecto a las condiciones ambientales y de operación que tienen influencia sobre el contacto de la red con el fondo.
- Tabla 24. Muestras aleatorias obtenidas a partir de los datos de abertura de punta de ala.
- Tabla 25. Captura por especie en cada uno de los lances utilizados durante el análisis de desempeño de la red prototipo.

Resumen

Se analizó el desempeño de una red de arrastre de fondo para la pesquería de crustáceos en Chile con información complementaria generada en el marco del proyecto FIP 2006-20, en el cual se realizaron 13 lances utilizando un sensor de abertura de punta de alas y de contacto con el fondo en forma simultánea en las Regiones de Coquimbo y Valparaíso, los que se realizaron en diferentes condiciones ambientales y de operación. Se determinó mediante la prueba de Friedman que el mal desempeño de los lances con aberturas menores a 13 m está influenciado por el mar de fondo y velocidades del viento mayores a 3 nudos. De acuerdo al análisis de regresión se determinó que la variación del contacto afecta a la abertura de punta de alas de forma significativa ($p < 0,05$). Mientras que la relación cable/profundidad y velocidad de arrastre fueron excluidas del modelo de acuerdo a lo establecido por el análisis de colinealidad. Finalmente fue posible obtener un modelo que explica con un 76,8% de certeza y de forma significativa ($p < 0,05$) la abertura de punta de alas en función de variables ambientales (estado del mar y velocidad del viento), variables operacionales (táctica de pesca) y contacto de la red con el fondo.

Palabras clave: arrastre de fondo, contacto con el fondo, desempeño, abertura de punta de alas, crustáceos, variables ambientales.

Abstract

The performance of a bottom trawl fishery for crustaceans in Chile was analyzed using additional information from the project FIP 2006-20, in which 13 hauls were performed with an aperture sensor-tipped wings and contact with the bottom, simultaneously in the regions of Coquimbo and Valparaiso, and under different environmental and operational conditions. It was determined by the Friedman test that the poor performance of the sets with openings smaller than 13 m is influenced by the sea currents and wind speeds of more than 3 knots. According to the regression analysis it was found that the variation of contact affects the wing tip opening significantly ($p < 0.05$). While the relation/ratio cable/depth and drift velocity were excluded from the model as established by the analysis of collinearity. Finally, it was possible to develop a model that explains with 76.8% accuracy and significantly ($p < 0.05$) the opening tip of wings in terms of environmental variables (sea state and wind speed), operational variables (fishing tactics) and the contact of the net with the bottom.

Keywords: bottom trawls, bottom contact, performance, wing-tip opening, crustaceans, environmental variables.

Introducción

Las redes de arrastre de fondo se utilizan a nivel mundial para la captura de una amplia diversidad de especies que habitan en estrecha relación con el fondo marino, existiendo gran variedad de diseños en función del comportamiento específico de cada recurso objetivo (Melo *et al.*, 2004), en las que se aprecia un esfuerzo permanente por mejorar la eficiencia operacional y cuidado del medio ambiente, partiendo de la base que este arte se basa intrínsecamente en el contacto con el fondo marino (Melo *et al.*, 2008).

En este sentido durante la evolución de los estudios, variados equipos electrónicos han sido añadidos para monitorear el desempeño de las redes de arrastre. En el año 1986, se introdujo uno de los primeros equipos acústicos (SCANMAR) usados para medir la abertura de la red, el cual permitió la identificación de lances deficientes, los que pudieron ser excluidos en la estimación de la abundancia relativa (Szalay, 2004). Mientras que en 1996 se incorporó el sensor de contacto con el fondo desarrollado por los científicos de AFSC, lo que permitió identificar los lances con un pobre desempeño (Somerton & Weinberg, 2001). La incorporación de sensores de contacto de fondo en lances comerciales dirigidos a crustáceos en Chile, resultó ser una herramienta valiosa en la determinación del momento en que se inicia el lance de pesca, y a partir de ello la duración del mismo y la distancia efectiva rastreada, lo que en definitiva permite mejorar la estimación de los rendimientos de pesca de una embarcación (Melo *et al.*, 2004). Sin embargo, diversos estudios contienen variables ambientales incontrolables como las corrientes que pueden tener un impacto sobre la geometría de la red (Fridman, 1986) y quizás tengan influencia sobre la eficiencia de captura de las redes de arrastre.

Es por todo lo antes señalado que el comportamiento del sistema conformado por la red de arrastre bajo cualquiera de las condiciones existentes merece un estudio cuidadoso, especialmente con propósitos de lograr mejoramientos técnicos que minimicen esfuerzos, tiempo y dinero. Consecuentemente es, necesario poseer un conocimiento tecnológico adecuado del comportamiento mecánico de las unidades pesqueras, de manera tal que los resultados permitan tomar decisiones convenientes para lograr mayor eficiencia y menores costos (Martini, 2006b).

En este sentido, el diseño de las redes que operan actualmente en Chile data de hace más de 40 años existiendo mínima innovación tecnológica en lo que respecta al arte, lo que va en contra de todas las tendencias mostradas por los demás sectores económicos relevantes del país (PUCV, 2009). Durante el 2006 la Escuela de Ciencias del Mar de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso se realizó el proyecto de “Rediseño de las redes de arrastre de crustáceos” (FIP 2006-20), en el que evaluó el desempeño funcional y operacional de una red de arrastre prototipo que fue construida íntegramente con paños de polietileno (PE) lo que permitió disminuir el peso total sumergido de la misma y que, además, presentó una abertura promedio de 15,5 m traduciéndose en un incremento proporcional de los rendimientos de captura del recurso objetivo por hora de arrastre a diferencia de las redes tradicionales (Melo *et al.*, 2008).

La realización de este Proyecto de Título responde a la necesidad de continuar optimizando el desempeño que tienen las redes de arrastre utilizadas en la pesquería de crustáceos que se desarrolla a lo largo de la plataforma y talud continental del norte y centro sur de Chile, donde se captura principalmente langostino amarillo (*Cervimunida johni*), langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) y camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) y tiene como principal objetivo dilucidar el efecto que puede llegar a tener las condiciones ambientales sobre el desempeño de estas, a la vez generar nueva información que sirva de base para la estimación relativa de la abundancia en evaluaciones directas y mejorar la eficiencia de los procesos de captura de la industria.

Por todo lo anteriormente mencionado este Proyecto de Título, presenta los siguientes objetivos:

Objetivo general

Analizar los factores que afectan el desempeño de una red de arrastre de fondo en la pesquería de crustáceos en Chile.

Objetivo específico

- Caracterizar las variables ambientales que afectan el desempeño del arte.
- Determinar la relación entre la abertura de punta de alas y el contacto del borlón con el fondo.
- Proponer un modelo que explique la abertura de la red en función de las condiciones en las que se realiza el lance.

Antecedentes

Recursos objetivo

Camarón nailon (*Heterocarpus reedi*)

Esta especie según Arana & Nakanishi (1971) se distribuye entre Taltal (25°19' L.S.) y Puerto Saavedra (38°50' L.S.), la cual se encuentra sometida a la medida de administración denominada Límite Máximo de Captura por Armador de la Ley N° 19.713, artículo 2°, letra n), en el área marítima comprendida entre el límite norte de la Región de Antofagasta y el límite sur de la Región del Bío-Bío (Fig. 1). Respecto al rango batimétrico, habita sobre el talud continental a profundidades que varían entre los 155 y 600 m, preferentemente en fondos de arcilla, roca sedimentaria, arena fangosa y laja (IFOP, 2009a).

Langostino amarillo (*Cervimunida johni*)

Se distribuye desde los 21°00' L.S. hasta el límite sur de la isla de Chiloe, el cual se encuentra en estado y régimen de plena explotación (D.S. N°377 de 1995) y sometido a la medida de Límite Máximo de Captura por Armador (LMCA, Ley N°19.713 de 2001) entre el límite norte de la Región de Atacama y el límite sur de la Región de Coquimbo (Fig. 2). Habita preferentemente en profundidades que van desde 50 a 500 m sobre sustratos fangosos y duros (Arana & Pizarro, 1970).

Langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*)

Es un crustáceo decápodo, cuya área de distribución se extiende desde la isla Lobos de Afuera en Perú, hasta Ancud, en Chile (Henríquez, 1979), el cual se encuentra en estado y régimen de plena explotación (DS N°245 de 2000) y sometido a la medida de Límite Máximo de Captura por Armador (LMCA, Ley N°19.713 de 2001), entre el límite norte de la Región de Arica-Parinacota y el límite sur de la Región de Coquimbo (Fig. 3). Mientras que en el caso particular de la Unidad de Pesquería Sur, se estableció en el año 2000 que la biomasa de este recurso se encontraba en estado crítico, por lo que a partir del año siguiente se implantó veda extractiva, la que se ha mantenido hasta ahora (Arana *et al.*, 2009a). Esta especie se caracteriza por habitar fondos blandos o semi-duros, a una profundidad que varía entre 50 y 350 m formando focos de abundancia (IFOP, 2009b). El área de mayor abundancia se localiza principalmente entre Coquimbo (30° L.S.) y Talcahuano (37° L.S.) (Arana *et al.*, 1994).

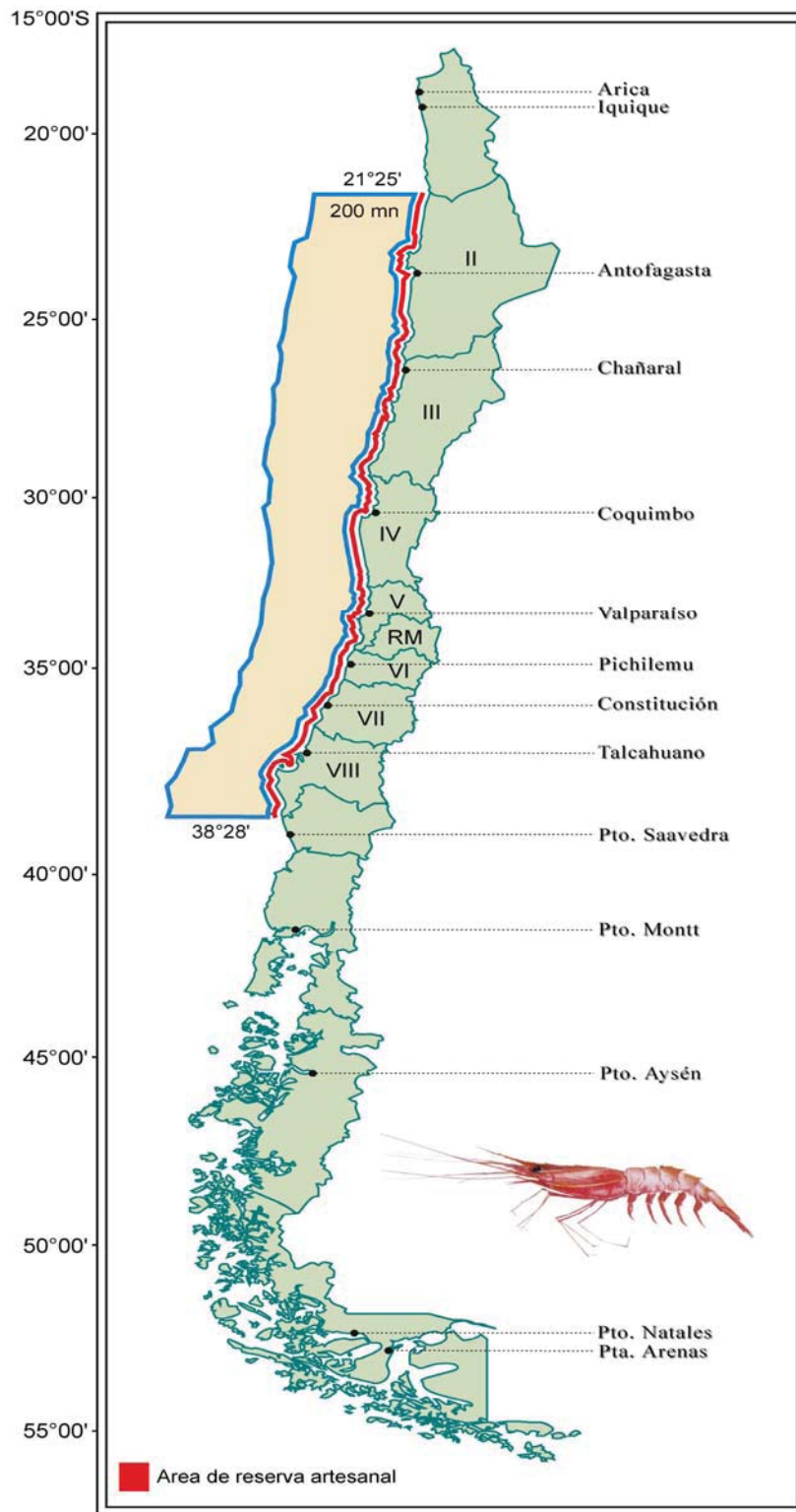


Figura 1. Pesquería de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) sometida a la medida de administración de Límite Máximo de Captura por Armador.
Fuente: Arana *et al.* (2001).



Figura 2. Pesquería de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) sometida a la medida de administración de Límite Máximo de Captura por Armador.
Fuente: Arana *et al.* (2001).

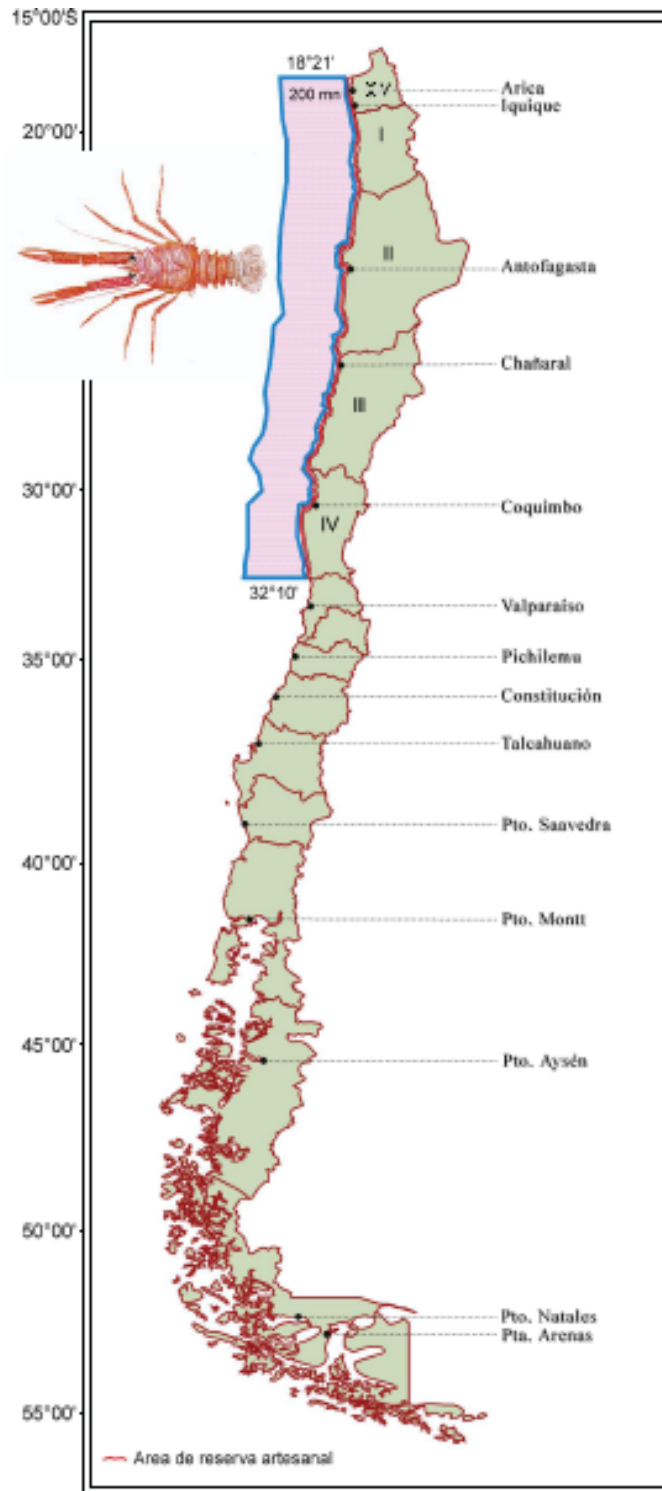


Figura 3. Pesquería de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) sometida a la medida de administración de Límite Máximo de Captura por Armador.
Fuente: Arana *et al.* (2001).

Características geométricas de la flota industrial dedicada a la pesca de crustáceos

La pesquería de crustáceos, referida a la extracción de los recursos camarón nailon, langostino amarillo y langostino colorado, es una actividad productiva concentrada actualmente entre las Regiones de Atacama y del Bío-Bío. En dicha zona, operan 24 embarcaciones industriales y siete artesanales (Zilleruelo *et al.*, 2007).

Según Acuña *et al.* (1997), la flota arrastrera industrial camaronera que opera entre la Región de Antofagasta y del Bío-Bío, se caracteriza por ser muy antigua, las que operan en la mayoría de las pesquerías dedicadas a extraer crustáceos. Estas naves han sido adaptadas, ya que originalmente operaron como embarcaciones cerqueras en pesca de anchoveta, principalmente en el extremo norte del país.

En cuanto a las características geométricas, Acuña *et al.* (1997) señalaron que las embarcaciones no sobrepasan en promedio los 22 m de eslora y 116 m³ de capacidad de bodega. De la misma manera la Escuela Ciencias del Mar (2003), señaló con respecto a las características geométricas, que la flota es homogénea, referido esto a su plantilla (americana) y eslora, la cual puede variar entre 18 y 25 m, siendo la media de 21,2 m (Tabla 1). Con relación a la potencia al freno (BHP) estas oscilan entre 220 y 700 HP, predominando el rango de potencia entre 400-499 HP (Melo *et al.*, 2003).

El rango de potencia predominante permiten una velocidad de navegación o crucero que varía entre 8,5 y 11 nudos, mientras que la velocidad de rastreo varía entre 1,8 y 2,3 nudos en relación con los requerimientos de la pesquería de crustáceos (Melo *et al.*, 2008).

Tabla 1

Embarcaciones utilizadas en la pesquería de crustáceos y sus principales características geométricas.

Fuente: Escuela Ciencias del Mar (2003).

Nave	Eslora (m)	Manga (m)	Puntal (m)	TRG (ton)
<i>Cachagua I</i>	21,1	6,2	3,0	84,0
<i>Crusoe I</i>	22,1	6,7	2,6	77,9
<i>Cucaña</i>	22,6	6,6	2,6	81,9
<i>Don Mario</i>	21,4	6,2	3,0	105,3
<i>Don Stefan</i>	21,0	6,5	3,0	86,0
<i>Elbe</i>	18,0	6,5	3,0	54,1
<i>Eldom</i>	22,2	6,6	2,6	81,9
<i>Foche</i>	22,0	6,6	2,7	81,1
<i>Gringo</i>	22,0	6,6	2,6	81,9
<i>Isla Lennox</i>	20,0	6,1	3,4	79,8
<i>Linda Kay</i>	19,8	6,4	2,9	70,1
<i>Lonquimay</i>	22,0	6,6	2,6	81,9
<i>Maori</i>	22,0	6,3	2,7	105,6
<i>Nisshin Maru III</i>	19,6	6,7	3,0	97,8
<i>Isabel S</i>	17,9	6,5	3,0	49,8

Operación de pesca

El arrastre de fondo está diseñado y confeccionado para que el arte soporte un duro contacto con el fondo. El arte es arrastrado por el fondo a velocidades que van desde los 1,5 a 3 nudos para la captura de crustáceos, y de 3 a 5 nudos para la captura de peces. La duración del arrastre depende de la densidad esperada o detectada del recurso, la forma del fondo y la pendiente en el área de pesca; y puede variar en rangos de 10 a 15 minutos en recursos tales como orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*), besugo (*Epigonus crassicaudus*), alfonsino (*Beryx splendens*) y merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*), y rangos de 30 a 120 minutos en merluza común (*merluccius gayi*), merluza de cola (*Macruronus magellanicus*), camarón nailon (*Heterocarpus reedi*), gamba (*Parapenaeus longirostris*), langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) y langostino amarillo (*Cervimunida johni*) (SUBPESCA, 2009).

Martini (2006b) señala que durante el rastreo de la red sobre el fondo, la interacción de esfuerzos mecánicos está conformada por las fuerzas de resistencia producidas por el movimiento del arrastre completo y la resistencia que actúa sobre el buque. De esta forma la magnitud de la potencia útil desarrollada por el motor principal debe permitir una uniformidad y equilibrio en el rastreo y al mismo tiempo se requiere una flexibilidad razonable para así poder trabajar bajo las condiciones ambientales predominantes en la zona de pesca.

Con respecto a los cables de arrastre la dirección de los cables se modifica por las fuerzas de gravedad y del agua que actúa sobre ellos dándoles una cierta curvatura, que varía ligeramente con los cambios de longitud y vibración del cable. Estos factores influyen en la dirección del cable en los portalones, modificando la fuerza de remolque impartida por la embarcación, de tal manera que además de la fuerza de remolque, la tensión del cable tiene componentes ascensionales e internos (hacia adentro de la red). La magnitud y el sentido de estas fuerzas son primordiales en el momento de seleccionar el área y peso de los portalones (Martini, 2006b).

Características principales de la red de arrastre de fondo

Las artes de fondo se caracterizan fundamentalmente por a) tener gran abertura horizontal, de modo que la red barra la máxima área posible, alas largas y b) ser arrastrada a velocidad adecuada al comportamiento de la especie que se desea capturar (Martini, 2006a).

En cuanto a las características generales, el diseño de red “Yankee” utilizado por la flota arrastrera dedicada a la pesca de crustáceos en Chile no ha sufrido cambios significativos en varias décadas, manteniendo tanto los materiales como las dimensiones en su construcción, encontrándose sólo algunas diferencias en los cortes de las alas. Es así que las alas presentan gran longitud en comparación a otros cuerpos, característica que permite obtener mayor abertura horizontal de la boca, cubriendo una mayor área de barrido durante el arrastre (Melo *et al.*, 2008).

Boca de la red

La forma de la boca de la red se obtiene mediante la utilización de sensores que miden altura y profundidad de red posicionados en la relinga superior e inferior de la boca de la red (Fig. 4), utilizando además sensores de abertura ubicados en las puntas de ala los cuales en conjunto dan la forma aproximada de la boca de la red (Fig. 5).

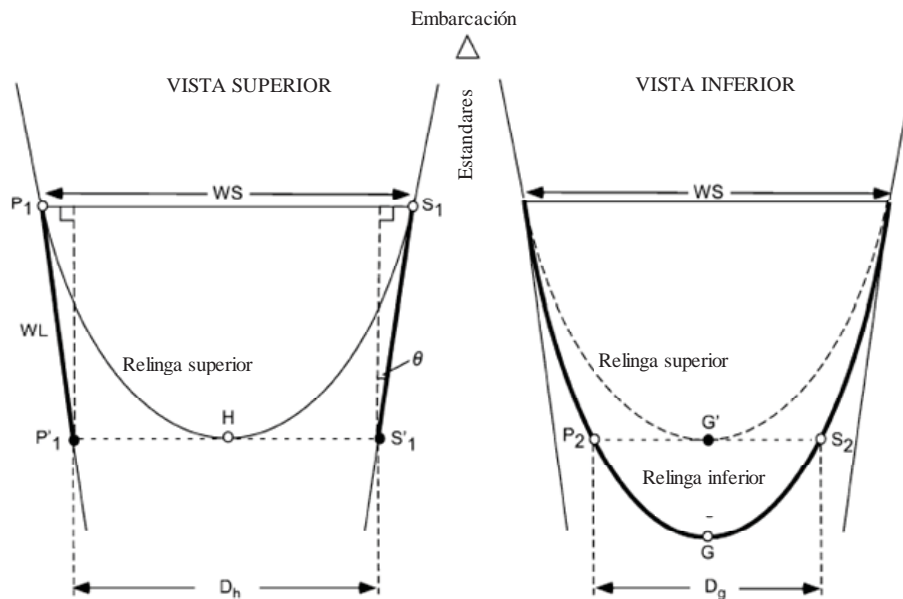


Figura 4. Plano esquemático de la posición de la relinga superior e inferior.
Fuente: Fujimori *et al.* (2005).

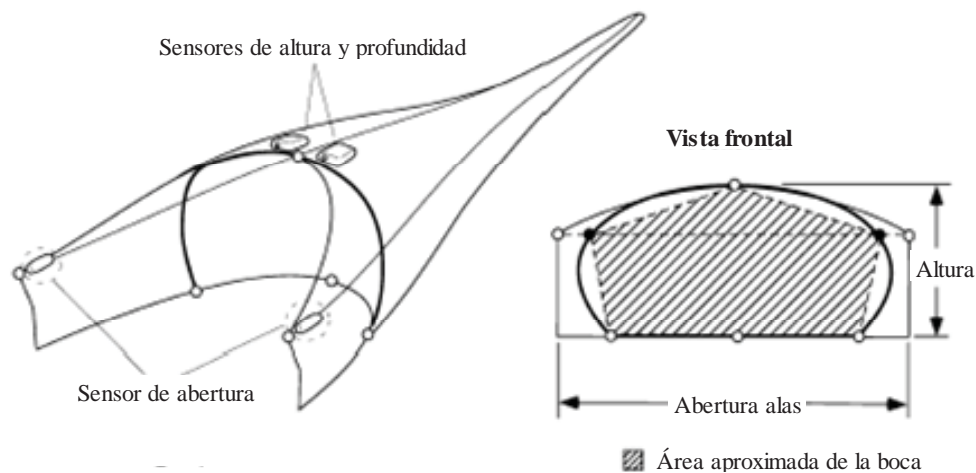


Figura 5. Posición de los sensores utilizados en la determinación de la forma y determinación (vista frontal) de la boca de la red.

Fuente: Fujimori *et al.* (2005).

Relinga inferior

En una red de arrastre, en especial en la de fondo, los borlones cumplen un papel de suma importancia, ya que permite a la red mantenerse adherida al sustrato de tal forma de capturar el recurso objetivo y así facilitar el rastreo previniendo la entrada de piedras u otros objetos durante la faena de pesca. Al mismo tiempo el borlón sirve como lastre para que la red no suba durante el arrastre (Rasse, 2007).

Por otra parte Somerton & Kenneth (2001) señalan que para obtener mejores rendimientos de pesca el borlón o relinga inferior debe tener un peso tal que a diferentes velocidades no se despegue del fondo.

Linname *et al.* (2000) señalan que los efectos del arrastre sobre el fondo marino son específicamente tres; penetración, sedimentación y alteraciones del hábitat. En este sentido, la penetración de la red en el fondo dependerá del tamaño de la red, peso de los aparejos de la red (portalones, borlón y amarinamiento) y del tipo de fondo donde se efectúa la pesca.

Comportamiento en crustáceos asociado al fondo

Bahamonde (1973) utilizando un muestreador de distribución vertical (MDV) (Fig, 6), recolectó información sobre la altura de reacción del camarón nailon ante artes de arrastre en la zona de Valparaíso a una profundidad de 400 m, determinó que las capturas comenzaban a disminuir cuando aumentaba la distancia medida desde el fondo, lo cual sucedía a 1,5 m sobre el fondo.

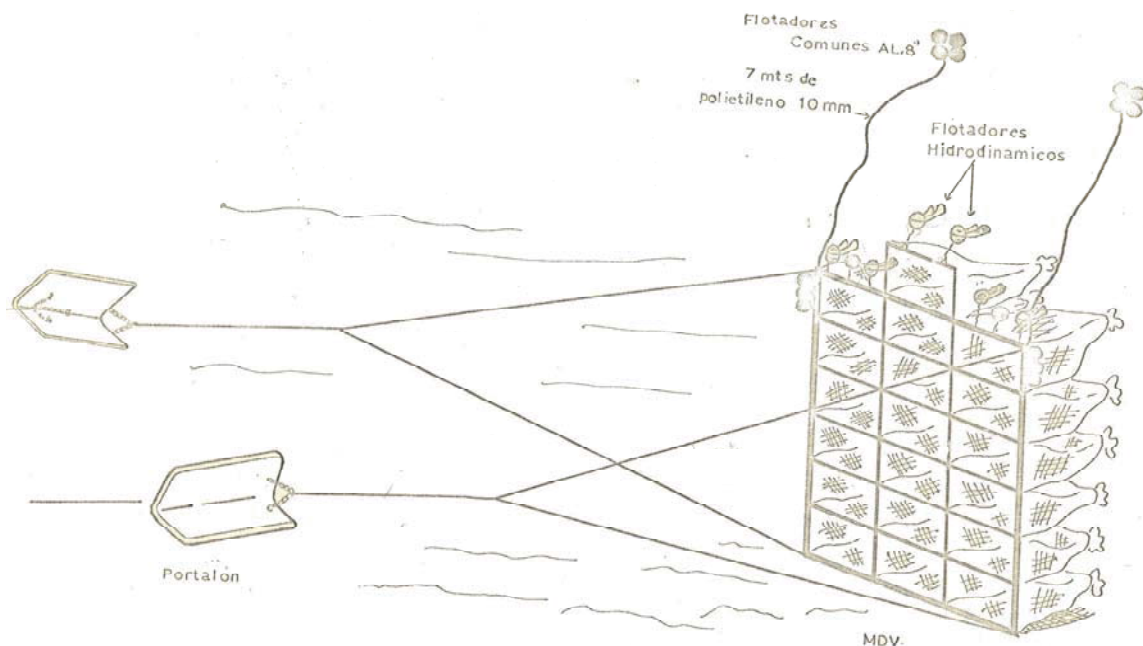


Figura 6. Muestreador de distribución vertical (MDV).

Fuente: Bahamonde (1973).

Por otra parte, de acuerdo a lo investigado por Boschi (1997), el langostino argentino (*Pleoticus muelleri*) que es considerada la principal especie de peneido frente al litoral de Argentina, puede ascender durante la noche entre 15 y 20 m alejándose del fondo. No obstante, las capturas de postlarvas con redes de plancton a distintas profundidades y la pesca de adultos con redes de arrastre de media agua, ponen en evidencia la capacidad de esta especie de mantenerse en el pelagial nerítico, aunque el hábitat específico de los adultos, está sobre o cerca del fondo.

De acuerdo con ello, este crustáceo tiene un comportamiento que determina la necesidad de enterrarse en el sustrato en horas diurnas en áreas donde existe una intensa penetración de la luz, lo cual ha sido corroborado en experiencias realizadas en cautividad. Mientras que en las zonas de pesca esto queda atenuado por la profundidad y turbiedad del agua (Boschi, 1997).

Sensor de abertura de punta de alas

En la evaluaciones directas realizadas en Chile utilizando el método de área barrida, para la determinación de la abertura de punta de alas, el equipo de trabajo de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV) introdujo esta tecnología durante la prospección de langostino amarillo y colorado efectuada por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) durante el año 2001 (Proyecto FIP 2001-05), lo que permitió el incremento de los niveles de precisión y exactitud de los valores de APA respecto de los métodos indirectos (Arana *et al.*, 2003a, 2003b y 2004).

El equipo emplea un sensor sónico sumergido de distancia, el que registra en forma continua la separación lineal entre la punta de las alas de la red de arrastre. Así, el sensor consta de un transmisor (master) que envía una onda sonora desde la punta de una de las alas, señal que es recibida y respondida (transponder) por otro sensor (slave) posicionado en la otra punta del ala de la red (Fig. 7).



Figura 7. Sensor de abertura de punta de ala.

La información registrada por el sensor es transmitida (por el master) vía ultrasonido a un hidrófono que es remolcado por la embarcación, instrumento que recibe la señal, para luego transmitirla por un cable conector a un computador situado a bordo de la nave. La computadora ejecuta un programa especializado que crea y almacena los archivos de información. Su despliegue en pantalla permite la visualización del comportamiento del arte, durante el rastreo o faena de pesca (Fig. 8).



Figura 8. Instrumentación utilizada para determinar la abertura de puntas de alas.

Sensor de contacto con el fondo

Este equipo ha sido utilizado para la determinación del tiempo efectivo de arrastre en diversos estudios, lo que fueron incorporados por el Nacional Marine Fisheries Service (NMFS) a mediados de la década de los '90 en todos los cruceros realizados en la costa Oeste de Alaska, en Estados Unidos. Su utilización permite obtener mayor precisión sobre el tiempo efectivo de arrastre (contacto de la red sobre el fondo marino) y con ello disminuir el error asociado a las estimaciones de biomasa en evaluaciones directas por el método de área barrida (Arana *et al.*, 2004).

Los sensores de contacto pueden ser clasificados de acuerdo a su principio de operación, los que corresponden básicamente a dos tipos:

- a) Celdas de estiramiento
- b) Sensores de ángulo

Las celdas de estiramiento corresponden a indicadores que son comúnmente utilizados como sensores de captura, los cuales permiten establecer si esta se encuentra o no estirada (tensa) de acuerdo a la fuerza que se ejerce en sus respectivos extremos registrando solo una variable dicotómica (Engas *et al.*, 2001). Mientras que los sensores de ángulo, basan su principio en la posición relativa del borlón respecto al fondo mediante el uso de un inclinómetro, permitiendo así el registro continuo de esta variable (Melo *et al.*, 2004).

El sensor de contacto con el fondo (sensor de ángulo) (Fig. 9) permite registrar ángulos entre 0° y 90° , donde 0° representa su posición horizontal, mientras que 90° su posición vertical. En este sentido, la posición horizontal representará entonces la situación deseada de contacto de la red durante cada lance de arrastre (Melo *et al.*, 2004).



Figura 9. Sensor de contacto situado en la relinga inferior de la red.

Factores que influyen en el desempeño de la red

Existen dos procesos en la captura que determinan el desempeño de la red de arrastre, que son el acarreo y el escape de peces bajo la relinga inferior (ó de plomos), siendo este último el mas relevante que afectaría al desempeño de la red en la pesquería de crustáceos (Weinberg & Kotwicki, 2008). Por otra parte, si se reduce la variabilidad en la abertura de la red se minimiza la variabilidad de la eficiencia de captura asociada a la altura de la relinga (Ona & Godo, 1990). Mientras que reduciendo la variabilidad en el contacto de la red con el fondo se puede minimizar el error en la estimación de la CPUE, causada por la variación producida en la relinga inferior, lo cual conlleva tener menor eficiencia en las capturas (Engas & Godo, 1989; Walsh, 1992; Somerton *et al.*, 2007).

Por otra parte, mientras mayor sea la distancia entre el fondo y la relinga inferior, mayor será la probabilidad de escape que puedan tener los peces, por lo que el desempeño se verá mermado (Weinberg *et al.*, 2002).

Factores que influyen en la abertura y contacto de la red con el fondo

La mejora de la eficiencia de la red requiere el entendimiento de variados efectos ambientales y desempeño de variables geométricas mientras se realiza el arrastre (Weinberg & Kotwicki, 2008). Numerosas variables que podrían tener impacto sobre el desempeño del contacto con el fondo han sido identificadas. Estas incluyen: la longitud del cable de arrastre, profundidad del fondo, por ende la relación cable-profundidad (Wathne, 1959, 1977; Byrne *et al.*, 1981; Carrothers, 1981; Godo & Engas, 1989; Rose & Walters, 1990; Koeller, 1991), tipo de fondo (Godo & Engas, 1989), velocidad de arrastre y de las corrientes (Somerton & Weinberg, 2001; Weinberg, 2003), diseño de la red de arrastre, amarinamiento (malletas, estandares, portalones y patas de gallo), y el incremento en las fuerzas de arrastre que tienen influencia en el aumento del diámetro del copo (O'Neill *et al.*, 2005).

Aplicando un modelo generalizado aditivo (GAMs) Weinberg & Kotwicki (2008) determinaron las variables que tienen un efecto significativo en el contacto efectivo del borlon con el fondo, entre las cuales destacan la relación cable-profundidad, velocidad de arrastre, diámetro de la partícula de sedimento y la altura de las olas. Por otra parte, se evaluaron otras variables como dirección del viento y velocidad de la corriente que resultaron ser no significativas para el modelo que fue aplicado.

Estado del mar

El desarrollo de las olas en aguas profundas es complejo, pero puede ser atribuido primariamente a tres factores: la velocidad del viento, su duración y su alcance (la longitud de superficie abierta sobre la que el viento sopla sin obstáculos). Un mar completamente desarrollado se forma cuando la velocidad de un viento dado se mantiene durante el tiempo suficiente y sobre una superficie lo bastante amplia como para producir la máxima altura de olas que el viento considerado puede mantener. La combinación necesaria de duración y alcance suficientes se presentan en raras ocasiones para vientos de alta velocidad, pero es posible para la mayor parte de los vientos ligeros.

Si las condiciones de alcance y persistencia permiten la formación de un mar completamente desarrollado, es posible predecir las características de las olas que se muestran también en la Tabla 2. Los datos de la tabla están basados en observaciones de campo, de manera que son estimaciones razonablemente buenas. Las olas más altas se pueden estimar estadísticamente pero no predecir con exactitud.

Tabla 2

Condiciones necesarias para la formación de un mar completamente desarrollado, como función de la velocidad del viento y características de las olas resultantes.

Fuente: Pipkin *et al.* (1987).

Velocidad del viento (nudos)	Alcance (millas náuticas)	Persistencia (horas)	Altura promedio (H)		Largo promedio (L)		Periodo promedio (T) (segundos)
			(pies)	(metros)	(pies)	(metros)	
10	10	2	0,9	0,27	28	8,5	3,0
12	18	4	1,4	0,43	40	12,2	3,4
14	28	5	2,0	0,61	55	16,8	4,0
16	40	7	2,8	0,85	71	21,6	4,6
18	55	8	3,8	1,2	90	27,4	5,0
20	75	10	4,9	1,5	111	33,8	5,7
22	100	12	6,3	1,9	135	41,2	6,3
24	130	14	7,8	2,4	160	48,8	7,0
26	180	17	9,5	2,9	188	57,3	7,4
28	230	20	11,4	3,5	218	66,4	8,0
30	280	23	13,6	4,1	251	76,5	8,6
32	340	27	16,0	4,9	285	86,9	9,0
34	420	30	18,6	5,7	322	98,2	9,7
36	500	34	21,4	6,5	361	110,1	10,3
38	600	38	24,5	7,5	402	122,6	10,9
40	710	42	27,9	8,5	446	136,0	11,4
42	830	47	31,5	9,6	491	149,7	12,0
44	960	52	35,4	10,8	540	164,6	12,6

En tanto, para describir los vientos y el oleaje al que dan lugar se utilizan, respectivamente, las escalas de Beaufort (Tabla 3, Anexo 1) y de Douglas (Tabla 4).

Tabla 3

Estado del mar y velocidad del viento de acuerdo a las Escala de Beaufort.
Fuente: Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA).

Fuerza	Estado del mar	Velocidad del viento (nudos)
0	Calma	< 1
1	Llana	1 - 3
2 - 3	Rizada	4 - 10
4	Marejadilla	11 - 16
5	Marejada	17 - 21
6	Gruesa	22 - 27
7	Muy gruesa	28 - 33
8	Arbolada	34 - 40
9	Arbolada alta	41 - 47
10	Montañosa	48 - 55
11	Confusa	56 - 63
12	Huracanado	> 64

Tabla 4

Estado del mar y altura de olas de acuerdo a la Escala de Douglas.
Fuente: Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA).

Fuerza	Estado del mar	Altura de las olas (m)
0	Calma	0
1	Llana	0,1
2 - 3	Rizada	0,1 - 0,5
4	Marejadilla	0,5 - 1,25
5	Marejada	1,25 - 2,5
6	Gruesa	2,5 - 4,0
7	Muy gruesa	4,0 - 6,0
8	Arbolada	6,0 - 8,0
9	Arbolada alta	8,0 - 10,0
10	Montañosa	10,0 - 12,5
11	Confusa	12,5 - 16,0
12	Huracanado	> 16,0

El oleaje que se desplaza fuera de la región donde se ha originado se denomina *mar de fondo* o *mar boba* (en inglés *swell* y en francés *houle*). En general suelen ser olas más regulares, con crestas menos prominentes y con longitudes de onda mayores que las típicas de los mares donde se originaron, esta puede ser considerada dentro de la clasificación de Baeaufort como de rango cuatro. La dirección del mar de fondo, puesto que ya ha abandonado su región de formación, no está correlacionada con la dirección del viento en el lugar de observación. Por otra parte, el oleaje formado en una región por los vientos directamente actuantes sobre la misma se llama *mar de viento*. Cabe señalar que la relación entre el oleaje descrito por la escala de Douglas y los vientos de la de Beaufort es válida para un mar de viento completamente desarrollado.

Abertura y altura de la boca de la red en función de la velocidad de arrastre

La relación que existe entre la altura de la boca de la red y la velocidad de arrastre generada por simulaciones dinámicas mediante el uso de un programa computacional DynamiT desarrollado por IFREMER y en un tanque de prueba del Centro para Sustentabilidad de Recursos Acuáticos (St. John's-Canada) es bastante similar, mostrando que la velocidad de arrastre es inversamente proporcional a la abertura de punta de alas (Fig. 10). Mientras los resultados entregados mediante simulación y el túnel de prueba evidencian que la abertura de punta de alas presenta una relación directa con la velocidad de arrastre, pero con diferentes pendientes en cada caso (Fig. 11) (Queirolo *et al.*, 2009).

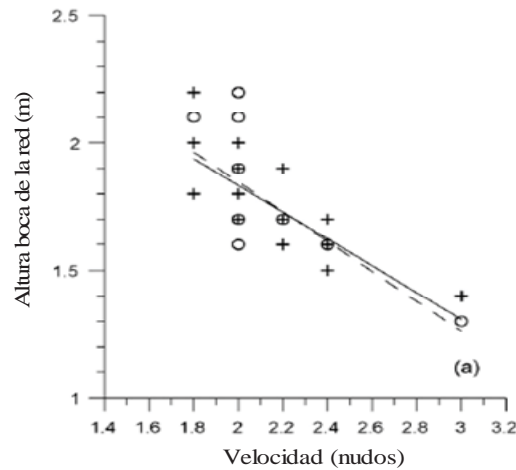


Figura 10. Relación entre la altura de la boca de la red y la velocidad de arrastre. En la grafica se muestran los datos obtenidos en la simulación dinámica (o) y en el túnel de prueba (x).

Fuente: Queirolo *et al.* (2009).

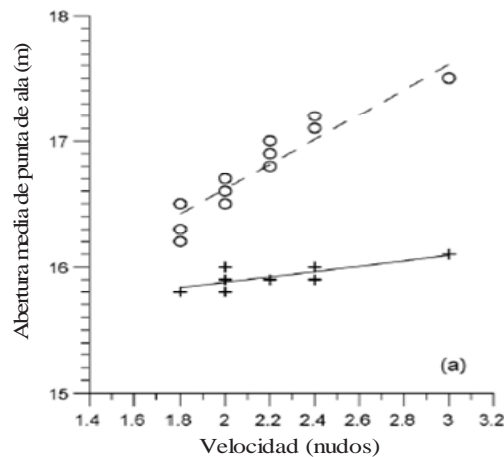


Figura 11. Relación entre la abertura de punta de alas y la velocidad de arrastre. En la grafica se muestran los datos utilizados en la simulación dinámica (o) y en el túnel de prueba (x).

Fuente: Queirolo *et al.* (2009).

Velocidad de la corriente y abertura de punta de alas

Otra variable ambiental que tiene efecto sobre el contacto con el fondo es la corriente y específicamente se ha descubierto que a velocidades de rastreo en el agua bajas (<3 nudos), la red mantiene un buen contacto con el fondo (Fig. 12). Por otra parte, a medida que aumenta la velocidad de rastreo en el agua disminuye la abertura de punta de alas (Fig. 13) (Somerton & Weinberg, 2001; Weinberg *et al.*, 2002). No obstante, se han encontrado diferencias en las tasas en que disminuye la abertura de punta de alas producto de cambios asociados a la geometría de la red que son atribuidos al uso de equipos auxiliares para medir la eficiencia de captura.

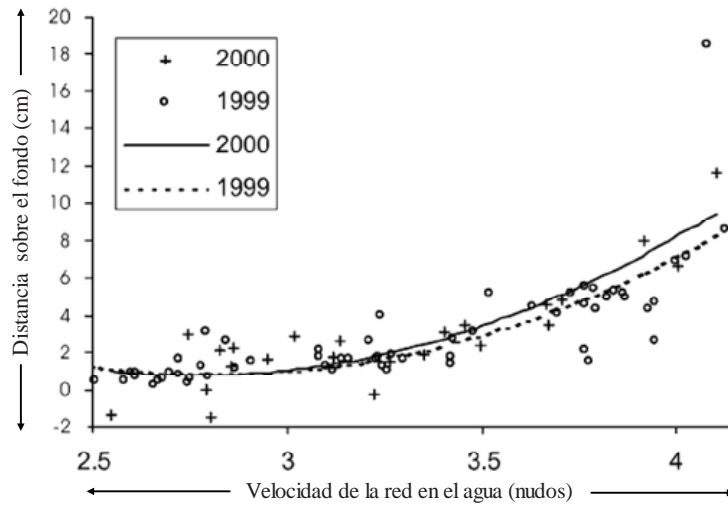


Figura 12. Distancia del borlón sobre el fondo en función de la velocidad de arrastre.
Fuente: Somerton & Weinberg (2001).

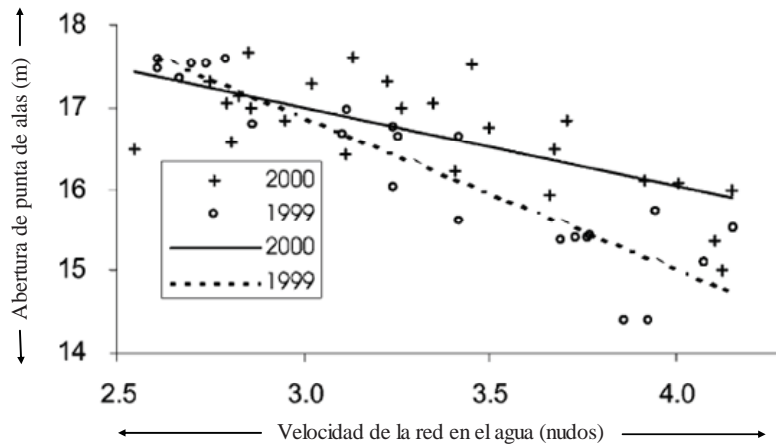


Figura 13. Relación entre la abertura de punta de alas y la velocidad de arrastre.
Fuente: Somerton & Weinberg (2001).

Longitud cable de cala y velocidad de arrastre

En lo que respecta a la velocidades de rastreo y relaciones cable/profundidad (C/P), Melo *et al.* (2008) efectuaron dos lances (103 y 104) con rumbos opuestos con el fin de medir el efecto que tienen estas variables sobre el contacto del borlón en el fondo. En base al porcentaje de tiempo de contacto real se determinó que el desempeño del borlón en función del ángulo de inclinación del sensor de contacto, los cuales tienen grandes oscilaciones y ángulos elevados en los lances 103c, 103f, 104b y 104c (Tabla 5, Fig. 14), los que corresponden en su mayoría a lances con baja relación de cable y altas velocidades de rastreo.

Tabla 5

Velocidades, relaciones cable/profundidad (C/P) y porcentaje de contacto real de la relinga en dos lances de evaluación de desempeño.

Fuente: Melo *et al.* (2008).

Lance	Relación C/P	Velocidad (nudos)	Tiempo de contacto real (%)
103a	2,2	2,0	94,7
103b	2,2	2,5	96,9
103c	2,2	3,0	67,6
103d	3,2	2,0	97,4
103e	3,2	2,5	94,2
103f	3,2	3,0	88,7
104a	2,2	2,0	91,8
104b	2,2	2,5	74,4
104c	2,2	3,0	17,4
104d	3,2	2,0	96,7
104e	3,2	2,5	91,0
104f	3,2	3,0	60,6

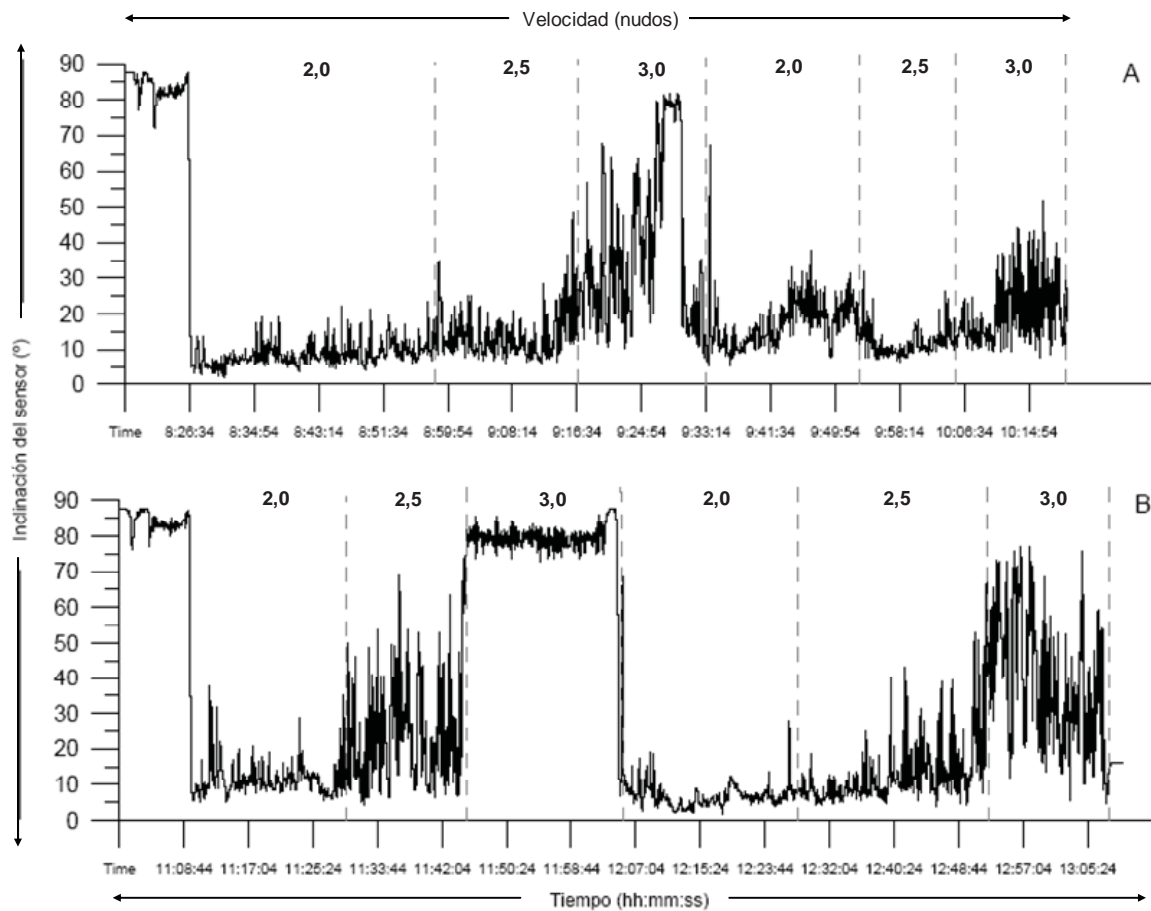


Figura 14. Ángulos de contacto de fondo en relación a la velocidad de arrastre y la longitud del cable de cala empleada en dos lanzes de evaluación de desempeño (A: Lance 103, B: Lance 104).
Fuente: Melo *et al.* (2008).

Las variaciones en la geometría de la red, el contacto de la red con el fondo y las capturas están asociados a cambios en las relaciones cable profundidad. A través de dos experiencias utilizando sensores acústicos en la medición de la abertura de punta de alas, mientras que para evaluar el contacto con el fondo y la forma de la boca de la red se utilizaron pequeños grabadores de profundidad, se determinó que cuando la relación de cable/profundidad es 2,5 la forma de la boca de la red y el contacto de la red con el fondo sufren fluctuaciones, mientras que cuando la relación es igual o mayor a 3, la relinga de plomos se mantiene en contacto permanentemente con el fondo (Tabla 6, Figs. 15 y 16) (Fujimori *et al.*, 2005).

Por otra parte, Fujimori *et al.* (2005) explican que cuando existe un incremento en la abertura de punta de alas, inevitablemente la altura de la red disminuye.

Tabla 6

Abertura de punta de alas (APA) medido por el sensor SCANMAR y altura de la boca de la red (ABR) calculado a partir de los datos del sensor de profundidad.

Fuente: Fujimori *et al.* (2005).

Experimento	Relación C/P	APA (m)		ABR (m)	
		Promedio	DS	Promedio	DS
1	2,5	16,1	1,71	6,4	0,19
	3,0	17,4	0,83	5,1	0,15
	3,5	18,3	3,78	5,0	0,16
2	2,5	16,1	1,69	7,1	0,17
	3,0	17,4	1,46	5,6	0,15
	3,5	18,1	1,54	5,1	0,16

DS : Desviación estandar

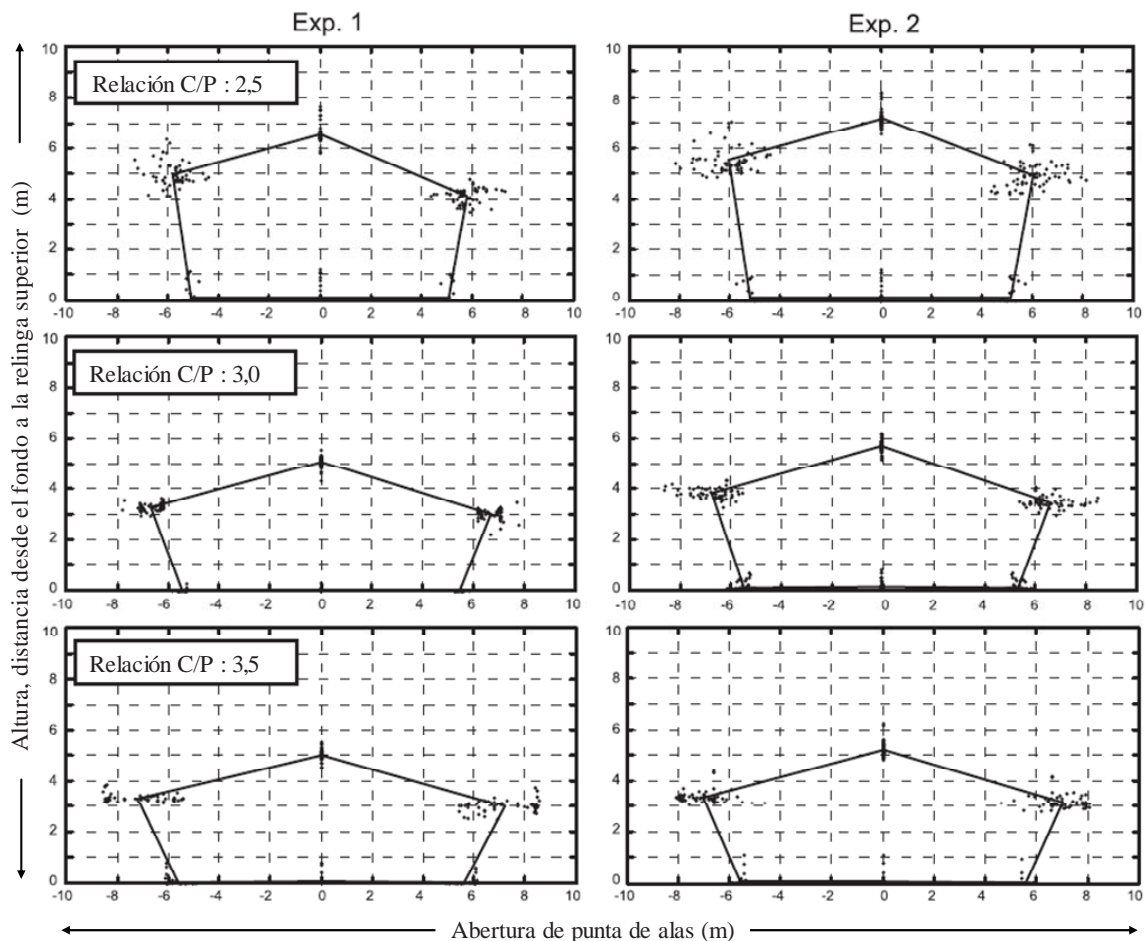


Figura 15. Forma de la boca de la red de acuerdo a relaciones cable/profundidad, medidos en intervalos de 10 s mediante el uso del sensor de profundidad.

Fuente: Fujimori *et al.* (2005).

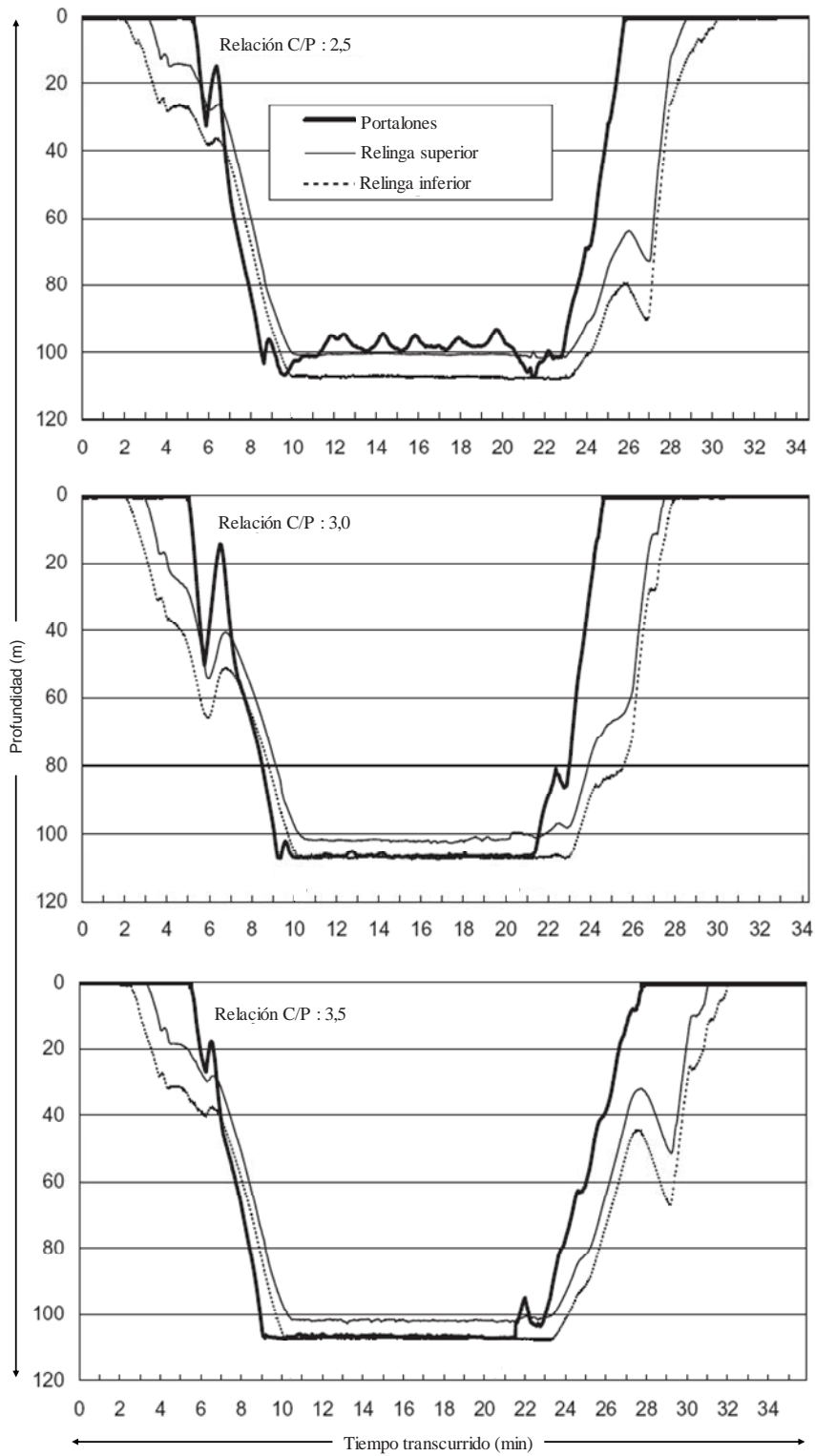


Figura 16. Contacto de la red y portalones con el fondo respecto al tiempo de arrastre.
 Fuente: Fujimori *et al.* (2005).

Materiales y Métodos

Zona de estudio

El presente proyecto de título se vincula con la información complementaria generada en el marco del proyecto FIP 2006-20 “Rediseño de redes de arrastre de crustáceos”, realizada entre las regiones de Coquimbo y Valparaíso, la cual estuvo comprendida latitudinalmente entre los 29°32’S y 32°59’S (Fig. 17) y que se efectuó durante octubre y noviembre de 2007, mediante la utilización de una red de arrastre de fondo prototipo.

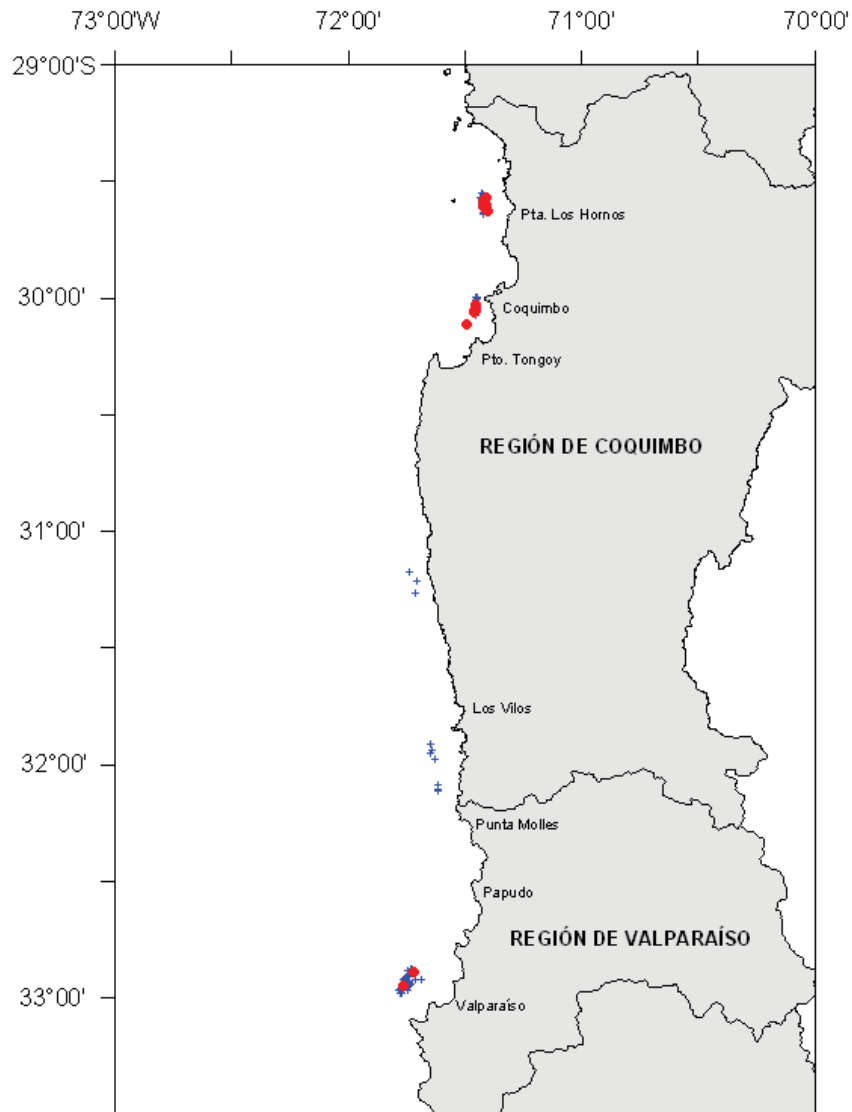


Figura 17. Localización geográfica de los lances de pesca realizados (en rojo los lances utilizado en el proyecto de título).

Red de arrastre prototipo

Para poder determinar el efecto que tienen las variables ambientales y operacionales sobre el desempeño en redes de arrastre se utilizó una red prototipo la que fue diseñada durante la realización del proyecto FIP 2006-20, en el que se evaluaron las redes nacionales e internacionales utilizadas en las pesquerías de crustáceos. Antecedentes que fueron estudiados y utilizados por un panel de expertos de tal forma de diseñar una red que disminuyera la fauna acompañante, redujera la interacción con el fondo marino y mejorara la selectividad. De esta forma, la red arrastre propuesta para la pesquería de crustáceos en Chile es similar en ciertos aspectos a las utilizadas a nivel internacional (Anexo 2).

Recolección de datos

Los datos requeridos para dar cumplimiento a los objetivos de este proyecto de título fueron recopilados de la base de datos del proyecto FIP 2006-20 de donde se obtuvo en cada uno de los viajes de pesca destinados a la captura de crustáceos y en cada uno de los lances que se efectuaron información de las operaciones de pesca.

Los datos operacionales obtenidos durante las faenas de extracción correspondieron a los siguientes aspectos:

- a) Posición de calado y virado de la red de pesca (GG:MM:DD), mediante lectura del navegador satelital (GPS)
- b) Profundidad de arrastre, tanto al inicio como al término del arrastre, mediante la lectura del ecosonda de la embarcación.
- c) Velocidad de arrastre, mediante lectura de navegador satelital (GPS).
- d) Hora de inicio y término del lance de pesca.
- e) Longitud del cable de cala, tanto al inicio como al término del arrastre.
- f) Condición del mar al momento en que se realizó el calado de la red.
- g) Rumbo en el que se realizó el lance.
- h) Dirección del viento durante la realización del lance.
- i) Velocidad del viento.
- j) Tipo de fondo por el que la red estaba siendo arrastrada, mediante lectura de ecosonda.
- k) Especie objetivo.
- l) Captura

Abertura punta de alas

En la medición directa de la abertura de punta de alas (APA), se recurrió a la información generada mediante el empleo del sistema Trawlmaster, comercializado por Notus Electronics, el cual consisten un sensor sónico sumergido de distancia, que permitió registrar de modo continuo la separación lineal entre las puntas de ala de la red de arrastre.

Sensor de contacto

Se utilizó un sensor de contacto de fondo (BCS-bottom contac sensor), desarrollado por Mac Marine Instruments (MMI), el cual es un equipo que permite registrar la inclinación (inclinómetro) y hora (reloj interno), siendo diseñado para ser unido al borbón de las redes de arrastre y ser remolcado sobre el fondo marino hasta una profundidad de 2.000 m. El contacto con el fondo se determinó a partir de los cambios registrados en el ángulo relativo, según su orientación vertical u horizontal. La información de inclinación y el tiempo fue transmitida luego del lance desde el BCS a un computador, empleando un lápiz lector. Dicha información fue analizada de acuerdo a los diferenciales de inclinación (ángulo), definiéndose los criterios que permitieron discriminar el contacto del borbón con el fondo marino.

Relación entre abertura de punta de alas y contacto con el fondo

En el análisis de los datos de ángulo de inclinación del borbón y abertura de punta de alas se consideró el intervalo de tiempo desde dos minutos después que comienza a tomar mediciones el sensor de abertura de punta de alas y dos minutos antes que termine de funcionar el sensor de contacto, ya que los minutos iniciales y finales son irregulares.

Minimización de valores de abertura de punta de ala

Los valores de abertura de punta de alas escapados fueron suavizados, mediante el empleo de una función que relacionó la velocidad obtenida en cada intervalo de tiempo evaluado, con la velocidad promedio de las estimaciones que presentaron un comportamiento, ya sea en que la red aumentó o disminuyó su apertura de punta de alas.

$$\overline{V_{promt}} - I.C. \leq V_i \leq \overline{V_{promt}} + I.C.$$

Estimación de velocidad promedio ponderada ($\overline{V_{promt}}$)

En la estimación de la velocidad promedio ponderada, se utilizaron datos registrados por el sensor de abertura, en los cuales se midió el intervalo de tiempo transcurrido entre el primer valor registrado y el que lo precedió, así mismo se realizó la estimación de la diferencia entre abertura de punta de alas.

$$\Delta T = T_{APA(n+1)} - T_{APA(n)}$$

$$\Delta APA = APA_{(n+1)} - APA_{(n)}$$

$$V_i = \frac{\Delta APA}{\Delta T}$$

$$\overline{V}_{promt} = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n}$$

donde:

$T_{APA(n)}$:	tiempo inicial medido en segundos
$T_{APA(n+1)}$:	tiempo final medido en segundos
ΔT :	tiempo transcurrido entre lecturas de APA medido en segundos
ΔAPA :	variación de APA en metros, medido en un intervalo de tiempo (ΔT). El valor positivo y negativo de APA representa el aumento y descenso del mismo
V_i :	velocidad de aumento o descenso de APA medido en m/s
V_{promt} :	velocidad promedio medida en m/s

Estructura de abertura de punta de alas de los lances analizados

Para determinar la estructura de abertura de punta de alas analizada durante la realización de cada lance, se confeccionaron distribuciones de frecuencia de abertura, agrupando en intervalos de 0,5 m las mediciones de abertura medidas por el sensor.

Además, se calculo la abertura media, la correspondiente varianza y la desviación estándar, siendo las estructuras de abertura determinadas en términos globales y por lance.

Prueba de bondad de ajuste

Se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para determinar el grado de acuerdo entre la distribución de valores de abertura de punta de alas y la distribución teórica de la curva normal.

Prueba Kolmogorov-Smirnov

El objetivo de esta prueba es verificar la distribución de una serie de datos que provienen de una muestra aleatoria, es decir, que son independientes y de una misma población. En este sentido, para comprobar que las mediciones de abertura de punta de alas provienen de una población que presenta una distribución teórica normal. La prueba consistió en comparar la distribución de frecuencia acumulativa de la distribución teórica normal con la distribución de frecuencia acumulativa observada de los datos de abertura y así luego determinar el punto en el que estas dos distribuciones muestran la mayor divergencia, para lo cual se utilizó programa computacional para análisis estadísticos SPSS.

El estadístico de prueba consiste en un valor de distancia “D”, dicho valor se define como la distancia máxima en valor absoluto entre la función de distribución observada y la función de distribución teórica.

Para lo cual se utilizo la siguiente hipótesis:

$$H_0 : F_n(x) \text{ sigue una distribución normal}$$
$$H_0 : F_n(x) \text{ no sigue una distribución normal}$$

El estadístico utilizado para la prueba K-S es el siguiente:

$$D_n = \max |F_n(x) - F(x)|, \quad \text{para } i = 1, \dots, n$$

donde:

D_n : distancia máxima observada entre las distribuciones.

$F_n(x)$: corresponde a la distribución empírica.

$F(x)$: corresponde a la distribución teórica, en este caso a la normal.

La hipótesis nula (H_0) se rechaza si el p -valor asociado al estadístico de contraste es menor que $\alpha = 0,05$.

Efecto de las variables ambientales sobre el desempeño de la abertura de la red

En la determinación del efecto que presentan las condiciones imperantes sobre los lances con mal desempeño se utilizó la prueba de Friedman la cual es el equivalente a la prueba ANOVA para dos factores en la versión no paramétrica, la cual se utiliza para contrastar la hipótesis nula de que la muestra procede de una población en la que la distribución de las condiciones ambientales (en este caso) es la misma.

Prueba de Friedman

Previo a la realización de la prueba de Friedman se tomo una muestra aleatoria de 70 valores de abertura de punta de alas de cada lance, ya que no se cuenta con el mismo número de datos de abertura por lance (Anexo 3). Seguidamente los datos fueron analizados mediante el programa computacional para análisis estadísticos SPSS. En general el método consiste en colocar los datos por filas, reemplazándolos por su respectivo orden, donde las filas representan los datos de abertura igualados y las columnas representan la condición ambiental.

Existen dos casos para su estimación:

- Utilizando la comparación del estadístico de prueba con el valor de las tablas de chi-cuadrada cuando $n > 5$ o $k > 5$. Siendo n el tamaño de la muestra y k el número de variables en escala al menos ordinal, cuyos posibles valores son comparables.
- Utilizando las tablas de Friedman cuando $n < 5$ o $k < 5$.

Sea cual sea el caso la hipótesis a contrastar es:

H_0 : El desempeño de la red es idéntico para la condición de tiempo imperante durante el lance

H_1 : El desempeño de la red no es idéntico para la condición de tiempo imperante durante el lance

El estadístico utilizado para la prueba de Friedman es el siguiente:

$$X_r^2 = \frac{12}{nk(k+1)} \sum_{j=1}^k (R_j)^2 - 3n(k+1) \quad (\text{Siegel, 1972})$$

donde:

X_r^2 : estadístico de prueba

n : número de filas

k : número de columnas

R_j : suma de rangos en la columna j

$\sum_{j=1}^k (R_j)^2$: sumatoria de los cuadrados de la suma de rangos en la columna j en todas las k condiciones

Luego se rechazara la hipótesis nula (H_0) si estadístico de prueba es tal que:

$$X_r^2 > X_{\alpha/2, k-1}^2$$

Para ello, se utilizó un nivel de confianza (α) de un 95% y n-2 grados de libertad.

Efecto de la variación del ángulo de inclinación (ΔCF) en la abertura de punta de alas (APA)

En la medición del efecto del contacto con el fondo en la disminución de la abertura de punta de alas, se determinó la diferencia entre las inclinaciones medidas por el sensor de contacto con el fondo en el momento que se registró el primer valor de abertura de punta de alas, el que se midió como la diferencia entre el ángulo inicial (n) y final (n+1). La variación del ángulo que fue registrado en cada intervalo de tiempo evaluado, se comparó con el promedio total de las estimaciones del lance evaluado generando un intervalo al cual se le sumo y resto la desviación estándar del lance.

Al comparar el rango promedio en que fluctuaron los valores de contacto del borlón con el fondo (CF) con la diferencia que se obtuvo en cada intervalo de tiempo, si esta no cae dentro de este rango debe asignarse una variable de tipo dicotómica (0,1), la cual en primera instancia medirá si existe alguna alteración sobre la red, para luego dar paso a definir si aquella alteración estuvo asociada a una elevación o caída de la red (0: la red se mantiene

estable, 1: la red se despega del fondo), que permita identificar el posible efecto que esta variación pudiese tener sobre la abertura de punta de alas.

$$\Delta CF = CF_{(n+1)} - CF_{(n)}$$

$$\overline{\Delta CF} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta CF_i}{n}$$

$$SI(\overline{\Delta CF} + IC \leq \Delta CF_i; 1; 0) \cap SI(\overline{\Delta CF} - IC \geq \Delta CF_i; 1; 0)$$

Seguidamente de esto, se correlacionó la abertura de punta de alas con la variable dicotómica asignada en función del tiempo, para así poder visualizar de mejor manera la existencia de relación entre la variación del contacto con el fondo y la abertura de punta de alas.

Variación del ángulo de contacto por tipo de condición e intervalo de tiempo

Los datos de ΔCF y APA de cada lance se agruparon en intervalos de tiempo de cinco minutos, los cuales a su vez se agruparon de acuerdo a la condición (variable dicotómica) que le fue asignada anteriormente. De tal forma que se obtuvo un promedio ponderado de las variaciones del contacto con el fondo en cada intervalo de tiempo evaluado, las que fueron correlacionadas con la abertura de punta de alas de tal manera que se pudiese obtener la tendencia que presentó cada lance.

Efecto del contacto con el fondo sobre la abertura de punta de alas

En la determinación de la existencia de efectos asociados a la variación del ángulo de inclinación del borlón con el fondo respecto a la abertura de punta de ala se utilizó una prueba de hipótesis para determinar la significancia de la regresión lineal, para lo cual se estimó la desviación estándar de las diferencias de ángulo de inclinación del borlón con el fondo de cada lance evaluado para luego aplicar el test estadístico.

Para lo cual se utilizó la siguiente hipótesis:

$$H_0 : \beta_1 = 0$$

$$H_1 : \beta_1 \neq 0$$

De modo que el estadístico t utilizado para determinar si existe linealidad entre las variables es:

$$t_0 = \frac{B_1}{se(B_1)}$$

donde:

t_0 : estadístico de prueba

B_1 : pendiente del modelo de regresión lineal simple

$se(B_1)$: desviación estándar del parámetro B_1

Luego se rechazara la hipótesis nula (H_0) si estadístico de prueba es tal que:

$$|t_0| > t_{\alpha/2, n-2}$$

Para ello, se utilizó un nivel de confianza (α) de un 95% y n-2 grados de libertad.

Coefficiente de correlación entre variables explicatorias

El análisis de correlación entre las variables explicatorias es una herramienta proporcionada por el sistema de análisis de datos de Excel, en el cual es posible ver el grado de asociación que presentan dichas variables entre sí. Con lo anterior, se determinó la posible redundancia de las variables independientes seleccionadas para el modelo, de esta forma, se constituye como un análisis previo en la inclusión de variables. Corresponde a un índice estadístico que mide la relación lineal entre dos variables.

El valor del índice de correlación varía entre -1 y 1 y corresponde a un índice estadístico que mide la relación lineal entre dos variables.

Dependiendo del valor que asume, presenta distintas interpretaciones:

- Si $r = 0$, no existe ninguna correlación. El índice indica, por tanto, una independencia total entre las dos variables seleccionadas para el modelo, es decir, que la variación de una de ellas no influye en absoluto en el valor que pueda tomar la otra.
- Si $r = 1$, existe una correlación positiva perfecta. El índice indica una dependencia total entre las dos variables denominada relación directa: cuando una de ellas aumenta, la otra también lo hace en idéntica proporción.
- Si $0 < r < 1$, existe una correlación positiva.
- Si $r = -1$, existe una correlación negativa perfecta. El índice indica una dependencia total entre las dos variables llamada relación inversa: cuando una de ellas aumenta, la otra disminuye en idéntica proporción.
- Si $-1 < r < 0$, existe una correlación negativa.

Se dice que una correlación es significativa si la misma se encuentra entre $(-1; -0,7)$ o $(1; 0,7)$ (Montgomery, 2005).

Selección de variables en un modelo de regresión múltiple

En la mayoría de los casos de regresión lineal múltiple, se debe tener un número posible de variables independientes que pueden ser incluidas en la ecuación de regresión. Por otro lado, cuando, el conjunto de variables independientes esta definido el modelo de regresión se usa esencialmente como una aproximación confirmatoria. En caso contrario, se puede elegir entre el conjunto de variables independientes que se posean realizando un análisis de colinealidad.

Análisis de colinealidad

Se realizó un análisis de colinealidad para determinar que variables debían ser excluidas del modelo. Para ello, se debe tener en cuenta de que la multicolinealidad es un problema muestral, para el cual no existen contrastes estadísticos, propiamente dichos, que sean aplicables para su detección. Sin embargo, se han desarrollado reglas prácticas que han tratado de determinar en qué medida la multicolinealidad afecta gravemente a la estimación.

En este sentido, se evaluaron dos procedimientos para la detección de colinealidad que son el factor de incremento de la varianza (FIV) y el índice de condición (IC)

Factor de incremento de la varianza

El factor de incremento de la varianza (FIV) es la razón entre la varianza observada y la que habría sido en caso de que X_j no estuviera correlacionada con el resto de los regresores del modelo, el cual viene dado por la expresión:

$$FIV(\hat{\beta}_j) = \frac{1}{1 - R_j^2}$$

donde:

R_j^2 : corresponde al coeficiente de correlación de la variable j.

Una regla empírica, citada por Kleinbaum (1988), consiste en considerar que existen problemas de colinealidad si algún FIV es superior a 10, que corresponde a algún R_j^2 0,9 y $T_i < 0,1$. Aunque puede existir colinealidad con FIV bajos, además puede haber colinealidades que no impliquen a todas las variables independientes y que, por tanto, no son bien detectadas por el FIV.

Índice de condición

Una forma mas detallada de explicar la colinealidad es realizar un análisis de componentes principales de las variables independientes, Para ello, Belsley (1991) propone usar conjuntamente los índices de condición y la proporción de descomposición de varianza

para realizar el diagnóstico de colinealidad, usando como umbral de proporción alta 0,5 de modo que, finalmente, dicho diagnóstico se hará de la siguiente forma:

Los índices de condición altos (mayores que 30) indican el número de colinealidades y la magnitud de los mismos mide su importancia relativa.

Si un componente tiene un índice de condición mayor que 30 y dos o más variables tienen una proporción de varianza alta en la misma dimensión, se puede decir con certeza que esas variables son colineales.

Soluciones alternativas planteables para el modelos pueden ser: cambios de escala en las variables, incluyendo el centrado de las mismas (restar a cada variable su media) o, incluso, eliminar alguna de las variables colineales.

Método de regresión lineal múltiple

El análisis de regresión múltiple es una técnica estadística que se utiliza para analizar la relación entre una única variable dependiente (criterio) y varias variables independientes (explicatorias). El objetivo del análisis de regresión múltiple es usar las variables independientes, cuyos valores son conocidos, con el fin de predecir la única variable dependiente seleccionada y facilitar la interpretación de la influencia de cada variable en el modelo obtenido.

La regresión lineal múltiple proporciona, además de su carácter predictivo, un medio de evaluar objetivamente el grado y carácter entre las variables dependientes e independientes al formar el valor teórico. Las variables independientes, además de su predicción conjunta de la variable dependiente, pueden considerarse también por su contribución individual al resultado de la regresión, por lo tanto, la interpretación del modelo de regresión lineal múltiple puede tomarse desde la perspectiva de la importancia de las variables independientes seleccionadas (Hair *et al.*, 1999).

El modelo de la ecuación proyectada por la regresión lineal múltiple comprende la siguiente estructura:

$$Y = B_0 + B_1 \cdot X_1 + B_2 \cdot X_2 + \dots + B_n \cdot X_n + e_i$$

Mediante la técnica de análisis de regresión lineal múltiple se corroboró el efecto de la fuerza del viento, el estado del mar, la estrategia de pesca (dirección en la que se realiza el lance) y la variación del ángulo de contacto con el fondo (ΔCF) en la predicción de la abertura de punta de alas (APA).

En la determinación de la existencia de relación lineal entre la variable de respuesta (APA) y el subconjunto de variables expuestas anteriormente se utilizó una prueba de significancia, para ello se realizó la siguiente hipótesis de nulidad:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0 \quad \text{con } k = 1, 2, 3 \text{ y } 4$$

$$H_1 : \beta_1 \neq 0$$

donde:

- β_1 : Coeficiente de regresión del estado del mar
- β_2 : Coeficiente de regresión de la estrategia de pesca
- β_3 : Coeficiente de regresión del contacto con el fondo
- β_4 : Coeficiente de regresión de la velocidad del viento

El rechazo de H_0 implica que al menos una de las variables de regresión x_1, x_2, \dots, x_k tiene una contribución significativa en el modelo.

Percepción de capitanes que operan actualmente en la flota de arrastre crustáceos.

De modo de tener una visión más amplia sobre el comportamiento del arte y la embarcación frente a las variables ambientales se realizaron una serie de preguntas concernientes a como enfrentan diversos escenarios, ya sea navegando en rumbos opuesto ó en condiciones de tiempo desfavorables. Además, se realizaron consultas con respecto a las relaciones de cable/profundidad que utilizaban durante la maniobra.

Las consultas que se realizaron específicamente fueron las siguientes:

- ¿Existen diferencias navegando a favor o en contra de la corriente?
- ¿Cuáles son las condiciones recomendadas para calar la red?
- Con respecto a la relación cable/profundidad. ¿En que influye en relación al contacto de la red con el fondo?
- ¿A que se atribuye que la red se despegue del fondo?

Modelo general de la metodología

Teniendo las mediciones de abertura de punta de alas y del ángulo de inclinación del borlón con el fondo y de factores mesurables que pudieran influir sobre la abertura de punta de alas, se procedió a la revisión de los datos con el fin de darles una forma apropiada para realizar los análisis posteriores, de modo de poder explicar de mejor manera las interacciones entre las variables ambientales y de operación de modo de formular resultados, relaciones y conclusiones del comportamiento del arte y las variables que mejor expliquen la variación de la abertura de punta de alas (Fig. 18).

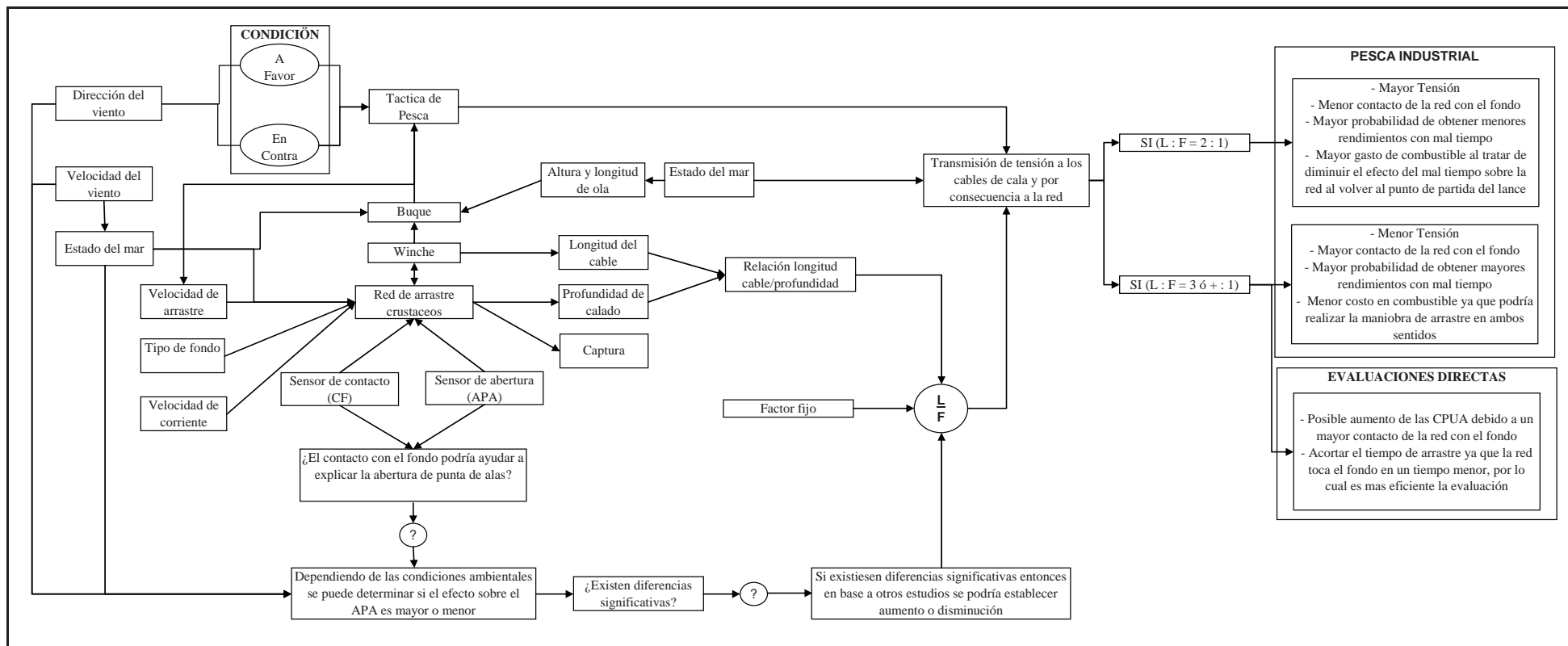


Figura 18. Modelo que relaciona variables ambientales, embarcación, arte de pesca, sensores de contacto y abertura de punta de alas en relación a los beneficios que podría permitir un aumento de la relación de cable/profundidad en evaluaciones directas y pesca industrial.

Resultados

Aspectos operacionales

Durante la realización del proyecto FIP 2006-20 “Rediseño de redes de arrastre de crustáceos” la embarcación arrastrera “*Isabel S*” realizó 131 lances utilizando una nueva red prototipo para la pesquería, de los cuales 13 se efectuaron con un sensor de abertura de punta de alas y de contacto con el fondo en forma simultánea entre las Regiones de Coquimbo y Valparaíso, estos se realizaron en diferentes condiciones ambientales y de operación en faenas dirigidas principalmente a camarón naílon (*Heterocarpus reedi*) (Tabla 7).

En general los lances presentaron una velocidad de rastreo promedio de 1,97 nudos con valores que fluctuaron entre los 1,8 y 2,2 nudos, mientras que la duración promedio de los lances fue de 34,2 minutos, con valores que fluctuaron entre 30 y 47 minutos. Por otra parte, los lances presentaron una relación cable/profundidad promedio de 2,2 con valores que fluctuaron entre los 2,1 y 2,5 (Tabla 8). Por otro lado la captura de crustáceos varió entre 47,1 (Lance 26) y 329,7 (Lance 53) kg, mientras que la captura de fauna acompañante fluctuó entre 37,4 (Lance 26) y 143,6 (Lance 32) kg. En general, la captura promedio fue de 0,2 ton/lance (Tabla 9 y Anexo 4).

Tabla 7
Características ambientales y operacionales de los lances analizados.

Lance	Especie objetivo	Rumbo (°)	Tipo de fondo	Estado del mar	Velocidad del viento (nudos)	Dirección del viento
24	Camarón naílon	330	Arena	De fondo	3	SW
25	Camarón naílon	180	Arena	De fondo	3	SW
26	Camarón naílon	205	Arena	De fondo	5	SW
27	Camarón naílon	350	Arena	Boba	3	SW
28	Camarón naílon	350	Arena	Boba	3	SW
29	Camarón naílon	0	Arena	Boba	3	SW
30	Camarón naílon	180	Arena	Boba	3	SW
31	Camarón naílon	180	Arena	Boba	5	SW
32	Camarón naílon	180	Arena	Boba	4	SW
53	Sin objetivo de captura	180	Fango	Calma	0	-
54	Sin objetivo de captura	330	Fango	Calma	0	-
55	Sin objetivo de captura	205	Fango	Boba	3	SW
64	Sin objetivo de captura	180	Arena	Marejada	25	SW

Tabla 8
Relación cable/profundidad de los lances evaluados.

Lance	Profundidad media (m)	Longitud cable cala (m)	Relación cable/profundidad	Velocidad de arrastre (nudos)
24	277,0	600	2,17	1,89
25	279,5	600	2,15	2,05
26	281,0	600	2,14	1,89
27	269,0	600	2,23	1,80
28	272,0	600	2,21	1,99
29	272,0	600	2,21	1,87
30	268,5	600	2,23	2,01
31	264,0	600	2,27	2,03
32	262,0	600	2,29	2,00
53	140,5	350	2,49	2,15
54	150,0	350	2,33	1,85
55	157,5	350	2,22	2,01
64	206,0	450	2,18	2,09

Tabla 9
Captura de crustáceos y fauna acompañante de los lances realizados utilizando los sensores de contacto y abertura de punta de alas.

Lance	Captura (kg)		
	Crustáceos	Fauna acompañante	Total
24	70,0	50,3	120,3
25	77,6	42,6	120,2
26	47,1	37,4	84,5
27	112,2	72,1	184,3
28	128,1	60,6	188,7
29	181,8	55,5	237,3
30	208,7	55,9	264,6
31	243,6	58,3	301,9
32	179,6	143,6	323,2
53	329,7	48,1	377,8
54	39,6	72,2	111,8
55	90,6	51,5	142,1

Abertura de punta de alas y contacto con el fondo

En la determinación de las variables que tienen efecto sobre el contacto con el fondo se observó que en determinados intervalos de tiempo de ciertos lances cuando se producen variaciones altas en el ángulo que mide el contacto efectivo con el fondo (CF) simultáneamente se produce una disminución en la abertura de punta de alas (APA) (Figs. 19 y 20). No obstante, esta tendencia no se observó claramente en todos los lances ya que algunos presentan variaciones de ángulo baja. No obstante, durante el análisis previo de los lances no se dejó fuera la variable ambiental como en el caso particular del lance 55, el cual presentó una disminución progresiva de la abertura de punta de alas sin verse afectado mayormente el ángulo de contacto con el fondo. Pese a esto, el lance no fue excluido del análisis.

Por otra parte, mediante la observación se puede presumir que los minutos iniciales y finales del lance podrían presentar variaciones de ángulo más irregulares, ya que terminando el lance se comienza a virar el cable, por ende la tensión aumentaría produciendo mayor variación en el ángulo de contacto y disminución en la abertura de punta de alas, mientras que al comienzo del lance la red tardaría en lograr la abertura suficiente luego de que los portalones tocan el fondo.

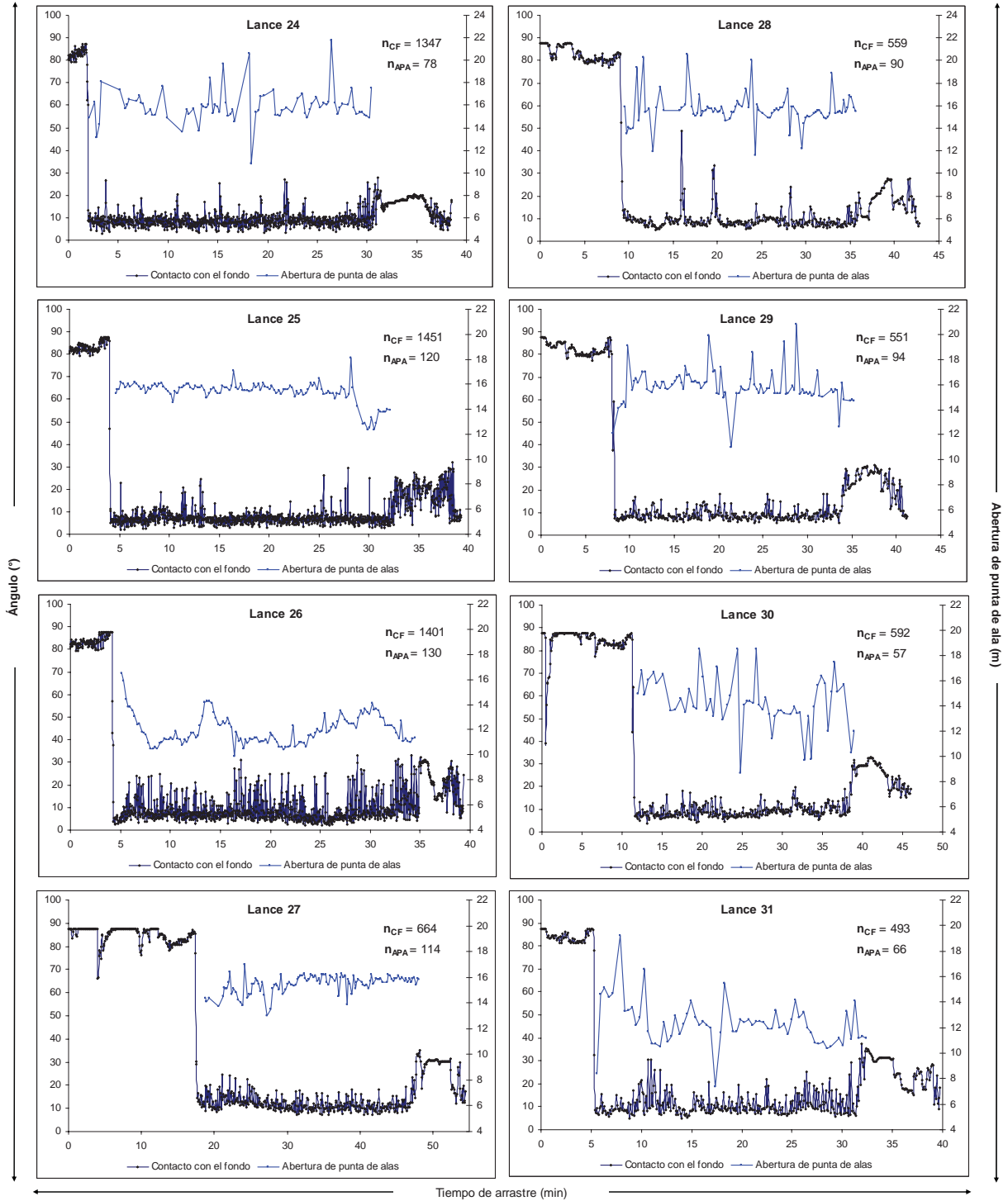


Figura 19. Abertura de punta de alas y ángulo de inclinación del sensor de contacto del borlón, entre los lances 24 y 31.

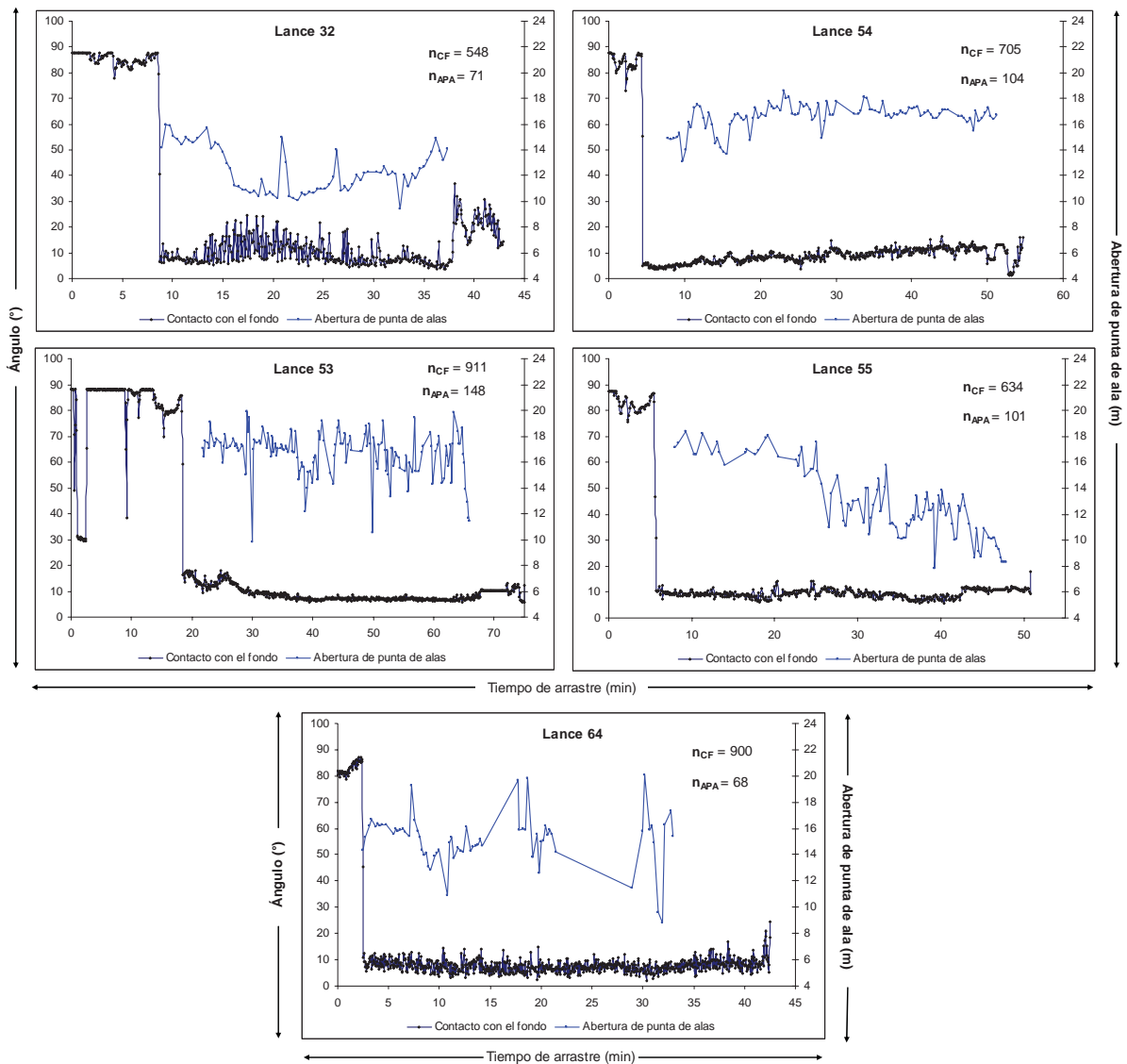


Figura 20. Abertura de punta de alas y ángulo de inclinación del sensor de contacto del borlón de los lances 32, 54, 53, 55 y 64.

Minimización de valores de apertura de punta de ala (APA)

Durante el análisis de los datos, se observó en ciertas ocasiones valores escapados en las mediciones de apertura de punta de alas, los cuales fueron corregidos en base a la velocidad media que pudiera tener la red durante el lance (Figs. 21 y 22) (lo que fue evaluado en cada lance), ya que se prefirió no eliminarlos de tal forma de mantener la misma cantidad de datos y así el análisis del efecto que tiene el contacto con el fondo con la apertura de punta de alas fuese mas robusto.

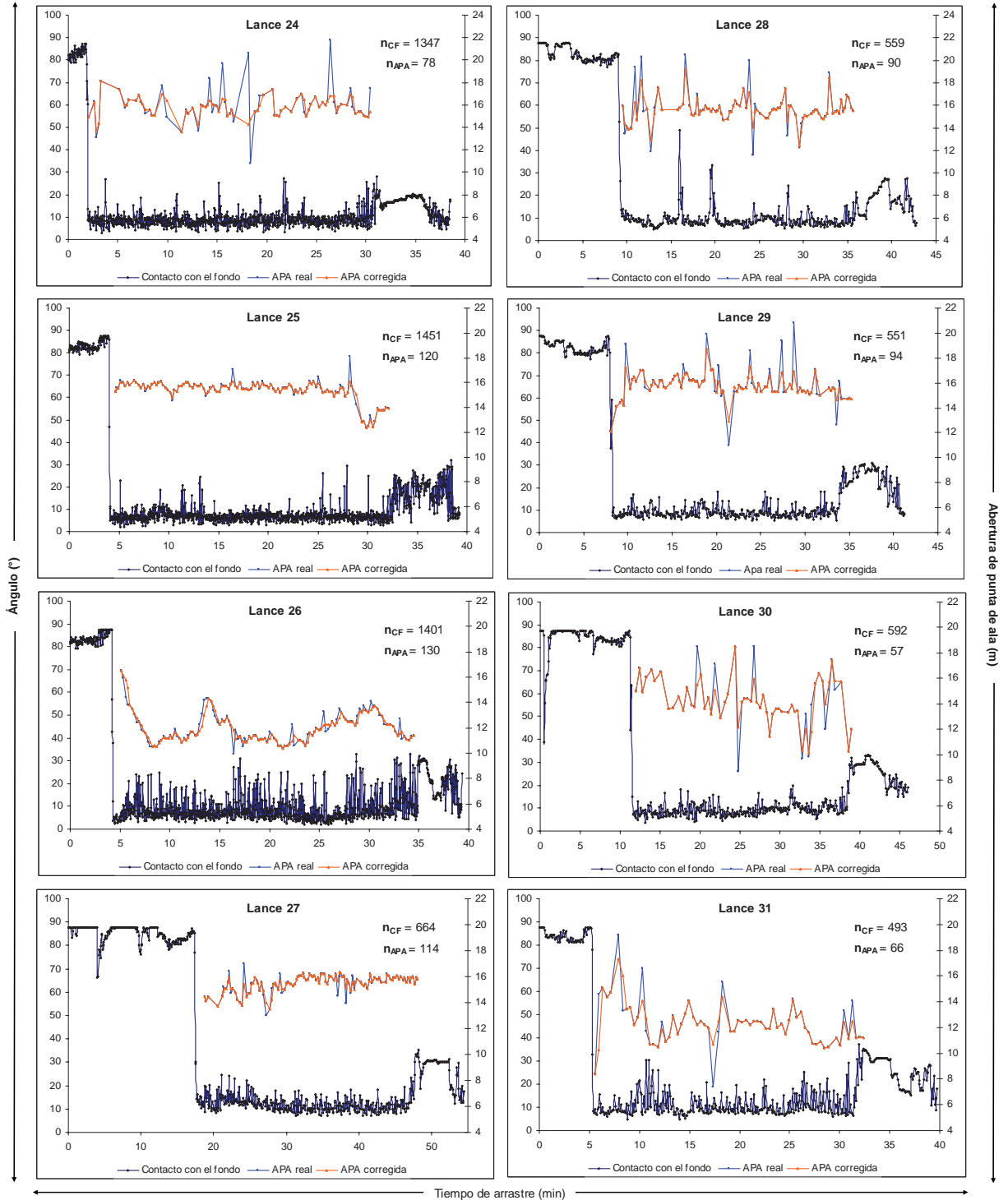


Figura 21. Abertura de punta de ala corregida y real en función del contacto del borlón, entre los lances 24 y 31.

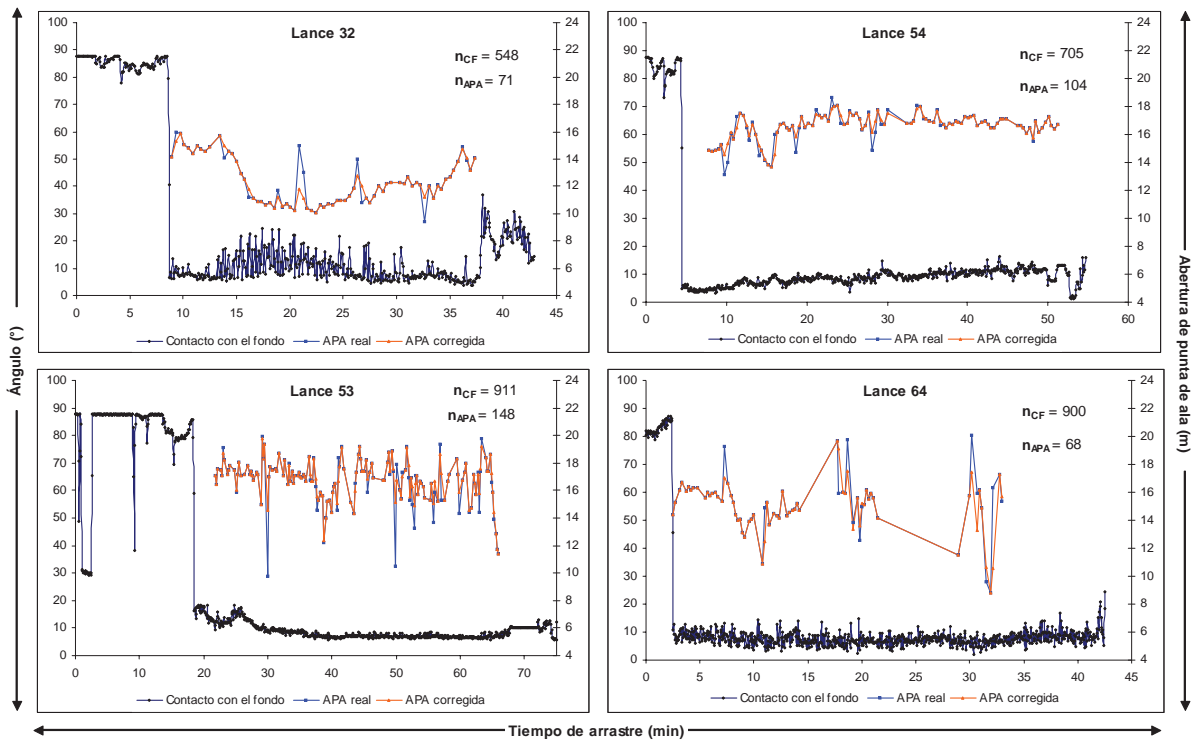


Figura 22. Abertura de punta de ala corregida y real en función del contacto del borlón en los lances 32, 53, 54 y 64.

Distribución de frecuencia de apertura de punta de alas

El rango de apertura de punta de alas de los datos tomados por el sensor fluctuó entre 8 y 20 m. Los lances que exhibieron mayor apertura fueron el 53 y 54 que promediaron 16,8 y 16,6 m, respectivamente. Mientras que el lance 26 registró en promedio el valor mas bajo de que fue de 12,0 m apertura.

En cuanto a las distribuciones de frecuencias de la apertura de punta de alas se observó que en los lances 26, 31 y 32 se concentran los valores menores a 13 m de apertura (Fig. 23). En términos globales, se destacan dos modas importantes de 11,0 y 15,5 m de apertura (Fig. 24).

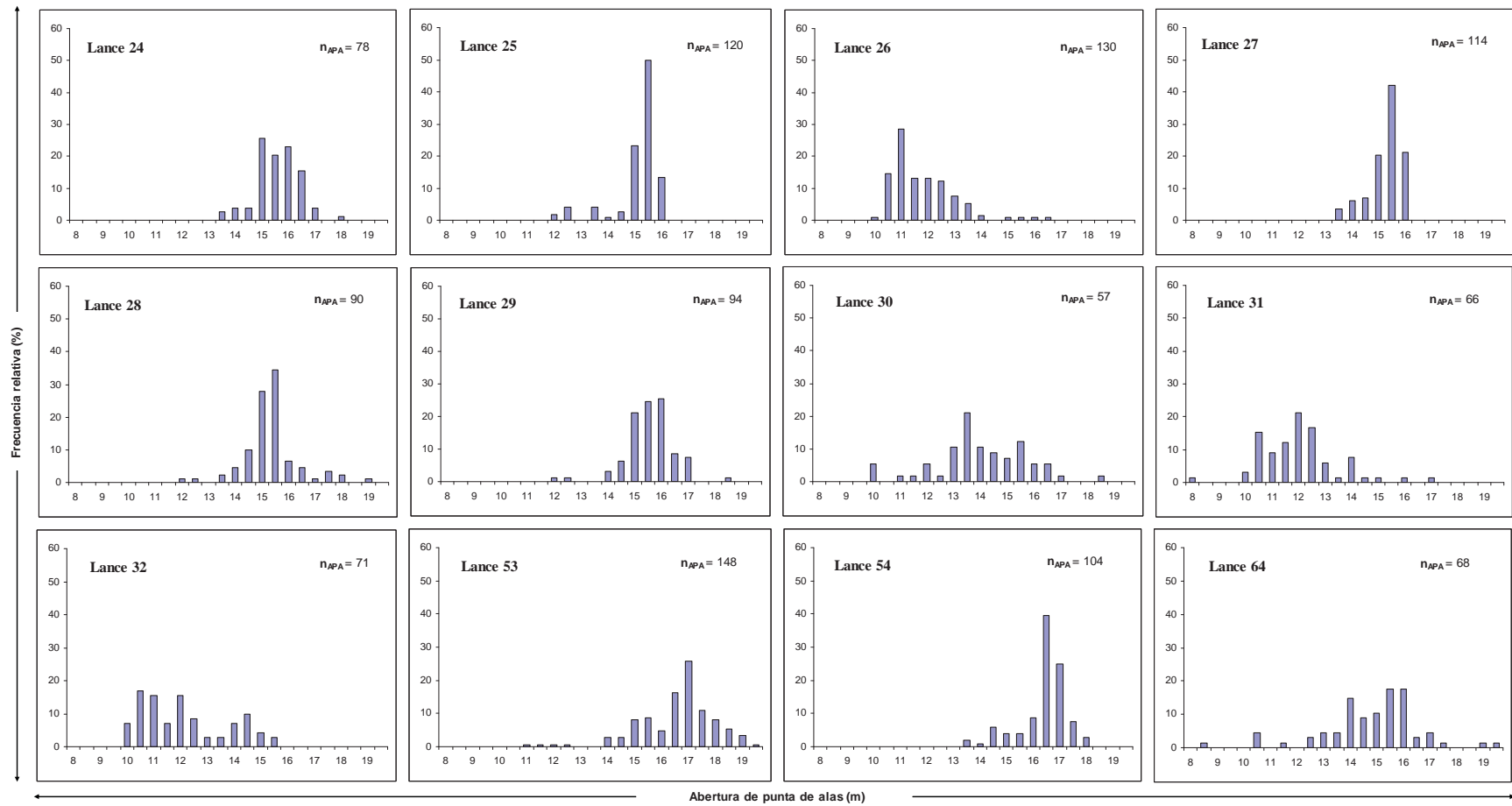


Figura 23. Distribución de abertura de punta de ala por lance.

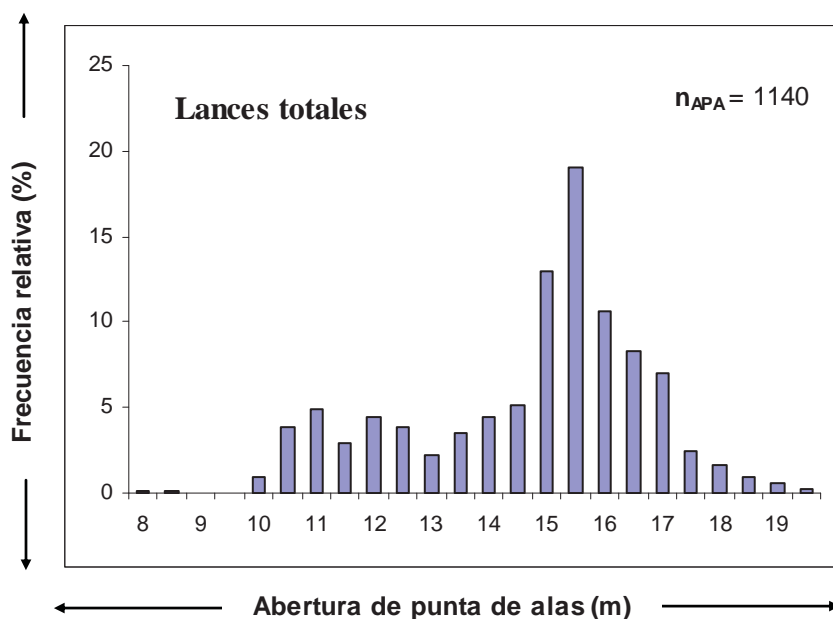


Figura 24. Distribución de abertura de punta de ala de la totalidad de los lances realizados.

Análisis de normalidad de la abertura de punta de alas por lance

Seguidamente, se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para comprobar si la abertura de punta de alas en cada lance sigue una distribución normal, el cual entrego que el p -valor asociado al estadístico de contraste es mayor que 0,05 en los lances 24, 29, 30, 31, 32 y 64 (Tabla 10).

Tabla 10
Prueba de Kolmogorov-Smirnov para los lances analizados.

	LANCE24	LANCE25	LANCE26	LANCE27	LANCE28	LANCE29	LANCE30	LANCE31	LANCE32	LANCE53	LANCE54	LANCE64	
N	78	120	130	114	90	94	57	66	71	148	104	68	
Parámetros normales	Media	15,80	15,35	12,00	15,49	15,58	15,77	14,24	12,25	12,34	16,79	16,61	15,00
	Desviación típica	0,824	0,818	1,163	0,614	1,023	0,901	1,728	1,454	1,632	1,409	0,889	1,845
Diferencias más extremas	Absoluta	0,064	0,267	0,129	0,164	0,188	0,125	0,115	0,141	0,131	0,137	0,200	0,108
	Positiva	0,049	0,173	0,129	0,096	0,188	0,083	0,059	0,141	0,131	0,070	0,082	0,108
	Negativa	-0,064	-0,267	-0,090	-0,164	-0,125	-0,125	-0,115	-0,071	-0,100	-0,137	-0,200	-0,107
Z de Kolmogorov-Smirnov	0,565	2,924	1,474	1,753	1,786	1,212	0,868	1,144	1,107	1,668	2,036	0,894	
Sig. asimtót. (bilateral)	0,907	0,000	0,026	0,004	0,003	0,106	0,438	0,146	0,172	0,008	0,001	0,401	

Efecto de las variables ambientales sobre el desempeño de la abertura de la red

Debido a que no todos los lances siguen una distribución normal se optó por utilizar la prueba no paramétrica de Friedman para así determinar si los lances 26, 31 y 32 que presentaron un mal desempeño en términos de la abertura de punta de alas provienen de una población en que la variable ambiental se relaciona a condiciones de mal tiempo (mar de fondo y velocidades del viento mayores a 3 nudos).

La prueba comparó la media de los rangos asignados a los valores de cada uno de los tres lances analizados (Tabla 11). El p -valor asociado al estadístico de contraste (Sig. Asintót = 0,218) es mayor que 0,05, luego al nivel de significación establecido no se puede rechazar la hipótesis nula (Tabla 12). Dado que las diferencias entre los rangos no son estadísticamente significativas, se puede aceptar bajo el punto de vista de la prueba de Friedman, que el mal desempeño de la red evidenciado en estos lances depende del mal tiempo acontecido durante la realización de los lances.

Tabla 11

Rangos promedios para los lances con mal desempeño.

	Rango promedio
Lance 26	1,907
Lance 31	2,121
Lance 32	1,971

Tabla 12

Estadísticos de contraste para los lances con mal desempeño.

N	70
X^2	1,717
gl	2
Sig. asintót.	0,424

Efecto de la variación del ángulo de inclinación en la abertura de punta de alas

Para medir el efecto del contacto con el fondo en la disminución de la abertura de punta de alas, se midió la diferencia entre los ángulos de inclinación entregados por el sensor de contacto, los cuales en general fluctuaron entre -31 y 28° , exhibiendo desviaciones estándar que variaron entre los $0,9$ y $6,6^\circ$ (Tabla 13), siendo las mayores desviaciones de los lances 26, 31 y 32. Mientras que la media de la abertura de punta de alas de los lances fluctuó entre los 12 y $16,8$ m presentado los valores medios más bajos en los lances 26, 31 y 32 (Figs. 25, 26 y Tabla 14).

Los datos de cada lance se agruparon en intervalos de cinco minutos con el fin de ver la tendencia de la abertura de punta de alas y la variación del contacto con el fondo, lo cual se logra ver claramente en el lance 32. No obstante, no deja de llamar la atención que en general aberturas de punta de alas menores a 13 m están asociadas a variaciones del ángulo de inclinación con el borlón superiores a 5° (Figs. 27 y 28).

Por otra parte, en lo que respecta a la variación de la abertura no se observó claramente si la disminución de esta se produce en el instante en que la variación del contacto es alta, razón por la cual se utilizó el promedio de las variaciones en intervalos de cinco minutos.

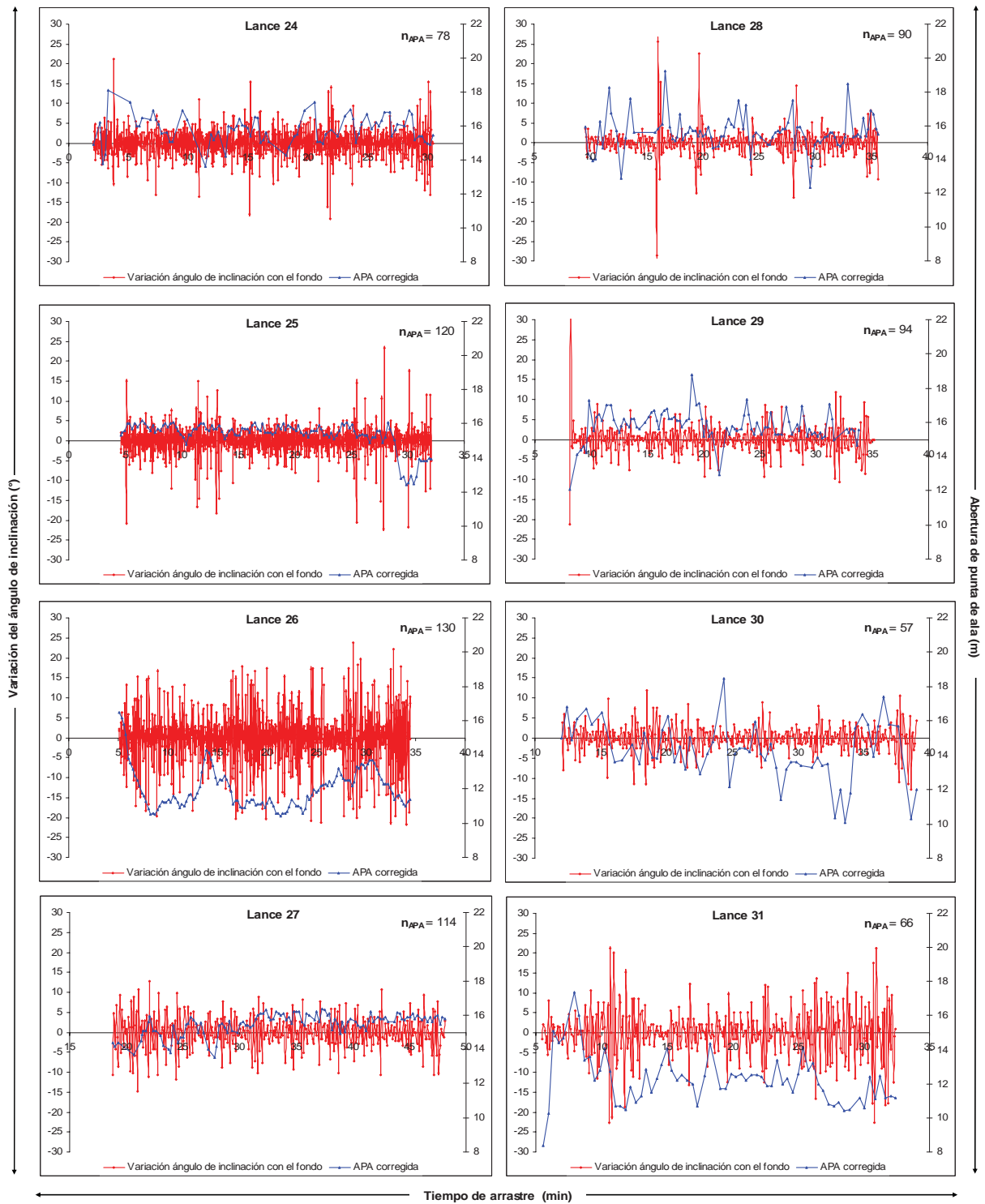


Figura 25. Abertura de punta de ala y variación del ángulo de inclinación del borlón con el fondo, entre los lances 24 y 31.

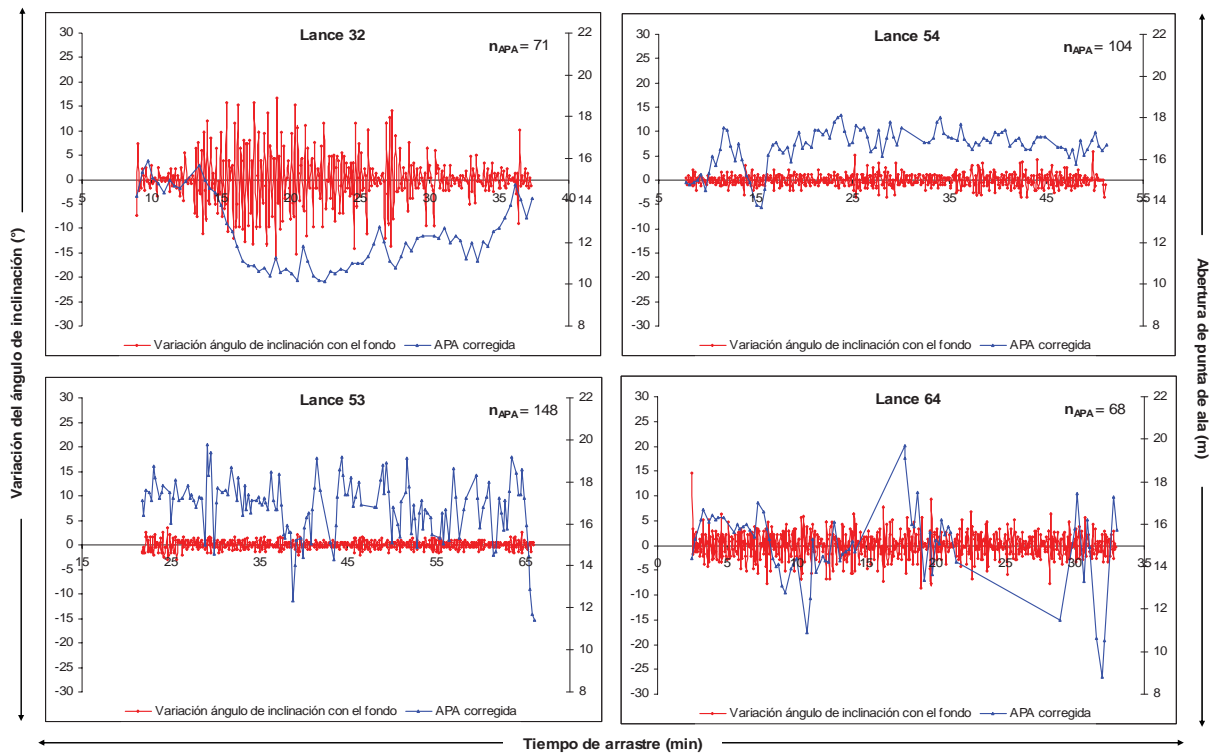


Figura 26. Abertura de punta de ala y variación del ángulo de inclinación del borlón con el fondo en los lances 32, 53, 54 y 64.

El análisis de regresión realizado para comprobar la existencia de efectos asociados a la variación del ángulo de inclinación del borlón con el fondo respecto a la apertura de punta de alas, determino que se acepta la hipótesis de nulidad ($t_c = 2,23 < t_{(0,025,10)} = 5,90$). De acuerdo a ello, es posible afirmar que la variación del contacto afecta a la apertura de punta de alas de forma significativa ($p < 0,05$) (Fig. 29).

Además, se determinó con un 95% de confianza que cuando la proporción de la variación del ángulo de inclinación es mayor a 70%, el promedio de los valores de apertura de punta de alas es superior a 12,3 m. Para poder comparar entre lances se utilizó la desviación estándar total de la variación del ángulo de inclinación del borlón, que fue $4,2^\circ$.

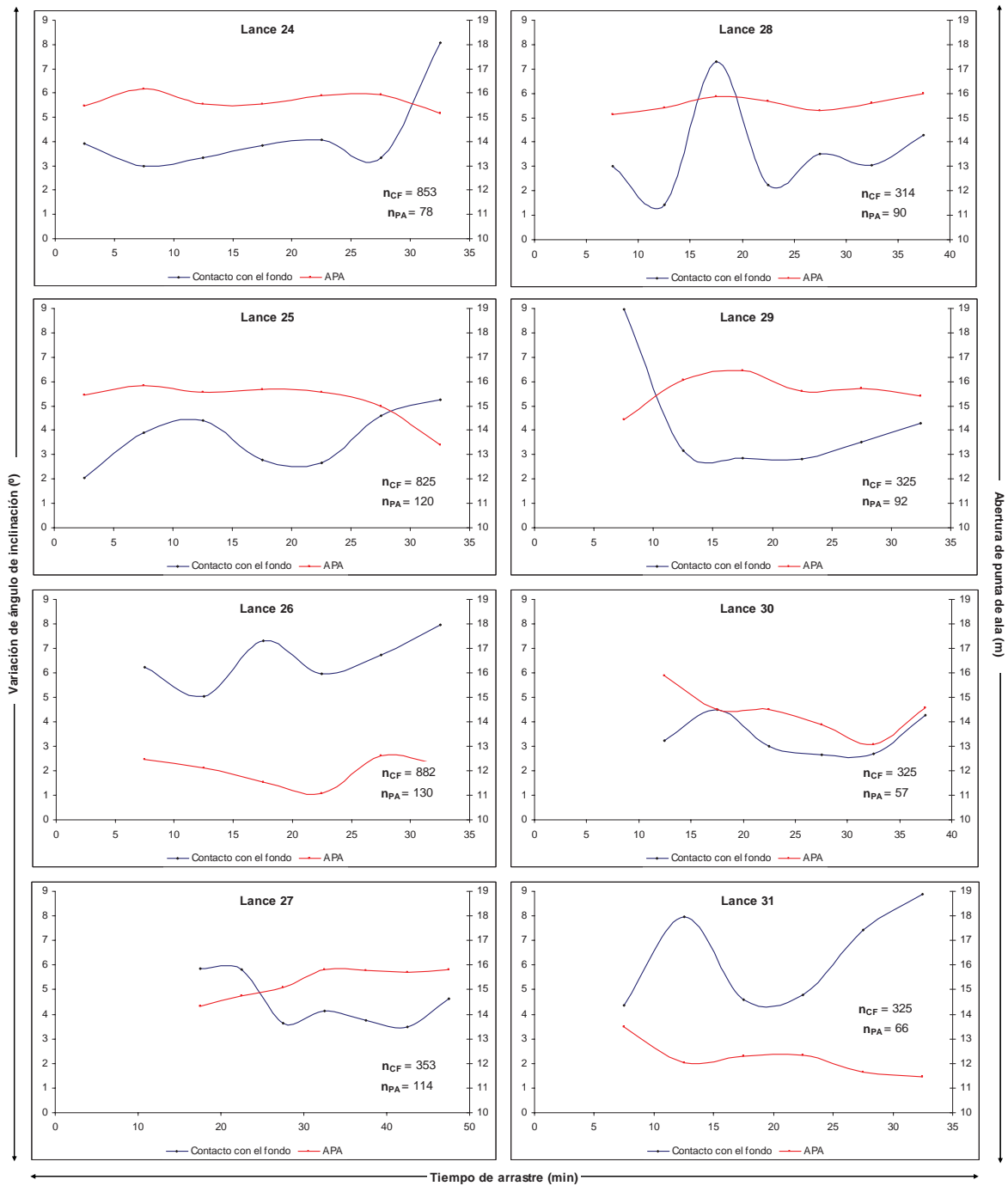


Figura 27. Abertura de punta de alas promedio en función de la variación del ángulo promedio, entre los lances 24 y 31.

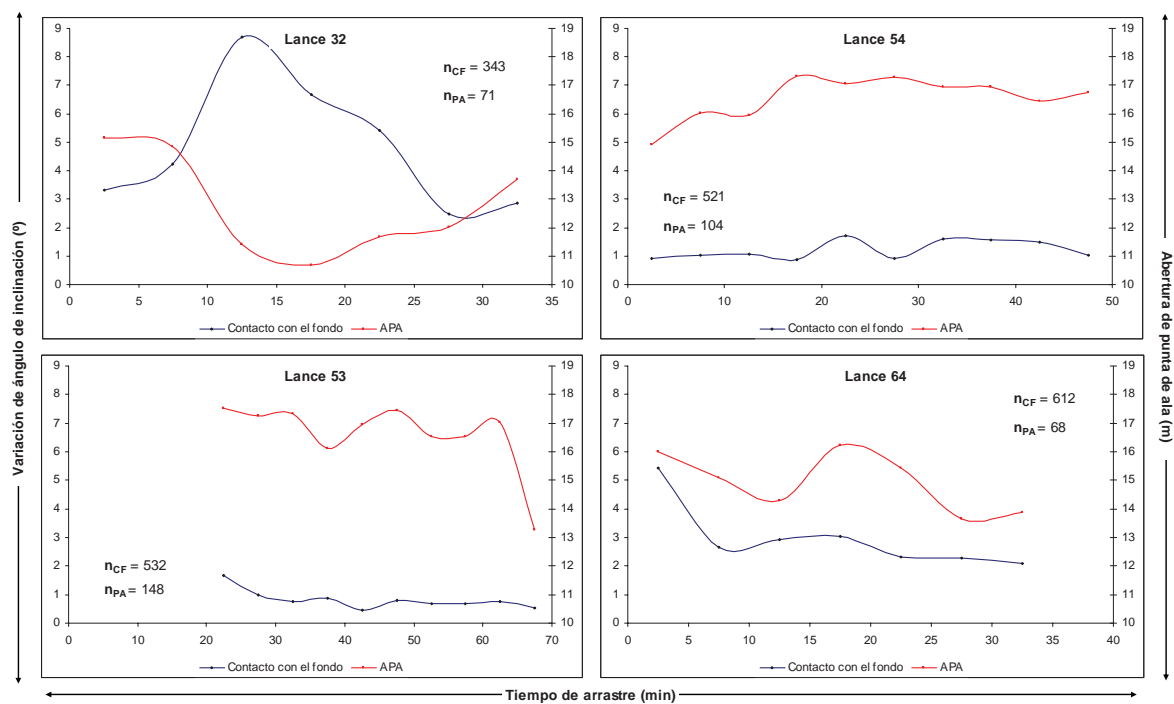


Figura 28. Abertura de punta de alas promedio en función de la variación del ángulo promedio en los lances 32, 53, 54 y 64.

Tabla 13

Principales estadígrafos de las diferencias de ángulos de inclinación en lances realizados por el PAM Isabel S.

Lance	Diferencia de ángulo de inclinación (°)					
	n	Mínima	Máxima	Media	Desviación estandar	Varianza
24	852	-19,16	21,29	0,0005	3,68	13,56
25	824	-22,14	23,42	-0,0046	3,86	14,93
26	881	-21,71	23,85	0,0015	6,56	43,08
27	352	-14,91	12,77	-0,0750	4,34	18,85
28	313	-30,66	27,68	-0,0095	4,02	16,13
29	326	-21,29	51,52	0,0457	4,48	20,09
30	324	-12,77	11,92	-0,0578	3,44	11,85
31	324	-22,57	21,29	-0,0828	6,53	42,59
32	342	-16,18	16,6	0,0000	5,57	31,05
53	531	-2,98	3,41	0,0040	0,85	0,72
54	520	-3,41	5,96	-0,0148	1,29	1,67
64	611	-8,51	34,49	0,0627	2,93	8,57

Tabla 14
Principales estadígrafos de la abertura de punta de alas en lances realizados por el PAM *Isabel S.*

Lance	Abertura de punta de alas (m)					
	n	Mínima	Máxima	Media	Desviación estándar	Varianza
24	78	13,60	18,10	15,80	0,83	0,68
25	120	12,40	16,20	15,36	0,82	0,67
26	130	10,40	16,50	12,00	1,16	1,35
27	114	13,50	16,35	15,48	0,61	0,38
28	90	12,36	19,21	15,58	1,03	1,05
29	94	12,10	18,76	15,77	0,90	0,80
30	57	10,09	18,50	14,24	1,73	2,99
31	66	8,40	17,35	12,25	1,46	2,12
32	71	10,10	15,90	12,34	1,63	2,67
53	148	11,40	19,77	16,79	1,41	1,99
54	104	13,70	18,10	16,61	0,89	0,78
64	68	8,80	19,70	15,00	1,84	3,40

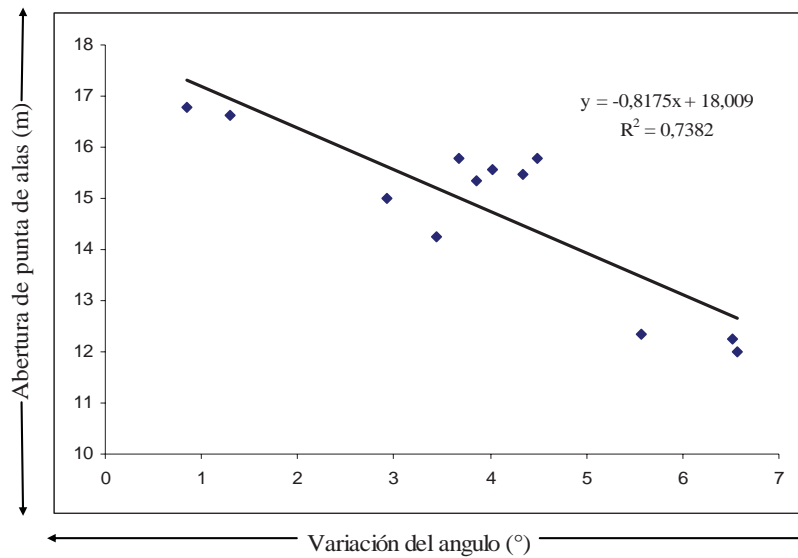


Figura 29. Relación entre la abertura de punta de ala y variación del ángulo de inclinación del brolón con el fondo.

Análisis de correlación y componentes principales

La matriz de correlación dio a conocer que las variables velocidad de arrastre y relación cable profundidad presentan correlaciones altas de 75,5 y 83,4% con otras variables independientes, respectivamente (Tabla 15), lo que revela la existencia de colinealidad parcial. Siendo esto así se aplicó un análisis de componentes principales donde los estadísticos de colinealidad presentaron valores de FIV que variaron entre 2,2 y 5,3 (inferiores a 10) (Tabla 16).

Por otra parte, en el análisis de componentes principales de las variables independientes se observó que las dimensiones 6 y 7 presentan valores altos de índice de condición de 102,5 y 134,1, respectivamente, lo que indica altos problemas de colinealidad. La proporción de la varianza en la dimensión 6 indica que la estrategia de pesca es colineal con la velocidad de arrastre, mientras que la dimensión 7 indica que el estado del mar es colineal con la relación cable profundidad (Tabla 17). Por lo que se decidió excluir las variables relación cable profundidad y velocidad de arrastre del modelo debido a que se desea conocer principalmente el efecto de la variable ambiental en la variación del contacto con el fondo.

Al eliminar las variables velocidad de arrastre y relación cable/profundidad utilizando el método paso a paso se observó que los valores de FIV disminuyeron considerablemente, variando entre 1,4 y 2,1 para el modelo 3 (Tabla 18). Por otra parte, el índice de condición del modelo 3 no presentó valores superiores a seis lo que confirma la inexistencia de colinealidad (Tabla 19).

Tabla 15

Matriz de correlación de Pearson construida a partir de las variables analizadas utilizando el programa estadístico SPSS.

		LN(APA)	ESTADO DEL MAR	VELOCIDAD DEL VIENTO	ESTRATEGIA DE PESCA	CONTACTO	RELACION CABLE/PROFUNDIDAD	VELOCIDAD DE ARRASTRE
LN(APA)	Correlación de Pearson	1	0,484	-0,796	0,401	-0,766	0,351	0,022
	Sig. (bilateral)		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,775
	N	172	172	172	172	172	172	172
ESTADO DEL MAR	Correlación de Pearson	0,484	1	-0,354	0,096	-0,578	0,843	0,181
	Sig. (bilateral)	0,000		0,000	0,212	0,000	0,000	0,018
	N	172	172	172	172	172	172	172
VELOCIDAD DEL VIENTO	Correlación de Pearson	-0,796	-0,354	1	-0,508	0,602	-0,234	0,131
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000		0,000	0,000	0,002	0,086
	N	172	172	172	172	172	172	172
ESTRATEGIA DE PESCA	Correlación de Pearson	0,401	0,096	-0,508	1	-0,173	-0,128	-0,755
	Sig. (bilateral)	0,000	0,212	0,000		0,023	0,095	0,000
	N	172	172	172	172	172	172	172
CONTACTO	Correlación de Pearson	-0,766	-0,578	0,602	-0,173	1	-0,468	-0,208
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,023		0,000	0,006
	N	172	172	172	172	172	172	172
RELACION CABLE/PROFUNDIDAD	Correlación de Pearson	0,351	0,843	-0,234	-0,128	-0,468	1	0,447
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,002	0,095	0,000		0,000
	N	172	172	172	172	172	172	172
VELOCIDAD DE ARRASTRE	Correlación de Pearson	0,022	0,181	0,131	-0,755	-0,208	0,447	1
	Sig. (bilateral)	0,775	0,018	0,086	0,000	0,006	0,000	
	N	172	172	172	172	172	172	172

Tabla 16

Estadísticos de colinealidad de las variables independientes analizadas previo al modelo de regresión múltiple.

Modelo		Estadísticos de colinealidad	
		Tolerancia	FIV
1	ESTADO DEL MAR	0,20	5,08
	VELOCIDAD DEL VIENTO	0,45	2,21
	ESTRATEGIA DE PESCA	0,24	4,11
	CONTACTO	0,42	2,35
	RELACION CABLE/PROFUNDIDAD	0,19	5,27
	VELOCIDAD DE ARRASTRE	0,23	4,33

Tabla 17

Análisis de componentes principales previo al desarrollo del modelo de regresión lineal múltiple.

Modelo	Dimensión	Autovalor	Indice de condición	Proporciones de la varianza						
				CONSTANTE	ESTADO DEL MAR	VELOCIDAD DEL VIENTO	ESTRATEGIA DE PESCA	CONTACTO	RELACION CABLE/PROFUNDIDAD	VELOCIDAD DE ARRASTRE
1	1	4,71	1,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	1,31	1,90	0,00	0,04	0,10	0,02	0,01	0,00	0,00
	3	0,66	2,67	0,00	0,10	0,04	0,09	0,01	0,00	0,00
	4	0,22	4,59	0,00	0,06	0,52	0,20	0,00	0,00	0,00
	5	0,11	6,61	0,00	0,11	0,30	0,02	0,86	0,00	0,00
	6	0,00	102,54	0,28	0,04	0,03	0,66	0,11	0,10	0,10
	7	0,00	134,14	0,72	0,65	0,00	0,01	0,01	0,01	0,90

Tabla 18

Estadísticos de colinealidad al momento de excluir las variables que presentaron valores elevados de índice de condición.

Modelo		Estadísticos de colinealidad	
		Tolerancia	FIV
2	ESTADO DEL MAR	0,22	4,53
	VELOCIDAD DEL VIENTO	0,47	2,15
	ESTRATEGIA DE PESCA	0,61	1,64
	CONTACTO	0,47	2,12
	RELACION CABLE/PROFUNDIDAD	0,24	4,11
3	ESTADO DEL MAR	0,67	1,50
	VELOCIDAD DEL VIENTO	0,47	2,13
	ESTRATEGIA DE PESCA	0,71	1,40
	CONTACTO	0,47	2,12

Tabla 19

Análisis de componentes principales excluyendo las variables de velocidad de la corriente (modelo 2) y relación cable/profundidad (modelo 3).

Modelo	Dimensión	Autovalor	Índice de condición	Proporciones de la varianza					
				CONSTANTE	ESTADO DEL MAR	VELOCIDAD DEL VIENTO	ESTRATEGIA DE PESCA	CONTACTO	RELACION CABLE/PROFUNDIDAD
2	1	3,75	1,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00
	2	1,30	1,69	0,00	0,04	0,10	0,05	0,01	0,00
	3	0,66	2,39	0,00	0,12	0,05	0,22	0,01	0,00
	4	0,20	4,38	0,00	0,04	0,65	0,56	0,02	0,00
	5	0,10	6,16	0,00	0,15	0,19	0,00	0,95	0,00
	6	0,00	118,95	1,00	1,00	0,65	0,01	0,15	0,00
3	1	2,80	1,00	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	
	2	1,30	1,47	0,00	0,13	0,09	0,07	0,01	
	3	0,65	2,07	0,00	0,38	0,05	0,24	0,01	
	4	0,17	4,08	0,13	0,02	0,79	0,65	0,16	
	5	0,08	5,99	0,85	0,85	0,45	0,05	0,02	0,81

Efecto de las variables ambientales en la variación del ángulo de inclinación del borlón

En la determinación de las variables que afectan la variación del contacto con el fondo, se analizó las desviaciones de las diferencias de ángulo obtenida durante el transcurso de cada lance evaluado, los que se contrastaron con las variables ambientales (estado del mar, velocidad del viento) y de tipo operacional (velocidad de arrastre, táctica de pesca y relación cable/profundidad). En general, se observó que en tres lances (23,1%) realizados se obtuvieron valores de desviación de variación del ángulo de contacto mayores a $5,5^\circ$, mientras que en los diez lances (76,9%) restantes fueron menores a $4,5^\circ$. Además, los lances que presentan desviaciones mayores a $5,5^\circ$ se realizaron con mar de fondo, velocidades mayores a 3 nudos y navegando en dirección contraria a la del viento (Tabla 20).

El análisis de regresión lineal múltiple realizado para comprobar la existencia de efectos asociados a la variación del ángulo de inclinación del borlón con el fondo respecto de variables ambientales y variables de tipo operacional, determinó que el p-valor asociado al estadístico F es inferior al nivel de significancia 0,05. De acuerdo a ello, es posible afirmar que la variación del contacto del borlón con el fondo está siendo afectada por el estado del mar, la velocidad del viento y estrategia de pesca (Fig. 30). El modelo de regresión predicho para las variables (dicotómicas o indicadoras) en análisis explica en un 52,7% la desviación estándar de la variación del ángulo de inclinación con el fondo y está dado por la siguiente relación:

$$\Delta CF = 2,838 - 2,099 \cdot x_1 + 2,661 \cdot x_2 + 0,610 \cdot x_3 + e_i$$

donde:

ΔCF : Desviación estándar de la variación del ángulo de inclinación del borlón con el fondo

x_1 : Estado del mar (Calma = 0; De Fondo = 1)

x_2 : Velocidad del viento ($(V_v \geq 3) = 0$; $(V_v < 3) = 1$)

x_3 : Estrategia de pesca (En Contra = 0; A Favor = 1)

Tabla 20

Condiciones ambientales y de operación imperante durante la realización de los lances que se evaluaron para medir el efecto de la variación del ángulo de inclinación del borlón con el fondo (ΔCF).

Lance	Desviación estándar (ΔCF)	Relación Cable/Profundidad	Velocidad de arrastre (nudos)	Velocidad del viento (nudos)	Estrategia de pesca	Estado del mar
24	3,68	2,17	1,89	3	A favor	De fondo
25	3,86	2,15	2,05	3	En contra	De fondo
26	6,56	2,14	1,89	5	En contra	De fondo
27	4,34	2,23	1,80	3	A favor	Boba
28	4,02	2,21	1,99	3	A favor	Boba
29	4,48	2,21	1,87	3	A favor	Boba
30	3,44	2,23	2,01	3	En contra	Boba
31	6,53	2,27	2,03	5	En contra	Boba
32	5,57	2,29	2,00	4	En contra	Boba
53	0,85	2,49	2,15	0	En contra	Calma
54	1,29	2,33	1,85	0	A favor	Calma
55	1,23	2,22	2,01	25	En contra	Marejada
64	2,93	2,18	2,09	3	En contra	Boba

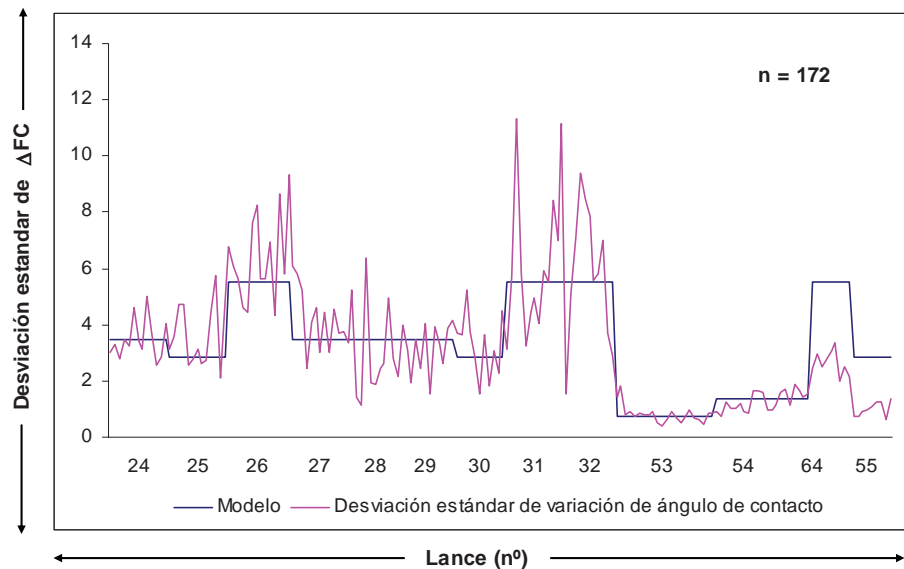


Figura 30. Modelo de regresión lineal múltiple que explica la relación de la variación del contacto con el fondo en relación a las variables ambientales preponderantes durante los lances realizados.

Efecto de las variables ambientales en la variación de la abertura de punta de alas

En la determinación de las variables que afectan la abertura de punta de alas, se analizó las desviaciones de las diferencias de ángulo obtenida durante el transcurso de cada lance evaluado, las variables ambientales (estado del mar, velocidad del viento) y de tipo operacional (táctica de pesca). En general se observó que en 9 lances (69,2%) realizados se obtuvieron valores de abertura de punta de alas mayores a 15 m, mientras que en los 4 lances (30,8%) restantes fueron menores a 15 m. Además, los lances que presentan aberturas de punta de ala menores a 13 m se realizaron con mar de fondo, velocidades mayores a 3 nudos y navegando en dirección contraria a la del viento (Tablas 21 y 22)

Tabla 21

Condiciones ambientales y rumbo imperante durante la realización de los lances que presentaron valores altos (< 15 m) de apertura de punta de ala (APA).

Lance	Abertura punta de alas (m)	Desviación estándar (ΔCF)	Velocidad del viento (nudos)	Estrategia de pesca	Estado del mar
24	15,80	3,68	3	A favor	De fondo
25	15,36	3,86	3	En contra	De fondo
27	15,48	4,34	3	A favor	Boba
28	15,58	4,02	3	A favor	Boba
29	15,77	4,48	3	A favor	Boba
53	16,79	0,85	0	En contra	Calma
54	16,61	1,29	0	A favor	Calma
55	16,66	1,23	25	En contra	Marejada
64	12,96	2,93	3	En contra	Boba

Tabla 22

Condiciones ambientales y rumbo imperante durante la realización de los lances que presentaron valores bajos (> 15 m) de apertura de punta de ala (APA).

Lance	Abertura punta de alas (m)	Desviación estándar (ΔCF)	Velocidad del viento (nudos)	Estrategia de pesca	Estado del mar
26	12,00	6,56	5	En contra	De fondo
30	14,24	3,44	3	En contra	Boba
31	12,25	6,53	5	En contra	Boba
32	12,34	5,57	4	En contra	Boba

El análisis de regresión lineal múltiple realizado para comprobar la existencia de efectos asociados a la variación de la abertura de punta de alas respecto de la desviación estándar de la diferencia de ángulos de inclinación del brolón con el fondo, de variables ambientales y de tipo operacional, determinó que el p-valor asociado al estadístico F es inferior al nivel de significancia 0,05. De acuerdo a ello, es posible afirmar que la abertura de punta de alas esta siendo afectada por la velocidad del viento y el contacto de la red con el fondo (Fig. 31). El modelo de regresión predicho para las variables (dicotómicas o indicadoras) en análisis explica en un 76,8% la abertura de punta de alas y esta dado por la siguiente relación:

$$LN(APA) = 2,815 + 0,018 \cdot x_1 - 0,144 \cdot x_2 + 0,021 \cdot x_3 - 0,025 \cdot x_4 + e_i$$

donde,

APA : Abertura de punta de alas (m)

x_1 : Estado del mar (Calma = 0; De Fondo = 1)

x_2 : Velocidad del viento ($(V_v \geq 3) = 0$; $(V_v < 3) = 1$)

x_3 : Estrategia de pesca (En Contra = 0; A Favor = 1)

x_4 : Desviación estándar de la variación del ángulo de inclinación del brolón con el fondo

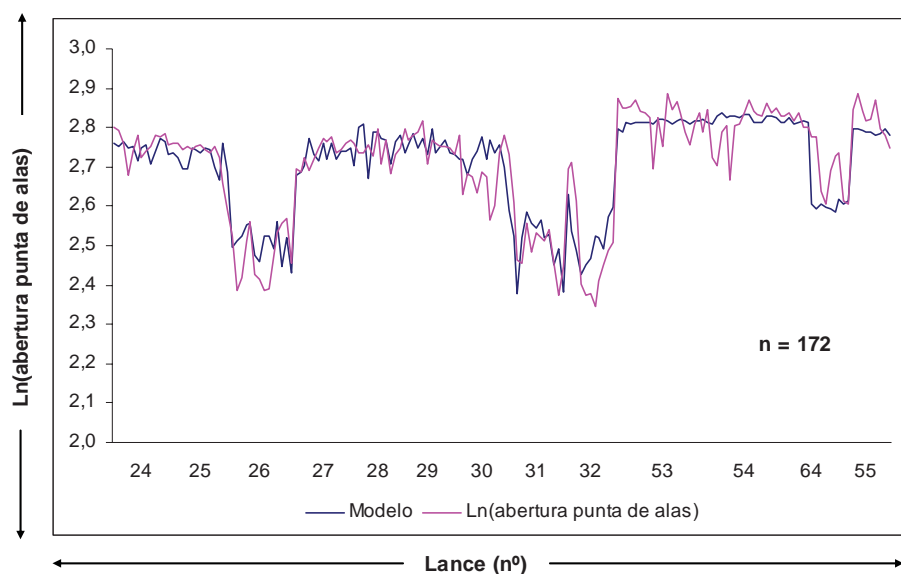


Figura 31. Modelo de regresión lineal múltiple que explica la relación de la variación de abertura de punta de alas en relación a la variación del contacto con el fondo y las variables ambientales preponderantes durante los lances realizados.

Observaciones de capitanes que operan en la pesca de arrastre de crustáceos

Desde la perspectiva de los capitanes que operan en embarcaciones dedicadas a la pesca de arrastre de crustáceos en general todos concuerdan en que las corrientes cercanas al fondo tienen influencia sobre el contacto de la red con el fondo. Aumentar la relación de cables ayudaría de cierta manera a mejorar el contacto con el fondo y algunos opinan que navegar empopado con condiciones de tiempo desfavorables afecta el andar de la embarcación, y por ende la configuración de la red (Tabla 23).

Tabla 23

Observaciones de capitanes que operan en la flota dedicada a la pesca de crustáceos con respecto a las condiciones ambientales y de operación que tienen influencia sobre el contacto de la red con el fondo.

Capitan	PAM	Observaciones
Bernardino Reinoso	<i>Nisshin Maru III</i>	<p>Navegar a favor de la corriente independiente de la dirección del viento ayuda a que la abertura de punta de alas no disminuya</p> <p>Las condiciones óptimas para calar la red son que la velocidad del viento no supere los 15 nudos, fondo arenoso y no superar los 300 m de profundidad.</p> <p>La red se separa del fondo cuando aumenta la velocidad de arrastre.</p> <p>Señala que es posible mantener un buen contacto aumentando la relación de cable en función de la profundidad.</p>
Miguel Silva	<i>Cristóbal Colón</i>	<p>Se obtienen rendimientos mayores entre un 50 y 80 % de las veces que se cala la red navegando en contra de la corriente.</p> <p>La red se levanta del fondo cuando el barco esta empopado (es decir, cuando la ola pega por la popa), lo cual ocurre necesariamente cuando las condiciones del tiempo no son favorables.</p> <p>Por otra parte señala que mientras mas larga la malla la red esta mas apegada al fondo.</p>
Aldo Jofre	<i>Foche</i>	<p>Señala que en general las corrientes superficiales y el viento no influyen en mayor medida los rendimientos de captura y la configuración de la red en el fondo.</p> <p>Con respecto al contacto con el fondo las corrientes marinas afectarían la configuración de la boca de la red, por lo que la relación de cables es importante a profundidades bajas para que se forme una catenaria. Sin embargo cuando la red se cala a profundidades mayores a 400 metros esta relación no tendría mayor impacto sobre la configuración de la red, ya que a esa profundidad la corriente no es significativa.</p>
Santiago Vargas	<i>Altair I</i>	<p>Aumentar la relación de cables con las redes que operan aumentaría el contacto de la red, sin embargo, el peso de los cables provocaría el enfangamiento de la red.</p> <p>Ademas, señala que navegar en la misma dirección del viento podría implicar un aumento en la velocidad de la embarcación y por ende aumentar el andar de la embarcación lo que podría provocar el levantamiento de la red</p> <p>Por otra parte, señala que para acentar la red en el fondo en condición de mal tiempo con las siguientes características: abertura entre 11,5 y 13 m, altura de 0,6 m y peso de 8.000 kg, necesariamente se deberían agregar aproximadamente 700 kg al borlon de tal modo de mantener un buen contacto con el fondo.</p>

Discusión

La abertura de punta de alas es un factor importante en lo que respecta a las estimaciones de biomasa mediante el método de área barrida y también en relación a los rendimientos de pesca. En este sentido, los resultados obtenidos demuestran que existe relación entre el contacto de la red con el fondo y la abertura de punta de alas. Mientras que las variables estado del mar, velocidad del viento y táctica de pesca afectarían en mayor medida el contacto del borlón con el fondo.

Los volúmenes de captura obtenidos en general fueron bajos promediando 0,20 ton/lance, lo que aparentemente no tendría efecto sobre la configuración del arte y por ende sobre el desempeño de la red en este caso. Por otra parte, la baja cantidad de lances evaluados en los que se implementaron los sensores de contacto y de abertura de punta de alas no permitieron vislumbrar el comportamiento esperado, es decir, que el aumento de la abertura de punta de alas producto del buen contacto con el fondo permitiría obtener mayor captura de crustáceos. Tampoco fue posible observar si al mantener un buen contacto de la red con el fondo la captura de fauna acompañante disminuiría, puesto que al despegarse del fondo posiblemente podría capturar mayor cantidad de merluza común – la que es extraída principalmente como fauna acompañante en la mayor parte de los lances dirigidos a la captura de crustáceos – en desmedro de la especie objetivo, lo que estaría sustentado de acuerdo a lo descrito por Gálvez *et al.*, (2000) quienes señalan a la merluza común con un comportamiento asociado al fondo, resultado que lograron luego de estimar mediante el método acústico la distribución vertical de este recurso, donde se obtuvo que el 50% de la merluza común se concentraría a una distancia medida desde el fondo que correspondería a 3 m. En este sentido, Queirolo *et al.*, (2009) observaron que cuando la red se arrastra a velocidades bajas la altura de la boca de la red es inversamente proporcional a la disminución de la abertura de punta de alas, por ende la red aumentaría el rango de captura en sentido vertical respecto del fondo, aumentando la probabilidad de capturar un volumen mayor de fauna acompañante (merluza común).

En lo que respecta al contacto de la red, Arana *et al.* (2004) mencionan que aún cuando la sección del borlón donde se ubica el sensor no este en completo contacto con el fondo, no es posible concluir que la red se eleva en su totalidad, y que deje de capturar en el momento que se despega del fondo marino. No obstante, de acuerdo a resultados obtenidos en el presente estudio, al existir variaciones significativas del ángulo de contacto con el fondo marino y condiciones ambientales desfavorables durante el lance, también se verá afectada la abertura de punta de alas, por ende el área barrida será menor. Junto con influir en los rendimientos de pesca por lance, Szalay (2004) también señala que dicha variación afecta los estimados de abundancia relativa, esto debido a la proporcionalidad del índice respecto al área barrida.

En el caso particular de las evaluaciones directas realizadas en Chile, la velocidad de arrastre y la relación del cable de cala con respecto a la profundidad, se mantienen prácticamente constantes durante el lance de pesca y entre lances, razón por la cual Melo *et al.* (2004) señalan que no se deberían considerar como variables principales del contacto de la red al interior de cada unidad de pesca. Sin embargo, estas están asociadas indirectamente a

variables ambientales que afectarían el contacto con el fondo por lo que para mejorar la eficiencia de este deberían ser consideradas en análisis futuros.

Cabe señalar que la flota en la actualidad utiliza una relación de cables 2:1, lo que necesariamente exige contar con portalones y borlones de mayor peso que permitan contrarrestar el efecto de la transiente en superficie producidas por las condiciones ambientales (Melo *et al.*, 2008). Siendo estas las condiciones en las que se realizó el análisis de datos de contacto con el fondo y abertura de punta de alas. En este contexto Fujimori *et al.* (2005) dan evidencia de dos situaciones que determinarían el desempeño de la red, que son el contacto y la forma que presenta la boca de la red a diferentes relaciones de cable/profundidad, demostrando que a medida que aumenta la relación de cable de 2,5 a 3,5 veces mayor que la profundidad, la distorsión que se genera en la forma de la boca va disminuyendo gradualmente, al igual que la variación que presenta el contacto. Lo que podría implicar la disminución de la captura de fauna acompañante en desmedro de la captura objetivo, ya que una relación de cables baja provocaría un aumento de la altura de la boca de la red.

Las relaciones de cable-profundidad altas (≥ 3) ayudan a tener aberturas de ala mayores, debido a que el contacto de la red mejora, esto debido a que transmisión de las fuerzas sobre los cables de arrastre se minimizaría producto de la catenaria que formaría el cable. Sin embargo, Santiago Vargas (*com. pers.*) señala que con las redes que se utilizan actualmente en la pesquería un aumento de la relación cable profundidad en fondos de tipo fangoso, solo provocaría que la red se enfangara aún más producto del peso del cable. No obstante, se muestra de acuerdo en que el aumento de la relación cable/profundidad ayudaría a mejorar la abertura de punta de alas.

Por otra parte, Weinberg (2003) señaló que manteniendo una relación de cable/profundidad de 3:1 y una velocidad de arrastre baja podría disminuir la variabilidad del desempeño del borlón, así permitiendo disminuir la distancia entre la relinga inferior y el fondo marino. Melo *et al.* (2008) señalan, que al emplear una relación de cable 3,2 veces mayor a la profundidad se logra un correcto desempeño del borlón.

Melo *et al.* (2008) detectaron durante el análisis de la información que la condición de mar asociada al rumbo o sentido del lance, tendría efecto sobre la abertura de punta de alas. Sin embargo, Santiago Vargas (*com. pers.*) señala que el rumbo en el cual se navega no tendría efecto sobre la red, pero sí sobre la embarcación. Aunque según su criterio, el efecto de navegar en contra de la corriente en una condición de tiempo desfavorable no tendría efectos significativos sobre el arte.

Por otra parte, Somerton & Weinberg (2001) señalaron que el contacto del borlón con el fondo es bueno a velocidades de rastreo en el agua menores a 3,0 nudos. No obstante, las corrientes podrían acrecentar o disminuir esta velocidad en función de la dirección en la que se realiza el lance, la cual puede variar de acuerdo a la estrategia de pesca que utilice el capitán (ya sea que se acomode a la dirección del viento ó al contorno del fondo). En este sentido Aldo Jofre (*com. pers.*) señaló que las corrientes marinas afectarían el contacto con el fondo y la configuración de la boca de la red, por lo que la relación de cables es importante a profundidades bajas de modo que se forme una catenaria. Sin embargo cuando la red se cala a

profundidades mayores a 400 m esta relación no tendría mayor impacto sobre la configuración de la red, ya que a esa profundidad la corriente deja de ser un problema.

La dirección en que se realiza el lance fue evaluada en el presente trabajo, en el cual los resultados mostraron que la dirección en la que se realiza el lance no es significativa, por lo que no tendría efecto sobre la abertura de punta de alas, pero sí sobre el contacto con el fondo. No obstante, el capitán de embarcaciones arrastreras dedicada a la pesca de crustáceos Miguel Silva (*com. pers.*) señala que realizar la maniobra empopado, es decir, a favor de la corriente tendría un efecto negativo sobre la red debido a que la red se levantaría del fondo, ya que la relación cable-profundidad es baja por lo que la fuerza se transmitiría directamente hacia la red a través de los cables de cala. Es por esta razón que no debiera ser descartado del todo, ya que la cantidad de lances evaluados no permitió realizar un mejor análisis sobre esta variable. Además, Miguel Silva (*com. pers.*) señala que navegando en sentido contrario a la corriente, los rendimientos de pesca son mejores.

Weinberg *et al.* (2002), al igual que Somerton & Weinberg (2001) demostraron que el contacto con el fondo disminuye con el incremento en la velocidad de rastreo, es decir, la separación entre la relinga inferior y el fondo aumenta. En este mismo contexto Weinberg *et al.* (2002), evidenciaron que la disminución del contacto con el fondo implicaría una disminución de la eficiencia de captura en peces, ya que cambios en la relación de velocidad producen una disminución en el contacto con el fondo que a su vez reduce la eficiencia de captura, pero este efecto variaría considerablemente entre especies. En lo que respecta a los crustáceos esto podría tener un efecto considerable siendo que estos interactúan estrechamente con el fondo, ya que las especies bentónicas se verían mayormente afectadas por variaciones en el contacto.

Cabe señalar que en ciertas ocasiones el tipo de fondo tiene relevancia en la abertura de punta de alas, independiente de que no existan variaciones considerables en el contacto con el fondo como lo ocurrido en uno de los lances evaluados (Lance 55), en el cual la red se enfango durante la realización del lance.

En relación al efecto del estado del mar y la velocidad del viento ambas variables aportan al modelo propuesto. En este sentido, se pudo advertir que por lo menos en tres de los lances analizados se registro bajas aberturas de punta de alas (< 15 m) y variaciones altas en las diferencias del contacto con el fondo, los que presentaron condiciones de *mar de fondo* y velocidades mayores a 3 nudos. Esto podría estar asociado a la baja relación de cables que se utiliza en Chile, junto con las eslora de las embarcaciones que conforman esta pesquería de crustáceos, ya que según lo determinado por Pipkin *et al.*, (1987), cuando la velocidad del viento fluctúa entre los 16 y 20 nudos, la longitud entre cresta y cresta de ola variaría en el orden de los 21,6 y 33,8 m, las cuales superarían la eslora de la mayoría de las embarcaciones que componen esta pesquería. Siendo así, el buque navegaría sobre la cresta de una ola lo que podría provocar que la red se despegue del fondo producto de los movimientos longitudinales de la embarcación y debido a que la relación de cables es baja no se generaría la curvatura del cable de cala que pudiese minimizar este efecto.

Por otra parte, utilizando relaciones de cable/profundidad mayores se podría minimizar la tensión de los cables. Martini (2006b) señala que la magnitud y el sentido de la tensión del cable debe tomarse en cuenta para la selección del área y peso de los portalones ya que la tensión del cable tiene componentes de fuerza ascensional y hacia adentro de la red. Es por esta razón que un cambio en la relación de cables implica un cambio en el peso de la red y los portalones.

Los resultados obtenidos demuestran que el desempeño errático del borlón estaría asociado a variables de tipo ambiental como son la velocidad del viento y el estado del mar, lo que explicaría el aumento en las diferencias del ángulo de inclinación que mide el sensor de contacto. Ello tiene relación con lo señalado por Melo *et al.* (2004) quienes explican que el aumento del ángulo de inclinación estaría asociado a la transmisión de ondas o fuerzas desde la embarcación al arte de pesca.

Por otra parte, Santiago Vargas (*com. pers.*) de acuerdo a su experiencia como capitán en embarcaciones dedicadas a la pesca de crustáceos en Chile, señala que navegar en la misma dirección del viento podría implicar un aumento en la velocidad de la embarcación y por ende aumentar la tensión del cable de arrastre.

El aumentar la relación de cables en las maniobras de arrastre realizadas en Chile de 2:1 a 3:1, implicaría modificaciones en la configuración del arte, lo que permitiría disminuir el diámetro de los cables de arrastre que a su vez posibilitaría aminorar el peso de los borlones y portalones, ya que como explica Melo *et al.* (2008) este exceso de peso se utiliza para contrarrestar el efecto de la transiente, lo que a su vez permitiría aminorar el impacto sobre el fondo marino. En este sentido, Linname *et al.* (2000) señalan que la penetración de la red sobre el fondo dependerá del tamaño de la red, peso de los aparejos de la red (portalones, borlon y amarinamientos) y del tipo de fondo donde se efectúa la pesca.

En diversos trabajos como los de Carr & Milliken (1998), Valdermarsen & Suuronen (2001), Rose *et al.* (2000) y CEFAS (2003), se ha discutido sobre las modificaciones que han sido realizadas en los artes de pesca para aminorar el impacto sobre el fondo marino, dentro de las cuales destacan el cambio de peso de la línea del borlón y reducir el contacto de los portalones con el suelo marino, lo cual en condiciones normales tiene influencia sobre la capa superficial del fondo. En este sentido Groot (1984) ha estimado que la penetración de la red en el fondo fluctúa entre los 30 mm en fondo fangoso y 10 mm de fondo arenoso. Por otra parte, disminuir el diámetro de los cables para la industria significaría reducir costos en materiales y eficiencia en el desempeño del arte.

Finalmente, mediante los análisis estadísticos realizados, ha quedado demostrado que el desempeño de la red en evaluación es afectada por las condiciones ambientales. No obstante, el efecto de las corrientes marinas sobre el desempeño del borlón no pudo ser medido por lo que debieran ser estudiados con mayor profundidad en el futuro. Además, se sugiere que en las evaluaciones directas (utilizando el método de área barrida) se utilicen ambos sensores simultáneamente, de modo de poder identificar los lances con un pobre desempeño. Así también, se recomienda disminuir el peso del arte tal como explican Melo *et al.* (2008) de modo que se pueda disminuir el diámetro de los cables de cala y aumentar la

relación de cables, lo que en consecuencia generaría beneficios tanto a la industria como al fondo marino ya que sería un arte mas liviano y por lo tanto menos invasivo. De esta manera, queda abierta la generación de diversas líneas de investigación cuyos resultados serán elementos de discusión relevante tanto para la autoridad como para los usuarios de la pesquería y así aportar a la toma de decisiones tendientes a mejorar la administración de estos recursos.

Conclusiones

El presente proyecto de título da cuenta de los lances que se realizaron utilizando simultáneamente sensor de contacto con el fondo y de abertura de punta de alas, efectuados en las Regiones de Coquimbo y Valparaíso. Mediante la identificación de las variaciones del contacto con el fondo y variables ambientales durante la realización de los lances, el análisis estadístico aplicado permitió concluir lo siguiente:

- Los valores de abertura de punta de ala fluctuaron en promedio entre 12,0 y 16,8 m mientras que la desviación estándar de la variación del ángulo de inclinación del borbón con el fondo varió entre 0,85 y 6,56 grados.
- El promedio de las abertura de punta de alas menores a 15 m se presentaron en condición de mar de fondo, navegando en contra de la corriente, velocidades mayores a 3 nudos y desviación estándar promedio de la variación del ángulo de inclinación del borbón con el fondo mayores a 5,6 grados.
- La captura de crustáceos varió entre 47,1 (Lance 26) y 329,7 (Lance 53) kg, mientras que la captura de fauna acompañante fluctuó entre 37,4 (Lance 26) y 143,6 (Lance 32) kg en los lances que se utilizó ambos sensores.
- Mediante la prueba K-S se determinó que no todos los lances presentaron normalidad en las distribuciones de frecuencia de abertura de punta de ala.
- La prueba de Friedman estableció que el mal desempeño de la red evidenciado en los lances con abertura de punta de alas menores a 13 m obedecen a condiciones ambientales de mal tiempo acontecido durante la realización de los lances, es decir, mar de fondo y velocidad del viento mayor a 3 nudos.
- Con una baja cantidad de lances es posible obtener un modelo que explique de manera significativa que el desempeño de la red mejora sustancialmente cuando existe un buen contacto del borbón.
- El análisis de regresión realizado para comprobar la existencia de efectos asociados a la variación del ángulo de inclinación del borbón con el fondo respecto a la abertura de punta de alas, aceptó la hipótesis de nulidad ($t_c = 2,23 < t_{(0,025,10)} = 5,90$). De acuerdo a ello, fue posible afirmar que la variación del contacto afecta a la abertura de punta de alas de forma significativa ($p < 0,05$).
- Mediante el índice de condición del análisis de colinealidad se excluyeron del modelo la relación cable/profundidad y velocidad de arrastre, ya que estas explicaron gran cantidad de la varianza de los coeficientes de regresión parcial, de tal manera de no sobreparametrizar el modelo de regresión múltiple.

- El modelo de regresión lineal múltiple para la variación del contacto del borlón con el fondo es explicado en un 52,7% por las variables ambientales (estado del mar y velocidad del viento) y de tipo operacional (táctica de pesca).
- Finalmente el modelo de regresión lineal múltiple para la abertura de punta de alas es explicado en un 76,8% por las variables ambientales (estado del mar y velocidad del viento), de tipo operacional (táctica de pesca) y la variación del ángulo de inclinación del borlón con el fondo.

Referencias bibliográficas

- Acuña, E., L. Cid, S. Zuñiga, K. Soria & A. Cortés. 1997.** Pesca experimental de crustáceos con trampas entre la II y IV Regiones. Informes Técnicos FIP 2001-22: 169 pp.
- Arana, P., M. Ahumada & A. Guerrero. 2003a.** Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2002. Informe Final Proyecto FIP 2002-05. Estud. Doc., Pont. Univ. Católica Valparaíso, 05/2003: 318 pp.
- Arana, P., M. Ahumada, A. Guerrero, S. Palma, T. Melo, D. Queirolo, R. Bahamonde, M.A. Barbieri & C. Canales. 2003b.** Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2003. Informe Final Proyecto FIP 2003-05. Estud. Doc., Pont. Univ. Católica Valparaíso, 06/2004: 297 pp.
- Arana, P., M. Ahumada, S. Palma, T. Melo, D. Queirolo, A. Guerrero, R. Bahamonde, M.A. Barbieri, J. Cortés, J.C. Quiroz & B. Leiva. 2004.** Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2004. Informe Final Proyecto FIP 2004-10. Estud. Doc., Pont. Univ. Católica Valparaíso, 18/2006: 263 pp.
- Arana, P., M. Arredondo, N. Silva, V. Venturini, S. Salinas, O. Pizarro, S. Avaria & S. Palma. 1994.** Evaluación directa de langostino colorado en la zona centro-sur. Informe Final Proyecto FIP 93-05. Pont. Univ. Católica Valparaíso, 150 pp.
- Arana, P., A. De Caso & M. Ibarra. 2009a.** Monitoreo del stock de langostino colorado en las Regiones del Maule y del Bío-Bío, año 2009. Informe de Avance. Estud. Doc., Pont. Univ. Católica Valparaíso, 15/2009: 65 pp.
- Arana, P., A. Guerrero, M. Ahumada & M.S. Tapía. 2001.** Normativa pesquera chilena. Serie pesca y acuicultura. Pont. Univ. Católica Valparaíso, 444 pp.
- Arana, P., A. Guerrero, D. Queirolo, S. Salinas, A. De Caso, M. Ibarra & D. Olmos. 2009b.** Evaluación de stock del langostino colorado en la unidad de pesquería sur, año 2008. Informe Final. Estud. Doc., Pont. Univ. Católica Valparaíso, 1/2009: 94 pp.
- Arana, P. & M.F. Pizarro. 1970.** Análisis de los parámetros biométricos de los langostinos amarillo (*Cervimunida johni*) y colorado (*Pleuroncodes monodon*) de la costa de Valparaíso. Invest. Mar., Valparaíso, 1(12): 285-316.
- Bahamonde, R. 1973.** Estudio de la distribución vertical del camarón "*Heterocarpus reedi*" en la zona de Valparaíso. Tesis, Pont. Univ. Católica Valparaíso, 70 pp.
- Belsley, D.A. 1991.** Conditioning diagnostics: Collinearity and weak data in regression. New York: Wiley, 396 pp.

- Boschi, E. 1997.** Las pesquerías de crustáceos decápodos en el litoral de la República Argentina. *Invest. Mar.*, Valparaíso, 25: 19-40.
- Byrne, C., T. Azarovitz & M. Sissenwine. 1981.** Factors affecting variability of research vessel trawl surveys. In: W. Doubleday & D. Rivard (eds.). *Bottom Trawl Surveys*. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci., 58: 258-272.
- Carr, H. A. & H. Milliken. 1998.** Conservation engineering: Options to minimize fishing's impacts to the sea floor. In: E.M. Dorsey & J. Pederson (eds.). *Effects of fishing gear on the sea floor of New England*. Boston: Conservation Law Foundation, 100-103 pp.
- Carrothers, P. 1981.** Catch variability due to variations in groundfish otter trawl behavior and possibilities to reduce it through instrumented fishing gear studies and improved fishing procedures. In: W. Doubleday & D. Rivard (eds.). *Bottom Trawl Surveys*. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci., 58: 247-257.
- Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture (CEFAS). 2003.** A study on the Consequences of Technological Innovation in the capture fishing industry and the likely effects upon environmental impacts. Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture, Lowestoft, Suffolk, UK. Submitted to Royal Commission on Environmental Pollution, London, UK, 181 pp.
- Engas, A. & O. Godo. 1989.** Escape of fish under the fishing line of a Norwegian sampling trawl and its influence on survey results. *J. Con. Int. Explor. Mer.*, 45: 269-276.
- Engas, A., E. Ona & K. Ramberg. 2001.** *In situ* determination of bottom trawl ground gear contact. ICES CM 2001/Q07: 9 pp.
- Escuela Ciencias del Mar (ECM). 2003.** Evaluación de dispositivos de reducción de fauna acompañante en las pesquerías de crustáceos demersales. Informe Final Proyecto FIP 2001-23. *Estud. Doc.*, Pont. Univ. Católica Valparaíso, 02/2003: 304 pp.
- Fridman, A. 1986.** Calculations for fishing gear designs. Fishing News Books Ltd., England, 239 pp.
- Gálvez M., H. Rebolledo & V. Lillo. 2000.** Análisis de selectividad en la pesquería de merluza común en la zona centro-sur. Informe Final Proyecto FIP 1996-25. *Inst. Invest. Pesq.*, Talcahuano, 100 pp.
- Godo, O. & A. Engas. 1989.** Swept area variation with depth and its influence on abundance indices of groundfish from trawl surveys. *Northw. Atl. Fish. Sci.*, 9: 133-139.
- Groot, S.J. 1984.** The impact of bottom trawling on benthic fauna of the North Sea. *Ocean Management*, 9: 177-190.

- Hair, J., R. Anderson, R. Tatham & W. Black. 1999.** Análisis multivariante. Prentice Hall Iberia, Pearson Educación S.A., Madrid, 143-204.
- Henriquez, G. 1979.** Recurso langostino colorado. El estado actual de las principales pesquerías. Bases para un desarrollo pesquero. Crustaceos. CORFO, Gerencia de Desarrollo. IFOP, AP 79/18: 50 pp.
- Instituto Nacional de Pesca (INP). 1988.** Los recursos del mar y la investigación. Tomo II. Secretaría de Pesca, México, 181 pp.
- Linname, A., B. Ball, B. Munday, B. Marlen, M. Bergman & R. Fonteyne. 2000.** A review of potential techniques the environmental impact of demersal trawls. Irish fisheries investigations (New Series), N° 7-200: 31 pp.
- Koeller, P. 1991.** Approaches to improving groundfish survey abundante estimates by controlling the variability of survey gear geometry and performance. J. Northw. Atl. Sci., 11: 51-58.
- Martini, L. 2006a.** Artes y métodos de pesca. Nivel II. Armada Argentina. Dirección de Educación Naval, 183 pp.
- Martini, L. 2006b.** Artes y métodos de pesca. Nivel III. Armada Argentina. Dirección de Educación Naval, 222 pp.
- Montgomery, D.C. 2005.** Design and analysis of experiments, 6^a ed. John Wiley & Sons. Hoboken, NJ, USA, 585 pp.
- Melo, T., D. Queirolo, C. Hurtado & E. Gaete. 2004.** Determinación *in situ* del contacto de redes de arrastre de fondo. Invest. Mar., Valparaíso, 32(2): 91-97.
- Melo, T., C. Hurtado, D. Queirolo, E. Gaete, I. Montenegro, V. Zamora, J. Merino & R. Escobar. 2008.** Rediseño de las redes de arrastre de crustáceos. Informe Final Corregido Proyecto FIP 2006-20. Estud. Doc., Pont. Univ. Católica Valparaíso, 10/2008: 144 pp.
- Montgomery D. & G. Runger. 1996.** Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería. McGraw-Hill, México, 787 pp.
- Ona, E. & O. Godo. 1990.** Fish reaction to traling noise: the significance for trawl sampling. Rapp. P.-& Reun. Con. Int. Explor. Mer., 189: 159-166.
- O'Neill, F., L. Knudsen, D. Wileman & S. McKay. 2005.** Cod-end drag as a function of catch size and towing speed. Fish. Res., 72: 163-171.
- Pipkin B., D. Gorsline, R. Casey & D.Hammond. 1987.** Laboratory exercises in oceanography, 2nd ed. New York: Freeman, 257 pp.

- Queirolo, D., H. DeLouche & C. Hurtado. 2009.** Comparasion between dynamic simulation and physical model testing of new trawl desingn for Chilean crustacean fisheries. *Fish. Res.*, 97: 86-94.
- Rasse, E. 2007.** Caracterización de borlones de redes de arrastre de fondo, en uso en las pesquerías de crustáceo demersales (*Heterocarpus reedi*, *Cervimunida johni* y *Pleuroncodes monodon*) y merluza común (*Merluza gayi*). Tesis, Pont. Univ. Católica Valparaíso, 67 pp.
- Rose, C., A. Carr, D. Ferro, R. Fonteyne & P. MacMullen. 2000.** Using gear technology to understand and reduce unintended effects of fishing on the sea bed and associated communities: background and potential directions. Annex to ICES FTFB Report 2000, 106-122.
- Rose, C. & G. Walters. 1990.** Trawl width variation during bottom-trawl surveys: causes and consequences. In: Proceedings of the Symposium on Application of Stock Assessment Techniques to Gadids. Int. N. Pac. Fish. Comm. Vancouver, Canada, 50: 57-67.
- Siegel, S. 1972.** Estadística no paramétrica. Trillas, México, 346 pp.
- Somerton, D. & W. Kenneth. 2001.** The affect of speed the water on footrope contact of a survey trawl. *Fish. Res.*, 53: 17-24.
- Somerton, D. & K. Weinberg. 2001.** The effect of speed through the water on footrope contact of survey trawl. *Fish. Res.*, 53: 17-24.
- Somerton, D., P. Munro & K. Weinberg. 2007.** Whole-gear efficiency of a benthic survey trawl for flatfish. *US Fish. Bull.*, 105: 278-291.
- Szalay, P. 2004.** The effect of improve footrope contact measurements on trawl area swept estimates. *Fish. Res.*, 69: 389-398.
- Valdemarsen, J. & P. Suuronen. 2001.** Modifying fishing gear to achieve ecosystem objectives. In: M. Sinclair & J. Valdemarsen (eds.). *Responsible Fisheries in the Marine Ecosystems*. Rome, FAO, 321-341.
- Walsh, S.J., 1992.** Size-dependent selection at the footgear of a groundfish survey trawl. *N. Am. J. Fish. Manag.*, 12: 625-633.
- Wathne, F. 1959.** Observations on trawl-door spread and discussion of influencing factors. *Comm. Fish. Rev.*, 21(10), 7-15.
- Wathne, F. 1977.** Performance of trawls used in resource assessment. *Mar. Fish. Rev.*, 39(6): 16-23.

- Weinberg, K. 2003.** Change in the performance of a Bering Sea survey trawl due to varied trawl speed. *Alaska Fish. Res. Bull.*, 10: 42-49.
- Weinberg, K. & S. Kotwicki. 2008.** Factors influencing net width and sea floor contact of a survey bottom trawl. *Alaska Fish. Res.*, 93: 265-279.
- Weinberg, K., D. Somerton & P. Munro. 2002.** The effect of trawl speed on the footrope capture efficiency of a survey trawl. *Fish. Res.*, 58: 303-313.
- Zilleruelo, M., C. Bravo, D. Párraga & C. Montenegro. 2007.** Investigación situación pesquería crustáceos, 2006. Programa de seguimiento del estado de situación de las principales pesquerías nacionales. Informe Final Corregido Proyecto BIP. Instituto de Fomento Pesquero, Valparaíso, 209 pp.

Referencias electronicas

Instituto de Fomento Pesquero (IFOP). 2009a. www.ifop.cl. Recursos pesqueros. Crustáceos. Camarón nailon. Distribución. http://www.ifop.cl/distribucion_camaron-nailon.html.

Instituto de Fomento Pesquero (IFOP). 2009b. www.ifop.cl. Recursos pesqueros. Crustáceos. Langostino colorado. Distribución. http://www.ifop.cl/langostino_colorado.html.

Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA). 2009. www.shoa.cl/Vaul/Vaul/meteonavegacion/tema5.html.

Subsecretaría de pesca (SUBPESCA). 2009. Área de interés. Pesquerías. Fichas técnicas: Artes y aparejos de pesca. Arrastre de fondo (TB). www.subpesca.cl.

ANEXO 1
Archivo fotográfico del estado del mar según la escala Beaufort



FUERZA 0 : Viento menor de 1 nudo.
 Aspecto del mar : Como espejo.
 Altura de la ola : 0 m
 Estado del mar : Calma



FUERZA 1 : Viento 1-3 nudos.
 Aspecto del mar : Pequeños rizos con apariencia de escala.
 Crestas sin espuma.
 Altura de la ola : 0,1 m
 Estado del mar : Llana



FUERZA 2 y 3 : Viento 4 - 10 nudos.
 Aspecto del mar : Olas pequeñas. Crestas comienzan a romper. Escasos rizos.
 Altura de la ola : 0,1 - 0,5 m
 Estado del mar : Rizada



FUERZA 4 : Viento 11 - 16 nudos.
 Aspecto del mar : Olas pequeñas se hacen más grandes. Rizos más definidos.
 Altura de la ola : 0,5 - 1,25 m
 Estado del mar : Marejadilla



FUERZA 5 : Viento 17 - 21 nudos.
 Aspecto del mar : Olas moderadas aumentan en forma. Rizos blancos en aumento. Aparecen rocciones.
 Altura de la ola : 1,25 - 2,5 m
 Estado del mar : Marejada



FUERZA 6 : Viento 22 - 27 nudos.
 Aspecto del mar : Se forman olas más grandes. Rizos blancos por todas partes, más rocciones.
 Altura de la ola : 2,5 - 4,0 m
 Estado del mar : Gruesa

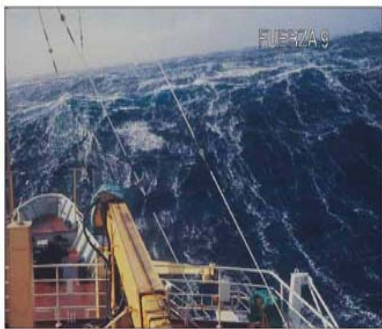
Figura 32. Fotografías del estado y aspecto del mar de acuerdo a la escala Beaufort (0 a 6).
 Fuente: Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA).



FUERZA 7 : Viento 28 - 33 nudos.
Aspecto del mar : Olas se amontonan. La espuma de crestas que rompen fluyen elevadas por el viento.
Altura de la ola : 4,0 - 6,0 m
Estado del mar : Muy gruesa



FUERZA 8 : Viento 34 - 40 nudos.
Aspecto del mar : Olas de altura media y mayor longitud. Rociones se desprenden de las olas en la dirección del viento.
Altura de la ola : 6,0 - 8,0 m
Estado del mar : Arbolada



FUERZA 9 : Viento 41 - 47 nudos.
Aspecto del mar : Olas altas. Crestas comienzan a enrollarse. Gran cantidad de rociones reducen la visibilidad.
Altura de la ola : 8,0 - 10,0 m
Estado del mar : Arbolada alta



FUERZA 10 : Viento 48 - 55 nudos.
Aspecto del mar : Olas muy altas, con crestas colgantes en aumento. La visibilidad es aún más reducida.
Altura de la ola : 10,0 - 12,5 m
Estado del mar : Montañosa



FUERZA 11 : Viento 56 - 63 nudos.
Aspecto del mar : Olas excepcionalmente altas. Mar cubierto de espuma blanca en forma de parches. La visibilidad se reduce más aún.
Altura de la ola : 12,5 - 16,0 m
Estado del mar : Confusa



FUERZA 12 : Viento mayor de 64 nudos.
Aspecto del mar : El aire está lleno de espuma y rociones. El mar está completamente blanco debido a bancos de espuma, la visibilidad es muy reducida.
Altura de la ola : Mayor de 16,0 m
Estado del mar : Huracanado

Figura 33. Fotografías del estado y aspecto del mar de acuerdo a la escala Beaufort (7 a 12).
 Fuente: Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA).

ANEXO 2
Plano esquemático de la red prototipo de arrastre de fondo para crustáceos

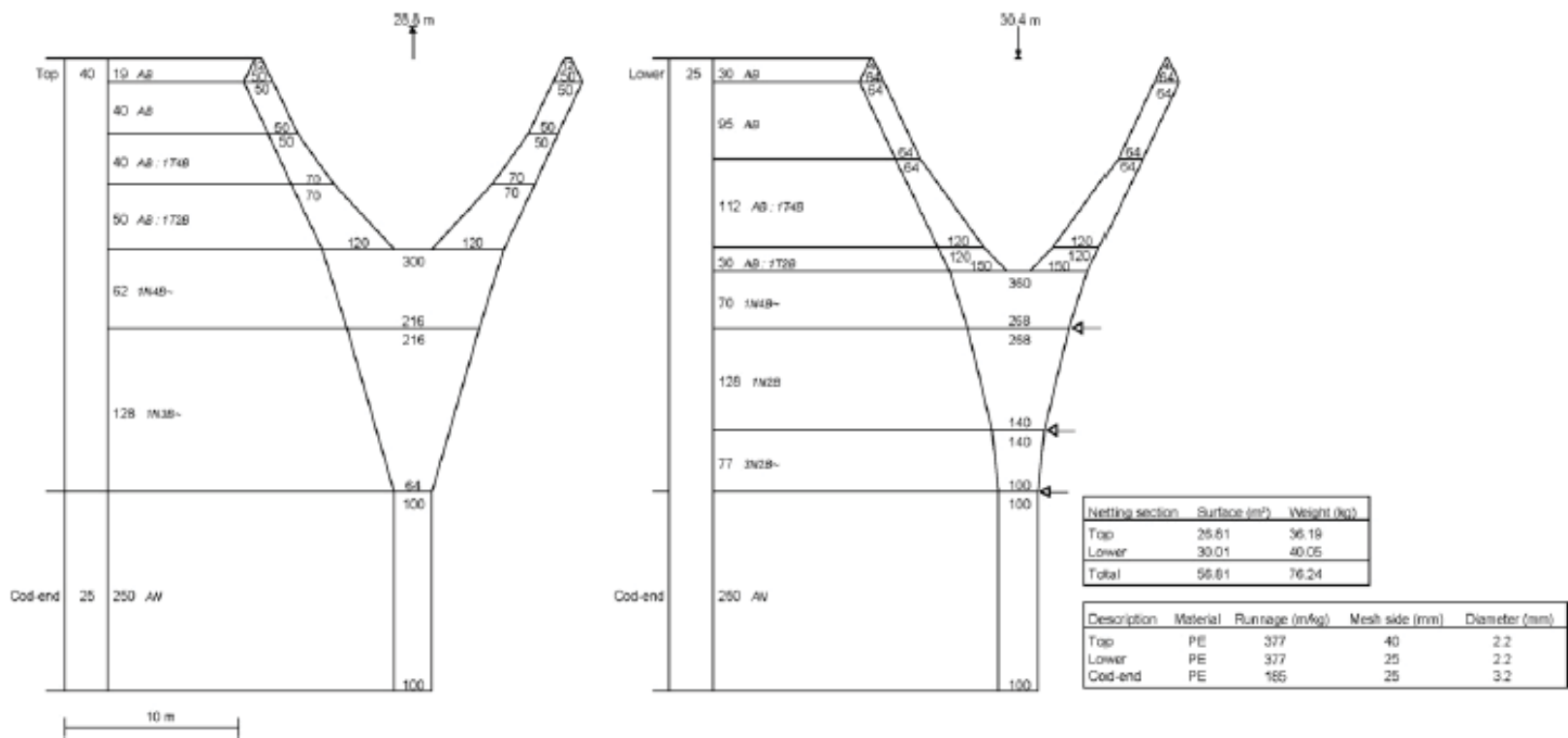


Figura 34. Plano esquemático de la red prototipo de arrastre para crustáceos en Chile.
Fuente: Queirolo *et al.* (2009).

ANEXO 3
Muestras por lance de los valores de abertura de punta de alas

Tabla 24
Muestras aleatorias obtenidas a partir de los datos de abertura de punta de ala.

n	Lance 24	Lance 25	Lance 26	Lance 27	Lance 28	Lance 29	Lance 30	Lance 31	Lance 32	Lance 53	Lance 54	Lance 64
1	15,10	15,50	12,75	15,90	15,30	17,00	15,80	12,83	13,20	15,40	16,50	14,10
2	15,10	15,40	12,17	15,80	15,80	15,70	14,60	11,10	10,55	16,50	17,40	11,50
3	16,60	12,46	15,17	15,00	14,90	16,19	15,96	12,20	13,80	15,83	17,40	10,54
4	15,40	16,10	15,76	16,10	15,50	14,20	15,49	12,42	10,70	16,70	16,70	17,30
5	15,40	15,90	11,75	15,10	15,30	15,30	14,70	8,40	13,80	16,30	16,80	14,40
6	16,92	15,60	12,20	16,10	15,60	16,56	14,10	10,90	13,20	15,54	17,40	16,00
7	16,20	15,51	11,30	15,00	12,36	17,00	13,90	14,40	11,30	16,70	16,37	14,20
8	18,10	15,20	10,60	15,90	13,66	16,30	13,70	12,80	10,20	17,80	13,70	14,00
9	14,90	15,50	12,50	15,90	15,30	15,60	14,80	13,10	10,80	14,43	14,54	14,30
10	16,30	15,21	11,70	15,60	15,80	15,20	13,70	13,20	13,80	17,70	14,90	19,09
11	15,99	16,00	11,00	16,10	16,20	15,80	15,00	10,80	10,50	17,13	16,50	15,60
12	16,00	16,20	12,17	15,80	15,90	15,40	13,50	12,20	12,50	18,70	16,90	19,70
13	15,20	15,90	11,40	15,90	17,60	15,30	15,80	10,40	14,20	15,74	17,07	15,20
14	16,83	16,00	13,20	15,00	15,60	15,90	13,30	11,10	12,30	17,10	16,90	13,10
15	15,80	16,00	12,17	15,90	15,30	15,70	13,60	12,50	10,50	15,60	16,00	13,29
16	15,60	15,60	11,00	15,10	15,90	15,30	13,90	12,20	11,00	17,30	16,80	15,30
17	16,90	15,49	12,17	15,68	15,40	16,60	15,80	11,20	12,20	15,84	17,00	10,61
18	16,00	12,90	11,70	15,91	15,80	14,70	13,50	15,10	14,90	17,10	17,30	16,20
19	16,90	15,30	12,75	15,54	18,26	15,30	14,10	12,20	12,00	15,95	13,70	17,30
20	15,00	15,50	11,10	16,00	15,50	15,70	13,40	11,50	15,70	17,50	17,50	15,71
21	15,40	15,11	11,77	15,10	15,80	15,90	13,60	14,40	12,70	16,50	16,97	16,00
22	15,44	16,20	12,98	15,10	15,00	16,03	14,40	16,01	11,10	17,40	17,00	12,52
23	16,20	14,81	12,25	15,90	19,21	15,00	13,20	12,50	12,00	16,50	16,80	13,29
24	15,53	16,00	12,30	16,20	15,00	15,20	16,50	12,50	14,80	17,05	14,23	14,10
25	16,00	15,21	12,25	15,70	15,90	16,20	14,40	12,42	10,70	18,00	17,00	15,40
26	16,41	14,91	10,90	14,00	16,72	16,20	13,90	12,74	10,55	15,60	14,54	14,40
27	16,00	12,80	10,60	16,10	15,40	16,20	11,40	12,00	10,10	15,60	17,30	16,20
28	15,10	16,00	10,70	14,00	15,80	15,20	16,70	12,80	11,80	18,00	14,54	14,90
29	15,00	15,90	13,20	16,17	15,70	17,00	13,96	10,50	11,81	16,90	16,70	14,90
30	15,80	15,70	11,30	16,10	16,10	15,40	13,30	12,47	12,70	15,20	18,00	17,52
31	16,53	15,70	11,50	14,40	16,24	16,00	13,60	14,07	10,20	17,00	17,00	13,39
32	16,41	16,10	13,75	16,10	13,66	15,90	13,20	12,20	10,70	16,50	16,67	14,60
33	16,00	15,80	11,40	14,40	15,80	15,70	15,80	10,40	12,74	17,20	17,27	15,71
34	15,99	15,54	11,80	15,09	14,00	15,58	13,30	10,50	11,00	16,53	16,60	14,30
35	15,00	15,94	10,90	15,60	15,40	18,76	18,50	12,20	13,20	17,10	17,00	13,10
36	16,41	13,80	12,38	13,50	15,60	16,03	14,10	12,60	15,90	16,50	17,30	15,60
37	16,00	15,70	10,90	16,20	15,26	15,40	14,50	12,60	10,50	17,14	16,50	16,60
38	16,46	15,60	13,45	16,20	12,86	16,10	17,40	11,20	10,20	17,60	16,67	15,90
39	15,81	15,70	10,90	15,90	12,36	15,60	14,70	10,40	11,19	17,40	16,90	15,23
40	16,84	12,90	11,57	16,00	15,40	17,00	15,04	12,80	10,40	16,70	16,80	14,10
41	16,50	15,50	11,50	13,80	16,20	15,80	10,09	12,20	11,00	16,70	17,40	14,00
42	16,36	15,40	11,12	15,41	15,90	16,96	13,30	12,40	11,10	16,70	17,40	16,00
43	16,50	12,90	11,10	14,80	17,50	15,90	14,20	10,67	15,90	17,00	18,10	15,30
44	15,40	15,60	12,77	16,20	15,90	16,10	10,30	12,50	10,90	17,54	17,60	16,40
45	16,00	15,70	11,65	15,50	15,50	16,70	10,09	12,60	13,20	16,90	16,90	15,20
46	15,20	12,90	12,53	15,61	15,20	15,20	17,40	12,83	15,70	17,55	17,34	16,20
47	16,50	12,46	12,85	15,59	14,10	16,19	14,70	11,70	10,10	17,44	17,30	15,80
48	15,10	15,30	13,50	15,09	15,30	15,70	13,30	12,50	10,10	17,10	17,50	19,70
49	16,00	15,90	11,40	15,50	15,00	15,40	13,20	12,60	14,20	17,40	16,40	16,20
50	15,40	15,60	12,10	15,50	15,30	15,50	14,70	12,00	14,90	17,40	17,00	14,40
51	15,99	15,60	12,10	16,10	15,30	15,30	15,00	12,00	15,35	18,10	15,77	15,60
52	15,60	15,11	11,05	15,50	17,50	14,80	12,90	13,40	11,10	17,10	17,30	16,40
53	16,70	16,00	11,40	15,07	16,70	16,10	13,60	12,47	10,80	18,60	15,93	15,20
54	16,60	16,06	12,15	15,90	15,10	15,70	14,90	12,47	12,00	12,90	16,90	15,30
55	15,56	15,30	12,47	14,80	15,80	16,46	14,80	13,40	12,30	17,70	17,40	16,00
56	15,00	15,11	11,20	15,90	14,00	15,40	15,04	15,10	13,80	11,40	16,70	12,52
57	16,94	15,60	10,87	14,91	15,90	16,00	15,80	14,36	15,10	16,70	16,20	13,71
58	16,53	15,70	13,75	15,80	15,90	16,12	14,70	12,83	15,00	16,90	16,97	14,40
59	16,40	15,50	12,78	15,61	13,66	15,30	13,70	10,70	10,80	11,40	17,20	16,30
60	16,36	15,40	10,60	15,41	17,50	16,30	13,90	12,00	11,90	17,00	14,54	13,90
61	16,90	16,00	12,10	15,40	15,30	15,60	17,40	12,60	10,50	17,00	17,10	14,40
62	15,10	15,31	11,40	15,12	15,80	15,69	13,50	10,50	13,20	18,30	16,10	16,20
63	17,00	15,60	10,90	14,21	16,70	15,60	15,30	12,80	10,90	17,10	16,70	14,00
64	16,30	16,06	11,12	15,90	12,86	16,56	13,30	12,20	12,50	16,70	16,30	14,30
65	16,20	12,50	11,12	15,68	17,60	16,19	15,04	12,00	12,90	12,90	16,50	15,30
66	15,90	16,06	11,30	15,12	17,50	16,30	14,60	14,36	14,98	15,74	17,40	15,80
67	15,40	13,80	12,60	15,60	15,30	16,70	11,77	13,40	14,60	14,88	17,40	10,61
68	15,03	15,30	12,98	15,50	15,80	15,80	13,96	10,50	12,20	17,50	16,90	10,90
69	15,50	15,20	12,38	15,70	14,60	15,50	15,80	12,00	11,10	17,10	16,50	16,10
70	15,80	15,70	13,69	15,90	15,20	17,00	14,11	12,20	12,20	17,80	17,34	15,40

ANEXO 4
Niveles de captura de los lances analizados

Tabla 25

Captura por especie en cada uno de los lances utilizados durante el análisis de desempeño de la red prototipo.

Lance	Especie	Nombre científico	N _{individuos}	N _{cajas}	Captura (kg)	Total (kg)
24	Camarón nailon	<i>Heterocarpus reedi</i>	8.750	3,5	70,0	120,3
24	Jaiba paco	<i>Mursia gaudichaudii</i>	71	0,5	7,7	
24	Lenguado	<i>Hippoglossina sp.</i>	89	0,3	10,7	
24	Merluza común	<i>Merluccius gayi gayi</i>	129	1,3	31,9	
25	Anguila común	<i>Ophichthus pacifici</i>	1	-	0,5	120,2
25	Camarón nailon	<i>Heterocarpus reedi</i>	9.375	3,8	77,6	
25	Jaiba paco	<i>Mursia gaudichaudii</i>	134	0,8	9,7	
25	Lenguado	<i>Hippoglossina sp.</i>	134	0,5	17,2	
25	Merluza común	<i>Merluccius gayi gayi</i>	54	0,5	15,2	
26	Anguila común	<i>Ophichthus pacifici</i>	2	-	1,0	84,5
26	Camarón nailon	<i>Heterocarpus reedi</i>	5.825	2,3	47,1	
26	Lenguado	<i>Hippoglossina sp.</i>	139	0,5	13,7	
26	Merluza común	<i>Merluccius gayi gayi</i>	83	0,8	22,7	
27	Camarón nailon	<i>Heterocarpus reedi</i>	15.000	6,0	112,2	184,3
27	Jaiba paco	<i>Mursia gaudichaudii</i>	50	0,3	4,2	
27	Lenguado	<i>Hippoglossina sp.</i>	145	0,5	18,2	
27	Merluza común	<i>Merluccius gayi gayi</i>	151	2,1	49,7	
28	Camarón nailon	<i>Heterocarpus reedi</i>	16.250	6,5	128,1	188,7
28	Jaiba paco	<i>Mursia gaudichaudii</i>	36	0,3	2,7	
28	Lenguado	<i>Hippoglossina sp.</i>	156	0,8	19,2	
28	Merluza común	<i>Merluccius gayi gayi</i>	165	1,5	38,7	
29	Anguila común	<i>Ophichthus pacifici</i>	4	-	2,0	237,3
29	Camarón nailon	<i>Heterocarpus reedi</i>	22.500	9,0	181,8	
29	Jaiba paco	<i>Mursia gaudichaudii</i>	24	0,1	1,8	
29	Langostino colorado	<i>Pleuroncodes monodon</i>	2	-	0,0	
29	Lenguado	<i>Hippoglossina sp.</i>	237	1,0	29,8	
29	Merluza común	<i>Merluccius gayi gayi</i>	111	1,0	21,9	
30	Camarón nailon	<i>Heterocarpus reedi</i>	25.825	10,3	208,7	264,6
30	Jaiba paco	<i>Mursia gaudichaudii</i>	63	0,5	6,9	
30	Jaiba limón	<i>Cancer porteri</i>	1	-	0,1	
30	Lenguado	<i>Hippoglossina sp.</i>	253	1,0	32,1	
30	Merluza común	<i>Merluccius gayi gayi</i>	67	0,8	16,8	
31	Camarón nailon	<i>Heterocarpus reedi</i>	30.000	12,0	243,6	301,9
31	Jaiba paco	<i>Mursia gaudichaudii</i>	50	0,3	3,8	
31	Jaiba limón	<i>Cancer porteri</i>	1	-	0,1	
31	Lenguado	<i>Hippoglossina sp.</i>	136	0,8	15,0	
31	Merluza común	<i>Merluccius gayi gayi</i>	175	1,5	39,5	
32	Anguila común	<i>Ophichthus pacifici</i>	1	-	0,5	323,2
32	Camarón nailon	<i>Heterocarpus reedi</i>	23.750	9,5	179,6	
32	Jaiba paco	<i>Mursia gaudichaudii</i>	120	0,8	10,0	
32	Langostino amarillo	<i>Cervimunida johni</i>	10	0,0	0,1	
32	Lenguado	<i>Hippoglossina sp.</i>	209	0,8	27,0	
32	Merluza común	<i>Merluccius gayi gayi</i>	388	4,0	106,0	
53	Jaiba mora	<i>Homalaspis plana</i>	3	-	0,2	377,8
53	Jaiba paco	<i>Mursia gaudichaudii</i>	78	0,8	7,9	
53	Langostino colorado	<i>Pleuroncodes monodon</i>	9.450	21,0	329,7	
53	Lenguado	<i>Hippoglossina sp.</i>	460	0,8	20,2	
53	Merluza común	<i>Merluccius gayi gayi</i>	99	0,8	19,8	
54	Caracol s/í	<i>Mollusca-Gastropoda</i>	1	-	0,0	111,8
54	Jaiba paco	<i>Mursia gaudichaudii</i>	86	0,8	7,6	
54	Langostino colorado	<i>Pleuroncodes monodon</i>	1.350	3,0	39,6	
54	Lenguado	<i>Hippoglossina sp.</i>	279	1,0	31,6	
54	Merluza común	<i>Merluccius gayi gayi</i>	155	1,2	33,0	
55	Jaiba mora	<i>Homalaspis plana</i>	2	-	0,2	142,1
55	Jaiba paco	<i>Mursia gaudichaudii</i>	140	1,0	18,2	
55	Langostino colorado	<i>Pleuroncodes monodon</i>	2.700	6,0	90,6	
55	Lenguado	<i>Hippoglossina sp.</i>	279	1,0	31,6	
55	Pejegato	<i>Halaelurus canescens</i>	1	-	1,5	