

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE LA SANTÍSIMA CONCEPCIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO MEDIO AMBIENTE Y ENERGÍA



**“EVALUACIÓN GEOMÉTRICA DE UNA RED DE ARRASTRE DE MEDIA AGUA”**

**CRISTIAN FRANCISCO VERGARA PONCE**

INFORME DE PROYECTO DE TÍTULO PARA OPTAR AL TÍTULO DE

**INGENIERO EN ACUICULTURA Y PESCA**

**Profesor Guía:** Sr. Christian Díaz Peralta.

**Profesor Informante:** Srta. Catterina Sobenes Vennekool

CONCEPCION, 2017

## **Dedicatoria y agradecimientos**

**Dedicado a mis Padres;**

**Los cuales siempre se esforzaron en ayudarme a conseguir mi formación como persona y profesional.**

**A mi padre, el cual ha sido un pilar fundamental en este proceso, el cual me ha dado su apoyo y fuerza para seguir en este proceso día a día, le agradezco por su apoyo económico para hacer posible mi sueño.**

**A mi pareja y mis hijas;**

**Las cuales han sido mi fortaleza, a Malena la cual ha sido mi apoyo emocional, siendo mi cable fundamental dándome la fuerza para seguir y no decaer en momentos difíciles.**

**A Danae y Matilde, esto es para que se sientan orgullosas de su padre, y ser un ejemplo a seguir por ellas.**

**Agradecimientos;**

**En primera instancia, al Departamento de Bienestar Estudiantil de la Universidad, los cuales me dieron la oportunidad de ser parte del Hogar Universitario, en el cual me entregaron valores humanos y cristianos.**

**A la familia Peyrin, la cual me acogió como a un hijo.**

**A Jorge Vergara, compañero de carrera, el cual me alentó a que culminara este proceso.**

**A mi hermano, Patricio el cual me ha apoyado en todo momento.**

**Al profesor Christian Díaz, el cual no dudó en ayudarme, entregando sus consejos académicos y siendo mí guía en este proceso.**

**A Dios, quien me ha dado la fuerza, en estos años para seguir en el camino del bien.**

## CONTENIDO

<b>1.</b>	<b>Introducción</b>	9
<b>2.</b>	<b>Objetivos</b>	10
<b>3.</b>	<b>Antecedentes</b>	11
3.1	Características técnicas de las artes de pesca	11
3.2	Comportamiento hidrodinámico de la red	11
3.3	Resistencia de la Red	12
3.3.1	Resistencia del avance de Materiales de Redes	13
3.3.2	Resistencia al avance de Materiales de Redes Perpendicular a la corriente.	13
3.3.3	Resistencia al avance de materiales de redes situados con cierto ángulo de ataque a la dirección de la corriente	14
3.4.	Régimen Operacional de la flota y equipos utilizados	16
3.5	Componentes estructurales de una red de arrastre de media agua	18
<b>3.6</b>	<b>Características del Arte de Pesca</b>	19
3.6.1	Red de Media Agua	19
3.6.2	Amarinamiento	19
3.6.3	Portalones	19
3.6.4	Características de la Embarcación	19

## **4. Metodología**

### **4.1 Objetivo Específico (a)**

4.1.1	Toma de Datos de la red en Operación	21
4.1.2	Principio Básico de la red en operación	21
4.1.3	Casos posibles de configuración del arte de arrastre	22
4.1.4	Análisis posibles preliminares de los datos obtenidos	22

### **4.2 Objetivo Específico (b)**

4.2.1	Análisis estadístico de las variables que intervienen En la configuración geométrica de la red	22
4.2.2	Prueba de Contingencia entre las variables	23
4.2.3	Calculo de los coeficientes de correlación	23
4.2.4	Construcción de diagrama de dispersión	23
4.2.5	Curva de regresión múltiple	23
4.2.6	Obtención de la mejor curva de regresión	24

### **4.3 Objetivo Específico (c)**

4.3.1	Determinación de abertura- altura de la boca de red A través del plano de fabricación	25
4.3.2	Método a través del plano	25
4.3.3	Abertura boca Red	25
4.3.4	Altura de boca red	25
4.3.5	Altura a través de los estándares	26
4.4	Datos de la red en operación	27

<b>5. Resultados - Análisis Estadístico</b>	
<b>5.1 Objetivo Específico (a)</b>	
5.1.1 Análisis de los datos obtenidos de la red en operación	30
5.1.2 Resultado Prueba Chi- Cuadrado	30
<b>5.2 Objetivo Específico (b)</b>	
5.2.1 Matriz de correlaciones	31
5.2.2 Regresión lineal múltiple	32
5.2.3 Regresión eliminación de variables, abertura	33
5.2.4 Regresión de eliminación de variables, altura	34
<b>5.3 Objetivo Específico (c)</b>	
5.3.1 Altura Boca Red a través del plano	37
5.3.2 Altura Boca Red a través de los estándares	37
<b>6. Discusión</b>	39
<b>7. Conclusiones</b>	41
<b>8. Referencia bibliográfica</b>	42
<b>9. Anexos</b>	

## Índice de tablas

	Pág.
Tabla 1 : Datos de la red en operación, primera marea	28
Tabla 2 : Datos de la red en operación, segunda marea	29
Tabla 3 : Matriz de correlaciones entre las variables, que Intervienen en la configuración geométrica de la red	31
Tabla 4 : Regresión lineal múltiple, coeficientes método introducir	32
Tabla 5 : Coeficientes método eliminar, abertura dependiente	34
Tabla 6 : Coeficientes método eliminar, altura dependiente	35

## Índice de Figuras

	Pág.
Figura 1: Parte estructural de una red de arrastre de media agua	18
Figura 2: Vista lateral Estándares	26
Figura 3: Histograma para la variable dependiente	58
Figura 4: Normalidad de residuos	59
Figura 5: Regresión residuos tipificados	60
Figura 6: Dispersión entre abertura/ longitud cala	61
Figura 7: Dispersión entre abertura/tensión	61
Figura 8: Dispersión entre abertura/velocidad de arrastre	62
Figura 9: Dispersión entre abertura/profundidad	62
Figura 10: Dispersión entre abertura/captura	63
Figura 11: Plano Red de arrastre de media agua	68
Figura 12: Esquema de Estándares de red motueka	69

## Índice de Anexos

	Pág.
Anexo 1: Resultado de Prueba de Contingencia entre La Abertura/ Captura.	46
Anexo 2: Resultado de Prueba de Contingencia entre La Altura/Captura	47
Anexo 3: Resultado de Prueba de Contingencia entre La Abertura/Velocidad de Arrastre	48
Anexo 4: Resultado de Prueba de Contingencia entre La Abertura/Longitud Cable Cala	50
Anexo 5: Resultado de Prueba de Contingencia entre La Altura/Tensión	51
Anexo 6: Resultado de Prueba de Contingencia entre La Abertura/Altura.	52
Anexo 7: Resultado regresión lineal: Método introducir.	54
Anexo 8: Resultado regresión lineal: Método eliminación.	64
Anexo 9: Resultado regresión lineal: Método eliminación.	66
Anexo 10: Plano red motueka	68
Anexo 11: Esquema estándares red motueka	69

## I Introducción

Las artes de arrastre de media agua pueden ser utilizadas en distintos niveles o profundidad de trabajo. Para su correcta operación, es indispensable conocer en todo momento su posición durante el arrastre, concretamente, es necesario conocer la abertura vertical y horizontal de la boca de la red. Esto se consigue con el Net-Sonda de red, instrumento que es un traductor colocado en la relinga superior de la red (Okonski, 1971).

Una estimación de la forma del arte durante un arrastre de media agua y el ángulo de ataque de la red, puede ser obtenida por observación del equilibrio de fuerzas hidrodinámicas y momentos, alrededor de los portalones. Estas fuerzas hidrodinámicas, pueden diferir con la velocidad de arrastre y el ángulo de ataque de la red, las cuales también cambiarán. Recientemente, la dinámica del sistema de arrastre de media agua, ha sido estudiado como unidad utilizando un método finito de elementos para generalizar métodos de modelación (Park, 2007).

Un sistema de arrastre juega un papel importante en la pesca comercial y en el conteo de recursos marinos, muchos estudios en la estática y dinámica de artes de arrastre (cables de cala, portalones y red) han sido realizados usando las dimensiones de abertura de boca de red, altura de boca, tensión en los cables (Cho and Go, 2000; Engas, 1994; Fridman, 1986; Fujimori et al., 2005; Hue et al., 2001; Juza et al., 2010; Lee et al., 2008; Park, 2008)

Por otro lado, cuanto mayor sea la abertura horizontal y vertical de la red más efectiva será la captura. Los factores que influyen para obtener una buena abertura de boca son: Tamaño y forma de la red, Longitud del cable de arrastre, Velocidad de arrastre, y Captura en el tiempo.

Cabe destacar la importancia que están adquiriendo la pesca con redes de media agua, entre los meses de agosto 2001 a febrero del 2002 la Universidad Católica de Valparaíso realizó un estudio a petición del servicio nacional de pesca, sobre la factibilidad de desarrollar una pesquería de *Macrusionus Magellonicus* con redes de arrastre de media agua. Los resultados arrojaron un futuro esperanzador para la operación de estas redes en un futuro próximo.

Por este motivo es que las empresas pesqueras en una visión de futuro, estaban interesadas en estudiar el comportamiento de este tipo de redes. Es el caso de la Pesquera BIO-BIO la cual se interesó en esta tesis, entregó las facilidades para realizar este estudio, el cual tiene como objetivo evaluar la configuración geométrica de la red de arrastre de media agua.

Para ello, se asumen tres casos posibles de configuración del arte de arrastre, en cada caso el principio básico es que para que exista un buen desempeño del aparejo todas las fuerzas de él arte de pesca deben estar bajo un cierto equilibrio dinámico, él que cambiará esa condición de equilibrio es la captura la cual agrega un delta de resistencia. Este delta de resistencia puede ser evaluado en los cables de cala a través de los tensiómetros. Para ello, se mide el delta de tensión sobre la tensión de equilibrio cuando no existe pesca. Cada caso difiere en que el delta de tensión producto de la captura se reflejará directamente, o en una menor proporción, en el cable de cala y la red. Producto de este delta de resistencia, se deberá de alguna forma contrarrestar este aumento de resistencia, mediante un cambio de configuración (abertura y altura).

Asumiendo las distintas fuerzas constantes producto de este equilibrio dinámico, la resistencia en la red será igual a la registrada en el cable de cala, agregando un delta de resistencia, cada cierto tiempo

producto de la captura, a través de la ecuación de Newton, se conocerá la resistencia de la red para diferentes tiempos, determinado los coeficientes de abertura y altura para cada tiempo, con estos coeficientes y mediante el plano de la red, se considerarán los métodos de solución.

Por lo anterior, los objetivos de estudio son:

## **2. Objetivos de proyecto**

### 2.1 Objetivo general

- Proponer una metodología para evaluar la configuración geométrica de una red de arrastre de media agua.

### 2.2 Objetivos específicos

- a. Determinar el efecto de la longitud del cable de cala, velocidad de arrastre y profundidad de operación, y cantidad de captura en el copo, sobre la configuración geométrica de la red.
- b. Determinar los factores de ajuste de la metodología de evaluación.
- c. Determinar la configuración geométrica de la red a partir de su plano.

### **3. ANTECEDENTES**

#### **3.1 Características técnica de las artes de pesca**

Las artes de pesca tienen un único diseño y parámetros técnicos, haciéndolo un tipo especial de equipo desde el punto de vista de la Ingeniería. La diferencia sustancial entre un arte de pesca de otras estructuras es su condición de operación particular en el ambiente marino, el propósito especial del arte de captura de peces y el del tipo de comportamiento de los peces objetivos. La mayoría de los artes de pesca son estructuras flexibles, predominantemente miembros en tensión, que pueden tener grandes dimensiones y cambian su posición y forman en el espacio. Por esta razón, su principal estructura es de redes de fibra, flexibles, permeables y anisotrópico (es decir, sus propiedades físicas como resistencia y elasticidad pueden diferir según las condiciones).

Para lograr una operación efectiva, es necesario estimar la forma y posición especial de una arte controlado por el equilibrio de las fuerzas estáticas y dinámicas durante la operación de pesca. La estimación de estas fuerzas es compleja ya que ellas se ven afectadas por la forma y posición de la red que en general no se conoce y que puede cambiar fácilmente (Fridman, 1986).

El movimiento del arte de pesca en operación puede ser uniforme o no. En el primer caso, la velocidad y dirección de la velocidad son constante y las fuerzas externas e internas no varían. Problema típico de este tipo incluyen cálculo de un arte en una corriente constante o de un arte activo moviéndose a velocidad constante. La forma de estos artes y la magnitud de sus fuerzas sobre el son calculadas por un procedimiento especial, con la ayuda de modelos. En movimiento cambiante, la velocidad y dirección de un arte y la fuerza asociados son dependientes del tiempo (Fridman, 1986).

#### **3.2 Comportamiento hidrodinámico de la red.**

Es complejo el análisis de cada uno de los factores y discutir sin límites su incidencia sobre el comportamiento de la red por esto es necesario hablar en conjunto, de todos los factores y tratar de encontrar la fórmula para que estos permanezcan dentro de un equilibrio y así se logró una eficiencia en el rastreo (Hurtado, 1999).

Por lo tanto, lo primero que se debe realizar es estimar la longitud de cable de cala en relación con la profundidad a la cual se desea rastrar, la cual es más alta en agua bajas que aguas profundas (Carrothers, 1968), dependiendo además de la especie y la velocidad de arrastre.

Luego, debido a un aumento en la longitud del cable de cala a una misma profundidad, se provoca un incremento en las distancia de los portalones. Este incremento, sin embargo, tiene un límite: a partir del aumento en la longitud en el cable de cala, induce a una disminución de esta distancia. Esta separación influye directamente en la abertura de la red e indirectamente en la altura de la red (Crewe 1968, Okonski y Martínez, 1977, Hurtado 1999).

El factor velocidad de arrastre es dependiente de los cambios en el comportamiento del recurso y también de las condiciones y aparejamiento del equipo de pesca, con lo cual se puede seleccionar las formas más adecuadas para la boca de la red, para así lograr un mejor rendimiento en captura (Osawa et al, 1985 de Hurtado a 1999).

Por lo tanto, un aumento en la velocidad produce un aumento en la abertura de los portalones y por ende, un aumento y disminución de la abertura y altura, respectivamente. Así tomando en cuenta lo anterior, en el caso de redes de fondo destinadas, tanto a la pesca demersal como crustáceos, la boca de la red va a tener la forma de una elipse más estirada en el plano horizontal, relación 5: 1 en pesca demersal (McLennan, 1981) y al contrario, la boca de las redes dedicadas a la pesca pelágica va a tener una forma elíptica más próxima a un ovalo (Hurtado, 1999).

Mientras la red de arrastre está trabajando, su boca adopta una forma similar a la que posee su cuerpo al realizar cortes transversales internos, con lo que se asegura un rendimiento en la pesca a la velocidad de arrastre dada; por lo tanto, los principales factores para determinar su comportamiento son la abertura punta de alas, la altura de la boca de la red, velocidad de arrastre y la propia resistencia (Castillo, 1980). El escape de peces bajo la relinga inferior y el efecto sobre el cardumen por la línea de barrido ha sido estudiado por Somerton et al. (2005), Prat et al. (2008) propusieron un modelo simplificado de la interacción de los cables de arrastres y testio un juicio para la simulación en el agua.

### **3.3 Resistencia de la Red**

La resistencia de la red es producto de las fuerzas hidrodinámicas que actúan sobre los paños a través de las dimensiones de los hilos y mallas, el largo del cuerpo, la forma de la red, la cantidad de paños y los accesorios de ésta (Okonski y Martínez, 1977). Además se considera el área proyectada y sus coeficientes de forma y resistencia, además de la velocidad de remolque (Namura and Yamazaki, 1977).

Algunos investigadores han desarrollado ecuaciones de predicción de resistencia para diseños particulares de arrastre y componentes basados en el análisis de regresión de resultados experimentales Stewart (1987), propuso fórmulas empíricas para la resistencia al arrastre de copo en función de las dimensiones y tamaño de malla; Raid (1977), generalizó la resistencia para las redes pelágicas de nylon en función de la velocidad de arrastre y el área del cordón. Mientras que Stirling (2005), describió una herramienta de predicción del rendimiento para una baja apertura de un sistema de arrastre. El incluye resistencia y arrastre de portalones y fuerzas de contacto con el fondo marino desde el tren de tierra y los portalones, el modelo es basado en ecuaciones empíricas centrales que caracterizan la resistencia de los componentes de las redes de arrastre en función de los valores de las variables fácilmente registradas en los planos de redes, hechas por los fabricantes y las redes de arrastre en operación. Priour (2009) propuso un método de análisis de elementos finitos para optimizar las partes de una red de arrastre de fondo y pelágicas con respecto a la mínima resistencia y una superficie frontal máxima de las redes de arrastre, mediante la variación de la geometría de los paneles. El arrastre de un cuerpo es caracterizado por 5 variables de diseño y 3 operacionales. Las variables de diseño comprenden longitud de la relinga superior, pendiente de la red de arrastre, relación anchura-profundidad de malla en la boca de la red, número en el extremo vertical del Ala, solidez de la red, todos los cuales determinan el área plana del cordón de la red de arrastre Balash (2015).

Esta resistencia, según investigadores tales como Giannotti, (1973), Fridman et al. (1973) y Koyama (1974), coinciden en sus resultados, que está en relación directa con el cuadrado de la velocidad de arrastre, lo que indica que el comportamiento de la resistencia versus la velocidad de arrastre se ajustan a un modelo de tipo cuadrático. Sin embargo, con datos experimentales es posible que se pueda dar otra relación estadística (Reid, 1977; Mac Lennan, 1981).

El exponente al cual se encuentra elevada la velocidad depende del tipo del flujo producido por el arte y éste del número de Reynolds; es decir, cuando existe un flujo laminar, este coeficiente se considera como 2, pero en la mayoría de los casos este flujo se encuentra en el umbral entre lo laminar y lo turbulento, llegando en algunos casos a valores entre 1, 3 y 1, 7 (Mac and Lennan Galbraitch. 1979).

### 3.3.1 Resistencia al avance de materiales de redes

Bajo la presión hidrodinámica del agua, los materiales de redes toman la forma de una superficie curva, cuya determinación es una tarea comparativamente compleja. En relación con esto, la determinación de la reacción hidrodinámica de dichos materiales es multivariada (Fridman, 1973). En general ella depende de los siguientes parámetros:

- Velocidad de la corriente del agua,  $V$
- Magnitud del área del paño de red,  $A$
- Del ángulo del ataque de la red,  $\alpha$
- Tamaño de la barra de las mallas,  $a$
- Coeficientes de abertura de las mallas  $u_1$  y  $u_2$
- Tipo de material de cual está hecho el paño de red.
- Del tipo de nudo
- Del número de Reynolds.

Desde el punto de vista de los requerimientos en el campo del diseño o análisis de un arte de pesca, el problema más importante es la resistencia hidrodinámica de los materiales de redes en su resistencia al avance.

### 3.3.2 Resistencia al avance de materiales de redes situados perpendicularmente a la dirección de la corriente.

Para este cálculo se puede emplear la siguiente formula de origen japonés.

$$Rd90^\circ = CR * V^2 * At \tag{1}$$

Donde:

CR: Es el coeficiente de resistencia al avance

$V$  : Es la velocidad de la corriente del agua en m/seg.

$At$  : Es el área del paño de red en la posición de trabajo en  $m^2$

$$At = (n_s + n_i) / 2 * n_h * 4 * a^2 * u_1 * u_2 \tag{2}$$

Donde:

$a$ : longitud de la barra.

$n_s$ : número de mallas en la sección superior

$n_i$ : número de mallas en la sección inferior

$n_h$ : número de mallas de altura.

$u_1$ : coeficiente de abertura de malla

$u_2$  : coeficiente de altura de malla

En cuanto al coeficiente de resistencia al avance, este en dicho caso se considera igual a:

$$CR=191*d / a \quad (3)$$

Donde:

d: diámetro del hilo del paño de red.(mm)

a : longitud de la barra del paño de red.(mm)

En el caso de la evaluación de resistencia al avance de materiales de redes situados paralelamente a la dirección de la corriente.

La magnitud de la resistencia al avance de un paño de red en este caso se puede determinar a través de la siguiente formula de origen japonés.

$$R_{\alpha 0} = 1.8 * At * v^2 \quad (4)$$

Además se señalan 2 fórmulas más:

-de Sienin:

$$R_{\alpha 0} = 0.8 * At * v^{1.75} \quad (5)$$

-Baranov:

$$R_{\alpha 0} = 1.8^{-0.2} * At * v^{1.75} \quad (6)$$

Dónde, L es la longitud del paño de red.

### 3.3.3 Resistencia al avance de materiales de redes situados con cierto ángulo se ataque a la dirección de la corriente

La resistencia a la avance del paño situado en un cierto ángulo de ataque  $\alpha$  diferente a  $0^\circ$  y  $90^\circ$  se puede determinar a través de las siguientes fórmulas de origen japonés.

$$R_{\alpha} = R_{\alpha 0} + (R_{90} - R_{\alpha 0}) * (\alpha / 90) \quad (7)$$

Donde:

$R_{\alpha 0}$ : resistencia al avance del paño de red situado paralelamente a la dirección de la corriente (ángulo de ataque  $\alpha = 0^\circ$ ) según la formula (4)

$R_{90}$ : resistencia del paño de la red situado perpendicularmente al flujo, según formula (1).

$$Rd\alpha = 191 * d/a * v^2 * At * \text{sen } \alpha \quad (8)$$

Ravin propone la siguiente fórmula para este caso:

$$Rd\alpha = (1.8 + 2 * a^d - 0.01 * \alpha) * At * v^2 \quad (9)$$

Dónde:  $\alpha$  = es el ángulo de ataque en grados.

Según Fridman (1986), las fuerzas en un cuerpo de red responden a dos efectos;

(i) la resultante de la fuerza de un cuerpo de red es la suma de todas las fuerzas hidrodinámicas en cada una de las mallas que conforman el cuerpo o paño.

$$Rfa = \sum Rf \# \quad (10)$$

$Rfa$  = resistencia de un cuerpo de un grupo de mallas que forman un cuerpo de una red (kg)

$Rf\#$  = resistencia de una malla en un cuerpo de red (kg)

ii) y la fuerza hidrodinámica sobre una malla consiste en el arrastre de las barras ( $Rb$ ) y el punto de ( $Rn$ ), mientras que la vibración debida al movimiento es corregida por un factor corrector ( $fv$ )

$$R\# = (2 * (Rbp + Rbf + Rn)) * fv \quad (11)$$

$Rfa$  = Resistencia de un grupo de mallas que forman un cuerpo de red (kg)

$Rbp$  = Resistencia de la barra por presión o forma (kg)

$Rbf$  = Resistencia de la barra por fricción (kg)

$Rn$  = Resistencia del nudo por presión o forma (kg)

$Rv$  = Resistencia de vibración (factores dinámicos)

Para cada componente de la expresión anterior, Zhou (1988), entrega el coeficiente de arrastre generado por una malla en la dirección paralelo al flujo, la característica de este coeficiente es que considera el efecto sombra de las barras al ir una tras otra, lo cual se produce durante el movimiento paralelo al flujo por partes de las mallas.

$$Cd=(C.E^3+Cf.E^2)*(1-\frac{dn*d}{d*a})+(\frac{\pi*d}{8*a}*(\frac{dn}{d})^2*Cn)*[1-Cs*(\frac{d}{a*E'})^{0.5}]^2 \quad (12)$$

Donde:

C: Coeficiente debido a la presión en la barra, a un ángulo de 90°

Cf : Coeficiente debido a la fricción en la barra basada en el diámetro

Cn: Coeficiente debido al arrastre del nudo, comúnmente una esfera

d : Diámetro del hilo de la malla (m)

a : Longitud de la barra (m)

dn : Diámetro del nudo (m)

E : Coeficiente de embande de la parte delantera de la red

E' : Coeficiente de embande vertical en la boca de la red

### 3. 4 Régimen operacional de la flota arrastrera y equipos utilizados

#### a. Preparación al zarpe

La preparación para el zarpe es realizada por la sección de flota, instalada en el puerto de Talcahuano, que coordina reparaciones menores de la embarcación, sus equipos y la red, si esta lo necesita. Además, se encarga del abastecimiento de combustibles y aceites. Finalmente la embarcación es dotada de víveres, agua dulce y stock de bandejas de 18 kilos, necesaria para el almacenamiento de la captura, quedando en condiciones de zarpar.

#### b. Zarpe

Al constatar que la embarcación se encuentra en condiciones para su operación y que la totalidad de la tripulación se encuentra a bordo, se dispone el zarpe, previa aprobación de la autoridad marítima, a una zona de pesca definida con anterioridad

#### c. Navegación a zona de pesca

Dependiendo de los requerimientos de la planta de procesos y los cumplimientos de cuota de captura (LMCA), el jefe de flota informa sobre qué recursos objetivos centrar sus esfuerzos de pesca. Una vez definida la especie objetivo, la zona es estimada por el capitán en conjunto con el jefe de flota, basándose en los conocimientos de los lugares tradicionales de pesca de acuerdo a la época, información de otras embarcaciones o zonas utilizadas en salidas anteriores. Durante la navegación a caladero los equipos de detección hidroacusticos (ecosonda) están en funcionamiento para detectar posibles cardúmenes o nuevas zonas de pesca.

#### **d. Búsqueda de caladeros**

Una vez llegado a la zona la embarcación se inicia la búsqueda y detención del cardumen para lo cual se utilizan los equipos de detención hidroacusticos de la embarcación (sonares y ecosondas). En la búsqueda del recurso objetivo son utilizados principalmente los sonares omnidireccionales WESMAR 800, el cual abarca 360°, con un alcance efectivo de 1000mts, emitiendo un haz con un ángulo entre 0 y 90° con respecto a la superficie del mar. Este equipo permite visualizar la distancia desde la embarcación al cardumen, así como la profundidad, altura, rumbo, y velocidad de este. También se recurre al empleo de ecosonda de pantalla (SIMRADES-60), y al ecosonda de papel (ATLAS FSCHFINDER), los cuales muestran la profundidad y característica del cardumen.

#### **e. Lance de arrastre de media agua**

La maniobra del lance consta en primer lugar del calado de la red, ya teniendo en cuenta la especie objetivo y la profundidad a la cual opera. Posteriormente se realiza el arrastre por la zona, con una velocidad y profundidad sujeta a variaciones durante el mismo, dadas las condiciones que se presentan. Se va arrastrar hasta que el copo este lleno o de acuerdo a las indicaciones dadas en la planta (para asegurar la calidad) y también procurando no superar el tiempo límite de rastreo, no más de tres horas para no perjudicar la materia prima. El virado de la red se inicia dada cualquiera de las situaciones anteriores, (en la pesquera en estudio se trabaja con el criterio de calidad). Se vira cable hasta que los portalones queden atrincados en el portal de popa. Luego, se vira la red hasta el punto en que el copo es izado por la popa.

#### **f. Almacenamiento de la captura**

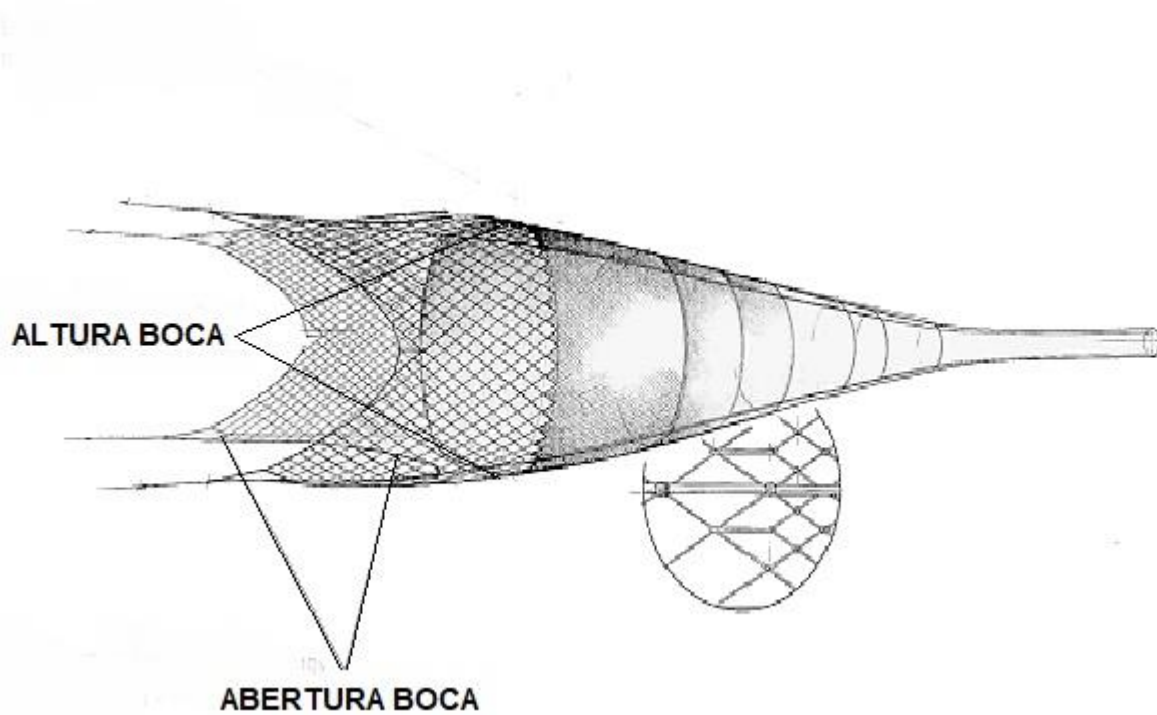
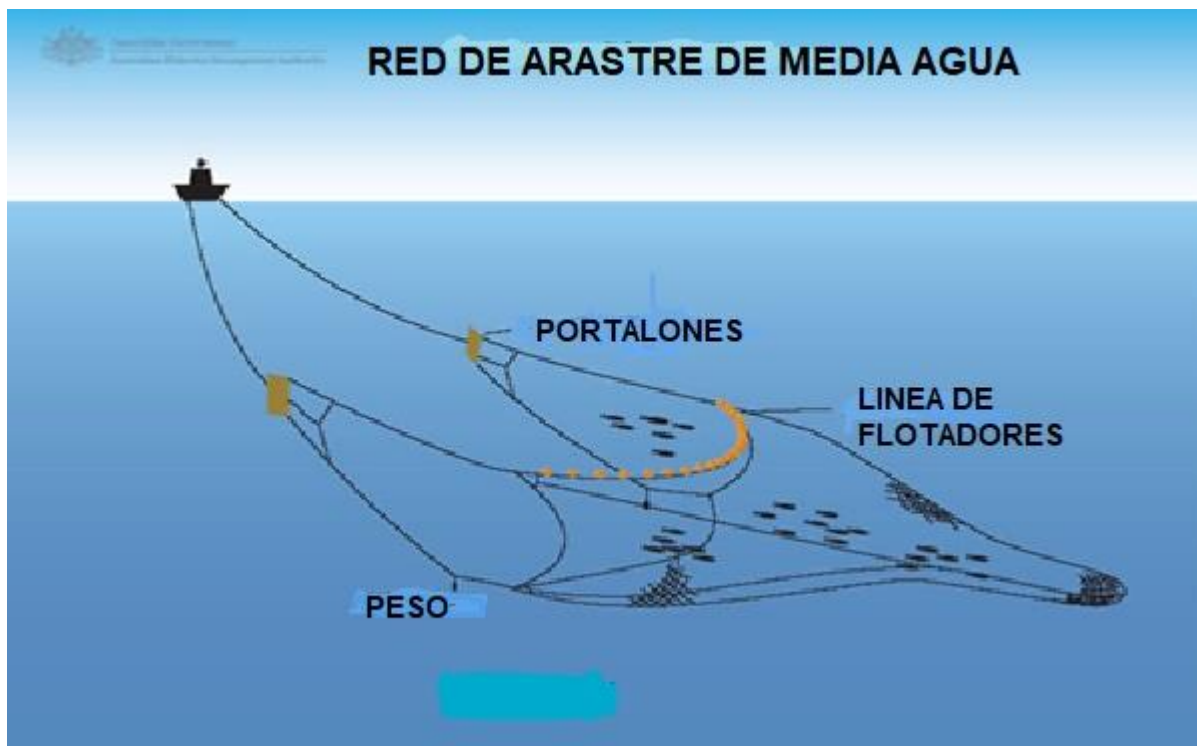
Una vez en la cubierta, se iza el copo, permitiendo el vaciado de la pesca a los posos de acopio localizados bajo la cubierta principal en la misma sección de popa.

#### **g. Navegación a puerto**

Se realiza esta etapa, cuando se ha utilizado por completo el stock de cajas embarcadas, se ha cumplido el tiempo límite, se recibe una orden proveniente desde el departamento de flota u ocurre algún imprevisto, como por ejemplo fallas en los equipos, arte o máquinas, que no pueda ser solucionadas a bordo. El objetivo es llegar a puerto en el tiempo mínimo posible, a fin de conservar la calidad de la materia prima para su posterior procesamiento.

#### **h. Descarga de la captura**

Las naves se atracan al muelle Emporchi de Talcahuano, desde el cual es sacado el pescado de las bodegas por medio de eslingas de 30 cajas, las cuales son izadas por medio de una pluma hidráulica con tele comando y llevadas a camiones con sistema de refrigeración, transportando así la materia prima hacia la planta del proceso.



**Figura1. Partes estructural de una red de arrastre de media agua.**

### **3.6 Características del Arte de Pesca**

Las artes de pesca utilizados en Chile, provienen preferentemente de empresas internacionales como Hampidjan (Islandia), Swat Net (Irlandia) y Muekanet Nelson Ltda. (New Zelanda) esta última es la empresa proveedora de las redes en estudio, mientras que para la maniobra específicamente portalones, las empresas son NET Systems, Poly-IcE y Thyboro.

#### **3.6.1 Red de media agua**

La red a evaluar, corresponde a una red de media agua de la empresa Motueka Net, de 4 paneles. Esta red esta armada por un unión de 8 cuerpos (desde las alas hasta el último cuerpo antes de empezar con el túnel) más el túnel y copo. Esta red tiene 374 mt de relinga superior y 252 mt de relinga laterales, una longitud de 150 metros y un área frontal de 3100 mm<sup>2</sup>. Los materiales empleados en su construcción son cabos y paños de PA. Para los primeros 2 cuerpos se utilizan cabos con un tamaño de malla de osilla entre los 18m a 16m. Del cuerpo 3 al 8 los materiales de construcción son de PA, con tamaño de malla entre los 1800mm a 125mm. Finalmente el túnel y el copo esta armado con PA con un tamaño de malla 110mm. Funcionalmente la red motueka obtiene una altura y abertura promedio de boca de 35m y 70mt. (Fuente: Taller de redes pesqueras Bio-Bio)

#### **3.6.2 Amarinamiento**

Con relación a la maniobra utilizada por la embarcación podemos mencionar que los estándares utilizados son cables de acero de 19mm de diámetro con una longitud de 150 m.

Las patas de gallos, que son los componentes que se unen al portalón, se utilizan cadenas de 13mm de diámetro de longitud 6mm.

#### **3.6.3 Portalones**

Los portalones utilizados en esta maniobra corresponden al modelo cazador (the Hunter), fabricado por Poly-Ice (Hapidjan). Este portalón tiene un área de 7 mt<sup>2</sup> y 2000 kg cada uno. Este tipo de portalón optimiza su fuerza de abertura por medio dos ranuras (hydrifoi) en su estructura, la cual optimiza en un 30% la abertura comparado con otros modelos como los ovalados o polivalentes de la misma empresa. Es un modelo que se acomoda muy bien a la pesquería pelágica como dermersal. (Fuente: Taller de redes Pesqueras Bio-Bío).

### **3.4 Características de la Embarcación**

El pesquero Biomar IV, tienen las siguientes características:

Nº matricula: 2847

Señal distintiva: CB-5302

Lugar y año de construcción: Alemania -1977

- Potencia motor de 2000 hp
- RPM motor de 500
- N° de hélices 4
- TRG: 1037 Ton
- Loa: 47,23
- Manga: 11 mt
- Puntual de construcción : 4,85 mt

Los portalones utilizados:

- Tipo cazador
- Dimensiones 7 metros cuadrados
- Separación entre portalones : 185 mt
- Separación entre pescantes de : 5 mt
- Angulo de ataque: 26 grados

## **4. Metodología**

A continuación, se presenta la metodología desarrollada para dar cumplimiento al objetivo general y específicos, enfocado a la evaluación geométrica de una red de arrastre de media agua.

**Objetivo específico (a): Determinar el efecto del cable de cala, velocidad de arrastre y profundidad de operación, y cantidad de captura en el copo**

### **4.1 Toma de datos**

Para la toma de datos se procedió a embarcarse en el pesquero Biomar IV, los datos corresponden a dos mareas, entre el 17 al 20 de junio y entre el 21 al 23 de junio, del año 2002.

Para esto, una vez embarcado, se procedió a tomar mediciones en los distintos lances realizados, donde se midió: abertura de boca, altura, profundidad, longitud cable cala, captura, velocidad de arrastre y la tensión en los cables de cala por banda.

La toma de datos se llevó a cabo, a través del sistema Simrad de instrumentación de arrastre integrada (ITI). Este es un sistema de monitorización y localización de artes de arrastre diseñado para arrastreros pelágicos y de fondo.

#### **4.1.2 Principio básico de desempeño del arte**

Se analizara la configuración de la red de arrastre de media agua durante la operación de pesca, es decir, se medirá la altura y abertura de la red antes de entrar la captura a la red. Considerando que, para que exista un buen desempeño del aparejo, todas las fuerzas en el arte deben estar bajo un cierto equilibrio dinámico, lo que vendrá a cambiar esa condición de equilibrio es la captura, la cual agrega un delta de resistencia, este delta de resistencia puede ser evaluado en los cables de cala a través de los tensiómetros, se mide el delta de tensión sobre la tensión de equilibrio cuando no existía pesca, cada caso, básicamente difiere en que el delta de tensión producto de la captura se reflejará directamente, o en una menor proporción en el cable de cala y la red producto de este delta de resistencia deberá de alguna forma contrarrestar este aumento de resistencia, cambio de configuración (abertura y altura).

Asumiendo las distintas fuerzas constantes producto de este equilibrio dinámico, la resistencia en la red será igual a la registrada en el cable de cala, agregando un delta de resistencia, cada cierto tiempo producto de la captura, entonces a través de la ecuación de Newton o cualesquiera de las mostradas (en los antecedentes) ,se puede conocer la resistencia de la red para diferentes tiempos, se despeja los coeficientes de abertura y altura para cada tiempo, con estos coeficientes podemos ir al plano y considerar los métodos propuestos a través del plano y calcular la abertura y altura de la boca.

### **4.1.3 Casos Posibles de Configuración del Arte de Arrastre**

Como primer caso, se consideró la configuración de la red en operación de pesca antes de que entre captura a la red, esto es una vez identificado el cardumen y preparada la maniobra se tomaron los datos de la red en cuanto a : abertura, altura de la boca de la red.

En la segunda condición se midieron los mismos parámetros, pero considerando la entrada de captura al momento de sonar el primer sensor de captura.

En la tercera condición se midieron los parámetros al sonar el segundo sensor de captura.

Para proponer una metodología de evaluación geométrica de la red de arrastre de media agua, en esta trabajo se plantea que en estos 3 casos mencionados la configuración geométrica de la red sufrirá cambios en cuanto a la abertura y altura de la red, producto de la captura, la cual agregará un delta de resistencia producto de la misma, con lo cual se esperan cambios significativos en estas 2 variables.

Para proponer una metodología de evaluación de la red de arrastre de media agua, se deben analizar los cambios que se presentan en la abertura y altura de la red debido a la captura, para esto se evaluaron las relaciones de las variables consideradas en este estudio.

### **4.1.4 Análisis Preliminar de los Datos Obtenidos**

Una vez obtenidos los datos de la red en operación de pesca a través de los instrumentos, se desprendía de una primera aproximación de los cambios en la configuración de la red en un mismo lance. Con lo cual se evaluará una metodología para la evaluación geométrica de una red de media agua.

## **4.2 Objetivo específico (b): Determinar los factores de ajuste de la metodología:**

### **4.2.1 Análisis Estadístico de las Variables que Intervienen en la Configuración Geométrica de la Red**

Para determinar el efecto de las variables que intervienen en la configuración geométrica de la red de media agua, se hará una estimación, a través del análisis de la matriz de correlaciones, diagrama de dispersión, ajustes de curvas y regresión lineal múltiples, de tal forma de proponer una curva de regresión que trabaje con las variables que tienen un aporte significativo en la abertura y altura de la boca de la red. Para ello, se hizo uso del software estadístico SPSS 15.0, el cual se encuentra disponible en los laboratorios de computación de la universidad.

A través de los estadísticos, se estudió el comportamiento de dos o más variables en forma simultánea. El análisis estadístico consistió en describir su comportamiento mediante el ajuste de una función matemática. Si se prueba estadísticamente que existe algún grado de dependencia entre las variables, es decir, se puede precisar o no una relación entre variables y el supuesto de que exista esta puede ser lineal positiva o negativa.

#### **4.2.2 Prueba de Independencia Entre las Variables**

Como primer paso, en este análisis se procedió a realizar una prueba de dependencia entre las variables que están en juego en la predicción de la abertura-altura de la boca de red, se determinó si existe algún grado de relación entre las variables consideradas y la influencia directa sobre la configuración geométrica de la red. Esta prueba de independencia se realizó a través del estadístico chi-cuadrado para el análisis de tablas de contingencia con dos o más criterios de clasificación.

Si bien es cierto, que la prueba de chi-cuadrado entrega información de independencia entre dos o más categorías, no dice nada en cuanto a asociación entre las variables que rechaza como independiente.

#### **4.2.3 Cálculo de los Coeficientes de Correlaciones.**

El siguiente paso, a considerar es la dependencia mutua entre dos o más variables “correlación”, a través del coeficiente de correlación se midió la intensidad con la cual dos o más variables están relacionadas. Para ello se construyó una matriz de correlaciones, la cual resume las correlaciones para todos los posibles pares de variables  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ . De esta manera se estudió el grado de dependencia simultánea entre todas ellas o bien entre un grupo de ellas.

Para cuantificar el grado de relación lineal entre dos variables se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ). Este coeficiente oscila entre -1 y 1, indicando un valor 0, relación nula o independencia entre las variables,  $r = 1$  relación dependiente perfecta positiva, y  $r = -1$  relación dependiente perfecta negativa.

Esta matriz, facilitó a tener una primera aproximación acerca de las variables que tienen mayor influencia en la abertura y altura de boca de la red.

#### **4.2.4 Construcción de Diagrama de Dispersión.**

El tercer paso fue decidir gráficamente el tipo de relación funcional entre  $x$  e  $y$ . Para ello, se construyó un diagrama de dispersión (o nubes de puntos), que es una representación de los pares  $(x_i, y_i)$ , en un plano cartesiano, ajustando la nube de puntos por los pares de los valores de las dos variables a una curva de la mejor forma posible.

#### **4.2.5 Curva de Regresión Múltiple.**

En el cuarto paso, se estudió la importancia o aporte que cada una de las variables del modelo pueden tener para explicar la abertura y altura de boca de la red, curva de regresión múltiple. Mediante la regresión se expresó la estructura funcional de la relación existente entre las variables, ajustando la nube de puntos a una curva de la mejor forma posible.

El objetivo es ajustar un modelo lineal que permita predecir la Abertura de boca de la red, en función de: la tensión, velocidad de arrastre, profundidad, longitud cable cala.

- El método utilizado es introducir; todas las variables son ingresadas a la regresión lineal
- Se considera como variable dependiente la Abertura de boca de la red.

- Se considera como variable independiente: tensión, velocidad, profundidad, longitud cable cala, y la captura.

#### **4.2.6 Obtención de la Mejor Ecuación de Regresión**

Mediante el programa estadístico de SPSS para Windows, se examinan las variables, en cada paso para entrar o salir del modelo con los criterios específicos, con lo cual el programa eliminó variables y entregó nuevos modelos de regresión con las variables más influyentes en la regresión que se estudió.

Este análisis estadístico entregó información relevante sobre la configuración geométrica de la red, o en caso contrario basta con medir la abertura y altura de boca directamente a través de su plano de fabricación

##### **Método Eliminación de variables: considerando la abertura como variable dependiente.**

El objetivo es seleccionar aquellas variables que sin ser redundantes proporcionen la mejor explicación de la variable dependiente.

- Método secuencial elegido en SPSS: eliminación de variables
- Se considera como variable dependiente la Abertura de boca de la red.
- Se considera como variable independiente: tensión, velocidad, profundidad, longitud cable cala y captura.
- Variables introducidas al modelo: Tensión, Velocidad, Profundidad, Velocidad de arrastre y Captura.
- Variable eliminadas del modelo: captura.

##### **Método eliminación de variables: considerando la altura como variable dependiente.**

El objetivo: Seleccionar aquellas variables que sin ser redundantes proporcionen la mejor explicación de la variable dependiente.

- Método secuencial elegido en SPSS: eliminación de variables
- Se considera como variable dependiente la Altura de boca de la red.
- Se considera como variable independiente: tensión, velocidad, profundidad, longitud cable cala y captura.
- Variables introducidas al modelo 1: Tensión, Velocidad, Profundidad, Velocidad de arrastre y Captura.
- Variable eliminadas del modelo 2: Captura.
- Variable eliminada del modelo 3: Velocidad
- Variable eliminada del modelo 4: Longitud cable cala
- Variable eliminada del modelo 5: Profundidad

### 4.3 Objetivo específico (c): Determinar la configuración geométrica de la red a partir de su plano.

### 4.6 Determinación de la Abertura- Altura de la Boca de Red a Través del Plano de Fabricación

#### 4.3.1 Método a Través del Plano

##### a. Método 1

#### 4.3.2 Abertura de Red:

Este método consiste en considerar el número de mallas en la base del ala del paño superior, para ello se usa los valores de coeficientes de abertura recomendados por Martínez y los usados comúnmente en el taller de redes.

Según Martini, (1986) y Concha, C (2002),  $\mu_1 = (0,30-0,40)$  en la parte delantera de la red

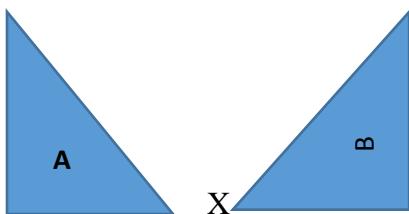
$$\text{Abertura boca} = A + X + C \quad (26)$$

Donde:

A = número de mallas en la base del ala

X = longitud en la boca

B = número de mallas en la base de la boca



$$\text{Abertura boca} = 2 * N^\circ \# \text{ en la base del ala} * T \# * \mu_1 + \text{longitud en la boca de la red} \quad (27)$$

Donde:

$N^\circ \#$  = número de mallas en la base del ala

T = tamaño de malla

$\mu_1$  = coeficiente abertura de malla

#### 4.3.4 Altura de Boca

Para evaluar la altura de la boca la forma es igual a la de la abertura con la salvedad que ahora se debe considerar el panel lateral, y el coeficiente de abertura de la malla trabaja en un menor porcentaje.

Según Martini, (1986) y taller redes  $\mu_1 = (0,25 - 0,30)$

$$\text{Altura Boca} = a + x + b$$

$$\text{Altura Boca} = 2 * N^{\circ} \# \text{ base del ala} * T\# * \mu 1 + \text{longitud en el centro de la boca.} \quad (28)$$

## b. Método 2

### 4.3.5 Altura a Través de los Estándares

Este método considera la longitud de los estándares más las longitudes de las cadenas que van unidos a los estándares aumentando su longitud, para de esta forma permitir un mejor desempeño del arte, al ir las alas en un mismo nivel al formarse un triángulo rectángulo el cual tiene como hipotenusa la longitud del estándar inferior el cual es más largo que el inferior.

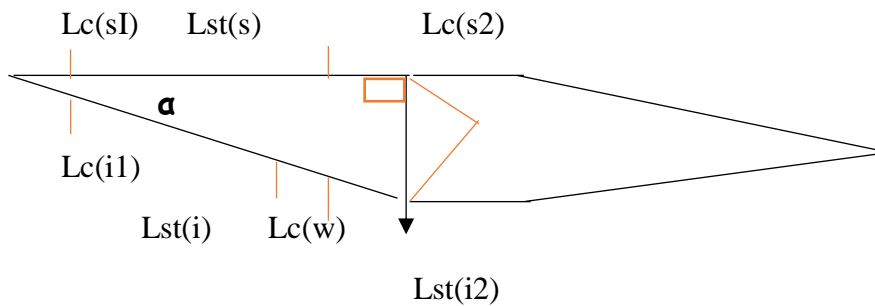


Figura 2: Vista panel lateral – Estándares

Donde:

- $Lc(s1)$  = longitud cadena en la parte anterior estándar superior
- $Lst(s)$  = longitud cable superior
- $Lc(s2)$  = longitud cadena en la parte posterior estándar superior
- $Lc(i1)$  = longitud cadena en la parte anterior estándar inferior
- $Lst(i)$  = longitud cable inferior
- $Lc(w)$  = longitud cadena
- $Lst(i2)$  = longitud cable posterior en el estándar inferior
- $\alpha$  = ángulo entre estándares

Condiciones:

- 1-  $Lst(s) = Lst(i)$
- 2-  $Lc(s2) = Lc(w) = Lst(i2)$
- 3-  $Lc(s1) = Lc(i)$
- 4-  $Lc(w) = 2 * Lc(s1)$
- 5-  $\alpha = (12^{\circ} \text{ a } 13^{\circ})$

A través de la construcción del triángulo rectángulo, considerando los criterios y condiciones se obtienen la abertura entre la punta de alas, de acuerdo al modelo en la red en estudio, la cual tiene un corte N en la altura del ala, es decir, se produce un rectángulo entre las puntas de las alas y la boca de la red, entonces suponemos que la distancia entre la punta y la boca de ala en el panel lateral es la misma.

#### **4.4 Datos de la Red en Operación**

A continuación se presentan los datos muestreados en dos mareas, entre el 17 al 20 de junio y entre el 21 al 23 de junio del año 2002. (Ver tablas 1 y 2)

Las variables muestreadas fueron: La abertura, altura, tensión, longitud cable cala, profundidad de operación, velocidad de arrastre, y la captura al momento de sonar los sensores de captura.

El muestreo se llevó a cabo del pesquero Biomar IV, el cual cuenta con el apoyo del sistema NET-SONDA (WESMAR FS 800) que posee sensores en el arte, los cuales indican la configuración de la boca, profundidad de las partes superiores de la red, temperatura del agua en la zona de rastreo, además de indicar la entrada de agregación a la boca de la red. Mediante los sensores de captura el capitán puede estimar la cantidad de pesca que ingresa al copo. Ver anexo (pág.68, N°10)

**TABLA 1: Toma de datos entre 21/23 de junio del 2002**

<b>DATOS RED N° 153 Motueka ABERTURA Y ALTURA DE BOCA DE LA RED DURANTE LA OPERACIÓN PESCA</b>				
<b>1-ABERTURA Y ALTURA DE BOCA ANTES DE QUE ENTRE CAPTURA EN LA RED</b>	<b>LANCE1</b>	<b>LANCE2</b>	<b>LANCE3</b>	<b>LANCE4</b>
Abertura boca (mts)	60	60	64	65
Altura Boca (mts)	45	45	44	38
Profundidad Red (mts)	339	301	299	310
Longitud cable cala (mts)	763/778	657/662	757/753	812/805
Velocidad arrastre (Nd)	4,0	4,1	4,1	4,0
Tensión en los cables de cala por banda (toneladas)	7,15/6,9	6,85/7,30	8,0/8,0	8,6/8,10
<b>2-ABERTURA BOCA AL MOMENTO DE ENTRAR CAPTURA A LA RED AL SONAR EL PRIMER SENSOR DE CAPTURA</b>	<b>LANCE1</b>	<b>LANCE2</b>	<b>LANCE3</b>	<b>LANCE4</b>
Ubicación del primer sensor (mts.)	4,125	4,125	4,125	4,125
Cantidad de captura hasta el primer sensor (cajas o toneladas)	6,4 ton	7,2 ton	7,2 ton	7,2 ton
Tiempo de llenado hasta el primer sensor (minutos)	16 min	33 min	12 min	60 min
Longitud cable cala (mts)	841/838	794/790	838/828	914/909
Profundidad red (mts)	362	337	310	297
Velocidad arrastre (Nd)	4,0	3,7	3,9	4,0
Abertura boca (mts)	62	64	70	72
Altura boca (mts)	45	45	40	38
Tensión en los cables de cala por banda	7,75/8,05	7,2/7,25	7,9/7,27	8,9/8,65
<b>3-ABERTURA BOCA AL MOMENTO DE ENTRAR CAPTURA A LA RED, AL SONAR EL SEGUNDO SENSOR DE CAPTURA</b>	<b>LANCE1</b>	<b>LANCE2</b>	<b>LANCE3</b>	<b>LANCE4</b>
Ubicación del segundo sensor (mts)	8,4 mts	8,4 mts	8,4 mts	8,4 mts
Cantidad de captura hasta el segundo sensor (cajas o toneladas)	13,6 ton	15,2 ton	15,2 ton	15,2 ton
Tiempo de llenado hasta el segundo sensor (min)	20 min	1 hr 20 min	19 min	38 min
Longitud cable cala (mts)	857/835	832/837	838/870	975/971
Profundidad red (mts)	367	343	309	300
Velocidad arrastre (Nd)	4,0	4,2	3,7	4,0
Abertura boca (mts)	62	64	70	73
Altura Boca (mts)	40	44	39	38
Tensión en los cables de cala por banda (ton)	8,4/8,1	7,85/7,90	8,38/8,31	9,25/8,75

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 2: Toma de datos entre 17/20- de junio del 2002**

<b>DATOS RED N° 153 Motueka ABERTURA Y ALTURA DE BOCA DE LA RED DURANTE LA OPERACIÓN PESCA</b>				
<b>1-ABERTURA Y ALTURA DE BOCA ANTES DE QUE ENTRE CAPTURA EN LA RED</b>	<b>LANCE1</b>	<b>LANCE2</b>	<b>LANCE3</b>	<b>LANCE4</b>
Abertura boca (mts)	68	68	63	65
Altura Boca (mts)	45	40	40	40
Profundidad Red (mt)	313	318	336	349
Longitud cable cala (mts)	838/824	902/903	922/915	1001/999
Velocidad arrastre (Nd)	3,9	4,3	3,9	4,2
Tensión en los cables de cala por banda (toneladas)	6,60/8,05	8,85/8,95	8,40/8,0	8,7/8,7
<b>2-ABERTURA BOCA AL MOMENTO DE ENTRAR CAPTURA A LA RED AL SONAR EL PRIMER SENSOR DE CAPTURA</b>	<b>LANCE1</b>	<b>LANCE2</b>	<b>LANCE3</b>	<b>LANCE4</b>
Ubicación del primer sensor (mts.)	4,572	4,572	4,572	4,572
Cantidad de captura hasta el primer sensor (cajas o tonelada)	7,2 ton	6,4 ton	7,2 ton	7,2 ton
Tiempo de llenado hasta el primer sensor (minutos)	10 min	20 min	40 min	13 min
Longitud cable cala (mts)	838/824	951/952	922/907	1001/997
Profundidad red (mts)	328	327	346	355
Velocidad arrastre (Nd)	3,8	4,2	3,8	3,8
Abertura boca (mts)	66	71	70	72
Altura boca (mts)	48	37	38	36
Tensión en los cables de cala por banda	7,25/7,85	8,85/8,6	7,85/9,45	8,8/8,45
<b>3-ABERTURA BOCA AL MOMENTO DE ENTRAR CAPTURA A LA RED, AL SONAR EL SEGUNDO SENSOR DE CAPTURA</b>	<b>LANCE1</b>	<b>LANCE2</b>	<b>LANCE3</b>	<b>LANCE4</b>
Ubicación del segundo sensor (mts)	8,5344 mts	8,5344 mts	8,534 mts	8,534 mts
Cantidad de captura hasta el segundo sensor (cajas o tonelada)	12,6 ton	11,2 ton	16,8 ton	15,2 ton
Tiempo de llenado hasta el segundo sensor (min)	5 min	17 min	38 min	20 min
Longitud cable cala (mts)	828/824	1139/1129	922/905	1001/997
Profundidad red (mts)	331	372	338	355
Velocidad arrastre (Nd)	3,8	4,1	3,9	3,9
Abertura boca (mts)	66	73	71	71
Altura Boca (mts)	42	35	39	38
Tensión en los cables de cala por banda (ton)	7,5/7,75	9,65/9,7	8,35/8,8	9,75/9,8

Fuente: Elaboración propia

## **5. Resultados**

### **5.1 Objetivo específico (a): Determinar el efecto de la longitud del cable de cala, velocidad de arrastre, profundidad, y captura, sobre la configuración geométrica de la red**

#### **5.1.1 Análisis de los Datos Obtenidos de la Red en Operación.**

Como primera aproximación en este estudio se realizó una vez embarcado y analizando con la ayuda del capitán de la nave, lo que estaba sucediendo con la red en operación de pesca.

Observando la red en operación de pesca y registrando la abertura de la red a distintas cantidades de captura, se observó que no existió una relación de dependencia de abertura-altura de la boca de la red con respecto a la captura. Sino más bien, estas variables no sufrían mayores cambios significativos.

Cabe destacar que como principio básico en este estudio, para proponer una metodología de evaluación en la configuración geométrica de la red, se asumió que la variable que más afectaba a la abertura y altura de la boca de la red era la captura, a través de ésta se pretende determinar la abertura y altura de la boca de la red en la medida que va ingresando captura a la red. Es decir, se asumió una relación directa entre la abertura-altura de la boca de la red y la captura.

Una vez embarcado y observando la red en operación de pesca y registrando la abertura de la red distintas cantidad de captura podemos ver que no existe una relación de dependencia de la abertura con respecto a la altura (ver Tabla 1, y 2, datos red Motueka en operación).

#### **5.2 Resultados Prueba de CHI- Cuadrado**

Como primera parte de los resultados de esta investigación, se sometieron las variables que interactúan en la configuración geométrica de la red, a una prueba de independencia, para ello se utilizó es test de Chi- cuadrado. Los resultados son los siguientes:

- La población de la cual provienen los datos hay evidencia estadística de independencia entre la abertura de boca de la red y la captura. (ANEXO 1)
- La población de la cual provienen los datos hay evidencia estadística de independencia entre la altura de boca de la red y la captura. (ANEXO 2)
- La población de la cual provienen los datos hay evidencia estadística de dependencia entre la abertura de boca de la red y la velocidad de arrastre. (ANEXO 3)
- La población de la cual provienen los datos hay evidencia estadística de dependencia entre la abertura de boca y la longitud del cable de cala. (ANEXO 4)
- La población de la cual provienen los datos hay evidencia estadística de dependencia entre la abertura de boca y la tensión de los cable de cala. (ANEXO 5)

□ La población de la cual provienen los datos hay evidencia estadística de dependencia entre la abertura de boca y la altura de la boca de la red. (ANEXO 6)

## 5.2 Objetivo específico (b): Determinar los factores de ajuste de la metodología de evaluación.

### 5.2.1 Matriz de correlaciones

A continuación se considera la dependencia mutua entre dos o más variables “correlaciones”. A través del coeficientes de correlaciones se midió la intensidad con la cual 2 o más variables están relacionadas. Para ello, se construyó una matriz de correlaciones. Para cuantificar el grado de relación lineal se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson(r), (ver Tabla 3)

**Tabla 3: Correlación de Pearson entre variables analizadas.**

	Abert	Alt	Capt	prof	Long	Veloc	Tens
ABERTURA Pearson Correlación Sig. (bilateral)	1,000	-0,781**	0,495	-0,569	0,777**	-0,468	0,725**
		0,003	0,102	0,054	0,003	0,125	0,008
ALTURA Pearson Correlación Sig. (bilateral)	-0,781**	1,000	0-,384	0,411	-0,701	0,349	-0,814
	0,003	,	0,218	0,184	0,011	0,266	0,001
CAPTURA Pearson Correlación Sig. (bilateral)	0,495	0,384	1,000	0,240	0,717**	-0,382	0,509
	0,102	0,218	,	0,453	0,009	0,221	0,091
PROF Pearson Correlación Sig. (bilateral)	-0,569	0,411	0,240	1,000	-0,004	0,132	-0,273
	0,054	0,184	0,453	,	0,991	0,683	0,390
LONG/CALA Pearson Correlación Sig. (bilateral)	0,777**	-0,701*	0,717**	-0,004	1,000	-0,271	0,816**
	0,003	0,011	0,009	0,991	,	0,395	0,001
VELOC Pearson Correlación Sig. (bilateral)	-0,468	0,349	-0,382	0,132	-0,271	1,000	-0,245
	0,125	0,266	0,221	0,683	0,395	,	0,442
TENSION Pearson Correlación Sig. (bilateral)	0,725**	-0,814**	0,509	-0,273	0,816**	-0,245	1,000
	0,008	0,001	0,091	0,390	0,001	0,442	,

Fuente: Elaboración propia

Nota:

**\*\* La Correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral)**

**\* La Correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral)**

Se observa que el coeficiente de correlación entre las variables abertura y altura es de -0,781, lo que indica una fuerte dependencia lineal negativa, el valor ( $p < 0,05$ ). La propia salida del programa indica correlación significativa al 99%.

El valor del coeficiente de correlación de 0,495, indica una nula dependencia entre las variables abertura /y captura, el valor ( $p > 0,05$ ) con lo cual se rechaza la hipótesis de variables correlacionadas.

Entre las variables abertura / profundidad se observa un coeficiente de correlación de -0,569, indica una débil dependencia lineal negativa entre las variables, el valor ( $p < 0,05$ ).

Para la abertura / longitud cala el coeficiente de correlación es de 0,777, lo cual indica una fuerte dependencia lineal positiva entre esta variables, el valor ( $p < 0,05$ ).

El coeficiente de -0,468 indica un a nula dependencia entre la abertura/ velocidad, el valor ( $p > 0,05$ )

Entre abertura/tensión existe una fuerte dependencia lineal con un coeficiente de 0,725, con un valor ( $p > 0,05$ )

Como se puede apreciar de esta tabla, se presenta una primera aproximación de las variables a descartar para un modelo de regresión lineal estas serían: captura, velocidad, profundidad. Las dispersiones se presentan en el Anexo 7.

### 5.2.2 Regresión Lineal múltiple: Método introducir.

En la tabla 4, se presenta el modelo ajustado que explica la abertura de boca de la red.

Tabla 4. Estimación del modelo de abertura de boca de red

		Coeficientes no Estandarizados		Coeficientes Estándar.	T	Sig.	
		B	Error. Típico	Beta			
Modelo	1	(Constante)	88,859	8,819		0,075	,000
		PROF	-0,108	0,013	-0,601	8,635	,000
		LONGCAL	57E-02	0,007	0,905	7,774	0,000
		VELOC	-4,736	1,521	-0,199	3,114	0,017
		TENSION	-0,813	0,428	-0,226	1,896	0,100
		CAPTURA	5,65E-02	0,075	0,078	0,758	0,477

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4, se presenta como resultado los coeficientes de la ecuación que predice la abertura de boca de la red, en función de la profundidad, longitud cable cala, velocidad, tensión y captura.

Estos resultados muestran un ajuste bueno dado por:  $Abertura (mts) = 88,859 - 0,108 * (profundidad (mt)) - 57 \times 10^{-2} * (Long.cala(mt)) - 4,736 * (velocidad(nd)) - 0,813 * (tensi3n(nd)) + 5,650 \times 10^{-0,2} * captura + u$ . El coeficiente de determinaci3n (R cuadrado) fue de 0,95 lo que indica una buena regresi3n, un p-valor del contraste de la F para la significancia conjunta de los par3metros estimados menor que 0,05. Todas las variables resultan significativas a un 95% de confianza, salvo la tensi3n cuyo p-valor es 0.10. Las opciones gr3ficas presentan un buen ajuste de los residuos a una normal (fig.4) y una distribuci3n aleatoria de los puntos gr3fico de dispersi3n (fig.5) lo cual corrobora la inexistencia de problemas de heteroscedasticidad. El valor 1,759 del estadístico de Durbin Watson certifica la inexistencia de auto correlaci3n de los residuos. Los índices de condici3n de la tabla de diagn3stico de colinealidad son muy elevados (ver anexo7), lo que puede indicar problemas de multicolinealidad. Existen 3 variables con índice de condici3n mayor a 30, estas son longitud del cable de cala, velocidad, tensi3n. Esto se refiere a que existe una relaci3n muy elevada entre las 3 variables del modelo de regresi3n y por tanto, todas ellas proporcionan informaci3n muy similar y difícil de separar. Por otro lado, de la tabla de coeficientes se puede ver que los valores VIF y la tolerancia son bajos para todas las variables consideradas en la regresi3n, esto entrega otro argumento que indica la fuerte dependencia entre: Profundidad, longitud cala, velocidad, tensi3n. Por lo tanto, este modelo entrega informaci3n de la fuerte asociaci3n entre estas variables. Esto sugiere buscar un modelo que descarte variables de modo de trabajar con las variables que tienen un aporte real y significativo en la predici3n de la abertura de boca de la red.

### **5.2.3 Regresi3n lineal múltiple: Eliminaci3n de variables considerando la abertura como dependiente**

En esta regresi3n se incluyen todas las variables independientes en estudio: Tensi3n, longitud cable cala, profundidad, velocidad de arrastre y captura. El programa evalu3 el estadístico F, el cual controla la entrada y salida de variables, adem3s de la variable dependiente de cada regresor.

Dado esto, se generaron dos modelos, en el primero de ellos se introducen todas las variables en estudio, el cual nos entrega los coeficientes de la ecuaci3n de predici3n que es la misma que ya se había estudiado en la primera regresi3n, la cual nos decía que existe variables redundantes en este modelo. Considerando esto, el programa nos entrega un segundo modelo el cual elimina la variable captura, pues esta variable no aporta informaci3n en la predici3n de la abertura de boca de la red.

En la Tabla 5. Presenta los coeficientes para el método eliminaci3n de variables, considerando la abertura como variable dependiente. El programa SPSS, entrega dos modelos, en el primero de ellos la regresi3n se realiza con todas las variables que predicen la abertura de boca de la red: Captura, Profundidad, Longitud cable de cala, tensi3n y velocidad. En el segundo modelo el programa elimina la variable Captura.

**Tabla 5. Estimación coeficientes del modelo abertura de boca de la red.**

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes Estandarizados	T	Sig.
		B	Error típico	Beta		
1	(Constante)	90,278	9,291		9,717	,000
	CAPTURA	5,650E-02	,075	,078	,758	,477
	PROF	-,112	,014	-,622	-8,089	,000
	LONGCALA	4,950E-02	,008	,852	6,135	,001
	VELOC	-4,289	1,676	-,181	-2,559	,043
	TENSION	-,804	,442	-,224	-1,8818	,119
2	(Constante)	88,859	8,819		10,075	,000
	PROF	-,108	,013	-,601	-8,635	,000
	LONGCALA	5,257E-02	,007	,905	7,774	,000
	VELOC	-4,736	1,521	-,199	-3,114	,017
	TENSION	-,813	,428	-,226	-1,896	,100

Fuente: Elaboración propia

**a, Variable dependiente: ABERTURA**

(Tabla 5. Esta tabla entrega los coeficientes B y Bo, para cada modelo, estos coeficientes son de la ecuación que nos ayudará a estimar la abertura de boca de red en función de las variables que se muestran para cada modelo)

**5.2.4 Regresión lineal múltiple: Eliminación de variables considerando la altura como dependiente**

La Tabla 6. Presentan los coeficientes para el método eliminación de variables, considerando la altura como variable dependiente. El programa SPSS, entrega cinco modelos, en el primero de ellos la regresión se realiza con todas las variables que predicen la abertura de boca de la red: Captura, Profundidad, Longitud cable de cala, tensión y velocidad. De acuerdo al grado de significancia el programa va eliminando variables, con lo cual se van generando distintos modelos en predicción de la altura de boca de la red.

**Tabla 6. Estimación coeficientes de los modelos de altura de boca de red**

Módulo		Coeficientes No estandarizados		Coeficientes estandarizados	T	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constante)	53,176	20,909		2,543	,044
	CAPTURA	5,524E	,168	,111	,329	,753
	PROF	2,771E-02	,031	,225	,889	,408
	LONGCALA	-1,29E-02	,018	-,325	-,711	,504
	VELOC	2,437	3,772	,150	,646	,542
	TENSION	-1,248	,995	-,508	-1,254	,256
2	(Constante)	51,790	19,132		2,707	0,030
	PROF	3,137E-02	0,027	0,254	1,153	0,287
	LONGCALA	-9,91E-03	0,015	-0,249	-0,676	0,521
	VELOC	2,000	3,299	0,123	0,606	0,563
	TENSION	-1,256	0,929	-0,511	-0,1,352	0,218
3	(Constante)	60,142	12,743		4,720	0,002
	PROF	3,353E-02	0,026	0,272	1,295	0,232
	LONGCALA	-1,14E-02	0,014	-0,287	-0,821	0,435
	TENSION	-1,244	0,892	-0,506	-1,395	0,201
4	(Constante)	63,271	11,938		5,300	0,000
	PROF	2,516E-02	0,023	0,202	1,076	0,310
	TENSION	-1,864	0,465	-0,758	-4,005	0,003
5	(Constante)	73,568	7,197		10,222	0,000
	TENSION	-2,001	0,451	-0,814	-4,434	0,001

Fuente: Programa Elaboración propia  
**a, Variable dependiente: ALTURA**

(Tabla n°6. Coeficientes, esta tabla entrega los coeficientes B y B0 de la ecuación para cada modelo que se genera, es importante el sig. y el valor del estadístico T para cada uno los coeficiente)

Estos resultados consideraron como variable explicada la altura y como variables explicativas se toma la captura, la profundidad, longitud de cable de cala, velocidad, tensión. A partir de este modelo se crearon 4 modelos, eliminando las variables de acuerdo al aporte real que tengan sobre la predicción de la altura de boca de la red. La curva ajustada para este modelo es  $Altura = 53,176 + 5,524 \times 10^{-0,2} * (captura) + 2,771 \times 10^{-0,2} * (profundidad) - 1,29 \times 10^{0,2} * (L.cala) + 2,437 * (velocidad) - 1,248 * (tensión) + u$ , con un coeficiente de determinación de 0,529 y un valor p del contraste de la F para la significación conjunta de los parámetros estimados ( $p > 0,05$ ) lo que indica que los parámetros estimados no son buenos indicadores para la regresión. Solo 2 variables profundidad y tensión resultan significativas con un 95% de confianza, captura tiene un valor  $p = 0,753$  por lo cual es la primera candidata a ser eliminada del modelo, la siguiente variable con un valor ( $p > 0,05$ ) es la velocidad, cuyo valor alcanza a 0,542 es la segunda candidata a ser eliminada del modelo, y la tercera variable en ser eliminada debe ser la longitud de cable de cala, debido a que su valor ( $p = 0,504$ ), las opciones gráficas no tiene problemas presentan un buen ajuste de los residuos a una normal una distribución aleatoria de los puntos gráfico de dispersión. El valor del estadístico de Durbin Watson certifica la no existencia de auto correlación, debido a la no significancia de la captura y a la baja significancia de la velocidad y la longitud del cable de cala se observan problemas de multicolinealidad para este modelo por lo que se debe eliminar estas variables para eliminar el problema de multicolinealidad. De la tabla de variables excluidas (Anexo 9) se aprecia que la variable eliminada de este modelo es la captura por presentar problemas en la significancia, colinealidad.

El segundo modelo considera la variable altura como explicativa y la profundidad, longitud de cable de cala, velocidad, y tensión como variables independientes. La curva que se le ajusto a este modelo fue  $Altura = 51,790 + 3,137 \times 10^{-0,2} * (profundidad) - 9,91 \times 10^{-0,3} * (L.cala) + 2 * (velocidad) - 1,256 * (tensión)$ , con un coeficiente de determinación de 0,589 y un valor p del contraste de la F para la significancia conjunta de los parámetros estimados ( $p < 0,05$ ). No todas las variables resultan significativas a un 95% de confianza, la velocidad con un valor  $p = 0,563$  y la longitud del cable de cala con un valor ( $p = 0,521$ ) son candidatas ser eliminadas de este modelo y deben ser las causantes de multicolinealidad en el modelo, es probable que por estas variables no exista problema de autocorrelación perfecta positiva, de la tabla de variables excluidas podemos ver que la velocidad ha sido eliminada de este por problemas de significancia, colinealidad y tolerancia.

El tercer modelo considera a la altura como variable explicativa y la profundidad, longitud cala, tensión como variables independientes. La curva ajustada a este modelo es  $Altura = 60,142 + 3,353 \times 10^{-0,2} * (profundidad) - 1,14 \times 10^{-0,2} * (L.cala) - 1,244 * (tensión)$ , con un valor de determinación ajustador ( $R = 0,621$ ) y un valor p del contraste de la F para la significancia conjunta de los parámetros estimados ( $p < 0,05$ ). Todas las variables no resultan significativas a un 95% de confianza por lo que se mantendrá el problema de multicolinealidad

El cuarto modelo aquí ya los problemas de multicolinealidad va en progresivo aumento y las variables a eliminar es la profundidad, este ya es un buen modelo en la predicción de la altura de la boca de la red.

El último modelo, el cual no presenta ningún problema se le ajusto la siguiente curva.  
Es  $Altura = 73,568 - 2 * (tensión)$ .

### 5.3 Objetivo específico (c): Determinar la configuración geométrica de la red a partir de su plano

#### 5.3.1 Cálculo de la abertura y la altura a través del plano

Abertura boca =  $2 * N^{\circ} \#$  en la base del ala \*  $T\# * \mu_1$  + longitud en la boca de la red.

Por lo tanto tenemos:

$$\text{Abertura boca} = 2 * 5 * 20 * 0,30 + 8 = 68 \text{ mts}$$

Para la altura de boca la forma es igual a la de la abertura con la salvedad que ahora se debe considerar el panel lateral, y el coeficiente de abertura de la malla trabaja en un menor porcentaje.

Según Martínez. 1986 y Taller redes  $\mu_1 = (0,25 - 0,30)$

$$\text{Altura boca} = A + x + B$$

$$\text{Altura boca} = 2 * N^{\circ} \# \text{ base del ala} * T\# * \mu_1 + \text{longitud en el centro de la boca}$$

$$\text{Altura Boca} = 3 * 2 * 20 * 0.25 + 8 = 38 \text{ mts}$$

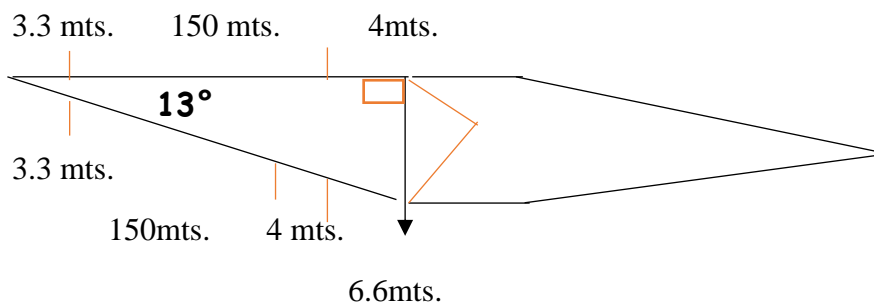
#### 5.3.2 Cálculo: Altura de boca a través de los estándares

$$Lc(s1) = 3.3 \text{ mts.} \quad Lc(s2) = 3.3 \text{ mts.}$$

$$Lst(s) = 150 \text{ mts.} \quad Lst(i) = 150 \text{ mts.}$$

$$Lc(s2) = 4 \text{ mts.} \quad Lc(w) = 4 \text{ mts.}$$

$$\alpha = 13^{\circ} \quad Lst(i2) = 6.6 \text{ mts.}$$



$$\text{Seno } (13^\circ) = x/157,5$$

$$X = \text{seno } (13^\circ) * 157.5$$

X= 35 mts. Altura boca red.

## VI DISCUSIÓN

De la observación de la red en estudio en proceso de pesca y considerando la opinión del capitán, se logró tener una primera aproximación del comportamiento de la red de arrastre de media agua. Analizando los instrumentos y los resultados en cuanto a las variables en estudio se puede decir, que existe una relación directa entre la profundidad en la cual ésta trabajaba la red, la longitud del cable de cala y la tensión, al aumentar la profundidad aumenta como consecuencia directa la longitud del cable de cala, para poder operar con la red a una profundidad determinada, de igual manera aumento la tensión en los cables por banda. En cuanto a la velocidad, ésta más bien se mantiene constante, esta fue una primera aproximación de lo que estaba sucediendo cuando la red está en proceso de pesca pero sin captura. En cuanto a la abertura y altura de boca de la red esta no sufre mayores cambios.

Una vez que comenzó a ingresar captura a la red, todas las variables siguieron un patrón de comportamiento uniforme respecto a la situación observada cuando la red operaba sin captura.

Cabe destacar que se observó una fuerte dependencia entre las siguientes variables: Profundidad, longitud cable cala y la tensión, en un mismo lance.

La abertura y altura de boca de red se mantienen dentro de un cierto rango, no sufriendo cambios bruscos en su comportamiento.

Un punto destacable, es que los datos muestreados fueron bajo una operación de pesca, por ello, se observa que la velocidad de arrastre fluctúa entre 3,7 a 4,5 nudos, la cual permite tener una abertura y altura de boca de red que no cambia bruscamente, más bien se mantiene bajo el rango de los 60 a 70 metros para la abertura, mientras que para la altura varía entre los 38 a los 45 metros.

Dada su importancia, se debe destacar que el capitán de la embarcación en todo momento de la operación de pesca tiene un control sobre el arte, el cual se lleva a cabo a través de un sistema de monitorización, localización y control del arte (ITI), este a través de sensores montados en la red, entrega información en cuanto a: profundidad, altura, abertura, captura, disponible.

De esta forma, a través de comandos se puede controlar la distancia entre los portalones si esta disminuye por debajo del límite inferior, o aumenta por encima del límite superior, también se puede controlar si la distancia entre las alas del arte disminuye por debajo del límite inferior, o aumenta por encima del límite superior.

A su vez se contó con el apoyo del sistema NET-SONDA ( WESMAR FS 800) que posee sensores en el arte, los cuales indican la configuración de la boca, profundidad de las partes superiores de la red, temperatura del agua en la zona de rastreo, además de indicar la entrada de agregación a la boca de la red. Mediante los sensores de captura el capitán puede estimar la cantidad de pesca que ingresa al copo.

Como apoyo al proceso de rastreo se cuenta con el sistema de control automático de winches, SISTEMA TRAWL TEC, el cual permite regular la tensión del cable de cala en ambas bandas. Mediante este sistema, el capitán maneja la longitud de los cables de cala pudiendo así cambiar la profundidad de trabajo de la red regulando de este modo las tensiones. La utilización de este equipo en conjunto con el vídeo sonda, permiten al capitán, por una parte tener mejor manejo del arte, en cuanto a la configuración de la

red y por otra, conocer la profundidad en que se encuentra el cardumen, logrando de esta forma, mejores rendimientos de pesca.

Tomando en cuenta la información citada anteriormente, es que vemos un comportamiento que no varía bruscamente en cuanto la configuración de la red en estudio. En cuanto a abertura y altura de boca de red. Lo mismo sucede con la velocidad de arrastre la cual se mantiene dentro de un rango.

Para proponer una metodología, para evaluar la configuración geométrica de la red, se asumió en este estudio que, para que exista un buen desempeño del aparejo, todas las fuerzas en el arte deben estar bajo un cierto equilibrio dinámico, y lo que cambiará esa condición de equilibrio es la captura, la cual agrega un delta de resistencia. La red, producto de este delta de resistencia deberá de alguna forma contrarrestar este aumento, con lo cual se espera un cambio en la configuración geométrica de la red en cuanto a abertura y altura de boca de la red.

Sin embargo, se observó a través de los datos muestreados y la operación de pesca, que la captura no influye en el cambio en la configuración geométrica de la red. Es decir, se puede deducir que no existe una relación de dependencia entre la captura, y la abertura- altura de boca de red. El factor de velocidad de arrastre es dependiente de los cambios en el comportamiento del recurso y también de las condiciones y aparejamiento del equipo de pesca, con lo cual se puede seleccionar las formas más adecuadas de la boca de la red, para así lograr un mejor rendimiento en captura (Osawa et al, 1985; de Hurtado a 1999).

Por lo tanto, un aumento en la velocidad produce un aumento en la abertura de los portalones y por ende, un aumento y disminución de la abertura y altura, respectivamente

El sistema de arrastre es importante en la pesca comercial y en el conteo de recursos marinos, estudios en la estática y dinámica de artes de arrastre (cables de cala, portalones y red), se han realizado utilizando las dimensiones de abertura de boca de red, altura de boca, tensión en los cables (Cho and Go, 2000; Engas, 1994; Fridman, 1986; Fujimori et al., 2005; Hue et al., 2001; Juza et al., 2010; Lee et al., 2008; Park, 2008).

El modelo para la predicción de la altura de boca de la red en estudio, se ajustó a:

$$\text{Altura (m)} = 73,568 - 2 * (\text{tensión (tn)})$$

## VI. CONCLUSIONES

Los resultados preliminares obtenidos por este trabajo de investigación en la determinación de la abertura y altura de la boca de la red nos muestra que la red en operación alcanza los siguientes valores promedios:

Abertura boca:	65,5 mts.
Altura boca:	40 mts.
Velocidad de arrastre:	4,0 Nd.
Profundidad de operación:	323 mts.
Tensión:	16 Ton.
Longitud del cable de cala:	828 mts.

Analizando los datos obtenidos a través de los instrumentos, se observó que la abertura y la altura de la boca no sufren variaciones significativas en el transcurso de un mismo lance, sino más bien se maneja dentro de un rango en el cual no se ve un alto grado de cambio en la altura y abertura de la red.

La longitud del cable de cala dependerá de la profundidad en la que se ubica el cardumen. Esto puede provocar una mayor separación entre los portalones lo cual se reflejará en un aumento en la abertura de la boca de la red y una disminución, poco significativa en la altura de la red. Por otro lado, al haber un aumento en la longitud de los cables se produce un aumento en la tensión de los cables de cala.

Las variables que tienen directa influencia en la configuración de la boca de la red son: la longitud de cable de cala, la tensión en los cables, la velocidad de arrastre.

La captura no tiene una influencia directa en la abertura y altura de la boca de la red.

Se concluye que:

- ❖ La captura es independiente de la abertura y altura de la boca de la red
- ❖ La abertura y altura de la boca es dependiente la longitud cable de cala.
- ❖ La abertura y altura son dependientes de la velocidad de arrastre
- ❖ La profundidad de operación es independiente de la abertura y altura de boca de la red.

A través del análisis de correlaciones y las regresiones multivariadas realizadas, se concluye que las variables captura no tienen mayor influencia en la abertura y altura de la boca de la red, claramente se probó en los distintos modelos que se generaron. De las otras variables se concluye que existe fuerte asociación entre ellas, lo confirman los problemas de multicolinealidad que se desprendían en los distintos modelos, en los cuales se fueron eliminando variables de acuerdo al grado de significancia. Por último, la ecuación que mejor describe la altura y abertura de la boca de la red es la tensión la cual generó el mejor modelo de regresión, cabe notar que de los cinco modelos que se generaron, el cuarto modelo se aprecia interesante, la profundidad y la tensión son las variables que predicen el comportamiento de la geometría de la boca de la red. A pesar que existe problemas de multicolinealidad entre estas dos variables, debido a su fuerte dependencia

Dados estos resultados preliminares se concluye que la modelación de la red a partir de la captura es contradictoria pues ella no influye directamente en la abertura y altura de la boca de la red, para determinar la altura y abertura de boca basta con medirlo a través del plano de fabricación por el método propuesto en esta tesis.

## Bibliografía

- Akishig, Y, 1975. The Consideration in the height of net mouth in trawl net, in Bull of Fc. Fish Nagasakii Univ.
- Balash, C, 2016. Drag characterisation of prawn-trawl bodies. Ocean engineering 113, 18-23, Australia
- Carrothers, P, 1968. Estimation of trawl door spread from wing spread, Dep. of Fish. And Oceans, Marine fish división, Canadá.
- Cornejo, G, 1981. Elementos de hidrodinámica al Análisis de Resistencia para arte de arrastre. Modificación del modelo de Giannotti (1973), Tesis para optar al título de Ingeniero Pesquero Universidad Católica de Valparaíso.
- Correa, R, 1967. Consideración sobre el diseño, Armado y Cálculos vacíos de un arte de arrastre para Merluza, Tesis para optar al título de Ingeniero Pesquero Universidad Católica de Valparaíso.
- Escobar, H, 1985. Una estimación del poder de pesca funcional en redes de arrastre, Proyecto de título para optar al título de Ing. Pesquero, Edito T. Melo, Escuela de Ciencias del Mar.
- Foster, J, 1973. Progress with large opening demersal trawl design in Scott, Fish Bull n° 39
- Freiria, J, 2014. Diseño y ensayo de redes de arrastre de fondo orientadas al escape de juveniles. Revista investigación pesquera n°25:59-73(2014), Facultad de ingeniería, U. de la Republica Uruguay.
- Fridman, L, 1986. Calculation for fishing gear designs, Editorial Onset Mead, Oxford, país USA, pp 184.
- Garner, J, 1962. How to make no set nets, Fishing News Books.95 pp England.
- Garner, J, 1978. Pelagic and semi-pelagic trawling gear, Fishing News Books. 95 pp
- Grimaldo, E, 2015. Energy consumption of three different trawl configuration used in Barentssea demersal trawl fishery. Fisheries Research 165(2015) 71-73.

Hurtado, C, 1999. Análisis Comparativo de las características cualitativas y cuantitativas de las redes en uso en las pesquerías de merluza común y camarón nylon, Tesis para optar al título de Ingeniero Pesquero Universidad Católica de Valparaíso.

Mac Lennan, D, 1979. Performance test on large four panel trawl and plavalent door, Marine lab., Aberdeen, Working paper n° 79, Dep. of Agric. And fish for scotian.

Mac Lennan, D, 1981. The drag of four-panel demersal trawls. Fish. Resch n°1

Martínez, L, 2015. Effects of mesh size and towing speed on the multispecies catch rates of historical swept area surveys. Fisheries Research 164 (2015) 143-152.

Martini, L, 1986. Principios Generales de Cálculo para el Diseño y Construcción de artes de pesca de arrastre, Editores Poligranfik Promar S. A, Argentina.

Noel, H, 1967. Fishermans manual, Wold Fishing.25 pp London

Okonski, S. L y Martini,L, 1987. Artes y métodos de pesca. Material didáctico para la capacidad técnica. Editorial Hemisferio Sur S. A, País Argentina pp 200.

Oozeki, Y, 2012. Development of multiple of new multiple sampling trawl with autonomous opening/closing net control syaten for sanpling juvenile pelagic fish., Deep –sea research I 61, 100-108, Japón

Park, H, 2006. A method for estimatuing the gear shape of a mid- water trawl. Ocean engineering 34, 470-478 South Korea.

Park, H, 2014. The geometrical gear shape of a bottom trawl. Ocean Engineering 89, 53-61 Sout Korea.

Poblete, I, 1993. Evaluación del volumen de Filtrado como Poder de Pesca Funcional de Redes de Arrastre de Fondo aplicado a la Pesquería Sur Austral, Tesis para optar al título de Ingeniero Pesquero Universidad Católica de Valparaíso.

Quevedo, A, 1984. Dimensionamiento de redes de arrastre mediante ecuaciones de resistencia basadas en información de comportamientos adquiridos por instrumentación, Tesis para optar al título de Ingeniero Pesquero Universidad Católica de Valparaíso.

Quiroz, J, 2001. Evaluación de la Velocidad de Hundimiento de la red de Cerco Jurelera Bajo Condiciones de Operación a través de un modelo matemático, Tesis para optar al título de ingeniero pesquero, UCSC

Rasmussen, P, 1997. Análisis de la determinación de abertura de punta de alas mediante la interacción de fuerzas en arrastre, Tesis para optar al título de Ingeniero Pesquero Universidad Católica de Valparaíso.

Reid, A, 1977. A Net drag formula for pelagic nets, Scott Fish. Resch.nº7

Rodríguez, L, 1979. Metodología para determinar las características de un buque pesquero de media agua, Tesis para optar al título de Ingeniero Pesquero Universidad Católica de Valparaíso.

Salinas, A, 1966. Aplicabilidad del Arte Semi-ballon en la pesca de la merluza (zona de Valparaíso), Tesis para optar al título de Ingeniero Pesquero Universidad Católica de Valparaíso.

Sun, X, 2011. The modeling of single-boat mid- water trawl systems for fishing simulation. Fisheries Research 109,07-15.

Ueno, Y, 2004. Design and operation methods of a mid- water trawl for quantitative sampling of a surface pelagic fish, pacific saury (Coloia bis Saira). Fisheries research 66, 3-17.

Valencia, S, 1987. Diseño de una Red de Arrastre de Cabos para la Pesca de merluza, mediante el Método de Simulación Mecánica Estática, Tesis para optar al título de Ingeniero Pesquero Universidad Católica de Valparaíso.

Vuscovich, Y, 2000. Evaluación de Métodos Indirectos de Determinación de la curva de selección de redes de arrastre, Tesis para optar al título de Ingeniero Pesquero Universidad Católica de Valparaíso.

Yáñez, M, 1981. Diseño y Construcción de redes de arrastre y su aplicación a pesqueras artesanales, Informe de Practica para optar al Título De Técnico Marino, Chile.

**Anexo1: Resultado prueba de contingencia para la Abertura/Captura.**

<b>Abert/capt</b>	<b>0.TON</b>	<b>5-7TON</b>	<b>7-17TON</b>	<b>TOTAL</b>
60-62 mts	2	1	1	4
63-64 mts	2	1	1	4
65-68 mts	4	1	1	6
69-73 mts	0	5	5	10
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>24</b>

Fuente: Elaboración propia

H0 = Existe Independencia entre la abertura y la captura.

H1 = No existe Independencia entre la Abertura y la Captura

Grados de libertad: (c-1) (r-1) (3-1) (4-1) = 6 grados de libertad

$\alpha = 0.05$ ,  $1-\alpha = 0.95$

$X^2_{(0.95,6)} = 10.6$

**Frecuencia esperada por celda**

<b>i/j</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
4	1,33333333	1,33333333	1,33333333
4	1,33333333	1,33333333	1,33333333
6	2	2	2
10	3,33333333	3,33333333	3,33333333

Fuente: Elaboración Propia

Estadístico de prueba				
	0,33333333	0,08333333	0,08333333	
	0,33333333	0,08333333	0,08333333	
Uc	2	2	2	
	3,33333333	0,83333333	0,83333333	
Total	6	1.5	1.5	9

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto, como  $Uc < X^2_{(0,95,6)} = 10.6$

Entonces aceptamos  $H_0$  y concluimos que la población de la cual provienen los datos hay evidencia estadística de independencia entre la abertura de boca de la red y captura.

### Anexo2: Resultado prueba de contingencia entre la Altura y Captura

Altura/Captura	0.TON	5-7 TON	7-17 TON	TOTAL
35-39mts	1	4	5	10
40-42mts	3	1	2	6
43-44mts	1	0	1	2
45-48mts	3	3	0	6
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>24</b>

Fuente: Elaboración Propia

$H_0$  = Existe independencia entre la Altura y la Captura

$H_1$  = No existe independencia entre la altura y la captura

Grados de Libertad:  $(c-1)(r-1) = (3-1)(4-1) = 6$  grados de libertad

$\alpha = 0.05$ ,  $1-\alpha = 0.95$

$X^2_{(0,95,6)} = 10.6$

### Frecuencia por celda

i/j	8	8	8
10	3,333333333	3,333333333	3,333333333
6	2	2	2
2	0,666666667	0,666666667	0,666666667
6	2	2	2

ESTADISTICOS DE PRUEBA			
Uc	1,633333333	0,133333333	0,833333333
	0,5	0,5	0
	0,166666667	0,666666667	0,166666667
	0,5	0,5	2
<b>Total</b>	<b>2,8</b>	<b>1,8</b>	<b>3</b>
			<b>7,6</b>

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto, como  $Uc < X^2_{(0,95,6)} = 10.6$

Entonces aceptamos  $H_0$  y concluimos que la población de la cual provienen los datos hay evidencia estadística de independencia entre la altura de boca de la red y la captura.

### Anexo 3: Resultado prueba de contingencia para la Abertura y la Velocidad de arrastre

OPCIONES				
Abert/Veloc	3,6-7nd	3,8-3,9nd	4,0-4,4nd	TOTAL
60-62 mts	0	0	4	4
63-64 mts	1	1	2	4
65-68 mts	1	4	3	8
69-73 mts	1	5	4	10
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>26</b>

Fuente: Elaboración propia

$H_0$  = Existe Independencia entre la Abertura y la Velocidad de arrastre

$H_1$  = No existe Independencia entre la Abertura y la velocidad de arrastre

Grados de libertad:  $(c-1)(r-1) = (3-1)(4-1) = 6$  grados de libertad

$\alpha = 0.05$ ,  $1-\alpha = 0.95$

$$X^2_{(0,95,6)} = 10.6$$

**Frecuencia esperada por celda**

i/j	8	8	8
4	1,333333333	1,333333333	1,333333333
4	1,333333333	1,333333333	1,333333333
8	2,666666667	2,666666667	2,666666667
10	3,333333333	3,333333333	3,333333333

Fuente: Elaboración propia

ESTADISTICO DE PRUEBA				
Uc	1,333333333	1,333333333	5,333333333	
	0,083333333	0,083333333	0,333333333	
	1,04166667	0,666666667	0,41666667	
	1,633333333	0,833333333	0,133333333	
TOTAL	4,09166667	2,91666667	5,84166667	12,85

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, como  $Uc > X^2_{(0,95,6)} = 10.6$

Entonces rechazamos  $H_0$  y concluimos que la población de la cual provienen los datos hay eficiencia estadística de dependencia entre la abertura de boca de la red y la velocidad de arrastre.

**Anexo 4: Resultado prueba de contingencia para abertura y la longitud del cable de cala.**

Opciones:

Abert/L.cala	600-799mts	800-900mts	901-1000mts	TOTAL
60-62 mts	2	2	0	4
63-64 mts	2	1	1	4
65-68 mts	0	3	2	5
69-73 mts	0	3	8	11
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>24</b>

Fuente. Elaboración propia

H0 = Existe independencia entre la abertura y la velocidad de arrastre

H1 = No existe independencia entre la abertura y la velocidad de arrastre

Grados de Libertad:  $(c-1)(r-1) = (3-1)(4-1) = 6$  grados de libertad

$\alpha = 0.05$ ,  $1-\alpha = 0.95$

$X^2_{(0,95,6)} = 10.6$

Frecuencia por celda

i/j	8	8	8
4	1,333333333	1,333333333	1,333333333
4	1,333333333	1,333333333	1,333333333
5	1,666666667	1,666666667	1,666666667
11	3,666666667	3,666666667	3,666666667

Fuente: Elaboración propia

ESTADISTICO DE PRUEBA				
Uc	0,33333333	0,33333333	1,33333333	
	0,33333333	0,08333333	0,08333333	
	1,66666667	1,06666667	0,06666667	
	3,66666667	0,12121212	5,12121212	
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>1,60454545</b>	<b>6,60454545</b>	<b>14,2090909</b>

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, como  $Uc > X^2_{(0,95,6)} = 10.6$

Entonces rechazamos  $H_0$  y concluimos que la población de la cual provienen los datos hay evidencia estadística de dependencia entre la abertura de boca de la red y la longitud del cable de cala.

### Anexo 5: Resultado prueba de contingencia entre la abertura y la tensión de en los cables.

Opciones:

Abert/tensión	14-15ton	15.1-16ton	16.1-20ton	TOTAL
60-62 mts	2	1	1	4
63-64 mts	1	2	1	4
65-68 mts	2	2	2	6
69-73 mts	0	1	9	10
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>24</b>

Fuente: Elaboración propia

$H_0$  = Existe independencia entre la abertura y la velocidad de arrastre

$H_1$  = No existe independencia entre la abertura y la velocidad de arrastre

Grados de libertad:  $(c-1)(r-1) = (3-1)(4-1) = 6$  grados de libertad

$\alpha = 0.05$ ,  $1-\alpha = 0.95$

$X^2_{(0,95,6)} = 10.6$

Frecuencia por cada celda

i/j	4	9	11
4	1,333333333	1,333333333	1,333333333
4	1,333333333	1,333333333	1,333333333
5	1,666666667	1,666666667	1,666666667
11	3,666666667	3,666666667	3,666666667

Fuente. Elaboración propia

<b>ESTADISTICO DE PRUEBA</b>				
Uc	0,333333333	0,083333333	0,083333333	
	0,083333333	0,333333333	0,083333333	
	0,066666667	0,066666667	0,066666667	
	3,666666667	1,93939394	7,75757576	
<b>TOTAL</b>	4,15	2,42272727	7,99090909	14,5636364

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, como  $Uc > X^2_{(0,95,6)} = 10.6$

Entonces rechazamos  $H_0$  y concluimos que la población de la cual provienen los datos hay evidencia estadística de dependencia entre la abertura de boca de la red y la tensión en los cables.

### Anexo 6: Resultado Prueba de contingencia entre la abertura y la altura de la red

Opciones:

Abert/Altura	35-39mts	40-44mts	45-49mts	TOTAL
60-62 mts	0	1	3	4
63-64 mts	0	3	1	4
65-68 mts	1	3	2	6
69-73 mts	8	1	1	10
<b>TOTAL</b>	9	8	7	24

Fuente: Elaboración propia

H0 = Existe independencia entre la abertura y la velocidad de arrastre

H1 = No existe independencia entre la abertura y la velocidad de arrastre

Grados de libertad:  $(c-1)(r-1) = (3-1)(4-1) = 6$  grados de libertad

$\alpha = 0.05$ ,  $1-\alpha = 0.95$

$\chi^2_{(0,95,6)} = 10.6$

Frecuencia por cada celda

i/j	4	9	11
4	1,33333333	1,33333333	1,33333333
4	1,33333333	1,33333333	1,33333333
6	2	2	2
10	3,33333333	3,33333333	3,33333333

Fuente: Elaboración propia

<b>ESTADISTICO DE PRUEBA</b>				
Uc	1,33333333	0,08333333	0,08333333	
	1,33333333	2,08333333	0,08333333	
	0,5	0,5	0	
	6,53333333	1,63333333	1,63333333	
<b>TOTAL</b>	9,7	4,3	3,8	17,8

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, como  $Uc > \chi^2_{(0,95,6)} = 10.6$

Entonces rechazamos H0 y concluimos que la población de la cual provienen los datos hay evidencia estadística de dependencia entre la abertura de boca de la red y la altura.

## Anexo 7. Resultado de regresión lineal método introducir:

Para cada variable se obtiene el número de casos válidos, media, desviación típica, matriz de correlaciones, R múltiple, R cuadrado, R cuadrado corregido, tabla de análisis de la varianza, prueba de Durbin- Watson.

Ajustar un modelo lineal que permita predecir la Abertura de boca de la red, en función de: la tensión, velocidad de arrastre, profundidad, longitud cable cala.

- El método utilizado es introducir; todas las variables son ingresadas a la regresión lineal
- Se considera como variable dependiente la Abertura de boca de la red.
- Se considera como variable independiente: tensión, velocidad, profundidad, longitud cable cala, y la captura.

Las tablas que se presentan a continuación nos muestran sintaxis y estadísticos del modelo, como también el resumen de las características esenciales del modelo, tabla ANOVA y una tabla de los diagnósticos de colinealidad.

### Variables Introducida/Eliminadas

Modelo	Variables Introducida	Variables eliminada	Método
1	TENSION, VELOC, PROF, LONG CALA A <sup>a</sup>	,	INTRODUCIDAS

**a, Todas las variables solicitadas introducidas**

**b, Variable dependiente: ABERTURA**

Fuente: Programa SPSS

(Tabla: variables introducidas /eliminadas. Muestra las variables de entrada al modelo y el método empleado es: todas las variables son introducidas)

### Estadísticos descriptivos

	<b>Media</b>	<b>Std. Desviación</b>	<b>N°</b>
<b>ABERTURA</b>	<b>65,500</b>	<b>4,5826</b>	<b>24</b>
<b>PROF</b>	<b>322,83333</b>	<b>25,4195</b>	<b>24</b>
<b>LONG CALA</b>	<b>827,9167</b>	<b>78,8952</b>	<b>24</b>
<b>VELOC</b>	<b>4,0083</b>	<b>,1929</b>	<b>24</b>
<b>TENSION</b>	<b>15,9008</b>	<b>1,2763</b>	<b>24</b>

Fuente: Programa SPSS

(Tabla: Descripción de Estadísticos. Muestra los estadísticos descriptivos para cada una de las variables como la media y la desviación estándar para la variables de entrada (abertura) como para las variables de salida)

### Correlaciones de Pearson

	ABERTURA	PROF	LONGCALA	VELOC	TENSION
Paerson correlación					
ABERTURA	1,000	-0,569	0,777	-0,468	0,275
PROF	-0,569	1,000	-0,004	0,132	-0,273
LONGCALA	0,777	-0,004	1,000	-0,271	0,816
VELOC	-0,468	0,132	-0,271	1,000	-0,245
TENSION	0,725	-0,273	0,816	-0,245	1,000
Sig. (1-bilateral)					
ABERTURA	,	0,027	0,001	0,062	0,004
PROF	0,027	,	0,495	0,341	0,195
LONGCALA	0,001	0,495	,	0,197	0,001
VELOC	0,062	0,341	0,197	,	0,221
TENSION	0,004	0,195	0,001	0,221	,

Fuente: Programa SPSS

(Tabla: Matriz de Correlaciones, aquí podemos ver las correlaciones de Pearson, para cada variable, en el segundo recuadro se muestra el valor de probabilidad asociado para cada variable, este valor debe ser  $p < 0.05$  para que la correlación sea significativa)

### Resumen del Modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la Estimación	Estadísticos de cambio					Durbin Watson
					Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl 1	gl2	Sig.del Cambio F	
1	0,987 <sup>a</sup>	0,974	0,959	0,9274	0,974	65,398	4	7	0,000	1,759

Fuente: Programa SPSS

**a, Variables Predictorias: (Constante), TENSION, VELOC, PROF, LONGCALA**

**b, Variable Dependientes: ABERTURA**

(Tabla: Resumen del Modelo. Se observar un valor de (R cuadrado= 0.97), coeficiente de determinación el cual se interpreta en porcentaje, bueno y el estadístico de Durbin y Watson, el cual es un indicador de la independencia de los residuos, es cercano a 2, el R cuadrado ajustado se interpreta en porcentaje, el 95 % de los cambios en la abertura se deben a las otras variables: la abertura queda explica en un 95% por las variables explicativas, según el modelo lineal considerado).

### ANOVA<sup>b</sup>

Modelo	Suma de Cuadrados	Gl	Media Cuadrática	F	Sig.
-1 Regresión	224,979	4	56,245	65,389	0,000 <sup>a</sup>
Residual	6,021	7	,860		
Total	231,000	11			

Fuente: Programa SPSS

**a, variables predictorias: (Constantes), TENSION, VELOC, PROF, LONGCALA**

**b, variable dependiente: ABERTURA**

(Tabla Anova. Es importante el valor de probabilidad (Sig. 0,000) el cual debe ser menor a 0.05 también se muestra el valor de F y los grados de libertad. Nos dice si el modelo es bueno para explicar la relación que existe entre las variables de entrada y salida, es decir, si este modelo es válido).

## Diagnóstico de Colinealidad

Dimensión	Autovalor	Índice de condición	Proporciones de las varianzas					
			(Constante)	PROF	LONGCALA	VELOC	TENSION	
Modelo	1	4,983	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	2	1,086E-02	21,420	0,11	0,11	0,06	0,02	0,04
	3	4,001E-03	35,293	0,48	0,48	0,07	0,15	0,01
	4	1,025E-03	69,721	0,13	0,13	0,72	0,42	0,50
	5	6,214E-04	89,556	0,27	0,27	0,15	0,40	0,45

Fuente: Programa SPSS

(Tabla: Diagnóstico de Colinealidad. El valor de índice de condición es muy importante para valores mayores de 30 quiere decir problemas de colinealidad)

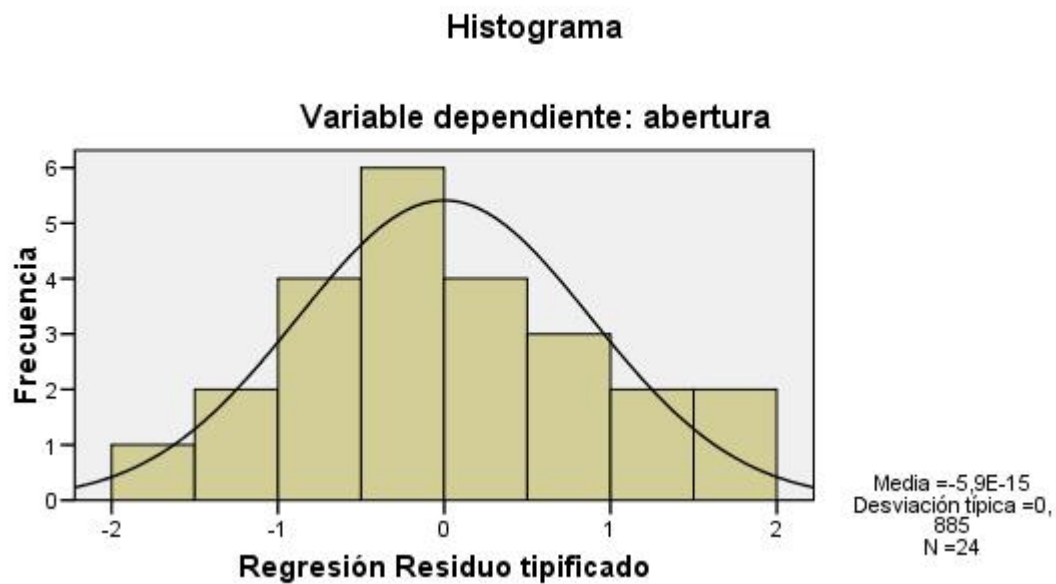
## Coeficientes

		Coeficientes no Estandarizados		Coeficientes Estándar.	T	Sig.	Intervalos de Confianza para B al 95%		Correlaciones			Estadístico de colinealidad		
		B	Error. Típico	Beta			Limite inferior	Limite superior	Orden Cero	Parcial	Semi Parcial	Tolerancia	VIF	
Módulo	1	(Constante)	88,859	8,819		0,075	,000	68,005	109,714					
		PROF	-0,108	0,013	-0,601	8,635	,000	-0,138	-0,079	-0,569	-0,956	-0,527	0,769	1,301
		LONGCAL	57E-02	0,007	0,905	7,774	0,000	0,037	0,069	0,777	0,947	-0,474	0,275	3,639
		VELOC	-4,736	1,521	-0,199	3,114	0,017	-8,331	-1,140	-0,468	-0,762	0,190	0,909	1,100
		TENSION	-0,813	0,428	-0,226	1,896	0,100	-1,826	0,201	0,725	-0,583	-0,116	0,261	3,825
		CAPTURA	5,65E-02	0,075	0,078	0,758	0,477	0,048	0,078	0,889	0,989	-0,565	0,981	1,456

Fuente: Programa SPSS

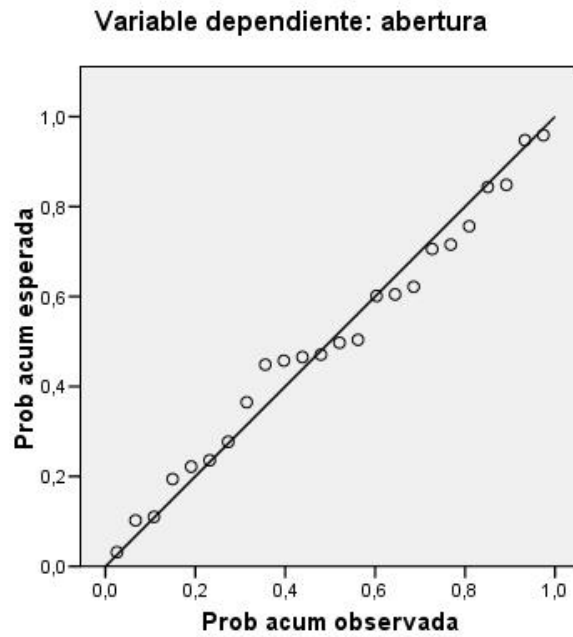
Tabla de Coeficientes, en la primera columna de la tabla se observaron los valores sin estandarizar, el error estándar de los coeficientes, los coeficientes estandarizados. Estos valores no toman en cuenta la escala de cada una de las variables, por lo tanto, nos sirven para comparar cuales variables de entrada son más importante para poder estimar la variable de salida, el valor del estadístico T para cada una los coeficientes y el valor de probabilidad asociado para T. Esta tabla nos entrega cada uno de los valores de los coeficientes B Y B0 de la ecuación que hemos intentado encontrar, que estima la abertura en función de la Prof., Long. cala, veloc. y tensión).

En las figuras 3,4,5 se presentan un histograma de la variable dependiente, un gráfico de normalidad y un gráfico de regresión parcial.



(Figura 3, histograma para la variable dependiente, la curva de normalidad de los residuos siguen una curva de normalidad), Fuente: Programa SPSS

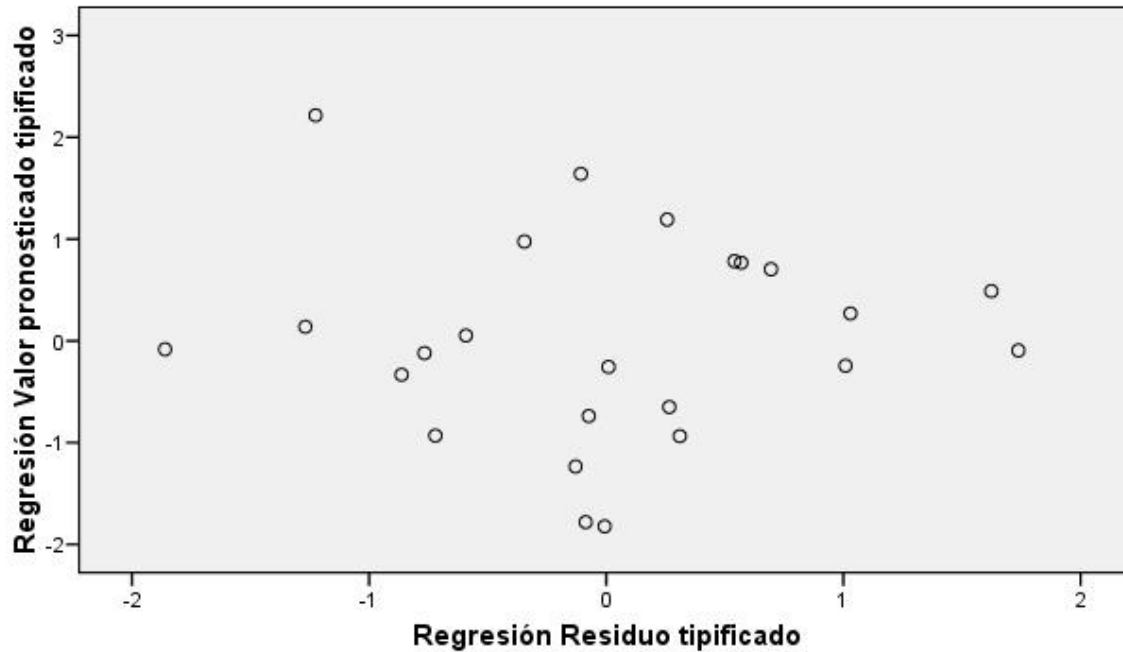
**Gráfico P-P normal de regresión Residuo tipificado**



(Figura 4, de normalidad de residuos los círculos están bastante cercanos a la recta, por lo tanto, se cumple el supuesto de normalidad), Fuente: Programa SPSS.

### Gráfico de dispersión

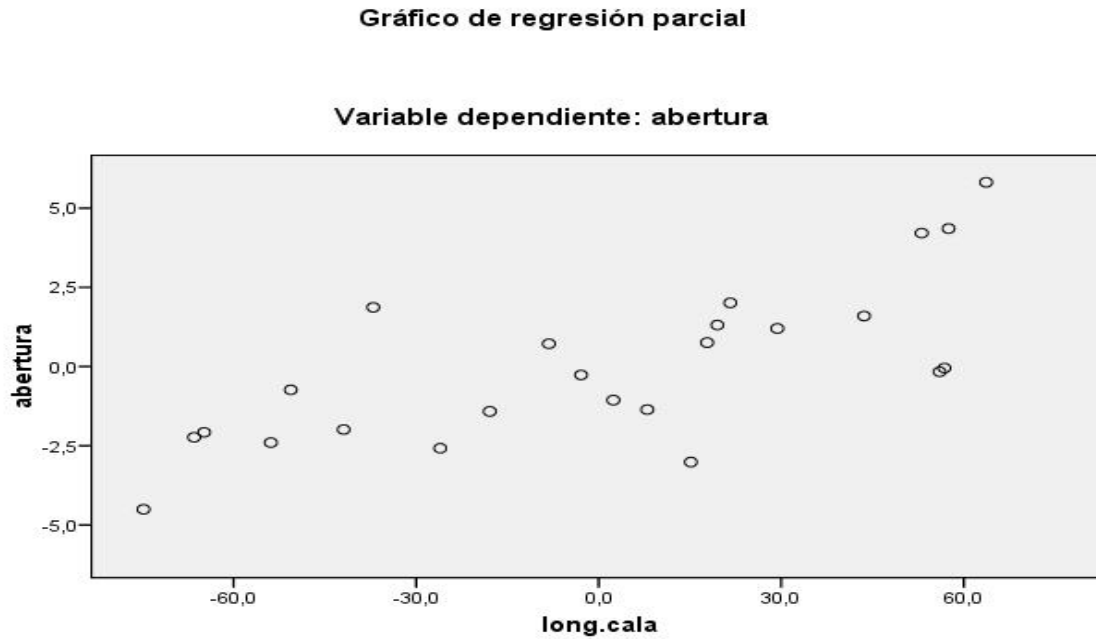
Variable dependiente: abertura



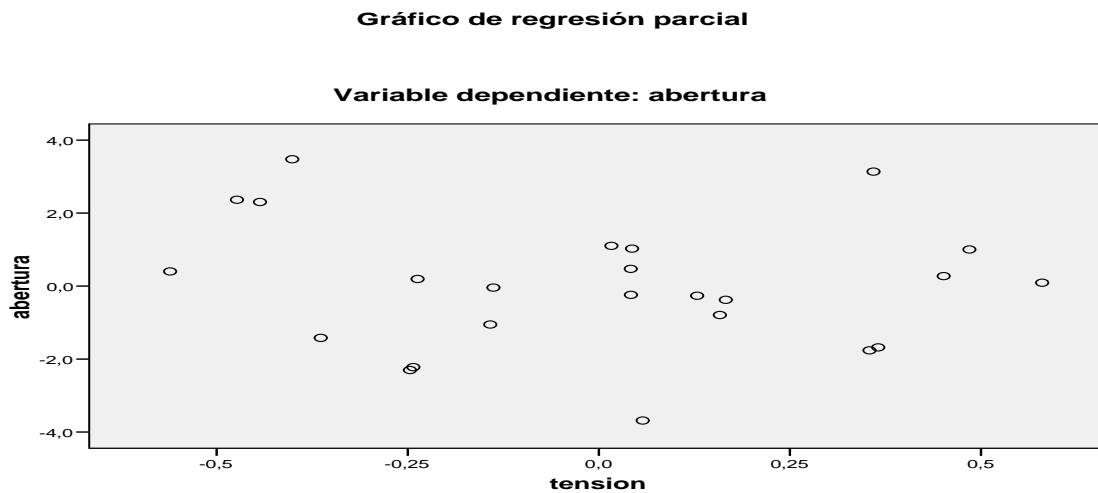
(Figura 5, regresión parcial, Se observa la relación que existe entre los valores tipificados que predicen nuestra ecuación con los errores tipificados que se cometen, podemos ver que no hay diferencia en las varianzas, por lo tanto, se cumple el supuesto de homocedasticidad de las varianzas y el supuesto de linealidad, al no observarse ningún patrón no lineal), Fuente: Programa SPSS.

## Gráficos de dispersión de variables.

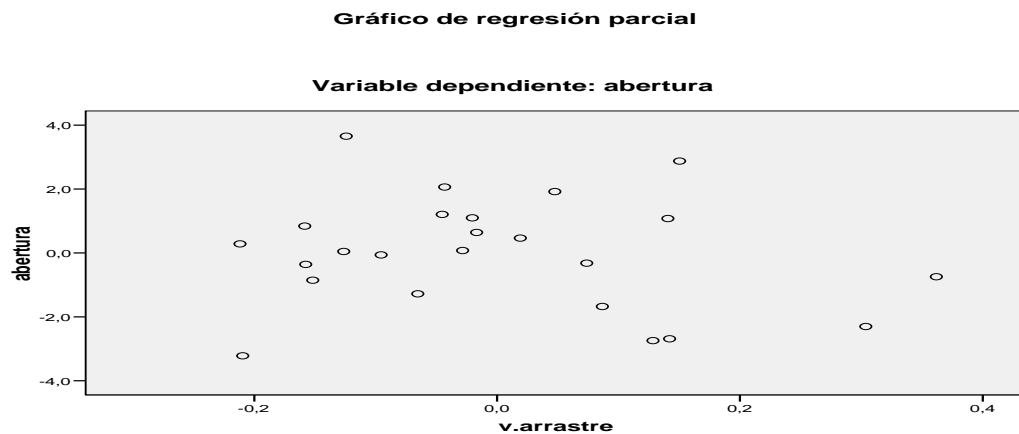
A continuación, se presenta el tipo de relación funcional entre la abertura, y las variables que están relacionadas en la configuración geométrica de la red.



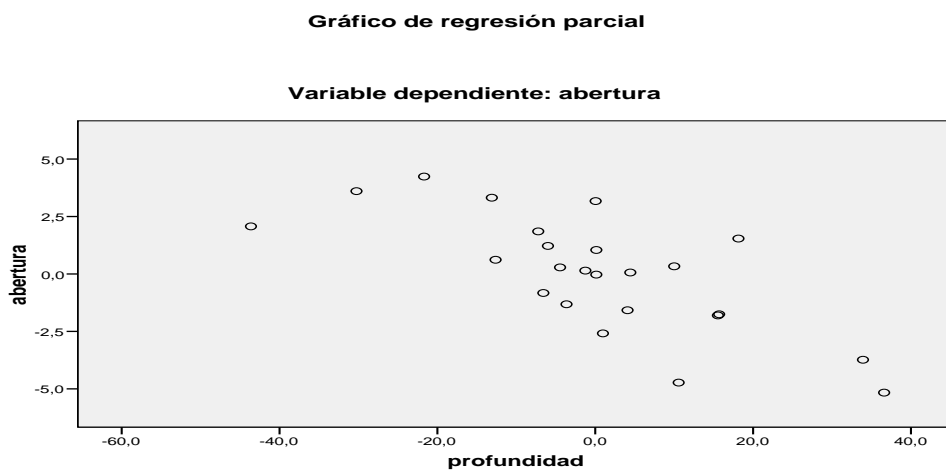
(Figura nº6, Dispersión entre abertura/Long. cala)



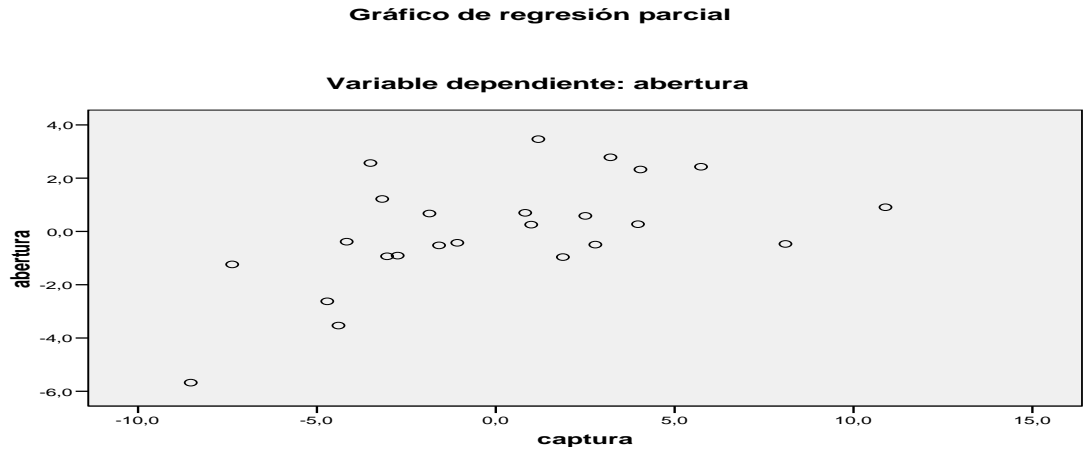
(Figura 7, Dispersión entre abertura/tensión), Fuente: Programa SPSS



(Figura 8, Dispersión entre Abertura/V. arrastre), Fuente: Programa SPSS



(Figura 9, Dispersión Abertura/Profundidad), Fuente: Programa SPSS



(Figura 10, Dispersión Abertura/Captura), Fuente: Programa SPSS

Nota: Estos gráficos ayudan a visualizar posibles problemas de heterocidad, no igualdad de varianza, en los parciales nos interesa ver la tendencia que siguen los datos, linealidad, para ver que si corresponde a un modelo lineal.

**ANEXO 8: Resultado del resumen del modelo eliminación de variables considerando la abertura como variable dependiente.**

**Variables Introducida/ Eliminada**

<b>Modelo</b>	<b>Variables Introducida</b>	<b>Variables Eliminada</b>	<b>Método</b>
1	TENSION VELOC PROF CAPTURA LONGCALA A <sup>A</sup>		Introducir
2		CAPTURA	Hacia Atrás(criterio: Prob. de F- para-salir >=,100)

Fuente: Programa SPSS

**a, Todas las variables requeridas introducidas**

**b. Variable Dependiente: ABERTURA**

(Tabla: variables de entrada y salida. Esta tabla nos entrega 2 modelos, en el primero se consideran todas las variables en estudio, en segundo modelo se eliminó la variables que tiene menos significancia, la cual es la captura).

### Resumen del modelo

Modelo	R	R. cuadrado	R cuadrado Corregido	Error típico de la Estimación	Durbin – Watson
1	,998 <sup>a</sup>	,976	,956	,9570	
2	,987 <sup>b</sup>	,974	,959	,9274	1,759

Fuente: Programa SPSS

a, Variables Predictorias: (constante), TENSION, VELOC, PROF, CAPTURA, LONG.CALA

b, Variables Predictorias: (constante), TENSION, VELOC, PRF, LONGCALA

c, Variable Dependiente : ABERTURA

(Resumen del modelo, la siguiente tabla nos muestra el coeficiente de determinación para cada modelo, la estimación del error y estadístico de Durbin-Watson)

**ANEXO 9: Resultado del Resumen del modelo eliminación de variables considerando la altura como variable dependiente**

**Variables Introducida/Eliminada**

<b>Modelo</b>	<b>Variables Introducida</b>	<b>Variables Eliminada</b>	<b>Método</b>
1	TENSION VELOC PROF CAPTURA LONGCALA A <sup>A</sup>		, Introducida
2		CAPTURA	Hacia Atrás (Criterio:Prob. de F-para-salir>= ,100)
3		VELOC.	Hacia Atrás (Criterio:Prob. de F-para-salir>= ,100)
4		LONGCALA	Hacia Atrás (Criterio:Prob. de F-para-salir>= ,100)
5		PROF	Hacia Atrás (Criterio:Prob. de F-para-salir>= ,100)

**Fuente: Programa SPSS**

**a, Todas las variables Introducidas.**

**b, Variable Dependiente: ALTURA**

(Tabla Variables de entrada / salida. En este modelo todas las variables son forzadas a entrar, y se van eliminando de acuerdo a la significancia en la predicción de la altura de boca de la red).

### Resumen del Modelo

Modelo	R	R. cuadrado	R cuadrado ajustado	Error típ. de la Estimación	Durbin/Watson
1	,862 <sup>a</sup>	,743	,529	2,1537	
2	,859 <sup>b</sup>	,738	,589	2,0119	
3	,851 <sup>c</sup>	,725	,621	1,9307	
4	,837 <sup>d</sup>	,701	,635	1,8955	
5	,814 <sup>e</sup>	,663	,629	1,9104	2,787

Fuente: Programa SPSS

**a, Variables Predictorias: (Constantes), TENSION, VELOC, PROF, CAPTURA, LONGCALA**

**b, Variables Predictorias: (Constantes), TENSION, VELOC, PROF, LONGCALA**

**c, Variable Predictorias: (Constantes) TENSION, PROF, LONGCALA**

**d, Variables Predictorias: (Constantes), TENSION, PROF**

**e, Variables Predictorias: (Constantes), TENSION**

**f, Variables Predictorias: (Constantes), ALTURA**

(Tabla: resumen de los modelos, en esta tabla se muestra el coeficiente de determinación, el estadístico de D-W, es importante ver que el coeficiente de determinación ajustado fue mejorando en los distintos modelos)





