

ACEPTADO No 114

“PROYECTO DE UNA RED MAS EFICIENTE PARA LOS BARCOS 23M CAMARONEROS. EVALUACION DE LOS GASTOS ENERGETICOS DURANTE EL ARRASTRE.”

Autor: Ing. Leonardo Osmany Zamora Meralla

INTRODUCCION.

El trabajo presentado tiene como antecedente los altos consumo obtenidos por los barcos camaroneros y en especial los barcos camaroneros de construcción holandesa de la empresa Epicien durante el año 2007, analizado anteriormente en el trabajo “EVALUACION DE LOS GASTOS DE COMBUSTIBLE EN EMBARCACIONES CAMARONERAS CUBANAS”

En aquella ocasión el precio del petróleo estaba entre 40 ÷ 50 por barril, en la actualidad los precios continúan elevándose como tendencias al alza a más largo plazo. La subida de los precios ha traído como resultado el aumento entre 5 y un 10 por ciento de los productos derivados del petróleo, entre ellos se encuentran los materiales de las artes de pesca que utilizan las embarcaciones.

Por lo que decidimos proyectar una red para los barcos camaroneros 23 m que fuera más eficiente que la que utilizan actualmente los barcos camaronero de construcción en Damex perteneciente a la empresa Epicien.

Hipótesis: Se espera que con una disminución de la resistencia de la red durante el arraste exista una disminución de los consumos de combustible a partir de trabajar con las revoluciones recomendadas por el fabricante.

DESARROLLO DEL PROYECTO.

1. Descripción técnica. La Pesca del Camarón en Cuba



Fig 1 Farfantepenaeus notialis

Nombre común en CUBA:

Camarón rosado.



Fig 2 Litopenaeus schmitti

Nombre común en CUBA:

Camarón blanco

Farfantepenaeus notialis (camarón rosado) representa el 98% de la captura total

Litopenaeus schmitti (camarón blanco) representa el 2% captura total.

En Cuba existen dos especies de importancia comercial: el camarón rosado o acaramelado (farfantopenaeus) y el camarón blanco (Litopenaeus schmitti).

El primero es de más amplia distribución constituye más de 98% de las capturas nacionales. Se distribuye a través de las Antillas Mayores, desde Cuba hasta Isla Vírgenes y a lo largo de la costa americana desde el estado de Quintana Roo (México), hasta Cabo Frio, en Brasil. Alcanza un tamaño menor que el camarón blanco y su tasa de crecimiento es más lenta, tiene hábitos nocturnos, su tasa de crecimiento es más lenta, por lo que se pesca, exclusivamente durante la noche. Las zonas de cría se encuentran en zonas costeras poco profundas (no en lagunas), con fondos fangosos o fango arenosos, donde abunda la llamada hierba de bajo. Prefiere aguas más alejadas de la costa, por eso, ocupa un área más extensa que la especie anterior.

El camarón rosado se encuentra, prácticamente en todo el Golfo de Guacanayabo y en el de Ana Maria, ambos en la plataforma sur oriental del país. El desove se produce entre Marzo y Mayo en la plataforma sur oriental del país, y el reclutamiento a la pesquería se produce desde Agosto a Diciembre. Existe un aislamiento genético entre las poblaciones del Golfo de Guacanayabo y el Golfo de Ana Maria, y una diferenciación entre estos y la población (geográficamente más alejadas) de la ensenada de la Broa.

El grupo de los camarones blancos que, usualmente, alcanza los mayores precios en el mercado, se caracteriza por que sus especies son más activas durante el día (y pueden ser capturadas a estas horas), viven en agua más costeras y soportan mejor las fluctuaciones de la salinidad, son esencialmente carnívoros y se alimentan de micro vertebrados que viven en el sedimento del fondo, sobre todo de crustáceos pequeños, aunque también en sus estómagos se han encontrados detritus y microalga

Características del área distribución del camarón de forma general es de fondos arcillosos con bancos arenosos y cardúmenes y sedimentos areno-fangosos, con un área arrastrable aproximadamente de 6200km cuadrados y una profundidad media de 16 metros y máxima de 30metros

En Cuba hay varias empresas pesqueras industriales que se dedican a la pesca del camarón, distribuidas a lo largo del país en diferentes zonas de pesca según organización administrativa para las pesquerías en la plataforma cubana.

1.1- Redes de arrastre para la pesca del camarón.

El principio de su trabajo consiste en que estos implementos, de forma de un bolsón de red de construcción especial, son arrastrados por el mar y recogen todos los peces que se encuentran en el camino. Para una mejor abertura de la red se usan

tablas o puertas. Los peces no se enmallan sino que van a ser recogidos en un bolso final de la red por lo que es imprescindible que el arrastre de la red se haga a una velocidad que no dañe a la captura, generalmente se arrastra el arte entre 3 hasta 3.3 nudos de velocidad. Dependiendo de la profundidad a la que se usan estas redes se las denomina redes pelágicas o de fondo

En Cuba la Flota Camaronera usa el arrastre como sistema de pesca dos redes una a cada banda del barco. Tiene abertura vertical 2.5-3mts En la relinga superior de la red van colocados los flotadores y en la relinga inferior como peso una cadena colocada en forma de onda (3.2kg.), lo que impide al cuerpo de la red tocar el fondo. Para el buen funcionamiento de la red en el fondo, lleva dos portones (Puertas de arrastre de madera rectangular y plano), estos van conectados a la red por medio de unas patentes cortas (patas de gallos). Este arte de pesca opera generalmente entre (5 y 15 m) de profundidad y puede llegar hasta 50m de profundidad de acuerdo al hábitat del camarón y la longitud de cable en maquinilla de pesca.

1.2 –Selección de la red prototipo y tipo de barco.

Se seleccionó la red prototipo de construcción holandesa 240 mallas que utiliza los barcos a partir de criterios de explotación de estas redes en la zona de pesca.

Características de la red prototipo (ver anexo 1)

1.2.1. Características principal del Barco Camaronero Star -21M

El barco pesquero además de satisfacer los requerimientos de seguridad y navegabilidad que debe cumplir cualquier tipo de barco, debe de dar facilidades para el izado, selección, procesamiento y conservación de la captura. Se acostumbra clasificar a las embarcaciones de pesca de acuerdo ya sea al arte de pesca que utiliza, a la especie para la que está destinado a capturar, a la capacidad de las

bodegas para mantener la captura, etc. lo que hace que exista una amplia variedad de posibilidades.

Fig. 3 Por la construcción del casco



Barco tipo construcción de acero 23.9 Motor Modelo Cartepila 3412C DIT
448 Kw. 1800 rpm DM1903

Tabla No1 Características de identificación del barco

Eslora	23,9 m	Combustible	21 tons
Manga	6,2 m	Agua Potable	12 tons
Calado	2,3 m	Desplazamiento	196 tons
Velocidad	9,5 m/s	Autonomía	20 días

Posee Superestructura a proa, proa alta, mástil detrás de la superestructura y 2 tangones más altos que el mástil salen a las bandas. Obra muerta alta. Superestructura de color blanco con una banda pintada de azul en el borde superior. De nueva construcción en los astilleros DAMEX de Santiago de Cuba. Proyecto Holandés.

12.2 Datos técnicos del motor.3412C-DIT 448(600)Kw@ 1800rpm DM1903

SI METRIC

Tabla No2- Potencia contra velocidad 448kw SI METRIC

n	Ne	BSFC	Fuel Rate	
rpm	kW	g/kW.h	l/h	
1800	447.5	224.0	119.5	
1700	377.0	223.0	100.4	
1600	314.3	223.0	83.4	
1500	259.0	223.0	69.0	
1400	210.6	223.0	57.4	
1300	168.6	223.0	47.5	

Tabla No3- Potencia contra velocidad 600hp. English

n	Hp-h	BSFC	Fuel Rate	
		Lb/		
rpm	kW	Hp-h	gph	
1800	600	368	31.6	
1700	506	367	26.5	
1600	421	367	22.0.	
1500	347	367	18.2	
1400	282	376	15.2	
<u>1300</u>	<u>226</u>	<u>388</u>	<u>12.5</u>	

Donde:

n-revoluciones

Ne- Potencia eléctrica.

BSFC- g/Kwh.-consumo específico de combustible.

BFUERATE-Kg/h-consumo efectivo de combustible

Por diagrama podemos ver las curvas que nos representa la relación entre la potencia y revoluciones pudiéndose observar el consumo de combustible del barco

La potencia $N_e=447.5\text{kw}$ y las revoluciones $n=1800\text{ rpm}$, el consumo específico es de 224 g/kw.h y un índice de consumo 119.5 l/h .

Consumo específico g/kwh es volumen del combustible consumido por hora y por KW de Potencia entregada donde:

$$1\text{g/kwh}=0.735\text{g/PSh} \quad 1\text{g/PSh}=1.36\text{G/Kwh.}$$

Consumo de combustible es el volumen de combustible en una hora para obtener el consumo kq se multiplica por la densidad lt/h-m/h .

1.2.3- Determinación de la potencia requerida en régimen de arrastre.

Como determinadas constituye las características de potencia de arrastre del buque y los parámetros de arrastre de las maquinillas.

En caso general mediante alguna velocidad de arrastre la relación de la resistencia de arrastre de la red, tiene la siguiente condición:

$$RT=k.PP=k (Pe -Rk), \quad (1)$$

Donde:

RT- resistencia de la red de arrastre;

PP - potencia de arrastre disponible del buque;

Pe - máxima potencia de arrastre del buque;

Rk - resistencia del cuerpo del buque;

k- coeficiente de utilización de la potencia de arrastre en el remolque de la red de arrastre

$$(k \leq 1).$$

En pocas palabras por potencia de arrastre disponible PP dondequiera se sobre entiende por su magnitud por el coeficiente k, es decir, es aquella parte de la potencia de arrastre disponible, la cual verdaderamente suponemos se utiliza en el remolque de la red de arrastre.

En dependencia de Pe en función de la velocidad, calculamos la potencia total de arrastre del barco, por diagrama de certificado técnico. Significa que la potencia total de arrastre y la resistencia del buque, mediante diferentes velocidades de movimiento para ciertos buques arrastreros se pueden ver en los gráficos de potencia del motor principal. Para buques pesqueros, que no tengamos el certificado técnico de la potencia de arrastre, podemos utilizar el método aproximado de la relación directa en dependencia de la velocidad

La Potencia de remolque se puede calcular por la formula empírica obtenida en experimento, con bastante exactitud se puede obtener:

Potencia de arrastre para este tipo de embarcación camaronera. Motor 3412 C DIT-A-Rating, 448kw(600hp)@1800 rpm DM1903-00

$$P_a = 1.1 \left(\frac{Pe}{V} \right) = \text{kilo newton} = \frac{600 \text{ Hp}}{9.5 \text{ nudos}} = 69470 \text{ Newton} \quad (2)$$

Pa = 69,47 KN Máxima potencia del barco en marcha libre.

= 69.47/3.81=18.23 ton

N=600 Hp

V- 9.5 Nudos

Velocidad de arrastre recomendada para este tipo de barco para pescar Camarón de (3,2 nudos) 1.64m/s.

Actualmente este tipo de barco para arrastrar la red holandesa 240 mallas utiliza una potencia entre (602 hp) 1500 rpm - (606hp) 1600 rpm y estamos recomendando construir una red para trabajar con una potencia (467hp) 1300rpm y (593hp) - 1400rpm y que inclusive con una velocidad en contra de la corriente no pasara 1450 rpm.

Estas embarcaciones pesqueras están diseñadas para pescar a distancia media del litoral, con un motor para trabajar al 80 porciento de factor de carga entre 3000-5000 horas anuales y al 100 porciento entre 5000-8000 h/anuales.

Tabla No 4

Clasificación	Tiempo de carga	Rpm reducciones	RPM
A	81-100 %	1800, 1300,1250, 1200	Reduccion veloc.crucero
B	51-80 %	1800, 1350,1200	1700, 1300,1150 Marcha libre

3.- Calculo Matemático de la Resistencia Total de la Red.

En un sistema de una red influyen los siguientes % de resistencia al remolque que son necesario conocer para poder reducir y optimizar el mismo:

Cable de arrastre: 5% hasta un máximo de 8%

Malleta: 4% hasta un máximo de 12 %

Puerta de arrastre: 20 %hasta un máximo 35 %

Flotadores: 3% hasta7%

Es importante conocer en la práctica en cuantos estos % influyen (ángulo de trabajo de las puertas, cantidad de cable calado, longitud de las redes, profundidad de la

pesca, situación del mar, velocidad de arrastre, rpm del motor) para poder determinar el % de carga del motor.

La resistencia total de la red (R_r) se puede calcular teóricamente o por la curva de potencia del Motor (pasaporte del barco en el arrastre).

Hay dos principios básicos para determinar las principales características técnicas de una red durante su proyección:

-Determinar los principales parámetros de trabajo a través de cálculo teórico para un determinado motor de barco.

-Elegir una red proyectada para una determinada potencia del motor y velocidad de arrastre según la curva de desempeño.

La curva desempeño del motor nos informa la potencia de salida generada por el motor, el consumo de combustible y ritmo de consumo de la temperatura de los gases de escape, las eficiencias y la presione media efectiva. Estas se establecen sobre la base de los distintos puntos determinados al 25, 75,100, 110 ,120 de tiempo cargas aplicada al motor y revoluciones por lo que podemos evaluar y comparar las condiciones reales de funcionamiento de un motor en marcha libre y en arrastre.

La resistencia de una red es igual a calcular teóricamente:

$R_r = R_{\text{paños}} + R_{\text{puertas}} + R_{\text{aparejos}} + R_{\text{cables arrastre}}$

$$R_T = R_{SP} + 2R_{CM} + 2R_P + R_{CA} \quad (3)$$

donde:

R_T – Resistencia total de la red

R_{SP} – Resistencia de la superficie total de los paños

R_{CM} – Resistencia de los cables de malletas

R_P – Resistencia de las puertas de arrastre

R_B – Resistencia de los cables de arrastre

$$R_{SP} = C_X(\rho V^2) F_{HT}$$

El Coeficiente C_x se determina por el número de Reynolds

$$Re^d = d^m \frac{V}{\nu} \quad (4)$$

$$d_{cp} = \frac{\sum dl}{\sum l} \quad (5)$$

$$d_m = \frac{\sum dl \cdot F_h}{\sum F} \quad (6)$$

$$F_h = \frac{(d)}{A} \cdot F_{fi} = \left[F_{fi} \frac{(a+b)}{2} \cdot h \right] \cdot \frac{d}{a} \cdot n \quad (7)$$

$$P_a = 1,1 \frac{(N)}{V} \quad (8)$$

Donde:

P_a _ Potencia de arrastre del barco

N _ Potencia (HP)

V _ Velocidad del barco en nudos-1.64m/s (3.2 nudos)

C_x _ Coeficiente hidrodinámico de los paños – $0,1744 + 187.52/Re^d$

$^{\circ} C_x$ – 0118 se puede utilizar cuando los paso de mallas son pequeños.

ρ _ Densidad del agua – 1038 kg/m²

V – Velocidad de movimiento de la red – 2,31 m/s

μ _ Viscosidad del agua – 87×10^{-9} m²/s

t _ Temperatura del agua – 30 °C

_ Salinidad del agua - 30 %

Fht- Superficie de resistencia de paños

3.1- Calculo de la resistencia de los paños de la red prototipo de construcción holandesa

3.1.1- Aleta Superior y Inferior de la red. Calculo de la superficie de resistencia de los paños de las aletas de la red.

-Aleta superior. Piezas

$$d_m = 1.16 \text{ mm malla } a = 25\text{mm}$$

$$F_h = \frac{(d)}{A} \cdot F_{fi} = \left[F_{fi} \frac{(a+b)}{2} \cdot h \right] \cdot \frac{d}{a} \cdot n$$

Pieza I (a). Aleta

$$F_{fi} = 5.67$$

$$F_{H1} = 1.05$$

Pieza I (b). Aleta

$$F_{fi} = 4.29$$

$$F_{H2} = 0.79$$

Total de superficies de Aletas superior y inferior.

$$F_{HT} = F_{H1} + F_{H2}$$

$$F_{HT} = 1.05 + 0.79$$

$$F_{HT} = 1.84 \text{ m}$$

3.1.2- Placa Superior de la red. Calculo de la superficie de resistencia de los paños de la placa superior la red.

$$d_m = 1.16 \text{ mm malla } a = 25\text{mm}$$

$$F_{H3} = 2.93 \text{ m}$$

3.1.3- Placa Inferior de la red. Calculo de la superficie de resistencia de los paños de la placa inferior de la red.

$$d_m = 1.16 \text{ mm malla } a = 25\text{mm}$$

$$F_{H4} = 2.79 \text{ m}$$

3.1.4- Placa Laterales de la red. Calculo de la superficie de resistencia de los paños de la placas laterales de la red.

$$d_m = 1.16 \text{ mm malla } a = 25\text{mm}$$

$$F_{H5} = (a.b)h .2$$

$$F_{H5} = 7.9\text{m}$$

3.1.5 -Copo. . Calculo de la superficie de resistencia de los paños de la placas del copo de la red.

$$d_m = 1.60 \text{ mm malla } a = 24\text{mm hilo } 210/72$$

$$F_{H6} = (a.b)h .2$$

$$F_{H6} = 23.16$$

3.1.6-Calculo de la Resistencia de la superficie total de la red prototipo.

$$R_t = C_x (\rho V^2/2) F_h$$

$$R_t = 0,118(1038. 2,68/2)38,19$$

$$R_t = 6268.06 \text{ N} = 6.2 \text{ KN}$$

$$R_t = 6,2 \cdot 2 = 12,4 \text{ KN (resistencia de dos redes)}$$

3.1.7- Resistencia de los cables

$$R_c = C_x . (\rho V^2/2) d. L$$

$l = 200$ m máxima longitud de cable en tambora

$d = 14$ mm

$C_x = 0,32$

$R_c =$ si son 2 cables, la resultante es

$$R_t = 0.32 (1038. 2.68/2)0.014.200$$

$$R_t = 1246,26 = 1,2 \text{ KN}$$

$R_c =$ si son 2 cables, la resultante es

$$R_{ct} = 1,2. 2 = 2,4 \text{ KN}$$

3.1.8- Resistencia de las puertas de arrastre

$$R_p = C_x \cdot (\rho V^2/2) S$$

$$S = 2.0 \text{ m}^2$$

$$C_x = 0,5$$

$R_p = 6,9$ kN, si son 2 puertas de arrastre, la resultante es

$$R_{pt} = 0.5 (1038. 2.68/2)2.0$$

$$R_{pt} = 1390.92 .2 = 2781,84 \text{ N} = 2.7 \text{ KN}$$

C_x : se obtuvo por el ángulo óptimo de la puerta de arrastre durante su explotación en el pesquero.

3.1.9- Resistencia de los flotadores.

En la pesca del camarón en la relinga superior no se utiliza flotadores, por que no es necesario una abertura vertical muy grande.

3.1.10. Resistencia total de la red.

Retomando la fórmula principal, $R_{TP} = R_{SP} + 2R_{CM} + 2R_P + R_B$, obtenemos que:

$$R_{TP} = 6268.06 + 1246.26 + 1390.9$$

$$R_{TP} = 8905,22.2 = 17810.44 \text{ N} = 17,8 \text{ KN}$$

4. Calculo matemático de la resistencia de la red experimental de construcción cubana.

4.2.1-Aleta Superior y Inferior de la red. Calculo de la superficie de resistencia de los paños de las aletas de la red.

-Aleta superior. Piezas

$d_m = 1.16 \text{ mm}$ malla 26mm Tipo de hilo 210/36

$$F_h = \frac{(d)}{A} \cdot F_{fi} = \left[F_{fi} \frac{(a+b)}{a} \cdot h \right] \cdot \frac{d}{2} \cdot n$$

Pieza I (a). Aleta

$$F_{fi} = 6.52 \qquad F_{H1} = 0.58$$

Pieza I (b) . Aleta

$$F_{fi} = 5.31 \qquad F_{H2} = 0.41$$

Total de superficies de Aletas superior

$$F_{HT} = F_{H1} + F_{H2}$$

$$F_{HT} = 0.58 + 0.45$$

$$F_{HT} = 1.03$$

-Aleta inferior. Piezas

$d_m = 1.16 \text{ mm}$ malla 26mm Tipo de hilo 210/36

Pieza I (a) . Aleta

$$F_{fi} = 6.52 \qquad F_{H3} = 0.58$$

Pieza I (b) . Aleta

$$F_{fi} = 4.87 \qquad F_{H4} = 0.42$$

Pieza I (c). Aleta

$$F_{fi} = 4.63 \qquad F_{H5} = 0.40$$

Total de superficie de Aletas Inferior

$$F_{HT} = F_{H3} + F_{H4} + F_{H5}$$

$$F_{HT} = 0.58 + 0.42 + 0.40$$

$$F_{HT2} = 1.45$$

Suma de superficie real de las aletas superior y inferior

$$F_{HT} = F_{HT1} + F_{HT2}$$

$$F_{HT} = 1.03 + 1.45$$

$$F_{HT} = 2.48$$

4.2.2 -Placa superior. Calculo de la superficie de resistencia de los paños de la placa superior.

$d_m = 1.16 \text{ mm}$ malla 26mm Tipo de hilo 210/36

-Placa superior . Piezas.

Pieza II (a)

$$F_{fi} = 12.22 \qquad F_{H1} = 0.53$$

Pieza II (b)

$$F_{fi} = 66.01 \qquad F_{H2} = 2.90$$

-Placa inferior . Piezas

Pieza II (b)

$$F_{fi} = 59.67 \qquad F_{H3} = 2.60$$

Suma de las superficie de las placas superior y inferior.

$$F_{HT} = F_{H1} + F_{H2} + F_{H3}$$

$$F_{HT} = 0.53 + 2.90 + 2.60$$

$$F_{HT} = 6.03$$

4.2.3-Antecopo y Copo de la red. Calculo de la superficie de resistencia de los paños de las placas del antecopo.

-Placas del Antecopo.

$d_m = 1.60 \text{ mm}$ malla 26mm Tipo de hilo 210/36

$$F_{fi} = 2.98 \qquad F_{H1} = 0.26$$

-Placas del Copo.

$d_m = 1.60$ malla 24mm Tipo de hilo 210/72

$$F_{fi} = 60.49 \qquad F_{H2} = 7.98$$

$$F_{HT} = F_{H1} + F_{H2}$$

$$F_{HT} = 0.26 + 7.98$$

$$F_{HT} = 8.24$$

Superficie total de los paños:

$$F_{fiTOTAL} = 229.22$$

$$F_{HTOTAL} = 16.71$$

4.2.3-Calculo de la resistencia de la superficie total de la red experimental.

$$R_t = C_x \left(\frac{V^2}{2} \right) F_h$$

$$R_t = 0,118(1038.2,68/2)13.81$$

$$R_t = 2266,61.2=4533,22$$

La resistencia total de la red experimental

$$R_t = 4.5 \text{ KN}$$

2.1.5-Resistencia de los cables

$$R_c = C_x \cdot \left(\rho \frac{V^2}{2} \right) d \cdot L$$

$$R_t = 0,32(1038.2,68/2)0,014.200$$

$$l = 200 \text{ m}$$

$$d = 14 \text{ mm}$$

$$C_x = 0,32$$

R_c = si son 2 cables, la resultante es

$$R_{ct} = 1246,2 \cdot 2 = 2492,4 = 2.4 \text{ KN}$$

4.2.5-Resistencia de las puertas de arrastre.

$$R_p = C_x \cdot \left(\rho \frac{V^2}{2} \right) S$$

$$S = 2 \text{ m}^2$$

$$C_x = 0,5$$

$$R_t = 0,5(1038.2,68/2)2$$

R_p =, si son 2 puertas de arrastre.

$$R_t = 1390,9 \cdot 2 = 2781.84 \text{ N}$$

$$R_t = 2.7 \text{ KN}$$

4.2.6 Resistencia de los flotadores

No se utilizan bollas en la relinga superior

Retomando la fórmula principal, $R_{TP} = R_{SP} + 2R_{CM} + 2R_P + R_B$, obtenemos que:

$$R_{TP} = 2266,61 + 1246,26 + 1390.9 = 4903,77$$

$$R_{TP} = 4903,77 \cdot 2 = 9807,58 = 9.8 \text{ KN}$$

5. Análisis constructivo de la redes. Comprobación matemática del índice de calidad de la red.

5.1 -Zona de acción de la boca de la red(m)

$$W = L.H.V.t;$$

$$\text{donde: } L = \frac{1}{2} l_{bn} - \text{Abertura horizontal convencional} \quad (9)$$

$$H = 0,67 l_{pn} - \text{Abertura vertical convencional} \quad (10)$$

$$V_a = 1,5 \text{ m/s hasta } 2,5 \text{ m/s}$$

Los experimentos han demostrado que la mejor forma geométrica que toma la red durante su trabajo es cuando las relingas toman las siguientes coeficiente de asentamiento & (0,4 – 0,6),

Si tomamos como:

- ❖ coeficiente & = 0,6 para la relinga superior ,
- ❖ coeficiente & = 0,4 para la relinga inferior
- ❖ velocidad V = 1.64 m/s (3.2 nudos)
- ❖ tiempo t = 1 seg

Tabla No5

Parámetro	Prototipo	Experimental
Largo de relinga superior asentada (m)	0,79 x 17.21 = 13.59	0,70 x 17.21 = 12,0
Abertura vertical(m)	0.4 x 1.13.59 + 5 = 7.4	0.4 x 12,0 = 4.8
Zona de acción de la boca de la red (m ³)	13.59 x 1.64 x 7.4 = 164,9	12,0 x 1.64 x 4.8 = 94.4

5.1.1-Resistencia de los paños de la Red

$$R_{tp} = \frac{C_x \cdot S_V}{2} F_h$$

Tabla de relación empírica entre Cx y la Velocidad

Tabla No 6

Cx	Velocidad(m/s)
0,3	0,8
0,22	1,3
0,17	1,6
0,17	2,3
0,15	2,8

Donde:

Cx: Coeficiente de resistencia del paño de los paños de red

: Densidad del agua (kg/m³)

V: Velocidad de arrastre

Fh: Superficie de resistencia

Si tomamos V = 1.64 m/s, según la tabla Cx = 0,17 y una temperatura de 30 grados le corresponde por tabla Densidad es 1038 Kg./m

Sustituyendo en la ecuación fundamental para la **red prototipo**, tenemos:

$$R_{tp} = 0,17 \cdot \frac{1038 \cdot 2,68}{2} \cdot 38,19 = 9030,26 \text{ H} = \mathbf{9,0 \text{ Kn}}$$

Sustituyendo en la ecuación fundamental para la **red experimental**, tenemos:

$$R_{tp} = 0,17 \cdot \frac{1038 \cdot 2,68}{2} \cdot 13,80 = 3263,47 \text{ H} = \mathbf{3,2 \text{ Kn}}$$

También se puede calcular por el coeficiente empírico obtenido en pruebas en canales hidrodinámicos calculado para los para los paños paso de malla pequeños se puede tomar Cx = 0.118 coeficiente que tomamos para los cálculos de la red.

5.1.2-Resistencia de los paños de al red prototipo

$$R_{tp} = 0,118 \cdot \frac{1038 \cdot 2,68}{2} \cdot 38,19 = 6268,06 \text{ H} = \mathbf{6.2 \text{ Kn}}$$

9.0-6.2=3 Kn La diferencia es por la utilización de diferentes coeficiente a tener en cuenta en la curva de potencia en el arrastre.

Resistencia de los paños de al red experimental

$$R_{tp} = 0,118(\underline{1038.2, 68}) 13.,80 = 2266.61 \text{ H} = 2.2 \text{ Kn}$$

2

5.1.3-Cálculo del coeficiente superficie específica de los hilos de la red (Ksh)

$$\text{Teniendo como fórmula principal: } K_{sh} = \frac{S}{W}, \quad (11)$$

donde:

$$S: \text{superficie específica de los hilos } S_h = F_h \quad (12)$$

Calculamos para el prototipo y la experimental

$$K_p = \frac{S_p}{W} = \frac{38,19}{164.9} = 0,23$$

$$K_e = \frac{S_e}{W} = \frac{13.71}{69,73} = 0,14$$

5.1.3-Cálculo del coeficiente de superficie específica de resistencia total de la red (Kra)

$$K_p = \frac{R_{tp}}{W} = \frac{6268.06}{164.9} = 38.01 \text{ H} \quad (13)$$

$$K_e = \frac{R_{te}}{W} = \frac{2264.97}{94.4} = 23.99 \text{ H} \quad (14)$$

5.1.4-Cálculo del coeficiente de conicidad de la red

$$\text{Teniendo como fórmula principal: } K_c = \frac{S}{W}, \quad (15)$$

Donde:

$$K_c = \tan \frac{\alpha}{2} = \frac{C_n - C_k}{2L}$$

Donde:

C_n: perímetro de la boca de la red (m)

C_k: perímetro de la parte final de los paños (m)

L: longitud de la boca hasta el final de los paños (m)

π : 3,14

Sustituyendo en la fórmula

$$K_{cp} = \frac{29 - 9.2}{2.3, 14.14, 42} = 0.218$$

$$K_{ce} = \frac{24.23 - 5.66}{2.3, 14.13, 98} = 0.211$$

5.1.5-Cálculo del coeficiente dimensional de la superficie de la red

$$K_d = \frac{F_f}{F_y} \quad (16)$$

Donde:

F_f: Superficie ficticia

F_y: Superficie real

Sustituyendo en la fórmula

$$K_{dp} = \frac{657.54}{38.19} = 17.02$$

$$K_{de} = \frac{162.96}{13.80} = 11.80$$

5.1.6-Cálculo del índice de calidad de la construcción de la red

$$Q_i = \frac{W_p}{W_e} \cdot 0.39 + \frac{K}{K} \cdot 0.17 + \frac{K}{K} \cdot 0.1 + \frac{K}{K} \cdot 0.17 \quad (17)$$

Sustituyendo en la fórmula:

$$Q_i = \frac{164.9}{94.4} \cdot 0.39 + \frac{0.23}{0.14} \cdot 0.17 + \frac{0.218}{0.211} \cdot 0.17 + \frac{8905.22}{4903.77} \cdot 0.17 = 1.075$$

$$Q_i = 0.68 + 0.27 + 0.17 + 0.30 = 1.42$$

Si el índice de calidad es mayor que cero la red experimental tiene mayor calidad constructiva que la red prototipo, como resultado del análisis constructivo el análisis del índice de calidad obtenido es 1.42, que es mayor que 1, pudiendo pasar a la etapa de confección de la red modelo experimental para ser probada en zona de pesca.

6. Metodología para analizar el desempeño de los motores.

6.1 Que tiene como objetivo:

Definir las características técnicas de las redes que utilizan los barcos camaroneros de construcción holandesas durante el arrastre y la influencia de los parámetros en el motor en condiciones reales del mar. Evaluar los gastos de combustible durante el arrastre.

6.2- Características técnicas del barco.

6.3- Características principales del motor principal, que deben medirse durante la prueba si se desconoce. Curva de potencia y de gastos de combustible

6.4- Características técnicas de las redes, donde debe incluirse el armamento que utilizan.

6.5- Características de la región de pesca donde se realiza la prueba técnica.

6.6- Principales parámetros que deben medirse durante el arrastre.

6.7- Cálculo del consumo de combustible durante el arrastre. Método de Medición del consumo de combustible en el Tanque de Combustible de consumo diario.

Gt - Consumo de petróleo

$$Gt = \frac{Vt}{T} \times 3600 = Gt = \text{kg/h} \quad (16)$$

γ - densidad del petróleo kg/m³

Vt- volumen del tanque g/cm³.

V- Velocidad del cálculo de ataque del agua al propulsor

T- tiempo que se medio el gasto de combustible

Si no tenemos el volumen del tanque se puede calcular por formula.

6.8-. Se puede hacer un análisis matemático de los diferentes consumos. Análisis de los consumos combustibles durante la prueba en marcha libre.

Consumo de combustible específico.

$$t = \frac{(V \times 60 \times 60)}{(T \times P_s) \times \text{densidad relativa } f: (g/P_{shr})} \quad (17)$$

V- Volumen de combustible consumido (medido) en un lapso de tiempo t (Vc)

P_s- potencia desarrollada por el motor (P_s o CV)

t- lapso de tiempo durante en que se efectúa la medición (s)

Densidad relativa Diesel Pesado = 0.85, Diesel ligero = 0.83, Aceite lubricantes 0.9

Consumo de combustible efectivo

$$F = \frac{(fxPs)}{1000} \quad (\text{Kg./hr}) \quad (18)$$

t-consumo específico (g/Psxh)

Determinación del consumo volumétrico (lt/hr) en función del consumo horario (Kg/hr)

Consumo de Combustible en Volumen (lt/hr)

$$\text{Consumo de combustible en volumen} = \frac{\text{Consumo de combustible}}{\text{Densidad relativa del Combustible.}} \quad (19)$$

6.9- Informe final de la prueba realizada.

7. Procedimiento operacional de trabajo.

7.1. Propósitos/Alcance

Evaluar el consumo de combustible de las embarcaciones en condiciones reales de trabajo del motor, así como definir los lineamientos principales para realizar las pruebas reales del consumo de combustible de los motores durante el funcionamiento del motor en travesía hacia a zona de pesca, regreso a puerto y durante el arrastre de la red en zona de pesca garantizando el correcto funcionamiento del barco.

7.2. Responsabilidad

7.3. Condiciones de Seguridad e higiene

7.4. Equipos y Materiales Auxiliares

7.5. Alcance

7.6. Desarrollo del procedimiento.

7.7 Informe final

Tabla No 7 Diario de acaecimientos

Día	Horas trabajadas Maquina	Presión de aceite Kg./ Cm2	Temperatura oC		Horas trabajadas Planta	Consumo litros	
			Aceite	Agua		Combut.	Lubric.

Tabla No 8 Prueba Técnica de mar

Fecha	Lances	Posición	Hora	Tiempo arrastre Horas	Profundidad/ Cable calado	Captura	Índice L /h

Observaciones :

Posición/latitud y longitud-en grados

: Hora/ inicio y final –total

: RPM en cada lance

Tabla No 9 Modelo de control interno

Barco	Exit. Inicial	Consumo Motor	Consumo Planta	Total Final	Exist. Final	Captura Kg.	Índice L/Kg.	Índice L / h

Observaciones. Los consumos promedio al año de combustible y aceite al año deben anotarse en el libro de acaecimientos y en modelo de prueba reflejándose el ultimo mantenimiento o reparación, un aumento en el índice de consumo no permite saber por la hora maquina cuando le corresponde una reparación al motor.

8. Prueba Técnica de Mar**8.1-Explotación de la red de fondo a bordo de los barcos.**

Técnica estadística

Se controla la calidad en el taller, así como se verifica la eficiencia en el proceso de construcción de la red de arrastre.

El método gráfico de tajado, permite el control y verificación de la calidad en la producción de las artes de pescas y otras producciones a fines, por lo que hemos escogido este método para llevar a la práctica la siguiente etapa de este proyecto.

Descripción

Aplicación del gráfico de tajado de registro. La construcción de este gráfico se encuentra descrita en el procedimiento TAP-P-06. Inspección y ensayo en el formato F-TA-01/P-06 registro de inversiones.

8.1.2-Responsable de calidad:

- Controla los errores más frecuentes y por operarios.
- Controla las operaciones que detectan mayor número de errores.
- Operarios que incurren en mayor número de errores.

Después de construido la nueva red a partir de las modificaciones surgidas durante la construcción.

8.1.3-Ejecución de la prueba de mar

Terminada la producción de un nuevo diseño o una modificación a diseños anteriores se procede a realizar la prueba técnica, a través de los siguientes pasos:

- Comprobación de la calidad de la prueba del arte, sus principales medidas con la documentación técnica durante la etapa de preparación.
- Se realiza uno o dos lances de prueba con el objetivo, de comprobar el montaje de el arte (diferentes variantes y escoger la más adecuada al tipo de pesquería en la zona de pesca)
- Se ejecuta la red y se comienza los lances comparativos y se determinan los siguientes parámetros (los lances comparativos no menos de 50, alternándose horario y frecuencia de lances)
 - Parámetros técnicos:
 - 1. Velocidad de arrastre.
 - 2. Abertura vertical.
 - 3. Abertura horizontal.
 - 4. Fecha de los lances.
 - 5. Hora de inicio y terminación de los lances.
 - 6. Profundidad de la red.
 - 7. Cantidad de cable calado.
 - 8. Captura.
 - 9. Averías principales.
 - 10. Consumo de combustible por arrastre de ambas redes.
- El valor de la captura se realiza comparando los resultados de la red experimental con la red prototipo.
- Los resultados de información recopilada son anotadas en el formato FTA-01/P-14 resultado de la prueba.

8.1.3- Análisis de la hipótesis y toma de decisiones.

- El análisis estadístico del resultado de la prueba se realiza:
 - 1. Planteo de la hipótesis.
 Ho: M exp M prot.
 Hi: M exp M prot.
 - 1. Si la esperanza de captura de la red experimental (M exp.) es mayor o igual que la esperanza de captura de la red prototipo (M prot.) se acepta la primera como buena.
 - 2. Se toma criterio representativo de efectividad, la captura por horas de arrastre (Pi) para la red prototipo y para la red experimental.

$$P_i = \frac{b_i}{t_i}$$
 Donde (bi) es captura en el lance y (ti) tiempo de duración del lance.
 - 3. Después se determina la captura promedio por hora de arrastre para ambas variantes.

$$P = \frac{P_i}{N}$$
 Donde (Pi) captura por lances y (N) números de lances para ambas variantes.
 - 4. Después se determina la diferencia entre los promedios de captura (P prot.- P exp.)

5. Se determina la desviación estándar de la captura promedio para ambas variantes (S1 –S2)

$$S = \frac{\sum (P_i - P)}{n-1}$$

(S1) desviación estándar de la red prototipo.

(S2) desviación estándar de la red experimental.

6. Se determina el error de desviación representativa.

$$S \text{ dif} = \frac{S 1}{N \text{ prot.}} + \frac{S 2}{N \text{ exp.}}$$

7. A través de esta relación matemática se establece la condición para determinar si una red es más efectiva que la otra.

$$Z = \frac{P \text{ exp.} - P \text{ prot.}}{S \text{ dif.}} \quad \text{tg}$$

Este parámetro se obtiene de la tabla

t- student (anexo) tomado com:

- Se toma un nivel de confianza del 95 % generalmente.
- Cuando la red experimental es más efectiva.
- Si la diferencia también $P \text{ prot.} - P \text{ exp.}$ es ≥ 20 la red experimental es mejor.
- Si las condiciones son igual entre variantes se concluye que la red prototipo tiene el mismo potencial de captura que la red experimental y no ha significado mejoría, desechándose y se busca una nueva alternativa.

Informe final

- Tipo de barco.
- Zona donde se realizo.
- Nombre de quien lo realizo.
- Tabla resumen (formato F-TA-02/P-14)
- Captura por lance.
- Tiempo de arrastre en horas.
- Captura por horas de arrastre ($P_i = B_i / T_i$)
- Diferencia entre captura por lance elevado al cuadrado ($P_1 - P$)
- Desarrollo del análisis.
- Planteo del análisis y descripción del análisis.
- Conclusiones.
- Recomendaciones.
- Anexos, tablas y datos.
- División de formatos F-TA-01/P-14. Resultado de la prueba.
- Números de lances.
- Posición del barco, latitud y longitud.
- Fecha, día y mes del lance.
- Hora/ Hora de inicio y terminación del lance.
- Tiempo de arrastre/ diferencia entre la hora de terminación y de inicio del arrastre (hora)
- Profundidad/ Cantidad de cable calado.
- Captura/ cantidad de pesca capturada (toneladas)
- Averías (roturas de cabos y relingas)
- Total Consumo del motor principal del barco (kg) en arrastre
- Consumo de la planta del barco (kg) en arrastre.

- Rumbo del barco. Especificar si es a favor o en contra de la corriente.
 OBSERVACIONES. Las mediciones de consumo de combustible durante el arrastre se comienzan después de estar firme los cables calados de la maquinilla. Se mide en combustible en el tanque con el aforo de la vara de combustible si no hay equipo de medición, al inicio y final del arraste. Si se mide antes de comenzar la maniobra de calar los cables de arraste al que explicarlo en el informe, tomando siempre la hora de inicio y final de cada tipo de maniobra (calada-arrastre-elevada)) especificando el rumbo a favor o en contra de la corriente, cantidad de cable calado, modelo de la puerta (ángulo de ataque), profundidad de la red desde la relinga superior. Por el volumen del tanque se puede saber cuando combustible hay antes de comenzar las pruebas con la red, recomendándose definir el consumo del motor durante la travesía hacia el pesquero. La prueba no será válida si no se tiene presente las rpm del motor y la medición de la velocidad en cada arraste.

Muestra

Tabla No 10

No	Posición		Fecha	Hora arraste		de	Profundidad	Cable calado	Captura	Observaciones
	Latitud	Longitud		Inicio	Terminación					

Resumen para parámetros tomados

Tabla No 11

Lance	Captura/Lance bi	Tiempo arrastre ti	de	Captura (Hr -arrastre) Pi = bi/ti	Pi - P	(Pi- P)

Tabla de la distribución t-student

Lances	0,20	0,60	0,80	0,90	0,95	0,98	0,99	0,999
GI	0,80	0,40	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
1					12,706			
2					4,303			
3					3,182			
4					2,766			
5					2,571			
6					2,447			
7					2,365			
8					2,305			
9					2,602			
10					2,228			
11					2,201			
12					2,179			
13					2,160			
14					2,145			
15					2,131			
16					2,120			
17					2,110			
18					2,101			
19					2,093			
20					2,086			
21					2,080			
22					2,074			
23					2,069			
24					2,064			
25					2,060			
26					2,056			
27					2,052			
28					2,048			
29					2,045			
30					2,042			
40					2,021			
60					2,000			
120					1,980			
Inf.					1,960			

Este trabajo reviste gran importancia para el Ministerio de la Pesquera pues nos permitirá evaluar los gastos de combustible a partir de esta metodología aplicando el procedimiento operacional de trabajo que se propone en este trabajo.

Los cálculos obtenidos arrojan los siguientes resultados:

- La red cubana proyectada tiene mejor índice de calidad constructiva que la red prototipo holandesa sobre la base de las características hidrodinámica.
- Se obtuvo una menor resistencia de la red al arrastre, como consecuencia de eliminación de las placas laterales de la red proyectada, lo que permitirá una menor resistencia en arrastre y por tanto menos consumo de combustible durante su explotación, que será argumentada a través de la prueba de explotación en el mar.
- En la práctica en régimen de explotación es mejor poner una red de menos dimensión longitudinal y menor cantidad de placas, que influyen en el tiempo de su construcción y reparación. Red menos costosa en su construcción (precio por peso de material en USD),
- Red mucho más fuerte, que permite trabajar en variante de fondos, con menos gasto de material en su reparación.
- En la prueba de mar debe comprobarse la disminución del gasto de combustible.

Los resultados de los cálculos confirman la obtención de las exigencias expuestas

Recomendaciones:

- Pasar a construir la red experimental para realizar las pruebas en el mar.
- Evaluar los gastos de combustible durante las pruebas en el mar en marcha libre y en arrastre.

Bibliografía:

Fridman, A.L., Teoría y Construcción de Artes de Pesca

Kuznezov, Y. A., Biotécnica en Pesca Industrial

Lamakina, V. A., Tecnología y Construcción de artes de Pesca

Pesca al Día, Cuba, 988

FICHA TÉCNICA DE LAS REDES

ANEXO 1 - Tabla 12

<u>PARÁMETROS</u>	PROTOTIPO	EXPERIMENTAL	OBSERVACIONES
Longitud de la relinga superior(m)	17.21(0.79)	17.21(0.70)-	Coef. asentamiento
Longitud de la relinga inferior (m)	20.17 (0.82)-17.15	20.17(0.71)14.87	Coef. asentamiento
Perímetro de la red (m)	580mallas.0.5-29m	466mallas.0.5-24.23m	
Longitud de la aleta superior (m)	4.92	4.0	
Longitud de la aleta inferior (m)	6.83	5.35	
Longitud de la placa inferior (m)	8.25	8.63	
Longitud de la placa superior(m)	9.5	8.63	
Abertura vertical (m)			
Abertura horizontal (m)	20.17(0.5)10.0	20.17(0.5)10.0	
Superficie de la boca de la red (Fy)			
Abertura horizontal, según coeficiente de entralle de la relinga	13.59	12.04	
Longitud del copo	6.0	6.0	
Longitud total de la red sin el copo (m)	14.42	13.98	
Longitud total de la red (m)	20.42	19.47	
Resistencia total de la red (kN)			
Resistencia total de la red (ton)			
Velocidad de arrastre	3,2 nudos (1.64 m/s)	3,2 nudos (1.64 m/s)	

ANEXO 2 –Tabla 13

COMPARATIVA ENTRE AMBAS REDES

DENOMINACIÓN placas	RED PROTOTIPO					RED EXPERIMENTAL				
	# HILO	a (mm)	d (mm)	Ffi	Fh	# HILO	a(mm)	d(mm)	Ffi	Fh
Pieza I (a)Aleta sup.	210/36	25	1.16	5.67	1.05	210/36	26	1.16	11.83	1.05
Pieza I (b) Aleta inf. .	210/36	25	1.16	4.29	0.79	210/36	26	1.16	16.02	1.40
Pieza II Placa sup.	210/36	25	1.16	63.88	2.93	210/36	26	1.16	12.22	0.53
Pieza IV Placa inf.	210/36	25	1.16	60.84	2.79	210/36	26	1.16	59.67	2.6
Pieza V Laterales	210/36	25	1.16	171.86	7.9	210/36	26	1.16		
Subtotal sin copo				306.54	15.46				99.74	5.58
Pieza VI Copo	210/72	24	1.60	351	23.16	210/36	24	1.60	63.22	8.22
Total de la Red				657.54	38.19				162.96	13.80
Resistencia de los paños de una red	6268,06 N = 6,2 KN = 1.6 TON					2266.61N = 2,2 KN = 0.57 ton				
Resistencia de los paños para 2 redes	12536,4 N =12,53 KN= 3,28 ton					4533.22 N = 4,53 KN = 1,18 ton				
Resistencia de los cables	1246,26 .2 =2492.52 N=2,49 KN =0.65 ton					1246,26 .2 =2492.52 N=2,49 KN =0.65 ton				
Resistencia de las Puertas	1390,9 .2 =2781,80 N = 2,78 = 0,72 KN					1390,9 .2 =2781,80 N = 2,78 = 0,72 KN				
Resistencia total de 2 Redes	4.67 ton					2.57 ton				