

ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA DE UNA RED PROTOTIPO Y SU
RELACION A LOS REQUERIMIENTOS DE POTENCIA PARA
EL DISEÑO DE UN BARCO PESQUERO"

T E S I S

APROBADO POR EL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MARITIMA Y CIENCIAS DEL MAR
Y POR EL HONORABLE CONSEJO ACADÉMICO DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL.

[Handwritten signature]
7 MAR 1966

INVENTARIADO
RESPONSABLE
[Handwritten signature]
1966

ING. CRISTÓBAL MARISCAL D.
DIRECTOR DE TESIS

MIGUEL A. FIERRO S.
AUTOR





DEDICATORIA

A mi madre

A mi padre ausente +

A mi esposa

A mi hijo

DECLARACION EXPRESA:

DECLARO QUE: Hechos, ideas y doctrinas expuestas en esta tesis son de mi exclusiva responsabilidad, y que el patrimonio intelectual de la misma corresponde a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA D. LITORAL.

(Reglamento de Exámenes y Títulos Profesionales de la ESPOL).

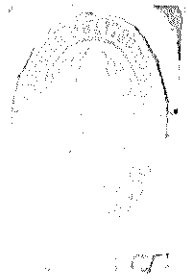
AGRADECIMIENTO

A la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA
DEL LITORAL que me ha proporcio-
nado las facilidades para la cul-
minación de esta profesión.

AL ING. CRISTOBAL MARISCAL D.
Director de Tesis, quien
con sus conocimientos me
guió en forma acertada en
el desarrollo de este tra-
bajo.

SIMBOLOS

C_{Rq0}	=	Coefficiente resistencia perpendicular flujo
C_R	=	Coefficiente resistencia a diferentes ángulos
R_h	=	Resistencia del hilo Kgs.
R_n	=	Resistencia del nudo Kgs.
C_{Rp}	=	Coefficiente resistencia de las puertas.
C_{Di}	=	Coefficiente de arrastre inducido.
C_{Dp}	=	Coefficiente de arrastre por la presión
C_{RF}	=	Coefficiente de arrastre friccional
B	=	Ángulo de ataque de las puertas
C_N	=	Coefficiente de arrastre Normal
C_{RC}	=	Coefficiente de arrastre del cable
HP	=	Caballos de fuerza
P_S	=	Potencia de arrastre
P_n	=	Potencia nominal de la máquina
C_u	=	Coefficiente de utilización
C_p	=	Coefficiente de propulsión
C_m	=	Coefficiente de estado de mar
B_p	=	Coefficiente de Taylor.
ϵ	=	Radio de velocidad.
V_a	=	Velocidad de avance de la hélice
PHP	=	Potencia de la hélice
W	=	Factor de estela
SHP	=	HP en el eje.



- Q = Torque
- n_s = Revoluciones por segundo
- J = Coeficiente de velocidad
- K_q = Coeficiente de torque
- K_T = Coeficiente de empuje
- T = Empuje
- P = Peso de la hélice
- D = Diámetro
- ρ = Densidad del agua
- R = Resistencia Kgs.
- V = Velocidad
- a = Paso de malla longitud de cada hilo
- d_h = Diámetro del hilo
- d_n = Diámetro del nudo
- ϵ = Coeficiente de unión de piezas
- l_i = Longitud real de la malla
- l_T = Longitud total de un paño
- n = Número de mallas horizontalmente
- P_i = Profundidad de una malla
- P_T = Profundidad total de la malla
- m = Número de mallas de profundidad
- θ_i = Angulo entre mallas



BIBLIOTECA

- A_i = Superficie de una malla
 A_p = Superficie de un paño.
 l_{ti} = Longitud imaginaria
 n_i = Número de mallas imaginarias
 d_t = Profundidad imaginaria
 ϕ_i = Ángulo de corte
 S_i = Solidez de cada paño
 S = Solidez total
 Q_m = Número total de mallas
 N_1 = Número de nudos a los extremos
 N_2 = Número total de nudos
 Q_x = Momento angular en sentido flujo
 M = Masa $\frac{\text{Kg seg}^2}{\text{m}}$
 γ = Peso específico del líquido $\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$
 g = Aceleración gravitacional $\frac{\text{m}}{\text{seg}^2}$
 V = Velocidad mt/seg.
 a_0 = Velocidad del sonido
 Re = Número de Reynolds
 Fr = Número de Fraude
 α_1 = Ángulo vertical de ataque
 α_2 = Ángulo horizontal de ataque



BIBLIOTECA

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCION	
1.1. Estudio de las redes que se utilizan en el Ecuador.	3
1.2. Características de los sistemas utilizados en el manejo de las redes.	8
2. DISEÑO DE LA RED PROTOTIPO	10
2.1. Consideración de diseño	10
2.2. Procedimiento de diseño	16
2.3. Geometría del diseño	28
3. METODOS EXPERIMENTALES DE CALCULO DE RESISTENCIAS.	36
3.1. Analisis dimensional	36
3.2. Procedimiento y aparatos	43
3.3. Colección de datos y análisis.	49
4. CALCULO TEORICO DEL ARRASTRE DE LA RED	54
4.1. Partes de la red	54
4.2. Geometría de la red	56
4.3. Máximo y mínimo ángulo de ataque	79
4.4. Resistencia del cuerpo de la red	81
4.5. Resistencia del cuerpo de los cabos asociados.	97
4.6. Resistencia de los flotadores	98
4.7. Resistencia de la redinga inferior	99
4.8. Resistencia del cuerpo del copo	107



BIBLIOTECA

4.9. Resistencia de las puertas	100
4.10. Resistencia de las jaretas	104
5. CALCULO DEL PODER REQUERIDO	110
5.1. Especies a ser buscadas	110
5.2. Notas del comportamiento de las especies	110
5.3. Aparejos	111
5.4. Selección de la hélice para una mayor eficiencia.	129
5.5. Selección de la hélice para un mayor empuje.	140
5.6. Empuje disponible a una velocidad de arrastre.	149
5.7. Poder en el winche.	151
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	153
DIAGRAMAS	156
BIBLIOGRAFIA	161

CAPITULO I

1. INTRODUCCION

La pesca del camarón en la costa ecuatoriana es una de las que más beneficios económicos dan al país, y es llevada a cabo con un sistema de arrastre con tangones.

Basándose en el principio de la pesca de arrastre, el sistema con tangones consiste en arrastrar dos redes por el fondo simultáneamente, esto se logra utilizando dos tangones móviles, instalados a babor y estribor de la embarcación que permiten realizar las maniobras de calado y virado de la red en forma independiente. En este sistema también se utiliza una tercera red de prueba, es decir, primero se lanza esta red, la cual indicará la abundancia relativa del recurso en ese instante, que en el caso de ser alta, se lanzará las otras dos redes y en caso contrario se buscará otra área de pesca. Los diseños de estas redes se caracterizan por tener relación de aspecto muy baja o sea, más anchas que largas. Esta característica de diseño hace que posean una gran abertura horizontal aumentando considerablemente el área de barrido con relación a su tamaño. No así la abertura vertical que es reducida en base a la relación ancho alto de la boca de la red.

La velocidad de arrastre fluctúa entre los dos y tres nudos y la potencia de la máquina de la embarcación varía de 150 HP hasta 350 HP (Eslora de 40 a 90 pies).

El diseño de las redes no ha sufrido grandes modificaciones a través del tiempo, estas se construyen en base a la experiencia práctica de los capitanes y rederos. Las únicas modificaciones se han producido por influencias de técnicas introducidas por extranjeros.

El avance tecnológico en el campo pesquero indica que el dimensionamiento del diseño de la red de arrastre está en función del poder de la máquina y que debe estar relacionado con el tamaño del buque, o inversamente la potencia de la máquina puede ser función del tamaño de la red.

Esta tesis tiene dos objetivos muy importantes:

1. Dimensionar un diseño de red de arrastre para la pesquería del camarón en el Ecuador en función de la potencia nominal de la máquina.
2. Determinar el poder de la máquina en función de la longitud de la relinga superior, y luego seleccionar el diámetro óptimo de la hélice para una mejor eficiencia y un mejor empuje, para condiciones de arrastre del sistema de pesca.

1.1. ESTUDIO DE LAS REDES QUE SE UTILIZAN EN EL ECUADOR

En la costa ecuatoriana se han desarrollado tres grandes pesquerías a nivel industrial, estas son:

Pesquería del atún

Pesquería del camarón

Pesquería de la pinchagua



BIBLIOTECA

A nivel artesanal se han desarrollado pesquerías locales y estas no poseen artes y equipos de pesca que permita aumentar sus áreas de pesca y niveles de captura.

La pesquería del atún utiliza como sistema de pesca - el de cerco cuyo principio de captura consiste en encerrar un cardumen en forma circular con una red, para luego ésta ser cerrada por su parte inferior impidiendo el escape de los peces por el fondo.

Las redes de cerco que se emplean en Ecuador corresponde al diseño norteamericano, es decir son redes rectangulares con una relación de aspecto 1:10. En algunos casos el dimensionamiento de las redes se realiza en función de la eslora de la embarcación, empleándose una re-

lación de 1:24; en otros casos se dimensiona de acuerdo a la experiencia práctica de los capitanes y rederos quienes contribuyen también a las modificaciones de los diseños.

Los tamaños de malla que se emplean en el cuerpo de la red es de 3" a 5", igual en el copo con un hilo más fuerte, en la cenefa inferior y superior de 4" a 8".

El material empleado en la construcción de estos diseños es en su mayoría de procedencia Coreana, Japonesa, Norteamericana y Peruana.

La eslora total de la flota Ecuatoriana fluctúa entre los 60 a 120 pies de eslora.

Antiguamente se empleaba como sistema de pesca para captura de atún las cañas, pero debido al reducido radio de operación de las embarcaciones y por no contar con elementos de conservación de la captura, elementos de mecanización, equipos de búsqueda de cardúmenes junto con el bajo rendimiento que significa operar con este sistema en comparación con el cerco y los altos costos de operación, esta flota se ha paralizado y algunas embarcaciones están en el proceso de transformarse como cerqueros.

También en esta pesquería se utiliza el palangre el cual es de bajo rendimiento en comparación con el cerco, si se incrementa con capturas secundarias que son especies con alto valor comercial por ejemplo dorado, tiburones, albacora y otros lo que hace económico su uso.

* En la pesquería del camarón se utiliza como sistema de pesca el arrastre con tangones. El diseño de las redes es similar al que se utilizan en las pesquerías del camarón del Golfo de México, estas redes se caracterizan por tener una gran abertura horizontal en relación a su tamaño.

El dimensionamiento de estas redes no se realiza utilizando un método sistemático basándose solamente en la experiencia práctica de los capitanes y rederos.

El tamaño de malla que utiliza el cuerpo de la red es de 2 pulgadas y en el copo 1.75 pulg., siendo de nylon de procedencia extranjera.

La velocidad de arrastre fluctúa entre 2 a 4 nudos con duración por lance entre las 2 y 3 horas. La eslora de la embarcación fluctúa entre los 40 a 90 pies, esta

pesquería es costera y se realiza entre las 10 a 100 brazas de profundidad (18 mt - 200 mt.).

La pesquería de la pinchagua también se realiza con redes de cerco que poseen una relación aproximada de 1:17 siendo en su mayoría de una profundidad de 25 brazas, utilizando para su dimensionamiento el método de la eslora y la experiencia práctica.

El diseño es el tipo americano rectangular, el tamaño de malla en el copo y el cuerpo de la red varía 1 1/2" a 4" siendo la cenefa 4 1/2 pulgadas, teniendo un hilo más grueso portener en esta parte las tensiones más grandes.

La eslora de la embarcación fluctúa entre 40 -100 pies, siendo también costera y operan entre las 10 y 50 brazas de profundidad.

Entre las artes empleadas en la pesquería artesanal - podemos enumerar las principales:

Red de playa, (chinchorro de playa) formada por un solo paño de forma rectangular, que se parecen a las alas en la red arrastrera; y tiene en su parte central una especie de bolsa o copo que sirve para almacenar la captura.

Las redes están tejidas con piolas de algodón, teniendo en la relinga superior flotadores y en la inferior pesos.

Las dimensiones son muy variables, existiendo redes desde 100 hasta 300 brazas de longitud y de 2 a 8 brazas de alto. Esta red se utiliza para la pesca blanca que se encuentra cerca de la costa, siempre y cuando las condiciones del mar lo permiten (poco agitado).

Trasmallo que es una red constituida por dos cuerpos o paredes de mallas de diferentes medidas, unidas en su parte superior a una relinga de corchos y una relinga de plomos que se asientan en el fondo del mar.

Estas redes son confeccionadas de algodón y nylon y de un ojo de malla que depende de la especie que se captura. El tamaño promedio del trasmallo es de 40 brazas (72 metros) de longitud por una braza (1.8 mt.) de profundidad.

Otras redes son la red de enmalle, red rectangular constituida de un solo paño. La longitud varía entre 40 a 120 brazas de largo por 2 a 3 brazas de fondo. El ojo

de malla depende del tipo de especie variando de 2 - 8 pulgadas.

ATARRAYA es una red que adquiere la forma circular cuando está extendida o es lanzada del agua y cónica cuando es sacada del agua.

1.2. CARACTERISTICAS DE LOS SISTEMAS UTILIZADOS EN EL MANEJO DE LAS REDES

El sistema de cerco requiere de elementos de mecanización para realizar con el mínimo de esfuerzo humano y en el menor tiempo posible las operaciones de virado y calado de la red.

El elemento de mecanización esencial en la operación con redes de cerco es el Power block el cual permite el virado de la red a cubierta del buque, elemento que ha permitido aumentar el tamaño de las redes.

Otro elemento indispensable en el sistema cerco, es el winche que debe tener una potencia tal que permita ceasar la red lo más rápidamente posible.

Para el vaciado de la captura desde el copo de la red

a las bodegas de la embarcación, en el caso de especies pequeñas y que no vayan a ser empleados en consumo humano se utiliza una bomba succionadora, en el caso de especies finas o en las de un mayor tamaño como el atún se utiliza el chinguillo.

Existen además otros accesorios que complementan la faena de cerco.

En el arrastre los elementos de manipuleo son el winche que permite la recuperación del arte y el arrastre de la red por el fondo. Los tangones permiten operar con dos redes simultáneamente.

CAPITULO II

DISEÑO DE LA RED PROTOTIPO

1.1. CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Hay dos consideraciones en el diseño del arte.

1. El arte tiene que ser diseñado para capturar una cierta especie y luego debe ser diseñada la embarcación que trabaje con este aparejo.
2. Que es el más frecuente; la red tiene que ser diseñada para ciertas especies y luego adaptada a determinado buque.

Los criterios que han nacido de la experiencia y que sirven de base para la selección de un aparejo más eficiente son:

1. Si es que la especie es una que ya ha sido capturada con una red de arrastre, el prototipo tiene que ser escogido de entre las redes usadas en la región donde los nuevos diseños van a ser empleados.
2. Las mismas especies se comportan de diferente forma en diversas regiones, por lo que el aparejo tiene que ser diseñado para ser empleado en una determinada región.

3. Si es que la red va a ser usada para una especie conocida y región desconocida, se debe hacer una exhaustiva prueba de eficiencia en la nueva región.
4. Si es para una misma región y una misma especie en la que se emplean algunos diseños de redes y si es difícil ver cual de éstas es la mejor, debemos tomar como prototipo la que es operada por un buque cuyo poder es lo más cercano al de la embarcación que va a ser utilizada.
5. Cuando el arte va a ser empleado en nuevas regiones y nueva especie, nos podemos guiar solamente de datos de otras redes, arrastrados por buques de similar poder que el nuestro.
6. Habiendo seleccionado el prototipo debemos comparar las características del fondo donde la red es operada, es decir en la región que se va a trabajar, (corrientes, características de fondo y otros factores).

En todos los casos el diseñador debe tener conocimiento de todos los datos técnicos de la red prototipo, lo que incluye la resistencia, la abertura horizontal y vertical en función de la velocidad, si no tiene tales datos, estudios técnicos deben ser realizados para determinar todos estos parámetros antes de adoptar el diseño.



Si se desea crear una red efectiva debiéramos clasificar las circunstancias directamente asociadas con la eficiencia de pesca con diferentes artes.

Existe una gran variedad en tipos y tamaños de redes, pero todas son bolsas con alas relativamente pequeñas y un copo grande que es arrastrado por una embarcación, siendo esta bolsa casi cónica.

Cuando la red pasa sobre la mancha, una cantidad se aleja de la boca mientras otros se mueven en línea recta con el movimiento de la red. Cuando éstos se cansan, reducen su velocidad o se paran, siendo capturados.

Dependiendo del tamaño de la malla en el copo, las especies permanecen en ella ó escapan de la malla, y si la malla es demasiado pequeña se captura especies en estado juvenil que va en contra de los propios intereses.

No todas las especies pueden ser capturados con arrastre, hay unos que son muy rápidos lo que imposibilita su captura, siendo posible capturar especies que nadan hasta 4 a 5 nudos.

Podemos decir también que, dependiendo donde va a ser

**BIBLIOTECA**

empleada la red, su diseño varía, si es que va a ser en el fondo éstas deben ser fuertes para minimizar la acción del fondo y que tengan una vida mayor.

En los artes que son empleados en zonas pelágicas es muy importante considerar el perímetro que va a tener la boca, por lo que todos los esfuerzos tienden a obtener esto, reduciendo la resistencia de las compuertas, haciéndolas en su configuración hidrodinamicamente mejores, reduciendo la resistencia del paño, utilizando un hilo fuerte, y colocando en la boca de la red paños con ojos de malla más grandes.

La Tecnología actual realiza adelantos para sofisticar el sistema, se han colocado en la boca un transducer para determinar la posición de la red con relación al fondo, y conociendo la localización del cardumen podemos desde cubierta colocar la red en el mejor lugar.

Cuando seleccionamos el tamaño de la malla, se hace en base a dos requerimientos, esta no debe permitir que el pez se enmalle y tampoco deje pasar las especies comerciales para las que es diseñado.

Las componentes principales que lo forman son:

1. Una sección que evite el escape del cardumen, como son las alas y la parte que sobresale del cielo que es la viscera.
2. El vientre y el cielo que guían a los peces hacia el copo.
3. El copo que es el lugar donde se almacena la captura. El tamaño de ojo de malla debe ser menor que el de las otras partes de la red, y que deben ser lo suficientemente grandes para que dejen pasar a especies muy pequeñas.

Un incremento en el tamaño de la malla, disminuye la resistencia total, en peso, y se puede incrementar la velocidad de arrastre.

Para evitar el paso de una especie a través de las mallas del copo, el tamaño del ojo debe ser apropiado, pudiendo partir de $4 a_0 = P_0$

Donde:

a_0 = paso de malla

P_0 = perímetro en la parte más gruesa del pez.

El paso de malla también es calculado por

$a_1 = K L$

k = coeficiente de tamaño

l = longitud del pez

a = paso de malla

Las especies pueden ser clasificadas en grandes, medianas y chicas.

La secuencia a seguirse para la construcción de la red óptima es:

1. La red prototipo es seleccionada de entre las mejores.
2. Se determina la velocidad óptima en la que va a ser arrastrada la red, para la captura de una determinada especie.
3. La más efectiva utilización del buque durante el arrastre debe ser examinado. Debiendo la abertura de la boca ser proporcional a la cantidad de peces de una mancha, sabiéndose también que la resistencia es proporcional a la abertura de la boca, existiendo una interacción entre la red y el buque.

Es necesario conocer las dimensiones de la red para el cálculo del poder, puesto que con la velocidad la resistencia varía, debiéndose evocar la velocidad límite durante el arrastre para evitar la sobrecarga.

4. Se debe procurar que la configuración de la red mejore las características hidromecánicas, esto es obtenido teniendo un tanque de pruebas, modificando su armado para una abertura de red óptima.
5. La red es calculada con datos conocidos de la red prototipo, esto es en lo que se refiere a tipo de material, diámetro, basándose en la similitud de escalas de todas y cada una de los componentes.
6. Una vez completado el cálculo y diagrama, se chequean nuevamente los resultados. Existen métodos para el cálculo del comportamiento y resistencia de la red, que son técnicos y prácticos.
Incrementando la eficiencia con estos experimentos, disminuimos costos, tiempo, etc.
7. Última etapa, la prueba se realiza en el lugar donde va a ser empleada, comparando la eficiencia, midiendo se en función de la cantidad de captura por unidad de tiempo.

2.2. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

Depende de los requerimientos del nuevo aparejo que varía con las especies que se capturen. El procedimiento a llevarse es el de tomar una red ya probada, y tomar las dimensiones para luego encontrar las relaciones de longitudes.

De las redes probadas las dimensiones de la más parecida a las que se emplean en la Costa Ecuatoriana son:

Relinga superior	13 metros ,
Relinga inferior	13 metros
Alas superiores	80 x 35 x 90 mallas
Alas inferiores	97 x 50 x 114 mallas
Vientre	286 x 50 x 200 mallas
Copo	100 x 100 x 120 mallas
Extensión	100 x 100 x 60 mallas

Correspondiendo el primer número al lado mayor, el segundo al menor y el tercero a la profundidad y todos dados en mallas.

Puertas = 0.9 x 1.8 mt.

Flotadores = 6 de 15 cm de diámetro

Cadenas = de 0.01 mt. de diámetro

Cable de arrastre de 0.016 metros de diámetro.

Esta red será analizada para el cálculo del poder requerido, para luego relacionar el poder con la longitud de la relinga superior.

Esta red servirá de base para dimensionar otra red,

usando relaciones de sus componentes.

Para dimensionar otra red, sacamos en primer lugar las relaciones entre las diferentes partes que constituyen la red a su longitud. Las longitudes son consideradas con las mallas estiradas.

Longitud de la red prototipo = 21.34 mt.

Alas Superiores

$P \times 2 \times a$ = altura del ala

P = en mallas

P = 90 mallas



Altura de ala superior = $90 \times 2 \times 0.025 = 4.5$ mts.

Cielo = $P \times 2a = 200 \times 2 \times 0.025 = 10.0$ mts.

Extensión = $P \times 2a = 60 \times 2 \times 0.019 = 2.28$ mts.

Copo = $2 Pa = 120 \times 2 \times 0.019 = 456$ mts.

Vts. mts. =

L_T = longitud total = 31,34 mts.

Las relaciones de cada uno de los componentes a la longitud general será:

Alas superiores

$L = 80$ mallas = $80 \times 2 \times 0.025 = 4$ mts.

$l = 35$ mallas = $35 \times 2 \times 0.025 = 1.75$ mts.

$$P = 90 \text{ mallas} = 90 \times 2 \times 0.025 = 4.5 \text{ mts.}$$

$$\frac{L}{L_T} = \frac{4}{21.34} = 0.187$$

$$L = L_T \times 0.187$$

$$\frac{\ell}{L_T} = \frac{1.75}{21.34} = 0.08$$

$$\ell = 0.08 \times L_T$$

$$\frac{P}{L_T} = \frac{4.5}{21.34} = 0.21$$

$$P = L_T \times 0.21$$

Alas Inferiores

$$L = 97 \times 2 \times 0.025 = 4.85 \text{ mt.}$$

$$\ell = 50 \times 2 \times 0.025 = 2.5 \text{ mt.}$$

$$P = 114 \times 2 \times 0.025 = 5.7 \text{ mt.}$$

$$\frac{L}{L_T} = \frac{4.85}{21.34} = 0.227$$

$$L = 0.227 L_T$$

$$\frac{\ell}{L_T} = \frac{2.5}{21.34} = 0.117$$

$$l = 0.117 \times L_T$$

$$\frac{P}{L_T} = \frac{5.7}{21.34} = 0.267$$

$$P = 0.267 \times L_T$$

Ventre

$$L = 250 \times 2 \times 0.025 = 12,5 \text{ mts.}$$

$$l = 50 \times 1 \times 0.025 = 2,5 \text{ mts.}$$

$$P = 176 \times 2 \times 0.025 = 8,8 \text{ mts.}$$

$$\frac{L}{L_T} = \frac{12.5}{21.34} = 0.585$$

$$L = 0.585 \times L_T$$

$$\frac{l}{L_T} = \frac{2.5}{21.34} = 0.117$$

$$l = 0.117 \times L_T$$

$$\frac{P}{L_T} = \frac{8.8}{21.34} = 0.41$$

$$P = 0.41 \times L_T$$

Cielo

$$L = 286 \times 2 \times 0.025 = 14.3 \text{ mts.}$$

$$l = 50 \times 2 \times 0.025 = 2.5 \text{ mts.}$$

$$P = 200 \times 2 \times 0.025 = 10.0 \text{ mts.}$$

$$\frac{L}{L_T} = \frac{14.3}{21.34} = 0.67$$

$$L = 0.67 \times L_T$$

$$\frac{l}{L_T} = \frac{2.5}{21.34} = 0.117$$

$$l = 0.117 \times L_T$$

$$\frac{P}{L_T} = \frac{10}{21.34} = 0.468$$

$$P = 0.468 \times L_T$$

Extensión

$$L = 100 \times 2 \times 0.019 = 3.8 \text{ mts.}$$

$$l = 100 \times 2 \times 0.019 = 3.8 \text{ mts.}$$

$$P = 60 \times 2 \times 0.019 = 2.28 \text{ mts.}$$

$$\frac{L}{L_T} = \frac{3.8}{21.34} = 0.178$$



$$L = 0.178 \times L_T$$

$$\frac{L}{L_T} = \frac{3.8}{21.34} = 0.178$$

$$L = 0.178 \times L_T$$

$$\frac{P}{L_T} = \frac{2.28}{21.34} = 0.106$$

$$P = 0.106 \times L_T$$

Copo

$$L = 100 \times 2 \times 0.019 = 3.8$$

$$L = 100 \times 2 \times 0.019 = 3.8$$

$$P = 120 \times 2 \times 0.019 = 4.56$$

$$\frac{L}{L_T} = \frac{3.8}{21.34} = 0.178$$

$$L = 0.178 \times L_T$$

$$\frac{L}{L_T} = \frac{3.8}{21.34} = 0.178$$

$$L = 0.178 \times L_T$$

$$\frac{P}{L_T} = \frac{4.56}{21.34} = 0.213$$

$$P = 0.213 \times L_T$$

Estas relaciones nos sirven para encontrar las dimensiones de otra red que nosotros deseamos diseñar y que va a tener la misma configuración.

Por ejemplo si deseamos tener otra red de 25 metros, para obtener la misma geometría cada lado deberán tener las siguientes dimensiones:

Alas Superiores

$$l = 0.08 L_T$$

$$l = 0.08 \times 25 = 2 \text{ mts.}$$

$$l_{\text{mallas}} = 2 \text{ a } l = 2 \text{ mts.}$$

$$l = \frac{2mt}{2a} = \frac{2}{2 \times 0.025} = 40$$

$$l = 40 \text{ mallas}$$

$$L = 0.187 \times L_T$$

$$L = 0.187 \times 25 = 4.675 \text{ mt.}$$

$$4.675 = L \times 2a$$

$$L = \frac{4.675}{2 \times 0.025} = 94 \text{ mallas}$$

$$L = 94 \text{ mallas}$$

$$P = 0.21 L_T$$

$$P = 0.21 \times 25 = 5.25$$

$$5.25 = L_T \alpha$$

$$P = \frac{5.25}{2 \times 0.025} = 105 \text{ mallas}$$

$$P = 105 \text{ mallas}$$

$$\text{Alas Superiores} = 94 \times 40 \times 105 \text{ mallas}$$

Alas inferiores

$$l = 0.117 L_T$$

$$l = 0.117 \times 25 = 2.925$$

$$l_{\text{mallas}} = \frac{2.925}{2 \times 0.025} = 59 \text{ mallas}$$

$$l = 59 \text{ mallas}$$

$$L = 0.227 L_T$$

$$L = 0.227 \times 25 = 5.675 \text{ mts.}$$

$$L_{\text{mallas}} = \frac{5.675}{2 \times 0.025} = 114 \text{ mallas}$$

$$L = 114 \text{ mallas}$$

$$P = 0.267 \times L_T$$

$$P = 0.267 \times 25 = 6.675 \text{ mts.}$$

$$P_{\text{mallas}} = \frac{6.675}{2 \times 0.025} = 134$$

$$P = 134 \text{ mallas}$$

$$\text{Ala inferior} = 114 \times 59 \times 134 \text{ mallas}$$

Vientre

$$l = 0.117 \times L_T$$

$$l = 0.117 \times 25 = 2.925 \text{ mts.}$$

$$l_{\text{mallas}} = \frac{2.925}{2 \times 0.025} = 59 \text{ mallas}$$

$$l = 59 \text{ mallas}$$

$$L = 0.585 L_T$$

$$L = 0.585 \times 25 = 14.625 \text{ mts.}$$

$$L_{\text{mallas}} = \frac{14.625}{2 \times 0.025} = 293 \text{ mallas}$$

$$L = 293 \text{ mallas}$$

$$P = 0.410 L_T$$

$$P = 0.410 \times 25 = 10.25 \text{ mts.}$$

$$P_{\text{mallas}} = \frac{10.25}{2 \times 0.025} = 205$$

$$P = 205 \text{ mallas}$$

$$\text{Vientre} = 293 \times 59 \times 205 \text{ mallas}$$

Cielo

$$l = 0.178 L_T$$

$$l = 0.178 \times 25 = 2.925 \text{ mts.}$$

$$l_{\text{mallas}} = \frac{2.925 \text{ mts}}{2 \times 0.025} = 59$$

$$l_{\text{mallas}} = 59 \text{ mallas}$$

$$L = 0.67 \times L_T$$

$$L = 0.67 \times 25 = 16,75 \text{ mts.}$$

$$L_{\text{mallas}} = \frac{1675}{2 \times 0.025} = 335 \text{ mallas}$$

$$L = 335 \text{ mallas}$$

$$P = 0.468 L_T$$

$$P = 0.468 \times 25 = 11.7 \text{ mts.}$$

$$P_{\text{mallas}} = \frac{11.7}{0.025 \times 2} = 234 \text{ mallas}$$

$$P = 234 \text{ mallas}$$

$$\text{Cielo} = 335 \times 59 \times 234 \text{ mallas}$$

Extensión

$$l = 0.178 L_T$$

$$l = 0.178 \times 25 = 4.45 \text{ mts.}$$

$$L_{\text{mallas}} = \frac{4.45}{2 \times 0.019} = 117$$

$$L = 117 \text{ mallas}$$

$$L = 0.178 L_T$$

$$L = 0.178 \times 25 = 4.45$$

$$L_{\text{mallas}} = \frac{4.45}{2 \times 0.019} = 117 \text{ mallas}$$

$$L = 117 \text{ mallas}$$

$$P = 0.106 \times L_T$$

$$P = 0.106 \times 25 = 2.65$$

$$P_{\text{mallas}} = \frac{2.65}{2 \times 0.019} = 70$$

$$P = 70 \text{ mallas}$$

Extensión 117 x 117 x 70 mallas

Copo

$$L = 0.178 L_T$$

$$L = 0.178 \times 25 = 4.45$$

$$L_{\text{mallas}} = \frac{4.45}{2 \times 0.019} = 117$$

$$L = 117 \text{ mallas}$$

$$l = 0.178 L_T$$

$$l = 0.178 \times 25 = 4.45$$

$$l_{\text{mallas}} = \frac{4.45}{2 \times 0.019} = 117 \text{ mallas}$$

$$l = 117 \text{ mallas}$$

$$P = 0.213 \times L_T$$

$$P = 0.213 \times 25 = 5.325 \text{ mt.}$$

$$P_{\text{mallas}} = \frac{5.325}{2 \times 0.019} = 140$$

$$P = 140 \text{ mallas}$$

$$\text{Copo} = 117 \times 117 \times 140 \text{ mallas}$$

Similar metodología se debe llevar para cualquier otro diseño.



BIBLIOTECA

2.3. GEOMETRIA DEL DISEÑO

La geometría de todas las redes camaroneras empleadas en el Ecuador son similares.

La geometría que demos a la red es importante en el aumento de la eficiencia de la captura, debiendo ser este lo más parecida a un cono.

La forma de cono que se obtiene, dependen del sistema de fuerzas que actúan sobre él, resistencia del agua, peso, y otros y de la forma que demos a sus componentes.

Las alas que son las guías de las redes tienen formas muy variadas, con un lado recto donde va entrellado las relingas, estas son confeccionadas de un paño rectangular, de las siguientes dimensiones:

$$Q = (L + l + 1 \frac{1}{2}) \cdot P$$

Q = cantidad de paño

P = Profundidad en mallas

$$Q = (80 + 55 + 1 \frac{1}{2}) 90$$

$$Q = 116 \frac{1}{2} \times 90 \text{ mallas}$$

Para obtener la geometría deseada debemos dar una secuencia de corte siendo para las alas la siguiente:

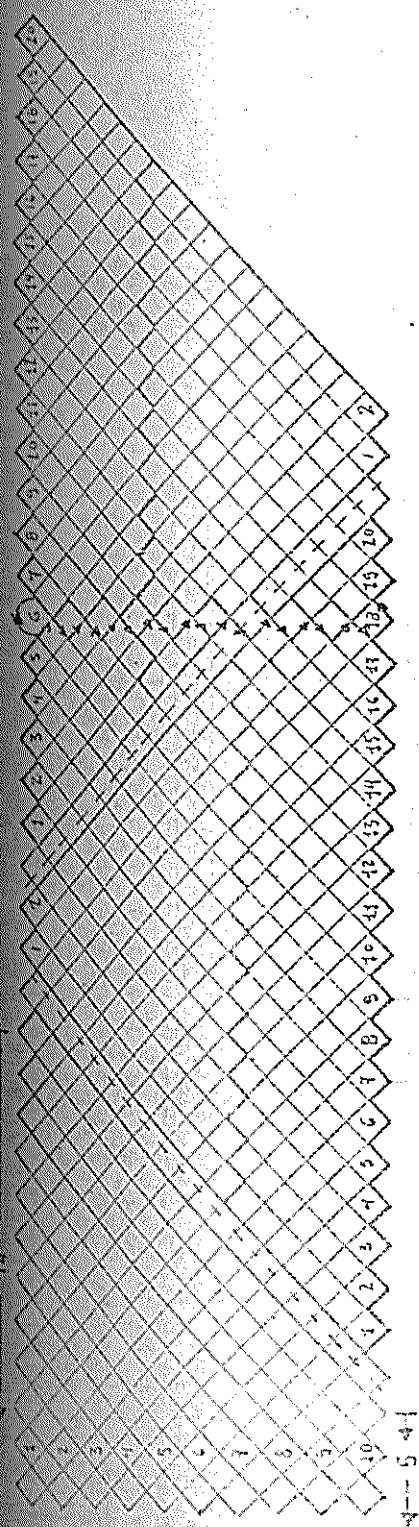
$$C = \frac{2c}{P - c} \quad \text{donde}$$

$$c = P + l - L$$

$$C = \frac{2(P + l - L)}{P - (P + l - L)}$$

$$C = \frac{2(90 + 35 - 80)}{90 - (90 - 35 - 80)} = \frac{90}{45} = \frac{2}{1} = 45$$

Lo que nos dice que a 45 veces debemos cortar 2 hilos



23 - 1/2

forma de las armadas de las alas superiores

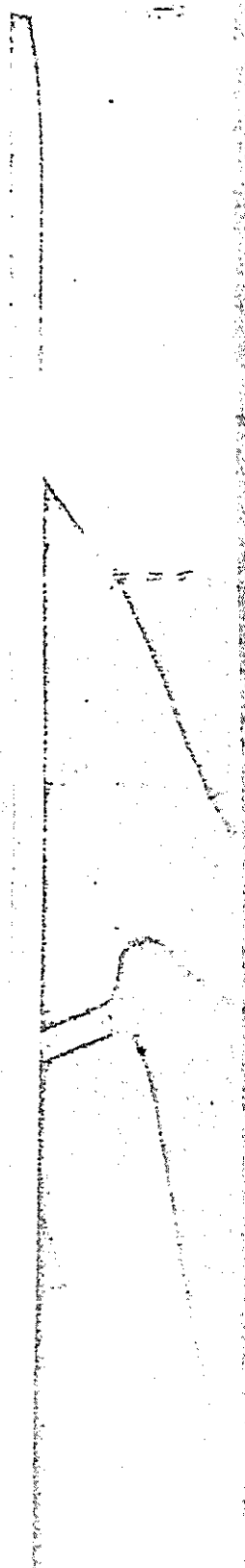
$L = 20$ Mallas

$l = 2$ "

$P = 10$ "

$Q = L + l + 1/2 = 20 + 2 + 1/2 = 23 1/2$ Mallas

$C = \frac{(P+l-L) \cdot 2}{L-1} = \frac{(10+2-20) \cdot 2}{20-2}$ 2 = Negativo = corte recto



y un nudo.

Los pedazos cortados se unen nuevamente como se indica en la fig. 2-1.

Alas inferiores

El procedimiento es el mismo que el anterior esto es:

$$Q = (L + l + 1 \frac{1}{2}) P$$

$$Q = (97 + 50 + 1 \frac{1}{2}) 114$$

$$A = 148 \frac{1}{2} \times 114 \text{ mallas.}$$

148 1/2 mallas de largo x 114 mallas de profundidad.

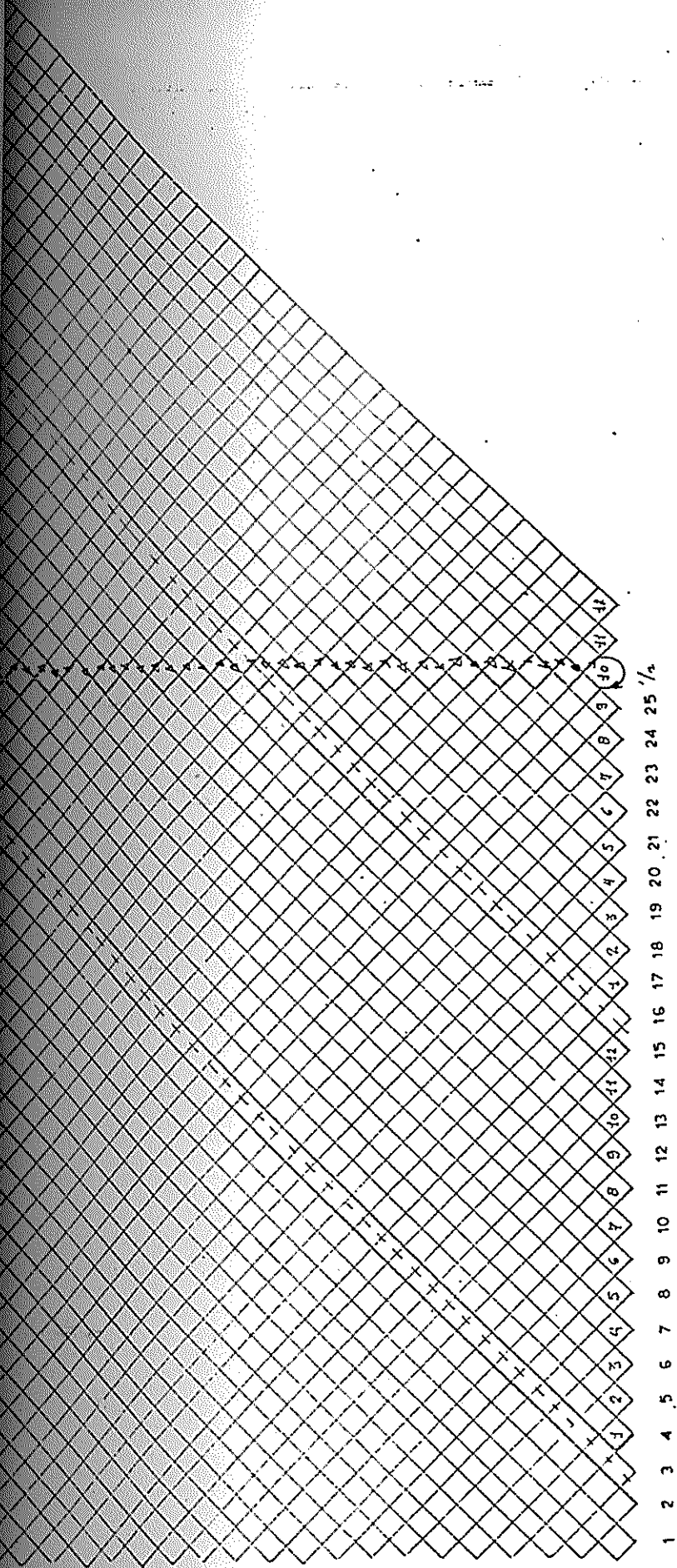
$$C = \frac{(P + l - L) 2}{P - (P + l - L)}$$

$$C = \frac{(50 + 114 - 97) 2}{114 - (50 + 114 - 97)} = \frac{134}{47} = 40 \frac{3}{1} + 7 \frac{2}{1}$$

Por lo que debemos cortar 40 veces 3 hilos y un nudo y luego 7 veces 2 hilos y 1 nudo, para luego unir sus piezas para obtener la forma. Ver fig. 2-2.

Vientre

$$Q = (\frac{1}{2} L + \frac{1}{2} l + 1/2) P$$



Forma de armadura de las alas inferiores

$L = l = 12$ corte recto

$Q = L + l + 1\frac{1}{2} = 12 + 12 + 1\frac{1}{2} = 25\frac{1}{2}$ Mallas

$$Q = \left(\frac{250}{2} + \frac{50}{2} + 1/2 \right) 176$$

$$Q = 150 \frac{1}{2} \text{ mallas} \times 176 \text{ mallas}$$

$$C = \frac{L - l}{P - \frac{L-l}{2}}$$

$$C = \frac{250 - 50}{176 - \left(\frac{250-50}{2} \right)} = \frac{200}{76}$$

$$C = 48 \left(\frac{3}{1} \right) \text{ y } 28 \left(\frac{2}{1} \right)$$



Lo que nos dice que debemos cortar 48 veces 3 hilos y 1 nudo y 28 veces 2 hilos 1 nudo. Uniéndose luego las piezas. Ver fig. 2-3.

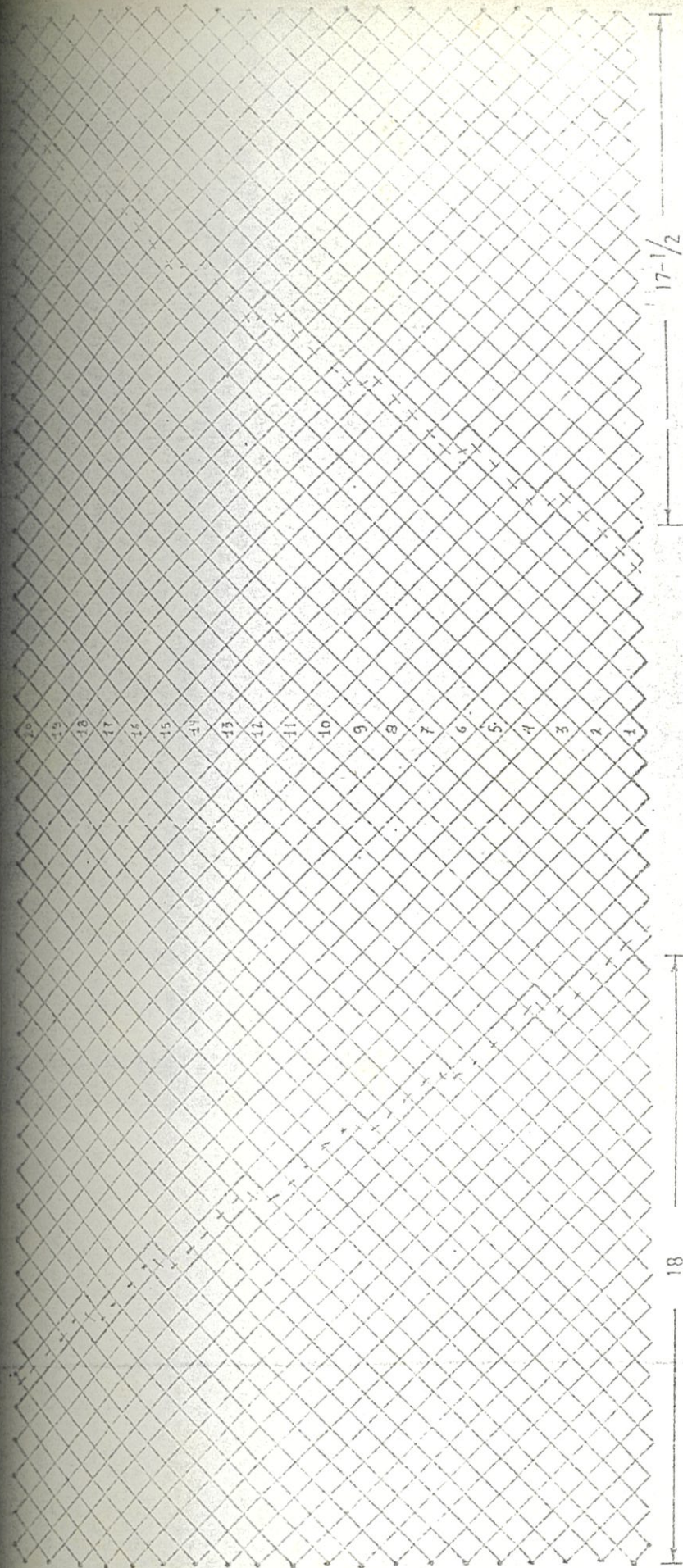
Ciēlo

$$Q = \left(\frac{1}{2} L + \frac{l}{2} + 1/2 \right) 200$$

$$Q = \left(\frac{286}{2} + \frac{50}{2} + 1/2 \right) 200$$

$$Q = 168 \frac{1}{2} \text{ mallas} \times 200 \text{ mallas}$$

$$C = \frac{L - l}{P - \frac{L - l}{2}}$$



L: 36 Mallas
 l: 10 "
 P: 20 "

Forma de armada de vientre y cielo

$$Q = L + l + 1/2 = 36 + 10 + 1/2 = 47 1/2 \text{ Mallas}$$

$$C = \frac{L - l}{P - \frac{L - l}{2}} = \frac{36 - 10}{20 - \frac{36 - 10}{2}} = \frac{26}{7}$$

4 hilos 1 nudo 5 veces
 3 " 1 " 2 "
 4 4 3 4 4 = 26
 1 1 1 1 1 = 7



$$C = \frac{286 - 50}{200 - \frac{286-50}{2}}$$

$$C = \frac{236}{82} = 72 \left(\frac{3}{1}\right) \text{ y } 8 \left(\frac{2}{1}\right)$$

Debemos contar 72 veces 3 hilos 1 nudo y 8 veces 2 hilos y 1 nudo. Uniendo luego las piezas. Ver fig. 2-4.

Copo y Extensión por ser estas piezas rectangulares no se requiere de secuencia de corte ya que es vertical.

$$Q = 100 \text{ mallas } \times 180 \text{ mallas}$$

Una vez cortadas las piezas se entalla, y unen con sus respectivos componentes para obtener la geometría apropiada de cono.

CAPITULO III

METODOS EXPERIMENTALES DE CALCULO DE RESISTENCIAS

3.1. ANALISIS DIMENSIONAL

Junto con las fuerzas gravitacionales la reacción del agua es una de las más importantes fuerzas que actúan en un aparejo de pesca. Esta acción influye en el grado de eficiencia de una red.

De acuerdo a la teoría de Newton sobre la resistencia de un medio, el movimiento de un líquido consiste de partículas individuales independientes, las mismas que al encontrar un obstáculo impactan contra su frente e imparten un momento angular.

Newton asumió que las partículas que no encontraron obstáculo se mueven línealmente, mientras que las partículas e trás del obstáculo son inmóviles.

El líquido que choca contra una plancha cambia de dirección de tal forma que su velocidad se vuelve paralela a la plancha. Si aplicamos la teoría del momento angular nos permitirá determinar la reacción del líquido que dependerá de la derivación del momento angular con respecto al tiempo.

La proyección del momento angular en el sentido del -

flujo Q_x viene dado por la siguiente fórmula

$$Q_x = Mv$$

$$M = \frac{\gamma A}{g} t \cdot v$$

donde M = masa del fluido $\frac{\text{Kg seg}^2}{\text{mt}}$

γ = gravedad específica del líquido Kg/m^3 .

g = aceleración gravitacional

A = área m^2 .

v = velocidad mt/seg .

t = tiempo = seg .

$$Q_x = \frac{\gamma}{g} A v^2 t$$

$$Q_x = \rho A v^2 t$$

Consecuentemente la reacción en el sentido x R_x será

$$R_x = \frac{dQ_x}{dt} = \frac{d}{dt} (\rho A v^2 t)$$

$$R_x = \frac{dt}{dt} \rho A v^2$$

$$R_x = \rho A v^2$$

En la teoría de Euler, el líquido que llega al obstáculo fluye pasa y vuelve a unirse después de éste, sin consi-

derar la fuerza friccional en el líquido, y que probé hidromecánicamente ya que por ejemplo una esfera o un cilindro se mueve sin ninguna resistencia puesto que la presión en la parte posterior y anterior son las mismas por ser simétricas.

Cuando un líquido llega a un obstáculo éste es deflecionado de su dirección original y luego se unen después del obstáculo, existiendo dentro de estos límites una región estacionaria con velocidad cero, por lo que la presión en esta parte es constante y corresponde a la presión hidrostática mientras que el otro extremo la presión es incrementada.

Esta diferencia de presión genera una fuerza perpendicular al plano, el cual es la suma de la fuerza de boyantez y la de arrastre.

La suma de estas dos fuerzas es llamada la resistencia del cuerpo. La resistencia no solamente depende de la intensidad del fluido y formación de las olas alrededor del cuerpo sino también depende de las propiedades del líquido en sí.

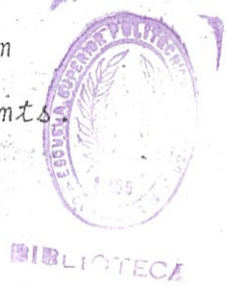
Experimentalmente fue encontrado que la ecuación gene-

La resistencia de un cuerpo en un líquido está representado por

$$R = \rho \cdot l^2 \cdot v^2 \cdot \phi (\rho, l, v, \mu, \alpha, g, a_0)$$

donde:

- ϕ = es una función de las magnitudes en el paréntesis
- ρ = densidad
- v = velocidad del cuerpo en el fluido mt/seg.
- μ = viscosidad del líquido $\frac{Kg \cdot seg}{mt^2}$
- α = tensión de la superficie Kg/m
- l = dimensión lineal del cuerpo mts
- g = gravedad mt/seg²
- a_0 = velocidad del sonido



Los extremos de la ecuación son expresados en unidades de fuerza. y como $\rho v^2 l^2$ está expresado en unidades de fuerza, ϕ tiene que ser una variable generalizada. Este requerimiento es satisfecho con la combinación de las variables arriba enumeradas.

$$R = \rho l^2 v^2 \left(\frac{\rho l v}{\mu}, \frac{v^2}{g l}, \frac{\rho l v^2}{\alpha}, \frac{v}{a_0} \right)$$

Pudiéndose desarrollar la Ley de similitud para el flujo del líquido.

La cantidad $\frac{\rho \ell v}{\mu}$ es conocido como el número de Reynolds Re

$$Re = \frac{\ell v}{\nu}$$

Este caracteriza la resistencia como función de la viscosidad del líquido.

$\frac{v^2}{gl}$ es conocido como el número de Fraude Fr el cual caracteriza la resistencia en función del peso del líquido.

$\frac{\rho \ell v^2}{\sigma}$ y $\frac{V}{a_0}$ son denotados por K y M y caracteriza el efecto de la tensión superficial y la compresibilidad del líquido.

Re , Fr , M y K son los criterios de similitud.

El efecto en la resistencia depende en las condiciones de movimiento del cuerpo en el líquido.

La dependencia de la resistencia de los cuerpos en el número de Reynolds es el caso que nos interesa.

En hidrodinámica aplicada la siguiente ecuación es empleada para la resistencia de los cuerpos.

$$R = \frac{1}{2} C_R \rho A v^2$$

C_R = coeficiente de resistencia y está en función de la forma del cuerpo, orientación del cuerpo con respecto a la dirección del movimiento y de las características del fluido que pasa por el cuerpo.

Este coeficiente puede ser calculado en túneles de viento o tanques de arrastre, siempre considerando que $C_R = f(Re)$

Por experimentos realizados en la Universidad de Rhode Island este coeficiente varía en función del seno del ángulo

$$C_R = C_{R0} \text{ Sen } \alpha + 0.005$$

C_{R0} = el coeficiente calculado con el flujo perpendicular

α = ángulo de ataque.

Como el movimiento mecánico está caracterizado por los parámetros de tiempo, fuerza, longitud, velocidad y aceleración, podemos relacionando estos valores que deben ser similares

tanto para las redes que se analicen y los prototipos.

$$\frac{R_M}{R_P} = C_R$$

$$\frac{L_M}{L_P} = C_L$$

$$\frac{v_M}{v_P} = C_v$$

$$\frac{T_M}{T_P} = C_T$$



donde R, L, v y T son los parámetros fijos C_R, C_L, C_v, C_T son las correspondientes escalas de similitud.

M indica el modelo

P indice el prototipo

Podemos escribir también

$$\frac{R_M}{C_M \rho_M^2 v_M^2} = \psi \left(\frac{\mu_M}{\rho_M l_M v_M}, \frac{g_M l_M}{v_M^2}, \frac{v_M t_M}{l_M}, \frac{\alpha_M}{\rho_M l_M v_M^2}, \frac{\sigma_M}{v_M} \right)$$

$$\frac{R_P}{\rho_P l_P^2 v_P^2} = \psi \left(\frac{\mu_P}{\rho_P l_P v_P}, \frac{g_P l_P}{v_P^2}, \frac{v_P t_P}{l_P}, \frac{\alpha_P}{\rho_P l_P v_P^2}, \frac{\sigma_P}{v_P} \right)$$

Siendo ψ el mismo, todas las combinaciones adimensionales

correspondientes son también idénticas por lo tanto.

$$\frac{R_p}{\rho_p l_p^2 v_p^2} = \frac{R_M}{\rho_M l_M^2 v_M^2}$$

$$\frac{g_M l_M}{v_M^2} = \frac{g_p l_p}{v_p^2}$$

$$\frac{v_M t_M}{l_M} = \frac{v_p t_p}{l_p}$$

$$\frac{a_M}{\rho_M l_M v_M^2} = \frac{a_p}{\rho_p l_p v_p^2}$$

$$\frac{d_M}{v_M} = \frac{a_p}{v_p}$$

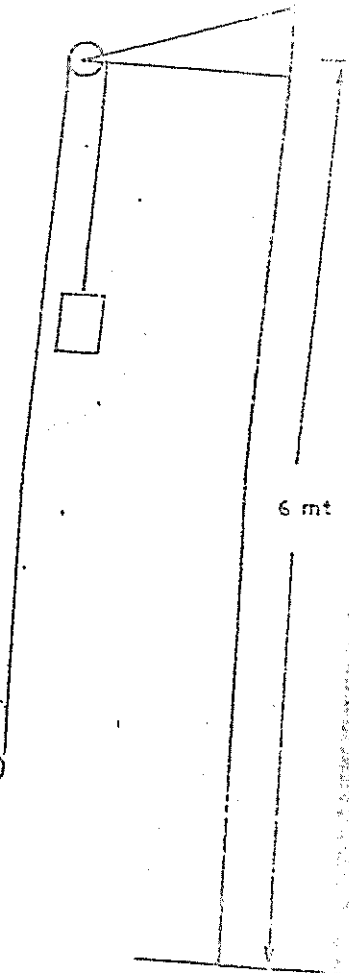
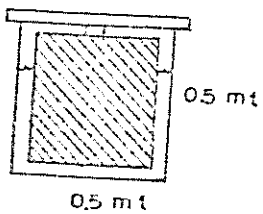
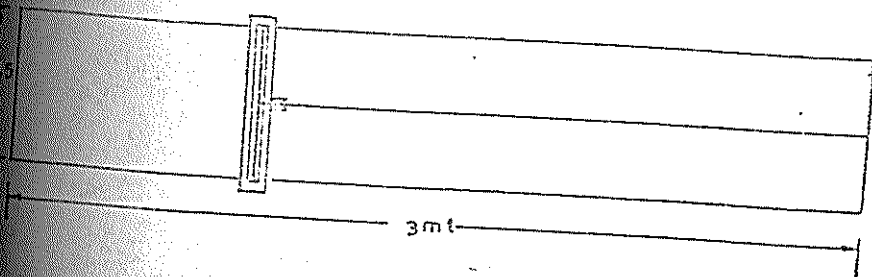
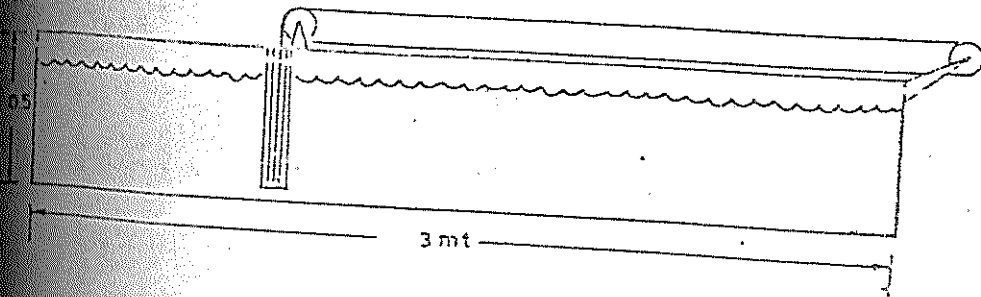
PROCEDIMIENTO Y APARATOS

El cálculo práctico de la resistencia fue calculado en tanque, llevando el mismo procedimiento propuesto por el B. Vaca, con la diferencia que la velocidad fue medida en base a la fórmula:

$$v = \frac{e}{t}$$

de
 $v = \text{velocidad}$

TANQUE DE FRUEPAS



e = espacio

t = tiempo



Como conocemos la velocidad de arrastre que es de 1,29 mt/seg., se marcó una distancia de 2,58 mts. para luego encontrar el tiempo que toma la muestra a una velocidad de 1,29 mt/seg.

$$t = \frac{e}{V} = \frac{2.58}{1.29} = 2$$

t = 2 seg.



Para lograr que el marco con la red, recorra los 2,58 metros debe vencer la resistencia que le opone el agua, para encontrar esta resistencia, se colocó a los extremos pesos, hasta que el marco con la red y solo el marco tomó 2 segundos en recorrer esta distancia.

Este procedimiento puede ser llevado a cabo a diferentes velocidades, y colocando el marco a diferentes ángulos.

Los aparatos empleados en esta prueba fueron un tanque de madera de 3 metros de largo x 0.50 mts. de ancho y 0.5 de profundidad.

2 poleas que servían de guía de los cabos

1 un recipiente para pesos.

1 marco para soportar el paño

Una vez colocado los equipos, se colocó únicamente el marco, para lo cual se fue añadiendo pesos hasta que tomó 2 segundos en recorrer la distancia requerida. El peso colocado fue de 2.0 Kg. Luego se colocó el paño en el marco y se repitió el procedimiento, necesitándose adicional peso, llegando a colocarse 3.25 Kg.

$$R_T = 3.25 \text{ Kg}$$

$$R_{\text{paño}} = R_T - R_M$$

$$R_M = 2 \text{ Kg}$$

$$R_{\text{paño}} = 3.25 - 2 = 1.25$$

$$R_{\text{paño}} = 1.25 \text{ Kg}$$

Partiendo de:

$$R_{\text{paño}} = \frac{1}{2} C_R \rho S v^2$$

$$C_R = \frac{2 R_{\text{paño}}}{\rho S v^2}$$

S = Área proyectada del paño

v = Velocidad = 1.29 m/seg.

ρ = densidad

El paño colocado tenía 8 mallas por 8 mallas.

$$Q = 8 \times 8 = 64 \text{ mallas}$$

hilo = Mallas 4 hilos/malla

$$\# \text{ hilos} = 64 \times 4 = 256 \text{ hilos}$$

$$\text{Area} = l d$$

l = longitud

d = diámetro

$$l = 256 \times a$$

$$l = 256 \times 0.025 = 6.4 \text{ mt.}$$

$$A_n = 6.4 \text{ mt} \times 0.0012$$

$$A_n = 0.00768 \text{ mt}^2$$

$$N_T = (8 \times 8) \times 2 = 144 \text{ nudos}$$

$$A_N = 144 \frac{\pi D^2}{4}$$

$$A_N = 144 \times \frac{3.14 \times (0.0036)^2}{4}$$

$$A_N = 0.00145 \text{ mts}^2$$

$$A_T = A_n + A_N$$

$$A_T = 0.00145 + 0.00768$$

$$A_T = 0.00913 \text{ m}^2$$

$$C_R = \frac{2 \times R_{\text{paño}}}{S V^2}$$

$$S = 0.00913 \text{ m}^2$$

$$C_R = \frac{2 \times 2.15}{103 \times 0.00913 \times 1.29^2} = 1.60$$

De donde el coeficiente de resistencia cuando se mueve perpendicular al flujo es de 1.60.

Este procedimiento puede ser llevado a cabo a diferentes velocidades, y diferentes ángulos. El cálculo se lo puede también realizar en un túnel de viento. Para realizar esto deberá tener un mismo número de Reynolds puesto que el C_R es función de Re .

$$Re_1 = \frac{V_v L_v}{\nu_v}$$

$$Re_2 = \frac{V_a L}{\nu_a}$$

$$Re_1 = Re_2$$

L es el mismo para ambos casos

$$\frac{V_v L}{\rho_v} = \frac{V_a L}{\rho_a}$$

$$\frac{V_v}{\rho_v} = \frac{V_a}{\rho_a}$$

En este caso V_a es la velocidad que corresponde en el agua.

V_v = en el túnel de viento.

ρ_a = son datos conocidos, puesto que son viscosidades del medio.

v = la que se debe cambiar en un túnel de viento, es la velocidad para mantener la igualdad.

$$V_v = \frac{V_a \rho_a}{\rho_v}$$

Luego el procedimiento será el mismo con las siguientes etapas.

1. Determinar la viscosidad del medio donde se va a realizar la prueba.
2. Determinar la velocidad correspondiente.
3. Encontrar la resistencia del soporte únicamente.
4. Encontrar la resistencia de soporte con el paño.

5. Encontrar la resistencia del paño únicamente = $R_P = R_T - R_M$.

6. Aplicar la fórmula $C_R = \frac{2R}{\rho S V^2}$

3.3. COLECCION DE DATOS Y ANALISIS

Debido a la falta de equipos para el respectivo cálculo, pongo datos obtenidos en experimentos hechos en túneles de viento en la Universidad de Rhode Island. J Giannotti.

A diferentes números de Reynolds.

$$R_R = 2.34 \times 10^4$$

α	C_D
90	2.322
60	1.477
30	0.608
15	0.122
10	0.377
5	0.304

$$Re \ 3.51 \times 10^4$$

α	C_D
90	0.58
60	0.620
30	0.676
15	0.406
10	0.476
5	0.070

Re 4.684×10^4

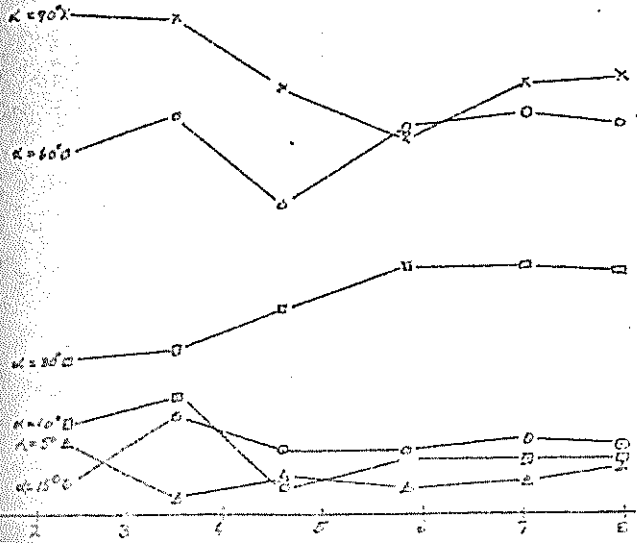
α	C_D
90	1.720
60	1.256
30	0.834
15	0.268
10	0.116
5	0.152



BIBLIOTECA

Re 5.85×10^4

α	C_R
90	1.532
60	1.556
30	1.118
15	0.244
10	0.220
5	0.098



$$R_c = \frac{V L L_1}{2r} \times 10^{-4}$$

VALORES DE COEFICIENTES A DIFERENTES ANGULOS

FIG 3-2

$$Re = 7.026 \times 10^2$$

α_0	C_R
90	1.74
60	1.638
30	1.166
15	0.304
10	0.220
5	0.136

$$Re = 7.904 \times 10^4$$

α	C_R
90	1.76
60	1.58
30	0.988
15	0.280
10	0.214
2	0.186

CAPITULO IV

CALCULO TEORICO DEL ARRASTRE DE LA RED

1. COMPONENTES PRINCIPALES DE LA RED DE ARRASTRE

Una red de arrastre está compuesto por las siguientes partes:

1. Copo donde se almacenan los peces que son capturados.
2. Vientre que va en contacto con el fondo.
3. Cielo que tiene una parte sobresaliente que evita que los peces se escapen.
4. Alas tanto superiores como inferiores que guían a los peces hacia el copo.
5. Relinga superior donde van colocados flotadores que puedan abrir la red verticalmente hacia arriba.
6. Relinga inferior con pesos que abre la red verticalmente hacia abajo.
7. Puertas sirven para abrir la red horizontalmente.
8. Malletas unen las puertas con la red.
9. Cables que son los que arrastran el aparejo.

Estas componentes son indicadas en la fig. 4-1.

La resistencia total del aparejo será igual a la suma de las resistencias de cada uno de sus componentes paralelo

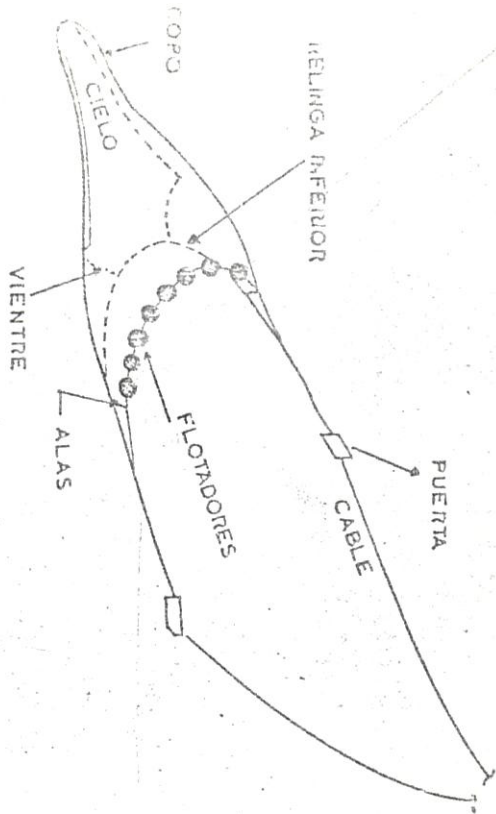


Fig. 4-1



BIBLIOTECA

cual se debe calcular individualmente para hallar luego su total.

Cada uno de los componentes ejercen resistencia al flujo, pero unos lo hacen con más fuerza que otros, siendo las puertas y la red los que más influyen, estando estas separadas por lo que no existirá interferencia entre las dos y si lo hay esta es en mínima escala.

La única interferencia que se produciría sería entre los componentes pequeños, por ser así éstos no influirán en el cálculo total de la resistencia como son los pesos y los cabos, etc.

La resistencia que van a oponer los cables de arrastres dependerán de la forma que éstos tomen debido a las fuerzas que están actuando sobre ella.

Para el cálculo de la resistencia, analizamos todos los componentes, partiendo de la fórmula general de resistencia indicada anteriormente.

$$R = \frac{1}{\epsilon} \rho C_R A V^2$$

C_R = coeficiente de arrastre que será diferente para cada uno de los componentes de acuerdo a su forma y constitución.

V = velocidad del buque; que para nuestro caso es de
 $2 \frac{1}{2}$ nudos = $2 \frac{1}{2}$ millas/hora.

1 milla = 6.080 pies

$$2 \frac{1}{2} \text{ nudos} = \frac{2.5 \text{ millas} \times 6.080 \text{ pies} \times \text{hora} \text{ mt}}{\text{hora} \times \text{milla} \text{ } 3600 \text{ seg} \text{ } 3.28 \text{ pies}}$$



BIBLIOTECA

$$2 \frac{1}{2} \text{ nudos} = 1.29 \text{ mt/seg.}$$

Este valor de la velocidad será empleado para el cálculo de todas las resistencias.

2. GEOMETRIA DE LA RED

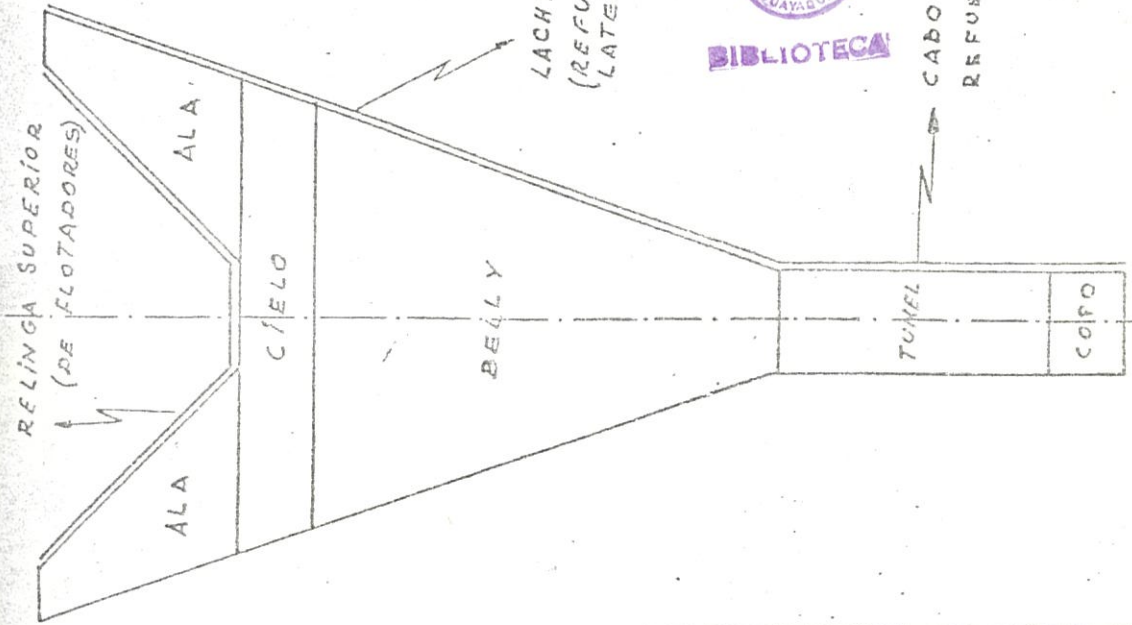
Las componentes de la red es indicada en la fig. 4-2.

Del gráfico nos indica que el vientre y el cielo tienen la misma configuración, siendo el copo y la extensión de iguales características.

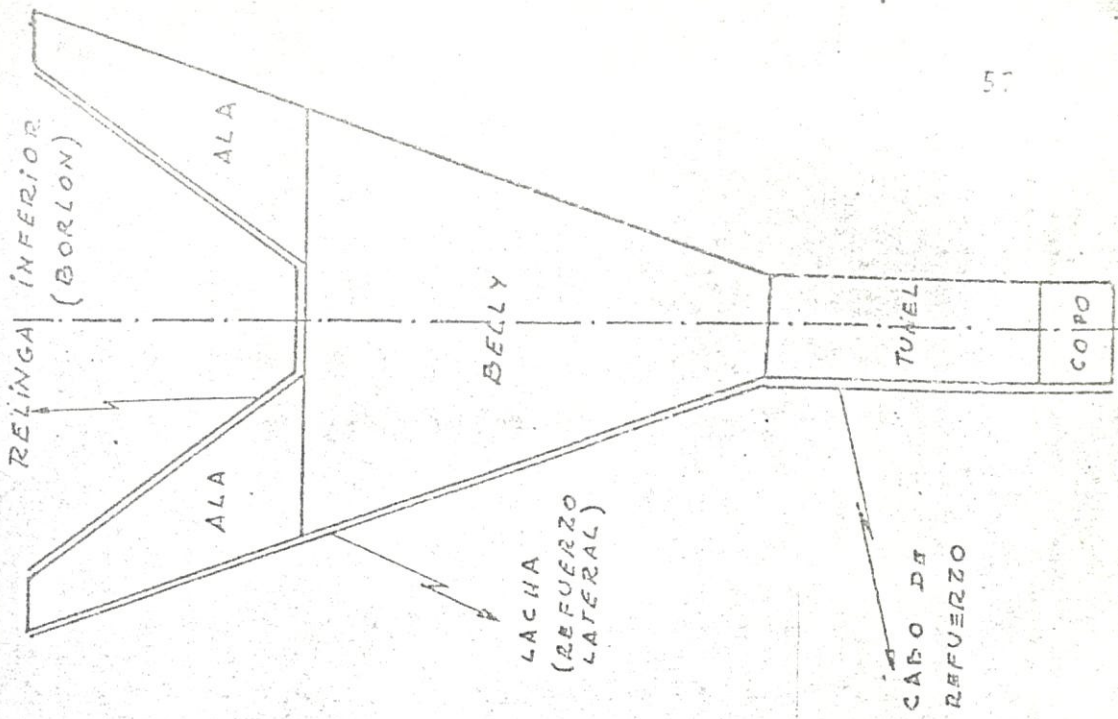
En el cálculo un factor importante es el ángulo de ataque que para el copo se lo considera igual a cero.

Las dimensiones de las diferentes partes de la red que ya ha sido probada y dado buenos resultados son:

PANEL SUPERIOR



PANEL INFERIOR



CABO DE REFUERZO

CABO DE REFUERZO

Alas superiores	=	80 x 35 x 90	mallas
Alas inferiores	=	97 x 50 x 114	mallas
Vientre	=	250 x 50 x 176	mallas
Cielo	=	286 x 50 x 200	mallas
Copo	=	100 x 100 x 120	mallas
Extensión	=	100 x 100 x 60	mallas

El paso de malla y el diámetro deben tener un tamaño a apropiado para las especies, siendo para el camarón las siguientes:

a = paso de malla

d = diámetro

Alas superiores

a = 0.025 mt.

d = 0.0012 mt.

Cielo

a = 0.025 mt.

d = 0.0012 mt.

Vientre

a = 0.025 mt.

d = 0.0012 mt.



Copo y extensión

$$a = 0.019 \text{ mt.}$$

$$d = 0.0012 \text{ mt.}$$

Conociendo estas medidas y además la de los cabos asociados y cables, se empieza en primer término a calcular la cantidad de paño, para poder calcular el área de proyección.

Al confeccionar estas piezas, al unir unas con otras estas tienen un coeficiente de unión. Ver fig. 4-3.

Las partes que van unidas a las relingas, se las coloca de acuerdo a la localización y necesidad.

Este coeficiente viene dado en función a la longitud estirada de la malla a la longitud real de esta.

$$\xi = \frac{2a - l_i}{2a} = 1 - \frac{l_i}{2a}$$

como las redes son hechas de mallas uniformes de una longitud estirada igual a $2a$; la longitud de una malla será:

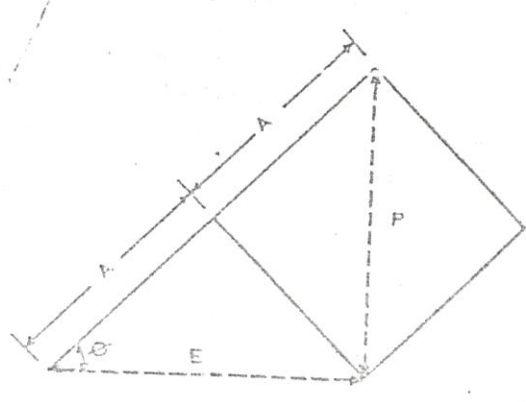
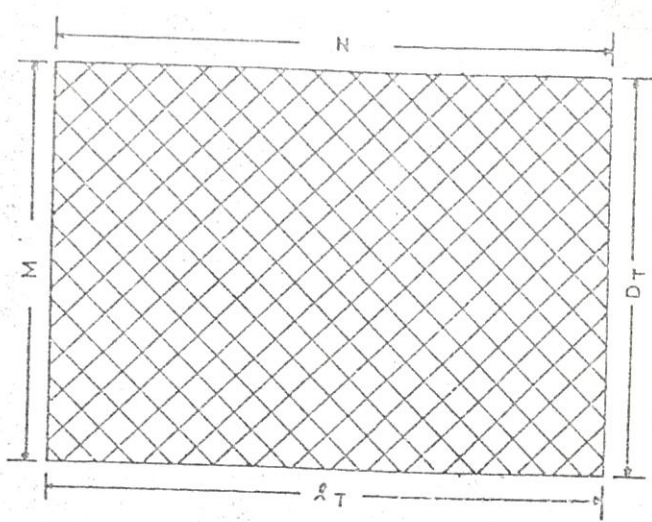


Fig. 4-3



BIBLIOTECA

$$l_i = 2a - 2a \xi$$

$$l_o = 2a (1 - \xi)$$

Esto sería para una sola malla, pero como una pieza es compuesta de n mallas horizontalmente tendremos que:

$$l_T = 2na (1 - \xi)$$

Podemos también conocer la profundidad de una pieza de paño p .

De la figura tenemos que

$$(2a)^2 = l^2 + p_i^2$$

$$p_i^2 = (2a)^2 - l^2$$

$$p_i^2 = 4a^2 - l^2$$

Reemplazando el valor de l^2 obtenemos:

$$p_i^2 = 4a^2 - 4a^2 (1 - \xi)^2$$

$$p_i^2 = 4a^2 |1 - (1 - \xi)^2|$$

$$p_i^2 = 4a^2 |1 - (1 - 2\xi + \xi^2)|$$

$$p_i^2 = 4a^2 (2\xi - \xi^2)$$

$$p_i = \sqrt{4a^2 (2\xi - \xi^2)} = 2a \sqrt{2\xi - \xi^2}$$

Esto es la profundidad de una malla, siendo que de profundidad hay m mallas obtendremos

$$P_T = 2 m a \sqrt{2\xi - \xi^2}$$

donde m es el número de mallas de profundidad. Conociendo el coeficiente de unión y la longitud de las relingas podemos entonces calcular la cantidad de mallas que van a necesitar para confeccionar una de las partes como son las alas, viscera, vientre.

El coeficiente de entalze o de unión es 0.5.

$$\xi = 1 - \frac{li}{2a}$$

$$\frac{li}{2a} = 1 - \xi$$

$$\frac{li}{2a} = 1 - 0.5$$

$$\frac{li}{2a} = 0.5$$



Del gráfico tenemos que:

$$\cos \theta_i = \frac{li}{2a}$$

$$\cos \theta_i = 0.5$$

$$\theta_i = \text{Arc Cos } 0.5$$

$$\theta_i = 60^\circ$$

$$\text{Sen } \theta_i = \frac{P_i}{2a}$$

$$\text{Sen } \theta_i = \frac{2a \sqrt{2\xi - \xi^2}}{2a}$$

$$\text{Sen } \theta_i = \sqrt{2\xi - \xi^2}$$

$$\text{Sen } \theta_i = \sqrt{2 \times 0.5 - (0.5)^2}$$

$$\text{Sen } \theta_i = \sqrt{0.75} = 0.866$$

$$\theta_i = \text{arc Sen } 0.866$$

$$\theta_i = 60^\circ$$



BIBLIOTECA

La superficie de una sola malla viene dado por:

$$A = \frac{l_i \times P_i}{2} \times 2$$

$$A = \frac{2a \text{ Sen } \theta_i \times 2a \text{ cos } \theta_i}{2} \times 2$$

$$A = 4a^2 \text{ Sen } \theta_i \text{ cos } \theta_i$$

El número total de mallas de una pieza está dado por $m \times n$.

Por lo que el área total será

$$A_p = m \times n \times 4a^2 \cos e_i \text{ Sen } e_i$$

Conociendo la cantidad del paño, para confeccionar la pieza requerida se procede a dar un ciclo de corte como se indica en la figura 4-4 para luego unir las piezas y obtener la geometría deseada, para este corte tenemos una secuencia de 2 hilos y 1 nudo.

Del gráfico tenemos

$$l_{ti} = 2 n_i a \cos \theta$$

donde l_{ti} = Longitud imaginaria

n_i = número de mallas imaginarias

$$dt = 2 m a \text{ Sen } \theta$$

$$\text{tag } \phi_i = \frac{l_{ti}}{dt}$$

$$\text{tag } \phi_i = \frac{2 n_i \cos \theta}{2 m a \text{ Sen } \theta}$$

$$\phi_i = \text{tg}^{-1} \frac{2 n_i a \cos \theta}{2 m a \text{ Sen } \theta}$$

$$\phi_i = \text{tg}^{-2} \frac{n_i}{m} \cot \theta$$

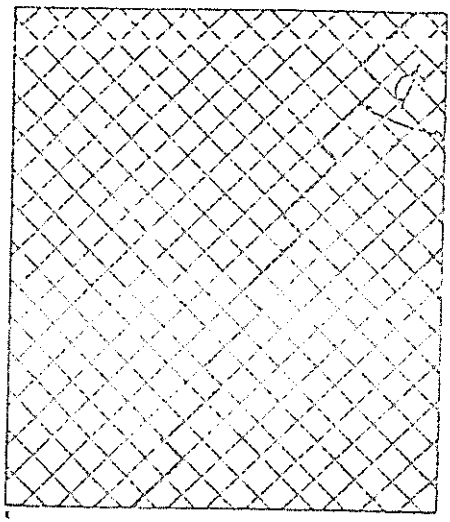
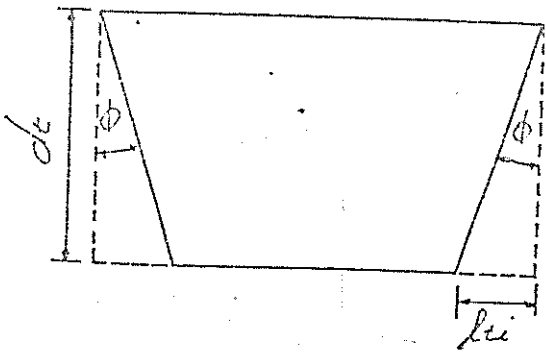
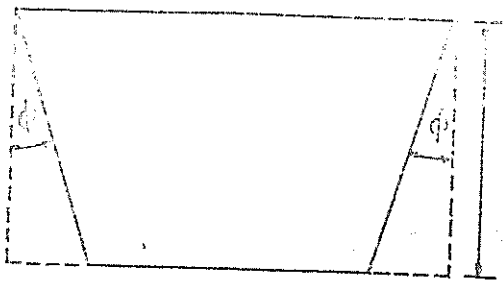


Fig. 4-4
Secuencia de Corte

Por lo que si deseamos cortar una pieza a un ángulo deseado reemplazamos los valores en la fórmula, para obtener luego la secuencia de corte.

La resistencia de la red puede ser también calculada en razón de su solidez, que es la relación entre el área de los hilos y nudos a la superficie total del paño.

La solidez S promedio de una red confeccionada con diferentes pasos de malla viene dado por

$$S = \frac{S_1 q_1 + S_2 q_2 + S_3 q_3 + \dots + S_n q_n}{Q}$$

$$S = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{S_i q_i}{Q}$$

donde

S_i = Solidez de cada paño

q_i = Número de mallas de cada paño

Q = número total de mallas



BIBLIOTECA

CALCULO DEL NUMERO DE MALLAS DE CADA COMPONENTE DE LA RED Y CANTIDAD DE NUDOS

Alas Superiores

Tenemos dos alas que tienen las mismas dimensiones, pudién

déscelas construir de un pedazo de paño rectangular.

L = lado mayor = 97 mallas

ℓ = lado menor = 50 mallas

P = profundidad = 114 mallas

Para el cálculo de la cantidad total de paño aplicamos la fórmula siguiente:

$$Q = (L + \ell + 1 \frac{1}{2}) \times P$$

$$Q = (97 + 50 + 1 \frac{1}{2}) P = 148 \frac{1}{2} \times 114$$

P = profundidad

Lo que necesitamos un paño de $148 \frac{1}{2} \times 114$ mallas

$$Q = 148 \frac{1}{2} \times 114 = 16.929 \text{ mallas}$$

Número total de nudos.

Los dos extremos tienen únicamente 148 nudos,

$148 \frac{1}{2}$ mallas a los dos extremos.

$$N_1 = 148 \times 2 = 296 \text{ nudos}$$

$$N_2 = (N \times 2 - 1) \times 149$$

$$N_2 = 149 (114 \times 2 - 1)$$

$$N_2 = 149 \times 227 = 33.823 \text{ nudos}$$

$$N_T = N_1 + N_2$$

$$N_T = 296 + 33.823$$

$$N_T = 34.119 \text{ nudos}$$

Alas inferiores

$$L = 80 \text{ mallas}$$

$$l = 35 \text{ mallas}$$

$$P = 90 \text{ mallas}$$

$$Q = (L + l + 1 \frac{1}{2}) P$$

$$Q = (80 + 35 + 1 \frac{1}{2}) \times 90$$

$$Q = 116 \frac{1}{2} \times 90 = 10.485 \text{ mallas}$$

$$Q = 10.485 \text{ mallas}$$

$$N_1 = 116 \times 2 = 232 \text{ nudos}$$

$$N_2 = 117 (N \times 2 - 1)$$

$$N_2 = 117 (90 \times 2 - 1) = 117 \times 179 =$$

$$N_2 = 20.943 \text{ nudos}$$

$$N_T = N_1 + N_2 = 20.943 + 232 = 21.175$$

$$N_T = 21.175 \text{ nudos}$$

Cielo

$$L = 286 \text{ mallas}$$

$$l = 50 \text{ mallas}$$

$$P = 200 \text{ mallas}$$

$$Q = \left(\frac{L}{2} + \frac{l}{2} + 1/2 \right) P$$

$$Q = \left(\frac{286}{2} + \frac{50}{2} + 1/2 \right) 200$$

$$Q = 168 \frac{1}{2} \times 200 = 33.700 \text{ mallas}$$

$$Q = 33.700 \text{ mallas}$$

$$N_1 = 168 \times 2 = 336 \text{ nudos}$$

$$N_2 = (N \times 2 - 1) 169$$

$$N_2 = (200 \times 2 - 1) 169 = 169 \times 399 =$$

$$N_2 = 67.431 \text{ nudos}$$

$$N_T = N_1 + N_2$$

$$N_T = 67431 + 336 = 67.767 \text{ nudos}$$

$$N_T = 67.767 \text{ nudos}$$



BIBLIOTECA

Vientre

$$L = 250 \text{ mallas}$$

$$l = 50 \text{ mallas}$$

$$P = 176 \text{ mallas}$$

$$Q = \left(\frac{1}{2} L + \frac{1}{2} l + 1/2 \right) P$$

$$Q = \left(\frac{250}{2} + \frac{50}{2} + 1/2 \right) 176$$

$$Q = 150 \frac{1}{2} \times 176 = 26.488 \text{ mallas}$$

$$Q = 26.488 \text{ mallas}$$

$$N_1 = 150 \times 2 = 300$$

$$N_2 = (N \times 2 - 1) 151$$

$$N_2 = (176 \times 2 - 1) 151 = 351 \times 151 = 53.001 \text{ nudos}$$

$$N_T = N_1 + N_2$$

$$N_T = 53.001 + 300 = 53.301 \text{ nudos}$$

$$N_T = 53.303 \text{ nudos}$$

Copo y extensión

$$L = 100 \text{ mallas}$$

$$\ell = 100 \text{ mallas}$$

$$P = 180 \text{ mallas}$$

$$Q = \left(\frac{L}{2} + \frac{\ell}{2} - 1/2 \right) P$$

$$Q = \left(\frac{100}{2} + \frac{100}{2} - 1/2 \right) 180$$

$$Q = 99 \frac{1}{2} \times 180 = 17.910 \text{ mallas}$$

$$Q = 17.910 \text{ mallas}$$

$$N_1 = 99 \times 2 = 198 \text{ nudos}$$

$$N_2 = (N \times 2 - 1) 100 = 359 \times 100 = 35.900 \text{ nudos}$$

$$N_T = N_1 + N_2$$

$$N_T = 35.900 + 198 = 36.098 \text{ nudos}$$

$$N_T' = 36.098 \text{ nudos}$$

AREA LIBRE ENTRE LAS ALAS

El área entre las alas puede ser calculada de acuerdo a la forma que tome según las dimensiones que demos - tanto a la relinga superior como inferior. Ver fig. 4-5.

Esta área es luego restada del área total del cono que es la forma que toma la red.

La figura que se obtiene es un trapecio.

$$A_{\text{trap}} = \frac{B + b}{2} h$$

$$B = \text{Base mayor}$$

$$b = \text{base menor}$$

$$h = \text{altura}$$

$$B = 2 n_t a \cos \theta$$

$$b = 2 n_b a \cos \theta$$

$$h = 2 a m \sin \theta$$

$$A = \frac{(2n_t a \cos \theta + 2n_b a \cos \theta)}{2} \times 2 a m \sin \theta$$

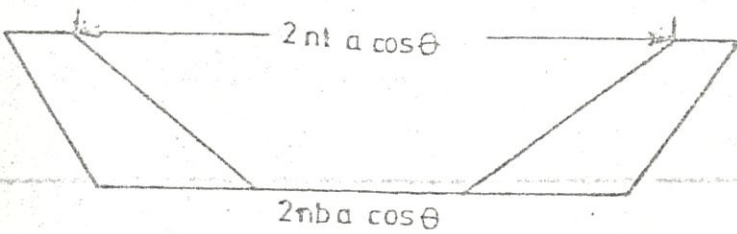
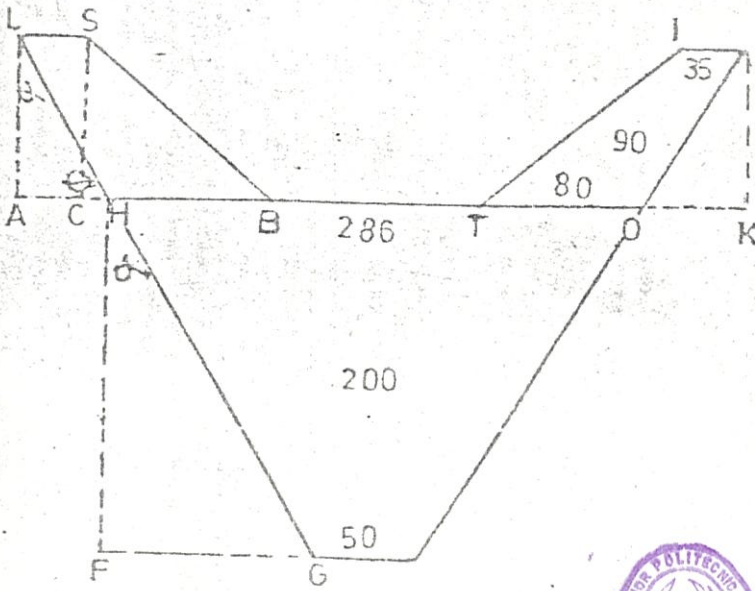


Fig. 4-5

$$A = \frac{L_{BT} + L_{SI}}{2} \times L_{SC}$$

$$A = 2 a \cos \theta \operatorname{Sen} \theta (n_t + M_b) \operatorname{am}$$

$$n_b = OH - (HB + IO)$$

$$OH = 286 \text{ mallas}$$

$$HB = 80 \text{ mallas}$$

$$IO = 80 \text{ mallas}$$

$$n_b = 286 - (80 + 80)$$

$$n_b = 126 \text{ mallas}$$

$$n_t = n_b + 2CB$$

$$CB = AB - LS$$

$$AB = AH + HB = AH + 80$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{L_{FG}}{L_{FH}}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{FG \times 2a \times \operatorname{Sen} \theta}{FH \times 2a \operatorname{Sen} \theta}$$

$$\theta = 60^\circ$$

$$FG = \frac{HO - GR}{2}$$



$$FG = \frac{286 - 50}{2} = 118$$

$$LFH = 200 \times 2a \times \text{Sen } \theta$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{118 \times 2 \times 0.025 \times 0.5}{200 \times 2 \times 0.025 \times 0.866} = 0.3406$$

$$\alpha = \text{tg}^{-1} 0.3406$$

$$\alpha = 19^\circ$$

Del triángulo LAH

$$ALH = FHG$$

$$FHG = 90 - ALH$$

$$FHG = \phi = 90 - 19 = 71^\circ$$

$$\phi = 71^\circ$$

$$\text{tang } \phi = \frac{L_{LA}}{L_{AH}}$$

$$L_{AH} = \frac{L_{La}}{\text{tg } \phi}$$

$$L_{LA} = 90 \times 2a \text{ Sen } \theta$$

$$L_{AH} = \frac{90 \times 2 \times 0.025 \times 0.866}{2.9042}$$

$$L_{AH} = 1.34 \text{ mt.}$$

$$AK = 2AH + HO$$

$$LHO = 2 \times 286 \times a \times \cos$$

$$LHO = 2 \times 286 \times 0.025 \times 0.5 = 715$$

$$LHO = 7.15 \text{ mt.}$$

$$LAK = 7.15 + 2 \times 1.34 = 9.83 \text{ mt.}$$

$$LAK = 9.83 \text{ mt.}$$

$$LSI = LAK - 2 LLS$$

$$LLS = 35 \times 2a \cos$$

$$LLS = 35 \times 2 \times 0.025 \times 0.5 = 0.875 \text{ mt.}$$

$$LSI = 9.83 - 2 \times 0.875 = 8.08 \text{ mt.}$$

$$LBT = LHO - 2LHB$$

$$LHB = 2 \times 80 \times a \times \cos$$

$$LHB = 2 \times 80 \times 0.025 \times 0.5 = 2 \text{ mt.}$$

$$LBT = 8.08 - 2 \times 2 = 4.08 \text{ mt.}$$

$$LBT = 4.08 \text{ mt.}$$

$$Area_1 = \frac{LBT + LSI}{2} LSC$$

$$LSC = 2 \text{ an Sen}$$

$$LSC = 2 \times 90 \times 0.025 \times 0.866 = 3.897 \text{ mt.}$$

$$Area_1 = \frac{4.08 + 9.38}{2} \times 3.897 = 26,22 \text{ mt}^2$$

Area₁ = 26,22 mt² en la parte superior.

Area₁ libre de la parte inferior.

Tiene la misma forma anterior. Ver fig. 4-6.

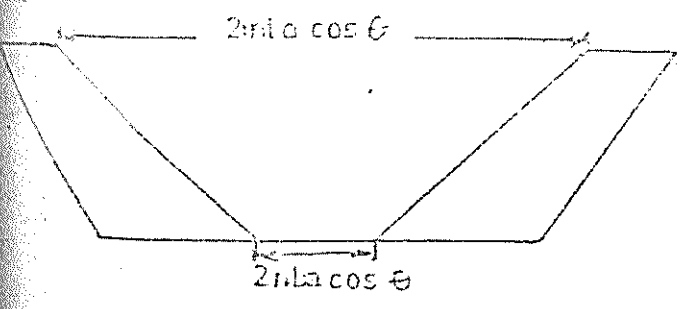
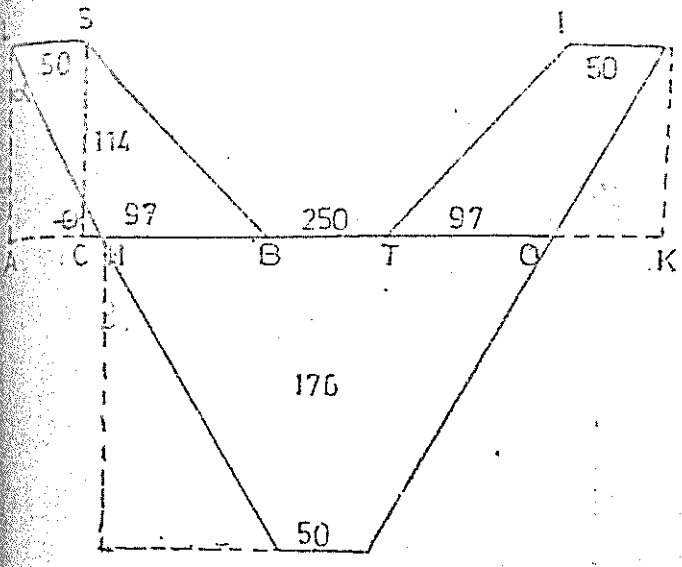


Fig 4-6

Seguimos el mismo procedimiento

$$L_{FG} = FG \times 2a \cos \theta$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{L_{FG}}{L_{FH}}$$

$$FG = \frac{250 - 50}{2} = 100$$

$$L_{FG} = 100 \times 2a \cos \theta$$

$$L_{FG} = 100 \times 2 \times 0.025 \times 0.5 = 2.5 \text{ mt.}$$

$$L_{FG} = 2.5 \text{ mt.}$$

$$L_{FH} = 2 \text{ am Sen } \theta$$

$$L_{FH} = 176 \times 2 \times 0.025 \times 0.866 = 7.62 \text{ mt.}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2.5}{7.62} = 0.328$$

$$\alpha = \operatorname{tg}^{-1} 0.328$$

$$\epsilon = 18^\circ$$

$$\phi = 90 - 18 = 72^\circ \quad \operatorname{tg} 2 = 3.07$$

$$\operatorname{tg} \phi = \frac{L_{LA}}{L_{HA}}$$

$$L_{LA} = 114 \times 2a \operatorname{Sen} \theta$$

$$L_{LA} = 774 \times 2 \times 0.025 \times 0.866 = 4.93 \text{ m}.$$

$$L_{HA} = \frac{L_{LA}}{\text{tg}} = \frac{4.93}{3.07} = 1.6 \text{ m}.$$

$$L_{HA} = 1.6 \text{ m}.$$

$$L_{AK} = 2 L_{HA} + H_0$$

$$H_0 = 2 \times 250 \times a \cos \theta$$

$$H_0 = 2 \times 250 \times 0.25 \times 0.5 = 6.25 \text{ m}.$$

$$L_{AK} = 2 \times 1.6 + 6.25 = 9.45 \text{ m}.$$

$$L_{SI} = L_{AK} - 2 L_S$$

$$L_{LS} = 2 \times 250 \times a \cos \theta$$

$$L_{LS} = 2 \times 50 \times 0.025 \times 0.5 = 1.25 \text{ m}.$$

$$L_{SI} = 9.45 - 2 \times 1.25 = 6.95 \text{ m}.$$

$$L_{SI} = 6.95 \text{ m}.$$

$$L_{BI} = L_{H_0} - 2L + 1B$$

$$L_{HB} = 2 \times 97 \times a \times \cos \theta$$

$$L_{HB} = 2 \times 97 \times 0.025 \times 0.5 = 2.425 \text{ m}.$$

$$L_{BI} = 6.25 - 2 \times 2.425 = 1.4 \text{ m}.$$

$$L_{BI} = 1,4 \text{ m}.$$

$$\text{Area}_2 = \frac{L_{BI} + L_{SI}}{2} L_{SC}$$

$$\text{Área}_2 = 20.58 \text{ m}^2$$

$$A_T = A_1 + A_2$$

$$A_T = 20.58 + 26,22$$

$$A_T = 46.8 \text{ m}^2$$

Esta área será restada del área total.

4.3. MÁXIMOS Y MÍNIMOS ÁNGULOS DE ATAQUE

El ángulo variará con la velocidad de la embarcación, ya que la acción de las puertas será mayor. Por ser este un aparejo ya probado, los valores que fueron obtenidos se indican en la fig. 4-7.

Del gráfico

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{b}{h} \quad b = 0.91 \text{ m} \quad h = 21.34 \text{ m}.$$

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{a}{h}$$

$$\alpha_1 = \operatorname{tg}^{-1} \frac{b}{h} \quad b = 3.28 \text{ m} \quad h = 21.34 \text{ m}.$$

$$\alpha_2 = \operatorname{tg}^{-1} \frac{a}{h}$$

$$\alpha_1 = \operatorname{tg}^{-1} \frac{0.91}{21.34} = \operatorname{tg}^{-1} 0.0428$$

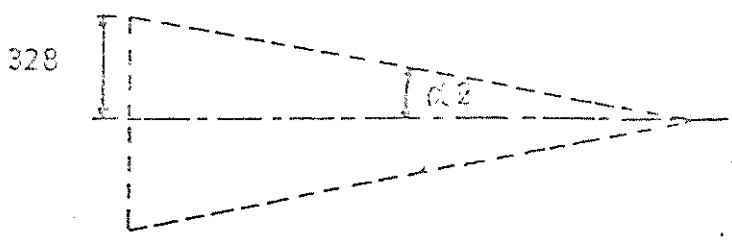
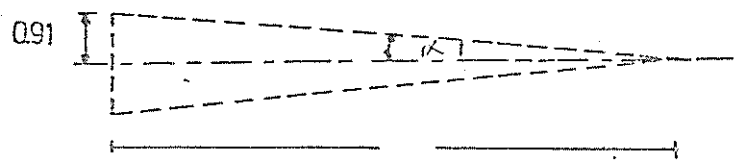
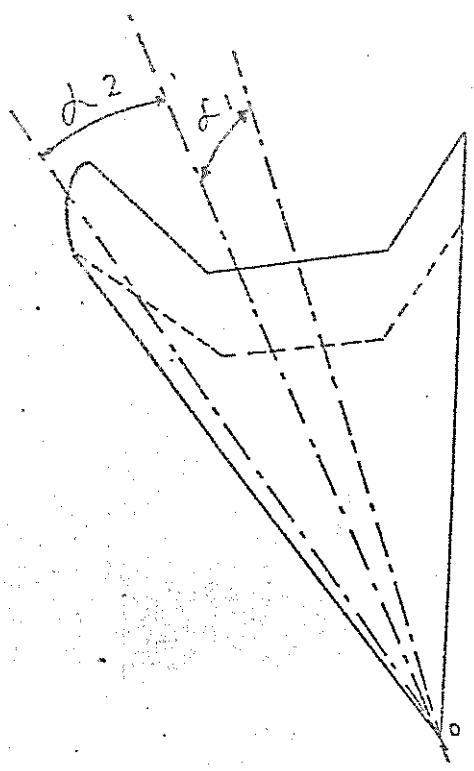


FIG 4-7

$$\alpha_1 = 3^\circ$$

$$\alpha_2 = \text{tg}^{-1} \frac{3.28}{21.34} = \text{tg}^{-1} 0.17$$

$$\alpha_2 = 10^\circ$$

4. FUERZAS DE ARRASTRE QUE ACTUA EN EL CUERPO DE LA RED.

Para este cálculo se considera que la red adquiere una forma cónica, teniendo la base una elipse. La distancia horizontal es el eje mayor = $2a$. La altura vertical eje menor = $2b$.

Comunmente la abertura de la boca es constante dentro del rango de velocidad con que éstas trabajan siendo para nuestro caso a una velocidad de 2.5 nudos.

La forma que adquiere la red es indicada en la fig. 4-8.

La altura del cono $h = 21.34$ mt.

El ángulo de ataque = α

Partiendo de la ecuación general del cono con una base elíptica obtenemos:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = \frac{z^2}{h^2}$$

$$y = \frac{b_z}{h} \text{ Sen } t$$

$$x = \frac{a_z}{h} \text{ Cos } t$$

Tomando un elemento de superficie expresado en términos de x, y, z obtenemos

$$d\xi = \frac{dz}{\text{Cos } \alpha}$$

$$\text{Cos } \alpha = \frac{dz}{d\xi}$$

$$(d\xi)^2 = (dx)^2 + (dy)^2$$

Derivando y en función de t

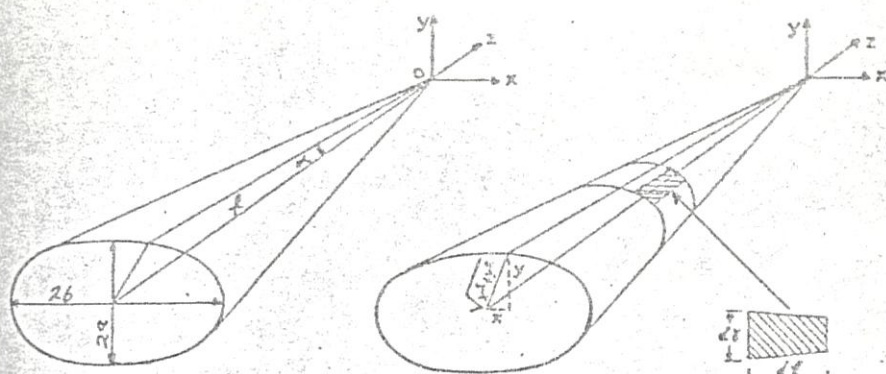
$$y = \frac{b_z}{h} \text{ Sen } t$$

$$\frac{dy}{dt} = \frac{b_z}{h} \text{ Cos } t$$

Derivando a x en función de t

$$x = \frac{a_z}{h} \text{ Cos } t$$

$$\frac{dx}{dt} = -\frac{a_z}{h} \text{ Sen } t$$



AREA DEL CONO

Fig. 4-8



BIBLIOTECA

$$dy = \frac{b-z}{h} \cos t \, dt$$

$$dx = -\frac{az}{h} \operatorname{Sen} t \, dt$$

$$(d\gamma)^2 = \frac{b^2 z^2}{h^2} \cos^2 t \, dt^2 + a^2 z^2 \operatorname{Sen}^2 t \, dt^2$$

$$\cos^2 t + \operatorname{Sen}^2 t = 1$$

$$(d\gamma)^2 = \frac{b^2 z^2}{h^2} (1 - \operatorname{Sen}^2 t) \, dt^2 + \frac{a^2 z^2}{h^2} \operatorname{Sen}^2 t \, dt^2$$

$$(d\gamma)^2 = \frac{b^2 z^2}{h^2} - \frac{b^2 z^2}{h^2} \operatorname{Sen}^2 t + \frac{a^2 z^2}{h^2} \operatorname{Sen}^2 t \, dt^2$$

$$(d\gamma)^2 = \frac{b^2 z^2}{h^2} - \operatorname{Sen}^2 t \left(\frac{b^2 z^2}{h^2} - \frac{a^2 z^2}{h^2} \right) dt^2$$

$$(d\gamma)^2 = \frac{b^2 z^2}{h^2} \left| 1 - \left(1 - \frac{a^2}{b^2} \right) \operatorname{Sen}^2 t \right|$$

$$(d\gamma)^2 = \frac{b^2 z^2}{h^2} \left| 1 - \frac{(b^2 - a^2)}{b^2} \operatorname{Sen}^2 t \right|$$

$$(d\gamma) = \frac{bz}{h} \left| \left(1 - \frac{b^2 - a^2}{b^2} \right) \operatorname{Sen}^2 t \right|^{1/2}$$

De la figura tenemos que:

$$\cos \alpha = \frac{h}{b}$$

$$b^2 = \sqrt{(x^2 + y^2)^2 + h^2}$$

$$b^2 = x^2 + y^2 + h^2$$

$$b = \sqrt{x^2 + y^2 + h^2}$$

$$\cos \alpha = \frac{h}{\sqrt{x^2 + y^2 + h^2}}$$

Reemplazando por sus valores

$$\cos \alpha = \frac{h}{\left(h^2 + \frac{b^2 z^2}{h^2} \operatorname{Sen}^2 t + \frac{a^2 z^2}{h^2} \operatorname{Cos}^2 t \right)^{1/2}}$$

$$\operatorname{Sen}^2 t + \operatorname{Cos}^2 t = 1 \qquad \operatorname{Cos}^2 t = 1 - \operatorname{Sen}^2 t$$

$$\cos \alpha = \frac{h}{\left| h^2 + \frac{b^2 z^2}{h^2} \operatorname{Sen}^2 t - \frac{a^2 z^2}{h^2} \operatorname{Sen}^2 t + \frac{a^2 z^2}{h^2} \right|^{1/2}}$$

En este caso $z = h$

$$\cos \alpha = \frac{h}{\left| h^2 + \frac{b^2 h^2}{h^2} \operatorname{Sen}^2 t - \frac{a^2 h^2}{h^2} \operatorname{Sen}^2 t + \frac{a^2 h^2}{h^2} \right|^{1/2}}$$

$$\cos \alpha = \frac{h}{\left| h^2 + b^2 \operatorname{Sen}^2 t - a^2 \operatorname{Sen}^2 t + a^2 \right|^{1/2}}$$

$$\cos \alpha = \frac{h}{|h^2 + a^2 - (a^2 - b^2) \text{Sen}^2 t|^{1/2}}$$

$$\cos \alpha = \frac{h / (h^2 + a^2)^{1/2}}{\frac{h^2 + a^2 - (a^2 - b^2) \text{Sen}^2 t}{h^2 + a^2}}$$

$$\cos \alpha = \frac{h / (h^2 + a^2)^{1/2}}{|1 - \frac{(a^2 - b^2)}{a^2 + h^2} \text{Sen}^2 t|^{1/2}}$$

$$\cos \alpha = \frac{dz}{d\xi} \quad \therefore \quad d\xi = \frac{dz}{\cos \alpha}$$

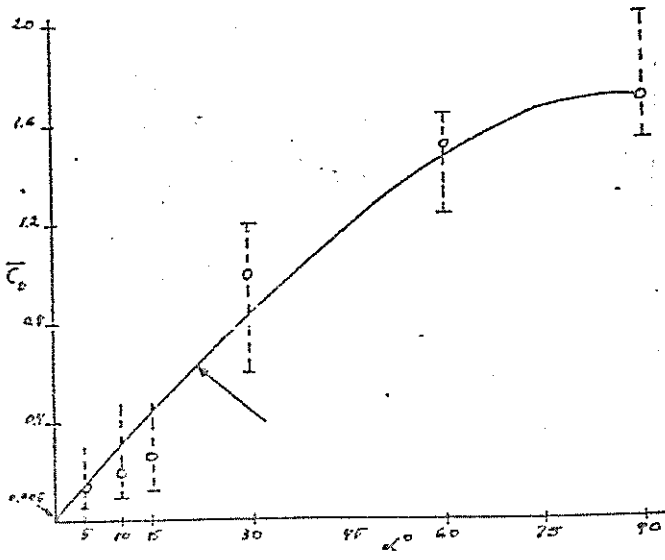
$$d\xi = \frac{dz}{\frac{h / (h^2 + a^2)^{1/2}}{|1 - \frac{(a^2 - b^2)}{a^2 + h^2} \text{Sen}^2 t|^{1/2}}}$$



$$d\xi = \frac{|1 - \frac{a^2 - b^2}{a^2 + h^2} \text{Sen}^2 t|^{1/2}}{h / (h^2 + a^2)^{1/2}}$$

Area del cono + A_C

$$A_C = \int_0^{2\pi} \int_0^h d\xi d\gamma$$



COEFICIENTE DE ARRASTRE VS α

FIG 4-9

$$A_C = \int_0^{2\pi} \int_0^h \left(\frac{h^2 + a^2}{h^2} \right)^{1/2} \left(1 - \frac{a^2 \cdot i^2}{h^2 + a^2} \operatorname{Sen}^2 t \right)^{1/2} \left(1 - \frac{b^2 - a^2}{b^2} \operatorname{Sen}^2 t \right)^{1/2} dt$$

$$\operatorname{Sen} \alpha = (1 - \operatorname{Cos}^2 t)^{1/2}$$

$$\operatorname{Sen} \alpha = \left(1 - \frac{h^2/h^2 + a^2}{1 - \frac{a^2 - b^2}{h^2 + a^2} \operatorname{Sen}^2 t} \right)^{1/2}$$

$$\operatorname{Sen} \alpha = \frac{\left(\frac{a^2}{h^2 + a^2} \right)^{1/2} \left(1 - \frac{a^2 - b^2}{a^2} \operatorname{Sen}^2 t \right)^{1/2}}{\left(1 - \frac{a^2 - b^2}{h^2 + a^2} \operatorname{Sen}^2 t \right)^{1/2}}$$

tendo de que:

$$C_{R\alpha} = C_{Rq0} \operatorname{Sen} \alpha + 0.005$$

$$C_{Rq0} \left(\frac{a^2}{h^2 + a^2} \right)^{1/2} \left(1 - \frac{a^2 - b^2}{a^2} \operatorname{Sen}^2 t \right)^{1/2} \left(1 - \frac{a^2 - b^2}{h^2 + a^2} \operatorname{Sen}^2 t \right)^{-1/2} + 0.005$$

$$\operatorname{Sen} \alpha = \frac{1}{2} \rho S A V^2 C_{R\alpha}$$

$$= \frac{1}{2} \rho S V^2 \left\{ C_{Rq0} \left(\frac{a^2}{b^2 + a^2} \right)^{1/2} \left(1 - \frac{a^2 - b^2}{a^2} \operatorname{Sen}^2 t \right)^{1/2} \left(1 - \frac{a^2 - b^2}{h^2 + a^2} \operatorname{Sen}^2 t \right)^{-1/2} + 0.005 \right\}$$

$$\left| \frac{bh}{2} \left(\frac{h^2 + a^2}{h^2} \right)^{1/2} \int_0^{2\pi} \left(1 - \frac{a^2 - b^2}{h^2 + a^2} \operatorname{Sen}^2 t \right)^{1/2} \left(1 - \frac{b^2 - a^2}{b^2} \operatorname{Sen}^2 t \right)^{1/2} dt \right.$$

Si consideramos que la base es un círculo $a = b$

$$a^2 - b^2 = 0$$

$$R_C = \frac{1}{2} \rho S V^2 C_{Rq0} \left(\frac{a^2}{h^2 + a^2} \right)^{1/2} (1-0)(1-0) + 0.005 \frac{bh}{2} \left(\frac{h+a^2}{h^2} \right)^{1/2} dt$$

$$R_C = \frac{1}{2} \rho S V^2 C_{Rq0} \left(\frac{a^2}{h^2 + a^2} \right)^{1/2} + 0.005 \frac{ah}{2} \left(\frac{h^2 + a^2}{h^2} \right)^{1/2} 2\pi$$

$$R_{cono} = \frac{1}{2} \rho S V^2 C_{q0} \pi a^2 + 0.005 a \pi (h^2 + a^2)^{1/2}$$

Aproximando para conos con base elíptica.

$$a^2 = a b$$

$$R_C = \frac{1}{2} \rho S V^2 C_{Rq0} \pi a b + 0.005 \pi (ab)^{1/2} (h^2 + ab)^{1/2}$$

Ahora partiendo del principio de que la resistencia se calcula también en función de la solidez y del Área de proyección.

La solidez S está definido como la relación del área sólida a la superficie de la malla.

$$A_S = Q 4a dh + N_T \frac{\pi d_n^2}{4}$$

Alas Inferiores

$$A_{Si} = Q 4 a d h + \frac{N_T d_n^2}{4} \pi$$

$$A_{Si} = 16.929 \times 0.025 \times 0.0012 \times 4 + \frac{33.823 \times 3.14 (0.0036)^2}{4}$$

$$A_{Si} = 2.03 + 0.34 = 2.37$$

$$A_{Si} = 2.37 \text{ m}^2$$

Alas Superiores

$$A_{SS} = Q_4 a d h + \frac{N_T d_n^2}{4} \text{ II}$$

$$A_{SS} = 10.485 \times 4 \times 0.025 \times 0.0012 + \frac{21.175 \times 3.14 (0.0036)^2}{4}$$

$$A_{SS} = 1.25 + 0.215 = 1.473$$

$$A_{SS} = 1.473 \text{ m}^2$$

Alas Laterales

$$A_{SV} = Q_4 a d h + \frac{N_T d_n^2}{4}$$

$$A_{SV} = 26.488 \times 0.025 \times 0.0012 \times 4 + \frac{53.301 \times 3.14 \times (0.0036)^2}{4}$$

$$A_{SV} = 3.18 + 0.54 = 3.72$$

$$A_{SV} = 3.72 \text{ m}^2$$

Cielo

$$A_{SC} = Q \cdot 4 \cdot a \cdot d \cdot h + \frac{N_T \cdot \pi d_n^2}{4}$$

$$A_{SC} = 33.700 \cdot 4 \cdot 0.025 \cdot 0.0012 + \frac{67.767 \cdot 3.14 \cdot (0.0036)^2}{4}$$

$$A_{SC} = 4.044 + 0.689 = 4.73 \text{ m}^2$$

$$A_{SC} = 4.73 \text{ m}^2$$

Copo Extensión

$$A_{SCE} = Q \cdot 4 \cdot a \cdot d \cdot h + \frac{N_T \cdot \pi d_n^2}{4}$$

$$A_{SCE} = 17910 \cdot 4 \cdot 0.019 \cdot 0.0012 + \frac{36.098 \cdot 3.14 \cdot (0.0036)^2}{4}$$

$$A_{SCE} = 1.638 + 0.367 = 1.99$$

$$A_{SCE} = 1.99 \text{ m}^2$$

$$A_T = A_{SCE} + A_{SC} + A_{SV} + A_{SA} + A_{SS}$$

$$A_T = 14.28 \text{ m}^2$$

Superficie de la malla

$$S \text{ triángulo} = \frac{b \cdot h}{2} \cdot 2$$



1 malla = 2 triángulos

$$b = a \cos \theta$$

$$h = a \operatorname{Sen} \theta$$

$$S_m = 2 a^2 \operatorname{Sen} \theta \operatorname{Cos} \theta$$

Alas Inferiores

$$S_{ai} = Q 2 a^2 \operatorname{Sen} \theta \operatorname{Cos} \theta \quad \theta = 60^\circ$$

$$S_{ai} = 16.929 \times 2 \times 0.025^2 \times 0.866 \times 0.5 = 9.16 \text{ mt}^2$$

$$S_{ai} = 9.16 \text{ mt}^2$$

Alas Superiores

$$S_S = Q 2 a^2 \operatorname{Sen} \theta \operatorname{Cos} \theta$$

$$S_S = 10485 \times 2 \times 0.025^2 \times 0.866 \times 0.5 = 5.67$$

$$S_S = 5.67 \text{ mt}^2$$

Vientre

$$S_V = Q 2 a^2 \operatorname{Sen} \theta \operatorname{Cos} \theta$$

$$S_V = 26.488 \times 0.025^2 \times 0.866 \times 0.5 = 14.33 \text{ mt}^2$$

$$S_V = 14.33 \text{ mt}^2$$

Cielo

$$S_C = Q 2a^2 \operatorname{Sen} \theta \operatorname{Cos} \theta$$

$$S_C = 33.700 \times 2 \times 0.025^2 \times 0.866 \times 0.5 = 18.24$$

$$S_C = 18.24 \text{ m}^2$$

Copo extensión

$$S_{CE} = Q 2 a^2 \operatorname{Sen} \theta \operatorname{Cos} \theta$$

$$S_{CE} = 17.910 \times 2 \times (0.019)^2 \times 0.866 \times 0.5 = 5.6$$

$$S_{CE} = 5.6 \text{ m}^2$$

$$S_T = S_{CE} + S_C + S_V + S_S + S_i$$

$$S_T = 53 \text{ m}^2$$

$$S = \frac{\text{Área Sólida}}{\text{Superficie}}$$

$$S = \frac{14.28}{53.0} = 0.27$$

Reemplazando en la fórmula de la R.

$$R = \frac{1}{2} \rho \cdot 27V^2 C_{q0} \pi ab + 0.005 (ab)^{1/2} (h^2 + ab)^{1/2}$$

Lo que nos falta calcular es C_{Rq0}

Para esto hacemos teóricamente, siendo los hilos considerados como cilindros y los nudos esferas.

Tomando una de las piezas. Ejemplo el vientre.

$$Q = 26.488 \text{ mallas}$$

$$R_T = R_h + R_n$$

$$R_h = \frac{1}{2} C_R A_h V^2$$

$$R_n = \frac{1}{2} C_R A_n V^2$$

$$A_h = Q \times 4a \times dh$$

$$A_h = 26.488 \times 440 \times 0.0012 \times 0.025 = 3.178 \text{ m}^2$$

$$A_h = 3.178 \text{ m}^2$$

$$A_n = N_T \frac{\pi d_n^2}{4}$$

$$A_n = \frac{53.301 \times 3.14 \times (0.0036)^2}{4} = 0.54$$

$$A_n = 0.54 \text{ m}^2$$

$$A_T = A_h + A_n = 3.178 + 0.54 = 3.718 \text{ m}^2$$

$$C_{Rh} = 2$$

$$C_{Rn} = 0.47$$

Dado por Kwolski



$$R_h = \frac{1}{2} 103 \times 3.18 \times 1.29^2 \times 2$$

$$R_n = \frac{1}{2} 103 \times 0.54 \times 0.57 \times 1.29^2$$

$$R_T = R_h + R_n$$

$$R_T = \frac{1}{2} 103 \times 1.29^2 (0.54 \times 0.47 + 3.18 \times 2)$$

$$R_T = 566,74 \text{ Kg.}$$

$$R_T = \frac{1}{2} \rho A_T C_R V^2$$

$$C_R = \frac{2 R_T}{V^2 A_T}$$

$$C_R = \frac{2 \times 566,74}{103 \times (1.29)^2 \times 3.718} = 1.78$$

$$C_R = 1.78$$

Reemplazando en la fórmula general

$$R = \frac{1}{2} \rho S V^2 (C_{R10} \pi ab + 0.005(ab)^{1/2} (h^2 + ab)^{1/2})$$

$$a = 0.91 \text{ m.}$$

$$b = 3.28 \text{ m.}$$

$$h = 21.34 \text{ m.}$$

$$S = 0.28$$

$$V = 1.29 \text{ m/s}$$

$$C_R = 1.78$$

$$R = \frac{1}{2} \times 103 \times 0.28 \times 1.29^2 \left[1.78 \times 3.14 \times 0.91 \times 3.28 + 0.005 (0.91 \times 3.28)^{1/2} \right] \\ (21.34^2 + 0.91 \times 3.28)^{1/2}$$

$$R_{\text{paño}} = 404,56 \text{ Kg}$$

Esto sería si todo el cono fuera sólido pero como tenemos el área libre obtendremos

$$R_{\text{libre}} = \frac{1}{2} \rho S V^2 A (C_{Rq0} \text{ Sen } \alpha + 0.005)$$

$$\text{En este caso } \alpha = 3^\circ$$

$$S = 0.28$$

$$A = 46.8 \text{ m}^2$$

$$R_L = \frac{1}{2} \times 103 \times 0.28 \times 1.29^2 (1.78 \times 0.05 + 0.005)$$

$$R_L = 105.56 \text{ Kg}$$

$$\text{Resist.} = R_T - R_L$$

$$R = 404.56 - 105.56$$

$$R = 299 \text{ Kg}$$

RESISTENCIA DE LAS LINEAS ASOCIADAS CON LA RED

Las líneas asociadas con las relingas superior e inferior.

La relinga superior soporta los flotadores y la inferior los pesos, estas son de cabos de Nylon de 3/4" = 0.019 mt.

Kwolski propone que

$$R_C = (R_{\text{básico}} \text{ sen}^3 \phi + \Delta C_K) \frac{v^2}{2}$$

donde

d = diámetro del cabo = 0.019 mt.

l = longitud del cabo = 13 mt.

ϕ = 20°

$C_{R_{\text{básico}}} = 1.1$

$\Delta C_K = 0.02$

$$R = (1.1 \times 0.34^3 + 0.02) \frac{103 \times 1.29^2}{2} \times 0.019 \times 13$$

$R = 1.33 \text{ Kg.}$



4.7. RESISTENCIA DE LOS FLOTADORES

La cantidad de flotadores varía con las dimensiones de la red y de la abertura horizontal que deseamos. Los flotadores son cilíndricos y esféricos para esta red prototipo se emplean 6 de 15 cm. de diámetro.

$$R_f = n_f C_R \times \frac{\rho V^2}{2} \frac{\pi d^2}{4}$$

R_f = Resistencia flotadores =

C_R = Coeficiente de resistencia = 0.47

d = diámetro = 0.15 mt.

$$R_f = 6 \times 0.47 \times \frac{103 \times 1.29^2}{2} \times \frac{3.14 \times 0.15^2}{4} = 4.26 \text{ Kg.}$$

$$R_f = 4.26 \text{ Kg.}$$

Si fueran cilindros de 10 x 20 cm.

$$R = n C_{Rf} \frac{\rho V^2}{2} D L$$

$$C_R = 2$$

$$R_f = \frac{1}{2} \times 6 \times 2 \times 103 \times 1.29^2 \times \frac{3.14 \times 0.15^2}{4} = 18.16$$

$$R_f = 18.16 \text{ Kg}$$

RESISTENCIA RELINGA INFERIOR

Esta constituida por cadenas de 0.01 mt. de diámetro con una longitud de 15 metros.

Considerando a la cadena como un cilindro de longitud dos veces su tamaño = 26 mt.

$$R = (C_R \text{ Sen}^3 \phi + \Delta C_R) \frac{1}{2} \rho \cdot d \ell$$

$$C_R = 1.1$$

$$d = 0.01 \text{ mt.}$$

$$\ell = 26 \text{ mt.}$$

$$\phi = 20^\circ$$

$$R = (1.1 \times 0.34^3 + 0.02) \frac{1}{2} 105 \times 1.29^2 \times 0.01 \times 26 = 1.40$$

$$R = 1.4 \text{ Kg.}$$

RESISTENCIA DE LAS MALLETAS

Las malletas son líneas que unen las puertas con la red, siendo dos a cada lado con una longitud de 1 mt. y 0.015 mt de diámetro.

$$\ell = 1 \times 4 = 4 \text{ mt.}$$

$$R = (C_{Rq0} \text{ Sen} \phi + 0.02) \frac{1}{2} \rho v^2 d \ell$$

$$R = \frac{(1.1 \times 0.5^3 + 0.02)}{2} \times 103 \times 1.29 \times 0.015 \times 4 = 0.80 \text{ Kg}$$

$$R = 0.80 \text{ Kg.}$$

RESISTENCIA DE LAS PUERTAS Y JARETAS

RESISTENCIA DE LAS PUERTAS.-



BIBLIOTECA

La totalidad de las puertas utilizadas en el arrastre en la costa ecuatoriana son rectangulares, y tienen una relación de largo a ancho de 2:1.

Estas son planchas de madera de 0.9 x 1.8 mt.

El ángulo de ataque con relación al movimiento varía de acuerdo a la velocidad, y de la distribución de las patas de gallo. Si incrementamos la velocidad el ángulo aumenta.

A una velocidad de arrastre de 2.5 nudos este ángulo puede fluctuar entre 35° a 45°, siendo su promedio de 40°.

En las puertas existen reacciones tanto verticales como transversales.

Las puertas van en contacto con el fondo y consecuentemente debe ser considerada la resistencia al movimiento debido a la fricción del fondo en adición al arrastre hidro-

dinámico. Ver fig. 4-10.

El coeficiente total de arrastre hidrodinámico C_{RP} para cualquier superficie que se levanta y que está inclinado puede ser expresado por:

$$C_{RT} = C_{Ri} + C_{RP} + C_{RF}$$

donde

C_{Ri} = coeficiente de arrastre inducido

C_{RP} = coeficiente de arrastre por la presión

C_{RF} = coeficiente de arrastre friccional

El coeficiente de arrastre total C_{RT} para una plancha rectangular puede ser obtenido en base a las relaciones - propuestas por Kwolski, y que vienen dados en función del ángulo de ataque y del coeficiente de arrastre normal.

$$C_N = 0.04 \text{ e cuando}$$

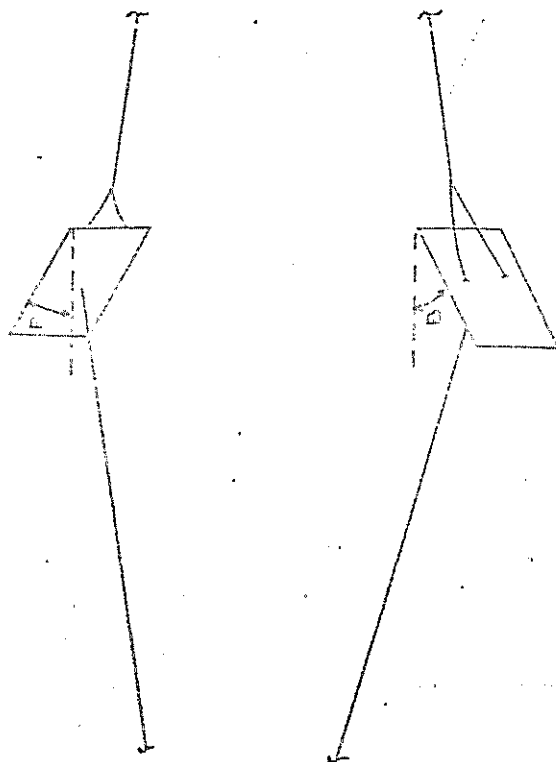
$$0 < \beta < 45 \text{ y}$$

$$C_N = 1.17 \text{ cuando}$$

$$45 < \beta < 90$$

El coeficiente total será entonces el producto del coeficiente normal por el Seno del ángulo de ataque.

$$C_{RT} = C_N \text{ Sen } \beta$$



ANGULO DE ATAQUE DE LAS PUERTAS

Fig. 4-10

Puesto que β es 40° obtenemos

$$C_{RT} = 0.04 B \text{ Sen } \beta$$

$$C_{RT} = 0.04 \times 40 \times \text{Sen } 40$$

$$C_{RT} = 0.04 \times 40 \times 0.64 = 1.02$$

$$C_{RT} = 1.02$$

$$R_P = C_{RT} \frac{\rho V^2}{2} A$$

$$R_P = 1.02 \times 103 \times 1.29^2 \times 1.62 \times \frac{1}{2} = 141.61 \text{ Kg.}$$

Como son dos puertas $R_{TP} = 141.61 \times 2$

$$R_{TP} = 283.22 \text{ Kg.}$$

Además de esta fuerza debemos añadir la fuerza debida a la fricción del fondo, y que es función de la velocidad. Del gráfico presentado en función de la velocidad e indicado en la fig. 4-11 obtenemos, para una velocidad de 2-5 nudos que

$$F_f = 0.09 \text{ Ton.}$$

$$F_f = 90 \text{ Kg.}$$

Por ser dos puertas

$$F_f = 90 \times 2 = 180 \text{ Kg.}$$



BIBLIOTECA



Por lo tanto la $R_T = 180 + 283.2 = 463.2$ Kg.

$$R_{TP} = 463.2 \text{ Kg.}$$

RESISTENCIA DE LA JARETA O CABLES DE ARRASTRE

Las jaretas o cables de arrastre son de $5/8'' = 0.016$ m. Durante la operación de arrastre, el peso del cable en el agua es menor que la tensión pudiéndose considerar que está casi en línea recta.

Bajo esta consideración la R_C (Resistencia del cable) puede ser expresado como:

$$R_C = \frac{1}{2} C_{RC} \rho d l v^2$$

donde:

d = diámetro del cable

l = longitud del cable

C_{RC} = coeficiente de arrastre del cable

El coeficiente de arrastre del cable está en función del ángulo y de la velocidad.

El ángulo será función de la profundidad y de la longitud del cable. Observar fig. 4-12.

La relación que debe existir entre la longitud del ca-

ble a la profundidad es de 3.6:1

La profundidad varía con las regiones, pero como en nuestra costa los camarones pescan cerca de la costa un valor promedio de 40 brazas = 73 mt. es la prudencial por lo que

$$R = 3.6 \times 73 = 265 \text{ mt.}$$

Como la reacción que se desea conocer es en el sentido del movimiento del ángulo vendrá dado por:

$$\text{Sen } \alpha = \frac{H}{L} \quad \text{donde}$$

$$H = \text{profundidad} = 73 \text{ mt.}$$

$$L = \text{Longitud de cable} = 265 \text{ mt.}$$

$$\text{Sen } \alpha = \frac{73}{265} = 0.275$$

$$\alpha = \text{Sen}^{-1} 0.275$$

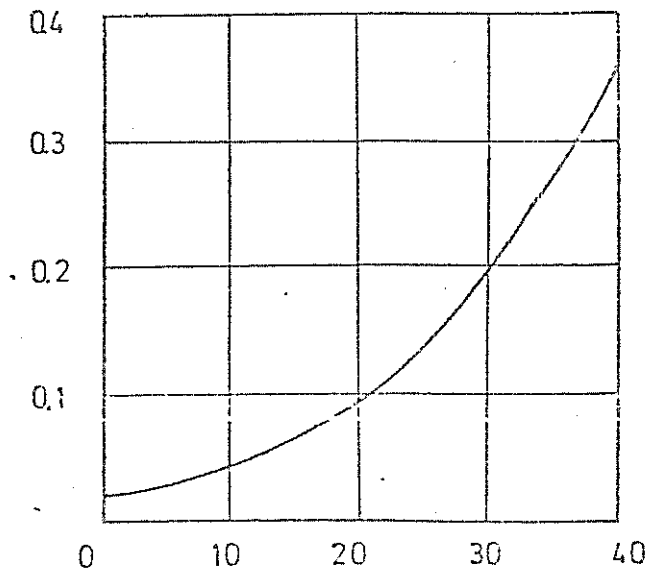
$$\alpha = 16^\circ$$

Cayama³ propone un gráfico para el coeficiente de arrastre en función del ángulo. Ver gráfico 4-13.

$$\text{Para } \alpha = 16^\circ$$

$$C_R = 0.08$$

$$R = \frac{1}{2} C_R \rho d L V^2$$



RELACION ENTRE EL COEFICIENTE DE
ARRASTRE Y EL ANGULO DE ATAQUE
DEL CABLE

FIG 4-13



$$l = 265 \text{ mt.} \quad d = 0.016 \text{ mt.}$$

$$R = \frac{1}{2} \cdot 0.08 \times 103 \times 129^2 \times 0.016 \times 265 = 29.07 \text{ Kg.}$$

$$\text{Por ser dos cables } R_T = 29.07 \times 2 = 58.14 \text{ Kg.}$$

$$R_{TC} = 58.14 \text{ Kg.}$$

La resistencia total del aparejo es la suma de estos componentes.

$$R_{TA} = R_{\text{red}} + R_{\text{líneas}} + R_{\text{flot}} + R_{\text{pesos}} + R_{\text{malletas}} + R_{\text{puertas}} + R_{\text{cables}}$$

$$R_T = 828.18 \text{ Kg}$$

Esta es la resistencia que opondría el aparejo cuando esta vacía, pero como es de esperarse estas se llenan, se deberá entonces añadir la resistencia de este volumen.

Cuando la red está llena se la puede considerar un cilindro lleno, con una superficie circular, siendo su perímetro igual a 4.39 mt., o sea un diámetro de 1.4 mt.

$$R = \frac{1}{2} C_R \rho S V^2$$

$$S = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3.14 \times 1.4^2}{4} = \frac{6.15}{4} = 1.53$$

$$S = 1.53 \text{ m.}$$

$$C_R = 1.27$$

$$R = \frac{1}{2} \times 1.27 \times 103 \times 1.53 \times 1.29^2 = 166.52 \text{ Kg.}$$

$$R_T = R \text{ vacía} + R \text{ copo lleno} = 166.52 + 828.18 = 994.7 \text{ Kg.}$$

$$R_T = 994.7 \text{ Kg por una sola red.}$$

Por ser dos redes.

$$R_T = 994.7 \times 2 = 1989.4 \text{ Kg.}$$

$$R_{\text{Taparejo}} = 1.989.4 \text{ Kg.}$$

Como la R_T varía con la velocidad, encontraté valores para diferentes velocidades.

$$R_T = F_1 V^2 \text{ donde}$$

$$F_1 = \frac{1}{2} \rho S A C_R$$

$$R_T = 1989.4 \text{ Kg.}$$

$$F_1 = 1989.4 \text{ Kg.}$$

$$F_1 = \frac{R_T}{V^2}$$

$$F_1 = \frac{1989.4}{1.29^2} = 1.198.43 \frac{\text{Kg Seg}^2}{\text{m}^2}$$

$$R_T = \frac{\text{Kg Seg}^2}{\text{m}^2} \times \text{m}^2/\text{seg}^2 = \text{Kg}$$

$$\text{Para } V_1 = 0.51 \text{ m}\ddot{\text{t}}/\text{s} = V$$

$$R_{T1} = (0.51)^2 \times 1.198.43 = 311.71 \text{ Kg.}$$

$$R_T = 311,71 \text{ Kg.}$$

$$\text{Para } V_2 = 1.5 \text{ nudos} = 0.77 \text{ m}\ddot{\text{t}}/\text{s}.$$

$$R_{T2} = 1.198.43 \times (0.77)^2 = 710.53$$

$$R_{T2} = 710.53 \text{ Kg.}$$

$$\text{Para } V_3 = 2 \text{ nudos} = 1.03 \text{ m}\ddot{\text{t}}/\text{s}.$$

$$R_T = 1.198.43 (1.03)^2 = 1.271.4 \text{ Kg.}$$

$$\text{Para } V_4 = 2.5 \text{ nudos} = 1.29 \text{ m}\ddot{\text{t}}/\text{s}.$$

$$R_T = 1.198.43 (1.29)^2 = 1.989.4 \text{ Kgs.}$$

$$\text{Para } V_5 = 3 \text{ nudos} = 1.54 \text{ m}\ddot{\text{t}}/\text{s}.$$

$$R_{T6} = 1.198.43 \times (1.8)^2 = 3.882.91 \text{ Kg.}$$

$$R_{T6} = 3.882.91 \text{ Kg.}$$

$$\text{Para } V_7 = 3.5 \text{ nudos} = 2.05 \text{ m}\ddot{\text{t}}/\text{s}.$$

$$R_{T7} = 1.198.43 \times (2.05)^2 = 5036.40 \text{ Kg.}$$

$$RT_7 = 5036.40 \text{ Kg.}$$

CAPITULO V
CALCULO DEL PODER REQUERIDO



BIBLIOTECA

1. ESPECIES A SER BUSCADAS

El arrastre es empleado para la captura de especies que están en el fondo, o a media agua en la zona pelágica.

Las especies que pueden ser capturadas con este arte son tacalao, lenguado, merlusa, arenque, siendo el más típico el arrastre para el camarón, y otras especies no comerciales.

El arte de arrastre provee la mayor cantidad de alimentos del mar, para la población que crece desproporcionadamente.

En nuestra costa, el mayor esfuerzo está dedicado a la captura del camarón, y algunas especies que están sobre los bancos de camarón, entre estos, robalo, corvina, lenguado y otros.

2. NOTAS DEL COMPORTAMIENTO DE LAS ESPECIES

Las especies reaccionan a muchos estímulos que ayudan al hombre a obtener una mayor eficiencia al esfuerzo. Los peces tienen sus sentidos muy desarrollados, y la presencia de estímulos hacen que estos reaccionen.

Los peces buscan su alimento con el olfato, por lo que si colocamos en el aparejo un olor parecido al del alimento atraerá a éstos.

Es importante conocer la velocidad de las especies puesto que la velocidad de arrastre tiene que ser la velocidad máxima de la especie para que sea posible su captura. En el momento del arrastre peces que están moviéndose se pararan por el ruido, otros que están estáticos se mueven y muchos permanecen indiferentes.

Para el camarón la velocidad de arrastre ideal es de 2.5 nudos que es la que se ha empleado hasta el momento.

5.3. APAREJOS

Dependiendo de las especies, los tamaños de las partes componentes de la red varían, ya sea en su dureza, tamaño de la malla, número de flotadores, tipo de puertas, etc.

Conociendo todas las condiciones indicadas anteriormente el aparejo va a necesitar un poder para poder ser arrastrado.

La determinación del poder (HP) utilizados para mover

el aparejo, se realiza en base a la velocidad empleada durante el arrastre.

Conociendo las tensiones en los cables, estos los podemos transformar en potencia multiplicando por la velocidad.

Como son empleadas dos redes de características similares, analizaremos una de ellas que pueden ser de babor o estribor. Ver fig. 5-1.

Del gráfico las componentes de la tensión T son:

T_x = componente en x en sentido al movimiento

T_y = componente en y en sentido horizontal

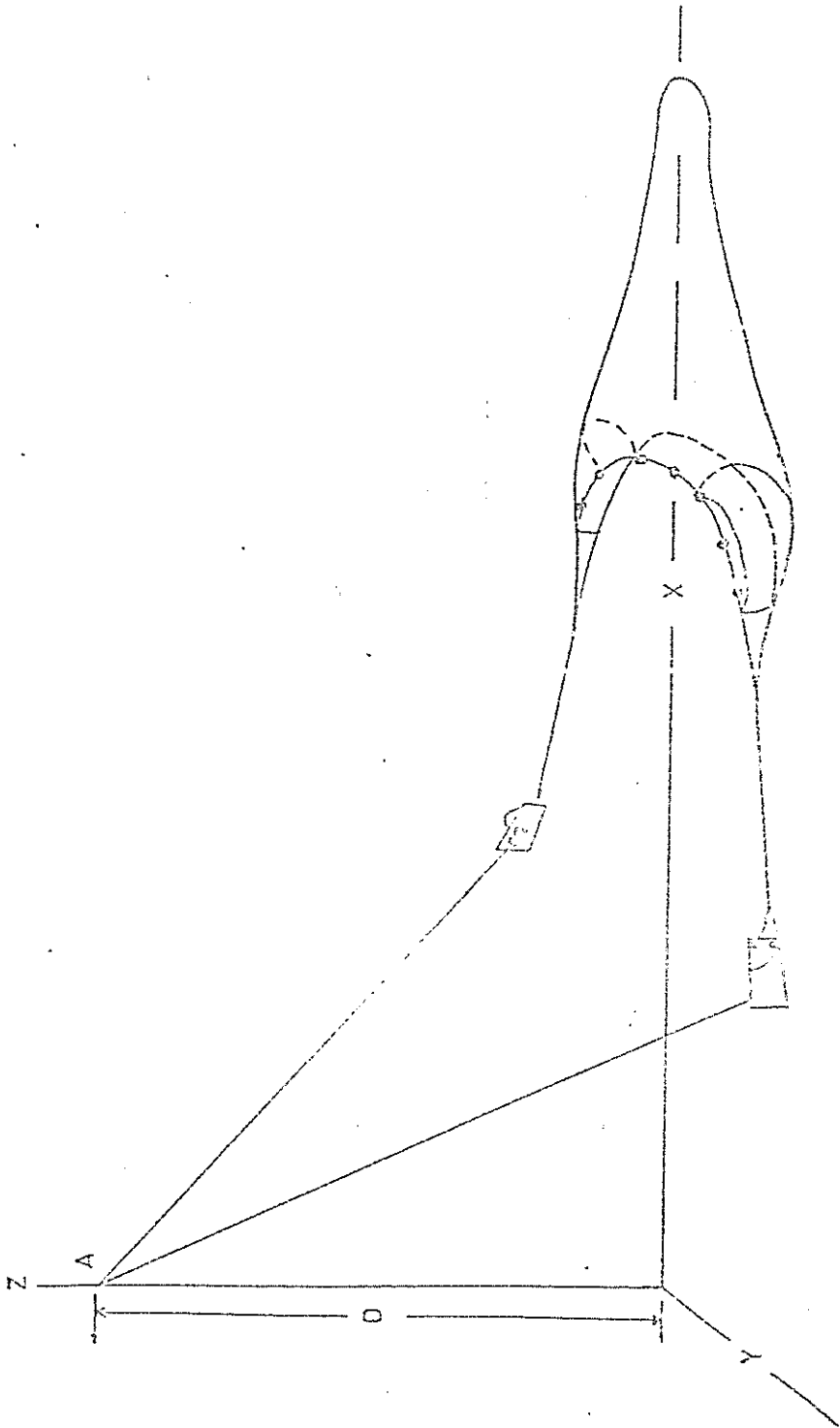
T_z = componente en z en sentido vertical



El que nos interesa conocer es T_x puesto que es el que está en el sentido del movimiento, y que es encontrado del análisis del sistema de coordenadas cartesianas de uno de los cables.

La eficiencia del arrastre se la define como la relación de los caballos de fuerza utilizados por el aparejo a los caballos proporcionados por la hélice.

Una eficiencia muy común es del 20% es decir 200 HP



roducidos por la hélice puede arrastrar un aparejo que
necesite 40 HP.

HP es el trabajo por unidad de tiempo t . Definién
o al trabajo como una fuerza F movido através de una
ongitud L o distancia.

$$F L = \text{trabajo}$$

$$HP = \frac{F L}{T}$$

Los caballos de fuerza (HP) pueden también ser expresa
s en unidades de fuerza por la velocidad, siendo la ve-
lidad dada en función de la distancia al tiempo.

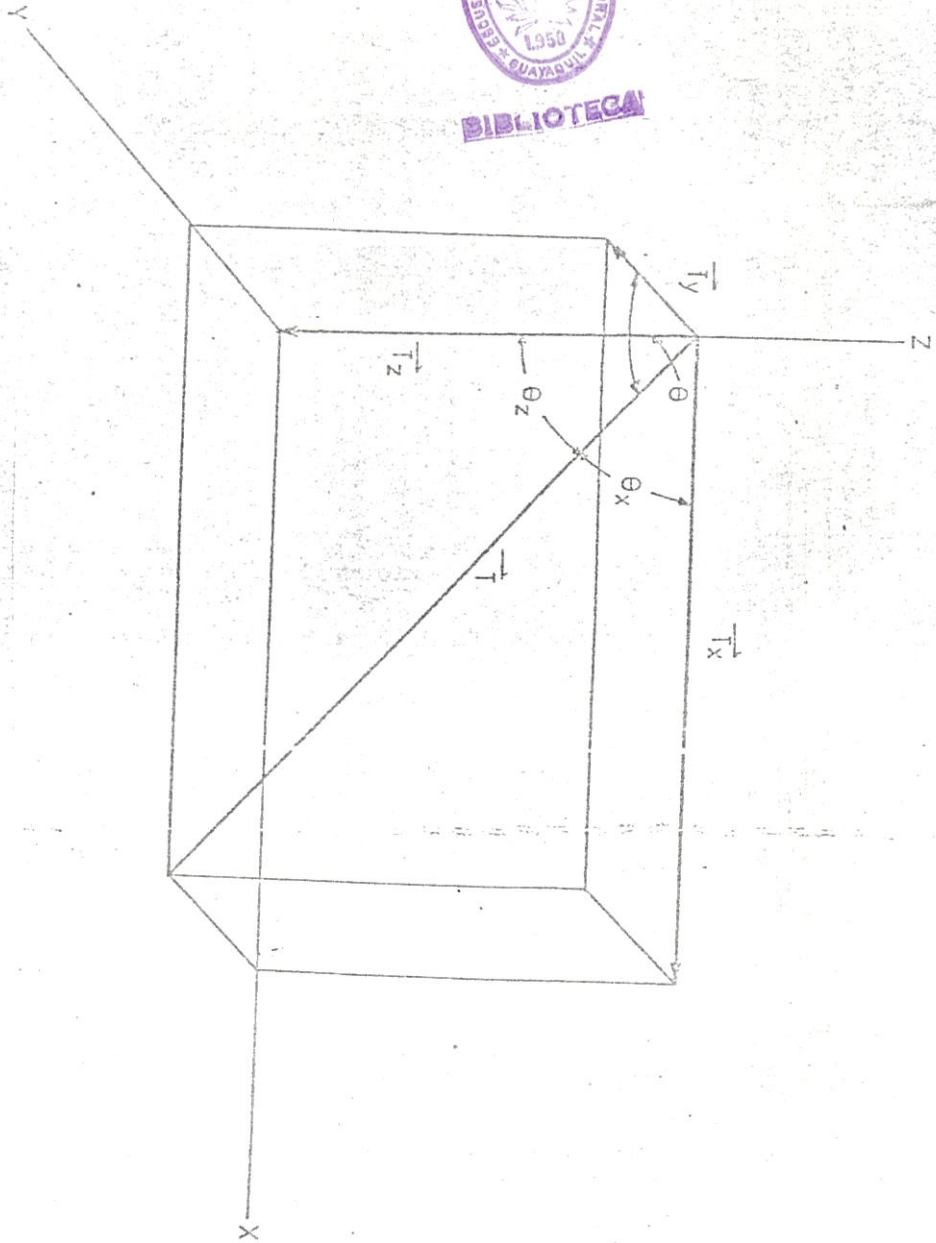
$$V = \frac{L}{T}$$

Se debe también tener en cuenta que para el cálculo de
solamente la fuerza que está en dirección al movimiento
utilizado.

La red debe ser mantenida abierta horizontalmente, ob-
niéndose por la acción de las puertas, lugar donde termi
n los cables, este ángulo es bastante pequeño. Ver fig.



BIBLIOTECA



T_x es la componente que debemos encontrar.

Del sistema de coordenadas T es la tensión del cable.

$$T = T_x + T_y + T_z$$

$$T_x = T \cos \theta_x$$

$$T_y = T \cos \theta_y$$

$$T_z = T \cos \theta_z$$

θ_x = ángulo entre la componente T y T_x

θ_y = ángulo entre la componente T y T_y

θ_z = ángulo entre la componente T y T_z

De

$$\cos^2 \theta_x + \cos^2 \theta_y + \cos^2 \theta_z = 1$$

Siendo

$$\cos^2 \theta_x = a_x^2$$

$$\cos^2 \theta_y = a_y^2$$

$$\cos^2 \theta_z = a_z^2$$

Donde

$$\phi_y = 90 - \frac{\phi}{2}$$

$$\theta_z = \cos^{-1} \left(\frac{H}{L} \right)$$

Siendo ϕ el ángulo entre los cables que se pueden despreciar.

H = profundidad donde se pesca

L = longitud del cable

$$a_x^2 = 1 - a_y^2 - a_z^2$$

$$a_x = \sqrt{1 - a_y^2 - a_z^2}$$

$$a_x = \sqrt{1 - \cos^2 \theta_y - \cos^2 \theta_z}$$

$$\cos \theta_y = \cos \left(90 - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$\cos \theta_z = \frac{H}{L}$$

$$a_x = \sqrt{1 - \cos \left(90 - \frac{\phi}{2} \right) - \left(\frac{H}{L} \right)^2}$$

Por pequeño

$$\cos \left(90 - \frac{\phi}{2} \right) = 0 \text{ por lo que obtenemos}$$

$$a_x = \sqrt{1 - \left(\frac{H}{L} \right)^2}$$

$$a_x = \cos \theta_x$$

$$T_x = T \sqrt{1 - \left(\frac{H}{L} \right)^2}$$

Como potencia es Fuerza por velocidad

$$HP = T_x \cdot V$$

$$HP = \frac{T \sqrt{1 - \left(\frac{H}{L}\right)^2}}{75} \cdot V$$

T tensión en un solo cable pero como tenemos calculado la fuerza total T nos representó toda la tensión en los cables.

V = velocidad 1.29 mt/seg.

H = profundidad = 73 mt.

L = longitud del cable = 265 mt.

T = 1.989,4 Kg.

$$HP = \frac{1989.4 \times 1.29}{75} \sqrt{1 - \left(\frac{73}{265}\right)^2}$$

$$1 HP = 75 \frac{Kg \cdot m}{Seg.}$$

HP = 33 Son los caballos fuerza que necesitamos darle a la embarcación para arrastrar únicamente la red.

Partiendo de

$$Potencia (HP) = F \times V$$

$$HP = \frac{\{F \times 2240\} V \times 1.69}{550}$$

$$1HP = 550 \frac{Lib/pie}{seg.}$$

F = Fuerza en Ton.

V = Velocidad en nudos

$$HP = 6.88 F V$$

$$HP = 6.88 \times 1.98 \times 2.5$$

$$HP = 34 \text{ HP}$$



BIBLIOTECA

Para graficar HP versus velocidad, reemplazaremos en la fórmula T y V que son los que van a variar no así $\sqrt{1 - \frac{h}{L}}$ que permanece constante.

$$\sqrt{1 - \frac{h}{L}} = 0.97$$

Por lo que para este específico caso

$$HP = \frac{T V}{75} \times 0.97$$

Para $V_1 = 1 \text{ nudo} = 0.51 \text{ mt/seg.}$ $T = 311.71 \text{ Kg.}$

$$HP = \frac{311.71 \times 0.51}{75} \times 0.97 = 2.05$$

$$HP_1 = 2.05$$

Para $V_2 = 1.5 \text{ nudos} = 0.77 \text{ mt/seg}$ $T = 710.53 \text{ Kg.}$

$$HP_2 = \frac{710.53 \times 0.77}{75} \times 0.97 = 7.07$$

$$HP_2 = 7.07$$

Para $V_3 = 2 \text{ nudos} = 1.03 \text{ mt/seg}$

$$T = 1.271.41 \text{ Kg.}$$

$$HP = \frac{1.271.41 \times 1.03}{75} \times 0.97 = 16.93$$

$$HP_3 = 13.95$$

Para $V_4 = 2.5$ nudos = 1.29 m \dot{t} /seg. $T = 1963.41$ Kg.

$$HP_4 = \frac{1963.41 \times 1.29}{75} \times 0.97 = 33$$

$$HP_4 = 33$$

Para $V_5 = 3$ nudos = 1.54 m \dot{t} /seg. $T = 2842.79$ Kg.

$$HP_5 = \frac{2842.79 \times 1.54}{75} \times 0.97 = 56.64 \text{ HP}$$

$$HP_5 = 56.64$$

Para $V_6 = 3.5$ nudos = 1.8 m \dot{t} /seg. $T = 3882.91$ Kg.

$$HP_6 = \frac{3882.91 \times 1.8}{75} \times 0.97 = 90.39$$

$$HP_6 = 90.39 \text{ HP}$$

Para $V_7 = 4$ nudos = 2.05 m \dot{t} /seg. $T = 5036.40$ Kg.

$$HP_7 = \frac{5036.40 \times 2.05}{75} \times 0.97 = 133.53$$

$$HP_7 = 133.53$$

Es fácil ver como crece la curva, por lo que existirá una velocidad límite a la que se puede arrastrar un apare

jo con una determinada potencia del motor para no llegar a sobrecargarlo.

Conociendo el poder que necesitamos para arrastrar un aparejo podemos calcular el poder nominal de la máquina.

La potencia de arrastre es la fuerza requerida para arrastrar el aparejo de pesca sin considerar la resistencia del casco de la embarcación.

En los actuales momentos, la potencia del motor es calculada sin considerar el aparejo cuando éste es un buque pesquero, por lo que es necesario poder partir del poder requerido por la red al poder total de la máquina.

Dr. Hamuro⁴ propone la siguiente fórmula

$$P_S = P_n C_u \times C_p \times C_m$$

donde:

P_S = potencia que se requiere para arrastrar la red (HP)

P_n = potencia nominal de la máquina (HP)

C_u = coeficiente de utilización

C_p = coeficiente de propulsión

C_m = coeficiente de estado del mar

El coeficiente de utilización se refiere a la cantidad del poder que se utiliza, generalmente se emplea entre el

80 y 85% con la finalidad de asegurar un trabajo continuo durante un largo período, nunca se utiliza todo el poder de la máquina.

El coeficiente de propulsión depende del tipo de motor, tipo de hélice, estos valores son dados por el mismo Dr. Hamuro⁴:

a) Para hélices de paso fijo y máquina con menos de 300 rpm.

cp - 0.25 0.28

Para motores de 300 rpm 0.22

Para motores de más de 300 rpm 0.20

b) Hélices de paso variable 0.25 0.30

El coeficiente de estado de mar se refiere a como las embarcaciones reaccionan a las condiciones del mar, y depende de la eslora y desplazamiento del buque.

La potencia que la embarcación necesitará para arrastrar variará con las condiciones del mar, y estos a su vez dependen de los factores climáticos, como son vientos, etc.

Beaufort estableció una escala de vientos, para los cuales Hamuro estableció coeficiente de estado de mar en -

base a esta escala.

Para el mar completamente tranquilo 1.0

Mar 2-3 BF 0.9

Mar 3-4 BF 0.8

Mar 5-6 BF 0.7

Conociendo estos datos podemos reemplazar en la fórmula. Esto es, con el valor de la resistencia que opondrá el aparejo a la velocidad de 2.5 nudos de 33 HP que son los caballos de fuerza necesarios para arrastrar el aparejo.

$$P_S = 33 \text{ HP}$$

$$C_u = 0.8 = 80\%$$

$$C_p = \text{Motores de } 1800 \text{ rpm con reducción de } 4.5:1$$

$$\frac{1.800}{4.5} = 400 \text{ rpm y hélice de paso fijo} = 0.2$$

$$C_p = 0.2$$

C_{an} Por ser Ecuador que se encuentra en una zona que nunca se producen tormentas, se la puede considerar dentro de la escala BF 2-3

$$C_m = 0.9$$

$$P_S = P_n C_u C_p C_m$$

$$P_n = \frac{P_S}{C_u C_p C_m}$$



$$P_n = \frac{33}{0.8 \times 0.2 \times 0.9} = 230$$

$$P_n = 230 \text{ HP}$$

Estos son los caballos de fuerza que tienen que ser dados por el eje para arrastrar el aparejo y la embarcación.

Debemos tener en cuenta que cuando la velocidad es baja la resistencia del casco es casi nula comparado con la resistencia que opone la red.

Para encontrar el poder requerido para arrastrar esta red a diferentes velocidades dibujaremos un gráfico de la velocidad versus HP.

$$\text{Para } V_1 = 0.51 \text{ m/s} = 1 \text{ nudo } P_S = 2.05$$

$$P_n = \frac{P_S}{C_u C_p C_m}$$

$$P_{n1} = \frac{2.05}{0.8 \times 0.2 \times 0.9} = 14.23 \text{ HP}$$

$$P_{n1} = 14.23 \text{ HP}$$

$$\text{Para } V_2 = 1.5 \text{ nudos } P_S = 7.07 \text{ HP}$$

$$P_{n2} = \frac{7.07}{0.8 \times 0.2 \times 0.9} = 49.09$$

$$P_{n2} = 49.09 \text{ HP}$$

Para $V_3 = 2$ nudos

$$P_S = 16.93 \text{ HP}$$

$$Pn_3 = \frac{16.93}{0.8 \times 0.2 \times 0.9} = 117.56 \text{ HP}$$

$$Pn_3 = 117.56 \text{ HP}$$

Para $V_4 = 2.5$ nudos

$$P_S = 33 \text{ HP}$$

$$Pn_4 = \frac{33}{0.8 \times 0.2 \times 0.9} = 230 \text{ HP}$$

$$Pn_4 = 230 \text{ HP}$$

Para $V_5 = 3$ nudos

$$P_S = 56.64 \text{ HP}$$

$$Pn_5 = \frac{56.64}{0.8 \times 0.2 \times 0.9} = 395.33 \text{ HP}$$

$$Pn_5 = 395.33 \text{ HP}$$

Para $V_6 = 3.5$ nudos

$$P_S = 90.38 \text{ HP}$$

$$Pn_6 = 627.64 \text{ HP}$$

Para $V_7 = 4$ nudos

$$P_S = 133.53 \text{ HP}$$

$$Pn_7 = \frac{133.53}{0.8 \times 0.2 \times 0.9} = 927.29 \text{ HP}$$

$$Pn_7 = 927.29 \text{ HP}$$

De esta curva podemos saber que poder necesitamos en la máquina para arrastrar una red a cierta velocidad.

También es necesario conocer el tamaño de la red para determinado poder.

Si comparamos los valores obtenidos del poder obtenido con la longitud de la red superior analizada veremos que la fórmula presentada por el Dr. Koyama es casi real, por lo que nos serviremos de ésta para relacionar el poder de la máquina con la longitud de la red superior.

$$L = 43.6P + 660$$

Donde L = longitud de la red superior en pies

P = potencia de la máquina en HP

$$P = 230 \text{ HP}$$

$$L = 43.6 \times 230 + 660$$

$$L_1 = \underline{103.4 \text{ pies}}$$

como son dos redes

$$L = \frac{103.4}{2} = 51.7 \text{ pies} = 15.7 \text{ mts.}$$

15.7 es la longitud de la red superior considerando las mallas estiradas, esto es:



BIBLIOTECA

90 mallas de cada ala x 2 = 180 mallas las 2 alas

En el cielo

126 mallas

TOTAL 306 mallas

Longitud estirada = $306 \times 2 \times 0.025 = 15.3$ mts.

Por lo que graficaremos una curva de potencia versus longitud de la red superior. Daré longitudes de red superior y encontraré el poder que se requiere, y que inversamente, para un poder habrá una longitud de red superior adecuado.

Para $L_T = 40$ pies en cada red

$L = 80$ pies

$L = 43.6 P + 660$

$$P = \frac{L^2 - 660}{43.6}$$

Para $L_T = 80$ pies

$$P = \frac{80^2 - 660}{43.6} = 131.65$$

$P = 131.65$ HP

Para redes de 45 pies $L = 90$

$$P = \frac{90^2 - 660}{43.6} = 170.64$$

$$P = 170.64 \text{ HP}$$

Para redes de 50 pies

$$L = 100 \text{ pies}$$

$$P = \frac{100^2 - 660}{43.6} = 214.22$$

$$P = 214.22 \text{ HP}$$

Para redes de 55 pies

$$L = 110 \text{ pies}$$

$$P = \frac{110^2 - 660}{43.6} = 262.38$$

$$P = 262.38 \text{ HP}$$

Para una red de 60 pies

$$L = 120 \text{ pies}$$

$$P = \frac{120^2 - 660}{43.6} = 315.13$$

$$P = 315.13 \text{ HP}$$

Para redes de 65 pies

$$L = 130 \text{ pies}$$

$$P = \frac{130^2 - 660}{43.6} = 372.47$$

$$P = 372.47 \text{ HP}$$

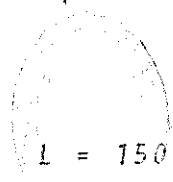
Para redes de 70 pies

$$L = 140 \text{ pies}$$

$$P = \frac{140^2 - 660}{45.3} = 434.40 \text{ HP}$$

$$P = 434.40 \text{ HP}$$

Para redes de 75 pies.



$$L = 150 \text{ pies}$$

$$P = \frac{150^2 - 660}{45.6} = 500.9$$

$$P = 500.9 \text{ HP}$$

Podemos también partir de una forma inversa esto es conociendo el poder encontrar la longitud de la helice superior.

4. SELECCION DE LA HELICE PARA UNA MAYOR EFICIENCIA

El propósito de la helice es convertir los caballos de torque que la máquina da al extremo del eje, en caballos de empuje.

La helice actúa como una bomba de flujo axial, absorbiendo, el agua de la parte delantera y lanzándola hacia atrás.

Debido a que el empuje producido por una helice depende de la aceleración con el que el agua pasa através del disco este puede ser aumentado o disminuido variando la a celeración del agua.

Para un diámetro constante, el empuje puede ser cambiado aumentando o disminuyendo las revoluciones por minuto, al aumentar el empuje, se requiere de un aumento del poder y por ende de un aumento de velocidad de la embarcación y lo contrario si disminuye.

Muy pocas son las embarcaciones que tienen la hélice diseñada expresamente para ellas, generalmente se escoge de un grupo de hélices; teniéndose entonces el principal problema el escoger la hélice más apropiada de todas las disponibles.

Así como el poder, la hélice debe ser escogida de acuerdo a si la embarcación va a pasar la mayoría de su tiempo en condiciones libres, o en arrastre. En la práctica es razonable seleccionar las hélices para todo buque pesquero - que no sea arrastre en forma tal que provean una mejor performance cuando están sin el aparejo, durante la búsqueda - del cardumen, puesto que estos casos en el momento de hacer el lance de los aparejos las revoluciones se las mantienen constante o cambian ligeramente.

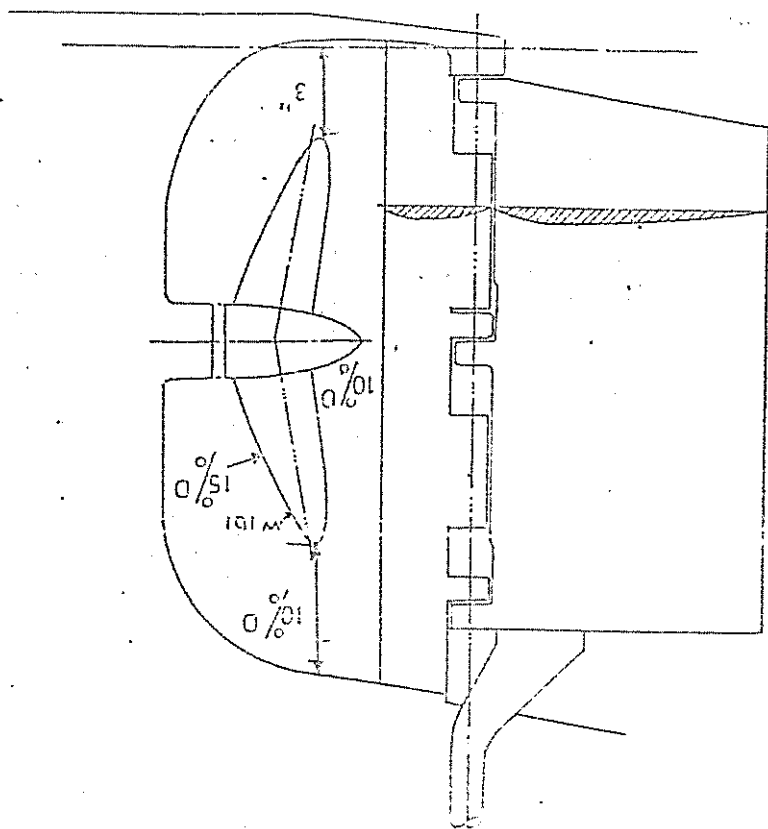
Cuando se arrastra la velocidad es baja, y ésta varía - de acuerdo a la especie que se captura, por tratarse del - camatón se considera la velocidad en 2.5 nudos.

Los buques arrastreros pasan la mayor parte de su tiempo sobre los bancos arrastrando el aparejo, por lo que se necesitará hacer el cálculo de su máximo poder durante la faena.

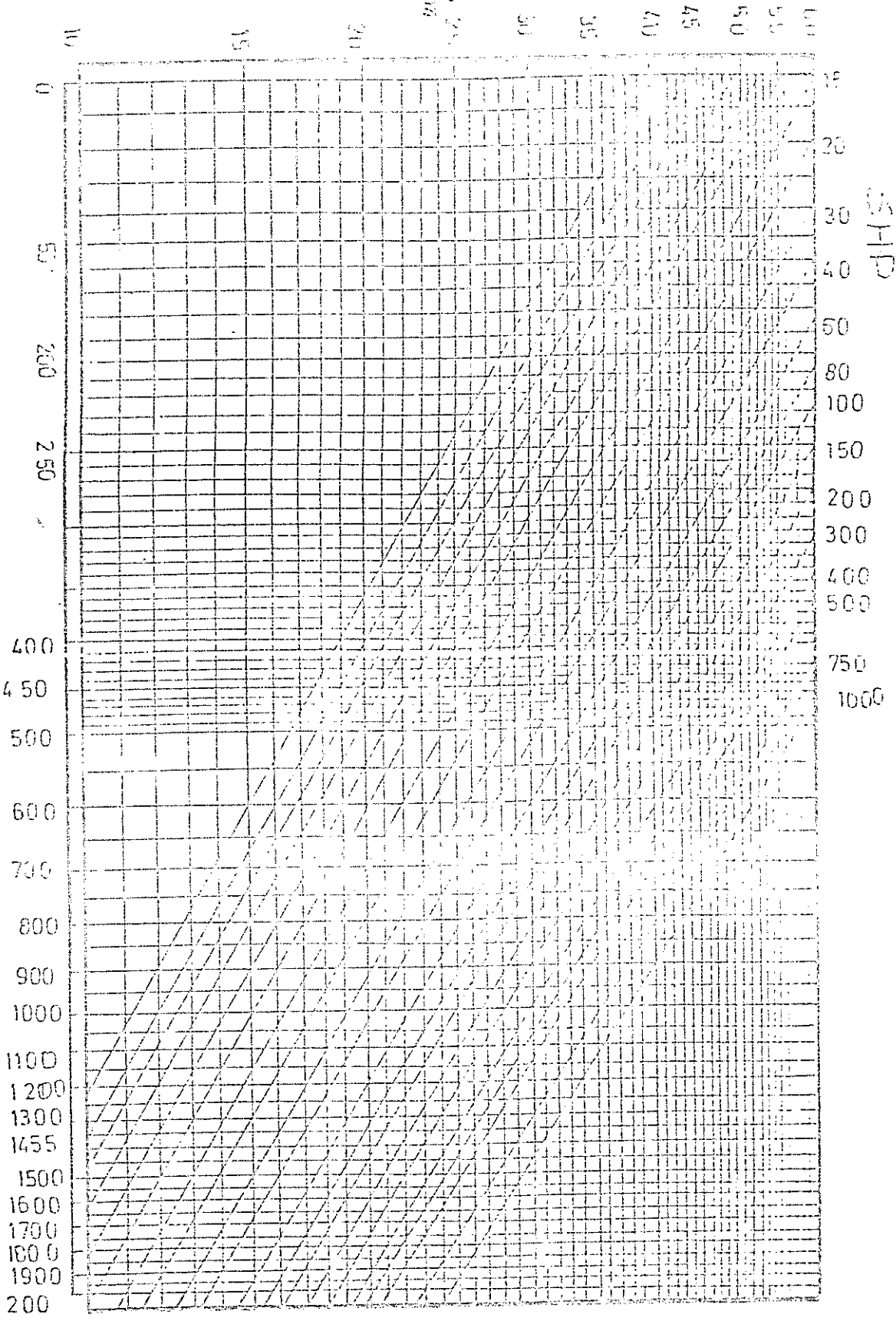
Para no sobrecargar la máquina durante el arrastre es necesario reducir las revoluciones, además al mover la embarcación a menor velocidad, la hélice tiene también que proveer un empuje para arrastrar las redes, en muchos casos, el empuje que se necesita para vencer la resistencia del casco a pequeñas velocidades es casi nula comparado con la fuerza que necesita hacer para mover el aparejo.

Es muy importante, para que la hélice trabaje a su máxima eficiencia posible que la entrada y salida del flujo de agua sea óptimo, obteniéndose esto al asegurar una adecuada posición de la hélice, que las separaciones entre las paletas y los contornos sea adecuado. Estas separaciones adecuadas son indicadas en la Fig. , en función del diámetro de la hélice.

Una buena práctica para el uso del máximo diámetro para unas revoluciones apropiadas tenga las siguientes consideraciones:



12/11/21



P.M

1. Adecuada separación de la hélice con relación a los contornos.
2. Un ángulo apropiado de salida del eje.
3. Diámetro del eje al cual debe ser acomodado.
4. Peso de la hélice, eje, engranajes con relación al tamaño de la embarcación.
5. Tamaño del engranaje que puede ser acomodado sin producir un excesivo ángulo del eje.
6. Habilidad de la embarcación en permanecer en un mismo curso cuando puede ocurrir un aumento o disminución de las revoluciones.
7. Costo del engranaje de reducción, eje y accesorios.

Existen muchas series para el cálculo de las dimensiones de la hélice siendo las más conocidas las curvas B_p donde:

B_p es conocido como el coeficiente de Taylor y está definido por:

$$B_p = \frac{n \text{ PHP}^{1/2}}{V_a^{5/2}} \quad \text{donde}$$

n = revoluciones por minuto

V_a = velocidad de avance de la hélice

PHP = caballos fuerza de la hélice

De la fórmula de Taylor

$$V_a = V (1 - w)$$

w = factor de estela

El factor de estela depende de la forma del casco, siendo un valor de 0.2 considerado para los buques pesqueros.

$$V = \text{velocidad del buque} = 2.5 \text{ nudos}$$

$$V_a = 2.5 (1 - 0.2)$$

$$V_a = 2.5 \times 0.8$$

$$V_a = 2 \text{ nudos}$$

Del cálculo anterior SHP = 230 HP ⁷ (necesario)

Para arrastrar el aparejo a 2.5 nudos, se coloca todo su poder, pero nunca se obtiene su totalidad.

$$\text{SHP real} = 0.8 \text{ SHP necesario}$$

$$\text{SHP real} = 0.8 \times 230$$

$$\text{SHP real} = 184 \text{ HP}$$

Como las hélices no son al 100% eficientes, resumiendo una eficiencia máxima del 96% obtenemos:

$$\text{PHP} = n \text{ SHP necesario}$$

$$n = \text{eficiencia} = 0.96$$

$$\text{PHP necesario} = 230 \times 0.96 = 220.8 \text{ HP}$$

$$\text{PHP necesario} = 220.8 \text{ HP}$$

Estos 220.8 HP considerando una máquina de 1800 rpm

$$\text{PHP real} = \text{SHP real}$$

$$\text{PHP real} = 220.8 \times 0.96 \quad \leftarrow$$

$$\text{PHP real} = 176.64 \text{ HP}$$

Estos 176.64 HP son los caballos en servicio.

Como la mayoría de las máquinas tienen una relación de 4.5:1 tendremos que:

$$n_1 = \frac{1800}{4.5} = 400 \text{ rpm}$$

Partiendo de la igualdad

$$\frac{\text{PHP necesario}}{n_1} = \frac{\text{PHP servicio}}{n_2}$$

donde

n_1 = revoluciones cuando se obtiene 220.8 HP.

n_2 = revoluciones cuando se obtiene 176.64 HP que son los de servicio.

$$\frac{220.8}{400^3} = \frac{176.64}{n_2^3}$$

$$0.0000034 = \frac{176.64}{n_2^3}$$

$$n_2^3 = \frac{176.64}{0.0000008} = 51952941$$

$$n_2 = \sqrt[3]{51952941}$$

$$n_2 = 374 \text{ rpm}$$

Los diagramas de $B_p - \delta$ fueron hechos en pruebas de agua dulce por lo que debemos transformar los HP para agua salada.

$$\frac{176.64}{1.025} = 172.33$$

Con estos datos obtenemos:

$$B_p = \frac{176 \times (172.33)^{1/2}}{n_2^{5/2}}$$

$$B_p = 873$$

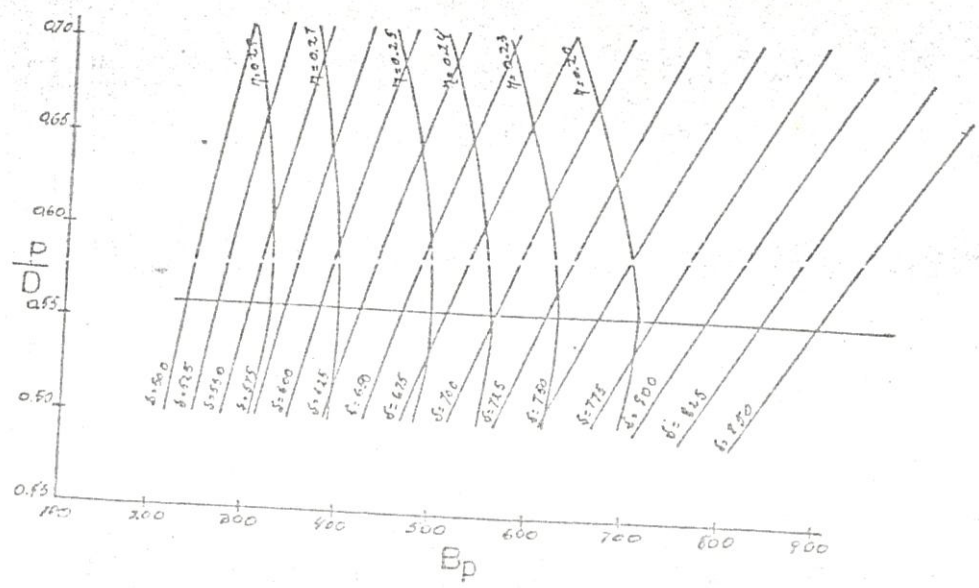
Generalmente los diagramas vienen dados para B_p de 1 a 200 por lo que se necesita otro diagrama realizar una extrapolación. Ver gráfico.

Con $B_p = 873$ y una razón de área - disco = 0.5 y para una eficiencia máxima obtenemos $\delta = 843$.

El diámetro para una hélice óptima viene dado por:



BIBLIOTECA



CURVAS EXPANDIDAS DE B_p PARA
SERIE DE HELICE B4-50

$$D = \frac{V_a}{\eta_2} \delta \quad \text{donde}$$

D = diámetro de la hélice

V_a = velocidad de avance

ρ = radio de velocidad

$$D = \frac{2 \times 843}{374} = 4.5 \text{ pies}$$

D = 4.5 pies que es el diámetro óptimo

$$D = 4.5 \text{ pies} = 54 \text{ pulg.} = 1.37 \text{ mts.}$$

Del mismo diagrama

$$\frac{P}{D} = 0.56$$

P = paso

$$P = 0.56 \times D$$

$$P = 4.5 \times 0.56 = 2.52 \text{ pies} = 0.768 \text{ metros.}$$

Por lo que la distancia que avanza esta hélice por ca
da revolución sin considerar resbalamiento será de 30.24
pulg. = 0.768 mts.

Si la hélice estuviera trabajando en una substancia -
sólida, entonces por cada revolución avanzarla una distanc

cia de 0.766 m. por lo que la distancia total recorrida será

$$\text{Distancia} = \text{rpm} \times \text{pase}$$

Pero como la hélice trabaja en agua ésta sufre una pérdida de avance que es conocida como resbalamiento.

El resbalamiento es la diferencia entre la distancia teórica y la distancia real cubierta en una unidad de tiempo.

El resbalamiento viene dado también como porcentaje

$$\% \text{ de resbalamiento} = \frac{\text{Distancia teórica} - \text{distancia real}}{\text{Distancia teórica}}$$

5. SELECCIÓN DE LA HELICE PARA MAYOR EMPUJE

En este caso, la selección de la hélice para una particular velocidad del buque y para un cavallaje de la hélice PHF, debe dar un empuje máximo.

En este caso asumimos varios diámetros, partiendo de valores cercanos al encontrado anteriormente.

Como tenemos que seleccionar la hélice para un empuje máximo permisible, se debe considerar a la velocidad con que se arrastra esto es 2.5 nudos.

Tomando nuestro PHP = 220.8 HP

$$V = 2.5 \text{ nudos}$$

Calculamos el empuje producido por distintas hélices de diferente diámetro.

El único valor que permanece constante es el torque = Q .

$$Q = \frac{75 \text{ PHP}}{2\pi n_s}$$

donde PHP = caballos fuerza de la hélice.

n_s = revoluciones por segundo.

$$n_s = \frac{400 \text{ rpm}}{60} = 6.67$$

$$n_s = 6.67 \text{ rps}$$

$$Q = \frac{75 \times 220.8}{6.28 \times 6.67} = 395.34 \text{ Kg. mt.}$$

$$Q = 395.34 \text{ Kg. mt.}$$

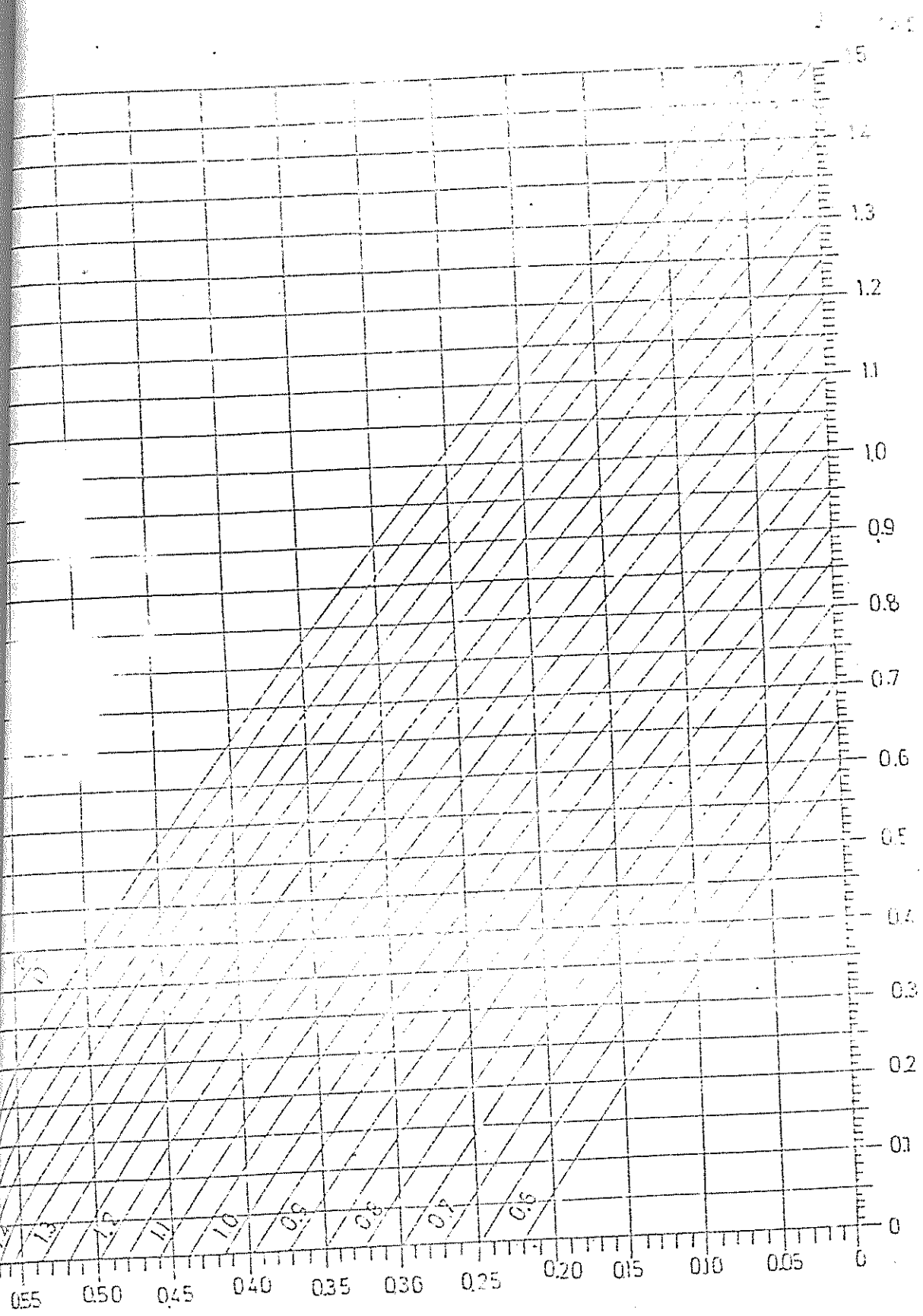
Este es nuestro torque disponible.

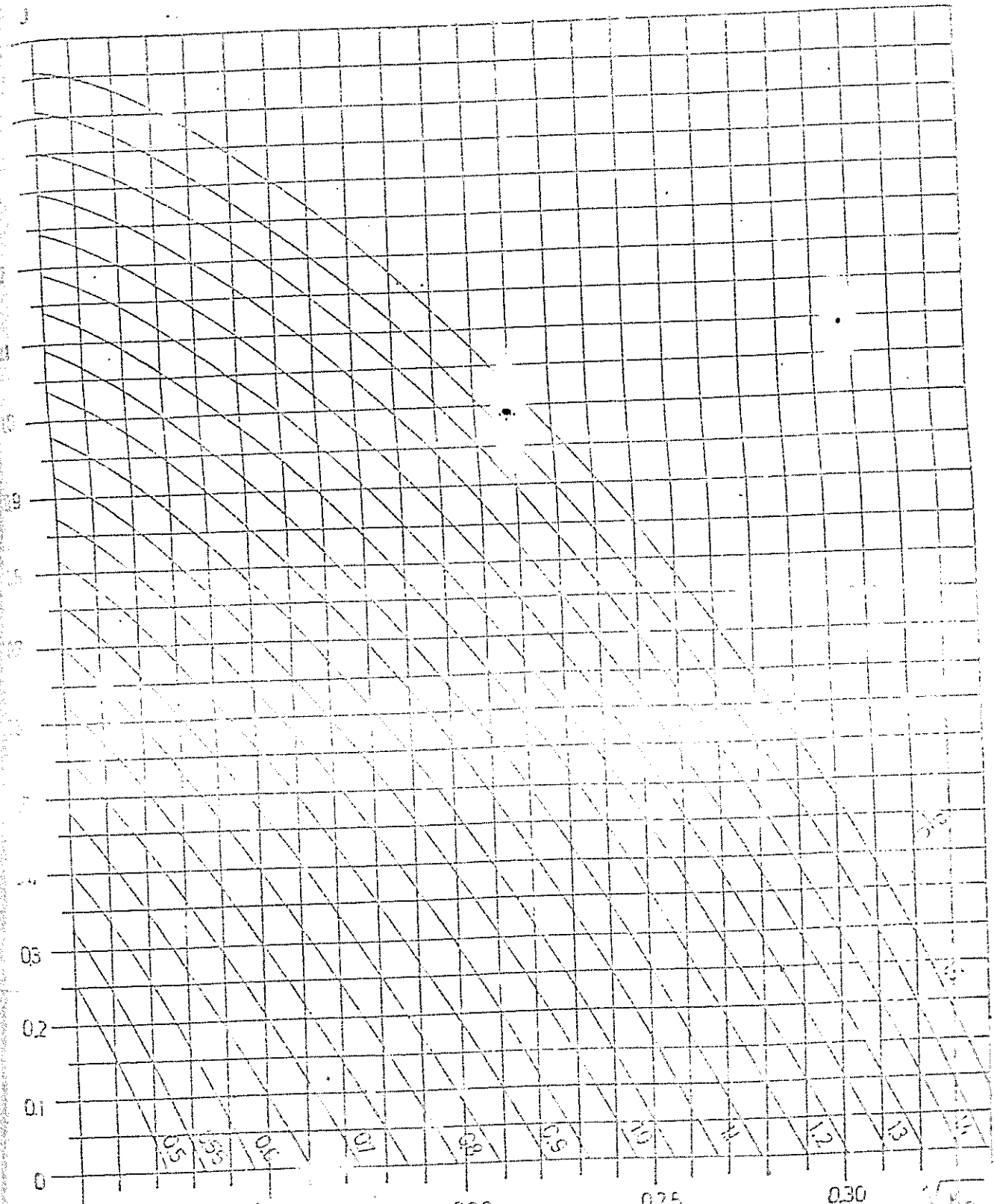
Empezamos a calcular el empuje para diferentes diámetros para lo cual empleamos las curvas K_9 versus J para obtener $\frac{P}{D}$ y con $\frac{P}{D}$ y J obtenemos K_T .

donde K_9 = coeficiente de torque

K_T = coeficiente de empuje







J = eficiencia de avance

$$J = \frac{V_a}{n_s d}$$

$$K_q = \frac{Q}{n_s D^5}$$

Para $D = 3.5$ pies = 1.06 mts.

$$V_a = 2.5 (1 - 0.2) = 2 \text{ nudos}$$

$$V_a = \frac{2 \text{ nudos} \times 1.69}{3.28} = \text{m\AA}/\text{seg.}$$

$$V_a = 1.03 \text{ m\AA}/\text{seg.}$$

$$J = \frac{1.03}{6.67 \times 1.06} = 0.145$$

$$J = 0.145$$

$$K_q = \frac{595.34}{103 \times 6.67^2 \times 1.06^5} = 0.067$$

Como el gráfico es dado en función de K_q

$$K_q = 0.067 = 0.26$$

$$K_q = 0.26$$

con $J = 0.145$ y $K_q = 0.26$ obtenemos $\frac{P}{D} = 1.14$

Con $\frac{P}{D} = 1.74$ y $J = 0.126$ obtenemos $K_T = 0.43$

$$T = 0.43 \times 103 \times 6.67^2 \times 1.22^4 = 2.487,6 \text{ Kg.}$$

$$T = 2.487,6 \text{ Kg.}$$

Para hélices de $D = 4$ pies = 1.22 m.

$$J = \frac{1.03}{6.67 \times 1.22} = 0.126$$

$$K_q = \frac{395,34}{103 \times 6.67^2 \times 1.22^5} = 0.0323$$

$$K_q = 0.0323$$

$$K_q = 0.0323 = 0.10$$

Con $J = 0.126$ y $K_q = 0.10$ obtenemos $\frac{T}{D} = 0.27$

Con $\frac{T}{D} = 0.27$ y $J = 0.126$ obtenemos $K_{T-} = 0.275$

$$T = K_T \cdot 103 \cdot D^4$$

$$T = 0.275 \times 103 \times 6.67^2 \times 1.22^4 = 2.791.64 \text{ Kg.}$$

$$T = 2.791.64 \text{ Kg.}$$

Para hélices de 4.5 pies = 0 = 1.37 m.

$$J = \frac{1.03}{6.67 \times 1.37} = 0.113$$

$$J = 0.113$$

$$K_q = \frac{395.34}{103 \times 6.67^2 \times 1.37^5} = 0.0178$$

$$K_q = 0.0178$$

$$K_q = 0.0178 = 0.134$$

Con $J = 0.113$ y $K_q = 0.134$ obtenemos $\frac{P}{D} = 0.6$

Con $\frac{P}{D} = 0.6$ y $J = 0.113$ obtenemos $K_T = 0.18$

$$T = K_T \rho n_s^2 D^4$$

$$T = 0.18 \times 103 \times 6.67^2 \times 1.37^4 = 2905.65 \text{ kg}$$

$$T = 2.905,65 \text{ kg.}$$

Para hélices de $D = 5 \text{ pies} = 1.52 \text{ m.}$

$$J = \frac{1.03}{6.67 \times 1.52} = 0.1015$$

$$K_q = \frac{395,34}{103 \times 6.67^2 \times 1.52^5} = 0.0106$$

$$K_Q = 0.0106$$

$$K_Q = 0.0106 = 0.106$$

Con $J = 0.101$ y $K_Q = 0.103$ obtenemos $\frac{P}{D} = 0.45$

Con $\frac{P}{D} = 0.45$ y $J = 0.101$ obtenemos $K_T = 0.11$

$$T = K_T \pi_S^2 D^4$$

$$T = 0.11 \times 1.03 \times 6.67^2 \times 1.52^4 = 2.690,64 \text{ Kg}$$

$$T = 2.690,64 \text{ Kgs.}$$

Para hélices de 5.5 pies = $D = 1.68$ mts.

$$J = \frac{1.03}{6.67 \times 1.68} = 0.092$$

$$K_Q = \frac{395.34}{395 \times 6.67^2 \times 1.68^3} = 0.0664$$

$$K_Q = 0.0664$$

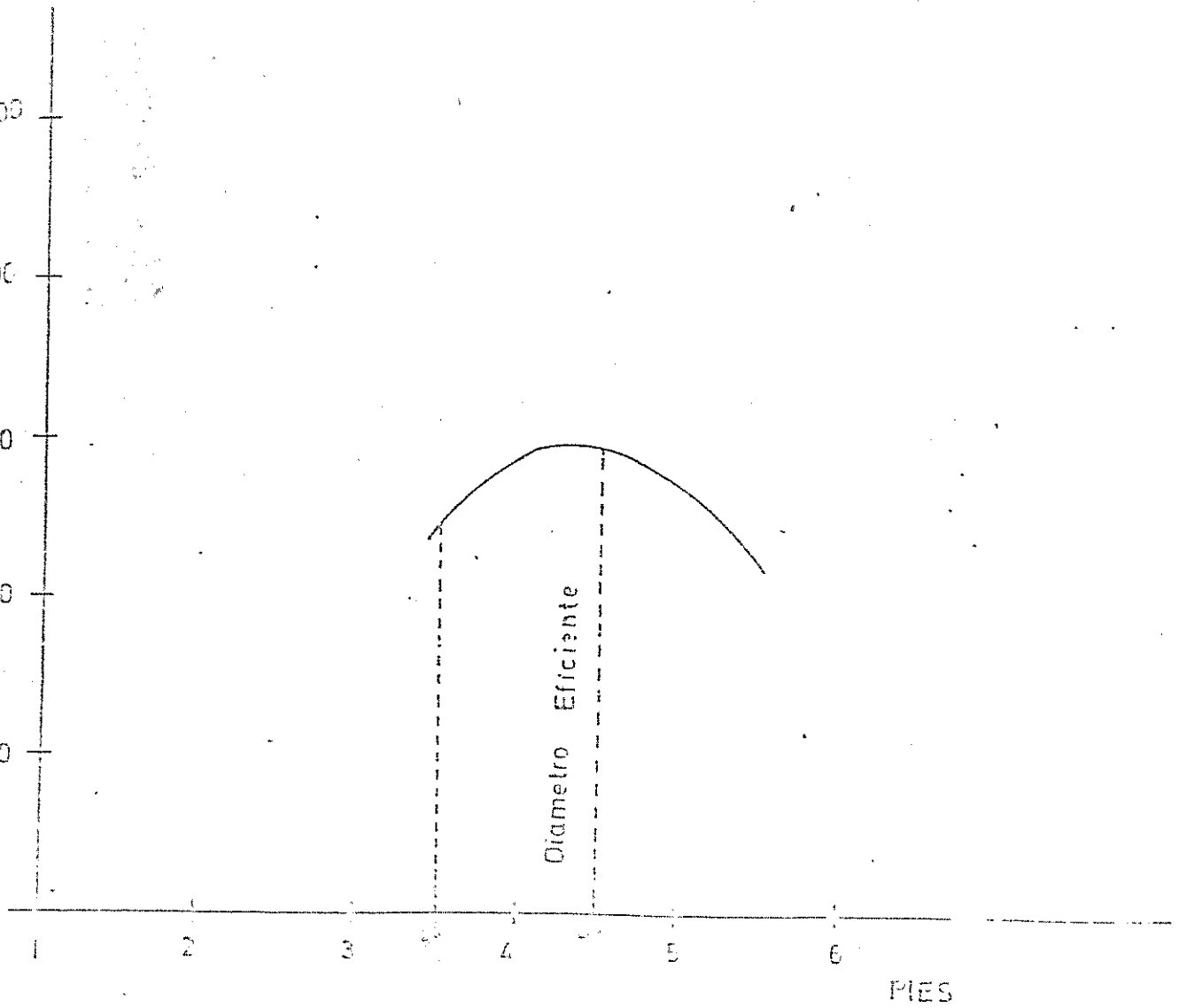
$$K_Q = 0.0664 = 0.066$$

Con $J = 0.092$ y $K_Q = 0.066$ obtenemos $\frac{P}{D} = 0.37$

Con $\frac{P}{D} = 0.37$ y $J = 0.092$ obtenemos $K_T = 0.06$

$$T = K_T \pi_S^2 D^4$$

$$T = 0.06 \times 1.03 \times 6.67^2 \times 1.68^4 = 2.190,16 \text{ Kg.}$$



DIAMETRO HELICE VS EMPUJE

$$T = 2.190,15 \text{ Kgs.}$$

Observando el cálculo y diagrama vemos que el máximo empuje es obtenido cuando la hélice tiene un diámetro de 4.5 pies que fue encontrado anteriormente, para una mayor eficiencia.

EMPUJE DISPONIBLE A UNA VELOCIDAD DE ARRASTRE

Como fue calculado el empuje que produce la hélice a diferentes velocidades, este debe ser lo suficientemente grande para arrastrar una red.

Mientras más lentamente navega un buque éste puede arrastrar una red más grande que cuando la velocidad es mayor.

La velocidad de arrastre se toma considerando los factores muy importantes.

1. Esta tiene que ser mayor que la mínima velocidad que se requiere para capturar una determinada especie.
2. Tiene que ser mayor de la mínima velocidad requerida para mantener avante la embarcación en condiciones adversas como marea, etc.

Hasta el momento hemos considerado esta velocidad en 2.5

$$V_a = V(1 - w)$$

$$V_a = 2.5 (1 - 0.2) = 2$$

$$V_a = 2 \text{ nudos} = 1.03 \text{ mts/seg.}$$

Para que la máquina no se llegue a sobrecargar en condiciones de trabajo asumimos que a 2.5 nudos, las rpm son 374 rpm.

$$\text{rpm } n_s = \frac{374}{60} = 6.23 \text{ r.p.s.}$$

$$J = \frac{V_a}{n_s D}$$

$$J = \frac{1.03}{6.23 \times 1.37} = 0.120$$

$$J = 0.120$$

$$K_q = \frac{395.34}{6.23 \times 6.33^2 \times 1.37^5} = 0.0205$$

$$K_q = 0.0205$$

$$K_q = 0.0205 = 0.143$$

$$K_q = 0.143$$

$$\text{Con } J = 0.120 \text{ y } K_q = 0.143 \text{ obtenemos } \frac{P}{D} = 0.61$$

$$\text{Con } \frac{P}{D} = 0.61 \text{ y } J = 0.12 \text{ obtenemos } K_T = 0.19$$

$$T = \frac{1}{5} P^2$$

$$T = 0.19 \times 100 \times 6.23^2 \times 1.37^2$$

$$T = 2.675.7 \text{ Kg}$$

Empuje disponible = 2.675,7 Kg.

$$T = 2.67 \text{ toneladas}$$

PODER DEL WINCHE

Para el cálculo del poder del winche es necesario conocer a que velocidad deseamos recoger el aparejo, esta velocidad fluctúa entre 15 - 35 mts./minuto, tomando como promedio 20 metros/minuto obtendremos:

$$n_{pm} = \frac{L}{2\pi R}$$

Donde: L = longitud de cable que se recoge

R = radio del tambor. Siendo el apropiado = 0.35 mts para una capacidad de 700 mt de cable cada tambor.

$$n_{pm} = \frac{20}{6.28 \times 0.35} = \frac{20}{2.19} = 9.1 \text{ rpm.}$$

Tensión total = 2,000 Kg

$$\text{Torque} = F \times d$$

$$\text{Torque} = 2000 \text{ Kg} \times 0.55 \text{ m.}$$

$$\text{Torque} = 700 \text{ Kg m.}$$

$$\text{HP} = \frac{\text{torque} \times \text{R.P.M.}}{75}$$

$$\text{HP} = \frac{700 \times 9.1}{75}$$

$$\text{HP} = 85 \text{ HP} \sim 85 \text{ HP}$$

Por fricción, pérdida mecánica del winche se considera un 40% del cabalaje total por ser ruedas dentadas.

$$85 \times 0.4 = 34 \text{ caballos}$$

$$\text{Cabalaje final } 85 - 34 = 51 \text{ caballos}$$

Power del winche 51 caballos

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Efectuado el análisis de los diseños de redes arrastres para camarón y de las características de las embarcaciones que se utilizan actualmente en el Ecuador se concluye:

1. El diseño de una red prototipo más adecuado para la pesquería del camarón es la que se ha analizado.
2. La potencia que debe tener la embarcación para poder efectuar el arrastre en forma óptima es de 230 HP.
3. Dado que el empuje es más efectivo (a 230 HP) y la eficiencia de la hélice es máxima el diámetro óptimo es de 4.5 pies.
4. El método empleado se podrá utilizar como una metodología estandarizada para dimensionar la red de acuerdo al poder del buque que a su vez, es una buena medida de control del esfuerzo de pesca.

Las etapas que implican esta metodología son:

- a) Selección de un modelo prototipo ya probado.
- b) Dimensionar el diseño de la nueva red para una determinada potencia de un buque ya seleccionado.

Este dimensionamiento se hace en base a relaciones de longitudes. La longitud de la red superior y la potencia de la máquina están interrelacionadas.

$$L = 43 P + 660$$

L = longitud de las dos redes superiores

P = potencia de la máquina

5. También se podrá dimensionar la potencia de la máquina para una red de cierta longitud de red superior.

RECOMENDACIONES

Como actualmente en el Ecuador aún no se ha efectuado un dimensionamiento de redes, utilizando un método sistemático para lograr un mejor aprovechamiento de la potencia de la embarcación, se recomienda:

- a. Tomar información necesaria de las características de las embarcaciones que actualmente están operando en la pesquería del camarón para efectuar una evaluación del aprovechamiento de la potencia en función del arrastre del sistema de pesca, y de la resistencia del casco de la embarcación.

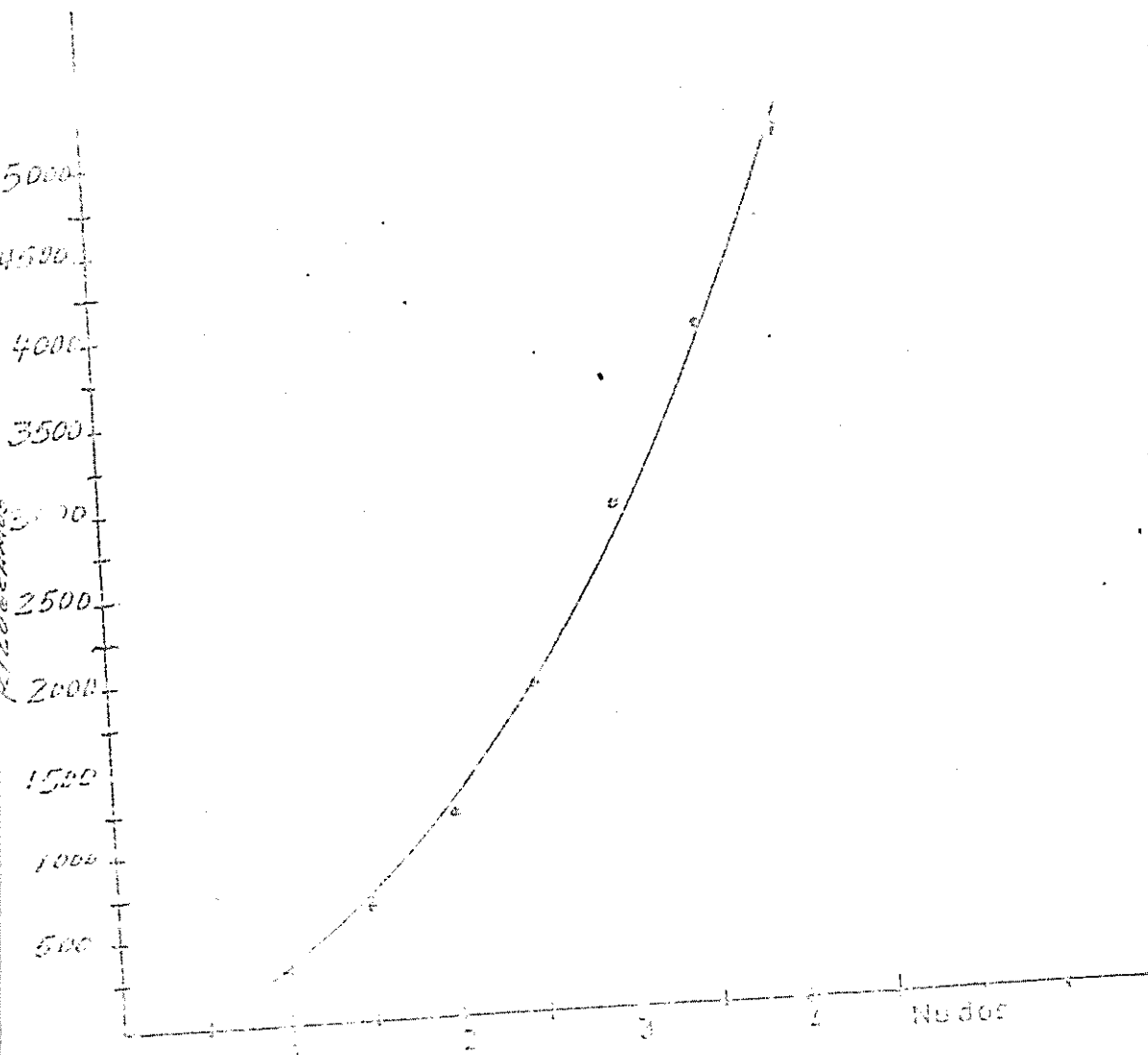
- b. Para donar la información necesaria se recomienda uti-
lizar una ficha de muestras.

Esta información sería conveniente que la registrara y almacenara el Instituto Nacional de Pesca o la Dirección General de Pesca, ya que de esta manera se puede realizar un mejor control del esfuerzo de pesca que se está aplicando en la pesquería del camarón.

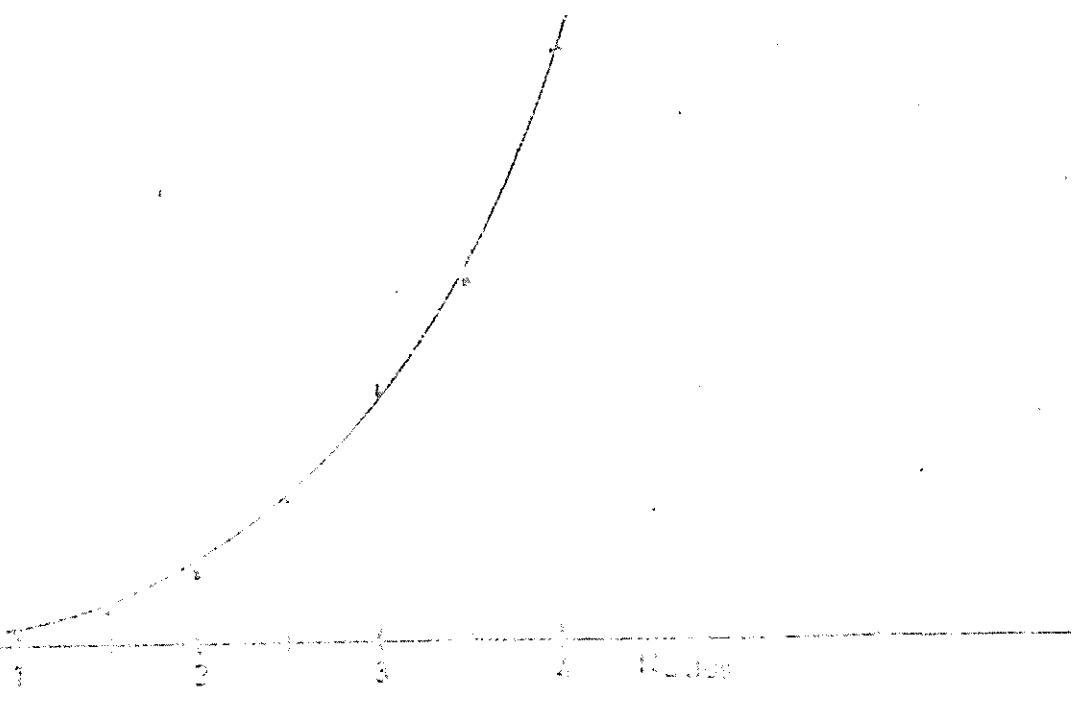
- c. Construir los planos de las redes típicas que se utilizan en las pesquerías del camarón del Ecuador de acuerdo a las normas de F.A.O. lo que facilita los registros de la información necesaria para un estudio de evaluación de la flota.

- d. Adquirir el instrumental apropiado para una institución de investigación, del Estado o de docencia para poder efectuar mediciones de abertura la boca de la red, re-
sistencia del aparejo, etc.

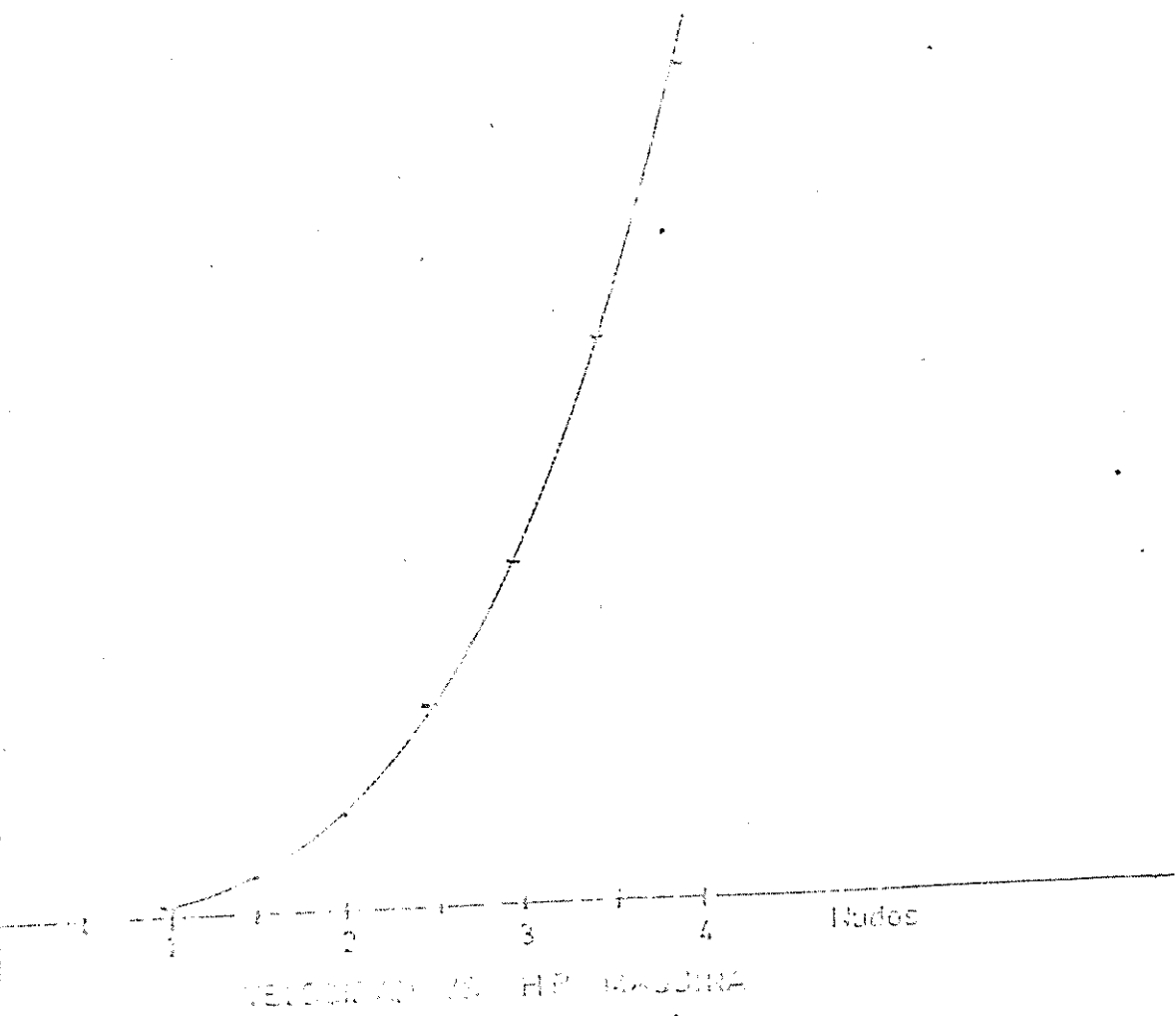
DIAGRAMAS

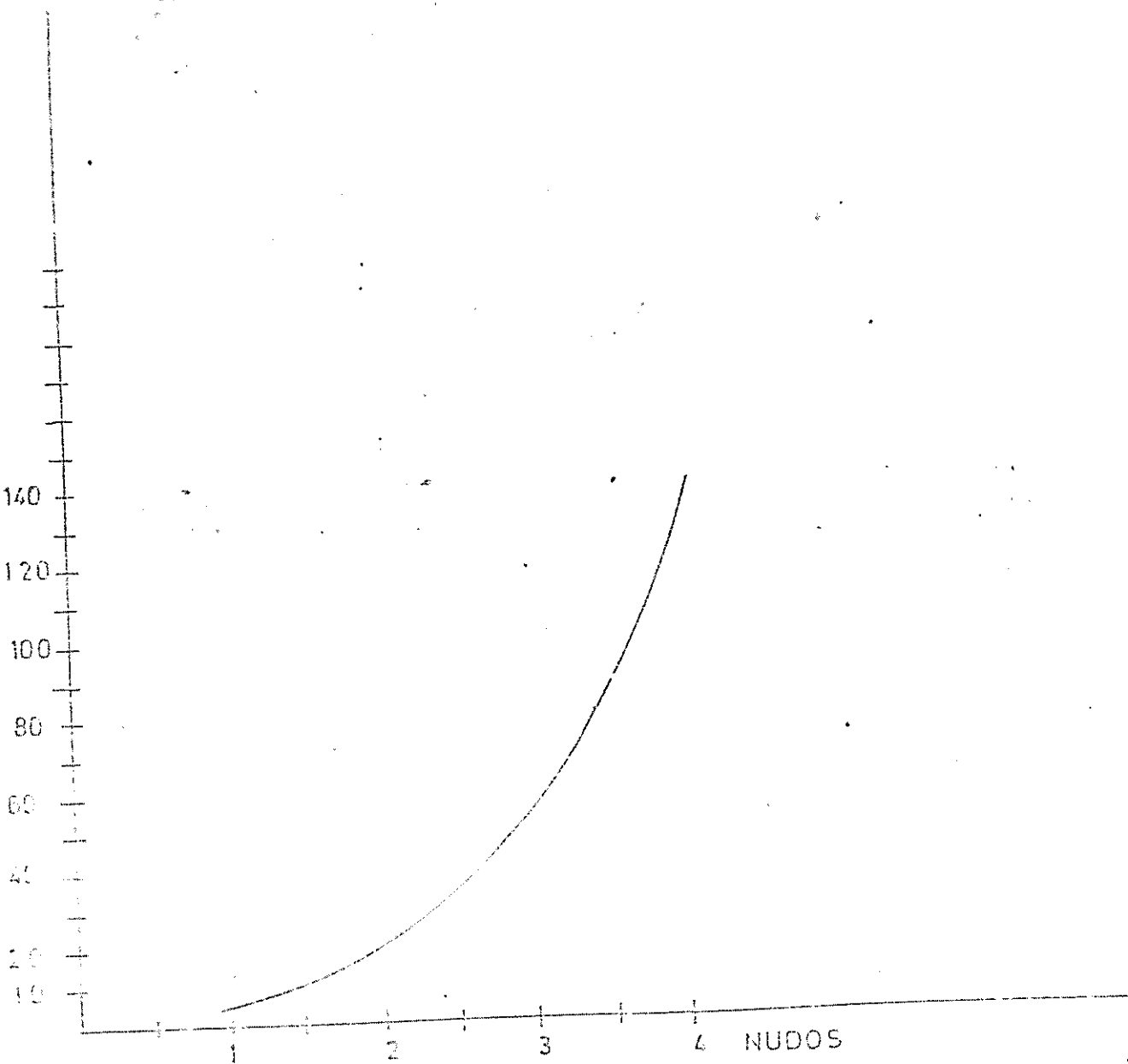


VELOCIDAD VS RESISTENCIA

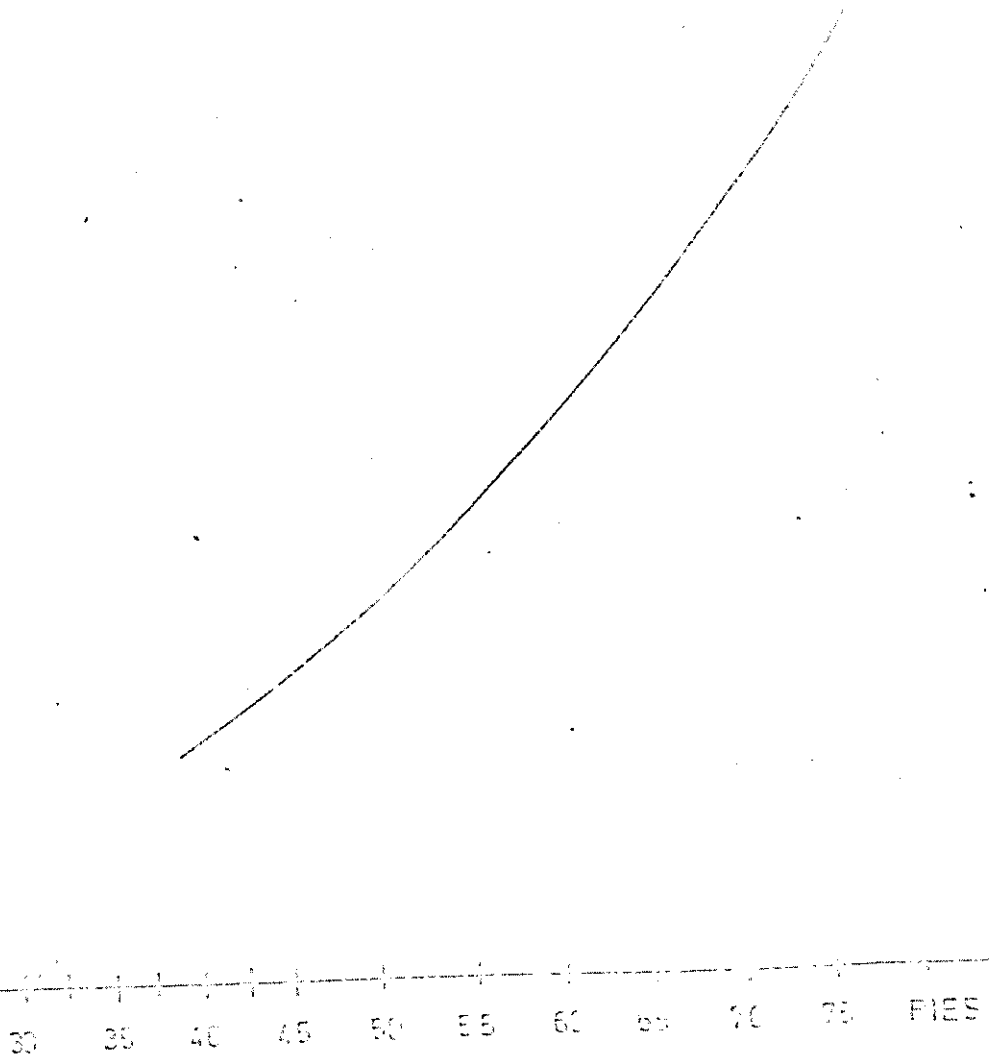


VELOCIDAD VS RPM (R.C.)





VELOCIDAD VS HP NECESARIO



LONGITUD DE RELINGA SUPERIOR

LONGITUD RELINGA SUPERIOR VS HP MAQUINA

BIBLIOGRAFIA

1. J. GIANNOTTI T. KOWALSKI. Calculation of fishing net Drag.
2. J.D. VAN MANEN. Fundamentals of Ship resistance and Propulsion.
3. T.P. O'BRIEN. The Design of Marine Screw Propellers.
4. T. KOWALSKI. Calculation of Trawling Gear. Trawling In teraction.
5. ROBERT E. TABER. Computing Horse power used in Trawling.
6. F.A.O. Seminar/Study tour (group fellowship) on instrumentation and Methodology in Fishing Technology.
7. FRIDMAN. Theory and Design of Commercial Fishing Gear.
8. B. VACA. Investigación y Diseño de un tanque de pruebas para modelo de buques para el Departamento de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar.
9. P.R. CREWE. Some of the General Engineering principles of Trawl Gear Design (Modern Fishing Gear of the world 2).
10. MIJAMOTO. On the Relation between other Trawl Gear and Towing power (Modern Fishing Gear of the World).
11. DR. DIMITRI ANANIEV. Teoría y Selección de Propulsores.