

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MARITIMA**  
**Y CIENCIAS DEL MAR**



**BIBLIOTECA**  
**FAC. ING.**  
**MARITIMA**

**Diseño de una Embarcación Pesquera de**  
**Ferrocemento para Pesca con**  
**Enmalle y Palangre**

**TESIS DE GRADO**

**Previa a la Obtención del Título de**

**-:INGENIERO NAVAL:-**

**A U T O R :**

**Vicente Antonio González Toala**

*Guayaquil - Ecuador*

*1.985*

## INDICE DE PLANOS

PLANO N°	Página N°
1. Líneas de forma	46
2. Arreglo General	48
3. Escantillonado	93
4. Escantillonado	94
5. Sala de máquinas	135

## ABREVIATURAS

1. L = Eslora total
2. Lpp = Eslora entre perpendiculares
3. Lwl = Eslora de flotación
4. B = Manga total
5. Bwl = Manga de Flotación
6. T = Calado medio
7. D = Punta
8.  $\nabla$  = Volúmen de desplazamiento
9.  $\Delta$  = Desplazamiento
10. Awl = Area del plano de agua
11. Am = Area de la sección media
12. Xg = Posición horizontal del centro de gravedad
13. Yg = Posición vertical del centro de gravedad
14. X<sub>B</sub> = Posición longitudinal del centro de flotación
15. KB = Posición vertical del centro de flotación
16. Vb = Volúmen de bodega de pescado
17. I<sub>l</sub> = Momento de inercia longitudinal
18. I<sub>t</sub> = Momento de inercia transversal
19. BML = Radio metacéntrico longitudinal
20. BMT = Radio metacéntrico transversal
21. M1 = Momento unitario
22. TPC1 = Toneladas por centímetro de inmersión
23. C<sub>b</sub> = Coeficiente de bloque
24. C<sub>p</sub> = Coeficiente prismático
25. C<sub>m</sub> = Coeficiente de la sección media
26. C<sub>w</sub> = Coeficiente del plano de agua.

27.  $a_1$  = Relación entre  $L_{wa}$  y  $B_{wa}$ , en función de  $V_b$ .
28.  $a_2$  = Relación entre  $B_{w1}$  y  $T$ , en función de  $V_b$
29.  $a_3$  = Relación entre  $B_{w1}$  y  $D$ , en función de  $V_b$
30.  $\sigma_t$  = Esfuerzo de compresión del mortero (350 kp/cm<sup>2</sup>)
31.  $\sigma_{ts}$  = Esfuerzo de compresión, en la prueba del cilindro  

$$\frac{\sigma_t}{0.85}$$
32.  $\sigma_{t_t}$  = Esfuerzo de compresión, en la prueba del cubo:  

$$\frac{\sigma_t}{0.68}$$
33.  $\sigma_{bspr}$  = Esfuerzo de rompimiento laminar, por pandeo -  
 (70 kp/cm<sup>2</sup>)
34.  $\sigma_{sspr}$  = Esfuerzo de rompimiento laminar, por tensión -  
 (40 kp/cm<sup>2</sup>)
35.  $\sigma_{b_{br}}$  = Esfuerzo máximo de prueba de pandeo (1.25  $\sigma_{bspr}$ )
36.  $\sigma_{s_{br}}$  = Esfuerzo máximo en prueba de tensión (1.25  $\sigma_{sspr}$ )
37.  $C_1$  = Coeficiente de corrección por espesor laminar  

$$\sqrt{\left(\frac{70}{\sigma_{bspr}}\right)}$$
38.  $C_2$  = Coeficiente de corrección por módulo seccional -  

$$\sqrt{\left(\frac{40}{\sigma_{sspr}}\right)}$$

## INTRODUCCION

El desarrollo integral de la construcción naval en el país está por comenzar. Dentro de las causas principales que han motivado su retraso en la época moderna; ya que en la época colonial, Guayaquil fué un centro de construcciones navales de gran importancia y prestigio en la América Latina, podemos enumerar las siguientes:

- 1.- Se confió demasiado en la madera como material de construcción, sin propender al desarrollo de las técnicas de construcción de otros materiales, como ser: Acero, plástico reforzado con fibra de vidrio, ferrocemento, etc.
- 2.- Las técnicas de construcción de cascos de acero, se quedaron entancadas. La única empresa en donde su aplicación prosperó, ha sido en ASTINAVE, pero su condición de ser una dependencia de la Marina Mercante, la han hecho medio restringido para proyectar su progreso hacia otras instituciones similares.
- 3.- Las técnicas de construcción de cascos de plástico reforzado con fibra de vidrio, se desarrollan desde 1979, especialmente en el sector pesquero artesanal.
- 4.- Los profesionales de la rama, en este caso los Arquitectos e Ingeñieros Navales, no han tenido la oportunidad de desarrollar su labor experimental, para adquirir la experiencia ade

efectiva de protección profesional.

- 5.- No ha existido apoyo ni confianza de parte del Estado Ecuatoriano, hacia los profesionales del ramo, para que planifiquen, organicen, ejecuten y evalúen, proyectos de carácter pesquero, que han contemplado la construcción de embarcaciones.

Por lo expuesto, creo necesario buscar con urgencia nuevas alternativas en la construcción de naves pesqueras, en un sector como el artesanal, que por su importancia para el desarrollo del país y constituir una actividad de trabajo de miles de ecuatorianos, - obligatoriamente deberá ser atendida en el futuro.

## CAPITULO I

### ANTECEDENTES

1.1 LA PESCA COSTERA EN EL ECUADOR.- El desarrollo cuantitativo y cualitativo de la pesca costera en el Ecuador (pesca artesanal), ha sido y es lento. Sus unidades de pesca están -- construidas por balsas, bongos, botes y balandras, construidas en su mayoría de madera, y últimamente de plástico reforzado con fibra de vidrio, cuyas esloras oscilan entre 5 y 12 metros. Para su locomoción utilizan motores fuera de borda y motores estacionarios. Otros, aún conservan velámen de lo na.

Su autonomía es entre 12 y 72 horas, utilizando para su captura el anzuelo y enmalle en sus diferentes arreglos y el -- hielo para conservar la misma, en estiva al granel. Las pie zas capturadas en su mayoría son tiburones, picudos, dorado, colorado, pargo, etc.

El proceso de comercialización es antiguo y sencillo. El -- pescador llega a la playa con su carga, la misma que es vendida por pieza y calidad de conformidad a la oferta y la demanda del mercado, o se la entrega al socio que ha intervenido con él capital para la faena.

No existe control sanitario técnico. Cualquier novedad a es te respecto, será descubierta en el mercado y posiblemente -- por el ama de casa.

Esta forma de pesca en el país, es similar casi en toda su amplia costa, y es de gran importancia, ya que representa -- una actividad que da ocupación a una numerosa población, y -- el producto de la misma, es la que abastece diariamente a la población que consume pescado en su dieta alimenticia.

- 1.2. PESCA COSTERA PARA EL CONSUMO HUMANO DIRECTO. -- A lo largo -- del Litoral ecuatoriano, incluido Galápagos, los pescadores artesanales se encuentran agrupados bajo régimen familiar o en cooperativas. Su trabajo lo realizan diariamente en zonas cercanas y ya conocidas del asiento pesquero. Son miles los compatriotas que encuentran fuente de trabajo en esta actividad, que sirve para proveer directamente el consumo directo de pescado.

La atención que el Estado presta a esta laboriosa comunidad es reducida, pero día a día, es consciente de su importancia.

De conformidad a investigaciones realizadas por la FAO, a pedido del Gobierno Ecuatoriano, en 1976, el sector pesquero artesanal, absorbía a 40.000 personas en su actividad. El BID, en su estudio realizado entre 1968 y 1972, estableció -- que el consumo per cápita, era de 10,6 kg x año/habitante.

La Empresa Pesquera Nacional (EPNA), asumió la responsabilidad de ejecutar el programa denominado "Desarrollo de la pesca costera para consumo humano", financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo y el Gobierno Nacional. El mismo, tenía por objetivo, elevar el consumo per cápita de pescado,



cuada. Además, a la presente fecha, no cuentan con una Ley del pueblo ecuatoriano, a 15 kg x año/habitante, a 1980; para lo cual, debería incrementarse el volumen anual de descarga a 10.000 toneladas métricas.

Al efecto, sería necesario entregar al sector, embarcaciones eficientes en rendimiento de captura y rentables. Equipadas con tecnología moderna, apoyadas por una adecuada infraestructura de desembarco, manipuleo y comercialización.

En cuanto se refiere a las naves en sí, se proyectaba construir 18 barcos de 12 metros de eslora, 75 lanchas de 9 metros, a un costo aproximado de 2'000.000,00 dólares. Este proyecto, tuvo algunos inconvenientes en su planificación y ejecución, y finalmente fue suspendido. No es mi objetivo analizar las causas del fracaso de este proyecto, que significó un duro golpe para el desarrollo de este importante sector, pero debo de señalar que uno de los factores que incidieron en el mismo, fueron las pocas alternativas existentes en el país, para que asumiera la construcción de las naves de este tipo; y dentro de esto, las posibilidades de elección de materiales a emplearse.

## CAPITULO II

### OBJETIVO

2.1 INTRODUCCION DE NUEVAS TECNICAS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION DE BARCOS PESQUEROS.- Hasta la presente fecha los materiales usados en el país, para la construcción de barcos pesqueros, son los siguientes:

- a) Madera, el más antiguo y conocido. Su aplicación se va limitando por su escasez ; alto costo y limitante en relación a la eslora.
- b) Acero, de uso limitado, por no producirse en el país, y no contar con suficientes instalaciones de construcción.
- c) Plástico reforzado con fibra de vidrio, de reciente aplicación y buena aceptación, principalmente en el sector - pesquero artesanal en lanchas de hasta 12 metros de eslora.

El objetivo del presente trabajo es presentar el ferrocemento, como nuevo material de construcción de barcos, especialmente pesqueros de mediana eslora, con la finalidad de propender el desarrollo de su técnica de construcción, para que los profesionales del ramo, cuenten con un nuevo material de construcción en sus alternativas de diseño y construcción.

2.2 APLICACION DEL FERROCEMENTO.- El ferrocemento es un material similar al concreto reforzado, sumamente versátil, hecho de cemento, arena, armadura reforzada de acero y tela metálica.

La diferencia esencial entre el ferrocemento y el cemento reforzado, es el uso en la construcción de aquel, de un fino agregado de arena y la presencia de la fina malla de refuerzo de una delgada estructura de envoltura que le da flexibilidad y esfuerzo de corte, y un aumento de resistencia a la corrosión del acero, debido a la restricción del "ancho de grieta", por debajo de los valores críticos que permiten el paso de la humedad, hacia el interior de la placa.

La aplicación del ferrocemento en el país, es factible en consideración que:

- Los materiales básicos de construcción: cemento, arena, varillas de acero, alambre y malla metálica, existen en el medio.
- No son necesarias instalaciones costosas.
- Existe mano de obra calificada, que con un entrenamiento adecuado, puede absorber con facilidad la técnica de construcción.

A más de su aplicación en la construcción de barcos pesqueros, existen una infinidad de aplicaciones potenciales en el campo de la Ingeniería, agroindustria, etc.

### 2.3. MATERIALES Y MANO DE OBRA:

Tela Metálica.- Es el material básico en la construcción de ferrocemento. La misma que debe reunir las siguientes cualidades fundamentales: Resistencia a la tracción, moldeabilidad y flexibilidad. Su colocación debe estar lo más pró-

xima a las superficies exteriores de las secciones, en una distancia recomendable de 2 m.m.

De conformidad a los datos experimentales existentes, el diámetro del alambre debe estar entre 1,000 y 0.912 m.m., con una separación aproximada de 14 m.m.

La construcción de la malla puede ser soldada o de unión -- torcida, galvanizada o no galvanizada.

La proporción de 25 lbs. de acero (armadura de malla y refuerzo) por cada pie cúbico de mortero empleado, es la que ha dado mejores resultados en la construcción de las -- chapas de ferrocemento.

El Mortero.- El mortero debe reunir las siguientes cualidades: alta resistencia a la compresión, impermeabilidad, dureza, resistencia a los ataques de sustancias químicas y consistencia para compactarse sin dejar vacío en sus interiores en el momento de su aplicación, especialmente en las secciones de refuerzos o unión de terminales de la malla metálica.

Una muestra en forma de cubo de 75 m.m. de lado, a los 28 -- días de fundición, que tenga más de 6.000 lbs. por púlgada cuadrada de resistencia a la compresión, experimentalmente ha demostrado, que reúne un alto porcentaje de las condiciones exigidas al mortero, de óptimo comportamiento en la -- construcción de un casco de ferrocemento.

El cemento ideal a utilizarse debe ser resistente a los sulfatos, y a la contracción, en el proceso de curación. Pero en todo caso, el cemento "Portland", puede ser empleado satisfactoriamente.

La arena debe contener partículas de piedra y granos de sílice duro. Además, libre de tierras y arcillas.

El mortero debe estar completamente húmedo para su aplicación. Se le puede agregar ADITIVOS, que mejoren su impermeabilidad, su aplicación y su cohesión.

La destreza para armar una estructura de ferrocemento y aplicar mortero, puede ser adquirida rápidamente por obreros que tengan experiencia en construcción de hormigón armado. Dirigidos por Técnicos con amplia experiencia práctica en los trabajos de ferrocemento, aseguran éxito en la construcción.

En el Ecuador, existe la mano de obra calificada, lista para ser usada en estos menesteres.

## CAPITULO III

### DISEÑO PRELIMINAR

#### 3.1. REQUERIMIENTOS

Diseño de una embarcación para pesca costera, que opere desde el asiento pesquero de Jaramijó en la Provincia de Manabí, en un radio de acción de 50 millas, con una autonomía de navegación continua de 4 días, y una tripulación de 4 hombres. El sistema de pesca a utilizarse será el trasmallo y palangre de fondo y media agua, para capturar especies de carne blanca, - localizadas a 15 y 20 millas de la costa y a 80 y 100 brazas de profundidad, como ser: murico, colorado, perera, camotillo, pargo, tollo, cabezudo, picudo, dorado, albacora, bonito y mo renilla, conservados en hielo.

Laborará durante todo un año, con un promedio de 40 viajes anuales, por ser éste la media anual de faena de esta clase de embarcaciones, de acuerdo a la tradición pesquera de la región, con una velocidad de crucero de 8 nudos, con buen tiempo.

#### 3.2. DESCRIPCION GENERAL DE LA EMBARCACION

La eslora total oscilará entre 12 y 13 metros; el casco, la cubierta y los mamparos, serán de ferrocemento; la caseta de madera forrada con plywood. El equipo de pesca será accionado eléctricamente, la máquina principal será diesel. La capacidad neta de la bodega de pescado será de aproximadamente 5 toneladas, estibado 60% al granel hacia las bandas de las bodegas; y, 40% en cajas, en el centro de la bodega. Todo conservado con hielo desmenuzado.

Finalmente, estará equipado con un pequeño ecosonda, para la de  
tección de los peces.

### 3.3 SOCIEDAD CLASIFICADORA

Para la determinación del escantillonado del casco y la cubierta, se utilizará como referencia las Reglas Tentativas para la construcción y clasificación de embarcaciones de ferrocemento - mayores de 30 metros de la DET NORSKE VERITAS (1.974).

### 3.4 SELECCION DE DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS PRINCIPALES

Para establecer las dimensiones tentativas principales, se han tabulado las principales características de barcos pesqueros de ferrocemento, que actualmente operan en el mundo (Tabla # 1)

Posteriormente, en base de estos datos, establecemos las siguientes relaciones: (Tabla # 2).

$$a_1 = Lwl/Bwl$$

$$a_2 = Bwl/T$$

$$a_3 = Bwl/D$$

Las mismas que graficamos en función del volúmen de bodega correspondiente, obteniendo los gráficos # 1, 2, 3, con la respectiva ecuación de la recta característica.

De las relaciones  $a_1$ ,  $a_2$ , y  $a_3$  obtenemos:

$$Lwl = a_1 Bwl$$

$$T = Bwl/a_2$$

$$D = Bwl/a_3$$

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE BARCOS PESQUEROS DE FERROCEMENTO QUE ACTUALMENTE OPERAN EN EL MUNDO.

FUENTE : FISH BOATS OF THE WORLD 3

LWL	12.20	12.16	10.97	12.57	12.17	12.89	13.70	11.32	13.40	13.60	11.50	10.97	11.63	9.76	10.50	12.60
BWL	3.81	-	3.35	3.05	3.05	3.06	3.22	2.90	3.20	3.84	3.80	3.60	3.66	2.90	3.12	4.03
D	1.20	-	-	1.93	1.43	1.73	2.22	1.03	1.25	1.80	1.65	1.64	1.64	1.26	1.50	1.85
T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.05	0.99	1.22	0.76	-	-
A	12.00	15.60	5.60	-	-	-	-	-	-	-	14.00	12.32	17.55	7.43	-	-
V <sub>b</sub>	-	-	-	3.30	3.30	3.30	2.64	3.70	3.96	-	6.00	6.80	9.90	5.70	8.50	12.00
V <sub>b</sub> /Δ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.42	.55	.56	.76	-	-
C <sub>b</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.297	.307	.329	.386	-	-

TABLA N° 1



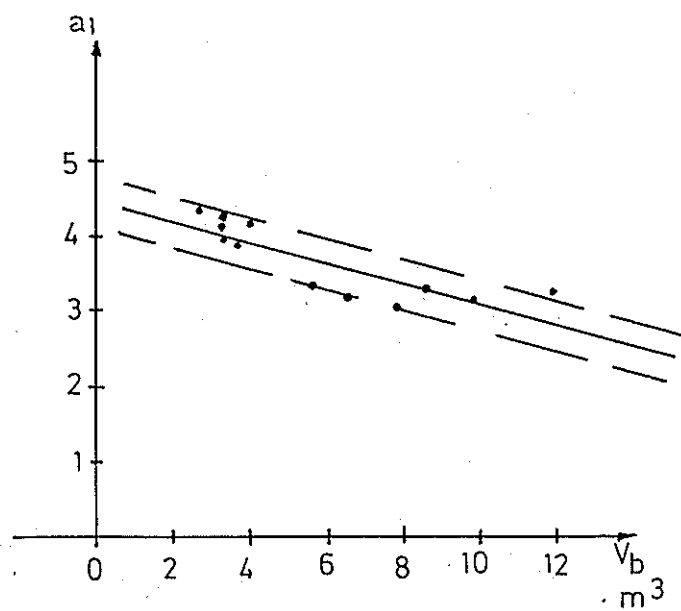
RELACIONES:  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$ .

$V_b$	2.64	3.30	3.30	3.30	3.70	3.96	5.70	6.80	7.90	8.50	9.90	12.00
$a_1 = L_{WL}/\sum WL$	4.25	4.12	3.99	4.21	3.90	4.18	3.36	3.13	3.02	3.36	3.17	3.12
$a_2 = \sum WL/T$	-	-	-	-	-	-	3.81	3.53	3.61	-	3.00	-
$a_3 \sum WL/D$	2.63	1.58	2.13	1.76	2.81	2.96	2.30	2.13	2.30	2.08	2.23	2.17

TABLA N° 2

FUENTE: Autor

Relacion  $LWL/\beta WL \approx a_1$ , en funcion de  $V_b$



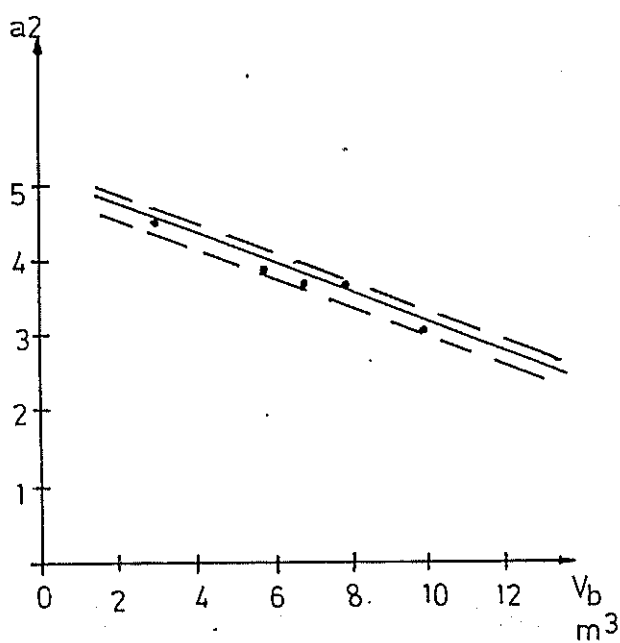
FUENTE: AUTOR

$$Y = mx + b$$

$$a_1 = - 1.7 V_b + 4.77$$

FIGURA N° 1

Relación  $\Sigma WL/T = a_2$ , en función de  $V_b$



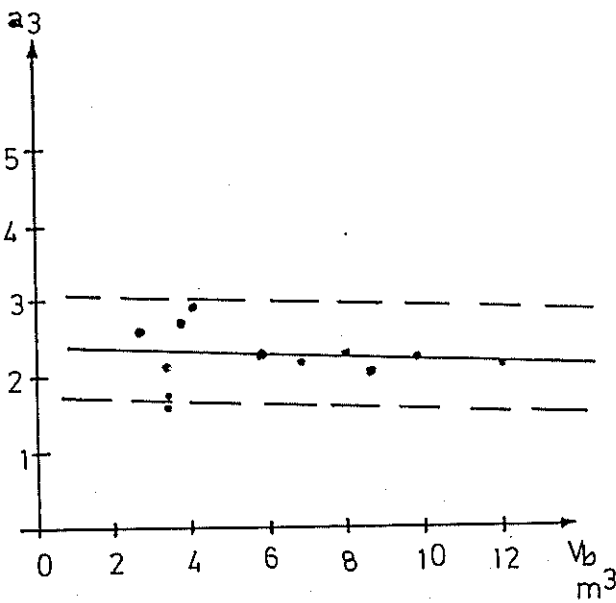
FUENTE: AUTOR

$$Y = mx + b$$

$$a_2 = - 0.19 V_b + 5.09$$

FIGURA N° 2

Relacion  $\exists WL/D = a_3$ , en funcion de  $V_b$



FUENTE : AUTOR

$$Y = mx + b$$

$$a_3 = - 0.16 V_b + 2.39$$

FIGURA . Nº 3

Conocemos que:

$$\begin{aligned}\nabla &= Lwl \times T \times Cb \\ &= a_1 Bwl \times \frac{Bwl}{a_2} \times Cb \\ &= (Bwl)^3 \times \frac{a_1 Cb}{a_2}\end{aligned}$$

$$B_{wl} = \sqrt[3]{\frac{\nabla \times a_2}{Cb \times a_1}}$$

Para la primera aproximación, asumimos los siguientes valores:

- a)  $Cb = 0.35$ ; el coeficiente de bloque en los barcos pesqueros, tiene un rango permisible entre 0.3 y 0.78. De la tabulación de las principales características de barcos pesqueros de ferecimiento que actualmente operan en el mundo, el coeficiente de bloque varía entre .297 y .336 (Tabla # 1).
- b)  $Vb = 10 \text{ m}^3$ ; se necesita 0.5 toneladas de hielo, para conservar 1.0 tonelada de pescado. Se incluye además, 25% de espacio necesario para el asilamiento y cajas.
- c)  $\frac{Vb}{\text{ton.}} = 0.6$ ; el rango de variación de ésta relación, oscila entre .42 y 0.75 (Tabla # 2). De esta relación hacemos la primera estimación de desplazamiento.

$$\frac{Vb}{\text{ton.}} = 0.6 \frac{\text{m}^3}{\text{ton.}}$$

$$= \frac{10 \text{ m}^3}{0.6 \frac{\text{m}^3}{\text{ton.}}} = 16.66 \text{ ton.}$$

$$= \frac{Vb}{0.6} \text{ ton.}$$

$$= 16.26 \text{ m}^3.$$

De las figuras # 1, 2 y 3; y, con  $V_b = 10 \text{ m}^3$ . obtenemos:

$$a_1 = 3.10$$

$$a_2 = 3.15$$

$$a_3 = 2.20$$

$$Bw_l = \frac{16.26 \times 3.15}{0.35 \times 3.10} = 3.620 \text{ metros}$$

$$Lw_l = \frac{3.10 \times 3.62}{1} = 11.22 \text{ metros}$$

$$T = \frac{3.62}{3.15} = 1.14 \text{ metros}$$

$$D = \frac{3.62}{2.20} = 1.64 \text{ metros}$$

Resumen de características principales:

$$Lw_l = 11.22 \text{ metros}$$

$$Bw_l = 3.62 \text{ metros}$$

$$D = 1.64 \text{ metros}$$

$$T = 1.14 \text{ metros}$$

$$Cb = 0.35$$

$$V_b = 10 \text{ metros cúbicos}$$

$$= 11.22 \text{ m} \times 3.62 \text{ m} \times 1.14 \text{ m} \times 0.35 = 16.20 \text{ m}^3$$

$$= 16.20 \text{ m}^3 \times 1.025 \text{ ton/m}^3 = 16.6 \text{ ton.}$$

$$CUNO = 11.22 \text{ m} \times 3.62 \text{ m} \times 1.64 \text{ m} = 66.61 \text{ m}^3$$

#### 3.4.1. Cálculo del desplazamiento ligero,

De las figuras # 4, obtenemos los siguientes valores:

a) Area estimada del casco	=	74	$\text{m}^2$
Area estimada de la cubierta	=	23	$\text{m}^2$
20% de manparos y otros	=	19.4	$\text{m}^2$
		116,4	$\text{m}^2$

PESO POR METRO CUADRADO DEL CASCO Y CUBIERTA EN FUNCION DEL NUMERO CUBICO

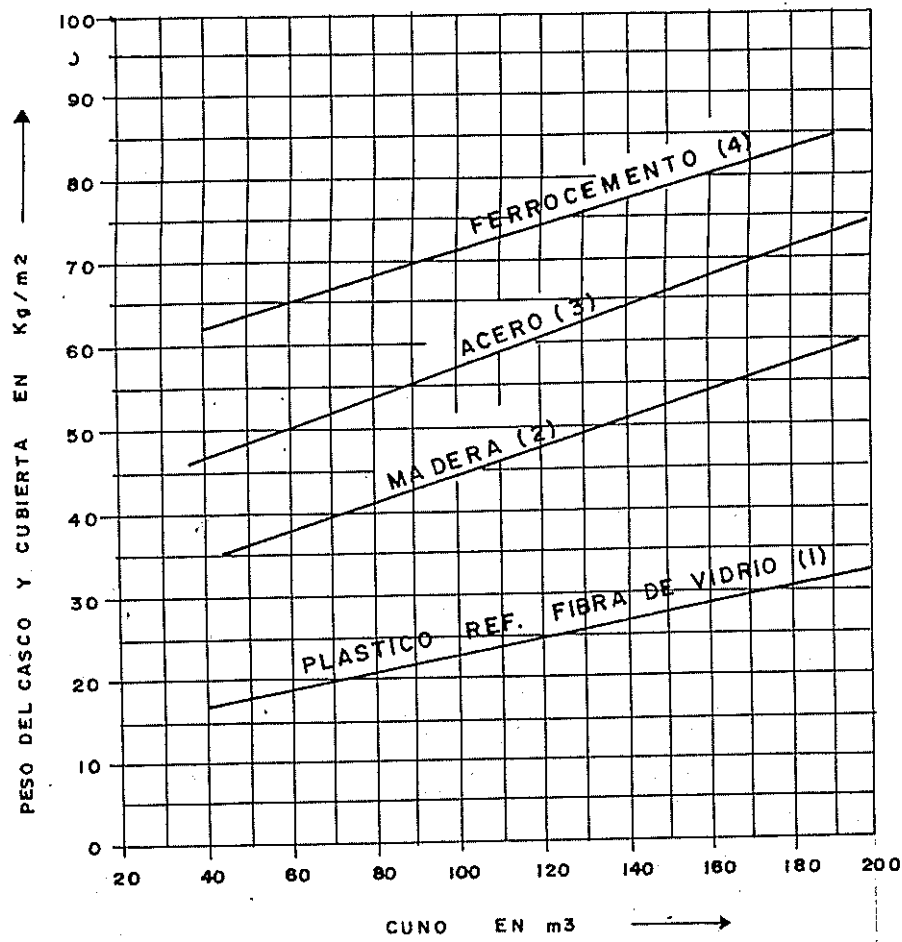


FIGURA N° 4

AREA DEL CASCO Y LA CUBIERTA

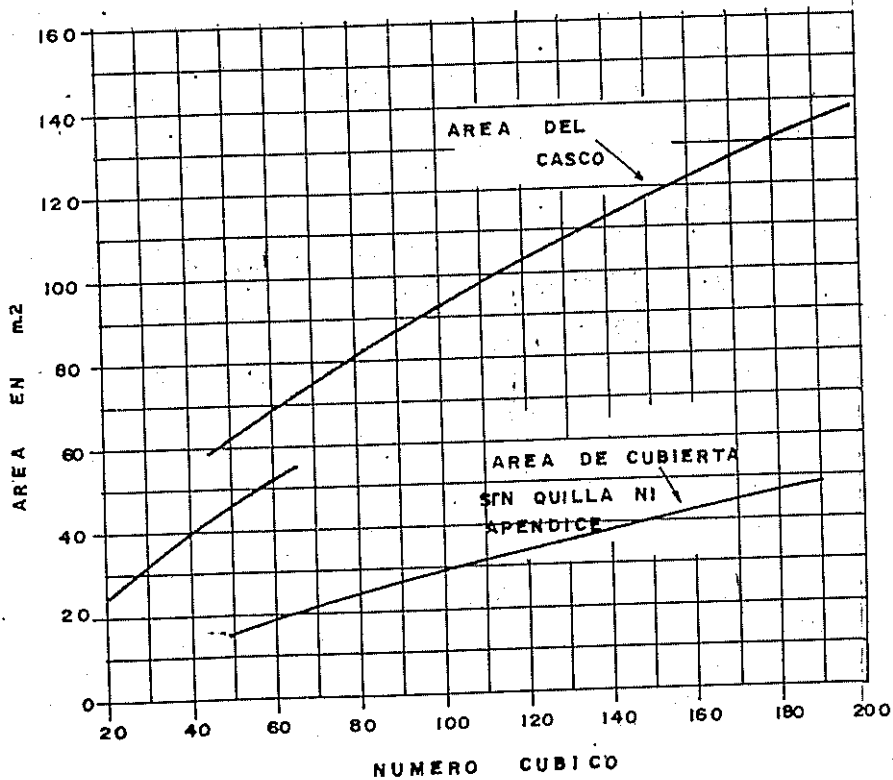
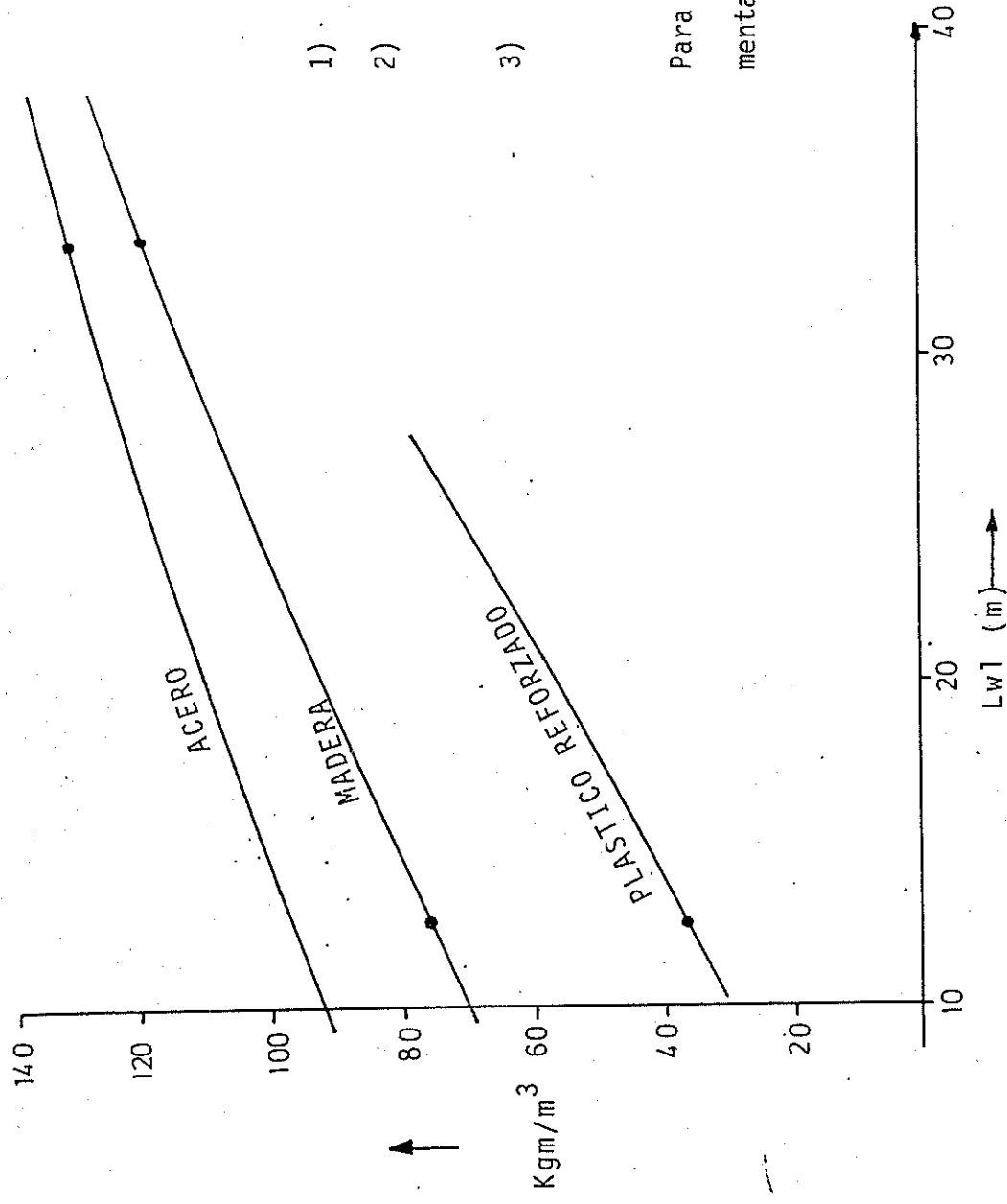


FIGURA N° 5



Estimaciones preliminares de peso:

- 1) Alistamiento:  $40 - 50 \text{ Kg/m}^3 \times \text{CUNO}$
- 2) Motor principal y auxiliar:  
 $75 - 25.0 \text{ Kg/m}^3 \times \text{CUNO}$
- 3) Equipo de Pesca:  
 $7.0 - 8.5 \text{ Kg/m}^3 \times \text{CUNO}$

Para el desplazamiento liviano, se incrementa el 10%

FIGURA Nº 5.



Se asume :  $10 \text{ Hg/m}^2$  como peso de la estructura del -  
ferrocemento

$$P_c = 116,4 \text{ m}^2 \times 70 \text{ Hg/m}^2$$

De la figura # 5, obtenemos:

b) Peso del alistamiento

$$P_a = 40 \text{ Kg/m}^3 \times \text{CUNO}$$

c) Peso del motor principal y auxiliares. (Pm.p)

$$P_{m.p} = 15.0 \text{ Kg/m}^3 \times \text{CUNO}$$

d) Peso del equipo de pesca. (Pe.p)

RESUMEN:

$$P_e = 116,4 \text{ m}^2 \times 70 \text{ Kg/m}^2 = 8.126.42 \text{ kg.}$$

$$P_a = 40 \text{ Kg/m}^3 \times 66.61 \text{ m}^3 = 2.664,40 \text{ kg.}$$

$$P_{m.p.} = 15 \text{ Kg/m}^3 \times 66.61 \text{ m}^3 = 999.15 \text{ Kg.}$$

$$p.e.p. = 7 \text{ Kg/m}^3 \times 66.61 \text{ m}^3 = \underline{466.27 \text{ kg.}}$$

$$12.256.55 \text{ Kg.}$$

+ 10%

$$\underline{1.225.65 \text{ Kg.}}$$

DESPLAZAMIENTO LIGERO

$$= 13.482.20 \text{ Kg.}$$

### 3.4.2 Cálculo del porte bruto

a) Potencia de la máquina. De la figura # 6, obtenemos la potencia de la máquina principal, en función del número cúbico:  $HP = 65$

b) Peso de combustible (p.c.)

$$p.c = 0.19 \text{ Kg/hora} \times H.P. \times 65.H.P \times 4 \text{ días} \times 24 \text{ -} \\ \text{horas/días} = 1.185.6 \text{ Kg.}$$

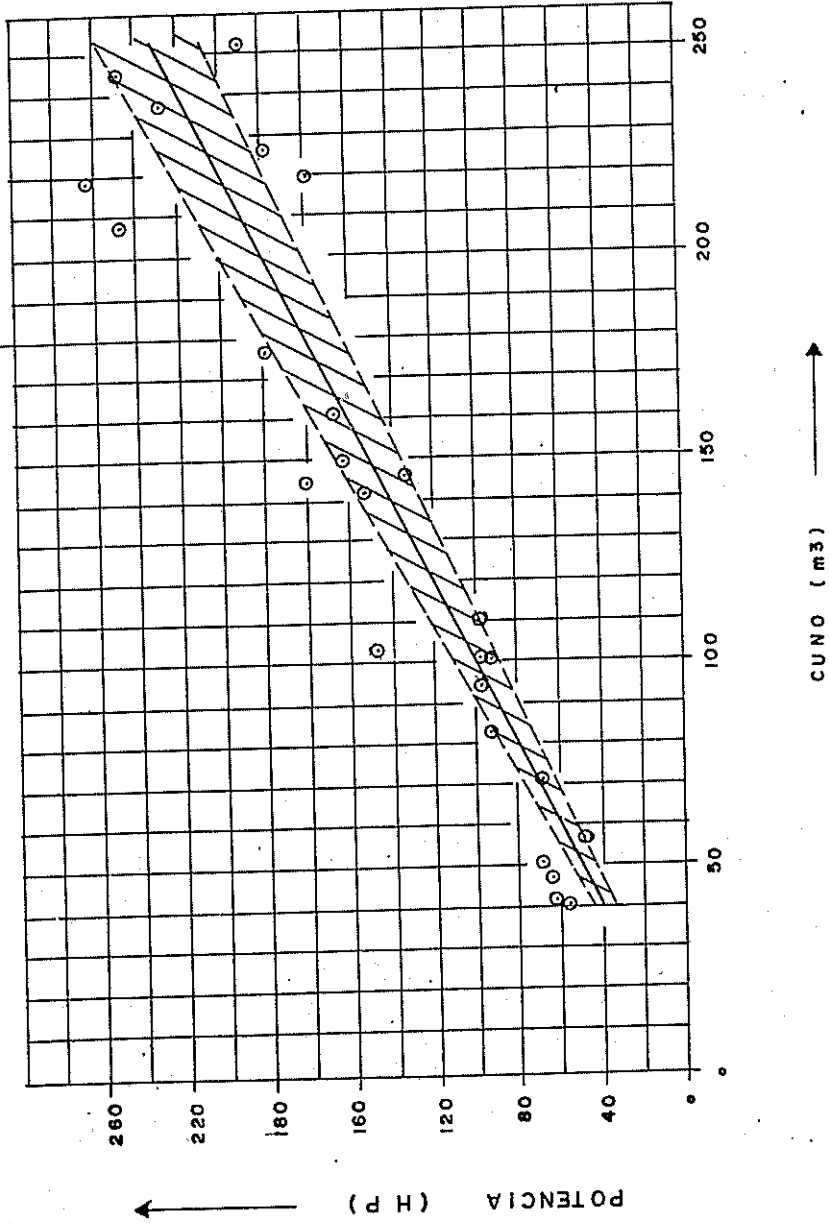
c) Peso del hielo (p.h)

$$p.h. = 0.5 \times 5 \text{ ton.} = 2.5 \text{ ton.} = 2.500 \text{ Kg.}$$

d) Peso de tripulación (p.t)

$$p.t. = 4 \text{ hombres} \times 100 \text{ kg/hombre} = 400 \text{ kg.}$$

POTENCIA DEL MOTOR PRINCIPAL EN FUNCION DE NUMERO CUBICO



FUENTE : FYSON J.F

FIGURA N° 6

e) Peso de los aparejos de pesca (p.a.p) = 500 Kg.

f) Peso de agua dulce (p.a.d)

$$p.a.d = 10 \text{ Kg/día} \times \text{trip} \times 4 \text{ trip} \times 4 \text{ días} = 160\text{Kg.}$$

g) Peso de las provisiones (p.p.r)

$$p.p.r = 4 \text{ trip} \times 4 \text{ días} \times 5 \text{ kilos/trip} \times \text{día} = 90\text{Kg.}$$

h) Peso del pescado (p.p)

$$p.p = 5.000 \text{ Kg.}$$

RESUMEN:

$$p.e = 1.185.6 \text{ Kg.}$$

$$p.h = 2.500.0 \text{ "}$$

$$p.t = 400.0 \text{ "}$$

$$p.a.p = 500.0 \text{ "}$$

$$p.a.d = 160.0 \text{ "}$$

$$p.p.r = 90.0 \text{ "}$$

$$p.p = \underline{5.000.0 \text{ "}}$$

$$\text{Porte Bruto} = 9.835.6 \text{ Kg.}$$

3.4.3 Cálculo de desplazamiento total, en tres condiciones de carga diferentes.

<u>ITEMS</u>	<u>SALIDA DE PUERTO</u>	<u>A MEDIA CARGA</u>	<u>A MAXIMA CARGA</u>
p.c	1.185.6 Kg	592.8 Kg	592.8 Kg
p.a.d	160.0 "	80.0 "	80.0 "
p.p	0.0 "	2.500.0 "	5.000.0 "
p.h	2.500.0 "	1.250.0 "	1.250.0 "
p.a.p	500.0 "	500.0 "	500.0 "
p.t	400.0 "	400.0 "	400.0 "

p.p.r	90.0 Kg	45.0 Kg	45.0 Kg
Porte Bruto	4.835.6 "	5.139.8 "	7.639.8 "
Desplazamiento			
Liviano	13.482.2 "	13.482.2 "	13.480.2 "
Desplazamiento			
Total	18.317.8 "	18.622.0 "	21.119.0 "

El desplazamiento preliminar asumido es de 16.6 ton., que está muy por debajo de los resultados obtenidos.

#### 3.4.4 Nueva aproximación para la estimación de las dimensiones y características principales.

Asumimos:

$$V_b = 11 \text{ m}^3$$

$$\frac{V_b}{\Delta} = 0.55 \frac{\text{m}^3}{\text{ton.}}$$

$$\Delta$$

$$C_b = 0.36$$

De los gráficos # 1, 2 y 3.

$$a_1 = 3.00$$

$$a_2 = 2.95$$

$$a_3 = 2.20$$

$$\Delta = \frac{11}{0.55} = 20 \text{ ton.}$$

$$\nabla = 19.51 \text{ m}^3$$

$$Bwl = \sqrt[3]{\frac{19.51 \times 2.95}{0.36 \times 3.00}} = 3.76 \text{ m.}$$

$$Lwl = 3.76 \times 3.10 = 11.66 \text{ m.}$$

$$T = \frac{3.76}{2.95} = 1.27 \text{ m.}$$

$$D = \frac{3.76}{2.20} = 1.70 \text{ m.}$$

$$\text{CUNO} = 11.66 \text{ m} \times 3.76 \text{ m} \times 1.70 \text{ m} = 74.53 \text{ m}^3$$

#### 3.4.4.1 Cálculo del desplazamiento liviano

$$P_c = 121 \text{ Kg/m}^3 \times 74.53 \text{ m}^3 = 9.018,2 \text{ Kg}$$

$$P_a = 40 \text{ Kg/m}^3 \times 74.53 \text{ m}^3 = 2.981,2 \text{ "}$$

$$P_p = 15 \text{ Kg/m}^3 \times 74.53 \text{ m}^3 = 1.117,9 \text{ "}$$

$$P_{ep} = 7 \text{ Kg/m}^3 \times 74.53 \text{ m}^3 = 521,7 \text{ "}$$

13.639.0 Kg

+ 10% 1.363.9 "

DESPLAZAMIENTO LIVIANO 15.002.9 Kg

#### 3.4.4.2 Cálculo del Porte Bruto

Se asume el encontrado en el primer tanteo, ya que su variación es mínima

#### 3.4.4.3 Cálculo del desplazamiento total, en tres condiciones de carga diferentes

<u>ITEMS</u>	<u>Salida de Caladero</u>	<u>Media carga</u>	<u>Máxima carga</u>
Porte Bruto	5.291.6 Kg	5.595,8 Kg	8.095,8 Kg
Desplaz.Liviano	15.002,9 "	15.002,9 "	15.002,9 "
Desplaz.Total	20.294.5 "	20.598.7 "	23.098.7 "

El desplazamiento obtenido (20 Ton.), representa el 97% del desplazamiento a media carga; y, el 87% del desplazamiento a máxima carga, lo cual se considera aceptable.

Resumen de las dimensiones y características -  
principales, preliminares:

$$Lwl = 11.66 \text{ m.}$$

$$Bwl = 3.76 \text{ m.}$$

$$T = 1.27 \text{ m.}$$

$$D = 1.70 \text{ m.}$$

$$CUNO = 74.53 \text{ m}^3.$$

$$Vb = 11 \text{ m}^3$$

$$\frac{Vb}{\Delta} = 0.55$$

$$\Delta$$

$$Cb = 0.36$$

$$\Delta = 20.54 \text{ Ton.}$$

#### 5.5 Francobordo y calado

Francobordo de construcción (F.c)

$$F.c = 1.70 \text{ m} - 1.27 \text{ m} = 0.43 \text{ m.}$$

Toneladas por centímetro de inmersión (TPC 1)

$$TPC1 = Lwl \times Bwl \times Cwl \times \frac{1}{100} \times 1.025$$

$$= 11.66 \times 3.76 \times 0.7 \times \frac{1}{100} \times 1.025$$

$$= 0.3145$$

Variación de calado ( $\Delta T$ )

$$(\Delta T) \text{ Salida} = \frac{20.29 - 20.54}{0.3145} = -0.8 \text{ cm.}$$

$$(T) \text{ Salida} = 127.0 \text{ cm} - 0.8 \text{ cm} = 126.2 \text{ cm.}$$

$$(F) \text{ Salida} = 170.00 - 126.2 = 43.8 \text{ cm.}$$

$$(\Delta T) \text{ Media carga} = \frac{20.59 - 20.54}{0.3145} = 0.16 \text{ cm.}$$

$$(T) \text{ Media carga} = 127 \text{ cm} + 0.16 \text{ cm.} = 127.16 \text{ cm.}$$

$$(F) \text{ Salida} = 170.0 - 127.16 = 42.84 \text{ cm.}$$

$$(\Delta T) = \frac{23.1 - 20.54}{0.3145} = 8.14 \text{ cm.}$$

$$(T) \text{ Máxima carga} = 127 \text{ cm.} + 8.14 \text{ cm.} = 135.14 \text{ cm.}$$

$$(F) \text{ Máxima carga} = 170 \text{ cm.} - 135.14 \text{ cm.} = 34.86 \text{ cm.}$$

De conformidad a las normas básicas de seguridad para barcos pesqueros, dictadas por IMCO:

$\frac{f_{m'm}}{Bwl}$ , tiene un rngulo permisible entre 0.02 y 0.20

De los resultados obtenidos,

$$\frac{f_{m'm}}{Bwl} = \frac{34.86 \text{ cm}}{376 \text{ cm}} = 0.0927$$

Lo cual se considera aceptable

3.6 Con los datos obtenidos, trabajamos el bosquejo preliminar de las líneas de forma (Fig. # 7), arreglo general (Fig. # 8); y, capacidad de bodega (Fig. # 9).

BOSQUEJO PRELIMINAR DE LINEAS DE FORMA

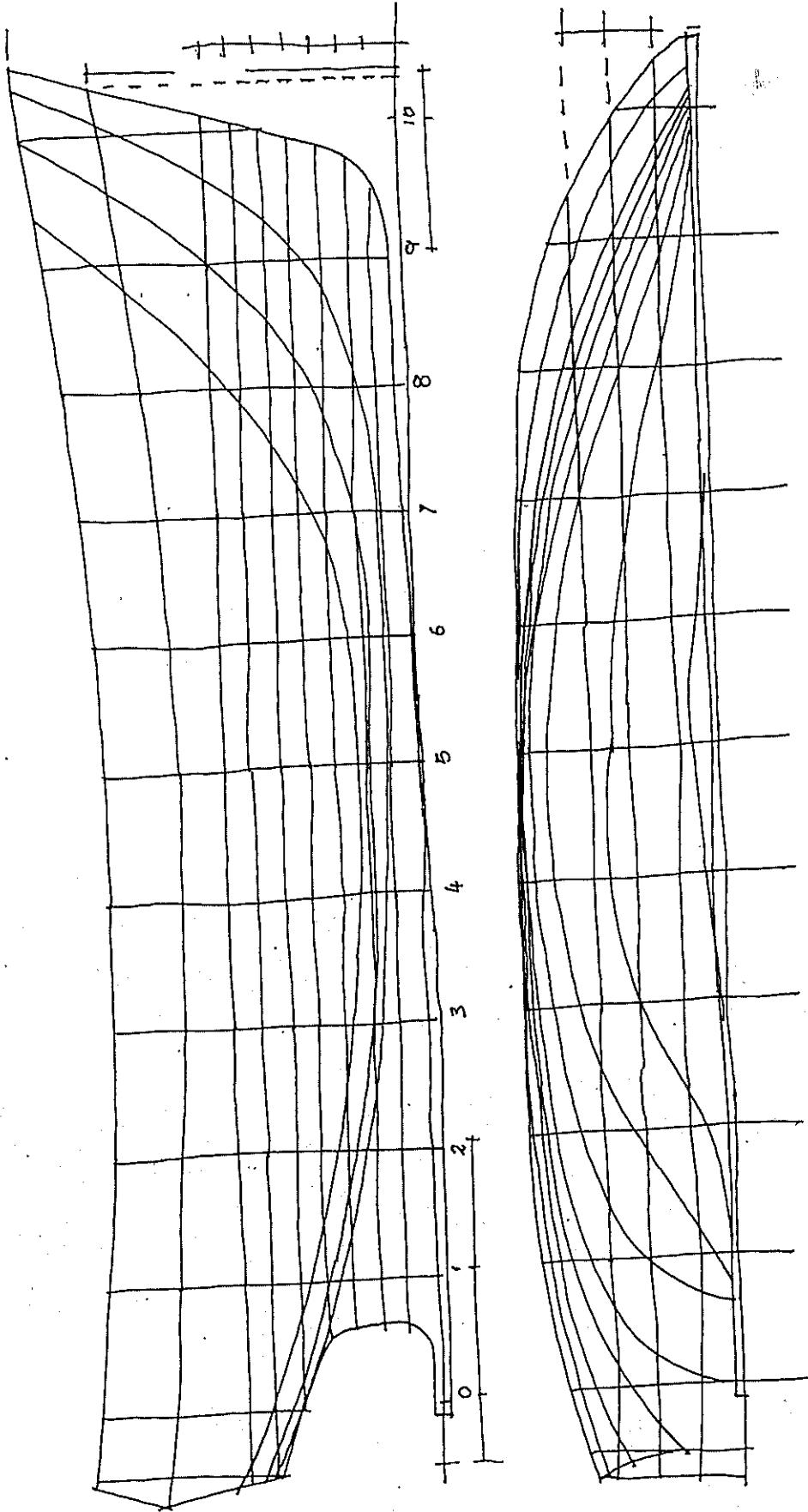


FIGURA N° 7



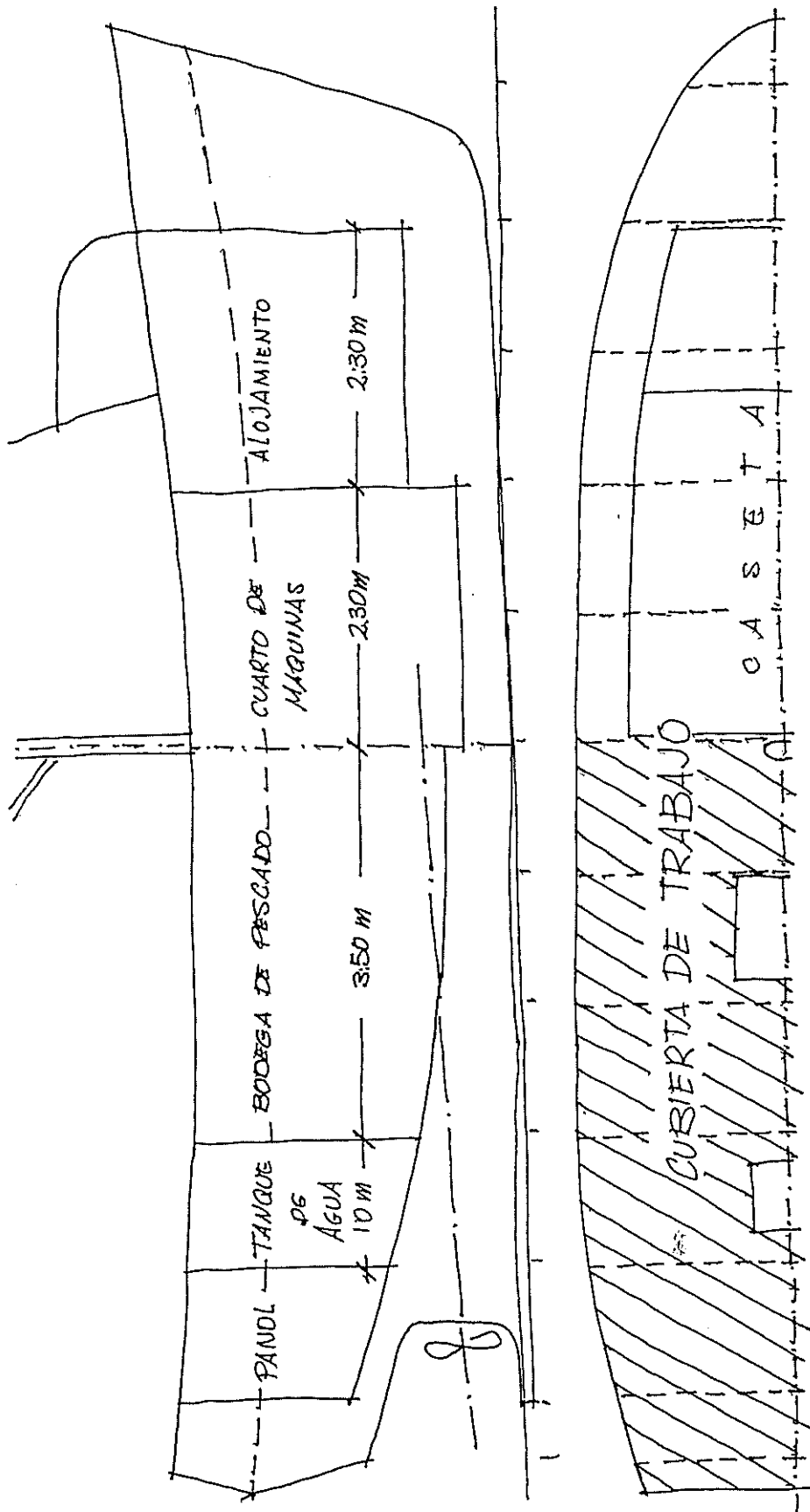
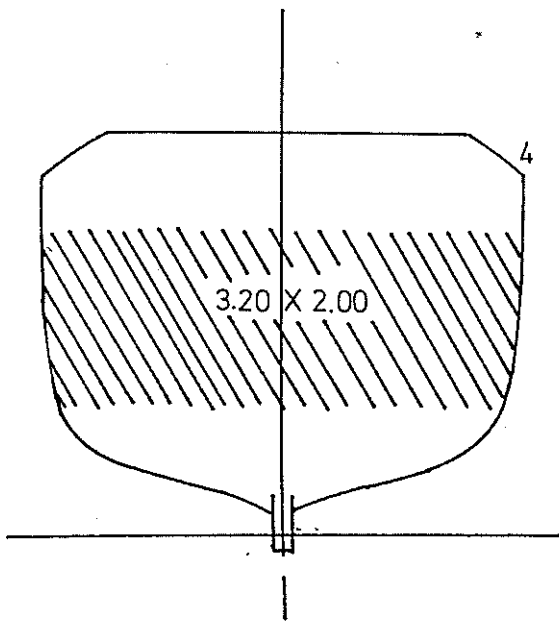


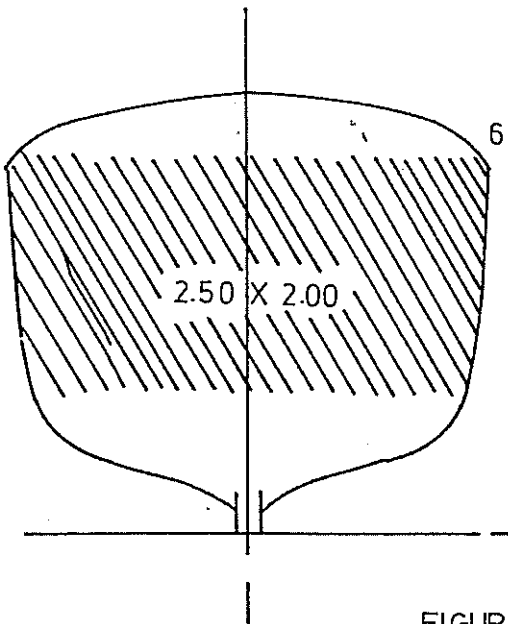
FIGURA. N° 8

DETERMINACION PRELIMINAR DE LAS  
CAPACIDADES INTERNAS



BODEGA DE PESCADO

$$3.2 \times 1.3 \times 3.0 = 12.5 \text{ m}^3$$



CUARTO DE MAQUINAS

$$2.5 \times 2 \times 1.5 = 7.5 \text{ m}^3$$

FIGURA N° 9

## CAPITULO IV

### DISEÑO DEFINITIVO

#### 4.1 LINEAS DE FORMAS

Tomando como base las dimensiones principales de la embarcación obtenidas en el Diseño Preliminar, esto es:

$$Lwl = 11.66 \text{ m.}$$

$$Bwl = 3.76 \text{ m.}$$

$$T = 1.27 \text{ m.}$$

$$D = 1.70 \text{ m.}$$

Trabajamos las líneas de formas (Plano No. 1).

De las mismas, obtenemos las dimensiones principales definitivas:

$$L = 12.96 \text{ m.}$$

$$Lpp = 12.26 \text{ m.}$$

$$Lwl = 11.60 \text{ m.}$$

$$B = 3.60 \text{ m.}$$

$$T = 1.18 \text{ m.}$$

$$D = 2.00 \text{ m.}$$

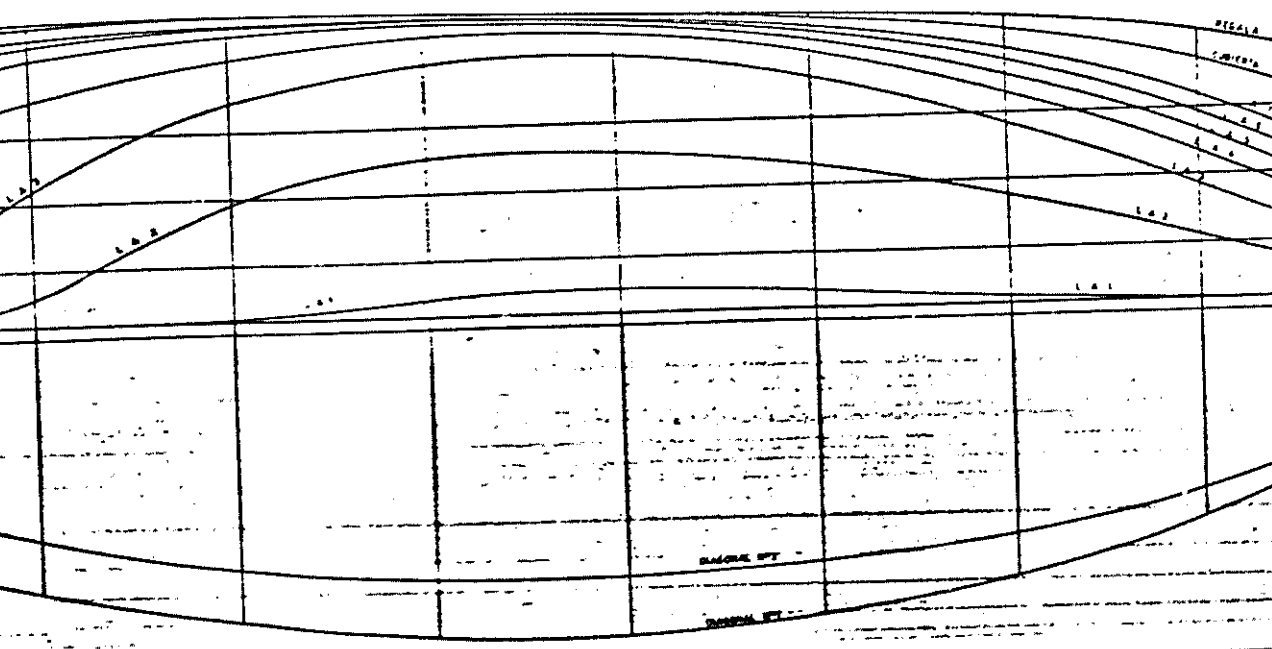
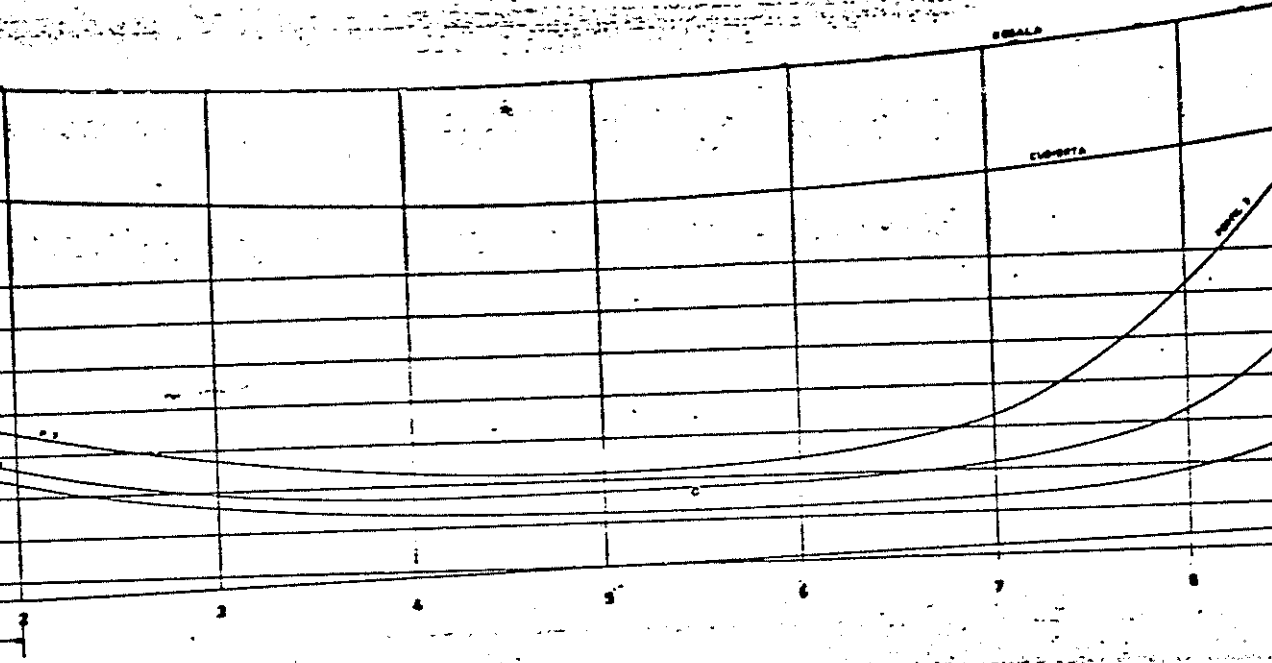
La tabla de puntos correspondiente se muestra en (Tabla No. 3)

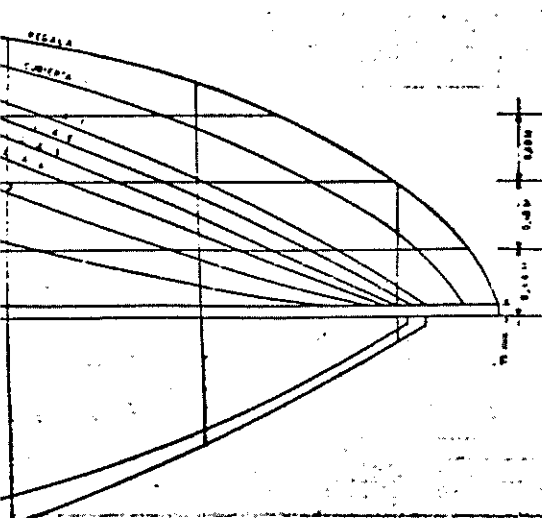
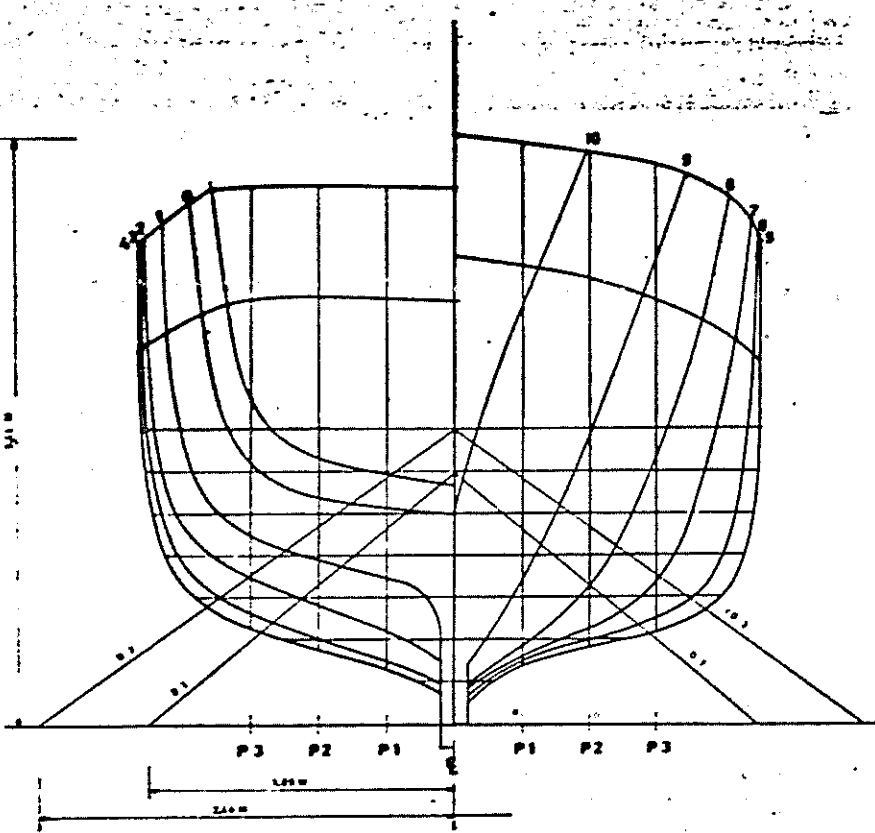
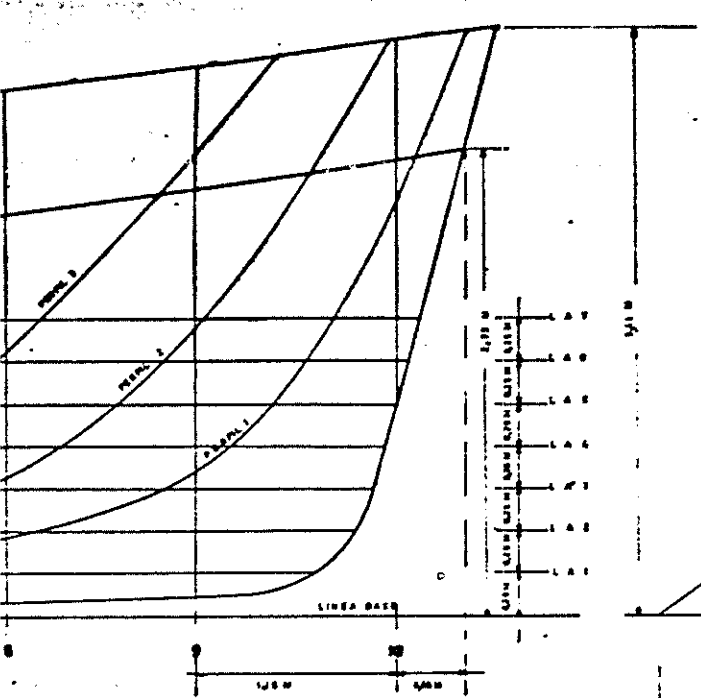
#### 4.2 ARREGLO GENERAL (Plano No. 2)

#### 4.3 CURVAS HIDROSTATICAS

##### 4.3.1 Areas Seccionales

Del plano de Líneas de Forma y con el empleo del Planímetro, calculamos las áreas seccionales (Tabla No. 4)





**CARACTERISTICAS**

ESCALA TOTAL	1:25
ESCALA ENTRE PERFILES	1:100
ESCALA DE PLANTON	1:200
MARCA	1:200
PUNTALES	1:200
VALADO	1:200
CO	1:200
CO	1:200
VOLUMEN DE COCINA	0.100 m <sup>3</sup>
DESPEJA LINEA DE FLUJACION	0.100 m
MOTOR PROPULSOR	30.00 HP
MATERIAL DE CONSTRUCCION	PERFILERIA

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL TESIS DE GRADO INGENIERIA NAVAL	
*-- PLANO DE LINEAS DE FORMAS	
ESCALA 1:25	PLANO N°
DIBUJADO VICENTE GONZALEZ TOALA	①
CALCULADO VICENTE GONZALEZ TOALA	
DIRECTOR DE TESIS ING. MIGUEL FIERRO	
FECHA FEBRERO 1941	

# TABLA DE PUNTOS

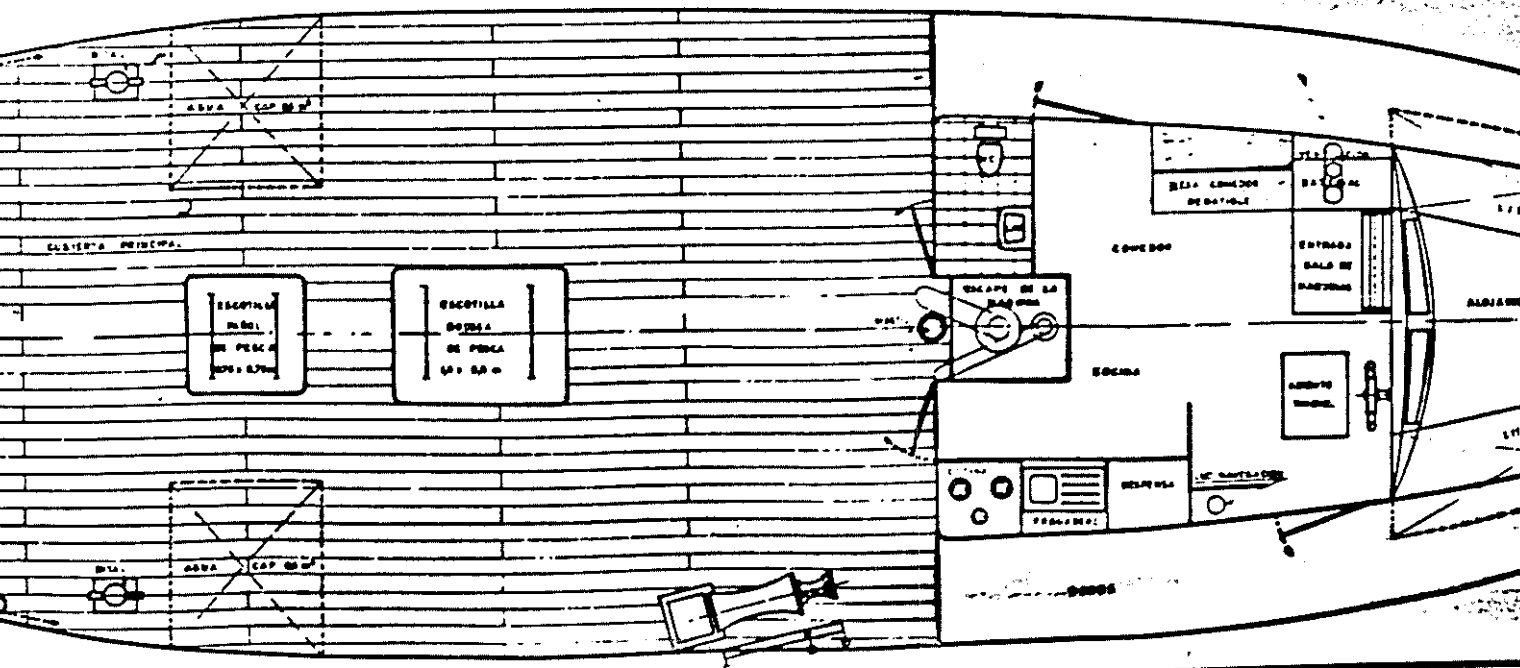
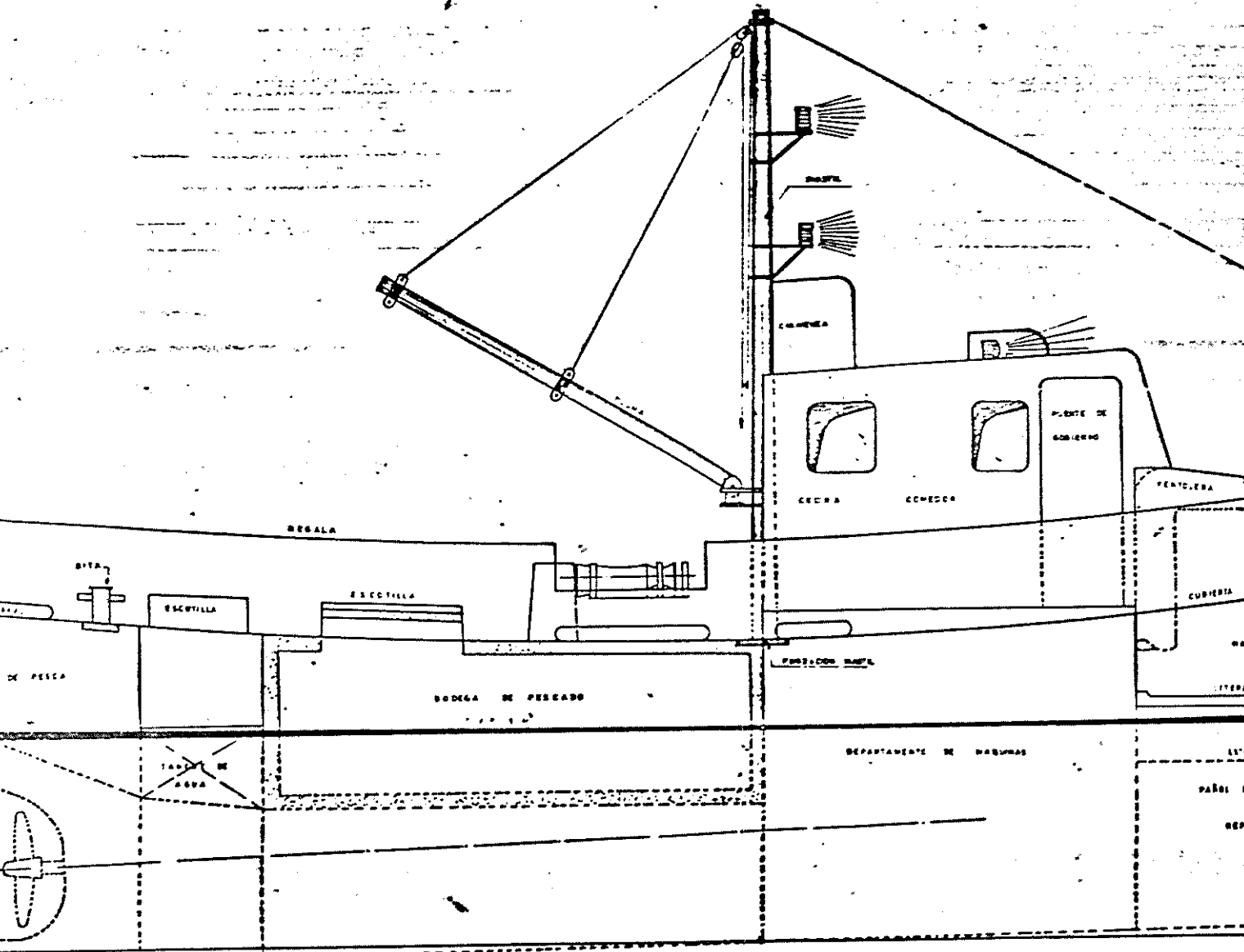
## SEMIMANGAS .

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
LA 1	-	-	-	0.75	2.00	1.80	1.40	1.00	-	-	-
LA 2	-	-	2.00	7.10	9.40	10.20	9.40	7.20	4.30	1.80	-
LA 3	-	1.60	9.40	13.80	15.40	16.00	14.30	11.20	7.50	3.40	-
LA 4	-	8.80	14.20	16.30	17.20	17.40	16.00	13.10	9.40	4.80	-
LA 5	-	13.90	16.40	17.20	17.80	18.00	16.70	14.20	10.60	6.00	-
LA 6	11.60	15.50	17.20	17.70	18.20	18.10	17.20	15.00	11.60	7.20	0.60
LA 7	13.50	16.20	17.70	18.00	18.40	18.20	17.50	15.60	12.60	8.30	1.30
CUB	15.70	17.00	18.10	18.40	18.60	18.30	18.00	16.90	14.80	11.20	5.00
RG 1	15.70	17.00	18.10	18.40	18.60	18.30	18.10	17.30	15.50	12.00	6.40
RG 2	-	-	-	-	-	18.30	18.50	17.60	16.00	12.50	7.40

## ALTURAS DESDE EL CANTO INFERIOR DE LA QUILLA .

B 1	1.30	0.90	0.60	0.43	0.35	0.34	0.36	0.36	0.50	0.87	2.46
B 2	1.40	1.00	0.68	0.50	0.45	0.46	0.49	0.56	0.84	1.72	-
B 3	1.59	1.18	0.88	0.71	0.60	0.57	0.63	0.84	1.58	2.72	-
CUB	2.48	2.36	2.28	2.20	2.17	2.16	2.21	2.30	2.42	2.51	2.72
RG 2	3.16	3.08	3.00	2.90	2.88	2.82	2.84	2.81	3.00	3.31	3.34

## TABLA N° 3



AREAS SECCIONALES

	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
L1	-	-	-	-	0.3	0.4	0.9	-	-	-	-
L2	-	0.9	1.3	2.1	2.7	2.8	3.7	2.6	0.7	-	-
L3	-	1.7	4.0	6.0	6.8	8.2	8.0	6.9	3.5	0.9	-
L4	-	1.9	4.5	7.2	9.2	9.7	10.1	9.1	7.1	2.8	-
L5	-	3.5	6.6	8.3	10.5	10.9	11.0	10.5	9.7	6.9	-
L6	0.4	4.2	6.9	9.0	10.6	11.3	11.5	11.0	9.3	8.6	5.0
L7	0.7	4.8	7.3	9.4	10.7	11.6	11.8	11.3	11.0	10.2	8.0

TABLA N° 4



4.3.2 Cálculo del Volúmen de desplazamiento ( $\nabla$ ), Desplazamiento ( $\Delta$ ) y Posición longitudinal del centro de flotación ( $X_b$ ).

$$\nabla = \frac{1}{3} \times S \times f(V), \text{ en m}^3$$

$$\Delta = 1.025 \nabla, \text{ en ton.}$$

$$X_b = \frac{f(M)}{f(V)} \times S, \text{ en m.}$$

Para nuestro caso:  $S = 1,16 \text{ m}$  (Tabla No. 5)

4.3.3 Cálculo de la posición vertical del centro de empuje ( $KB$ )

$$KB = \frac{f(M)}{f(V)} \times S$$

Para nuestro caso:  $S = 0.25 \text{ m}$ . (Tabla No. 6)

4.3.4 Cálculo del Area del plano de agua ( $A_w$ ), Posición longitudinal del centro de gravedad ( $X_g$ ), Momento de inercia longitudinal ( $I_l$ ), Momento de inercia transversal ( $I_t$ ), Radio metacéntrico longitudinal ( $MB_l$ ); Radio metacéntrico transversal ( $B_{mt}$ ), Momento unitario ( $M_l$ ), Tonelada por centímetro de inmersión (TPC1).

$$A_w = \frac{1}{3} \times S \times f(A) \times Z, \text{ en m}^2$$

$$X_g = \frac{f(M)}{f(A)} \times S, \text{ en m.}$$

$$I_l = \frac{1}{3} \times S^3 \times 2 \times f(M_l), \text{ en m}^4$$

$$I_t = \frac{1}{3} \times S \times 2 \times \frac{1}{3} f(M_t), \text{ en m}^4$$

$$BM1 = \frac{It}{\nabla}, \text{ en m.}$$

$$BMT = \frac{It}{\nabla}, \text{ en m.}$$

$$M1 = \frac{\Delta \cdot BM1}{100 L}, \text{ en m/ton.}$$

$$TPC1 = \frac{Aw1}{97,56}, \text{ en ton/cm.}$$

Tabla No. 7 y 8; Figura No. 10

4.3.5 Cálculo de los coeficientes de formas: Bloque ( $C_b$ ), Prisma (Cp), Sección media ( $C_m$ ); y, Plano de Agua ( $C_{w1}$ )  
Mediante las fórmulas:

$$C_b = \frac{V}{L \times B \times T}$$

$$C_p = \frac{V}{A_m \times L}$$

$$C_m = \frac{A_m}{B \times T}$$

$$C_{w1} = \frac{A_m}{L \times B}$$

Tablas N° 9; Figura N° 11

#### 4.4 CURVAS CRUZADAS

Para el cálculo de  $K_y$ , utilizamos la integración numérica, para ángulos de 15°, 30°, 45°, 60° y 75°. Tablas N° 10 y 11, Figura No. 12.

#### 4.5 CALCULO DE ESCANTILLONADO

CALCULO DE

VOLUMEN DE DESPLAZAMIENTO  $(\nabla) = \frac{1}{36.75} \times S \times f(v)$  en M3DESPLAZAMIENTO  $(\Delta) = 1,025 \nabla$  en Ton.POSICION LONGITUDINAL DEL CENTRO DE FLOTACION  $(X_B) = \frac{f(M)}{f(V)} \times S$  $S = 1,16$  m.

$$= \frac{1}{36.75} \cdot 1,16 \text{ m} \cdot 5,6 \text{ m}^2 = 0,177 \text{ m}^3$$

$$= \frac{1,025 \text{ tn}}{\text{m}^3} \cdot 0,177 \text{ m}^3 = 0,181 \text{ tm.} \quad K_B = \frac{-2,4 \text{ m}^3}{5,6 \text{ m}^3} \cdot 1,16 \text{ m} = 0,50 \text{ m}$$

36.75 Factor de conversión de la lectura del planímetro a  $\text{m}^2$ .

Plano de agua Nº 1

E	A	FS	f(V)	B	f(M)
10					
9					
8					
7	0.00	1	0.00	2	0.00
6	0.30	4	1.20	1	1.20
5	0.40	2	0.80	0	+ 1.20
4	0.90	4	3.60	1	3.60
3	0.00	1	0.0	2	0.0
2					- 3.6
1					
0					

$$\nabla = 0,177$$

$$\Delta = 0,181$$

$$X_B = - 0,50$$

TABLA Nº 5

5,6 - 2,4

Plano de agua N°2

E	A	F.S	f <sub>z</sub> (V)	Σ	f(M)	
10						
9	0.90	1	0.90	4	3.60	
8	1.30	4	5.20	3	15.60	
7	2.10	2	4.20	2	8.40	
6	2.70	4	10.80	1	10.80	
5	2.80	2	5.60	0	38.40	
4	3.70	4	14.80	1	14.80	
3	2.60	2	5.20	2	10.40	
2	0.70	4	2.80	3	8.40	
1	0.05	1	0.05	4	0.20	
0					33.80	
					49.50	+4.80

$$\nabla = 1.56$$

$$\Delta = 1.60$$

$$X_{\Sigma} = +0.11$$

Plano de agua N°3

E	A	F.S	f <sub>z</sub> (V)	Σ	f(M)	
10						
9	1.70	1	1.70	4	6.80	
8	4.00	4	16.00	3	48.00	
7	6.00	2	12.00	2	24.00	
6	6.80	4	27.20	1	27.20	
5	8.20	2	16.40	0	106.00	
4	8.00	4	32.00	1	32.00	
3	6.90	2	13.80	2	27.60	
2	3.50	4	14.00	3	42.00	
1	0.90	1	0.90	4	3.60	
0					104.60	
					134.00	+ 1.40

$$\nabla = 4.23$$

$$\Delta = 4.33$$

$$X_{\Sigma} = + 0.01$$

134.00 + 1.40 TABLA. N° 5.1

Plano de agua N°4

E	A	F.S	f (V)	Σ	f(M)
10					
9	1.90	1	1.90	4	7.60
8	4.50	4	18.00	3	54.00
7	7.20	2	14.40	2	28.80
6	9.20	4	36.80	1	36.80
5	9.70	2	19.40	0	127.20
4	10.10	4	40.40	1	40.40
3	9.10	2	18.20	2	36.40
2	7.10	4	28.40	3	85.20
1	2.80	1	2.80	4	11.20
0					173.20

151.90      -46.00

$$\nabla = 4.80$$

$$\Delta = 4.90$$

$$X_{\Sigma} = -0.35$$

Plano de agua N°5

E	A	F.S	f (V)	Σ	f(M)
10					
9	3.50	1	3.50	4	14.00
8	6.60	4	26.40	3	79.20
7	8.30	2	16.60	2	33.20
6	10.50	4	42.00	1	42.00
5	10.90	2	21.80	0	168.40
4	11.00	4	44.00	1	44.00
3	10.50	2	21.10	2	42.00
2	9.70	4	38.80	3	116.40
1	6.90	1	6.90	4	27.60
0					230.00

221.00      -61.60

$$\nabla = 7.13$$

$$\Delta = 7.30$$

$$X_{\Sigma} = -0.32$$

TABLA. N° 5.2

Plano de agua N° 6

E	A	F.S	f(V)	Σ	f(M)
10	0.40	1	0.40	5	2.00
9	3.50	4	14.00	4	56.00
8	6.30	2	12.60	3	37.80
7	9.00	4	36.00	2	72.00
6	10.00	2	20.00	1	20.00
5	10.60	4	42.60	0	187.00
4	11.00	2	22.00	1	22.00
3	10.20	4	40.80	2	81.60
2	9.30	2	18.60	3	55.80
1	8.60	4	34.40	4	137.60
0	5.00	1	5.00	5	25.00

246.40

322.00

-135.

Plano de agua N° 7

E	A	F.S	f(V)	Σ	f(M)
10	0.70	1	0.70	5	3.50
9	4.80	4	19.20	4	76.80
8	7.30	2	14.60	3	43.80
7	9.40	4	37.60	2	75.20
6	10.70	2	21.40	1	21.40
5	11.60	4	46.40	0	220.70
4	11.80	2	23.60	1	23.60
3	11.30	4	45.20	2	90.40
2	11.00	2	22.00	3	66.00
1	10.20	4	40.80	4	163.20
0	8.00	1	8.00	5	40.00

271.50

$$\nabla = 7.8$$

$$\Delta = 8.0$$

$$X_{\Sigma} = -0.63$$

$$\nabla = 8.6$$

$$\Delta = 8.8$$

$$X_{\Sigma} = -0.68$$

TABLA N° 5.3

$$\text{CALCULO DE } K\exists = \frac{f(M)}{f(V)} \times S$$

$$S = 0.25 \text{ m.}$$

$$s = 0.25 \text{ m}$$

Plano de agua N°1

LA	A	FS	f(V)	$\exists$	f(M)
7					
6					
5					
4					
3					
2					
1	1.47	1/2	0.73	1	0.73
0	0.00	1/2	0.00	0	0.00

$$0.73 \quad 0.73$$

$$K\exists = 0.25$$

TABLA N° 6

Plano de agua N° 2

LA	A	F. S	f (V)	∑	f (M)
7					
6					
5					
4					
3					
2	11.70	1/2	5.84	2	11.70
1	1.47	1	1.47	1	1.47
0	0.00	1/2	0.00	0	0.00
			7.31		13.16

$$K_{\Sigma} = 0.45$$

Plano de agua N° 3

LA	A	F S	f (V)	∑	f (M)
7					
6					
5					
4					
3	21.20	1/2	10.54	3	31.63
2	11.70	1	11.69	2	23.38
1	1.47	1	1.47	1	1.47
0	0.00	1/2	0.00	0	0.00
			23.70		56.48

$$K_{\Sigma} = 0.60$$

Plano de agua N° 4

LA	A	F.S	f (V)	∑	f (M)
7					
6					
5					
4	25.80	1	25.80	4	103.16
3	21.10	4	84.36	3	253.08
2	11.70	2	23.38	2	46.76
1	1.47	4	5.88	1	5.88
0	0.00	1	0.00	0	0.00
			139.41		408.88

$$K_{\Sigma} = 0.73$$

TABLA N° 6.1



Plano de agua N° 5

LA	A	F.S	f (V)	Σ	f (M)
7					
6					
5	28.20	1/2	14.10	5	70.50
4	25.80	1	25.80	4	103.16
3	21.10	1	21.10	3	63.27
2	11.70	2	11.70	2	23.38
1	1.47	1	1.47	1	1.47
0	0.00	1/2	0.00	0	0.00
			74.14		261.78

$$K\Sigma = 0.88$$

Plano de agua N° 6

LA	A	FS	f (V)	Σ	f (M)
7					
6	33.60	1	33.60	6	201.60
5	28.20	4	112.80	5	564.0
4	25.80	2	51.58	4	206.32
3	21.10	4	84.36	3	253.08
2	11.70	2	23.38	2	46.76
1	1.47	4	5.88	1	5.88
0	0.00	1	0.00	0	0.00
			311.60		1.277.64

$$K\Sigma = 1.02$$

Plano de agua N° 7

LA	A	FS	f (V)	Σ	f (M)
7	34.98	1/2	17.50	7	122.43
6	33.60	1	33.60	6	201.60
5	28.20	1	28.20	5	141.00
4	25.80	1	25.80	4	103.16
3	21.10	1	21.10	3	63.27
2	11.70	1	11.70	2	23.38
1	1.47	1	1.47	1	1.47
0	0.00	1/2	0.00	0	0.00
			139.35		679.71

$$K\Sigma = 1.22$$

TABLA N° 6.2

CALCULO DE:

$$\text{AREA DE PLANO DE AGUA} = (Awl) = \frac{1}{3} \times S \times f(A) \times 2 \text{ en M}^2$$

$$\text{POSICION LONGITUDINAL DEL CENTRO DE GRAVEDAD} = X_G = \frac{f(M)}{f(A)} \times S, \text{ en M}$$

$$\text{MOMENTO DE INERCIA LONGITUDINAL} = \frac{1}{3} \times S^3 \times 2 \times \frac{f(ML)}{1}, \text{ en M}^4$$

$$\text{MOMENTO DE INERCIA TRANSVERSAL} = \frac{1}{3} \times S \times 2 \times \frac{1}{3} \times f(M_t), \text{ en M}^4$$

$$\text{RADIO METACENTRICO LONGITUDINAL} = IL/\nabla, \text{ en M.}$$

$$\text{RADIO METACENTRICO TRANSVERSAL} = It/\nabla, \text{ en M.}$$

$$\text{MOMENTO UNITARIO} = \Delta \times BML/100L, \text{ en M.Ton.}$$

$$\text{TONELADAS POR 1CM. DE INMERSION} = \frac{Awl}{97.56}, \text{ en Ton./cm.}$$

97.56

Plano de Agua No. 1

E	1/2B	FS	f(A)	B	f(M)	B	f(MI)	(1/2)B <sup>3</sup>	FS	f(Mt)
10										
9										
8										
7	0.10	1	0.10	2	0.20	2	0.40	0.001	1	0.001
6	0.14	4	0.56	1	0.56	1	0.56	0.003	4	0.012
5	0.18	2	0.36	0	0.76	0	-	0.006	2	0.012
4	0.20	4	0.80	1	0.80	1	0.80	0.008	4	0.032
3	0.08	1	0.08	2	0.16	2	0.32	0.001	1	0.001
2					0.96					
1										
0										

1.90

-0.20

2.08

-0.10

1.98

0.056

$$A_1 = 1,47 \quad I_{L_1} = 2,14 \quad BM_{L_1} = 11,63 \quad MI_1 = 0,08$$

$$X_{G1} = 0,122 \quad IT_1 = 0,014 \quad BM_{T_1} = 0,08 \quad TPCI_1 = 0,015$$

## Plano de água N° 2

E	1/2 B	FS	f (A)	B	f (M)	B	f (M1)	(1/2 B) <sup>3</sup>	FS	f (Mt)
10										
9	0.18	1	0.18	4	0.72	4	2.88	0.006	1	0.006
8	0.43	4	1.72	3	5.16	3	15.48	0.080	4	0.318
7	0.72	2	1.44	2	2.88	2	5.76	0.373	2	0.746
6	0.94	4	3.76	1	3.76	1	3.76	0.831	4	3.322
5	1.02	2	2.04	0	12.52	0	0.00	1.061	2	2.122
4	0.94	4	3.76	1	3.76	1	3.76	0.831	4	3.322
3	0.71	2	1.42	2	2.84	2	5.68	0.358	2	0.715
2	0.20	4	0.80	3	2.40	3	7.20	0.008	4	0.032
1	0.00	1	0.00	4	0.00	4	0.00	0.000	1	0.000
0	-				9.00					
			15.12		3.52		40.76			10.584
							-0.81			
							39.94			

$$A_2 = 11.69 I_{L_2} = 41.56 \Sigma M_{L_2} = 26.64 \quad M1_2 = 0.041$$

$$X_{G_2} = +0.27 I_{T_2} = 2.73 \Sigma M_{T_2} = 1.75 \quad TPC1_2 = 0.12$$

## Plano de água N° 3

E	1/2 B	FS	f (A)	B	f (M)	B	f (M1)	(1/2 B) <sup>3</sup>	FS	f (Mt)
10										
9	0.34	1	0.34	4	1.36	4	5.44	0.04	1	0.04
8	0.75	4	3.00	3	9.00	3	27.00	0.42	4	1.68
7	1.12	2	2.24	2	4.48	2	8.96	1.40	2	2.80
6	1.43	4	5.72	1	5.72	1	5.72	2.92	4	11.68
5	1.60	2	3.20	0	20.56	0		4.10	2	8.20
4	1.54	4	6.16	1	6.16	1	6.16	3.65	4	14.60
3	1.38	2	2.76	2	5.52	2	11.04	2.63	2	5.26
2	0.94	4	3.76	3	11.28	3	33.84	0.83	4	3.32
1	0.16	1	0.16	4	0.64	4	2.56	0.01	1	0.01
0					23.06					
			27.34		-3.04		100.72			47.58
							-0.34			
							100.39			

$$A_3 = 21.09 I_{L_3} = 104.46 \Sigma M_{L_3} = 24.69 \quad M1_3 =$$

$$X_{G_3} = -0.13 I_{T_3} = 12.26 \Sigma M_{T_3} = 2.9 \quad TPC1_3 =$$

TABLA N° 7.1

## Plano de agua N° 4

E	$\sqrt{2} \beta$	FS	f(A)	$\beta$	f(M)	$\beta$	f(M1)	$(1/2 \beta)^3$	FS	f(Mt)
10	0.48	1	0.48	4	1.92	4	7.68	0.11	1	0.11
9	0.94	4	3.76	3	11.28	3	33.84	0.83	4	3.32
7	1.31	2	2.62	2	5.24	2	10.48	2.24	2	4.48
6	1.60	4	6.40	1	6.40	1	6.40	4.09	4	16.36
5	1.74	2	3.48	0	24.84	0		5.26	2	10.52
4	1.72	4	6.88	1	6.88	1	6.88	5.08	4	20.32
3	1.63	2	3.26	2	6.52	2	13.04	4.33	2	8.66
2	1.42	4	5.60	3	16.80	3	50.40	2.86	4	11.44
1	0.88	1	0.88	4	3.52	4	14.08	0.68	1	0.68
0					33.72					

33.36

-8.88

142.8

75.89

-2.3

140.5

$$A_4 = 25.79 I_{L_4} = 146.2 \beta M_{L_4} = 30.52 \quad M1_4 = 0.122$$

$$XG_4 = -0.22 \beta T_4 = 19.56 \beta M T_4 = 15.83 \quad TPC1_4 = 0.264$$

## Plano de agua N° 5

E	$\sqrt{2} \beta$	FS	f(A)	$\beta$	f(M)	$\beta$	f(M1)	$(1/2 \beta)^3$	FS	f(Mt)
10										
9	0.60	1	0.60	4	2.40	4	9.60	0.21	1	0.21
8	1.06	4	4.24	3	12.72	3	38.16	1.19	4	4.76
7	1.42	2	2.84	2	5.68	2	11.36	2.86	2	5.72
6	1.67	4	6.68	1	6.68	1	6.68	4.65	4	18.16
5	1.80	2	3.60	0	27.48	0		5.83	2	11.66
4	1.78	4	7.12	1	7.12	1	7.12	5.63	4	22.52
3	1.72	2	3.44	2	6.88	2	13.76	5.08	2	10.16
2	1.64	4	6.56	3	19.68	3	59.04	4.41	4	17.64
1	1.39	1	1.39	4	5.56	4	22.24	2.68	1	2.68
0					39.24					

36.47

-11.76

167.96

93.95

-3.79

164.16

$$A_5 = 28.20 I_{L_5} = 235.6 \beta M_{L_5} = 33.04 \quad M1_5 = 0.20$$

$$XG_5 = -0.37 I_{T_5} = 24.21 \beta M T_5 = 3.39 \quad TPC1_5 = 0.29$$

TABLA N° 7.2

Plano de agua N° 6

E	$\sqrt{2} \Xi$	FS	f (A)	$\Xi$	f (M)	$\Xi$	f (M1)	$(1/2 \Xi)^3$	FS	f (Mt)
10	0.06	1	0.06	5	0.30	5	1.50	0.001	1	0.00
9	0.72	4	2.88	4	11.52	4	46.00	0.37	4	1.48
8	1.16	2	2.32	3	6.96	3	20.88	1.56	2	3.12
7	1.50	4	6.00	2	12.00	2	24.00	3.37	4	13.48
6	1.72	2	3.44	1	3.44	1	3.44	5.08	2	10.16
5	1.81	4	7.24	0	34.22	0		5.93	4	23.72
4	1.82	2	3.64	1	3.64	1	3.64	6.02	2	12.04
3	1.77	4	7.08	2	14.16	2	28.32	5.54	4	22.16
2	1.72	2	3.44	3	10.32	3	30.96	5.08	2	10.16
1	1.55	4	6.20	4	24.80	4	99.20	3.72	4	14.88
0	1.16	1	1.16	5	5.80	5	29.00	1.56	1	1.56
			43.46		58.12		286.90			122.76
					-23.90		-13.14			
							273.80			

$$A_6 = 33.60 I_{L6} = 284.9 \Xi M_{L6} = 36.66 M1_6 = 0.24$$

$$X_{G6} = -0.63 I_{T6} = 23.96 \Xi M_{T6} = 3.77 TPC_{L6} = 0.67$$

Plano de agua N° 7

E	$\sqrt{2} \Xi$	FS	f (A)	$\Xi$	f (M)	$\Xi$	f (M1)	$(1/2 \Xi)^3$	FS	f (M1)
10	0.13	1	0.13	5	0.65	5	3.25	0.01	1	0.01
9	0.83	4	3.32	4	13.28	4	53.12	0.57	4	2.28
8	1.26	2	2.52	3	7.56	3	22.68	2.00	2	4.00
7	1.56	4	6.24	2	12.48	2	24.96	3.79	4	15.16
6	1.75	2	3.50	1	3.50	1	3.50	5.35	2	10.70
5	1.82	4	7.28	0	37.47	0		6.02	4	24.08
4	1.84	2	3.68	1	3.68	1	3.68	6.22	2	12.44
3	1.80	4	7.20	2	14.40	2	28.80	5.83	4	23.32
2	1.77	2	3.54	3	10.62	3	31.86	5.54	2	11.08
1	1.62	4	6.48	4	25.92	4	103.68	4.25	4	17.00
0	1.35	1	1.35	5	6.75	5	33.75	2.46	1	2.46
			45.24		61.37		309.28			122.90
					-23.90		-12.62			
							296.65			

$$A_7 = 34.98 I_{L7} = 308.7 \Xi M_{L7} = 36.02 M1_7 = 0.26$$

$$X_{G7} = -0.61 I_{T7} = 36.74 \Xi M_{T7} = 4.28 TPC_{L7} = 0.36$$

TABLA N° 7.3

## RESUMEN DE CURVAS HIDROTATICAS

	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>	L <sub>6</sub>	L <sub>7</sub>
$\nabla$	0.17	1.56	4.23	4.79	7.13	7.77	8.57
$\Delta$	0.18	1.60	4.33	4.91	7.30	7.97	8.78
$X_B$	-0.50	+0.11	+0.01	-0.35	-0,5	-0.64	-0.68
$X_G$	-0.12	+0.27	-0.13	-0.23	-0.37	-0.50	-0.61
$\Sigma M_L$	11.63	26.64	24.69	30.52	33.04	36.66	33.02
$\Sigma M_T$	0.08	1.75	2.90	2.08	3.39	3.77	4.28
$M_1$	0.002	0.041	0.08	0,122	0.20	0.23	0.26
TPC1	0.015	0.12	0.21	0.26	0.29	0.37	0.36
KB	0.25	0.45	0.60	0.73	0.88	1.02	1.22

TABLA N°8

CURVAS HIDROSTATICAS

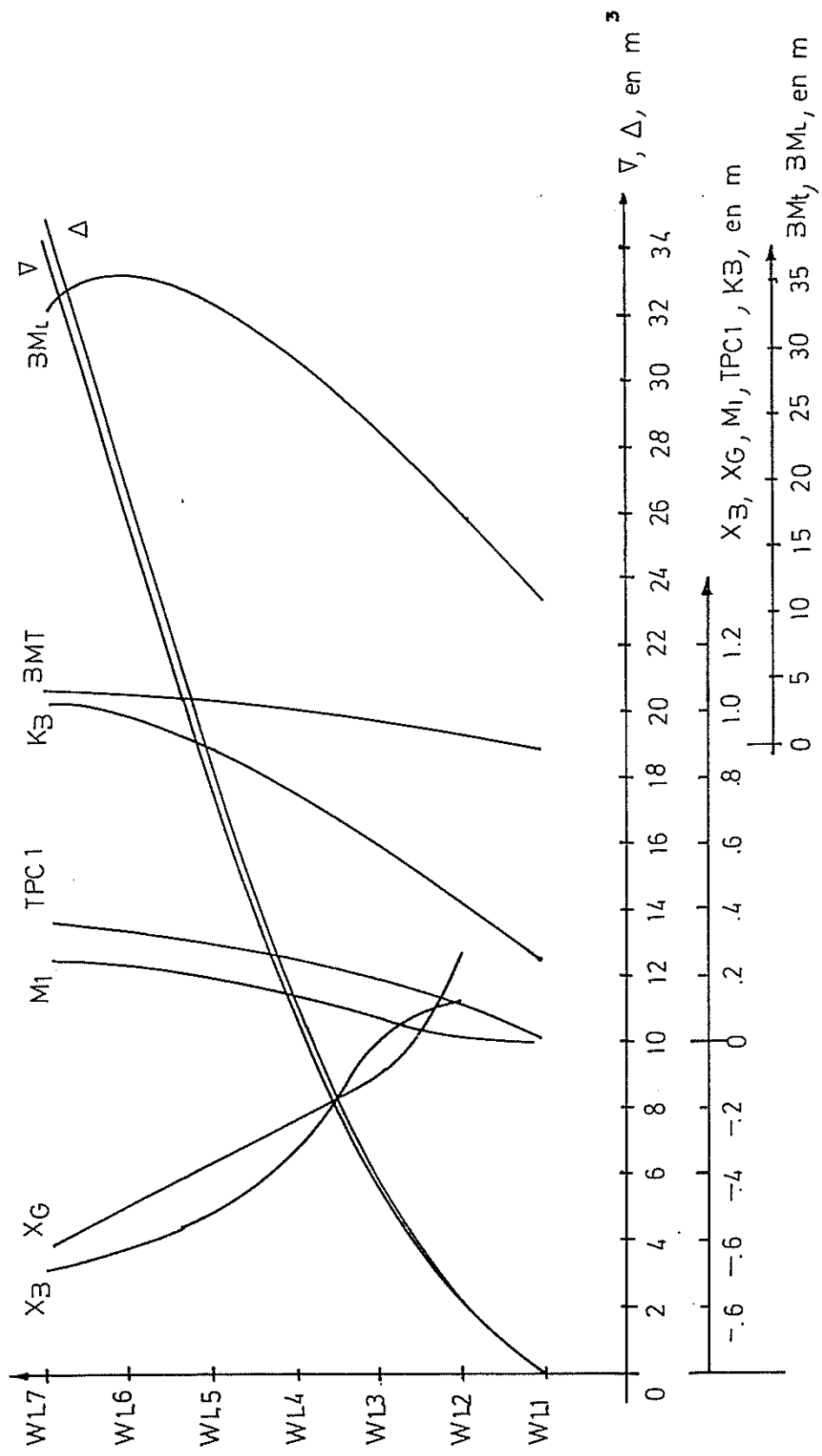


FIGURA N° 10

## CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE FORMA

	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>	L <sub>6</sub>	L <sub>7</sub>
L	9.86	10.32	10.48	10.78	11.60	12.28	12.40
B	0.36	2.04	3.20	3.48	3.60	3.62	3.66
T	0.18	0.54	0.68	0.92	1.18	1.42	1.58
A <sub>m</sub>	0.03	0.26	0.93	1.72	2.61	3.50	4.40
A <sub>w</sub>	1.47	11.69	21.09	25.79	28.20	33.60	34.98
∇	0.17	1.56	4.23	4.79	7.13	7.77	8.57
C <sub>b</sub>	-	0.15	0.26	0.31	0.36	0.40	0.47
C <sub>p</sub>	-	0.64	0.61	0.58	0.59	0.60	0.62
C <sub>m</sub>	-	0.23	0.42	0.53	0.61	0.68	0.76
C <sub>w</sub>	0.41	0.55	0.65	0.68	0.70	0.75	0.77

TABLA N° 9



## COEFICIENTES DE FORMAS.

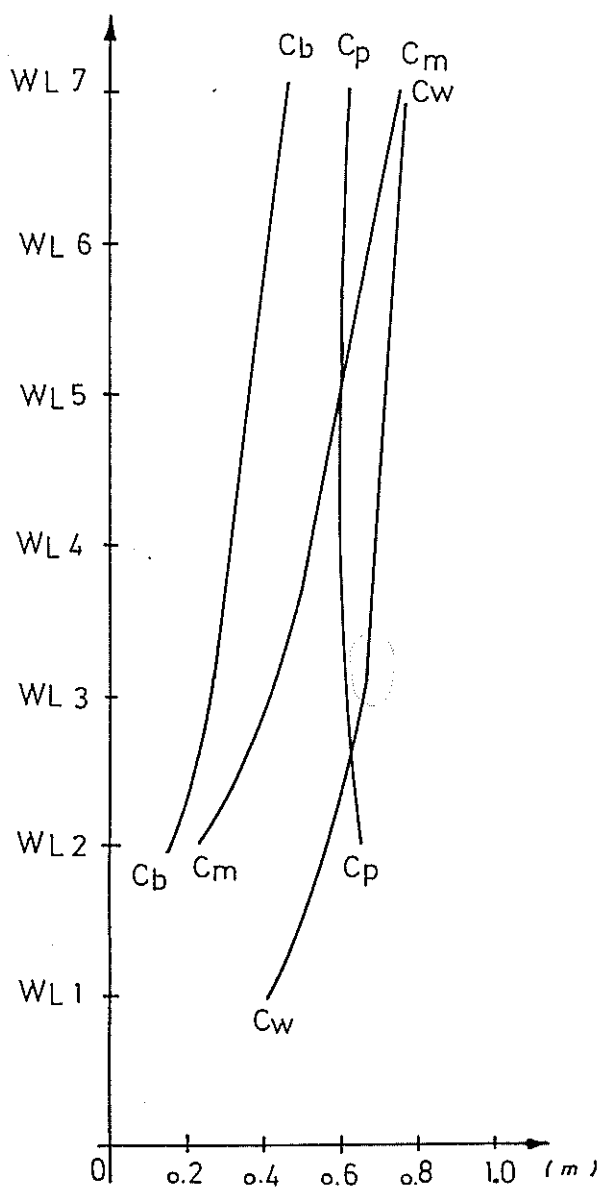


FIGURA N°11

CALCULO DE CURVAS CRUZADAS, PARA  $\phi = 15^\circ$ 

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
L1	2.74	3.28	3.48	3.46	3.44	3.14	3.16	3.22	2.70	1.76	0.34
L2	2.88	3.07	3.48	3.62	3.72	3.70	3.54	3.12	2.50	1.54	0.17
L3	1.46	2.68	3.02	3.46	3.58	3.60	3.40	2.84	2.26	1.30	0.20
L4		2.56	2.80	3.14	3.30	3.52	3.14	2.56	1.96	1.04	
L5		1.20	2.30	2.76	2.90	2.88	2.70	2.24	1.60	0.50	
L6		0.18	1.32	2.12	2.32	2.30	2.10	1.18	1.06	0.42	
L7			0.14	0.40	1.48	1.60	1.14	0.28			



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
KY1	0.61	0.51	0.41	0.34	0.31	0.18	0.30	0.54	0.59	0.57	0.47
KY2	0.42	0.55	0.50	0.48	0.48	0.44	0.48	0.53	0.53	0.48	0.42
KY3	0.90	0.64	0.46	0.45	0.44	0.42	0.46	0.52	0.46	0.42	0.32
KY4		0.52	0.64	0.52	0.47	0.47	0.44	0.46	0.42	0.40	
KY5		0.60	0.72	0.58	0.57	0.60	0.58	0.52	0.40	0.14	
KY6		0.10	0.54	0.70	0.70	0.74	0.71	0.80	0.35	0.16	
KY7			0.05	0.13	0.60	0.74	0.50	0.10			



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
KY1 L1	1.67	1.67	1.42	1.17	1.06	0.56	0.95	1.74	1.71	1.00	0.16
KY2 L2	1.21	1.69	1.74	1.74	1.78	1.63	1.70	1.65	1.32	0.73	0.07
KY3 L3	1.31	1.72	1.39	1.56	1.57	1.51	1.56	1.17	1.03	0.54	0.02
KY4 L4		1.33	1.79	1.82	1.55	1.65	1.38	1.18	0.82	0.41	
KY5 L5		0.72	1.66	1.60	1.65	1.72	1.56	1.16	0.64	0.07	
KY6 L6		0.02	0.71	1.48	1.62	1.70	1.50	0.94	0.37	0.07	
KY7 L7			0.07	0.05	0.88	1.18	0.57	0.03			



TABLA N° 10

WL1		WL2		WL3		WL4		WL5	
Σ	FS	Σ	FS	Σ	FS	Σ	FS	Σ	FS
30.74	1/2								
31.34	1	31.34	1/2						
27.80	1	27.80	1	27.80	1/2	13.90			
24.02	1	24.02	1	24.02	1	24.02	1/2	12.01	
19.08	1	19.08	1	19.08	1	19.08	1	19.08	1/2
13.00	1	13.00	1	13.00	1	13.00	1	13.00	1
5.04	1/2	5.04	1/2	5.04	1/2	2.07	2.07	5.04	1/2
		132.68		101.60		72.57		46.16	
								24.61	

a

KY = Σ MOMENTO/ Σ VOLUMEN	
DESPLAZAMIENTO = Σ VOLUMEN h s	
67.67	138.68   0.49
53.82	101.60   0.53
39.20	72.57   0.54
26.55	46.16   0.58
15.19	24.61   0.62

h = 1.16 m  
s = 0.25 m

b

WL1		WL2		WL3		WL4		WL5	
Σ	FS	Σ	FS	Σ	FS	Σ	FS	Σ	FS
18.71	1/2								
15.26	1	15.26	1/2						
13.38	1	13.38	1	13.38	1/2	6.69			
11.93	1	11.93	1	11.93	1	11.93	1/2	5.97	
10.78	1	10.78	1	10.78	1	10.78	1	10.78	1/2
8.41	1	8.41	1	8.41	1	8.41	1	8.41	1
2.78	1/2	2.78	1/2	2.78	1/2	1.39	1.39	2.78	1/2
		67.67		53.82		39.20		26.55	
								15.19	

c

CALCULO DE CURVAS CRUZADAS, PARA  $\phi = 30^\circ$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
L1	2.08	2.32	2.36	2.44	2.46	2.30	2.26	2.20	2.00	1.90	0.58
L2	2.20	2.54	2.66	2.80	2.84	2.70	2.66	2.60	2.50	1.94	0.32
L3	2.10	2.72	2.90	3.06	3.12	3.00	2.98	2.95	2.70	1.66	0.10
L4	0.82	2.44	2.81	3.26	3.32	3.20	3.20	2.94	2.36	1.36	
L5	0.42	2.06	2.60	2.88	3.00	2.96	2.84	2.55	1.98	1.02	
L6		1.44	2.26	2.50	2.60	2.54	2.42	2.10	1.52	0.60	
L7			1.90	2.10	2.20	2.24	2.08	1.66			

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
KY1	0.84	0.84	0.36	0.26	0.22	0.12	0.23	0.46	0.62	1.07	1.00
KY2	1.13	0.81	0.61	0.49	0.44	0.34	0.43	0.63	0.88	1.08	0.85
KY3	1.39	1.10	0.99	0.69	0.67	0.58	0.66	0.88	1.02	0.90	0.58
KY4	1.24	1.24	1.15	1.03	0.97	0.88	0.96	0.98	0.90	0.74	
KY5	0.60	1.24	1.16	1.06	1.02	1.05	1.02	0.96	0.80	0.55	
KY6		0.91	1.12	1.07	1.06	1.08	1.06	0.92	0.68	0.37	
KY7			1.04	1.07	1.07	1.07	1.01	0.83			

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
KY1.L1	1.74	1.95	0.84	0.63	0.54	0.27	0.52	1.01	1.28	2.03	0.58
KY2.L2	2.48	2.05	1.62	1.37	1.25	0.91	1.14	1.63	2.20	2.10	0.27
KY3.L3	2.92	2.99	2.87	2.11	2.09	2.03	1.96	2.60	2.75	1.49	0.06
KY4.L4	1.01	3.02	3.23	3.35	3.22	2.81	3.07	2.88	2.12	1.00	
KY5.L5	0.25	2.55	3.01	3.05	3.06	3.10	2.89	2.45	1.58	0.56	
KY6.L6		1.31	2.53	2.67	2.75	2.74	2.56	1.93	1.03	0.22	
KY7.L7			1.97	2.24	2.35	2.40	2.10	1.38			

TABLA N° 10.1

continuación

WL1		WL2		WL3		WL4		WL5	
Σ	FS	Σ	FS	Σ	FS	Σ	FS	Σ	FS
22.96	1/2	11.48							
25.86	1	25.86	1/2	12.93					
27.29	1	27.29	1	27.29	1/2	13.64			
25.71	1	25.71	1	25.71	1	25.71	1/2	12.85	
22.31	1	22.31	1	22.31	1	22.31	1	22.31	1/2
17.98	1	17.98	1	17.98	1	17.98	1	17.98	1
12.18	1/2	6.09	1/2	12.18	1/2	6.09	1/2	12.18	1/2
136.72		112.31		87.73		61.23		37.23	

KY = Σ MOMENTO / Σ VOLUMEN	
DESPLAZAMIENTO = Σ VOLUMEN h.s	
118.75	136.72
184.55	112.31
84.10	85.78
59.31	61.23
35.21	37.23
	0.87
	0.93
	0.96
	0.97
	0.98
	10.80

h = 1.16 m  
s = 0.25m

WL1		WL2		WL3		WL4		WL5	
Σ	FS	Σ	FS	Σ	FS	Σ	FS	Σ	FS
11.39	1/2	5.69							
17.02	1	17.02	1/2	8.51					
23.87	1	23.87	1	23.87	1/2	11.93			
25.71	1	25.71	1	25.71	1	25.71	1/2	12.85	
22.50	1	22.50	1	22.50	1	22.50	1	22.50	1/2
17.74	1	17.74	1	17.74	1	17.74	1	17.74	1
12.44	1/2	6.22	1/2	12.44	1/2	6.22	1/2	12.44	1/2
118.75		104.55		84.10		59.31		35.21	

TABLA Nº 10.1



CALCULO DE CURVAS CRUZADAS, PARA  $\phi = 45^\circ$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
L1	1.48	1.70	1.82	1.96	2.02	1.90	1.78	1.70	1.52	1.24	0.72
L2	1.60	1.86	2.00	2.14	2.20	2.10	2.08	2.00	1.84	1.58	0.96
L3	1.64	1.98	2.14	2.32	2.38	2.24	2.24	2.24	2.14	1.90	0.46
L4	1.68	2.04	2.26	2.42	2.50	2.34	2.36	2.40	2.36	2.22	0.10
L5	1.64	2.14	2.38	2.52	2.56	2.42	2.44	2.50	2.56	1.76	
L6	1.30	2.42	2.60	2.62	2.66	2.52	2.54	2.64	2.40	1.20	
L7	0.20	2.24	2.38	2.74	2.80						



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
KY1	0.78	0.76	0.58	0.48	0.43	0.33	0.45	0.64	0.86	1.30	1.64
KY2	1.14	0.88	0.70	0.60	0.54	0.41	0.54	0.70	0.96	1.20	1.64
KY3	1.36	1.05	0.88	0.67	0.71	0.64	0.69	0.81	1.01	1.34	1.25
KY4	1.58	1.27	1.04	0.94	0.88	0.83	0.87	0.98	1.14	1.40	0.94
KY5	1.81	1.44	1.22	1.10	1.07	1.01	1.04	1.14	1.25	1.12	
KY6	1.83	1.50	1.42	1.28	1.24	1.20	1.26	1.32	1.26	0.74	
KY7	1.83	1.44	1.56	1.45	1.42	1.35	1.40	1.29	1.00	0.34	



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
KY1 L1	1.45	1.29	1.05	0.94	0.86	0.62	0.80	1.08	1.30	1.48	1.18
KY2 L2	1.82	1.63	1.40	1.28	1.18	0.86	1.12	1.40	1.76	2.02	1.57
KY3 L3	2.23	2.08	1.88	1.55	1.68	1.43	1.54	1.81	2.16	2.54	0.57
KY4 L4	2.65	2.59	2.35	2.27	2.20	1.94	2.05	2.35	2.69	3.10	0.09
KY5 L5	2.96	3.08	2.90	2.77	3.17	2.44	2.53	2.85	3.20	1.97	
KY6 L6	2.38	3.63	3.69	3.35	3.29	3.02	3.20	3.48	3.02	0.88	
KY7 L7	0.30	3.22	3.71	3.97	3.97	3.64	3.80	3.12	1.80	0.11	



TABLA N° 10.2

WL1		WL2		WL3		WL4		WL5	
Σ	FS	Σ	FS	Σ	FS	Σ	FS	Σ	FS
17.84	1/2								
20.36	1	20.36	1/2	10.18					
21.68	1	21.68	1	21.68	1/2	10.84			
22.74	1	22.74	1	22.74	1	22.74	1/2	11.37	
22.92	1	22.92	1	22.92	1	22.92	1	22.92	1/2
22.90	1	22.90	1	22.90	1	22.90	1	22.90	1
20.34	1/2	20.34	1/2	10.17	20.34	1/2	10.17	20.34	1/2
		129.59		110.59		89.67		67.37	
									44.53

a

KY = Σ MOMENTO / Σ VOLUMEN	
DESPLAZAMIENTO = Σ VOLUMEN h s	
137.44	129.69
121.40	110.59
105.64	89.67
83.77	67.36
57.69	44.53
	1.30
	12.91

h = 1.16 m  
s = 0.25 m

b

WL1		WL2		WL3		WL4		WL5	
Σ	FS	Σ	FS	Σ	FS	Σ	FS	Σ	FS
12.05	1/2	6.02							
16.04	1	16.04	1/2	8.02					
19.47	1	19.47	1	19.47	1/2	9.73			
24.28	1	24.28	1	24.28	1	24.28	1/2	12.14	
27.87	1	27.87	1	27.87	1	27.87	1	27.87	1/2
29.94	1	29.94	1	29.94	1	29.94	1	29.94	1
27.64	1/2	13.82	1/2	13.82	1/2	13.82	1/2	13.82	1/2
		137.44		121.40		83.77		67.37	
									57.69

c

TABLA N° 10.2

CALCULO DE CURVAS CRUZADAS, PARA  $\theta = 60^\circ$ 

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
L1	1.14	1.36	1.50	1.72	1.64	1.63	1.58	1.40	1.12	0.72	0.06
L2	1.26	1.50	1.64	1.86	1.80	1.72	1.76	1.68	1.46	1.06	0.40
L3	1.32	1.60	1.76	1.98	1.92	1.88	1.88	1.86	1.74	1.40	0.74
L4	1.36	1.68	1.88	2.08	2.02	1.96	1.96	2.00	1.94	1.72	1.12
L5	1.40	1.72	1.92	2.14	2.10	2.00	2.03	2.10	2.12	2.00	0.28
L6	1.38	1.90	2.21	2.20	2.17	2.10	2.12	2.20	2.26	2.26	
L7	1.32	2.34	2.20	2.32	2.28	2.20	2.24	2.32	2.40	2.30	

a

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
KY1	1.26	1.04	0.84	0.74	0.70	0.64	0.71	0.90	1.17	1.50	2.20
KY2	1.29	1.00	0.92	0.80	0.76	0.71	0.76	0.90	1.14	1.50	1.98
KY3	1.42	1.16	1.00	0.88	0.83	0.80	0.84	1.06	1.15	1.48	1.98
KY4	1.52	1.26	1.08	0.97	0.94	0.91	0.95	1.04	1.20	1.46	1.93
KY5	1.64	1.46	1.20	1.06	1.03	1.00	1.04	1.11	1.22	1.46	1.28
KY6	1.72	1.42	1.30	1.16	1.13	1.10	1.14	1.20	1.30	1.40	
KY7	1.94	1.32	1.30	1.24	1.19	1.17	1.21	1.49	1.36	1.24	

b

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
KY1 L1	1.43	1.41	1.26	1.21	1.20	1.04	1.12	1.26	1.31	1.08	0.13
KY2 L2	1.62	1.50	1.50	1.44	1.41	1.26	1.33	1.51	1.66	1.59	0.79
KY3 L3	1.87	1.85	1.76	1.69	1.64	1.50	1.58	1.97	2.00	2.07	1.46
KY4 L4	2.06	2.11	2.03	1.95	1.95	1.78	1.86	2.08	2.32	2.51	2.16
KY5 L5	2.29	2.51	2.30	2.22	2.20	2.00	2.11	2.33	2.58	2.92	0.35
KY6 L6	2.45	2.69	2.75	2.51	2.48	2.20	2.41	2.64	2.93	3.16	
KY7 L7	2.56	3.08	2.85	2.82	2.76	2.57	2.71	3.45	3.26	2.85	

c

TABLA N° 10.3



WL1			WL2			WL3			WL4			WL5		
Σ	FS	ΣFT	Σ	FS	ΣFT	Σ	FS	ΣFT	Σ	FS	ΣFT	Σ	FS	ΣFT
14.87	1/2	7.43												
16.02	1	16.02	16.02	1/2	8.01									
18.08	1	18.08	18.08	1	18.08	18.08	1/2	9.04						
19.72	1	19.72	19.72	1	19.72	19.72	1	19.72	1/2	9.86				
19.81	1	19.81	19.81	1	19.81	19.81	1	19.81	1	19.81	19.81	1/2	9.90	
20.71	1	20.71	20.71	1	20.71	20.71	1	20.71	1	20.71	20.71	1	20.71	1
21.92	1/2	10.96	21.92	1/2	10.96	21.92	1/2	10.96	1/2	10.96	21.92	1/2	10.86	
		112.76			97.29			80.24			61.34			41.57

a

KY = Σ MOMENTO/ Σ VOLUMEN			
DESPLAZAMIENTO = Σ VOLUMEN h.s			
	128.46	112.76	1.14
	114.43	97.29	1.17
	97.20	80.24	1.21
	74.76	61.34	1.22
	52.22	41.57	1.26

h = 1.16 m  
s = 0.25 m

b

WL1			WL2			WL3			WL4			WL5		
Σ	FS	ΣFT	Σ	FS	ΣFT	Σ	FS	ΣFT	Σ	FS	ΣFT	Σ	FS	ΣFT
12.45	1/2	6.22												
15.61	1	15.61	15.61	1/2	7.80									
19.39	1	19.39	19.39	1	19.39	19.39	1/2	9.69						
22.81	1	22.81	22.81	1	22.81	22.81	1	22.81	1/2	11.40				
23.81	1	23.81	23.81	1	23.81	23.81	1	23.81	1	23.81	23.81	1/2	11.90	
26.22	1	26.22	26.22	1	26.22	26.22	1	26.22	1	26.22	26.22	1	26.22	1
28.91	1/2	14.49	28.50	1/2	14.50	28.91	1/2	14.50	1/2	14.50	28.91	1/2	14.50	
		128.46			114.43			107.20			74.76			52.22

c

TABLA N° 107.20

CALCULO DE CURVAS CRUZADAS, PARA  $\phi = 75^\circ$

↑ a

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
L1	0.80	1.10	1.28	1.44	1.52	1.44	1.36	1.06	0.64		
L2	1.02	1.28	1.44	1.60	1.68	1.58	1.56	1.42	1.06	0.44	
L3	1.14	1.40	1.56	1.72	1.78	1.68	1.68	1.64	1.42	0.86	
L4	1.20	1.46	1.66	1.80	1.86	1.74	1.76	1.78	1.68	1.26	0.34
L5	1.24	1.54	1.74	1.88	1.94	1.82	1.82	1.88	1.86	1.60	0.74
L6	1.26	1.62	1.84	1.98	2.00	1.88	1.90	1.96	2.02	1.92	1.20
L7	1.26	1.98	1.96	2.60	2.10	2.00	1.98	2.08	2.16	2.20	0.12

↑ b

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
KY1	1.60	1.36	1.19	1.07	1.04	0.99	1.08	1.31	1.64		
KY2	1.56	1.34	1.18	1.07	1.04	1.04	1.04	1.31	1.50	1.94	
KY3	1.56	1.25	1.20	1.08	1.06	1.02	1.05	1.16	1.16	1.82	
KY4	1.60	1.40	1.22	1.11	1.08	1.06	1.08	1.17	1.34	1.70	2.17
KY5	1.68	1.42	1.25	1.16	1.12	1.08	1.12	1.19	1.56	1.56	2.14
KY6	1.70	1.45	1.28	1.17	1.14	1.12	1.14	1.21	1.30	1.50	2.00
KY7	1.78	1.34	1.26	1.18	1.15	1.11	1.17	1.21	1.33	1.41	2.58

↑ c

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
KY1.L1	1.28	1.49	1.52	1.54	1.58	1.52	1.46	1.38	1.04	0.0	0.0
KY2.L2	1.59	1.49	1.69	1.71	1.74	1.64	1.62	1.86	1.59	0.85	
KY3.L3	1.77	1.71	1.87	1.85	1.88	1.71	1.76	1.90	1.64	1.56	
KY4.L4	1.92	1.75	2.02	1.99	2.00	1.84	1.90	2.08	2.25	2.14	0.77
KY5.L5	2.08	2.04	2.17	2.12	2.17	1.96	2.03	2.23	2.90	2.49	1.58
KY6.L6	2.14	2.18	2.35	2.31	2.28	2.10	2.16	2.37	2.62	2.88	2.40
KY7.L7	2.24	2.34	2.46	3.06	2.41	2.77	2.31	2.51	2.87	3.10	0.30

TABLA N° 10.4

a

WL1			WL2			WL3			WL4			WL5		
Σ	F.S	ΣFT	Σ	F.S	ΣFT	Σ	F.S	ΣFT	Σ	F.S	ΣFT	Σ	F.S	ΣFT
10.64	1/2	5.32												
13.08	1	13.08	13.08	1/2	6.54									
14.88	1	14.88	14.88	1	14.88	14.88	1/2	7.44						
16.54	1	16.54	16.54	1	16.54	16.54	1	16.54	16.54	1/2	8.27			
18.06	1	18.06	18.06	1	18.06	18.06	1	18.06	18.06	1	18.06	18.06	1/2	9.03
19.58	1	19.58	19.58	1	19.58	19.58	1	19.58	19.58	1	19.58	19.58	1	19.58
20.94	1/2	20.94	20.94	1/2	10.47	20.94	1/2	10.47	20.94	1/2	10.47	20.94	1/2	10.47

h = 1.16 m  
s = 0.25m

b

KY = Σ MOMENTO/ Σ VOLUMEN	
DESPLAZAMIENTO = Σ VOLUMEN . h . s	
124.25	97.93
110.00	86.02
93.05	72.09
73.60	56.38
51.19	39.08
1.31	11.33

c

WL1			WL2			WL3			WL4			WL5		
Σ	F.S	ΣFT	Σ	F.S	ΣFT	Σ	F.S	ΣFT	Σ	F.S	ΣFT	Σ	F.S	ΣFT
12.71	1/2	6.30												
16.00	1	16.00	16.00	1/2	8.00									
17.69	1	17.69	17.69	1	17.69	17.69	1/2	8.84						
20.95	1	20.95	20.95	1	20.95	20.95	1	20.95	20.95	1/2	10.47			
23.97	1	23.97	23.97	1	23.97	23.97	1	23.97	23.97	1	23.97	23.97	1/2	11.98
25.95	1	25.95	25.95	1	25.95	25.95	1	25.95	25.95	1	25.95	25.95	1	25.95
26.68	1/2	13.34	26.68	1/2	13.34	26.68	1/2	13.34	26.68	1/2	13.34	26.68	1/2	13.34
124.25			110.00									73.68		51.19

TABLA N° 10.4

RESUMEN DE CALCULO DE CURVAS CRUZADAS

Lw	15°		30°		45°		60°		75°	
	KY	$\Delta$	KY	$\Delta$	KY	$\Delta$	KY	$\Delta$	KY	$\Delta$
Lw3	0.49	40.21	0.87	39.64	1.06	37.61	1.14	32.70	1.27	29.39
Lw4	0.53	29.46	0.93	32.51	1.10	32.07	1.17	28.31	1.28	24.94
Lw5	0.54	21.04	0.96	25.44	1.18	26.00	1.21	23.26	1.29	20.90
Lw6	0.58	13.38	0.97	17.75	1.24	19.53	1.22	17.78	1.30	16.35
Lw7	0.62	7.14	0.98	10.80	1.30	12.91	1.26	12.05	1.31	11.33

TABLA N° 11

CURVAS CRUZADAS

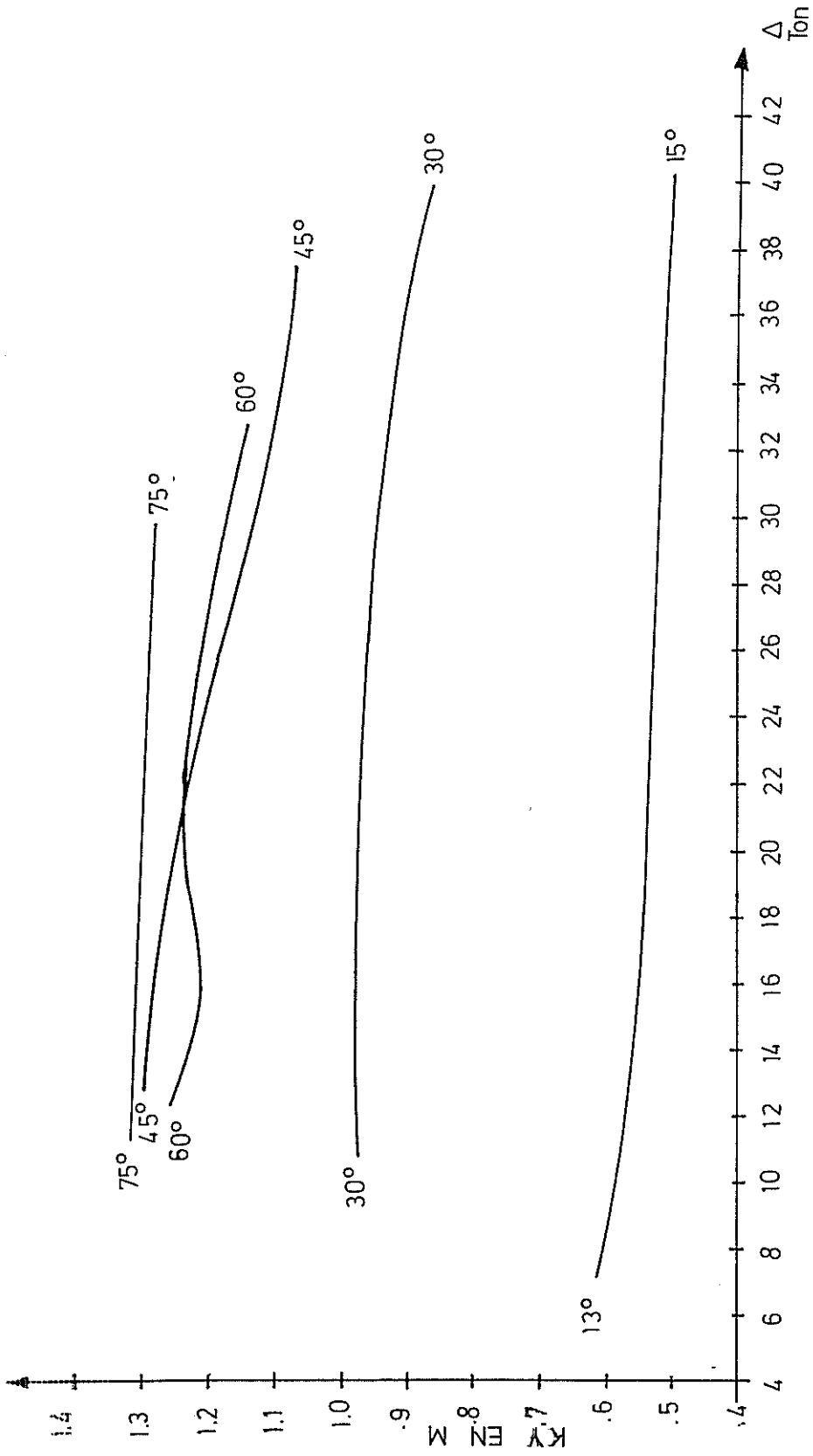


FIGURA N°12

## 4.5.1 Espaciamiento de cuerdas centrales

$$S = 1.520 + L (0.7L - 54)$$

$$\begin{aligned} S &= 1.520 + 11.6 (0.7 \times 11.6 - 54) \\ &= 987 \text{ m.m.} \end{aligned}$$

## 4.5.2 Espaciamiento de las cuerdas de los extremos (Sf)

$$Sf = 0.75 S$$

$$\begin{aligned} Sf &= 0.75 \times 976 \\ &= 740 \text{ m.m.} \end{aligned}$$

## 4.5.3 Carga de Diseño (h)

$$h = \left( \frac{L}{100} + 0.50 \right) 2.5 + D^1$$

$$\begin{aligned} D^1 &= D - H/2 \text{ (Fig. N}^\circ \text{ 13)} \\ &= 1.98 - \frac{0.50}{2} = 1.63 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h &= \left( \frac{11.6}{100} + 0.50 \right) 2.5 + 1.63 \\ &= 1.54 + 1.63 \\ &= 3.17 \text{ m.} \end{aligned}$$

4.5.4 Módulo seccional requerido de la cuerda transversal -  
maestra (Z)

$$Z = 30C_2 l^2 \times S \times h$$

$$l = l_0 - 3f + 0.3R \text{ (Fig. No.14)}$$

$$l_0 = 1.10 \text{ m.}$$

$$R = 0.69 \text{ m.}$$

$$h = 3.17 \text{ m.}$$

$$C_2 = 0.666$$

$$f = 0$$

$$l = 1.10 \quad 3 \times 0 + 0.3 \times 0.69$$

$$= 1.307 \text{ m.}$$

$$Z = 30 \times 0.666 (1,3)^2 \times 0.90 \times 3,17$$

$$= 96.33 \text{ cm}^3.$$

#### 4.5.5 Espesor y estructura laminar del Casco

a) Límites del Espesor laminar del casco en el fondo

$$l_{\min} = 20 C_1 S (D - 0.45) F$$

$$= 20 \times 0.764 \times 0.90 (2.14 - 0.45) \times 0.70$$

$$= 16.26 \text{ m.m.}$$

$$t_{\max} = C_1 (L + 15)$$

$$= 0.764 (12,96 + 15)$$

$$= 21.36 \text{ m.m.}$$

El espesor de la lámina del casco, deberá oscilar entre 16 y 22 m.m.

b) Estructura de la lámina del casco

Para nuestro diseño, escogemos la estructura tipo "C"  
(Fig. 15)

$$\text{Reforzamiento Longitudinal} \quad S_1 = 50 \text{ m.m}$$

$$D_1 = 6 \text{ m.m.}$$

$$S_2 = 100 \text{ m.m.}$$

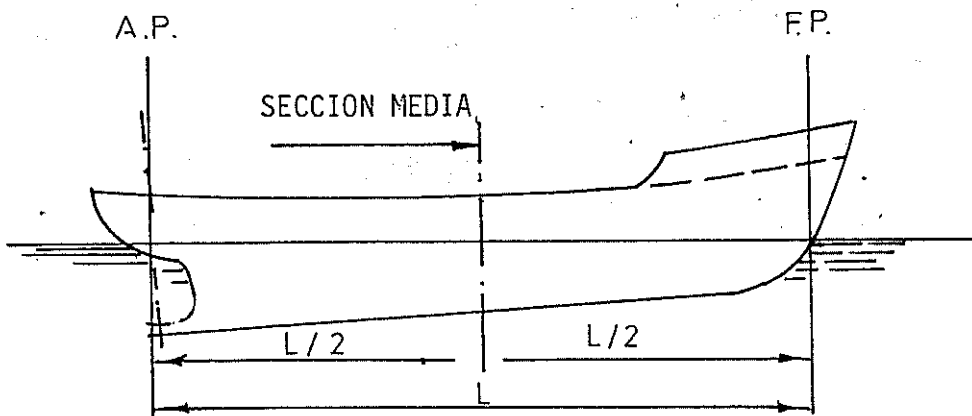
$$\text{Reforzamiento Transversal}$$

$$D_2 = 4 \text{ m.m.}$$

4 capas de malla externa, galvanizada, cuadrada y sol

## DEFINICIONES :

A. \_ ESLORA



B. \_ SECCION MEDIA.

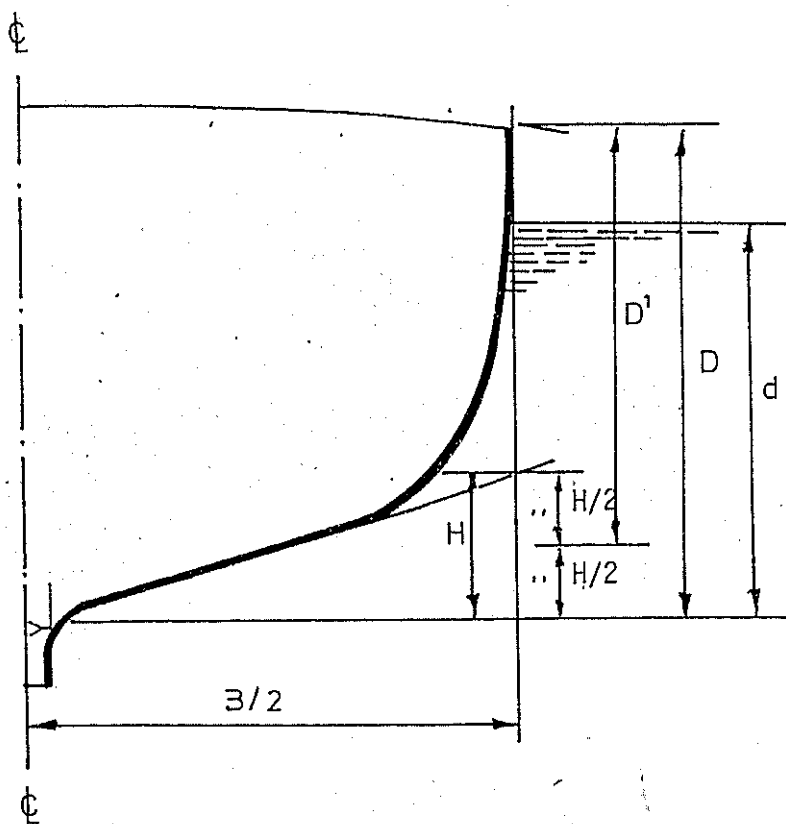
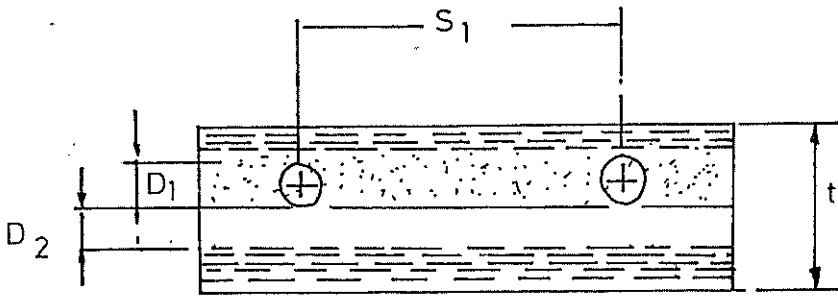


FIGURA N°13



## ESTRUCTURA LAMINAR



TIPO "C"

## CUADERNA CENTRAL

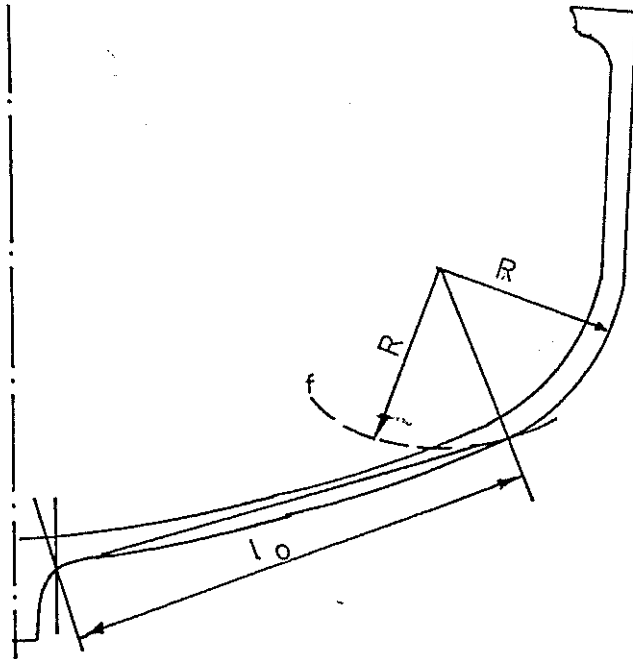


FIGURA N°14

dada

i	=	25 m.m x 25 m.m x 16 calibre	1.651 m.m
i	=	19 m.m x 19 m.m x 16 calibre	1.29 m.m (Espesor)
iii	=	13 m.m x 13 m.m x 19 calibre	1.067 m.m
iiii	=	13 m.m x 13 m.m x 19 calibre	0.91 m.m (Espesor)

3 capas de malla interna, galvanizada, cuadrada y sol

dada

i	=	25 m.m x 25 m.m x 16 calibre
ii	=	19 m.m x 19 m.m x 19 calibre
iii	=	13 m.m x 13 m.m x 19 calibre

$$\begin{aligned} \text{Tamaño promedio malla externa} &= \frac{25 + 19 + 13 \times 2}{4} \\ &= 17.5 \text{ m.m} \end{aligned}$$

$$\text{Tamaño promedio malla interna} = \frac{25 + 19 + 13}{3} = 19.0 \text{ m.m}$$

$$a = \text{Tamaño Promedio de malla} = \frac{17.5 + 19.0}{2} = 18.25 \text{ m.m}$$

$$\begin{aligned} \text{Calibre Promedio malla externa} &= \frac{1.651 \times 2 + 1.067 \times 2}{4} \\ &= 1.359 \text{ m.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Calibre promedio malla interna} &= \frac{1.651 + 1.067 + 2}{3} \\ &= 1.261 \text{ m.m} \end{aligned}$$

$$d = \text{Calibre promedio de malla} = \frac{1.359 + 1.261}{2} = 1.31 \text{ m.m}$$

$$\text{Espesor malla externa} = 1.29 \times 2 + 0.91 \times 2 = 4.4 \text{ m.m}$$

$$\text{Espesor malla interna} = 1.29 \times 2 + 0.91 = 3.49 \text{ m.m}$$

$$t = \text{Espesor de la lámina} = 4.4 + 6 + 4 + 3.49 = 17.89 \text{ mm.}$$

Se encuentra dentro de los límites permisibles  
(16.0 - 22.0 m.m)

$$\begin{aligned} \text{Espesor del casco} &= 3 + 4.4 + 6 + 4 + 3.40 + 3 = \\ &= 23.89 \text{ m.m} \end{aligned}$$

c) Requerimiento de resistencia del casco

Coeficiente específico de adhesión de las mallas (kn)  
en cm<sup>2</sup>/cm<sup>3</sup>.

$$\begin{aligned} K_n &= 59 \frac{d}{a} \cdot \frac{n}{t - (D_1 + D_2)} \quad (\text{Tabla N}^\circ 12) \\ &= 59 \times \frac{1.31}{18.25} \cdot \frac{7}{17.9 - (6 + 4)} = \frac{541.03}{144.17} = 3.75 \text{ cm}^2/\text{cm}^3 \end{aligned}$$

Se encuentra dentro de los límites permisibles  
(Tabla N<sup>o</sup> 12)

Coeficiente específico de adhesión total (Kt) en cm<sup>2</sup>/  
cm<sup>3</sup>

$$K_t = 31.4 \cdot \frac{1}{t} \left( \frac{D_1}{S_1} + \frac{D_2}{S_2} \right) + K_n \left( 1 - \frac{D_1 + D_2}{t} \right)$$

Tabla N<sup>o</sup> 12

$$= 31.4 \cdot \frac{1}{17.9} \left( \frac{6}{50} + \frac{4}{100} \right) + 3.75 \left( 1 - \frac{6 + 4}{17.9} \right)$$

$$= 0.28 + 1.65$$

$$= 1.94 \text{ cm}^2/\text{cm}^3$$

Se encuentra dentro de los límites permisibles  
(Tabla N<sup>o</sup> 12)

Coefficiente porcentual de reforzamiento (Ut) en %

$$U_t = 78,5 \frac{D_2^2}{S \times T} + U_n \left( 1 - \frac{D_1 + D_2}{t} \right) \quad (\text{Tabla N}^\circ 12)$$

$$\begin{aligned} U_n &= 1.25 \times d \times H_n \\ &= 1.25 \times 1.31 \times 3.75 = 6.14\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (U_t)_x &= 78.5 \cdot \frac{(4)^2}{100 \times 17.9} + 6,14 \left( 1 - \frac{6 + 4}{17.9} \right) \\ &= 3,34\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (U_t)_y &= 78.5 \frac{(6)^2}{50 \times 17.9} + 6,14 \left( 1 - \frac{6 + 4}{17.9} \right) \\ &= 5,79\% \end{aligned}$$

Se encuentran dentro de los límites permisibles  
(Tabla N° 12)

Contenido específico de acero (Gn) en Kg/dm<sup>3</sup>

Asumimos Gn = 0.7 Kg/m<sup>2</sup>

$$G_s = \frac{N \times G_n}{t} + 6.18 \frac{1}{t} \left( \frac{D_1^2}{S_1} + \frac{D_2^2}{S_2} \right) \quad (\text{Tabla N}^\circ 12)$$

$$G_s = \frac{7 \times 0,7}{17,9} + 6.18 \frac{1}{17.9} \left( \frac{6^2}{50} + \frac{4^2}{100} \right)$$

$$G_s = 0.273 + 0.303$$

$$= 0.576 \text{ Kg/dm}^3$$

Se encuentra dentro de los límites permisibles  
(Tabla N° 12)

d) Cálculo del área seccional en el fondo

$$A_b = C_2 \left( \frac{5}{L - 12} + 2.5 \right) \frac{B \times L^2}{D_1}$$

Para Buque menor de 15 m. la expresión  $\frac{5}{L-12}$ , La asu\_

mimos con un valor de 0.5

$$Ab = 0.666 (0.5 + 2,5) \frac{3,6 \times 11.6^2}{1.63}$$

$$= 593 \text{ cm}^2$$

#### 4.5.6 Espesor y estructura laminar de la cubierta

##### a) Límite del espesor laminar de la cubierta

$$\begin{aligned} t_{\min} &= 15C1S (D - 0.45) \times F \\ &= 15 \times 0.764 \times 0.90 (2.14 - 0.45) 0.70 \\ &= 12.20 \text{ m.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\max} &= C_1 (L + 15) \\ &= 0.764 (11.6 + .15) \\ &= 20.32 \text{ m.m} \end{aligned}$$

Rango Permisible (12 - 21 m.m)

##### b) Estructura de la lámina de cubierta

$$\begin{aligned} \text{Reforzamiento Longitudinal} \quad S_1 &= 50 \\ D_1 &= 6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Reforzamiento transversal} \quad S_2 &= 100 \\ D_2 &= 4 \end{aligned}$$

3 capas de malla exterior, galvanizada, cuadrada y -  
soldada

3 capas de malla interior, galvanizada, cuadrada y -  
soldada

$$i = 13 \text{ m.m} \times 13 \text{ m.m} \times 19 \text{ calibre}$$

$$ii = 19 \text{ m.m} \times 19 \text{ m.m} \times 16 \text{ calibre}$$

$$\text{iii} = 25 \text{ m.m} \times 25 \text{ m.m} \times 16 \text{ calibre}$$

$$a = \frac{13 + 19 + 25}{3} = 19$$

$$d = \frac{1.651 \times 2 + 1.067}{3} = 1.45$$

$$t = 1.29 \times 4 + 0.92 \times 2 + 10 = 17 \text{ m.m}$$

Se encuentra dentro de los límites permisibles (12-2 m.m)

c) Requerimientos de resistencia de la cubierta

$$\begin{aligned} K_n &= 59 \frac{d}{a} \frac{n}{T - (D_1 + D_2)} \\ &= 59 \frac{1.45}{19} \cdot \frac{6}{17 - (6 + 4)} \\ &= 3.85 \end{aligned}$$

Se encuentra dentro de los límites permisibles (1.8-4) (Tabla N° 12)

$$\begin{aligned} K_t &= 31.4 \frac{1}{t} \left( \frac{D_1}{S_1} + \frac{D_2}{S_2} \right) + K_n \left( 1 - \frac{D_1 + D_2}{t} \right) \\ &= 31.4 \frac{1}{17} \left( \frac{6}{50} + \frac{4}{10} \right) + 3.85 \left( 1 - \frac{6 + 4}{17} \right) \\ &= 0.29 + 1.58 = 1.87 \end{aligned}$$

Se encuentra dentro de los límites permisibles (1.6 - 30 m.m)

(Tabla N° 12)

$$U_n = 1.25 d K_n$$

$$= 1.25 \times 1.45 \times 3.85$$

$$= 6,97$$

$$(Ut)_x = 78.5 \frac{4^2}{100 \times 17} + 6,97 \left(1 - \frac{6 + 4}{17}\right)$$

$$= 3.74$$

$$(Ut)_y = 78.5 \cdot \frac{6^2}{50 \times 17} + 6.97 \left(1 - \frac{6 + 4}{17}\right)$$

$$= 6.33$$

Se encuentra dentro de los límites permisibles (2.0 - 6.5) (Tabla N° 12)

d) Cálculo del área seccional de la cubierta

$$Ad = C_2 \left( \frac{4}{L - 12} + 1 \right) \frac{B \times L_2}{D_1}$$

$$= 0.666 (0.5 + 2) \frac{3.6 \times 11.6^2}{1.63}$$

$$= 494 \text{ cm}^2$$

#### 4.5.7 Escantillonado de la cuaderna maestra

a) Carga de diseño = 3,17 m.

b) Sección modular de la cuaderna maestra = 96.33 cm<sup>3</sup>

c) Cálculo del centro de gravedad

$$t_s = 1,8 \text{ cm.}$$

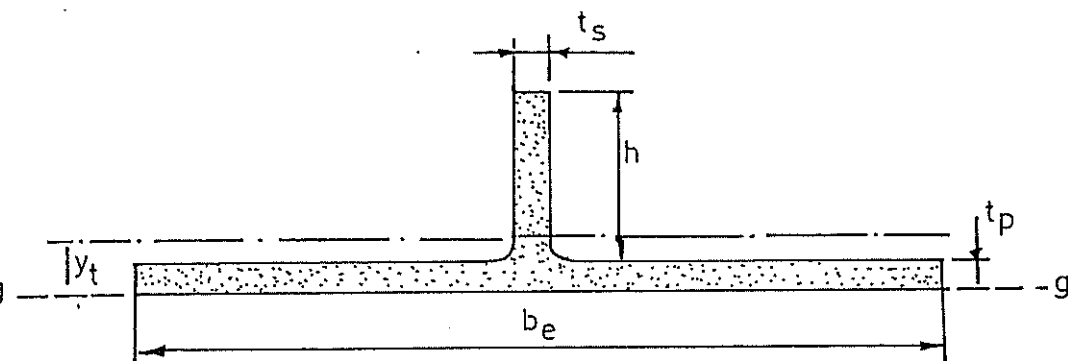
$$h = 10.0 \text{ cm.}$$

$$t_p = 1.8 \text{ cm.}$$

$$b_e = 0.72 \text{ m.}$$

Figura N° 15

MODULO SECCIONAL DE LA CUADERNA Y BAOS  
SECCION TRASVERSAL RECTANGULAR



$b_e$  = Ancho efectivo del panel  $b_e = 0.85 S$  cm.

$s$  = Distancia en cm. entre cuadernas

$t_p$  = Espesor del panel en cm.

$h$  = Profundidad de la cuaderna en cm.

$t_s$  = Espesor en cm. del panel/cuaderna

$y_t$  = Distancia entre la línea base, el centro de gravedad del área seccional

$$y_t = \frac{b_e \cdot \frac{t_p^2}{2} + t_s \cdot h \left( \frac{h}{2} + t_p \right)}{b_e \cdot t_p + t_s \cdot h} \text{ cm}$$

FIGURA N°15



$$Y_t = \frac{be \frac{tp^2}{2} + ts \cdot h \left( \frac{h}{2} + tp \right)}{be \cdot tp + ts \cdot h}$$

$$Y_t = \frac{72 \cdot \frac{(1.8)^2}{2} + 1.8 \times 10 \left( \frac{10}{2} + 1.8 \right)}{72 \times 1.8 + 1.8 + 10} = 1.61 \text{ cm.}$$

d) Cálculo del momento de inercia

$$\begin{aligned} I &= \frac{be \, tp^3}{12} + be \, tp \left( Y_t - \frac{tp}{2} \right)^2 + \frac{ts \cdot h^3}{12} + tsh \left( \frac{h}{2} + tp - Y_t \right)^2 \\ &= \frac{72 \times (1.8)^3}{12} + 72 \times 1.8 \left( 1.61 - \frac{1.8}{2} \right)^2 + \frac{1.8 \times (10)^3}{12} \\ &\quad + 1.8 \times 10 \left( \frac{10}{2} + 1.8 - 1.61 \right)^2 \\ &= 761 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

e) Módulo seccional de la cuaderna maestra

$$\begin{aligned} Z &= \frac{1}{h + tp - Y_t} = \frac{761}{10 + 1.8 - 1.61} \\ &= 74,6 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Si:  $h = 12 \text{ cm.}$

$$Y_t = \frac{72 + \frac{(1.8)^2}{2} + 1.8 \times 12 \left( \frac{12}{2} + 1.8 \right)}{72 \times 1.8 \times 1.8 \times 12} = 1.76 \text{ cm.}$$

$$\begin{aligned} I &= \frac{72 (1.8)^3}{12} + 72 \times 1.8 \left( 1.76 - \frac{1.8}{2} \right)^2 + \frac{1.8 (12)^3}{12} \\ &\quad + 1.8 \times 12 \left( \frac{12}{2} + 1.8 - 1.76 \right)^2 \\ &= 1.178 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$Z = \frac{1.178}{12 + 1.8 - 1.76} = 98,16 \text{ cm}^3$$

$$Z \text{ REQUERIDO} = 96.33 \text{ cm}^3$$

#### 4.5.8 Escantillonado de los baos transversales

a) Módulo seccional requerido de los baos transversales

$$Z = 45 K_1 C_2 l \times S \times h \text{ cm}^3$$

$$K_1 = 1.0$$

$$h = 0.175 B$$

$$= 0.175 \times 3,6$$

$$= 0.63 \text{ m.}$$

$$Z = 45 \times 1,0 \times 0,666 \times 1,8^{-2} \times 0,9 \times 0.63$$

$$= 61 \text{ cm}^3$$

b) Módulo seccional de los baos transversales

$$t_s = 1.7 \text{ cm.}$$

$$h = 10 \text{ cm.}$$

Figura N° 15

$$t_p = 1.7 \text{ cm.}$$

$$be = 72 \text{ cm.}$$

$$Y_t = \frac{72 \times \frac{1.7^{-2}}{2} + 1.7 \times 10 \left( \frac{10}{2} + 1.7 \right)}{72 \times 1,7 \times 1,7 \times 10} = 1.56 \text{ cm.}$$

$$I = \frac{72 \times 1.7^{-2}}{12} + 72 \times 1,7 \left( 1,56 - \frac{1.7}{2} + 1.7 \times 10 \right)$$

$$\left( \frac{10}{2} + 1.7 - 1.56 \right)^2$$

$$= 681.5$$

$$Z = \frac{681.5}{10 + 1.7 - 1.54} = 67 \text{ cm}^3$$

## REQUERIMIENTOS DE FERROCEMENTO

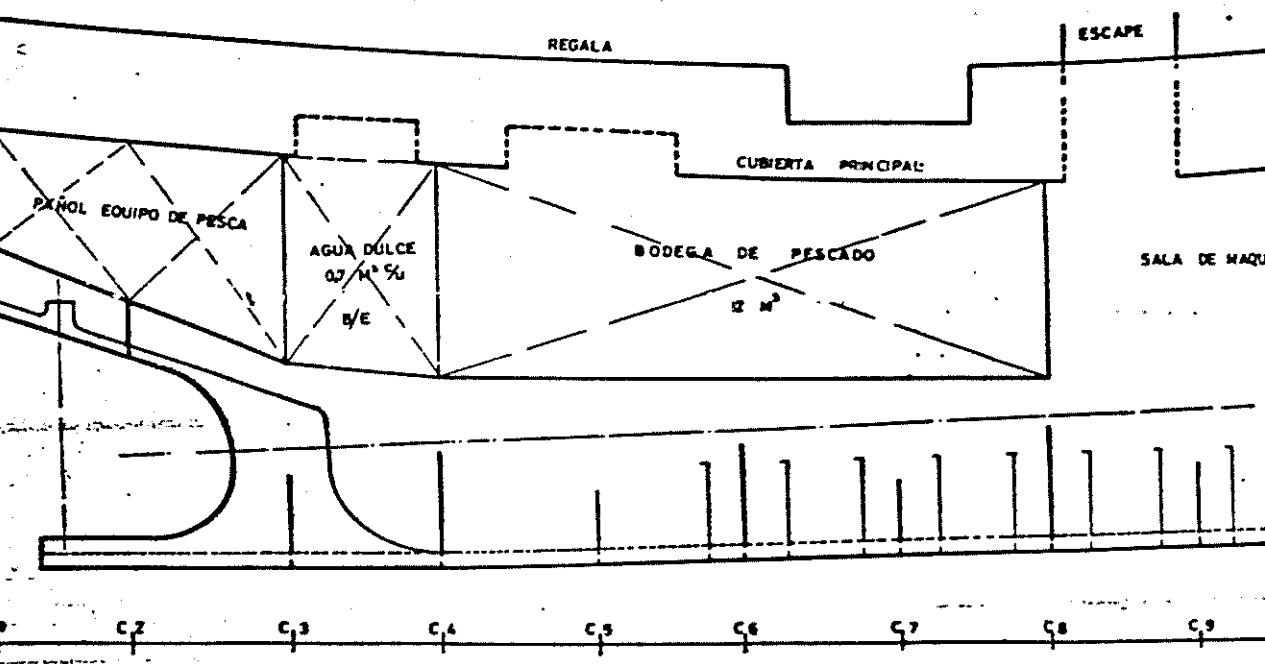
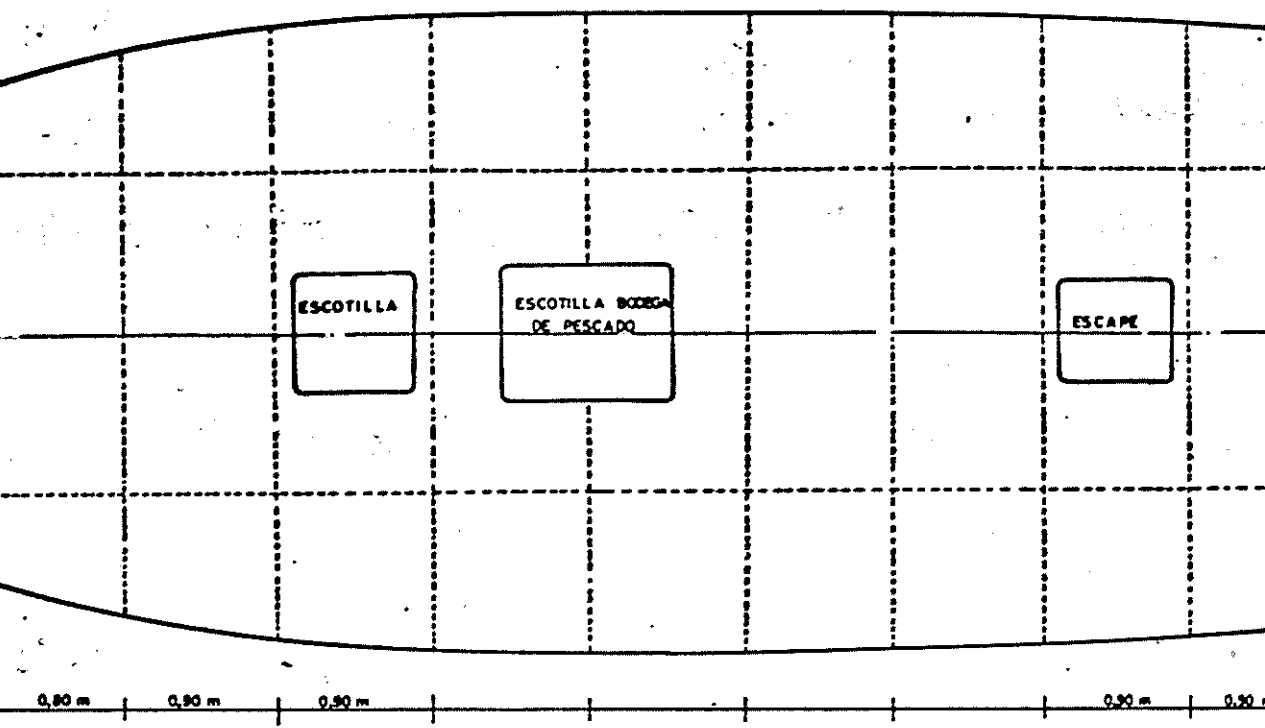
Tipo C	$K_n$ (cm <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup> )	$K_n = 59 \frac{d}{a} \frac{n}{t - (D_1 + D_2)}$
	$K_t$ (cm <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup> )	$K_t = 31.4 \frac{1}{S_1} \left( \frac{D_1}{S_1} - \frac{D_2}{S_2} \right) + K_H \left( 1 - \frac{D_1 + D_2}{t} \right)$
	n %	$n = 1.25 d K_n$
	$\bar{t}$ %	$t = 78.5 \frac{D_2}{S t} + n \left( 1 - \frac{D_1 + D_2}{t} \right)$
	$G_s$ (Kg/dm <sup>3</sup> )	$G_s = \frac{n G_n}{t} - 6,18 \frac{1}{t} \left( \frac{D_1^2}{S_1} - \frac{D_2^2}{S_2} \right)$
		En dirección x : $D = D_d S = S_1$ En dirección y : $D = D_d S = S_2$

Tipo de Estructura	Contenido específico de acero. $G_s$ (Kg/dm <sup>3</sup> )		Coeficiente de reforzamiento. t en %		Coeficiente específico de adherencia (cm <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup> )			
					$K_n$		$K_t$	
	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
A	0.33	0.60	1.75	2.8	2.0	3.0	2.0	3.0
B	0.35	0.65	2.0	4.0	1.9	3.5	1.8	3.0
C	0.38	0.65	2.0	6.5	1.8	4.0	1.6	3.0
D	0.38	0.65	2.0	6.5	1.8	4.0	1.4	3.0

TABLA N° 12

FUENTE: DET NORDKE VERITAS

ESCANTILLONES



ESCANTILLONES

**NOTAS:**

- S<sub>1</sub> - ESPACIAMIENTO DE REFUERZOS LONGITUDINALES
- S<sub>2</sub> - ESPACIAMIENTO DE REFUERZOS VERTICALES
- D<sub>1</sub> - DIAMETRO REFUERZOS LONGITUDINALES
- D<sub>2</sub> - DIAMETRO REFUERZOS VERTICALES
- T - ESPESOR TOTAL DE LA LAMINA
- 1,2,3,4,5,6,7 CAPAS DE MALLAS

**LAMINA DEL CASCO**

MALLA GALVANIZADA CUADRADA Y SOLDADA

- S<sub>1</sub> 50 mm
- S<sub>2</sub> 100 mm
- D<sub>1</sub> 6 mm
- D<sub>2</sub> 4 mm
- 1 13 mm x 13 mm x 0,92 mm Ø
- 2 13 mm x 13 mm x 0,92 mm Ø
- 3 19 mm x 19 mm x 1,3 mm Ø
- 4 25 mm x 25 mm x 1,3 mm Ø
- 5 25 mm x 25 mm x 1,3 mm Ø
- 6 19 mm x 19 mm x 1,3 mm Ø
- 7 13 mm x 13 mm x 0,92 mm Ø
- T 25 mm

**LAMINA DE CUBIERTA**

MALLA GALVANIZADA CUADRADA Y SOLDADA

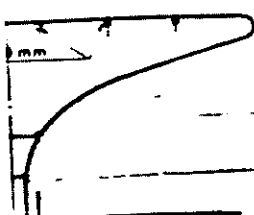
- S<sub>1</sub> 50 mm
- S<sub>2</sub> 100 mm
- D<sub>1</sub> 6 mm
- D<sub>2</sub> 6 mm
- 1 13 mm x 13 mm x 0,92 mm Ø
- 2 19 mm x 19 mm x 1,3 mm Ø
- 3 25 mm x 25 mm x 1,3 mm Ø
- 4 25 mm x 25 mm x 1,3 mm Ø
- 5 19 mm x 19 mm x 1,3 mm Ø
- 6 13 mm x 13 mm x 0,92 mm Ø
- T 23 mm

PUNTOS DE SOLDADURA

ESTIBO

**E REFORZAMIENTO**

m 120 cm 20 cm



1/2 MEDIA

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL		PLANO N°
TESIS DE GRADO INGENIERIA NAVAL		
PLANO ESCANTILLONADO		
ESCALA	1:20	②
DIBUJADO	VICENTE GONZALEZ TOALA	
CALCULADO	VICENTE GONZALEZ TOALA	FECHA FEBRERO 1992
DIRECTOR DE TESIS ING. MIGUEL FIERRO		

$$Z = \text{REQUERIDO} = 61 \text{ cm}^3$$

#### 4.5.9 Planos de Escantillonado del casco (Plános Nos. 3 y 4)

#### 4.5.10 Pluma y mástil

##### a) Escantillonado de la pluma

La distancia entre el pié del mástil y el centro de la escotilla es de 3 m.

Para obtener mejores resultados técnicos y eficiencia, escogemos:

$$h/l = 1$$

$$\alpha = 30^\circ$$

Material: Madera (María)

Asumimos: Diámetro = 12 cm.

Factor de seguridad = 8

$$\text{Radio de Giro} = r = \frac{D}{4} = \frac{120 \text{ m.m}}{4} = 30 \text{ m.m}$$

$$\text{Relación de Esbeltez} = \frac{3.500 \text{ m.m}}{30 \text{ m.m}} = 116,66$$

Coefficiente K (DIAGRAMA) = 0.2

Esfuerzo límite de flexión (María) =  $T_d = 450 \text{ kg/cm}^2$

$$\text{Esfuerzo de trabajo seguro } (T_d)_s = \frac{450}{8} = 56.25 \text{ kg/cm}^2$$

Resistencia a la carga segura máxima de la pluma (T)

$$\begin{aligned} T &= (K \cdot \eta) \times A \times (T_d)_s \\ &= 0.2 \times 3,1416 (6 \text{ cm})^2 \times 56,25 \text{ kg/cm}^2 = 1.272,3 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

Corresponde a una carga de trabajo segura de:

$$W = \frac{1.272,3}{2.06} = 617,6 \text{ kg}$$

b) Escantillonado del mástil

$$X = \frac{Th \times B^2}{2L^3} (A + 2L)$$

$$\begin{aligned} X &= \frac{979 \text{ kg} (1,0 \text{ m})^2}{2 \times (4,5\text{m})^3} (3,5\text{m} + 2 \times 4,5 \text{ m}) \\ &= 67 \text{ kg} \end{aligned}$$

Momento flexor máximo =  $M = X.A$

$$= 67 \text{ kg} \times 3.5 \text{ m.}$$

$$= 235 \text{ kg} \times \text{m.}$$

$$= 23.500 \text{ kg} \times \text{cm.}$$

$$\text{Módulo de sección requerido} = W = \frac{23.500 \text{ kg} \times \text{cm.}}{800 \text{ kg/cm}^2}$$

$$= 29,4 \text{ cm}^3$$

Material: Turbo redondo de acero sin soldadura

Turbo de prueba:

$$D = 101.6 \text{ m.m}$$

$$A = 16.9 \text{ cm}^2$$

$$W = 59.31 \text{ kg.}$$

#### 4.6 Cálculo de Pesos y centro de gravedad

a) Quilla

Perfil de acero de: 15 cm x 9 cm x 3/8" x 105 dm

$$V = (0,9 \text{ dm} \times 2 + 1,5 \text{ dm}) \times 0,095 \text{ dm} \times 105 \text{ dm} = 32,91 \text{ dm}^3$$

$$W = 32,91 \text{ dm}^3 \times 7,8 \text{ kg/dm}^3 = 256,75 \text{ Kg.}$$

## b) Casco

Ferrocemento:	Hierro	2,5 lbs/pié <sup>2</sup>
	Mortero	<u>12,5 lbs/pié<sup>2</sup></u>
		15,0 lbs/pié <sup>2</sup>

1. Superficie Mojada	42 m <sup>2</sup>
2. Obra muerta del casco	30 "
3. Cubierta	30 "
4. Pisos	15 "
5. Mamparos	<u>25 "</u>
	142 m <sup>2</sup>

$$W = 142 \text{ m}^2 \times 10.75 \frac{\text{pié}^2}{\text{m}^2} \times 15 \frac{\text{lbs}}{\text{pié}^2} = 22.897,5 \text{ lbs.}$$

$$= 10.400 \text{ Kg.}$$

c) Caseta

Armazón: amarillo

$$W_1 = 0.0688 \text{ pié}^2 \times 2.7 \text{ m} \times 3.28 \frac{\text{pié}}{\text{m}} \times 7 \times 40 \frac{\text{lbs}}{\text{pié}^3} = 170 \text{ lbs.}$$

$$W_2 = 0.0688 \text{ pié}^2 \times 2.5 \text{ m} \times 3.28 \frac{\text{pié}}{\text{m}} \times 8 \times 40 \frac{\text{lbs}}{\text{pié}^3} = 180.4 \text{ "}$$

$$W_3 = 0.0688 \text{ pié}^2 \times 1.9 \text{ m} \times 3.28 \frac{\text{pié}}{\text{m}} \times 8 \times 40 \frac{\text{lbs}}{\text{pié}^3} = 139.8 \text{ "}$$

---


$$490.24 \text{ lbs}$$

$$= 222,8 \text{ Kg.}$$

Paredes, techo y puertas: plywood marino

$$W_4 = 1.90 \text{ m} \times 2.50 \text{ m} \times \left(3.28 \frac{\text{pié}}{\text{m}}\right)^2 \times 0,02 \text{ pié}$$



$$x 50 \frac{\text{lbs}}{\text{pie}^3} \times 2 = 102.2 \text{ lbs.}$$

$$W_5 = 1.90 \text{ m} \times 2.70 \text{ m} \times (3.28 \frac{\text{pie}}{\text{m}})^2 \times 0,02 \text{ pie}$$

$$x 50 \frac{\text{lbs}}{\text{pie}^3} \times 2 = 110.0 \text{ ''}$$

$$W_6 = 2.50 \text{ m} \times 2.70 \text{ m} \times (3.28 \frac{\text{pie}}{\text{m}})^2 \times 0,02 \text{ pie}$$

$$x 50 \frac{\text{lbs}}{\text{pie}^3} = \frac{72.4 \text{ ''}}{284.6 \text{ lbs.}}$$

$$W_7 = \text{Impermeabilización del techo y pintura} \quad 10 \text{ Kg.}$$

$$W_8 = \text{Clavos y otros} \quad 10 \text{ Kg.}$$

$$W = 372,17 \text{ Kg.}$$

d) Pluma

$$\text{Longitud} = 3.5 \text{ m.}$$

$$\text{Diámetro} = 0.12 \text{ m.}$$

$$\text{Peso específico} = 500 \text{ Kg/m}^3$$

$$W = 3.1416 \times (0,06 \text{ m})^2 \times 3.5 \text{ m} \times 500 \text{ Kg/m}^3$$

$$= 19.79 \text{ Kg.}$$

e) Mástil

$$A = 16.9 \text{ cm}^2$$

$$L = 4.5 \text{ m.}$$

$$J = 7.8 \text{ Kg/dm}^3$$

$$W = 0.169 \text{ dm}^2 \times 45 \text{ dm} \times 7.8 \text{ Kg/dm}^3$$

$$= 59.31 \text{ Kg.}$$

f) Tanques de combustibles

$$a_1 = 2 \left( \frac{60 \text{ cm} + 65 \text{ cm}}{2} \times 45 \text{ cm} + \frac{40 \text{ cm} + 42 \text{ cm}}{2} \times 30 \text{ cm} \right) = 0,56 \text{ m}^2$$

$$a_2 = (100 \text{ cm} + 55 \text{ cm} + 65 \text{ cm} + 45 \text{ cm} + 20 \text{ cm}) 200 \text{ cm} = 5,7 \text{ m}^2$$

$$A = 0,56 \text{ m}^2 + 5,7 \text{ m}^2 = 6,32 \text{ m}^2$$

$$W = 6,32 \text{ m}^2 \times 48 \text{ Kg/m}^2 = 303 \text{ Kg.}$$

Material: Plancha de hierro de 1/4"

g) TAnques para agua potable

Material: Plancha de hierro de 1/4"

$$A = 4,08 \text{ m}^2 \times 48 \text{ kg/m}^2 = 195 \text{ Kg.}$$

h) Pisos de madera

## h.1 Bodega de pescado

$$W = 3,60 \text{ m} \times 3,00 \text{ m} \times \left( 3,28 \frac{\text{pié}}{\text{m}} \right)^2 \times 0,1 \text{ pié} \times 40 \text{ lbs/pié}^3$$

$$= 464 \text{ Kg.}$$

## h.2 Cuarto de máquinas

$$W = 2,70 \text{ m} \times 2,30 \text{ m} \times \left( 3,28 \frac{\text{pié}}{\text{m}} \right)^2 \times 0,1 \text{ pié} \times 40 \text{ lbs/pié}^3$$

$$= 268 \text{ Kg.}$$

## h.3 Alojamiento

$$W = 2,20 \text{ m} \times 2,50 \text{ m} \times \left( 3,28 \frac{\text{pié}}{\text{m}} \right)^2 \times 0,1 \text{ pié} \times 40 \text{ lbs/pié}^3$$

$$= 240 \text{ Kg.}$$

## h.4 Pañol de pesca

$$W = (2.50\text{m} \times 2.00\text{m}) \left(3.20 \frac{\text{pié}}{\text{m}}\right)^2 \times 0,1 \text{ pié} \times 40 \text{ lbs/pié}^3$$

$$= 215 \text{ Kg.}$$

h.5 Cubierta de trabajo

$$W = 6\text{m} \times 3\text{m} \times \left(3.28 \frac{\text{pié}}{\text{m}}\right)^2 \times 0,12 \text{ pié} \times 40 \text{ lbs/pié}^3$$

$$= 776 \text{ Kg.}$$

h.6 Piso caseta

$$W = (2.50\text{m} \times 2.20\text{m}) \left(3.28 \frac{\text{pié}}{\text{m}}\right)^2 \times 0,1 \times 40 \text{ lbs/pié}^3$$

$$= 248 \text{ Kg.}$$

i) Peso del eje

Material: Bronce manganeso

$$W = \pi r^2 l \rho$$

$$= 3,1416 \times \left(\frac{0,548 \text{ dm}}{2}\right)^2 \times 55 \text{ dm} \times 11,35 \text{ Kg/dm}^3 = 147,2 \text{ Kg.}$$

Tabla Nº 13

#### 4.7 Cálculo del desplazamiento, en tres condiciones de Carga Diferente

a) Porte Bruto

Peso de combustible:  $2.000 \text{ dm}^3 \times 0.84 \frac{\text{Kg}}{\text{dm}^3} = 1.68 \text{ ton.}$

Peso de agua dulce:  $1\text{m}^3 \times 1 \text{ ton./m}^3 = 1.00 \text{ ''}$

Peso de hielo = 0.98 ''

Peso tripulantes = 0.40 ''

Aparejos de Pesca = 0.30 ''

CALCULO DE PESOS Y CENTRO DE GRAVEDAD

Nº	ITEMS	W. (Kg)	YG(m)	Mv(Kgx m)	XG(m)	ML (Kgx m)
01	QUILLA	256.75	1.10	304.42	5.65	1.450.63
02	CASCO	10.407.00	2.40	24.978.54	6.60	68.686.20
03	CASETA	372.17	4.50	1.674.76	8.00	2.977.36
04	PLUMA	20.00	4.20	84.00	5.00	100.00
05	MASTIL	60.00	5.20	312.00	6.60	396.00
06	MAQUINILLA DE PESCA	300.00	3.50	1.050.00	6.00	1.800.00
07	TAPA ESCOTILLA BODEGA	20.00	3.40	68.00	4.86	97.20
08	TAPA ESCOTILLA PAÑOL	12.00	3.40	40.80	1.44	17.28
09	MOTOR PRINCIPAL	564.00	2.20	1.240.00	7.84	4.421.76
10	MOTOR AUXILIAR	69.00	2.30	158.00	8.00	552.00
11	COMPRESOR	45.00	2.30	103.00	8.74	393.00
12	DINAMO	55.00	2.30	126.00	9.00	495.00
13	BOMBA No. 1	32.00	2.30	74.00	9.00	288.00
14	BOMBA No. 2	32.00	2.30	74.00	9.10	291.00
15	BATERIAS	80.00	2.70	216.00	8.91	713.00
16	TANQUES COMBUSTIBLE No. 1,2	606.00	2.80	1.696.00	7.16	4.339.00
17	TANQUES DE AGUA No. 1 y 2	390.00	2.80	1.092.00	2.55	994.00

TABLA N° 13

continuación

18	TANQUE DIARIO DE COMBUSTIBLE	48.00	3.80	182.00	7.00	336.00
19	TANQUE DE ACEITE	5.00	2.10	11.00	6.80	34.00
20	TUBERIAS	120.00	2.20	600.00	7.80	936.00
21	PISO ALOJAMIENTO	240.00	2.50	600.00	10.45	2.508.00
22	PISO CUARTO DE MAQUINA	268.00	1.80	482.00	7.95	2.130.00
23	PISO BODEGA	464.00	2.00	928.00	4.86	2.255.00
24	PISO PAÑOL DE PESCA	215.00	2.80	602.00	1.44	309.00
25	PISO CASETA	284.00	3.50	994.00	7.84	2.226.00
26	CUBIERTA DE TRABAJO	776.00	3.36	2.607.00	3.20	2.483.00
27	EJE	150.00	1.80	270.00	3.96	594.00
28	PALA	40.00	1.80	72.00	0.68	27.00
29	HELICE	35.00	1.70	60.00	1.22	43.00
30	CUADRANTE DEL TIMON	6.00	2.50	15.00	0.80	5.00
31	COCINA	35.00	3.70	129.50	7.00	245.00
32	LITERAS	40.00	3.10	124.00	10.40	416.00
		16.046.92		40.970.02		102.858.93

$$YG = \frac{Mv}{W} = \frac{40.970,02}{16.046,92} = 2.55 \text{ m.}$$

$$XG = \frac{ML}{W} = \frac{102.858,93}{16.046,92} = 6,40 \text{ m.}$$

TABLA N° 13

Provisiones	= 0.10 ton.
Pescado	= <u>4.20 "</u>
Porte Bruto	8.66 ton.

## b) Variaciones del desplazamiento total

	<u>PARTIDA DE CALADERO</u>	<u>MEDIA CARGA</u>	<u>MAXIMA CARGA</u>
Combustible	1.680 Kg.	840 Kg.	840 Kg.
Agua Dulce	1.000 "	500 "	500 "
Hielo	980 "	490 "	490 "
Tripulación	400 "	400 "	900 "
Aparejos de Pesca	300 "	300 "	300 "
Provisiones	100 "	50 "	50 "
Pescado	<u>000 "</u>	<u>2.100 "</u>	<u>4.200 "</u>
Porte Bruto	4.460 Kg.	4.680 Kg.	6.780 Kg.
Desplazamiento Li- viano	<u>16.046 "</u>	<u>16.046 "</u>	<u>16.046 "</u>
Desplazamient.Total	20.506 Kg.	20.726 Kg.	22.826 Kg.

4.8 ESTABILIDAD

## a) Francobordo

PUntal de diseño	= 200 cm.
Calado de diseño	= 118 cm.
Francobordo de diseño	= 82 cm.
Desplazamiento de diseño	= 18 ton.

DE CURVAS HIDROSTATICAS

	T	A	TPC1
Partida de caladero	128 cm.	20.5 ton.	0215

Media carga	130 cm.	20.7 ton.	0.220
Máxima carga	140 "	22.8 "	0.225

$$\begin{aligned} \text{Variación de calado, partida de caladero} &= \frac{20.5 - 18.0}{0.215} \\ &= 11.62 \text{ cm.} \end{aligned}$$

$$\text{Variación de calado, media carga} = \frac{20.7 - 20.5}{0.220} = 9 \text{ cm.}$$

$$\text{Variación de calado, máxima carga} = \frac{22.8 - 20.7}{0.225} = 9.33$$

$$\begin{aligned} \text{Francobordo, Partida de caladero} &= 200 - (118 + 11,62) \\ &= 70.38 \text{ cm.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Francobordo, Media Carga} &= 200 - (118 + 11,62 + 9) \\ &= 61.68 \text{ cm.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Francobordo, Máxima carga} &= 200 - (118 + 11,62 + 9 + \\ &9.33) = 52.35 \text{ cm.} \end{aligned}$$

$$\left(\frac{f_{\min}}{Bw1}\right), \text{ Máxima carga} = \frac{52,35}{360} \text{ cm} = 0.145$$

$\left(\frac{f_{\min}}{Bw1}\right)$  de acuerdo a las regulaciones de la IMCO, tiene un -  
Bw1

rango permisible entre 0.02 y 0.20

b) Calados

$$A_1 = 1,0 \text{ m} \times 0,9 \text{ m.}$$

Superficies libres :

$$A_2 = 2,0 \text{ m} \times 0,6 \text{ m}$$

$$I_1 = \frac{2 \times 0,9 \times 1^3}{12} = 0,15$$

$$I_2 = \frac{2 \times 2 \times 0,6^2}{12} = 0,864$$

$$GG_1 = \frac{3,15 \times 1}{18,193} = 0,00824$$

$$GG_2 = \frac{0,864 \times 0,91}{18,193} = 0,0432$$

Corrección de GM, por superficie libres =  $0,00824 + 0,0432 = 0,0515$

$$\text{Asiento} = \frac{M}{M_1} = \frac{A \times b}{M_1} \equiv \frac{26,4 \times 0,06}{0,237} = 650 \text{ m.m.}$$

$$H \text{ popa} = 1,42 \text{ m} - \frac{0,065 \text{ m.}}{2} = 1,385 \text{ m.}$$

$$H \text{ popa} = 1,42 \text{ m} + \frac{0,065 \text{ m.}}{2} = 1,455 \text{ m.}$$

c) Altura metacéntrica inicial

$$KM = KG + GM$$

$$= KB + BM_t$$

De curvas hidrostáticas

$$KB = 1,02 \text{ m.}$$

$$BM_t = 3,77 \text{ m.}$$

$$KM = 1,02 \text{ m.} + 3,77 \text{ m.} = 4,79 \text{ m.}$$

$$GM = KM - KG$$

$$= 4,79 \text{ m} - 1,20 \text{ m.} = 3,59 \text{ m.}$$

d) Estabilidad dinámica

$\theta^\circ$	GZ	F.S.	f(A)
0°	0,000	1	0,000
0°	0,075	4	0,300



10° 0.145 2 0,290

15° 0.200 4 0,800

20° 0.245 2 0,490

25° 0.270 4 1,080

30° 0.280 1  $\frac{0,280}{3,240}$

30° 0,280 1 0,280

35° 0.270 4 1,080

40° 0,250 1  $\frac{0,250}{1,61}$

$$A_{0^\circ} = \frac{1}{3} \times \frac{\tilde{H}}{36} \times f(A)$$

$$A_{30^\circ} = \frac{1}{3} \times \frac{\tilde{H}}{36} \times 3,24$$

$$= 0,094 \text{ m - rad.}$$

$$A_{30^\circ - 40^\circ} = \frac{1}{3} \times \frac{\tilde{H}}{36} \times 1,61$$

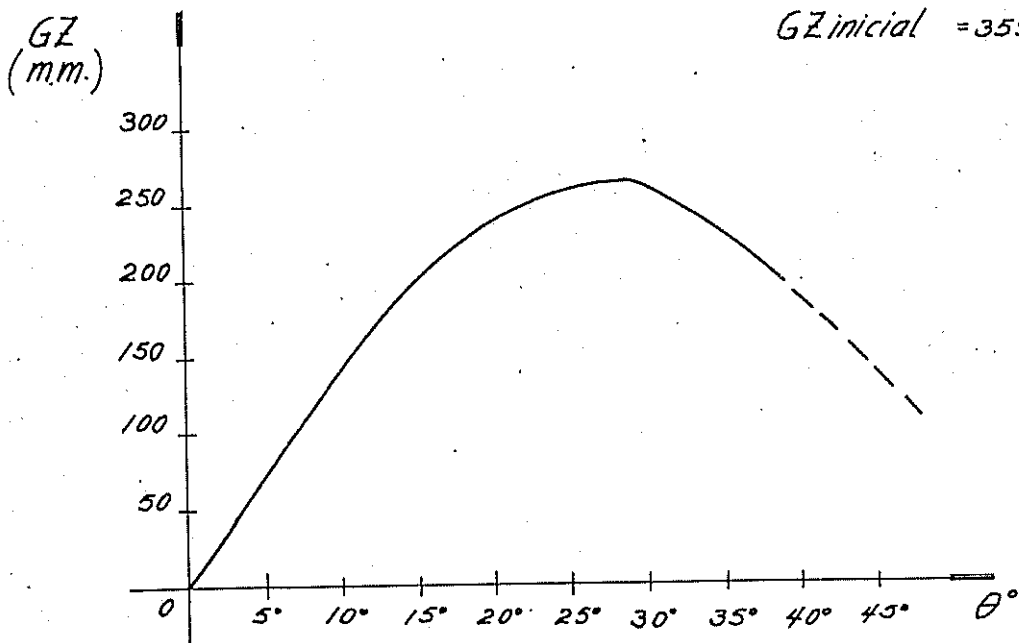
$$= 0,043 \text{ m - rad.}$$

$$A_{40^\circ} = 0,140 \text{ m - rad.}$$

$$GZ_{30^\circ} = 280 \text{ mm.}$$

$$GZ_{\text{máx.}} \rightarrow 30^\circ$$

$$GZ_{\text{inicial}} = 359 \text{ mm.}$$



Según Convención de Torremolino.

- 1.- El área situada bajo la curva GZ, hasta los  $30^\circ$ , no debe ser inferior a 0,055 m - rad.
- 2.- El área situada bajo la curva GZ, entre los  $30^\circ$  y  $40^\circ$  no debe ser inferior a 0,030 m - rad.
- 3.- El área situada bajo la curva GZ, hasta los  $40^\circ$ , no debe ser inferior a 0,09 m - rad.
- 4.- GZ, tendrá un valor mínimo de 200 m.m. para  $30^\circ$ .
- 5.- El máximo valor de GZ, preferentemente debe estar en un ángulo superior a los  $30^\circ$ .
- 6.- GZ inicial, no debe ser inferior a 350 m.m.

## CAPITULO V

### SELECCION DEL SISTEMA PROPULSOR

#### 5.1 CALCULO DE LA POTENCIA DEL MOTOR PRINCIPAL

Utilizamos el "Método gráfico para el cálculo de la potencia de los pesqueros" de Takagi, Inuz y Nakamura, del Departamento de Arquitectura Naval de la Universidad de Tokio, considerando que es un método especial para buques pesqueros de menos de 30 metros de eslora entre perpendiculares.

- a) Se calcula  $\nabla / (L/10)^3$ , en función de la eslora en metros y el volúmen de desplazamiento en metros cúbicos.

$$\nabla / (L/10)^3 = 17.88 \text{ m}^3 / (11.60\text{m}/10)^3 = 11.53$$

- b) En función de  $\nabla / (L/10)^3 = 11.53$  y el coeficiente prismático  $C_p = 0.596$ , utilizando la figura 16 ( $B/T = 2.2$ ) y Figura 17 ( $B/T = 3.0$ ), para Números de Froude entre 0.16 y 0.38 calculamos los valores de  $C_w \times 100$ , interpolando.

- c) Con el valor de  $(C_w \times 100)$  calculado, encontramos la potencia correspondiente a la resistencia por formación de olas, con la siguiente fórmula:

$$(ENP)_w / (C_w \times 100) (V / \sqrt{gT})^3 = 0.002138 \left[ \nabla / (L/10)^3 \right]^{2/3} \cdot L^{7/2}$$

De la Figura No. 17, en función de  $\nabla / (L/10)^3$  y  $L$ , encontramos el valor del segundo miembro de la Ecuación

$$(ENP)_w / (C_w \times 100) (V / \sqrt{gT})^3 = 80.42$$

d) Se calcula (EHP)<sub>w</sub>

e) Cálculo de la superficie mojada, mediante la fórmula:

$$S = K_s \cdot K_b \cdot K_a \cdot \sqrt{\Delta L}, \text{ en donde:}$$

$$S = \text{Superficie mojada en } M^2$$

$K_s$  = Coeficiente empírico, se determina mediante la Figura 18, en función de  $C_p$  y  $B/T$

$$K_s = 2.66$$

$K_B$  = Corrección por cuaderna maestra. Se determina de la Figura 19, en función de  $C_m$ .

$$K_B = 0.928$$

$K_a$  = Corrección por apéndices, su valor standar aproximado = 1.05

$$K_a = 1.05$$

$\sqrt{\Delta L}$ , se determina de la Fig. N° 20, en función de  $\nabla/(L/10)^3$  y  $L$ .

$$\sqrt{\Delta L} = 18$$

$$S = 2.66 \times 0.928 \times 1.05 \times 18 = 46.65 \text{ m}^2$$

f) Se calcula los EHP friccionales del buque, en agua salada y a 15°

$$\frac{(EHP)_f}{S} = 0.3434 \times \lambda \times L^{1.425} \cdot (V / \sqrt{L \cdot g})^{2.825}$$

$$\lambda = 0.1392 + \frac{0.258}{2.68 + L}$$

$$\lambda = 0.1392 + \frac{0.258}{2.68 + 12.30} = 0.1564229$$

$$L^{1.4125} = (12.30 \text{ m})^{1.4125} = 17.52 \dots$$

$$\frac{(EHP)_f}{S} = 0.3434 \times 0,1564229 \times 34,633 \cdot (V / \sqrt{Lq})^{2.825}$$

$$\frac{(EHP)_f}{S} = 0.93 (V / \sqrt{Lq})^{2.825}$$

$$EHP = (EHP)_w + (EHP)_f$$

Cálculos (Tabla No. 14)

g) Características del motor escogido:

Marca	YANMAR
Modelo	4KDE
Tipo	DIESEL VERTICAL DE 4 CICLOS
Número de cilindros	3
Carrera	145 x 170 m.m
Desplazamiento	8.423 lbs.
Caballos x revoluciones	90/1.500
Velocidad media del pistón	8.22 m/seg.
Reducción	2.9 : 1
R.P.M., eje propulsor	518
Compresión	19.2
Sistema de combustión	Cámara de combustión
Sistema de arranque	Aire comprimido
Sistema de enfriamiento	Bomba de agua
Sistema de lubricación	Presión bomba
Peso	1.240 lbs.

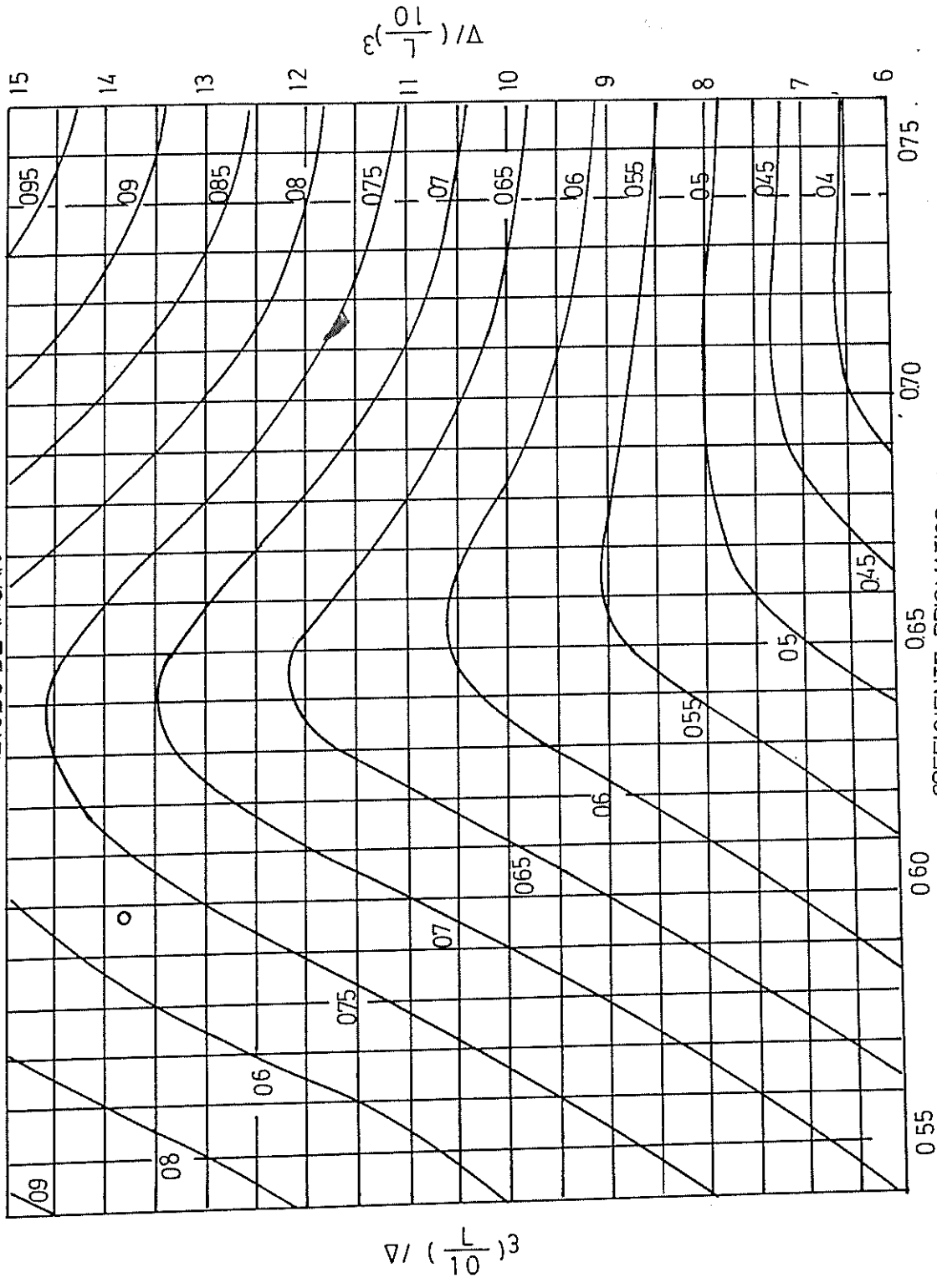
2 DISTRIBUCION DEL CUARTO DE MAQUINAS  
(Plano N° 5)

COEFICIENTES DE RESISTENCIAS RESIDUAL PARA  
METODO DE TAGAKI

$\nabla/\sqrt{gL} = 0.16$

$B/T = 2.2$

$B/T = 2.2$



$\nabla / \left( \frac{L}{10} \right)^3$

COEFICIENTE PRISMATICO CP

FIGURA N° 16

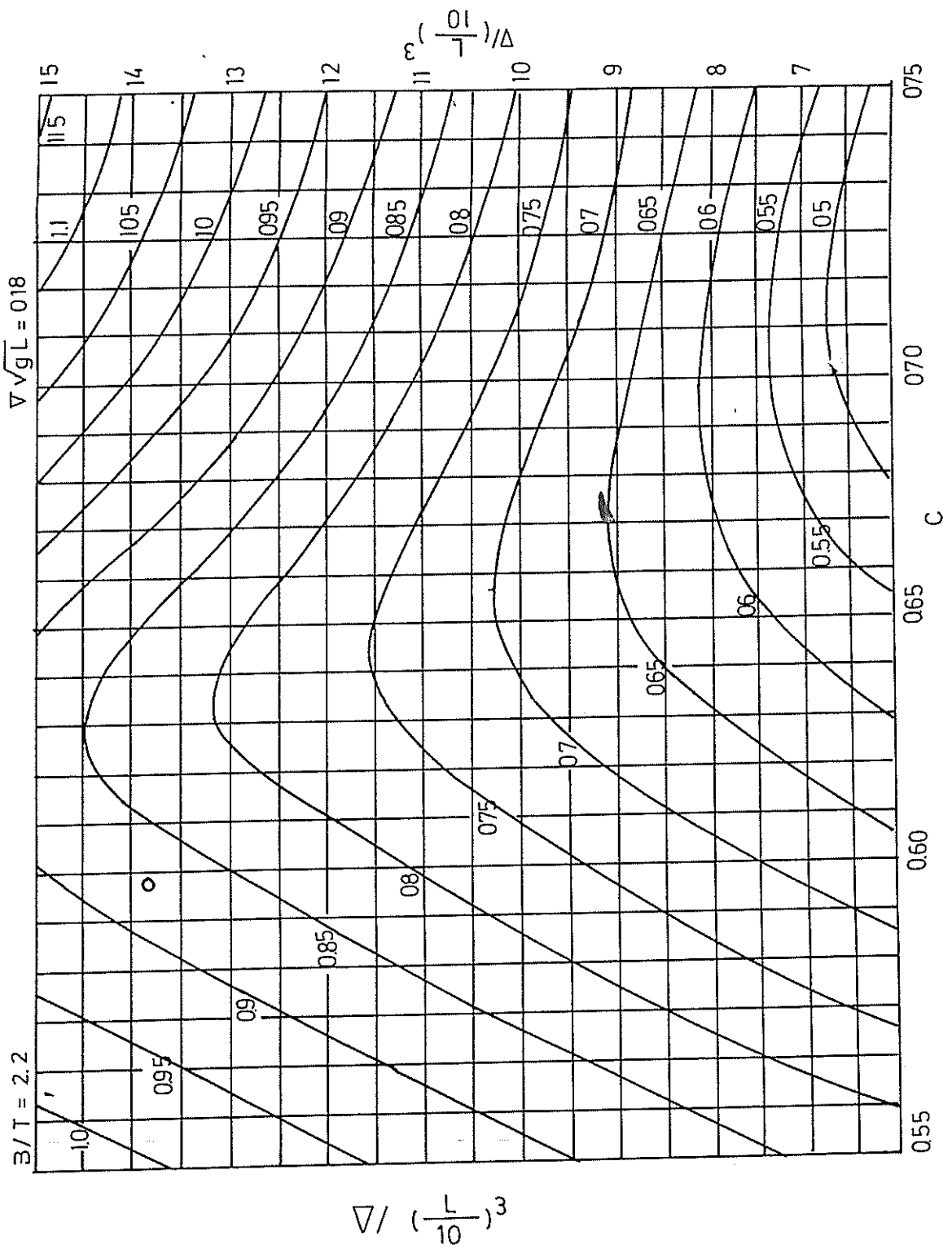


FIGURA Nº16.1

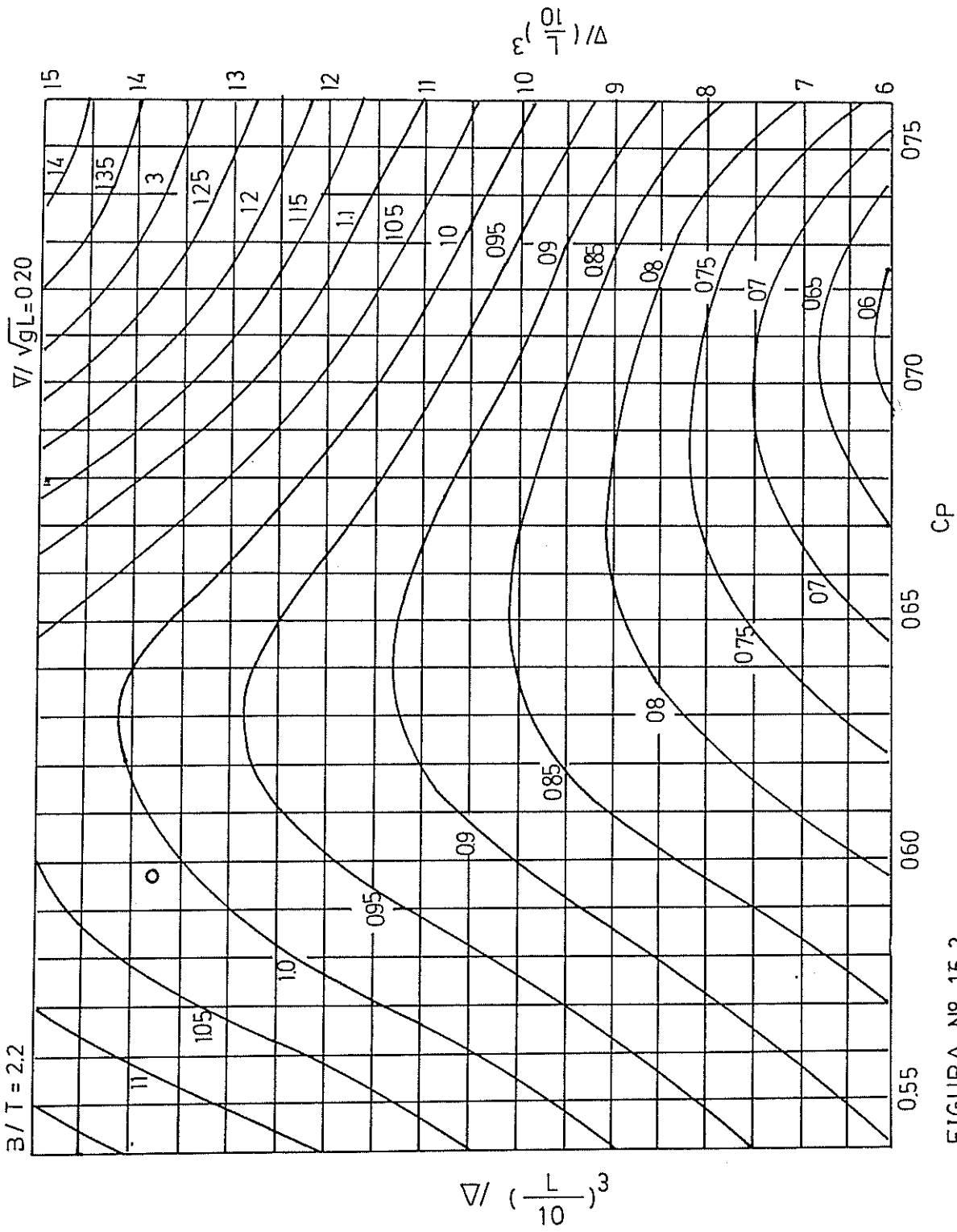


FIGURA Nº 16.2



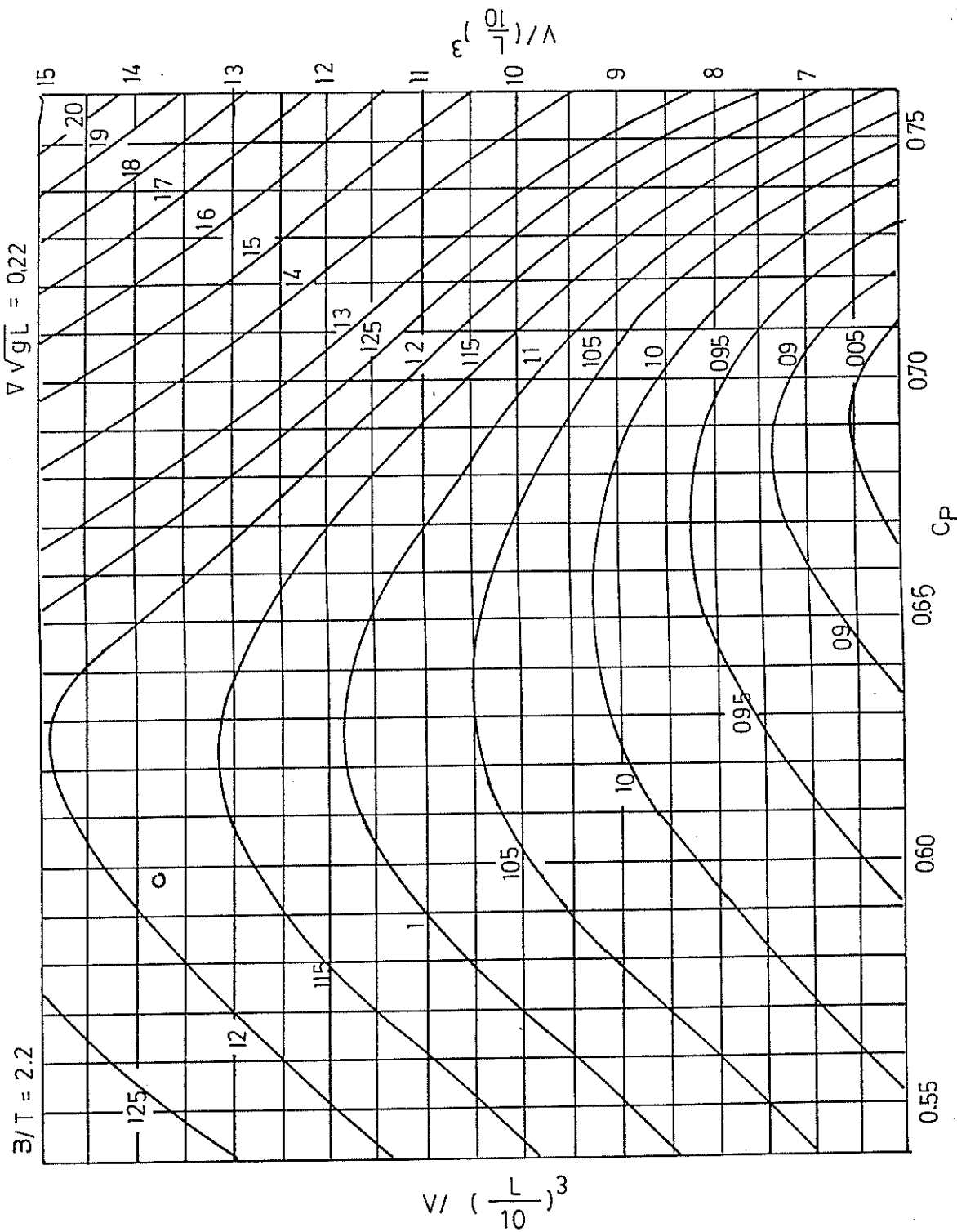


FIGURA N°16.3

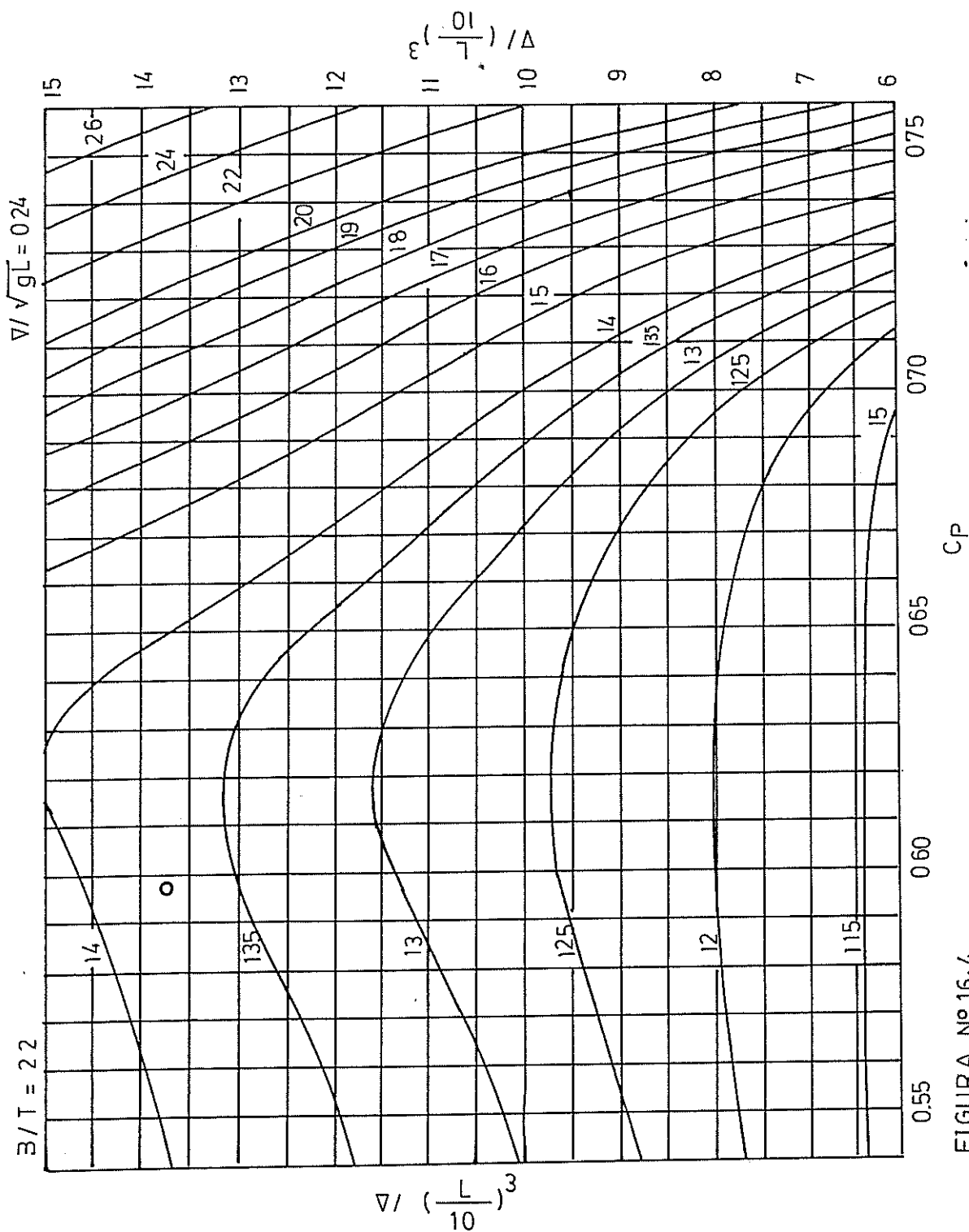


FIGURA Nº 16.4

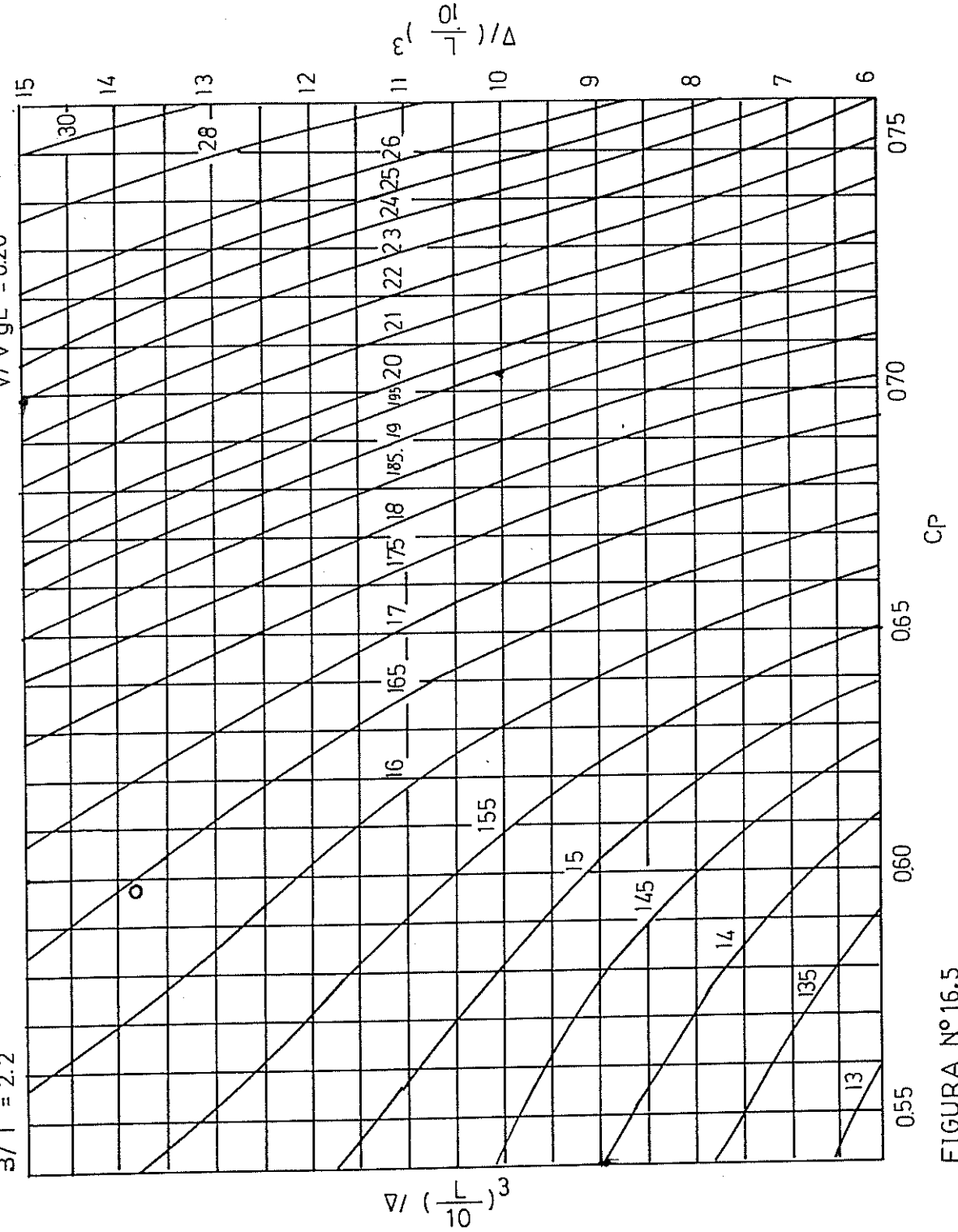


FIGURA N° 16.5

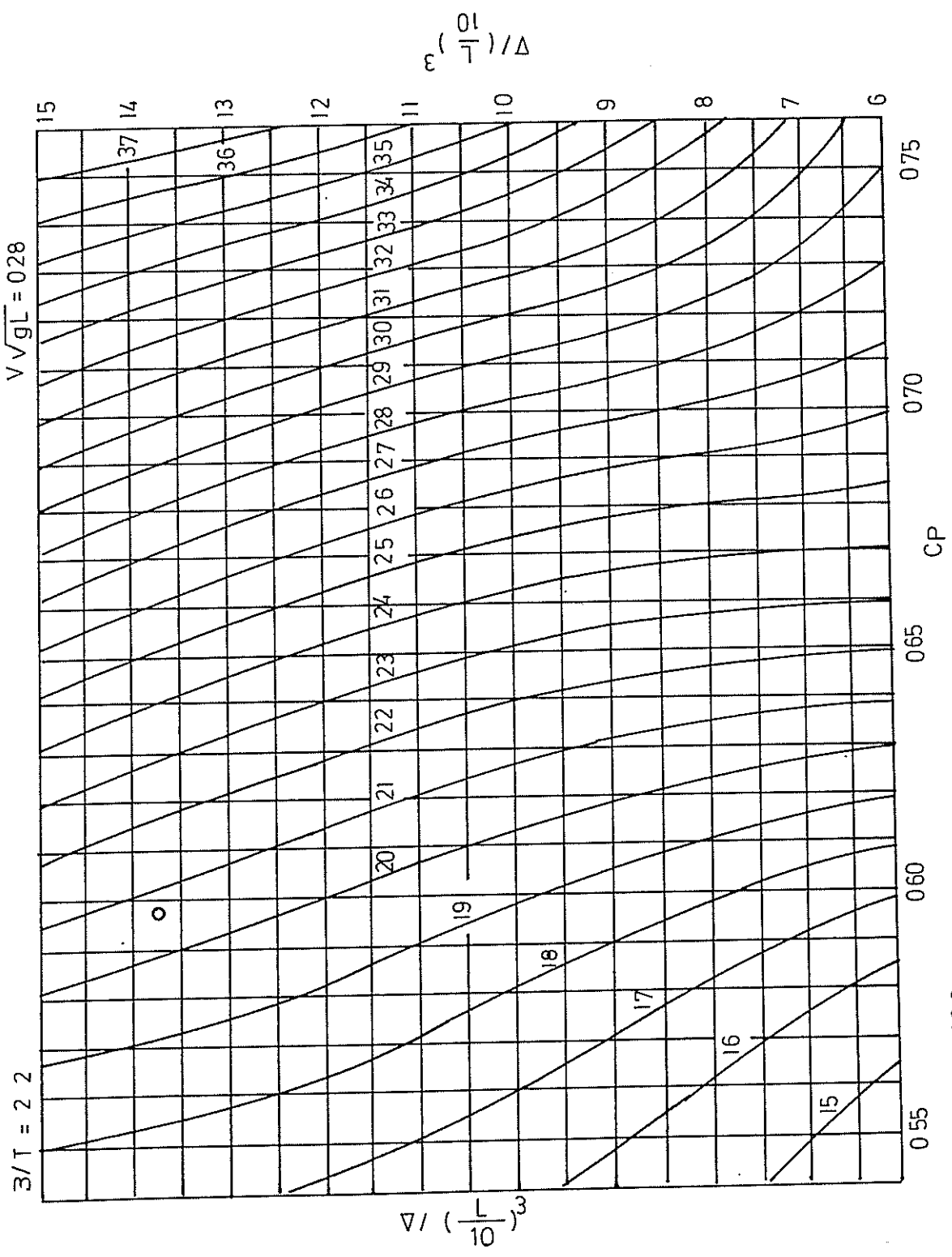


FIGURA N° 16.6

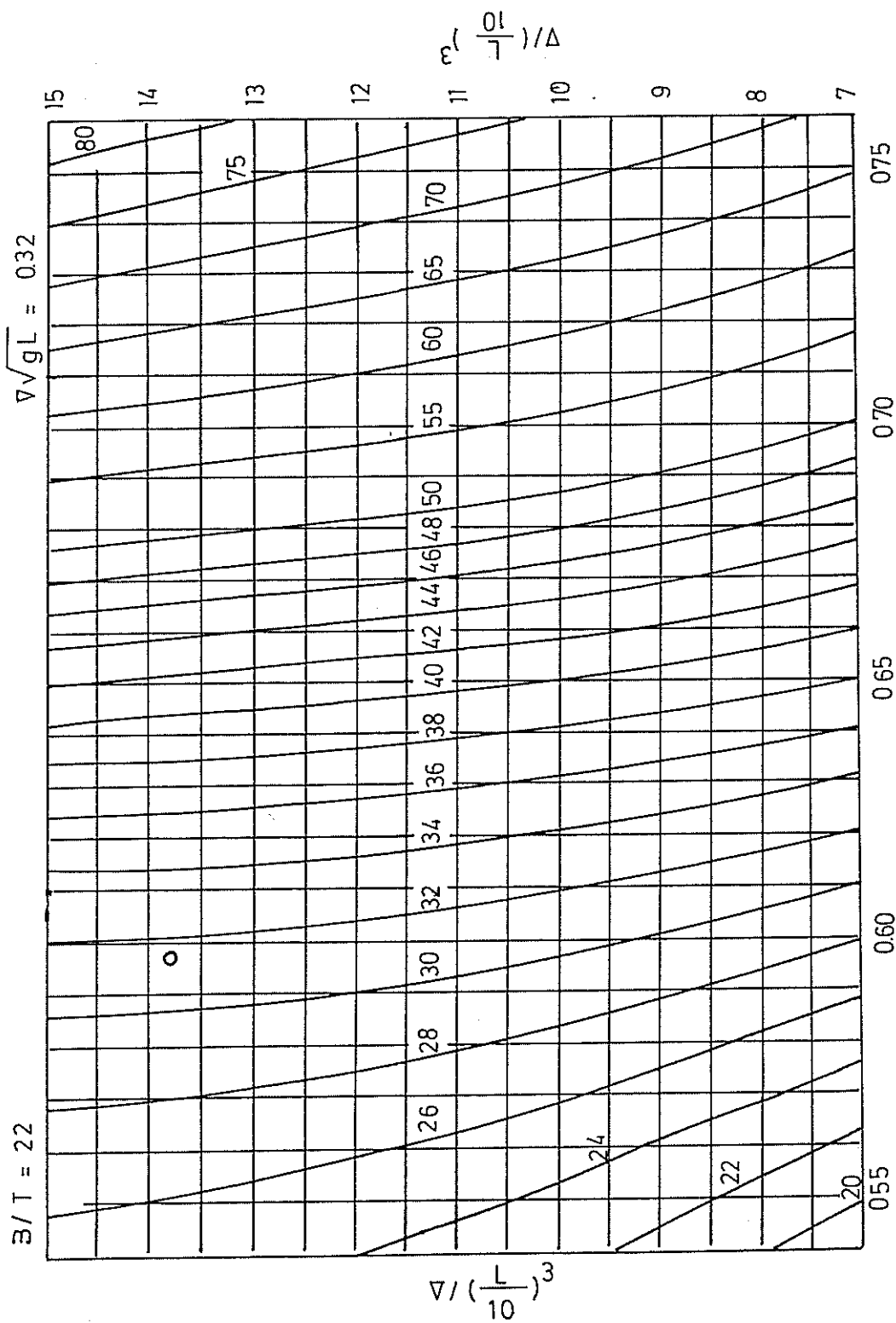


FIGURA N° 16.7

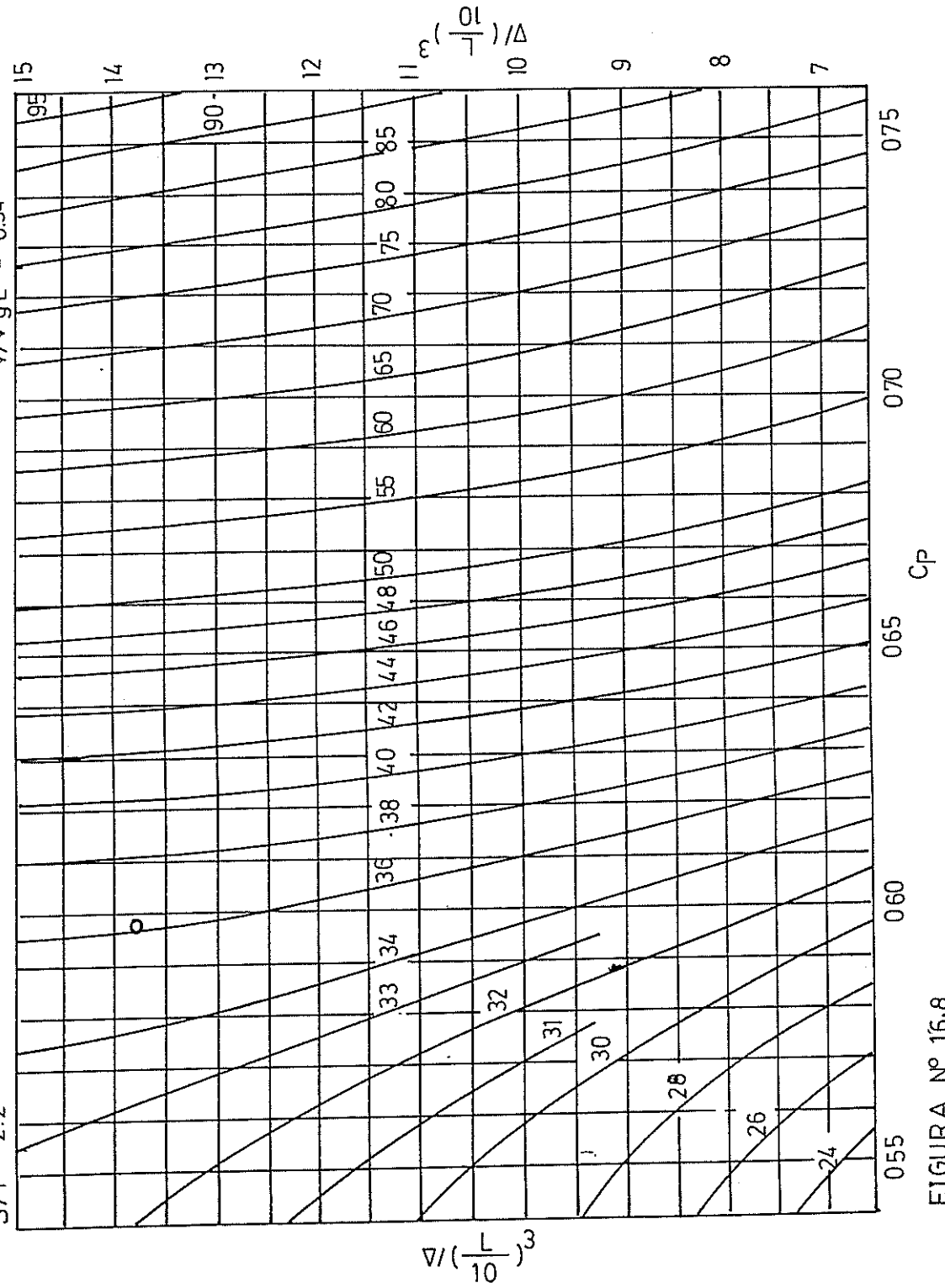


FIGURA Nº 16.8

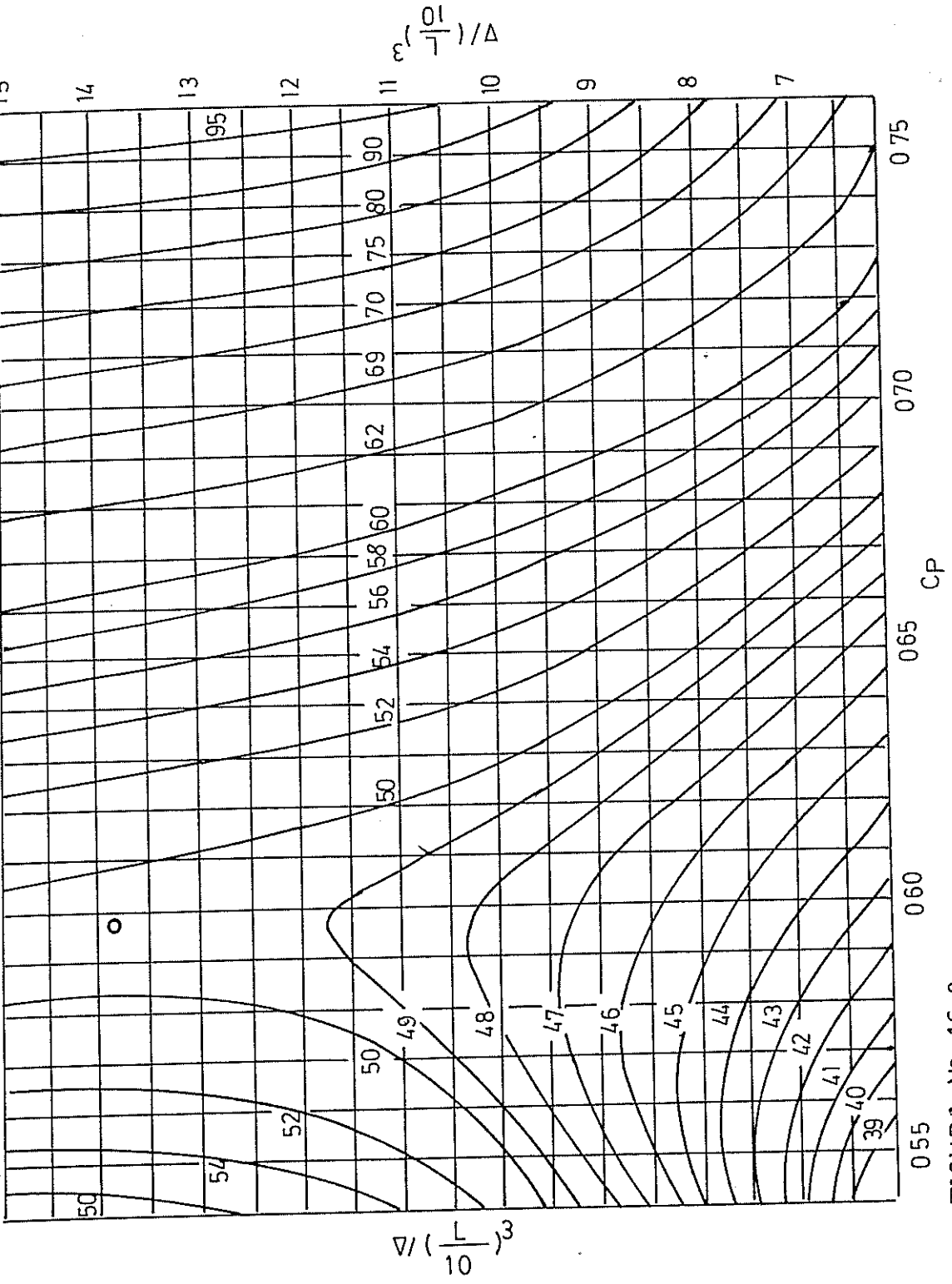


FIGURA N° 16.9

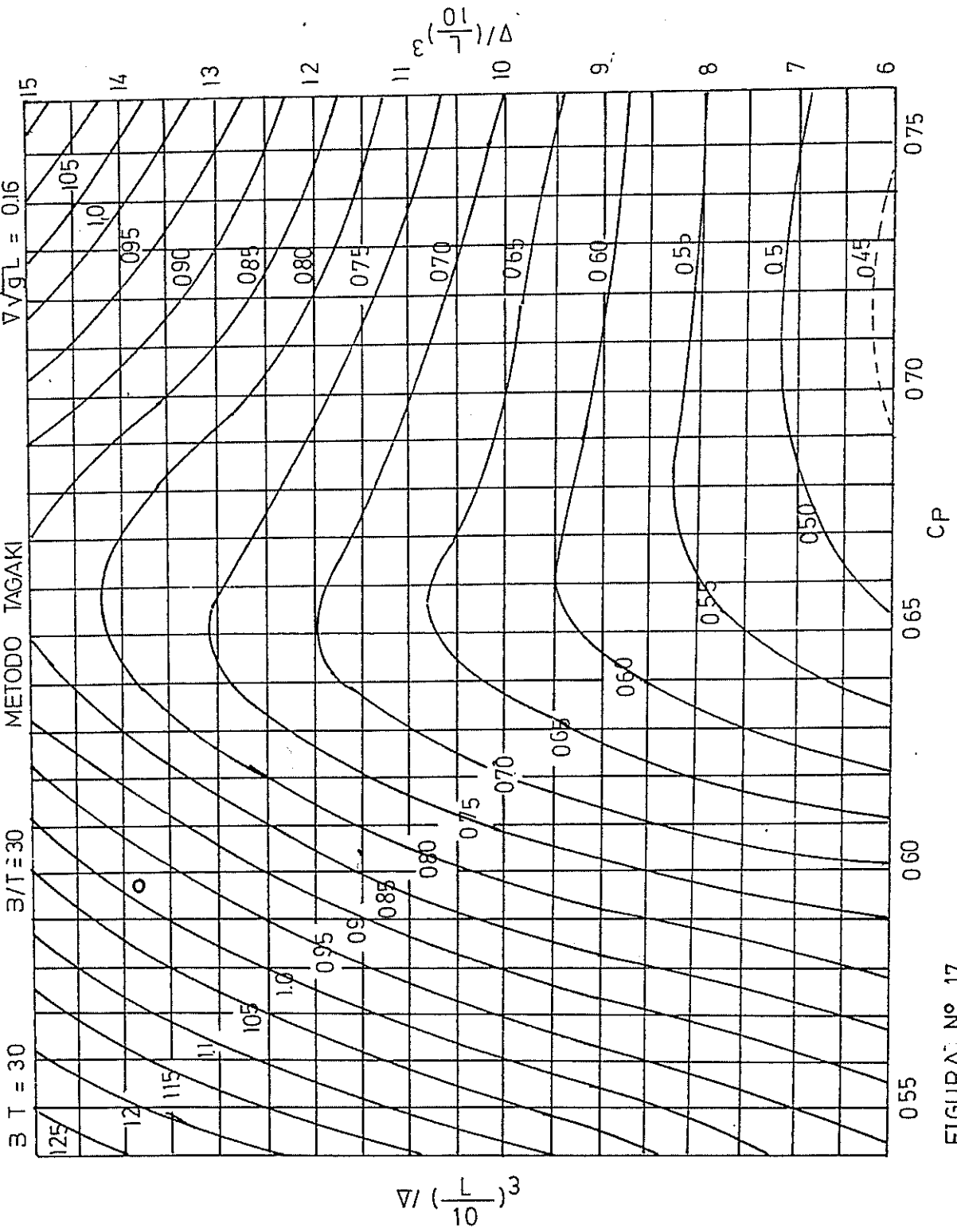


FIGURA Nº 17



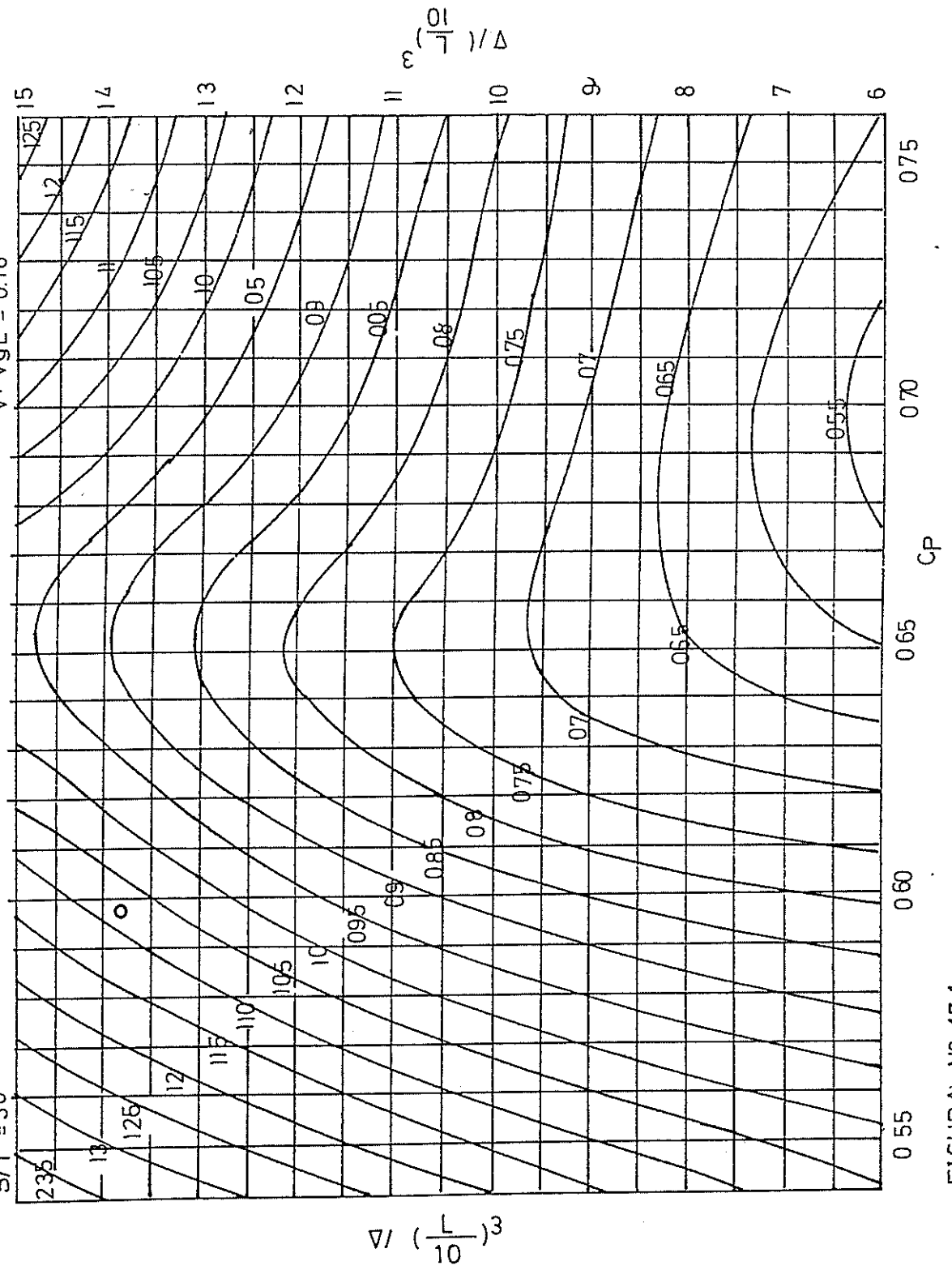


FIGURA Nº 17.1

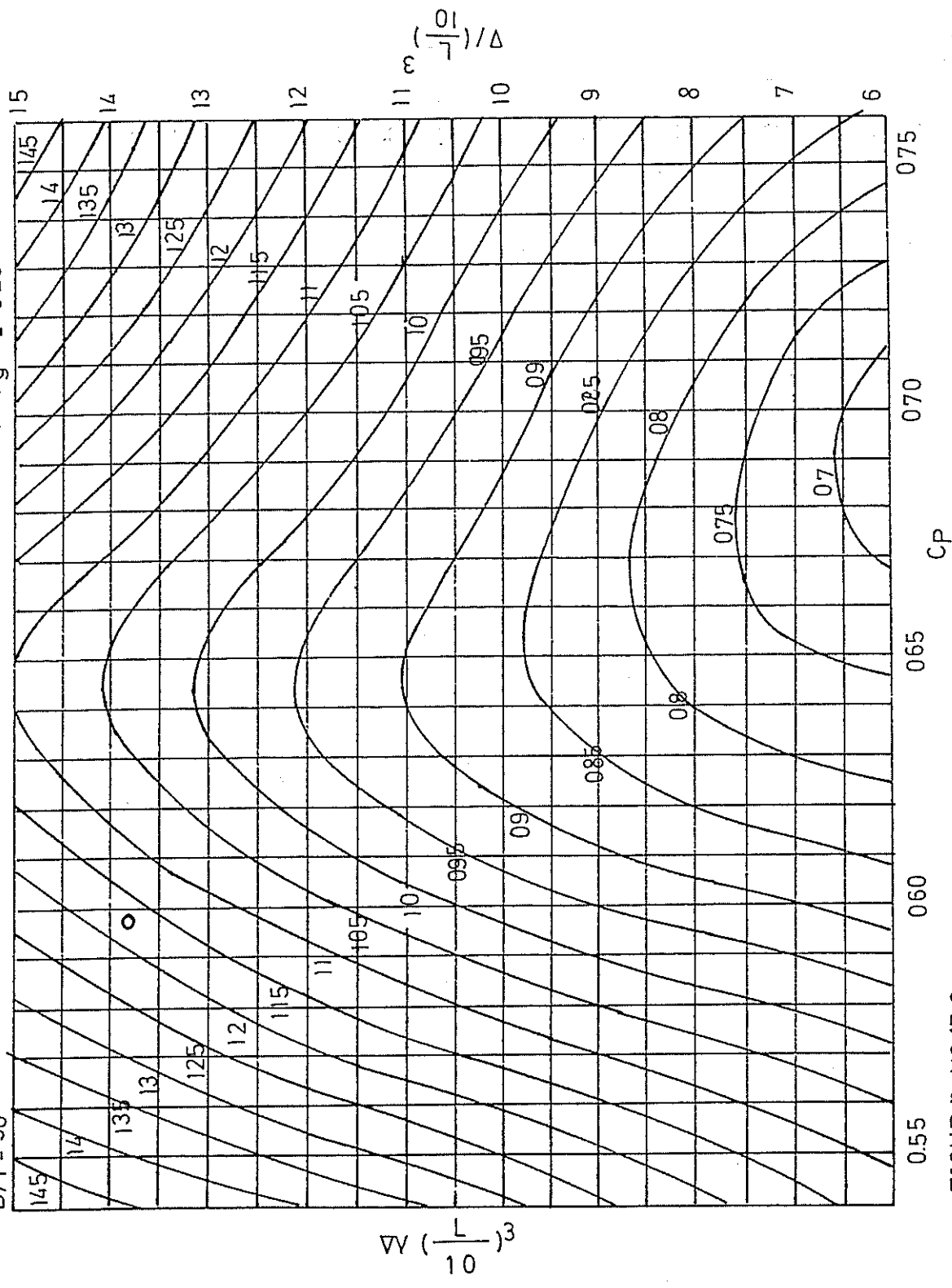


FIGURA N° 17.2

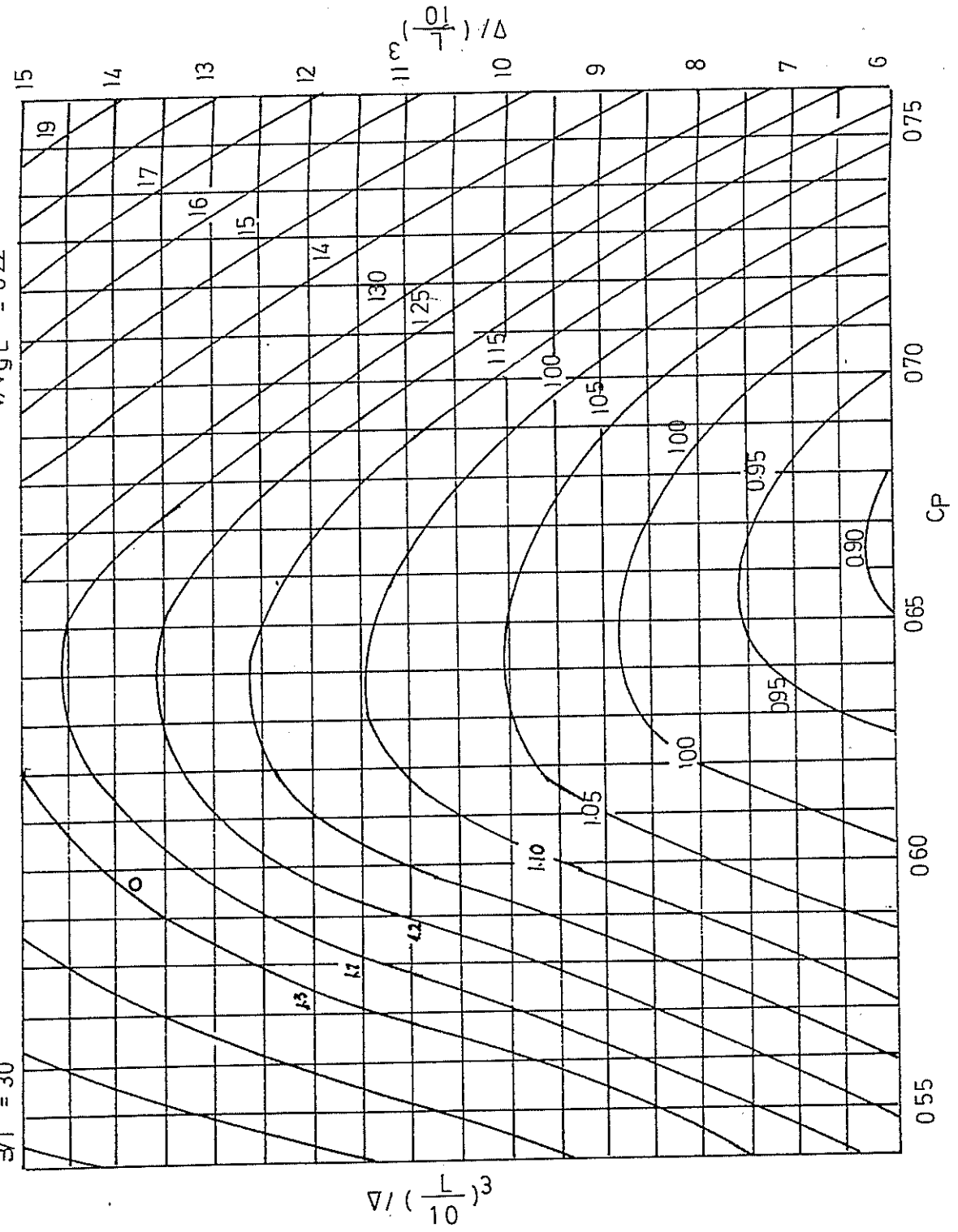


FIGURA Nº 17.3

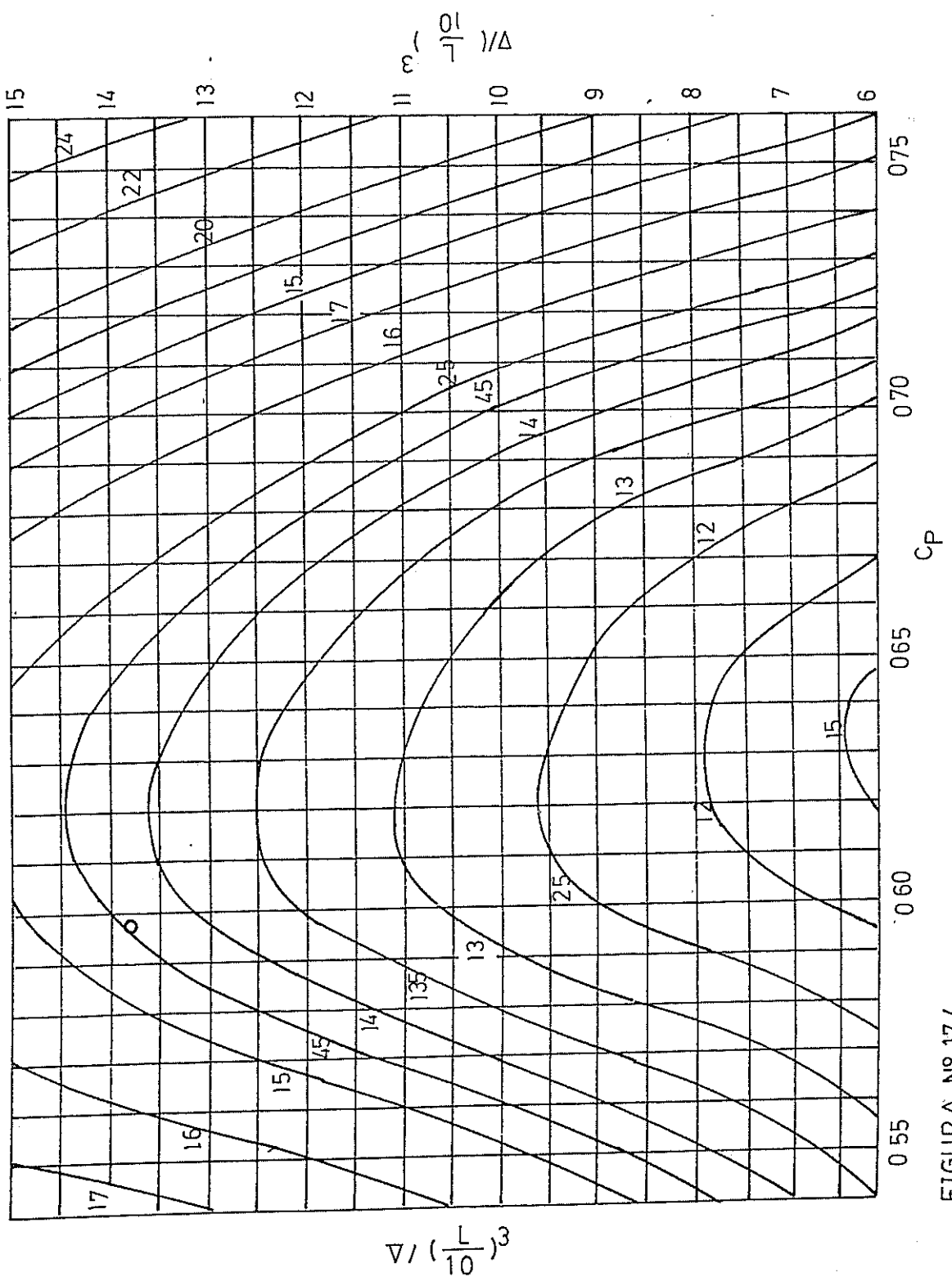


FIGURA Nº 17.4

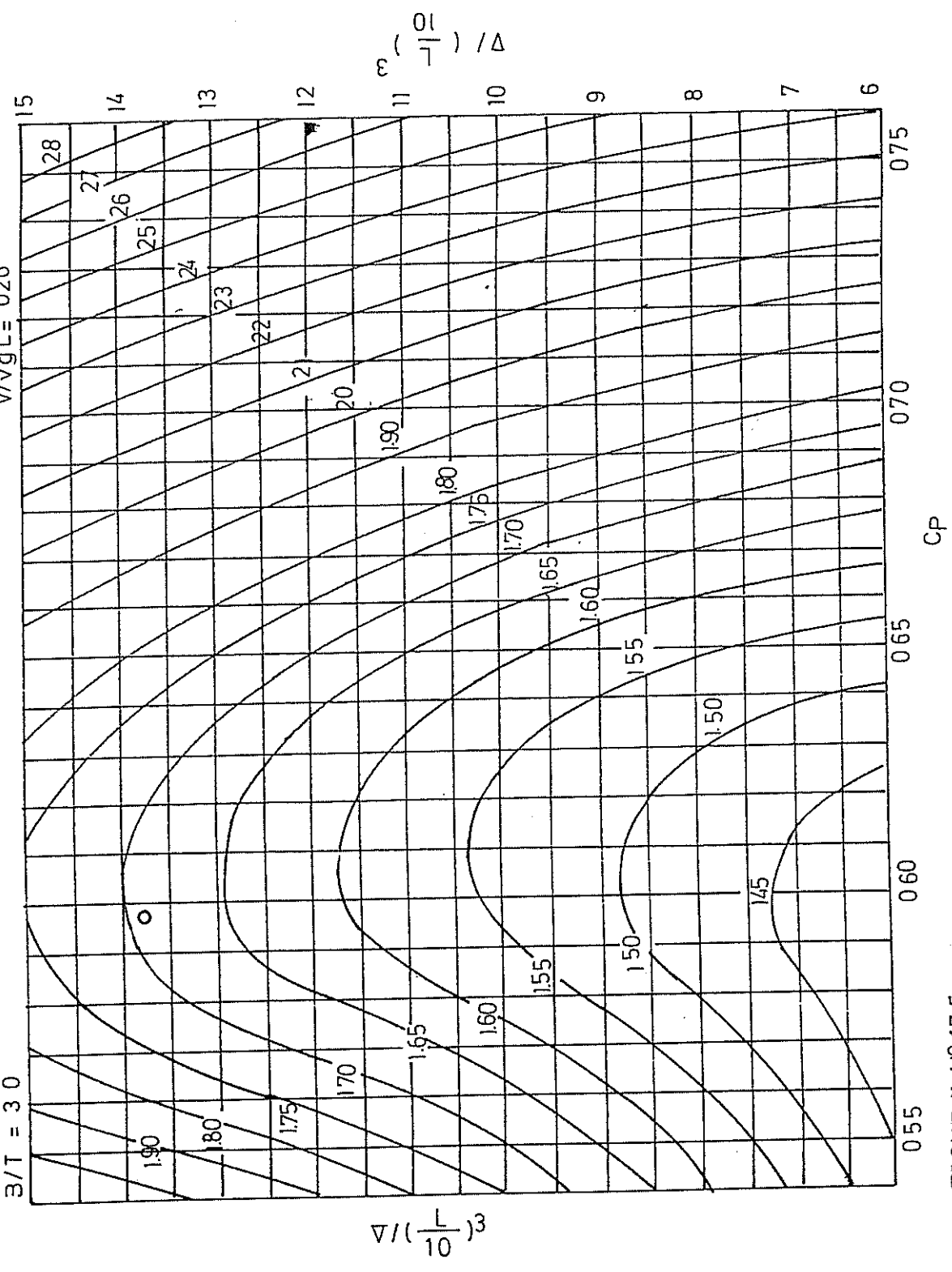


FIGURA N° 17.5

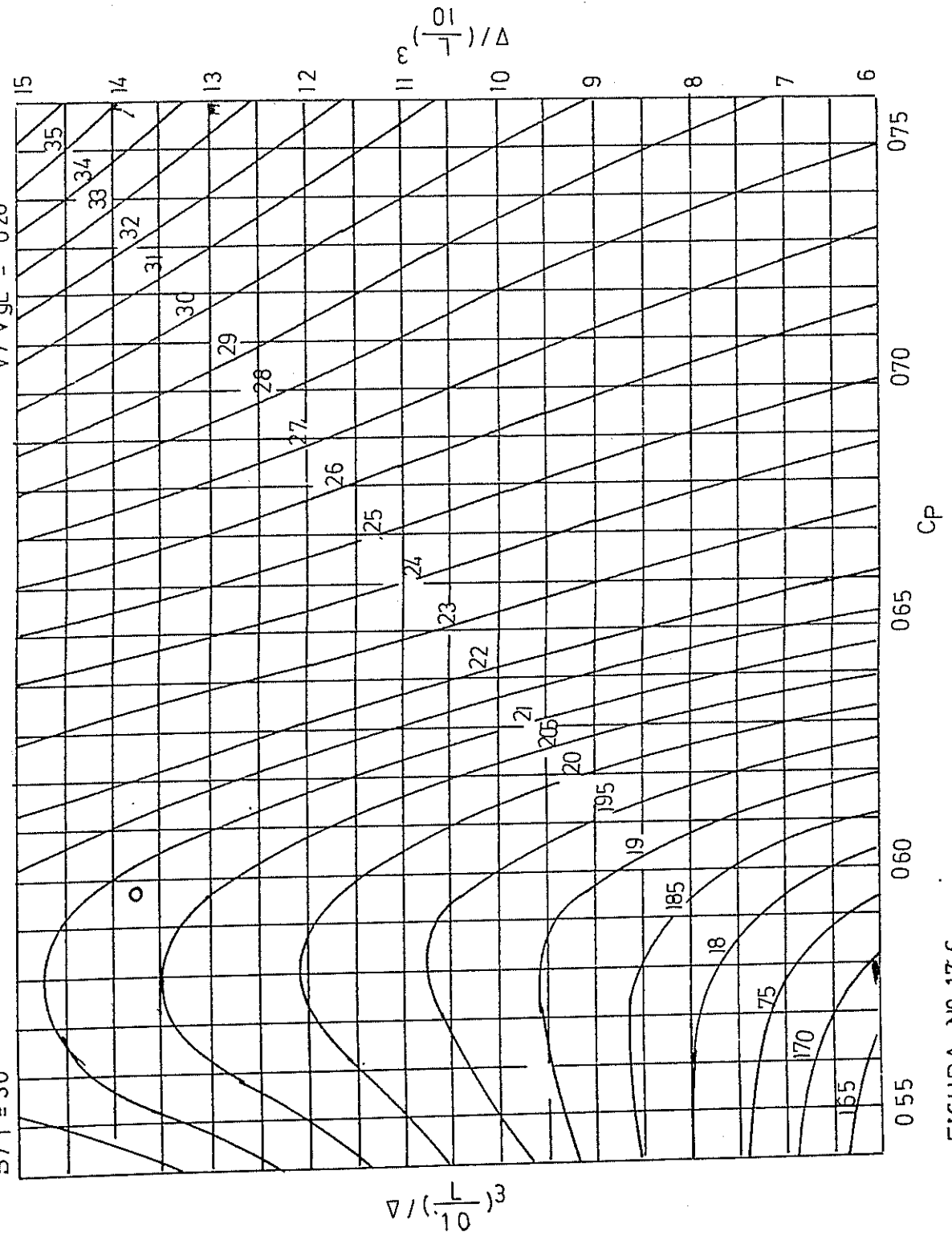


FIGURA Nº 17.6

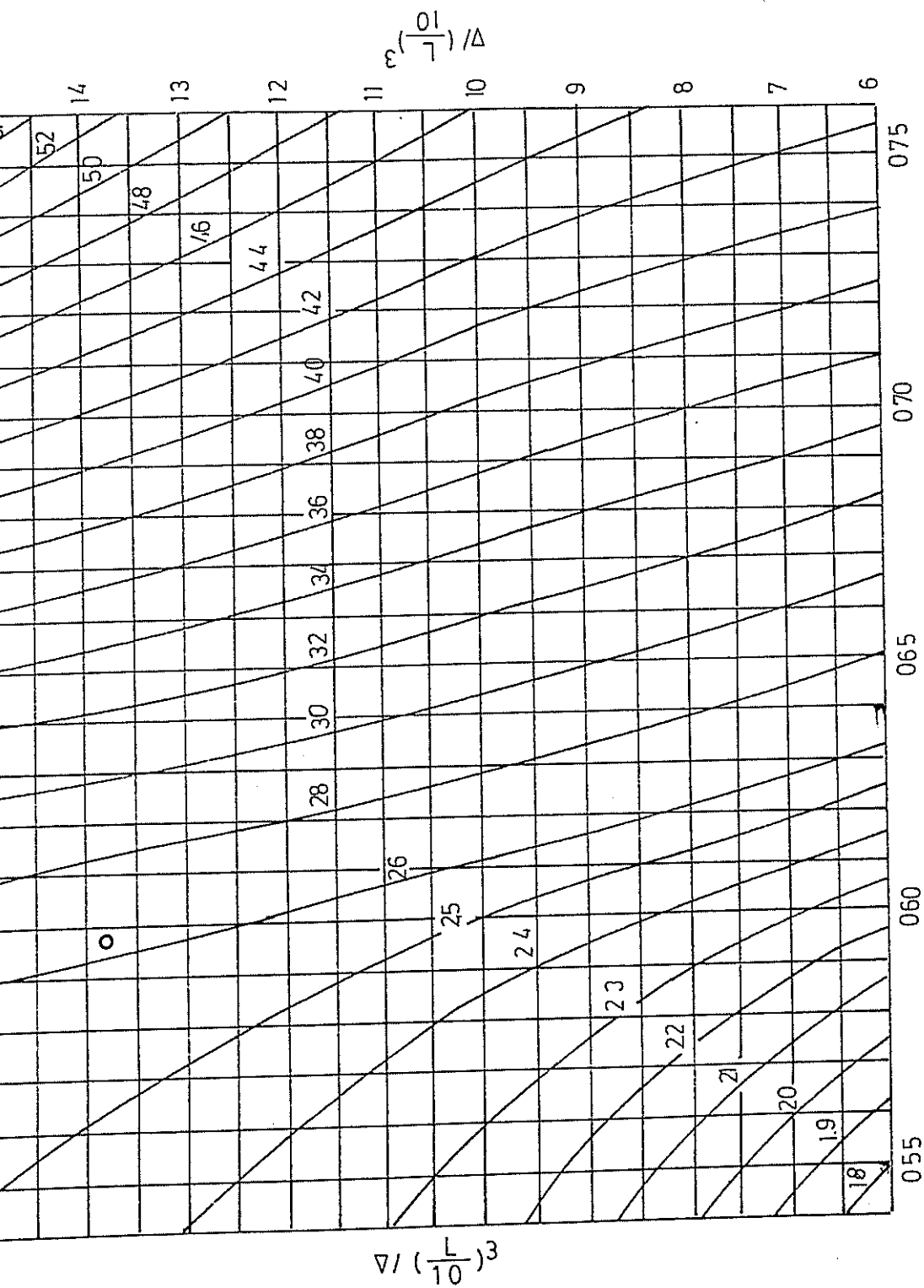


FIGURA N° 17.7

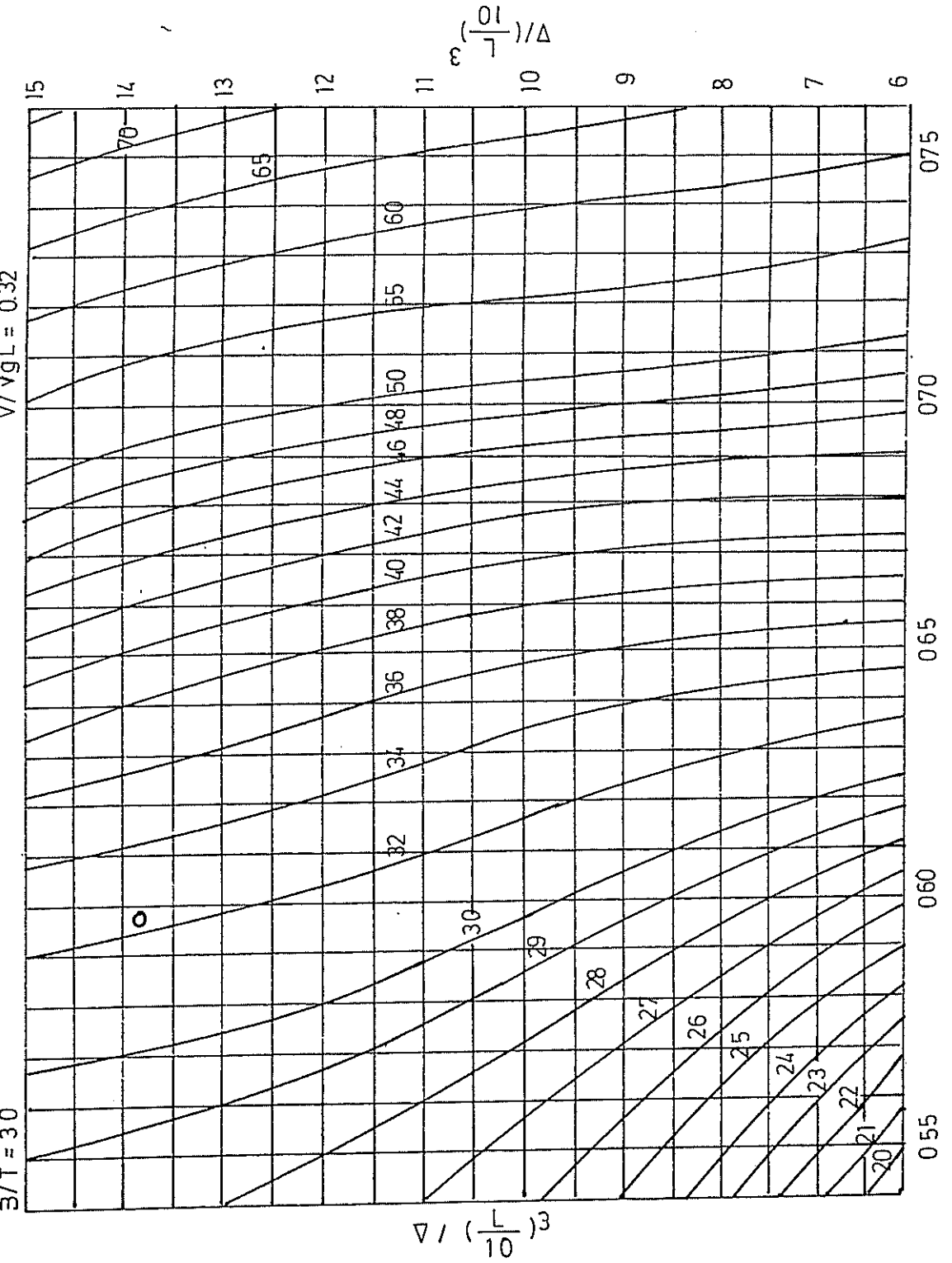


FIGURA N° 17.8



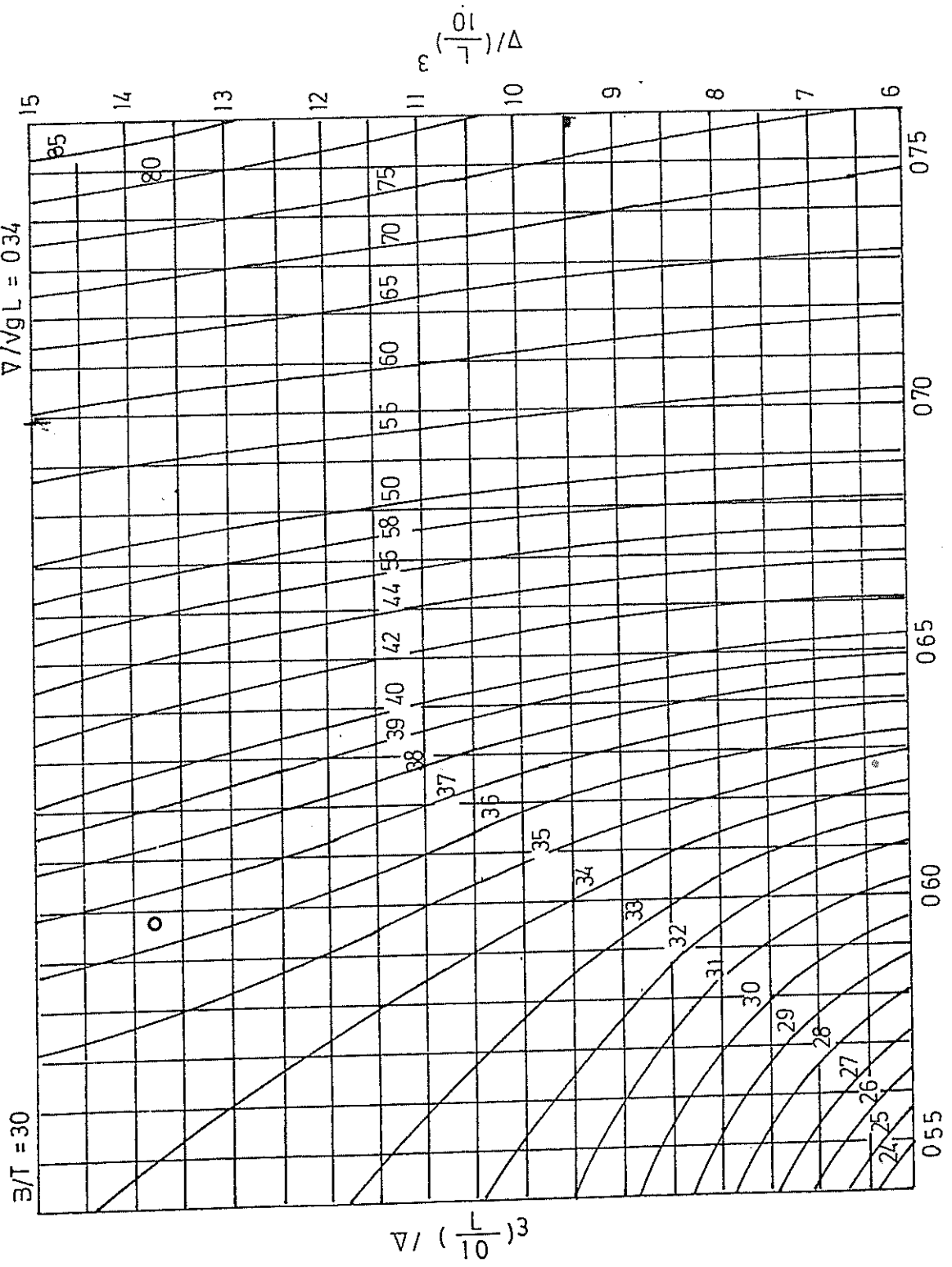


FIGURA Nº 17.9

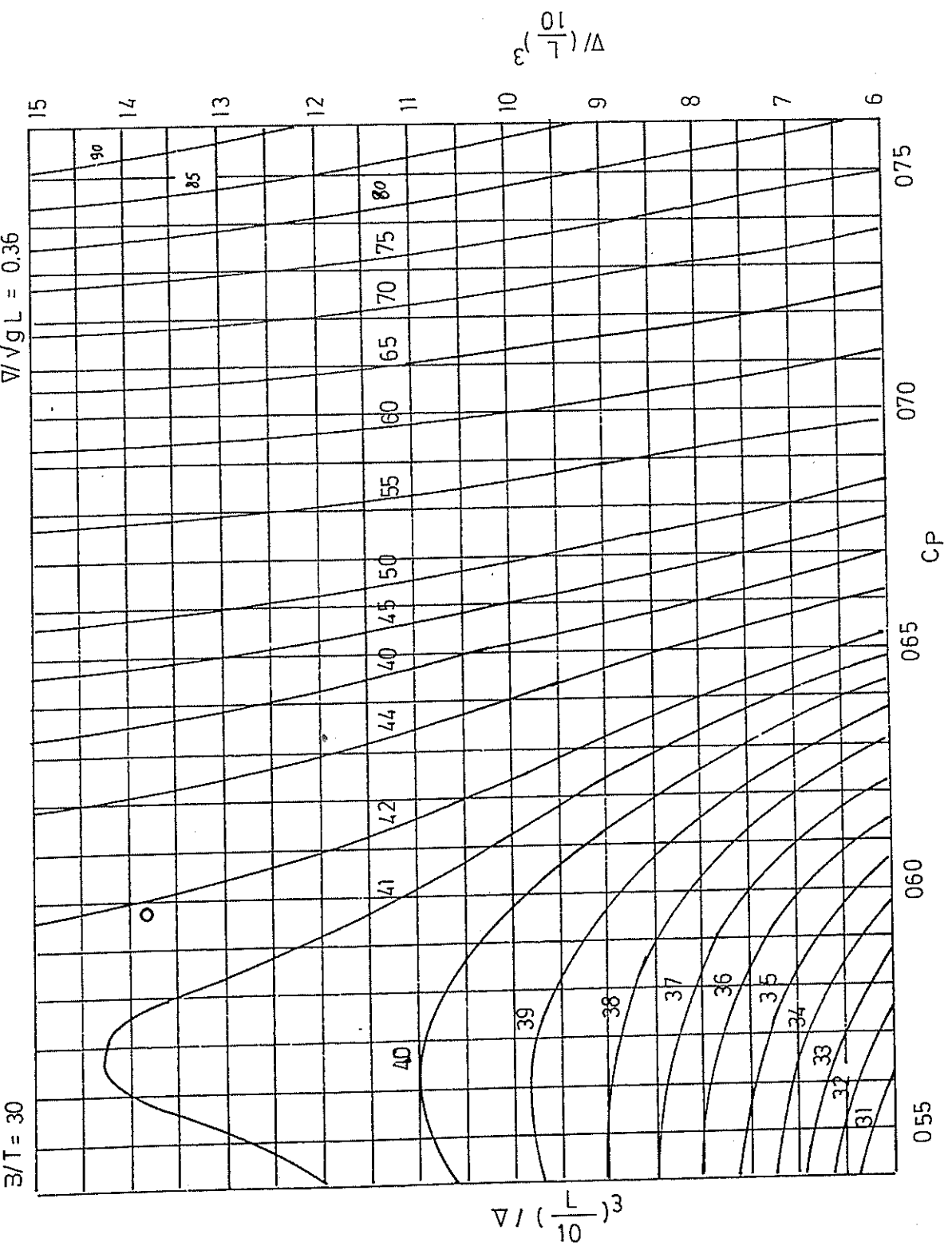


FIGURA N° 17.10

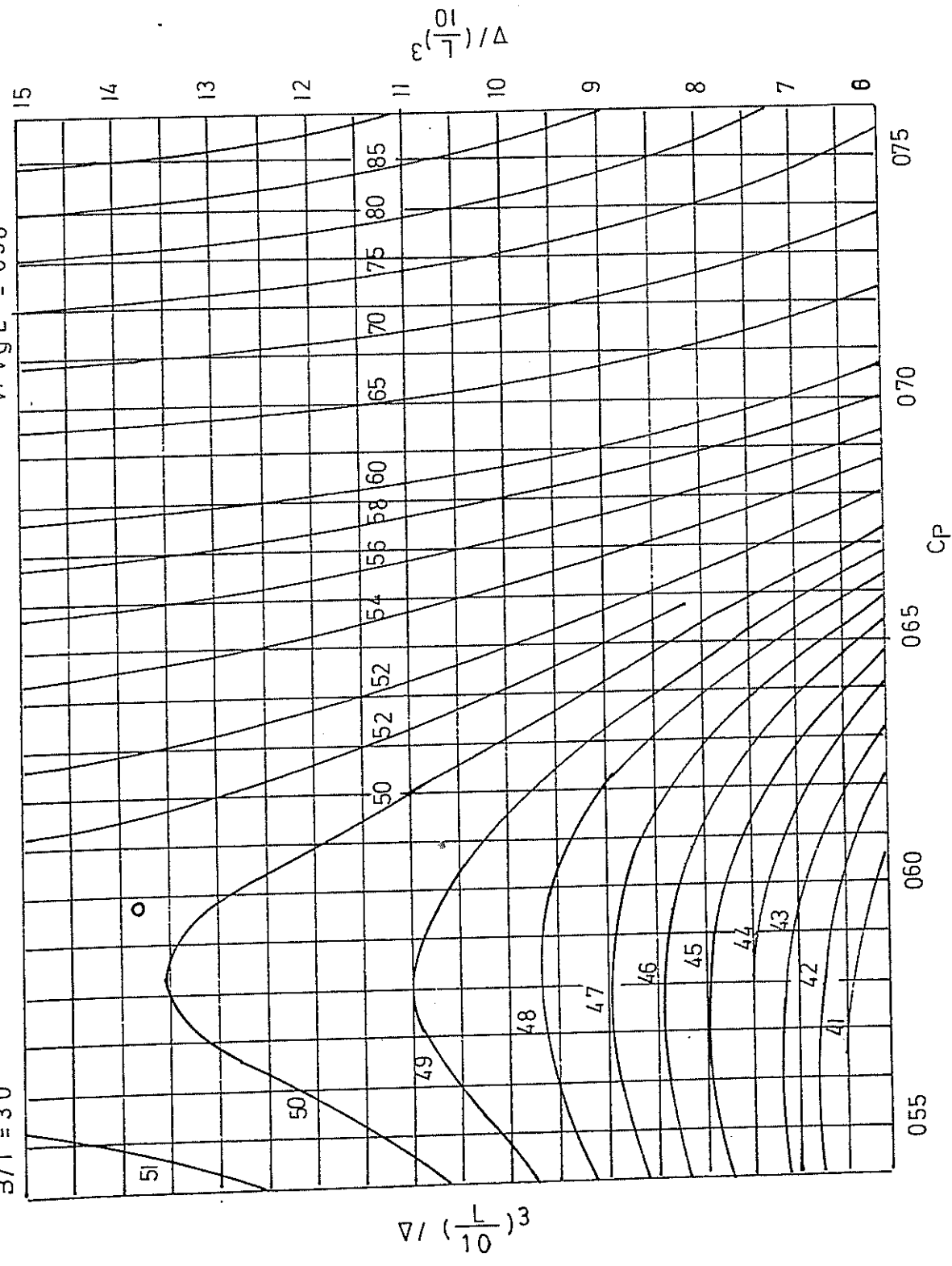


FIGURA N° 17:11

VALORES DE  $(EHP)_w / (C_w \times 100) (V / \sqrt{gL})^3$

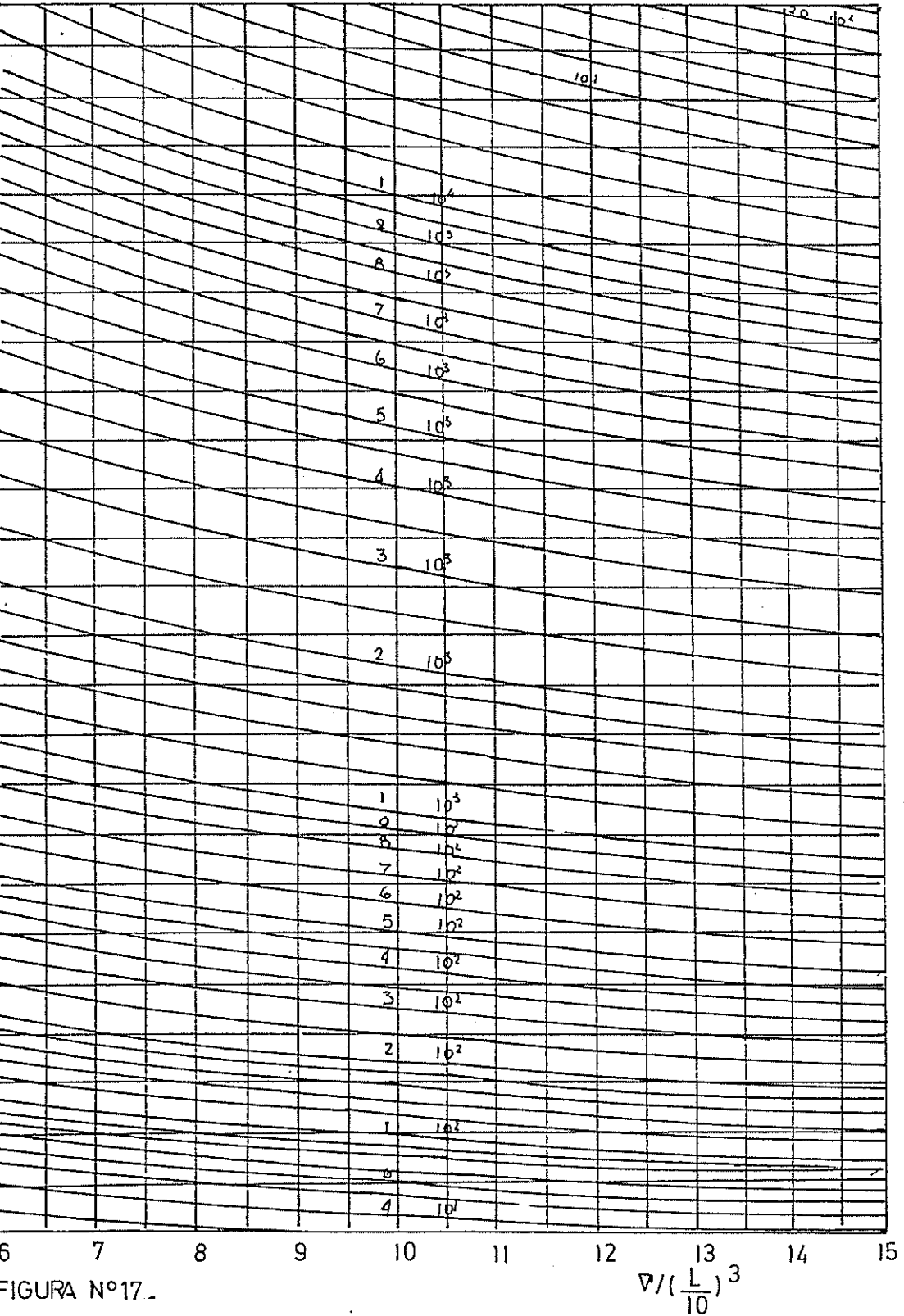


FIGURA N°17.

$$V / \left(\frac{L}{10}\right)^3$$

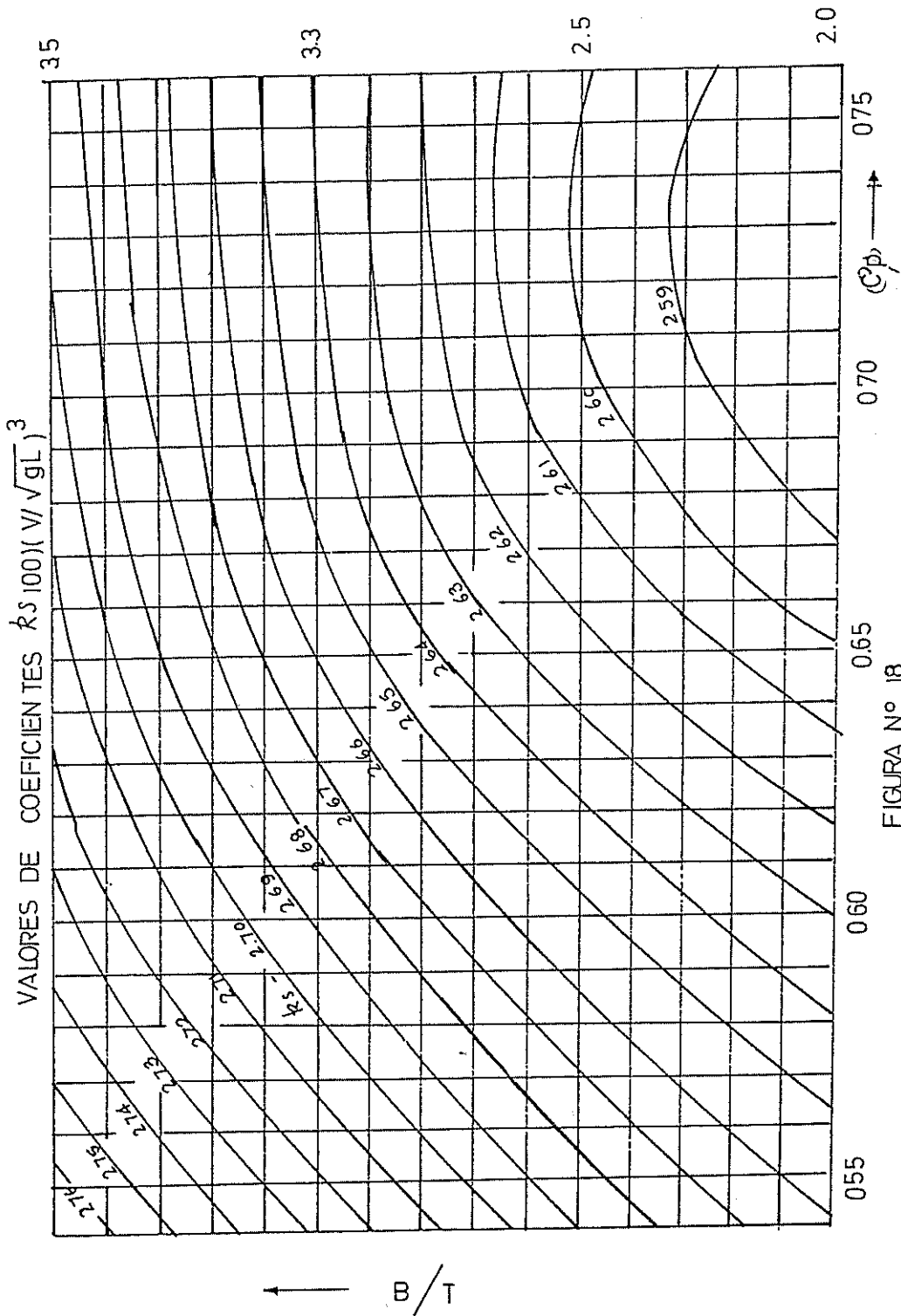


FIGURA N° 18

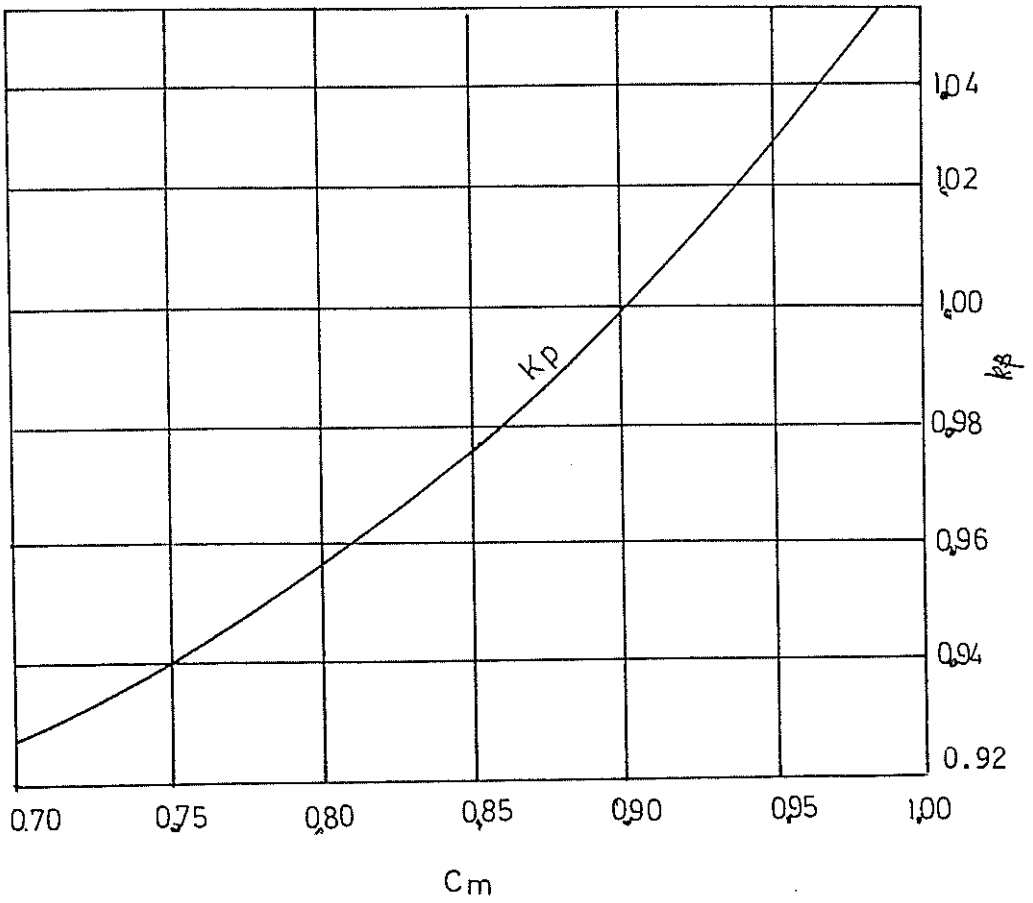
VALORES DE  $K_p$ 

FIGURA N° 19

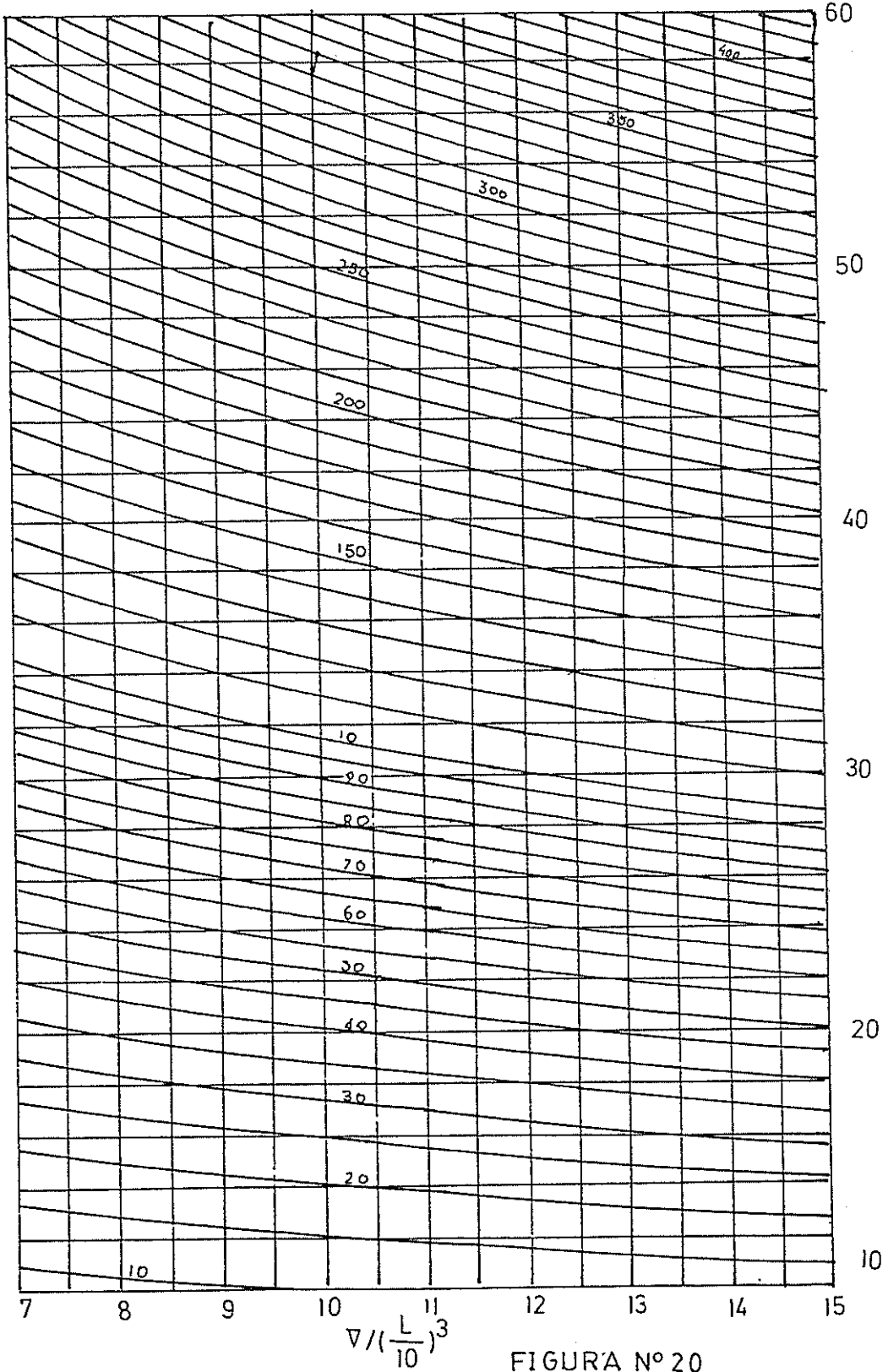
VALORES DE  $\sqrt{\nabla L}$ 

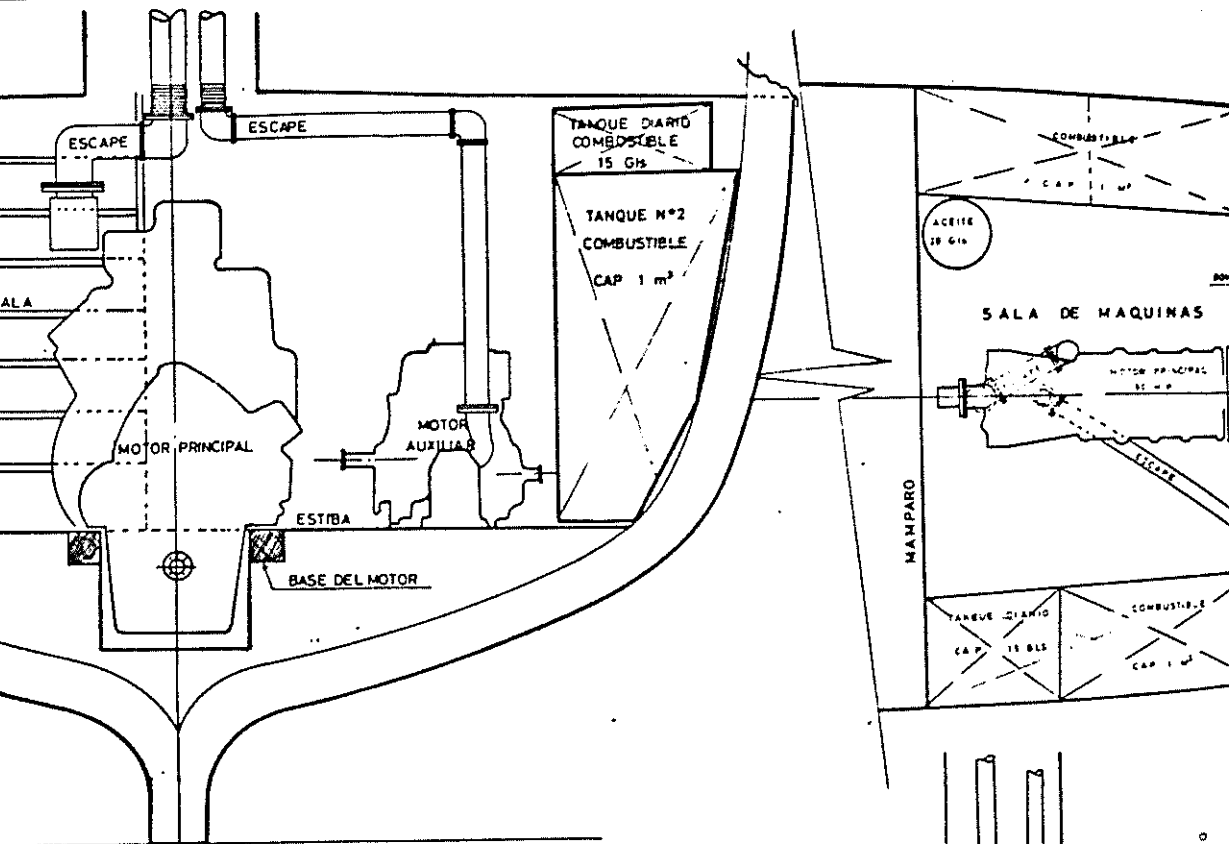
FIGURA N° 20

CALCULO DE LA POTENCIA DEL MOTOR PRINCIPAL (METODO GRAFICO DE TAKAGI)

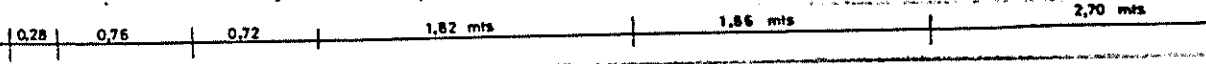
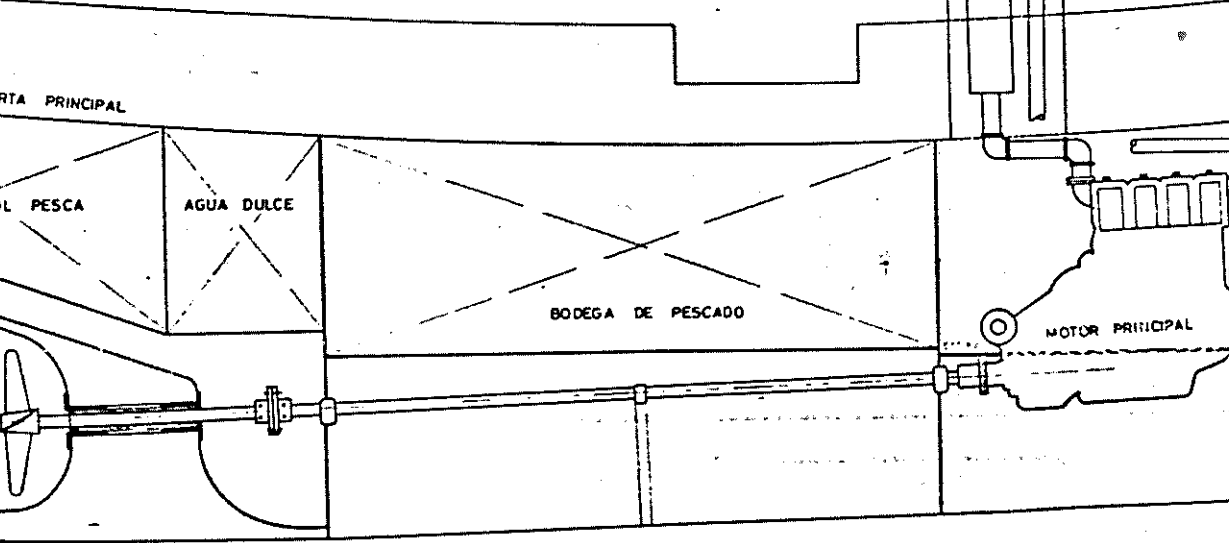
N°	$\nabla$ $(L/10)^3 = 25.75$ $\frac{\nabla}{3/T} = 1.86$ $Cp = 2.57$ $Cm = 0.596$ $\frac{\nabla}{(L/10)^3} = 13.84$ $\sqrt{\nabla L} = 18$ $S = 46.65 \text{ m}^3$						$(EHP)w / Cw \times 100 (V\sqrt{gL})^3 = 80.42$ $Ks = 2.660$ $K\phi = 0.928$ $Ka = 1.050$						12 EHP 9 + 11	13 V $6.085\sqrt{L}$ x 1
	1 $V\sqrt{gL}$	2 Cw x 100 para $\frac{\nabla}{3/T} = 30$	3 Cw x 100 para $\frac{\nabla}{3/T} = 2.2$	4 Diferencia	5 Correccion $\frac{B/T}{2.57-2.20}$	6 Cw x 100 para $\frac{\nabla}{3/T} = 2.57$	7 $(V\sqrt{gL})^3$	8 $\frac{(EHP)w}{Cw/100}$ $(V\sqrt{gL})^3$ X 7	9 $(EHP)w$ 6 x 8	10 $\frac{(EHP)f}{S}$	11 (EHP)f 10 x S			
1	0.16	0.98	0.77	0.21	0.10	0.87	$4.09 \times 10^{-3}$	0.329	1.20	0.15	6.93	8.19	3.31	
2	0.18	1.08	0.88	0.20	0.09	0.98	$5.83 \times 10^{-3}$	0.469	1.45	0.20	9.33	10.78	3.72	
3	0.20	1.17	1.02	0.15	0.07	1.09	$8.00 \times 10^{-3}$	0.643	1.73	0.25	11.66	13.39	4.14	
4	0.22	1.28	1.17	0.11	0.02	1.19	$10.65 \times 10^{-3}$	0.856	2.07	0.30	13.99	16.05	4.55	
5	0.24	1.43	1.38	0.05	0.02	1.40	$13.82 \times 10^{-3}$	1.111	2.51	0.40	21.15	21.16	4.97	
6	0.26	1.64	1.61	0.02	0.01	1.63	$17.50 \times 10^{-3}$	1.407	3.03	0.50	26.32	26.35	5.38	
7	0.28	2.08	2.08	0.00	0.00	2.08	$21.95 \times 10^{-3}$	1.765	3.86	0.60	28.00	31.85	5.80	
8	0.30	2.63	2.90	0.03	0.01	2.61	$27.00 \times 10^{-3}$	2.171	4.80	0.70	32.65	37.45	6.21	
9	0.32	3.23	3.18	0.05	0.02	3.20	$32.77 \times 10^{-3}$	2.635	5.84	0.90	41.10	47.00	6.63	
10	0.34	3.67	3.62	0.05	0.02	3.64	$39.30 \times 10^{-3}$	3.160	6.80	1.10	51.31	58.11	7.04	
11	0.36	4.20	4.50	0.06	0.03	4.17	$46.66 \times 10^{-3}$	3.752	7.95	1.25	58.30	66.25	7.45	
12	0.38	5.03	4.95	0.08	0.04	4.99	$54.87 \times 10^{-3}$	4.412	9.39	1.40	65.80	75.16	7.87	

TABLA N° 14





CUADERNA N°6 HACIA PROA



### 5.3 HELICE Y EJES

Para la selección del sistema propulsor, utilizamos la serie de TROOST

$$L_{pp} = 11.60 \text{ m.}$$

$$B = 3.60 \text{ m.}$$

$$T = 1.18 \text{ m.}$$

$$C_b = 0.36$$

$$\text{EHP} = 90 \text{ H.P.}$$

$$\text{r.p.m.} = 1.500$$

$$\text{Reducción} = 2.9 : 1$$

$$V = 8 \text{ Nudos}$$

$$\text{DHP} = 0.93 \text{ EHP}$$

$$= 0.93 \times 90 \text{ H.P.} = 83.7 \text{ H.P.}$$

$$\text{Revoluciones en la hélice: } \frac{1.500}{2.9} = 518 \text{ r.p.m.}$$

5.3.1 De la Figur. Nº 21, calculamos el coeficiente de estela en función de  $B/L = 0.31$

$$W = 0.23$$

$$\text{a) Corrección por Bloque} = \frac{0.38 - 0.45}{3} = 0.023$$

$$\text{b) Corrección por inmersión} = \frac{(I/dp)_b - (I/dp)_s}{4}$$

$$(I/dp)_b = \frac{1.0 \text{ m.}}{1.6 \text{ m.}} = 0.625 = \frac{0.625 - 0.730}{4} = 0.026$$

$$W = 0.23 - 0.023 - 0.026$$

$$= 0.181$$

$$V_a = V_s (1 - W_t)$$

$$V_a = 8(1 - 0.181) = 6.552$$

$$B_p = \frac{0.982 \times N \times DHP}{(V_a)^{2.5}}$$

$$B_p = \frac{0.982 \times 518 \times 83.7}{(6.552)^{2.5}} = 42.35$$

5.3.2 Utilizando la Figura N° 22, que corresponde a hélices de tres palas con  $A_d/A_o = 0,50$  se calcula  $J$ , con  $B_p =$

$$43.2 \text{ y } \eta_o = 0.55$$

$$J_g = 260$$

$$J_c = 260 \times 0.95 = 247$$

$$J_o = 0.97 \times 0.55 = 0.5335$$

5.3.3 Utilizando la Figura N° 23, en función de  $N_c$  calculamos

$H/D$

$$H/D = 0.83$$

$$D = \frac{J_{\text{corregido}} \times V_a \times 0.3046}{(\text{r.p.m.})^h}$$

$$D = \frac{247 \times 6,552 \times 0,3046}{518} = 0.95 \text{ m.}$$

$$= 37.4''$$

$$\frac{H}{D} = 0.83$$

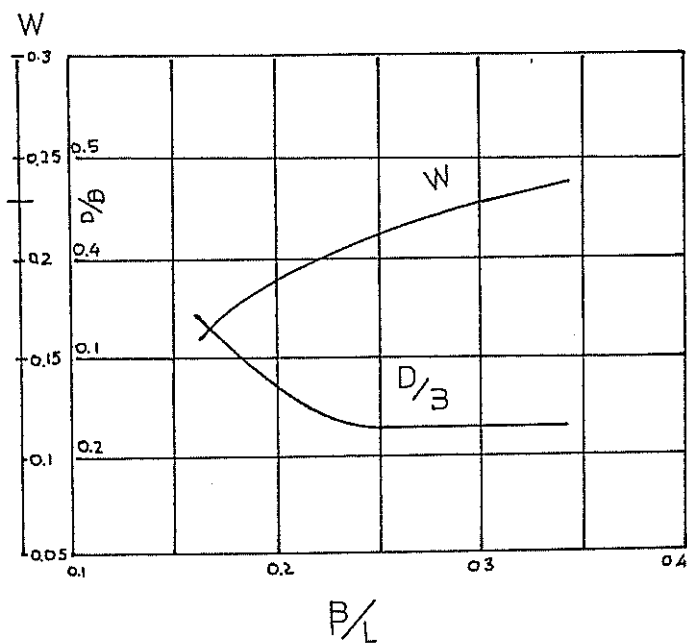
$$H = 0.83 \times 0.98 = 0.8134 \text{ m.}$$

$$= 32,02''$$

Hélice de 38" x 32"

$$(D + H)r = 69.42''$$

COEFICIENTE DE ESTELA EN FUNCION DE  $B/L$ .



PARA:  $C_b = 0.45$

FIGURA N° 21

DIAGRAMA 3P —  $\sigma$ , SERIE B=3.50

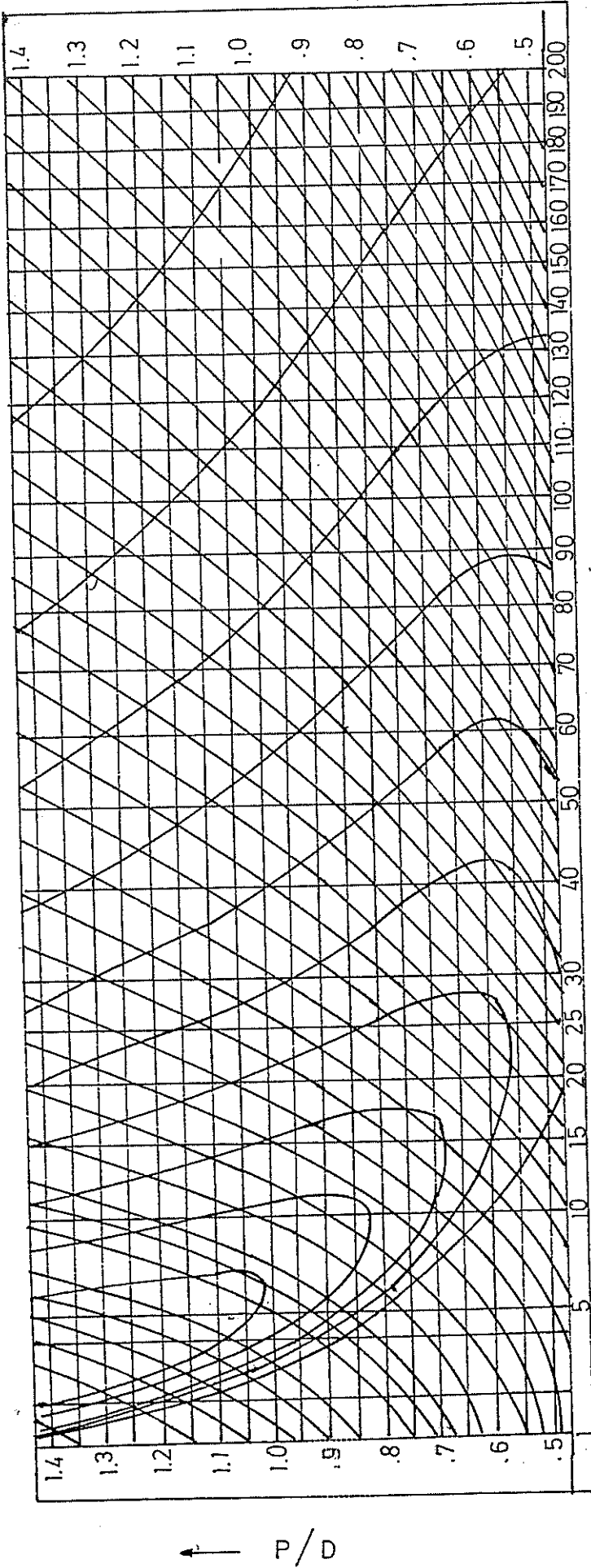
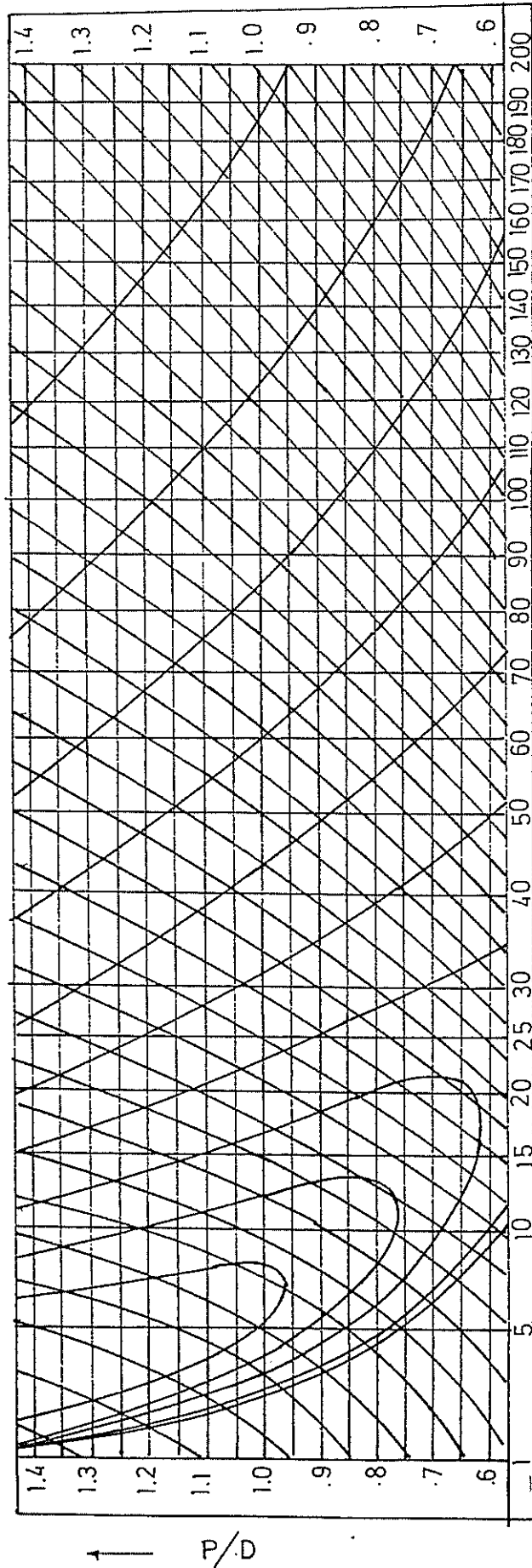


FIGURA Nº 22.

DIAGRAMA  $B_p$  —  $d$ , SERIE B . 3.35



$B_p$  —→

FIGURA N°23:

$$(D + H)c = 70''$$

#### 5.3.4 Cálculo empuje desarrollado

$$\begin{aligned} T \text{ estimado} &= \frac{326 \times \text{DHP}}{V_a} \cdot \eta_o \\ &= \frac{326 \times 83.7}{6.552} \times 0.5335 \\ &= 2.221 \text{ lbs.} \\ &= 1.010 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

#### RESUMEN:

$$\text{DHP} = 83.7 \text{ H.P.}$$

$$D = 38''$$

$$A_d/A_o = 0.50$$

$$Z = 3$$

$$H = 32''$$

$$\eta_o = 0.5335$$

$$\text{Area de palas} = \frac{3.14 \times 38''^2 \times 0.5}{3} = 755 \text{ pulg.}^2$$

$$\text{Presión en la palas} = \frac{2.221.0 \text{ lbs.}}{755 \text{ pulg.}^2} = 2.94 \text{ psi}$$

(Máximo permisible : 5 p.si)

$$\text{Diámetro del eje} = d = c. \sqrt[3]{\frac{\text{B.H.P.}}{N}}$$

$$= 102.36 \sqrt[3]{\frac{83.7}{518}}$$

$$= 55.75 \text{ m.m.}$$

$$= 2.16''$$

$$\begin{aligned}
 \text{Diámetro del eje de cola} &= 1.05d + 0.007 P. \\
 (\text{con bocina continua}) &= 1.05 \times 55.75 + 0.01 \times 0.98 \\
 &= 58.53 + 0.0098 \\
 &= 58.54 \text{ m.m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Diámetro del núcleo} = d_n &= 0.167 \times D. \\
 &= 0.167 \times 980 \text{ m.m} = 163,66 \text{ m.m.}
 \end{aligned}$$

$$\text{Longitud total del eje} = 5.8 \text{ m.}$$

Espesor de las camisas:

$$\begin{aligned}
 T_1 &= \frac{dp + 230}{32} \text{ m.m} \\
 &= \frac{58.54 \text{ m} + 320}{32} = 9.01 \text{ m.m}
 \end{aligned}$$

#### CHUMACERA

$$\text{Longitud} = l = 4d$$

$$\text{Espesor} = e = 1/3d$$

#### CHUMACERA DE COLA

$$l_c = 4 \times 58.64 \text{ m.m} = 234,16 \text{ m.m}$$

$$C_c = 1/3 \times 58.64 = 19.51 \text{ m.m}$$

#### CHUMACERA INTERMEDIA

$$l_1 = 4 + 55.75 \text{ m.} = 223 \text{ m.m}$$

$$C_i = 1/3 \times 55.75 \text{ m} = 18.58 \text{ m.m}$$

### 5.4 BALANCE ELECTRICO

#### 5.4.1 Requerimientos de Potencia Eléctrica

##### a) Luces de Navegación



Luz de tope	12 W
Luz de estribor	12 W
Luz de Babor	12 "
Luz de Popa	12 "
Luz de Pesca (Roja)	12 "
Luz de Pesca (Verde)	12 "
Luz de Pesca (Blanca)	12 "
Luz de Pesca (Blanca)	12 "
Luz Blanca de Fondeo	12 "
Luz mesa carta y compás	<u>12 "</u>
	120 W
b) Iluminación	
Acomodación	16 W
Superestructura	16 "
Puente	8 "
Cuarto de Máquina	32 "
Bodega de Pescado	54 "
Cubierta Popa	18 "
Cubierta	<u>36 "</u>
	180 W
c) Reflectores	
Luces de Búsqueda	100 W
Destelladores	<u>150 "</u>
	250 W
d) Refrigerador	100 W

e) Equipo electrónico	
Radio Teléfono	250 W
Radar de Navegación	170 "
Ecosonda	<u>30 "</u>
	450 W
f) Ventiladores	
	96 W
g) Bomba de agua dulce	
	100 W
h) Bomba de sentina y contra_	
incendio	250 W
i) Compresor de aire	
	450 W
j) Equipo de pesca	
	350 W
k) Varios	
Claxon y sirena	0,05 W
*Limpiador de parabrisa	<u>0,10 "</u>
	0,15 W
l) Motor auxiliar escogido	
Marca	YANMAR
Modelo	TS-155 (E)
Tipo	DIESEL HORIZONTAL DE 4 CICLOS
Número de cilindros	1
Carrera	95 x 106 m.m.
Caballos x revoluciones	13/2.200
Compresión	20.4
Sistema de combustión	Cámara de combustión

Sistema de arranque	Eléctrico
Enfriamiento	Bomba de agua
Peso	150 lbs.

Tabla No. 15

BALANCE ELECTRICO

Nº	ITEM	MARCHA			PESCA			PUERTO			EMERGENCIA		
		Potencia nominal	Factor de carga	Potencia estimada	Potencia nominal	Factor carga	Potencia estimada	Potencia nominal	Factor carga	Potencia estimada	Potencia nominal	Factor carga	Potencia estimada
01	LUCES DE NAVEGACION	0.12	1.0	0.12	0.12	1.0	0.12	0.0	0.00	0.12	1.0	0.12	
02	ILUMINACION	0.18	1.0	0.18	0.18	0.5	0.09	0.0	0.00	0.18	1.0	0.18	
03	REFLECTORES	0.25	0.5	0.12	0.25	0.5	0.12	0.0	0.00	0.25	1.0	0.25	
04	REFRIGERADOR	0.18	1.0	0.18	0.18	1.0	0.18	1.0	0.18	0.18	1.0	0.18	
05	EQUIPO ELECTRONICO	0.45	1.0	0.45	0.45	1.0	0.45	0.0	0.00	0.45	1.0	0.45	
06	VENTILADORES	0.10	1.0	0.10	0.10	1.0	0.10	1.0	0.10	0.10	1.0	0.10	
07	BOMBA DE AGUA DULCE	0.50	1.0	0.50	0.50	1.0	0.50	1.0	0.50	0.50	1.0	0.50	
08	BOMBAS DE SENTINA	2.50	1.0	2.50	2.50	1.0	2.50	1.0	0.75	2.50	1.0	2.50	
09	COMPRESOR DE AIRE	4.50	0.5	2.25	4.50	1.0	4.50	0.0	0.00	4.50	1.0	4.50	
10	LIMPIADOR DE PARABRI	0.10	0.5	0.05	0.10	1.0	0.10	0.0	0.00	0.10	1.0	0.10	
11	CLAXON Y SIRENA	0.05	1.0	0.05	0.05	1.0	0.05	1.0	0.05	0.05	1.0	0.05	
12	EQUIPO DE PESCA	-	-	-	3.50	1.0	3.50	-	-	-	-	3.50	
				6.50							1.58		
				0.32							0.08		
				6.82							1.66		

+ 5%  
Potencia requerida en Kw.

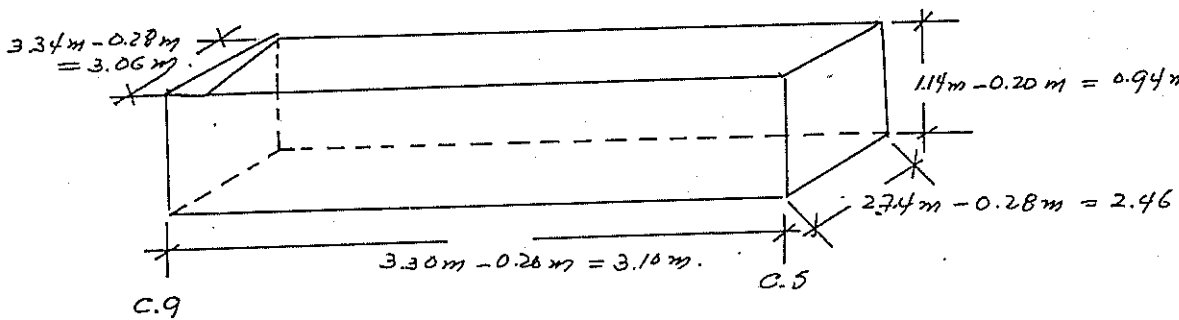
TABLA Nº 15

## CAPITULO VI

### CONSERVACION Y MANIPULEO DE LA PESCA

#### 6.1 CALCULO DE LA BODEGA DE PESCADO

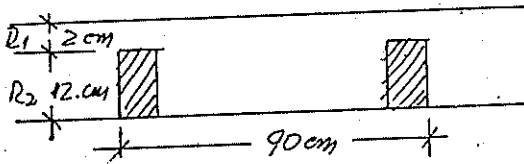
La bodega de pescado, estará localizada entre las cuadernas 5 y 9 será aislada con poliurethano, para estibar 40% de la carga en cajas y 60% al granel, considerando una temperatura interior de  $0^{\circ}\text{C}$  y una temperatura exterior de  $32^{\circ}\text{C}$ .



a) Cálculo de la resistencia equivalente

Temperatura interior  $0^{\circ}$

Resistencia específica del poliurethano



$$R = 28 \frac{\text{m} \cdot ^{\circ}\text{C}}{\text{W}}$$

Temperatura exterior  $32^{\circ}\text{C}$

$$R_1 = 28 \times 0,02 = 0.56 \frac{\text{m}^{\circ}\text{C}}{\text{W}}$$

$$R_2 = 28 \times 0,12 = 3.36 \frac{\text{m}^{\circ}\text{C}}{\text{W}}$$

$$A_1 = 0.66 \quad 6\% \text{ (Tanto por ciento de superficies de cuadernas)}$$

$$A_2 = 0.94 \quad 94\% \text{ (Tanto por ciento de superficie sin cuadernas)}$$

$$Q = D \left( \frac{0.06}{0.56} + \frac{0.94}{3.36} \right) = D \times \frac{1}{\text{Req.}}$$

$$\frac{1}{\text{Req.}} = 0.107 + 0.28$$

$$\text{Req.} = 2.58 \frac{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}{\text{W}}$$

b) Cálculo de las áreas de aislamiento de la bodega

1. Cubierta	3.06 m x 3.16 m =	9.67 m <sup>2</sup>
2. Piso	2.46 m x 3.16 m =	7.77 "
3. Costado	2.00 m x 0.94 m =	5.94 "
4. Mamparo popa	2.76 m x 0.94 m =	2.59 "
5. Mamparo cuarto máq.	2.76 m x 0.94 m =	2.59 "
	TOTAL	28.56 m <sup>2</sup>

$$Q = \frac{A \times AT}{\text{Req.}} = \frac{\text{m}^2 \times ^\circ\text{C}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{W}} = \text{W} = 5/\text{seg.}$$

Q = Cantidad de calor (W = 5/seg.)

A = Area considerada (m<sup>2</sup>).

AT = Diferencia entre la temperatura interior y exterior (°C)

Req. = Resistencia equivalente (m<sup>2</sup> x °C/W)

$$\text{Area 1 (Cubierta = 9.67 m}^2\text{)} \quad Q_1 = \frac{9.67 \text{ m}^2 \times 32^\circ\text{C}}{2.58 \frac{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}{\text{W}}} = 120 \text{ W}$$

Temperatura ext. considerada = 32°C

$$\text{Area 2 (Piso, costado y mamparo, popa) = 16.3 m}^2\text{)} \quad Q_2 = \frac{16.3 \text{ m}^2 \times 25^\circ\text{C}}{2.58 \frac{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}{\text{W}}} = 158 \text{ W}$$

Temperatura ext. considerada = 25°C

$$\text{Area 3 (Mamparo cuarto máq.)} = 2.59\text{m}^2$$

$$Q_3 = \frac{2.59\text{m}^2 \times 37^\circ\text{C}}{2.58 \frac{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{W}}} = 37\text{W}$$

Temperatura ext. considerada =  $37^\circ\text{C}$

$$Q_t = 315\text{W} \cdot \text{J/seg.}$$

c) Efecto de irradiación ( $Q_i$ )

$$Q_i = 315 \text{ j/seg.} \times 24 \text{ horas} \times 3.600 \text{ seg.} = 27.216 \text{ kJ/24 horas}$$

d) Efecto de trabajo ( $Q_t$ )

Se asume que trabajan 2 personas, por 6 horas diarias (0.3 KJ x personas)

$$Q_t = 2 \text{ personas} \times 6 \text{ horas} \times \text{día} \times 0,3 \text{ KJ/persona} \times 3.600 \text{ seg.} \\ = 12.960 \text{ KJ/24 horas}$$

e) Efecto del aire ( $Q_a$ )

Se asume 0.57 KJ/seg. por el aire que entra en la bodega

$$f) Q_a = 2 \times 6 \text{ horas} \times 0.57 \text{ KJ/seg.} \times 3.600 \text{ seg.} = 24.480 \text{ KJ/24 horas.}$$

Efecto de la luz

Se asume 0,2 KJ/seg. por la luz solar que entra en la bodega

$$g) Q_l = 6 \text{ horas} \times 0.2 \text{ KJ/seg.} \times 3.600 \text{ seg.} = 3.601 \text{ KJ/24 horas}$$

$$h) Q_t = Q_i + Q_t + Q_a + Q_l$$

1 kg. de hielo produce 334 KJ/24 horas

$$Q_i = 27.216 \text{ KJ/24 horas} \quad 81.48 \text{ Kg. de hielo}$$

$Q_t$	= 12.960 KJ/24 horas	38.80 Kg de hielo
$Q_a$	= 24.480 KJ/24 horas	73.30 Kg de hielo
$Q_l$	= 3.601 KJ/24 horas	10.78 Kg de hielo
$Q_t$	= 68.257 KJ/24 horas	204.36 Kg de hielo

i) Capacidad neta de pescado Vs hielo necesario para conservación

$$\begin{aligned} \text{Autonomía} &= (1/2 + 3 + 1/2) \text{ días} \\ &= 4 \text{ días} \end{aligned}$$

$$Q_{\text{conducción}} = 81.48 \text{ Kg de hielo}$$

$$Q_{\text{varios}} = 122.88 \text{ Kg de hielo}$$

$$Q_{\text{total}} = 204.36 \text{ Kg de hielo} \quad 0.82 \text{ ton.}$$

$$+ 20\% Q_t = 40.87 \text{ Kg de hielo} \quad 4 \text{ días} \quad 0.16 \text{ ton.}$$

$$Q = 245.53 \text{ Kg de hielo} \quad 0.98 \text{ ton.}$$

Al final de los 4 días, queda en bodega 0,16 ton. de hielo

$$\text{Hielo desmenuzado} = 640 \text{ Kg/m}^3$$

$$1 \text{ tonelada de hielo desmenuzado, ocupa } 1,56 \text{ m}^3$$

$$1 \text{ Tonelada de hielo en escama, ocupa } 2,10 \text{ m}^3$$

Para cada tonelada de pescado se necesita 250 Kg de hielo +

$$25\% = 250 + 62.5 = 312.5 \text{ Kg de hielo}$$

$$\text{Volúmen que ocupa el hielo} = \frac{312,5 \text{ Kg}}{640 \text{ Kg/m}^3} = 0.497 \text{ m}^3 \approx 0.5 \text{ m}^3$$

$$\text{Volúmen de una tonelada de pescado en bodega} = 1 \text{ m}^3 \text{ de pesca}_$$

$$\text{do} + 0.5 \text{ m}^3 \text{ de hielo} = 1.5 \text{ m}^3$$

$$\text{Volúmen de la bodega} = 3.16 \times 2.76 \times 0.94 = 9.28 \text{ m}^3$$

$$\text{Volúmen disponible de bodega} \quad 9.28 \text{ m}^3$$



Reducción del 15% del volúmen disponible	1.40 m <sup>3</sup>
Volúmen de hielo para mantener fría la bodega	<u>1.56 m<sup>3</sup></u>
Volúmen disponible para hielo-pescado	6.32 m <sup>3</sup>

$$\text{Toneladas de pescado} = \frac{6.32 \text{ m}^3}{1.50 \frac{\text{m}^3}{\text{ton}}} = 4.2 \text{ ton.}$$

$$\begin{aligned} \text{Relación pescado: hielo} &= \frac{4.200 \text{ Kg pescado}}{313 \text{ Kg hielo}} \\ &= 13.41 \end{aligned}$$

## 6.2 CONSERVACION DE LA CAPTURA

Las especies de pescados a capturar, enunciado en los requerimientos (Capítulo I), pueden ser considerados como pescados semi-grasos. Razón por la cual, estarán sujetos a su descomposición por causa de las Enzimas, Bacterias y oxidación.

La reacción enzimática es un fenómeno químico proporcional a la elevación de la temperatura. Razón por la cual, para evitarla parcialmente es necesario mantener la temperatura baja; así como también, se la contraresta más efectivamente, eviscerando el pescado.

El deterioro bacteriológico, se debe a la acción de las bacterias en el organismo del pez, adquiridos en hábitas contaminadas. Para evitar este efecto, es necesario que la temperatura de almacenamiento del pescado, se conserve a 0°C.

El deterioro oxidativo, se debe a la reacción de las grasas del pescado con el oxígeno del aire, formando peróxido, cuando el -

pez, es puesto fuera de su hábitad. Este fenómeno también es -  
contrareestado, con bajas temperaturas.

En el diseño de la bodega de pescado, se asume una temperatura interior de 0°C. Preveída de un piso de madera y una escotilla adecuada.

Considerando las fugas de calor, la temperatura de almacenamiento será de 3°C, lo cual permite una buena conservación de la -  
captura por 5 o 6 días. Límite adecuado, para cubrir el tiempo de faena programada (4 días).

La captura será almacenada 60% al granel hacia las bandas; y, -  
40% en cajas, al centro de la bodega (Fig. N° 24).

### DISPOSICION DE LA BODEGA DE PESCADO

La escotilla deberá tener el ancho suficiente para permitir el fácil cargamento del hielo y la descarga del pescado

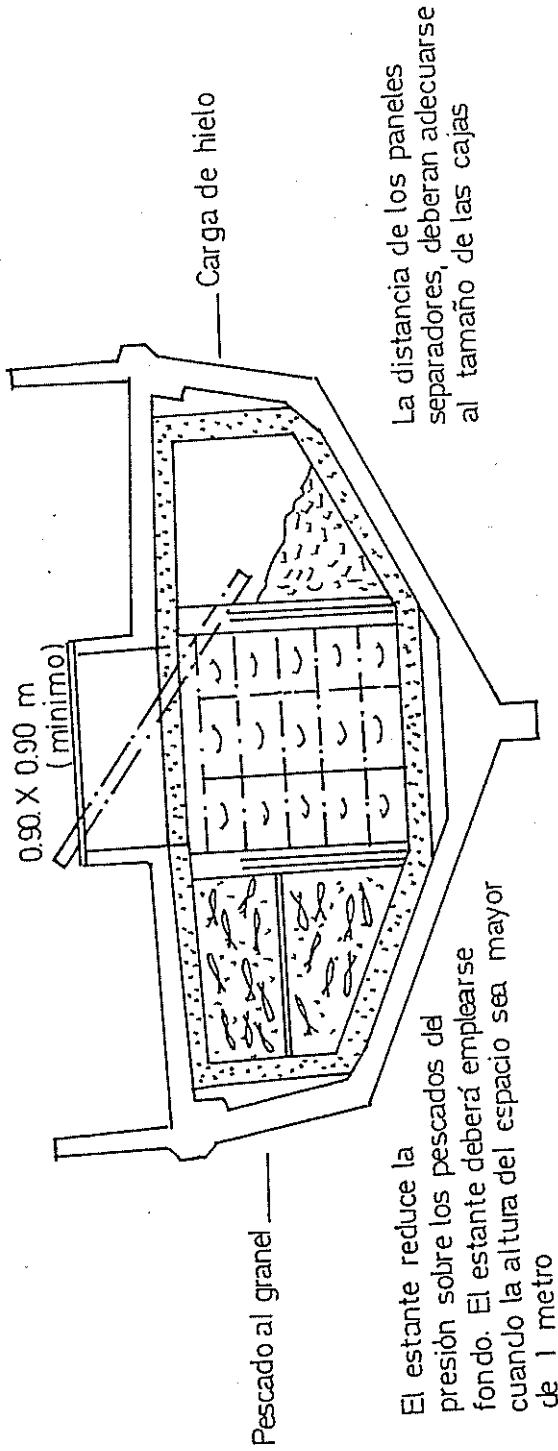


FIGURA N° 24

## CAPITULO VII

### ANALISIS TECNICO-ECONOMICO

Materiales con precio de mercado de la ciudad de Manta, volúmenes de captura y precio de venta del asiento pesquero de Jaramijó, a - octubre de 1985.

#### 7.1 COSTOS DE INVERSION

##### 7.1.1 Costos de materiales del casco y la cubierta (ferrocemento)

a) Malla cuadrada, soldada y galvanizada	S/.400 m <sup>2</sup>
b) Varilla de hierro estructural de $\varnothing=6$ mm.	12 m
c) Varilla de hierro estructural de $\varnothing=4$ mm.	10 m
d) Cemento Rocafuerte Portland	7 kg
e) Arena de río	150 m <sup>3</sup>
f) Alambre galvanizado de amarre	120 kg

##### 7.1.2 Peso del casco y la cubierta

a) CUNO = 12,96 m. x 3.60 m x 2.00 m	93,3 m <sup>3</sup>
b) Area del casco (Gráfico N° 19)	90 m <sup>2</sup>
c) Area de la cubierta (Gráfico N° 19)	28 m <sup>2</sup>
d) Peso del ferrocemento (Gráfico N° 4)	70 kg/m <sup>2</sup>
e) Peso del casco	6.300 kg.
f) Peso de la cubierta	1.960 kg.
g) Peso de la quilla, mamparos y otros (se asume el 20% del peso del casco)	1.890 kg.
h) Peso total del casco de la cubierta	10.150 kg.

## 7.1.3. Costo del material por tonelada

a) Metro cuadrado de lámina de 7 capas	S/.2.280 m <sup>2</sup>
b) Metro cuadrado de lámina de 6 capas	2.240 m <sup>2</sup>
c) Metro cuadrado de reforzamiento con varillas de $\emptyset = m.m$ y $\emptyset = 4 m.$	320 m <sup>2</sup>
d) Metro cuadrado de amarre con alambre galvanizado (0.5 kg/m <sup>2</sup> )	60 m <sup>2</sup>
e) Cemento (38 kg/m <sup>2</sup> )	266 m <sup>2</sup>
f) Arena y aditivos	60 m <sup>2</sup>
g) Acero estructural y soldadura	100 m <sup>2</sup>
h) Costo total por metro cuadrado, casco	3.606 m <sup>2</sup>
i) Costo total por metro cuadrado, cubierta	3.206 m <sup>2</sup>
j) Costo total por tonelada	42.693,00

## 7.1.4. Costos varios

a) Curación del mortero (15% del costo total por tonelada)	6.704,00
b) Pintura y acabado (5% del costo total por tonelada)	2.234,00

7.1.5. Costo total del material por tonelada 53.631,00

7.1.6. Costo total del material 544.354,00

## 7.1.7. Costo de mano de obra

a) Hombres/días x tonelada	35
b) Hombres días	355
c) Costo de mano de obra (S/.500,00 diarios por hombre)	177.500,00

7.1.8	Costo total del casco y la cubierta	S/. 485.805,00
7.1.9	Costo de caseta y pisos (madera y playwood)	
	a) Caseta (laurel y playwood)	17.930,00
	b) Pisos (Amarillo)	86.332,00
	c) Mano de obra (50% mano de obra casco)	88.750,00
	d) Costo total de la caseta y pisos	188.529,00
7.1.10	Costo Total del casco desnudo	971.334,00
7.1.11	Maquinaria e instalaciones	
	a) Motor principal	3'000.000,00
	b) Sistema propulsor	800.000,00
	c) Maquinaria auxiliar y accesorios	600.000,00
	d) Pluma, mastil y aparejamiento	800.000,00
	e) Mano de obra e instalación	500.000,00
	f) Costo total de maquinaria e instalacio <u>nes</u> .	5'700.000,00
7.1.12	Equipo de pesca	
	a) Alador de redes y líneas	350.000,00
	b) Trasmallo	200.000,00
	c) Palangre	350.000,00
	d) Ecosonda e instalación	300.000,00
	e) Costo total equipo de pesca	1'200.000,00

## 7.2 COSTOS FIJOS ANUALES

a)	Depreciación (se asume el 10% del costo del casco desnudo, maquinaria e instalaciones)	667.133,00
b)	Seguro (se asume el 50% de la depreciación)	337.566,00

c) Carenamiento (se asume el 50% del costo del casco desnudo)	S/. 485.667,00
d) Patrón de pesca (S/.2.000,00 diarios x 4 - días x 40 viajes)	320.000,00
e) Pescadores (S/.1.000,00 diarios x 3 personas x 4 días x 40 viajes)	480.000,00
f) Total de gastos fijos anuales	1'806.366,00

### 7.3 GASTOS VARIABLES ANUALES

a) Combustible	656.640,00
b) Lubricantes (se asume el 10% del costo de combustible)	65.664,00
c) Hielo 980 kg/viaje x 40 viajes x el S/. 7,5 kg.	294.000,00
d) Reparación de la máquina (se asume el 10% del costo de maquinaria e instalaciones)	570.000,00
e) Mantenimiento del casco (Se asume el 3% del costo del casco desnudo)	29.140,00
f) Reparación y sustituciones en el equipo de pesca (se asume el 50% de su valor)	600.000,00
g) Total de costos variables anuales	2'215.444,00

### 7.4 COSTOS TOTALES ANUALES

Costos fijos anuales + Costos variables anuales 4'021.810,00

### 7.5 INGRESOS ANUALES POR CAPTURA

a) Promedio de captura por viaje	2.200,00 kg
b) Promedio de captura por viaje, pescado buena calidad	1.200,00 kg

c) Promedio de captura por viaje, pescado mediana calidad		1.000 Kg.
d) Precio por Kg. pescado buena calidad	S/.	60,00
e) Precio por Kg. pescado mediana calidad		45,00
f) Ingreso anual, venta pescado buena calidad		2'880.000,00
g) Ingreso anual, venta pescado mediana calidad		1'800.000,00
h) Ingreso anuales de captura		4'680.000,00

#### 7.6. UTILIDAD NETA ANUAL

Ingresos por captura-- costos 658.190,00

#### 7.7. TASA INTERNA DE RETORNO

$$\text{T.I.R.} = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Inversión}} = \frac{658.190}{7'871.334} = 0.0836$$

$$\text{T.I.R.} = 8,36\%$$

#### 7.8. RESUMEN DE ANÁLISIS TECNICO-ECONOMICO

##### 1. COSTOS DE INVERSION

1.1. Casco desnudo	S/.	971.334,00
1.2. Maquinaria e instalaciones		5'700.000,00
1.3. Casco y maquinaria		6'671.334,00
1.4. Aparejos de pesca		1'200.000,00
1.5. Total de la inversión		7'871.334,00

##### 2. COSTOS FIJOS ANUALES

2.1. Depreciación		667.133,00
2.2. Seguro		333.566,00
2.3. Carenamiento		485.667,00



2.4	Salario de la tripulación	S/.	480.000,00
2.5	Salario del patrón de pesca		320.000,00
2.6	Total de Gastos Fijos		2'286.366,00
3.	<u>COSTOS VARIABLES ANUALES</u>		
3.1	Combustible	S/.	656.640,00
3.2	Lubricantes		65.664,00
3.3	Hielo		294.000,00
3.4	Mantenimiento de máquina		570.000,00
3.5	Mantenimiento del casco		29.140,00
3.6	Mantenimiento de aparejos de pesca		600.000,00
3.7	Total de gastos variables		2'215.444,00
4:	<u>COSTOS TOTALES ANUALES</u>		4'021.810,00
5.	<u>INGRESOS ANUALES POR CAPTURA</u>		4'680.000,00
6.	<u>UTILIDAD NETA ANUAL</u>		658.190,00
7.	<u>TASA INTERNA DE RETORNO (T.I.R.)</u>		8,36 %

## CONCLUSIONES

1. Es escasa en el país, la información técnica y bibliográfica que existe sobre la metodología a seguir en el diseño y la construcción de casco de ferrocemento para buques pesqueros.
2. Actualmente en el país, se ha aplicado el ferrocemento en la construcción de defenzas y boyas en la Base Naval de Guayaquil. En 1968, se construyó en el Arsenal Naval, un yate de 60 pies de eslora y 20 toneladas, con estructura de ferrocemento. Constituyéndose este casco, la única experiencia en referida técnica.
3. La aplicación del ferrocemento tiene mucha expectativa en la construcción de buques pequeños, en donde ha demostrado sus bondades.
4. Para la construcción de cascos de ferrocemento, no se necesitan instalaciones ni talleres costosos.
5. Existe en el país, la mano de obra calificada, que con un en trenamiento adecuado se convertiría en eficiente, en estos menesteres.
6. De acuerdo a los resultados del análisis técnico-económico, en los actuales momentos, resulta un casco de ferrocemento más barato que de otro material conocido, para los mismos fi nes.

## RECOMENDACIONES

1. Es necesario incrementar la información bibliográfica y técnica sobre la construcción de cascos de buques de ferrocemento, para conocimiento y aplicación de los profesionales del ramo.
2. El Departamento de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar de la ESPOL, deberá iniciar un programa de experimentación y prueba sobre esta clase de construcciones.
3. Debe experimentarse en la construcción y el comportamiento de esta clase de casco, especialmente en el sector pesquero artesanal.
4. Debe realizarse un estudio económico comparado de costos en detalle, tanto de construcción como de mantenimiento y duración, para atraer a los interesados en la adquisición de cascos de este material.

BIBLIOGRAFIA

- Voluntary Guideline for the design, construction and Equipment -  
of small fishing vessels.  
FAO, ILO, IMCO.- Londre.- 1980
  
- Safety and Health requirements for the construction and equip--  
ment of fishing vessels.  
FAO, ILO, IMCO.- Londre.- 1980
  
- El Hielo en las Pesquerías  
FAO.- Roma.- 1975
  
- Manual de Capacitación pesquera a Bordo  
Por: Birgir Hermansson  
FAO.- España.- 1980
  
- Construction of a 16 metre Ferro-Cement Fishing Boat  
Por: I Fyson  
FAO.- Roma.- 1970
  
- Tentative Rules for the construction and classification of ferro-  
cement vessels.  
Por: Det Norske Veritas  
Oslo.- 1974
  
- Estabilidad de Embarcaciones Pesqueras  
Por: Mario Santarelli  
FAO/NORAD.- 1978

- Resistencia, Propulsión y Proyecto de Hélices de Buques Pesqueros.  
Por: José Nuñez B.  
FAO/NORAD.- Guayaquil.- 1980
  
- Equipos de cubierta según las técnicas de pesca desarrolladas  
Por: S.L. Okonski  
FAO/NORAD.- Guayaquil.- 1980
  
- Selección a bordo de arrastreros de capturas para encajonamiento y a granel.  
Por: Paúl Hansen y Karsten Olsen  
A/S.- ATLAS.- Dinamarca.- 1977
  
- Fishing boat desig: 3 small trawlers  
FAO.- Roma.- 1980
  
- La congelación en las pesquerías  
FAO.- Roma.- 1977
  
- Optimización de embarcaciones para la pesca artesanal  
Ing. T.J. Nolan.- Egdo. Bolívar Vaca R.
  
- Construcción de buques de ferrocemento  
Ing. William Gills  
ESPOL.- Guayaquil.- 1978