

T/620.1/S18 M

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

Facultad de Ingeniería Mecánica-Energía



Diseño Estructural Aplicación del Programa
PERT para un Proyecto de Construcción de
una Embarcación Arrastrera con 290 m³ de
Capacidad de Bodega para Consumo Humano

018

TESIS

810

Para Optar el Título Profesional de

INGENIERO MECANICO

Presentado por:

Gabriel Oswaldo Salcedo Escobedo

Lima Perú

1986

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA-ENERGIA

DISEÑO ESTRUCTURAL Y APLICACION DEL -
PROGRAMA PERT PARA UN PROYECTO DE CONS
TRUCCION DE UNA EMBARCACION ARRASTRERA
CON 290 M³ DE CAPACIDAD DE BODEGA PARA
CONSUMO HUMANO.

PROYECTO PARA OPTAR EL TITULO DE
"INGENIERO MECANICO"

GABRIEL OSWALDO SALCEDO ESCOBEDO
BACHILLER EN INGENIERIA MECANICA

PROMOCION 1978

CALLAO - PERU

1986

A MIS PADRES SAMUEL, ELENA
Y MIS HERMANOS, POR SU APOYO
Y ALIENTO EN EL LOGRO DE MI
PROFESION

A MI QUERIDA ESPOSA
MARITZA Y MIS HIJOS
ROSEMARY, JHONATAN

A G R A D E C I M I E N T O

- . A mi Asesor Ing. Guillermo Mejía Franco, por sus acertadas críticas en la revisión del proyecto y su constante colaboración.

- . A mis Profesores de la Universidad Nacional del Callao, - a quienes debo mi formación profesional.

- . Por su colaboración incondicional en la conclusión del - proyecto al Sr. Marcos Parravicini y la Srta. Liliana -- Luján.

- . Por sus comentarios, apoyo y material de consulta al Ing. Rafael Alburqueque, Sr. Victor Villar, Ing. Julio Cevalco Ing. José Luis Kohatsu.

I N D I C E

ITEM	DESCRIPCION	PAGINA
I	RESUMEN	6
II	POLITICAS Y OBJETIVOS	13
III	INTRODUCCION	19
	1. Normas aplicadas al diseño de la Embarcación	20
	1.1. Campo de aplicación	20
	1.2. Soldadura	21
	1.3. Escantillonado	23
	2. Tecnología aplicada a la Programación mediante el método Pert.	26
	2.1. Aplicaciones	26
	2.2. Ventajas del Método Pert.....	27
	2.3. Técnicas Básicas del Pert.....	27
IV	DISEÑO DE LA EMBARCACION	38
	1. Formas de la Embarcación	38
	1.1. Representación de las formas de la embarcación.	41
	1.2. Trazo del plano de formas	44
	2. Curvas Hidrostáticas	48
	2.1. Cálculo del área de líneas de agua (A) y Centro de Gravedad de Líneas de Agua (LCF)	48
	2.2. Cálculo del Volumen de Carena (∇) Alturas sobre la Base del Centro del Boyantez (KB) Desplazamiento de Carena (Δ), toneladas por centímetro de inmersión (TCI), Centro de Gravedad de Líneas de Agua con Referencia A ∇ (LCF).	57

2.3.	Cálculo de Desplazamiento con Apéndices	61
2.4.	Cálculo de Coeficientes en la Sección maestra (Cm), Coeficiente Prismático (Cp), Coeficiente de Flotación (Cf).	64
2.5.	Cálculo del Radio Metacéntrico Longitudinal (BML).	70
2.6.	Radio Metacéntrico Transversal (BMT)	79
2.7.	Cálculo del Centro Longitudinal de Boyantez (LCB).	83
3.	Quilla, Roda y Codaste	90
3.1.	Quilla	90
3.2.	Roda	90
3.3.	Codaste	91
3.3.1.	Unión entre el codaste y la estructura de popa...	92
3.3.2.	Unión del codaste con el forro exterior.....	93
4.	Timón y aparatos de gobierno	93
4.1.	Cálculo del Area y brazo de palanca de la pala de timón.....	94
4.2.	Cálculo de fuerzas que actúan sobre el timón.....	97
4.3.	Eje de limera.....	98
4.4.	Estructura pala de timón y forro..	98
5.	Estructura de Fondo	99
5.1.	Varengas	99
5.2.	Carlinga central	100
5.3.	Carlinga lateral	100
5.4.	Longitudinales de fondo	102
6.	Cuadernas, Bulárcamas y Palmejares	103
6.1.	Cuadernas	103
6.2.	Bulárcamas	105
6.3.	Palmejares	106
6.4.	Longitudinales de costado	107

7.	Baos, Puntales y Esloras	108
7.1.	Baos	109
7.2.	Puntales	110
7.3.	Esloras	112
7.4.	Longitudinales de Cubierta	115
8.	Mamparos Estancos	116
8.1.	Mamparo 23 de Colisión	116
8.1.1.	Cálculo del espesor del mamparo	117
8.1.2.	Refuerzos verticales ...	117
8.1.3.	Palmejares	119
8.2.	Mamparo 16	121
8.2.1.	Cálculo del Espesor del mamparo	121
8.2.2.	Refuerzos verticales ...	121
8.2.3.	Palmejares	122
8.3.	Mamparo N° 4	124
8.3.1.	Cálculo del Espesor del Mamparo	124
8.3.2.	Refuerzos verticales ...	124
8.3.3.	Palmejares	125
8.4.	Mamparo 2	126
8.4.1.	Cálculo del Espesor del mamparo	126
8.4.2.	Refuerzos verticales ...	126
8.4.3.	Palmejares	127
9.	Forro Exterior del Casco y Cubierta...	128
9.1.	Cargas para el Escantillonado...	128
9.2.	Forro Exterior - Casco	129
9.2.1.	Forro en los extremos...	129
9.2.2.	Forro del fondo y pan toque	130
9.2.3.	Forro de los fondos reforzados de proa	130
9.2.4.	Forro de costado	131

	9.3.	Forro de Cubierta	131
	9.3.1.	Forro de Cubierta Resistente	131
	9.3.2.	Chapa de Trancanil.....	131
	9.3.3.	Rampa de Popa	132
10.		Superestructura y Caseta	132
	10.1.	Cargas para el Escantillonado..	133
	10.2.	Escantillonado de los Forros de Chapa	133
	10.3.	Escantillonado de los refuerzos	134
11.		Cálculo de Soldadura	135
V		PROGRAMACION PERT	145
	1.	Secuencia de Actividades	145
	2.	Cálculo de Tiempos Probabilísticos	148
	3.	Cálculo de Ruta Crítica	153
	4.	Cálculo de las Holguras en el Proyecto	154
	4.1.	Flotante Total	154
	4.2.	Flotante Libre	155
	4.3.	Flotante Independiente	156
	5.	Probabilidad de cumplimiento del Proyecto	156
VI		COSTOS DEL PROYECTO	161
	1.	Galibos	161
	2.	Estructura General	162
	2.1.	Quilla	163
	2.2.	Mamparos Transversales	164
	2.3.	Cuadernas	165
	2.4.	Esloras, Longitudinales, Carlingas, palmejares	166
	2.5.	Mamparos de Tanques de Combustible, Agua Dulce, Aceite Hidráulico	167
	2.6.	Túnel	168

	2.7. Base Motor	169
	2.8. Soldadura Estructura	169
	2.9. Arenado y Pintado Estructura	170
3.	Cubierta Principal y Cubierta de Cas- tillo	170
	3.1. Planchaje de Cubierta Principal y Cubierta de Castillo	171
	3.2. Soldadura de Cubierta Principal y Cubierta de Castillo	171
4.	Casco	172
	4.1. Planchaje de Casco	172
	4.2. Soldadura de Casco	173
	4.3. Enfriador de Quilla	174
5.	Caseta y Puente de Mando	175
	5.1. Caseta y Puente de Mando	175
VII	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	189
VIII	ANEXOS	191
	1. Cuadros y Gráficos	192
	2. Bibliografía	194
	3. Planos	196

I. RESUMEN :

En primer orden, se trata la situación política en el sector pesquero del Perú en los últimos veinticinco -- años, donde al principio la pesca era casi exclusiva a la captura de la anchoveta en un 98% de la captura total, para su transformación en harina y aceite de pescado.

Pero en la década de los años setenta comenzó a aumentar la proporción de pesca para consumo humano directo, llegando a una proporción promedio de 20%, que inicialmente era del 2% de la captura total.

Actualmente, se puede notar el estado casi obsoleto de la Flota Pesquera Nacional por los años de construcción que tienen y el escaso mantenimiento que se les ha dado a ellas. Por lo tanto, es necesario renovar la flota con los últimos adelantos técnicos en las artes de pesca y equipos electrónicos, para asegurar el futuro pesquero nacional.

El diseño material de esta tesis se presenta como una alternativa en la renovación de la Flota de Consumo Humano Directo.

En segundo orden, se trata sobre el diseño de la embarcación, haciendo el estudio de las formas del casco -- con carenas rectas, las que agrupadas en un plano se denominan Curvas Hidrostáticas, las cuales son curvas propias de cada barco.

En base a las "Reglas para la Construcción y Clasificación de Buques de Acero Hasta 60 Metros de Eslora", de la Sociedad de Registro Mexicana S.A., se diseña la estructura del barco, la cual la describimos en su forma mas sencilla :

- Quilla : Elemento estructural principal en base al cual se ensamblan los demás elementos estructurales se podría decir que es la espina dorsal de la embarcación.
- Roda : Parte anterior de la quilla que se levanta mas o menos verticalmente, dando al buque en la parte de proa una forma afinada.
- Codaste : Elemento estructural que se levanta en forma vertical y a continuación de la quilla en la zona posterior. Sirve de apoyo y protección del timón y como soporte del tubo de codaste, el cual aloja al eje de cola de la propulsión.
- Timón y aparatos de gobierno : Elementos estructurales que sirven para gobernar el buque, formada -- por la pala de timón, tubo de limera que aloja al eje de limera.
- Estructura de Fondo : Elementos estructurales formados por las varengas, carlingas y longitudinales.
 - . Varengas : Planchas de acero destinadas a soportar los esfuerzos transversales, colocadas verticalmente y normales a la quilla y que vienen a ser parte de las cuadernas pero con mayores módulos de resistencia.
 - . Carlingas : Elementos estructurales longitudinales en forma de viga que unen a las varengas.
 - . Longitudinales de fondo : Elementos estructurales longitudinales en forma de platina que unen a las varengas pero con menor resistencia.
- Cuadernas : Son los elementos estructurales que -- partiendo de la quilla hacia una y otra banda, sirven para dar forma al casco, actuando como costillas en la embarcación. En la parte inferior y superior sus módulos de resistencia son mayores, recibiendo-

por esta razón, los nombres de varengas y baos respectivamente.

- Bulárcama : También se les llama cuadernas reforzadas, por ser de mayor consolidación que por diversas razones realiza la función en mayor grado que los demás elementos de consolidación.
- Palmejares : Elementos estructurales que unen las cuadernas en proa y popa.
- Baos : Parte superior de la cuaderna, es de forma convexa, es decir tienen una ligera curvatura hacia arriba, lo que permite el fácil desalojo del agua y pescado que queda sobre la cubierta.
- Puntales : Elementos estructurales verticales que unen los baos con las varengas en determinados tramos para mejorar el módulo de resistencia de las secciones transversales.
- Esloras : Elementos estructurales en forma de viga que unen los baos a lo largo de la cubierta.
- Longitudinales de Cubierta: Elementos estructurales en forma de platina que unen los baos a lo largo de toda la cubierta.
- Mamparos : Elementos estructurales sub-divisores que contribuyen a la consolidación transversal de la embarcación dando gran fortaleza al casco y aumentan la resistencia a la compresión del mismo.
- Forro exterior del Casco : Forma una envoltura estanca que garantiza la flotabilidad, así como también, contribuye considerablemente a la resistencia estructural, especialmente en lo que se refiere a la flexión longitudinal.
- Cubierta Principal : La Cubierta es, después del forro exterior de casco; el elemento que mayor influencia ejerce en la resistencia de las embarcaciones, especialmente en el sentido longitudinal. La cubierta es convexa en el sentido transversal, cuyo punto mas alto recibe el nombre de Brusca de cubierta.

- Superestructura : A proa existe un castillo formado por la extensión del casco sobre la cubierta principal y el mamparo de pique de proa, destinado como pañol de aparejos.

A continuación del castillo de proa está la caseta que contiene la acomodación de tripulación, baño, - cocina, comedor y entrada a la sala de máquinas.

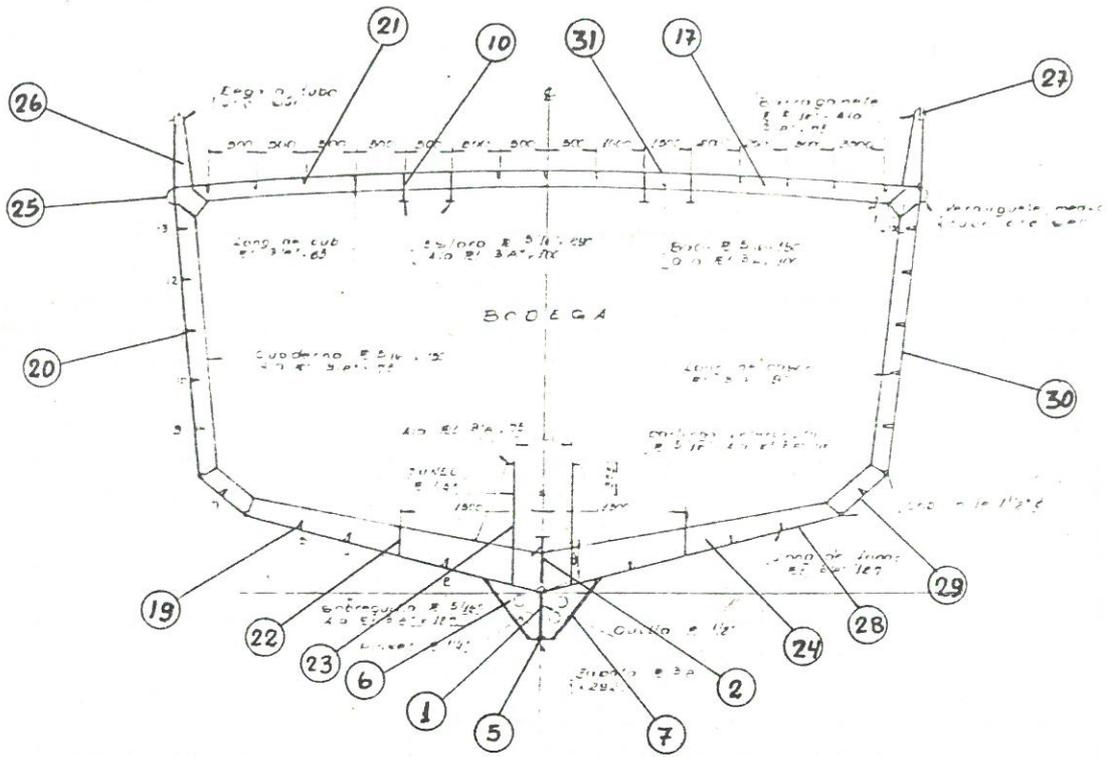
Sobre la Caseta va el Puente de Mando que sirve para gobernar la embarcación.

En tercer orden, se hace la programación de actividades que intervienen para su construcción de la embarcación en base a los planos.

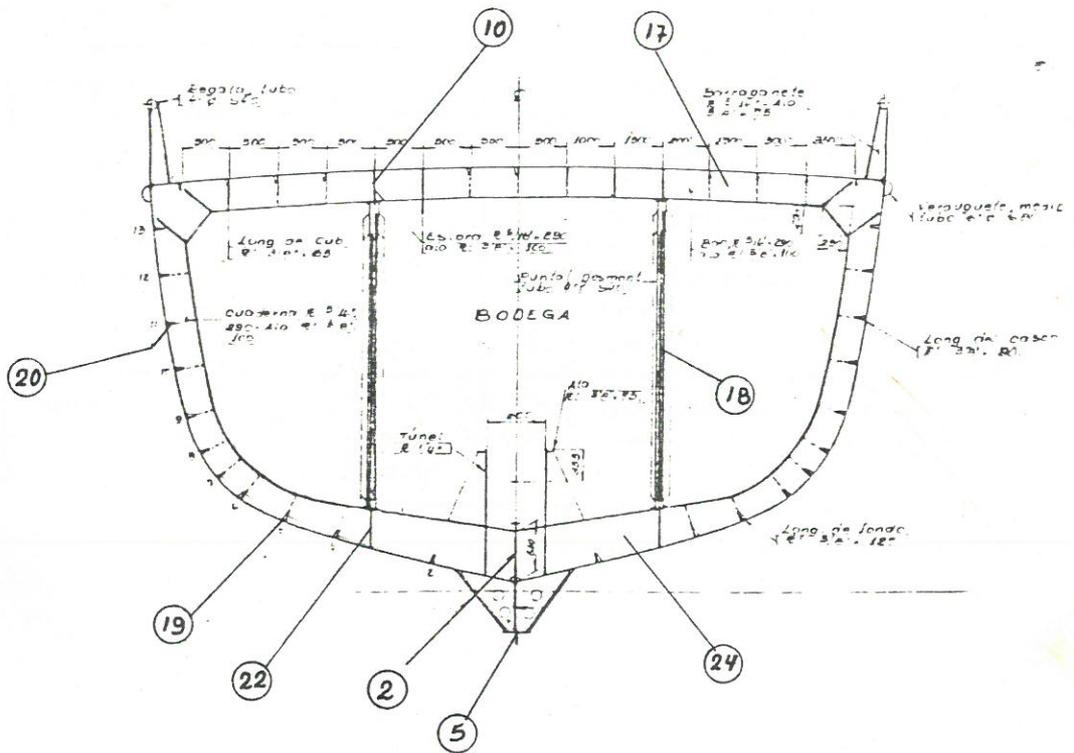
La construcción de una embarcación a otra siempre difiere en cuanto a la duración de cada actividad, por esta razón se utiliza la programación por el camino crítico PERT, donde la duración de cada actividad es estimada de acuerdo a experiencias de los tiempos mas probables, optimista y pesimista.

De esta programación resulta que la duración total del proyecto es de 230 días calendario con porcentajes de probabilidad.

En cuarto orden se hace el estudio de los costos de Producción en la construcción de la estructura del buque, en base a la programación PERT y con la ayuda de los planos de construcción con sus respectivos Listado de Materiales.



CUADERNA



BULARCAMA

DESCRIPCION DE GRAFICOS			
1.	Quilla	20.	Longitudinal de costado
2.	Roda	21.	Longitudinal de cubierta
3.	Codaste	22.	Carlinga lateral
4.	Sobrequilla	23.	Carlinga del túnel
5.	Zapata	24.	Varenga
6.	Pickes	25.	Verduguete
7.	Forrado de pickes	26.	Barraganetes
8.	Túnel	27.	Tubo de regala
9.	Base de motor	28.	Forro de fondo
10.	Eslora	29.	Forro de pantoque
11.	Pala de timón	30.	Forro de costado
12.	Hélice	31.	Forro de cubierta
13.	Mamparo 2	32.	Rampa de popa
14.	Mamparo 4	33.	Tubo de limera
15.	Mamparo 16	34.	Tubo de codaste
16.	Mamparo 23	35.	Eje de cola
17.	Bao	36.	Descansos
18.	Puntal	37.	Coples de amarre
19.	Longitudinal de fondo		

II. POLITICAS Y OBJETIVOS :

El Perú siempre se ha caracterizado por tener abundantes recursos hidrobiológicos, dada por su amplia faja costera y la existencia de condiciones geográficas y climáticas favorables para su mantenimiento y reproducción.

En la década del 60 estos recursos empezaron a ser aprovechados intensamente para su transformación, principalmente en harina de pescado y aceite de pescado, constituyéndose el Perú en el Primer Productor Mundial de los mencionados productos. En este periodo el principal componente de la biomasa, fue la anchoveta, que fue explotada en forma intensiva y sin ningún criterio técnico, tal es así que en 1970 se calculaba que la biomasa existente llegaba aproximadamente a 16 millones de toneladas, de las cuales se extrajeron unas -- 12'481,079 toneladas, que luego se transformaron en -- 2'253,000 toneladas métricas de harina de pescado, que equivalían al 42% del volumen mundial. Como se puede apreciar, se hizo caso omiso de las recomendaciones del Instituto del Mar del Perú (IMARPE), que sugerían una captura limitada de la anchoveta por ser un recurso perescible; motivo por el cual, en la década del 70 la biomasa de la anchoveta llegó a su nivel más bajo, provocando una crisis en la industria de la harina de pescado.

El espacio dejado por la anchoveta como principal componente de la biomasa es ocupado parcialmente a partir de 1977 por otras especies industrialmente aprovechables: La sardina, el jurel, caballa, la merluza, como puede verse en el Cuadro N° 1 (Extracción de especies de consumo humano indirecto, consumo humano di

recto. También se dieron condiciones propicias para la colocación de conservas de pescado en importantes mercados internacionales, originados por el colapso de la industria conservera sudafricana, hasta entonces, el segundo exportador mundial, a raíz de la desaparición de su principal recurso, la sardina.

Las razones expuestas, llevaron a que los empresarios nacionales realizaran cuantiosas inversiones en la adquisición de activos con la finalidad de responder a la demanda entonces existente.

Desde 1985 comenzó a reaparecer la anchoveta en volúmenes apreciables, que están posibilitando su extracción con muchas perspectivas.

Como consecuencia de lo antes mencionado, la actividad extractiva dispone de un solo diseño de embarcaciones pesqueras, de operación limitada y con un mismo sistema de pesca, que es la de cerco o boliche, que con el sólo cambio de red extraen las especies pelágicas que alternadamente se presentan en nuestro medio.

La disponibilidad de los recursos pelágicos costeros de nuestro mar es tan alta que las embarcaciones no han necesitado de mayor tecnología de la que ya poseen, para explotar los recursos pesqueros. Que quizá el mayor impedimento que ha tenido la pesquería extractiva costera para renovar, modernizar y equipar técnicamente a las embarcaciones, ha sido precisamente el contar en todo momento con grandes poblaciones de recursos hidrobiológicos y ser tan fácilmente capturables.

Del total de embarcaciones pesqueras, son muy pocas las que tienen un equipo adecuado para abastecer a la industria con materia prima en buenas condiciones.

En cuanto a los equipos de pesca, se puede observar que cada flota industrial está acondicionada para la extracción de sardina y anchoveta. La pesca de jureal y caballa requeriría de una inversión para reacondicionamiento de los equipos y aparejos de pesca, que facilitaría el aprovechamiento racional de la biomasa.

Gran parte de los muelles y sistemas de descarga implementados en el litoral peruano se hicieron en función a la anchoveta. Por consiguiente, la industria de consumo humano directo, en adición a la problemática de la flota, adolece una infraestructura idónea para desembarque de la materia prima, toda vez que la inversión en este rubro no fue significativa.

La Flota Pesquera, de acuerdo a sus características y teniendo en cuenta el tamaño y tipo de actividad extractiva, la podríamos clasificar en :

A) Embarcaciones Artesanales :

Está constituido por 5,046 embarcaciones con un total de 15,696 toneladas métricas de capacidad de bodega, distribuidas en 182 puntos a lo largo del litoral peruano entre puertos, caletas y playas. Construidas en su mayoría por carpinterías ribereñas con un rango de capacidad de bodega de 0.5 a 30 toneladas con mayor incidencia entre las embarcaciones de 0.5 a 2 toneladas. La operación de pesca la realizan generalmente en forma manual, por no disponer de equipos que efectúen la maniobra de izado de los aparejos de pesca. Los aparejos y artes de pesca utilizados con las redes cortinas (Agalleras), líneas de pinta y espinel, chinchorro de playa, el buceo para mariscos, redes de cerco o arrastre a pequeña escala.

B) Embarcaciones de Pesca costera de Cerco :

La Flota Pesquera Industrial de cerco está compuesta por 632 embarcaciones con una capacidad en bodega que alcanza las 118,730 TM. Esta flota está dividida según la actividad que desarrolla, en embarcaciones de consumo humano directo y embarcaciones de consumo indirecto.

Este número de embarcaciones por años de construcción según tipo de casco, se muestra en el Cuadro - N° 2 de Anexos.

También es importante destacar el aspecto de la edad en las embarcaciones de pesca industrial cerquera, las que casi en su totalidad se encuentran los 15 y 24 años de construídas y que dada la situación actual en que se encuentran, en términos de equipamiento y modernización, se podrían calificar como obsoletas, teniendo en consideración el escaso mantenimiento aplicado y las obligadas paralizaciones a las que han estado sometidas en los últimos años por ausencia de los recursos pesqueros .

La flota de consumo humano indirecto está conformada por 310 embarcaciones con un total de 77,270 TM. de capacidad de bodega, siendo las embarcaciones de 180 y 350 TM las que tuvieron mayor número de unidades.

La flota de consumo humano directo está compuesta por 322 embarcaciones, ex-anchoveteras cuya capacidad total de carga en bodega alcanza los 41, 460 TM y el rango de capacidad de bodega se encuentra entre 30 y 350 TM incidiendo el mayor número de embarcaciones en las 100 y 120 TM.

C) Embarcaciones Arrastrero Costera :

Flota compuesta por 51 embarcaciones, con un total de 5,251 TM de capacidad de bodega. Esta flota que está ubicada en el Puerto de Paita, es proveniente de las embarcaciones excedentes anchoveteras, las cuales fueron sometidas a ciertas adaptaciones, como el aislamiento isotérmico de sus bodegas y cambios en la maniobra de cubierta, posibilitándole las faenas de pesca con el sistema de arrastre por popa, = con muchas limitaciones, por supuesto de orden técnico. En cuanto a equipos de detección electro acústica y de navegación es muy rudimentaria, teniendo una orientación hacia la explotación de recursos de mersales.

En Caleta La Cruz (Tumbes) se localiza la flota -- arrastrera dedicada a la extracción de langostinos, con similares condiciones y características operativas que las anteriores, diferenciándose sólo en la maniobra de pesca, presentando en cubierta el sistema de tangones laterales para la operación de dos redes de fondo simultáneamente. Esta flota igualmente antigua y escasamente equipada, está compuesta por 27 embarcaciones con un total de 2000 TM de capacidad de bodega.

Como hemos podido ver la mayoría de la Flota Pesquera Nacional actualmente se encuentra obsoleta, de pobre equipamiento y falta de autonomía. Si no se renueva la flota, las consecuencias en el futuro podrían no ser muy alentadoras para el proceso productivo del país.

Atendiendo a esta necesidad primordial de la Flota Pesquera Nacional, se presenta, como una alternati-

va, el trabajo materia de esta tesis denominada - "Diseño Estructural y Aplicación del Programa Pert para un Proyecto de Construcción de una Embarcación Arrastrera con 290 m³ de capacidad de bodega para - Consumo Humano ".

Es de primordial importancia el apoyo de parte del Gobierno en el financiamiento para la renovación de la Flota, con miras a reactivar el sector pesquero, apoyando a los Armadores y Astilleros nacionales, - teniendo como objetivos principales :

- . Renovar la Flota Pesquera, mejorando la calidad de las capturas y consecuentemente mejorando la calidad y rendimiento en el producto final.
- . Reactivar la construcción naval pesquera para - que nuestra tecnología adquirida a travez de los años no se pierda, ya que en los últimos años, - profesionales con reconocida y basta experiencia, que como consecuencia del cierre o quiebra de la mayoría de los Astilleros han emigrado a otros - campos en busca de mejores horizontes, perdiendo se un cúmulo de experiencias.
- . Reactivar a los Astilleros nacionales con proyectos de construcciones de embarcaciones con financiamientos blandos a los Armadores nacionales, de manera que estaríamos evitando fuga de divisas, - ya que estaríamos empleando material, mano de obra, e insumos nacionales, solamente estaríamos importando motores y algunos equipos.
- . Mejorar la coordinación y relaciones de los Astilleros con las entidades gubernamentales, con referencia a la importación de equipos para el mejor desarrollo de la industria naval, a travez - de planificación de recurso de divisas.

III. INTRODUCCION :

En nuestro país adolecemos de programas para desarrollar los cálculos de las formas de la embarcación mediante computadoras, los cuales no se pueden resolver manualmente por contar con muchos parámetros de cálculo.

En base a estos cálculos, se hacen modelos para corregir o mejorar las formas de manera que la resistencia a la velocidad sea mínima, cuyas pruebas se realizan en canales de experiencia.

El desarrollo de nuestra tecnología se ha dado de la siguiente manera : En los primeros años de la construcción naval, se adquirían planos de compañías de prestigio mundial en diseño de embarcaciones.

Con el transcurso del tiempo, la tecnología adquirida se ha ido adecuando a nuestras necesidades y comportamiento en mares de nuestras costas.

Bajo estas premisas, se ha tomado como referencia o punto de partida una embarcación que se ha construido en un Astillero peruano y que actualmente está navegando en nuestras costas.

Las formas son similares y que se está modificando en esta embarcación la astilla muerta (Angulo formado -- por el fondo del casco y el plano base horizontal en la parte central de la embarcación), para de esta manera mejorar la estabilidad de la embarcación.

Las embarcaciones por su alto costo y riesgo constante en el mar, requieren ser aseguradas por compañías de seguros. Dichas compañías de seguros exigen la supervisión en la construcción de entidades clasificado

ras, tales como : American Bureau of Shipping, Germanischer Lloyd, Bureau Veritas, Sociedad de Registro y Clasificación Mexicana S.A., Lloyd's Register.

Cada una de las cuales emiten sus propios reglamentos de construcción con los mínimos permisibles en estructura.

Para el cumplimiento de estas reglas, el inspector -- efectúa su control durante los diversos grados de adelanto de la construcción y del montaje del casco. Durante sus visitas el inspector se preocupa de comprobar la conformidad de la obra realizada con los planos aprobados por ellos, la buena calidad de los materiales, de la mano de obra y de las observaciones de las prescripciones del Reglamento aplicable al buque.

Una vez terminados los trabajos, de acuerdo a lo observado por el inspector, este formulará su informe, que enviará a la Entidad Clasificadora y con autorización de esta última, el inspector entregará a los interesados los Certificados de Clasificación.

1. Normas Aplicadas al Diseño de la Embarcación :

El diseño estructural se hace en base a las "Reglas para la Construcción y Clasificación de Buques de Acero hasta 60 metros de eslora" de la Sociedad de Registro y Clasificación Mexicana S.A." que es similar al "Reglamento para la Construcción y Clasificación de Buques de Acero" del Bureau Veritas, ya que la primera está mas adecuada a los mares del Océano Pacífico.

1.1. Campo de Aplicación:

Las prescripciones de estos Reglamentos son aplicables a los buques comprendidos cuya eslora está entre los 20 y 60 mts. Estos



buques pueden construirse con sistema transversal o longitudinal, con una o dos cubiertas contínuas.

Las calidades de acero que deben utilizarse para la construcción del casco deben ser de calidad naval grado "A", con características aprobadas de acuerdo a reglamentos.

1.2. Soldadura :

La soldadura aplicada al casco deberá soldarse bajo un servicio de control del Astillero y el inspector deberá asegurarse, durante el trabajo, de que la soldadura se efectúe de manera satisfactoria.

El control de soldadura una vez terminadas comprende :

- . Examen de Aspecto .- Una vez terminada la soldadura se controlará el aspecto de la superficie del cordón, su uniformidad y su espesor; las dimensiones de garganta de la soldadura en ángulo se comprobarán utilizando calibres apropiados.

Las soldaduras a tope, así como las soldaduras en ángulo esenciales, deberán estar exentas de mordeduras de bordes apreciables. Se eliminarán los defectos existentes y si estos han sido demasiado numerosos, se debe hacer nuevamente toda la soldadura, tomando las precauciones necesarias.

- . Examen Radiográfico .- El control radiográfico deberá utilizarse en los topes de las chapas del forro exterior, de la cubierta resistente y de los elementos que contribuyen a la resistencia longitudinal.

Podrá exigirse igualmente para las juntas de ciertos elementos sometidos a esfuerzos locales especialmente importantes.

Las prescripciones siguientes deben considerarse solamente como normas generales, ya que el número de radiografías a obtener podrá ser mayor, si así lo solicita el inspector, especialmente cuando el examen visual, o el de las radiografías obtenidas por muestreo al azar, indique la existencia de defectos importantes, principalmente en el caso de topes de las tracas de cinta, de trancañil, de pantoque o de quilla.

Deberán tomarse radiografías también en la zona central del buque, al azar, de algunas juntas de los elementos esenciales de la estructura indicados a continuación :

- Topes de mamparos longitudinales
- Topes de longitudinales, vagras, palmejares y vigas horizontales que contribuyan a la resistencia longitudinal del conjunto.
- Juntas de unión de las chapas del refuerzo de las esquinas de las aberturas.

En cuanto concierne a los soldadores, el inspector deberá asegurarse de la calificación de soldadores empleados en el Astillero.

Los ensayos para el examen comprenderán ensayos de soldadura a tope y ensayos de soldadura en ángulo. Las probetas correspondientes se preparan en las diferentes y en condiciones análogas a las habituales de trabajo.

En principio el metal base a utilizar para estos ensayos será el acero de calidad A. Los electrodos serán los que el Astillero - emplee habitualmente para este tipo de acero.

Unicamente se aprobarán para soldar aceros, - los soldadores que hayan sido clasificados en las categorías detalladas a continuación: Pertenecerán a la Primera Categoría, los soldadores que hayan sido sometidos con éxito a las pruebas de soldadura a tope y en ángulo en todas las posiciones (Plano, vertical, sobrecabeza).

Pertenecerán a la segunda categoría, los soldadores que hayan sido sometidos con éxito a las pruebas de soldadura a tope y en ángulo.

En principio, los ensayos de examen para calificación de soldadores deberán repetirse todos los años. Esta periodicidad podrá aumentarse y los ensayos a efectuar reducirse, - cuando los trabajos efectuados por los soldadores durante el periodo interesado hayan sido sometidos a control radiográfico con - resultado satisfactorio.

1.3. Escantillonado :

Los cálculos realizados en el capítulo IV - están dados por fórmulas dadas por los Reglamentos mencionados anteriormente y están basados en los módulos de resistencia de los elementos dados.

Para el cálculo del módulo de resistencia - se considera como chapa asociada y está dada por la fórmula siguiente :

$$W = sd + \frac{ed^2}{6} \left(1 + \frac{Sa - S}{Sa + 0.5 ed} \right)$$

Donde :

W = Módulo de resistencia en cm^3

e = Espesor del alma en cm.

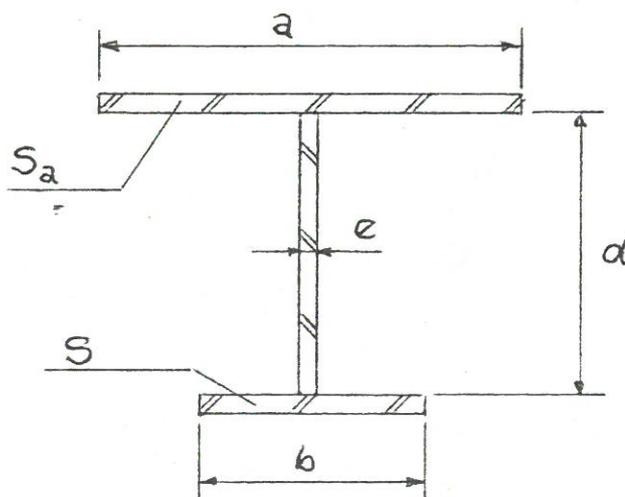
d = Altura del alma, en cm.

s = Sección de ala, en cm^2

Sa = Sección de la chapa asociada en cm^2 .

a = Distancia entre elementos considerados en chapa asociada en cm.

b = Ancho del ala en cm.



Para hallar la posición de la fibra con relación al ala en cm.

$$V = d \frac{Sa + 0.5 ed}{Sa + S + ed} \quad (\text{cm})$$

El momento de inercia con chapa asociada en cm^4

$$I = W \times V \quad (\text{cm}^4)$$

Cuando esté impuesto un valor mínimo de módulo de resistencia y el espesor del alma - tenga un límite inferior, las dimensiones - óptimas de una viga armada pueden obtenerse utilizando las fórmulas siguientes :

- Altura del alma (d) en cm.

$$d = 1.212 \sqrt{\frac{W}{e}} \text{ cm.}$$

- Sección del ala en cm^2

$$S = \frac{a' + 1}{a' + 2} \times \frac{W}{d} \quad \text{Donde } a' = \frac{ed}{S_a}$$

2. Tecnología Aplicada a la Programación mediante el Método PERT :

El Diagrama PERT fue desarrollado por la U.S. Navy, durante los años 1958 y 1959 para planificar y programar la construcción del "Submarino Atómico Polaris", en cuyo proyecto, además de la complejidad propia de su fabricación, se tenían que coordinar doscientos cincuenta contratistas principales y mas de un millar de subcontratistas, que suponían gran cantidad de recursos y factores humanos, y por tanto era preciso encontrar una nueva técnica para desarrollar el proyecto con eficacia bajo un nivel razonable de coste y tiempo.

Su aplicación al Proyecto " Polaris " fue un completo éxito, acortándose notablemente el plazo previsto para la construcción de estos cohetes.

2.1. Aplicaciones :

Su campo de aplicación se extiende prácticamente a cualquier tipo de proyectos y existen numerosos programas de computadoras para su resolución aunque proyectos relativamente pequeños de 300 ó 400 actividades, pueden ser resueltos en forma manual.

Se detallan algunas aplicaciones :

- Instalación y puesta en marcha de fábricas.
- Construcción de edificios y ampliación de secciones.
- Reparación de equipos, vagones ferroviarios, -electrobombas, etc.
- Lanzamiento de nuevos productos al mercado, -tales como automóviles, aviones, etc.
- Levantamiento de turbinas en centrales eléctricas.
- Construcción y reparación de barcos.
- Proyectos de reorganización administrativa.

- Construcción de cámaras de gas, de energía y tendido de líneas.
- Instalaciones de aire acondicionado
- Construcción de Puentes, Grúas, etc.

2.2. Ventajas del Método PERT :

Las principales ventajas de esta técnica es el poder proporcionar a la dirección, las siguientes informaciones :

- ¿Qué trabajos serán necesarios primero y cuándo se deben realizar los acopios de materiales y problemas de financiación?
- ¿Qué trabajos hay y cuántos serán requeridos en cada momento?
- ¿Cuál es la situación del proyecto que está en marcha en relación con la fecha programada para su terminación?
- ¿Cuales son las actividades críticas que al retrasarse cualquiera de ellas, retrasan la duración del proyecto?
- ¿Cuales son las actividades no críticas y cuánto tiempo de holgura se les permite si se demoran?
- Si el Proyecto está atrasado ¿Dónde se puede reforzar la marcha para contrarestar la demora y qué coste produce?

2.3. Técnicas Básicas del PERT :

El método PERT es una representación gráfica del proyecto mediante diagramas de flechas o red de flechas. La red se crea según el orden de realización de las tareas u operaciones, paso a paso, hasta el final del proyecto.

Los elementos fundamentales son las actividades

y los sucesos o eventos.

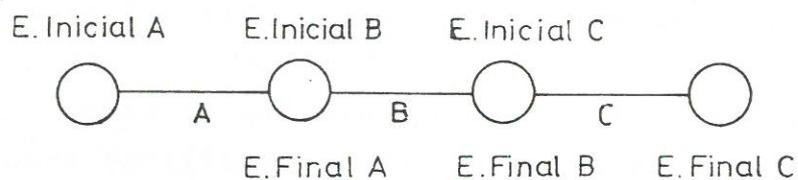
Los Sucesos o Eventos :

Se considera como evento a las etapas por las cuales pasa el proceso, siendo el evento el inicio o término de una actividad y que por lo tanto no consume ni tiempo ni recursos. Se representa por un círculo.

Actividades :

Son las operaciones necesarias para pasar de un evento a otro y se representan por líneas rectas o curvas según convenga, pero tienen dirección marcada con una flecha. La duración de la actividad se indica con la cifra de su valor sobre la línea que la representa.

Una actividad debe estar terminada para que la subsiguiente pueda comenzar. Como todas las actividades, tiene sus eventos iniciales y finales, el evento final de la actividad precedente es el mismo evento inicial de la subsiguiente :



Ningún evento puede ser considerado como realizado hasta que todas las actividades que llegan a él hayan sido realizados.

Ninguna actividad puede ser iniciada sin que el evento que le precede haya concluído.

Ejemplo :

Actividad

Precedencia

A

--

B

A

C

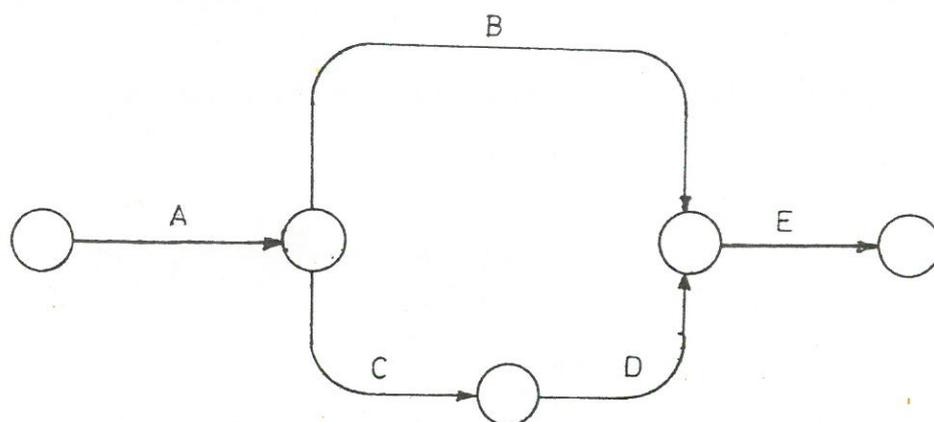
A

D

C

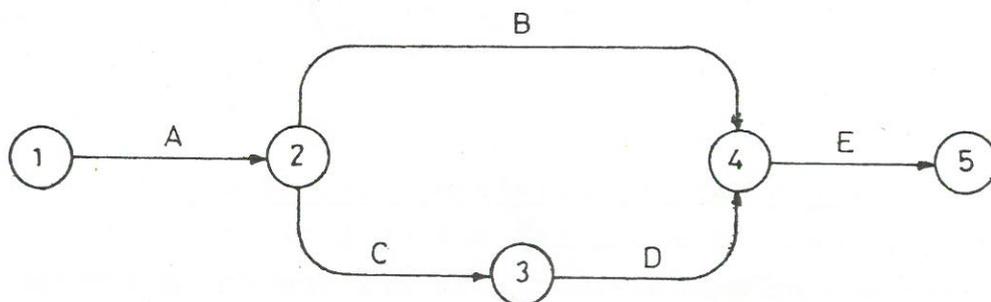
E

B, D



Enumeración de los Sucesos :

La enumeración de los eventos es otro sistema para la identificación de la actividad. Hemos visto el diagrama de flechas y que en cada flecha se ponía la denominación de la actividad. Pero para facilitar el cálculo en el computador es conveniente asignar números naturales a los eventos iniciales y finales.



Así podemos llamar a las actividades de la siguiente manera :

Actividad A	=	(1,2)
Actividad B	=	(2,4)
Actividad C	=	(2,3)
Actividad D	=	(3,4)
Actividad E	=	(4,5)

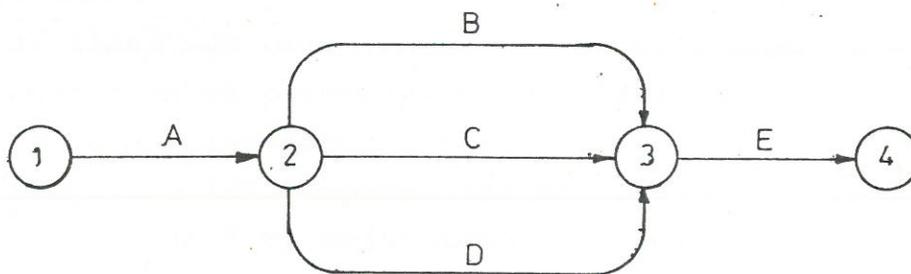
En nuestro ejemplo vemos que cada actividad tiene dos números. A todos los eventos iniciales - los llamaremos "i" y a los eventos finales "j".



Actividades y Eventos Ficticios :

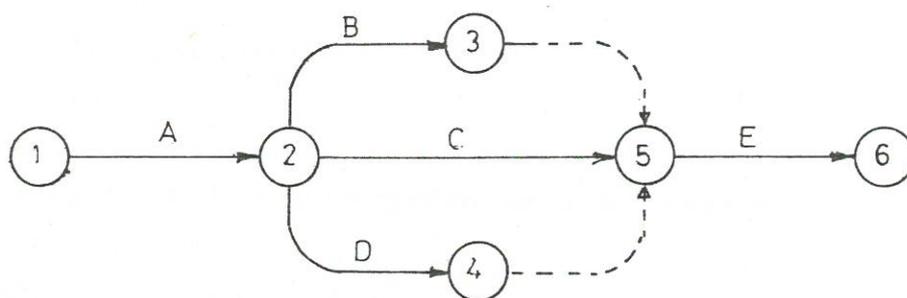
Se denominan actividades y eventos ficticios a - elementos que no representan ninguna operación - real, y que se introducen en los diagramas para aclarar representaciones confusas.

Ejemplo :



En este ejemplo hay 3 actividades paralelas. Para el cálculo de la duración del proyecto a mano, no importa mucho que las tres actividades se numeren

de la misma forma (2,3), ya que podemos llamar a las mencionadas actividades por sus nombres B,C, y D, pero para el uso del computador no se pueden describir tres actividades con la misma numeración (2,3). Para evitar esta confusión se pueden crear las actividades ficticias, aumentando los números de sucesos. La enumeración nueva de nuestro ejemplo podrá hacerse de la siguiente forma :



Procedimiento para graficar la Red de Flechas :

Antes de confeccionar cualquier red de flechas, se debe concretar el objetivo del proyecto, es decir, el último suceso del diagrama. Una vez conocido el objetivo, normalmente se suele hacer una lista de actividades que posiblemente inter vendrán en el proyecto. Esta lista se puede ha cer en una reunión, o bien consultando el plani ficador a los responsables del proyecto, para ver cuál será el mejor modo de terminar el suce so final y por tanto el proyecto, anotando las actividades necesarias.

Se tiene que analizar actividad por actividad pa ra ver su actividad precedente y la que le sigue en un orden lógico hasta el objetivo final.

En el ejemplo anterior observamos que :

La actividad A es precedente de las actividades B, C y D y éstas son precedentes de la actividad E.

Tiempos de las Actividades :

Los tiempos necesarios para realizar las actividades que tienen lugar entre cada dos eventos, - pueden determinarse por dos procedimientos.

- a) Por experiencia de operaciones iguales anteriores
- b) Por estimación

Para el cálculo de los tiempos por estimación, se recogen de los encargados de los trabajos tres - estimaciones.

t_n Es el tiempo normal en que la actividad puede llevarse a cabo.

t_a Es el tiempo optimista, tiempo mínimo - que se requiere para la terminación de - la actividad si todos los factores son - favorables.

t_b Tiempo pesimista, tiempo máximo en que - la actividad puede tener lugar, cuyo resultado ocurre solo en condiciones desfa- vorables.

El tiempo esperado (T_e) se calcula como la media ponderada de los tres tiempos.

$$T_e = \frac{t_a + 4 t_n + t_b}{6}$$

Cómputo de Tiempo "Lo mas pronto posible" y "Lo mas tarde Permisible" de comenzar y terminar una Actividad :

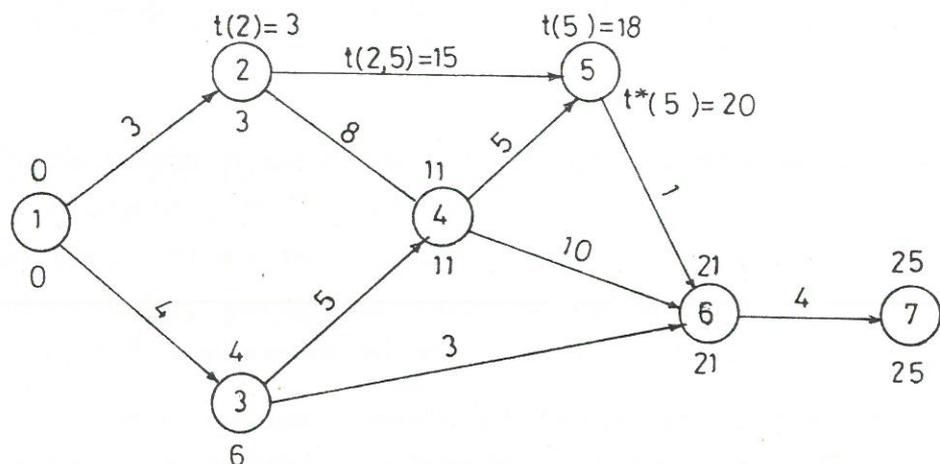
Primero se construye el diagrama de flechas y se discute, entre los responsables que intervienen en el proyecto, sobre que actividades son necesarias y que relación de precedencia hay entre ellas.

Luego se estima la duración $t(i,j)$ de cada actividad.

Ahora se calculan los tiempos de lo mas pronto posible en que puede empezar y terminar una actividad y lo señalaremos con $t(i)$ y $t(j)$ respectivamente.

Por ejemplo, en la actividad (1,2), el tiempo lo mas pronto posible (t) de comenzar $t(1) = 0$ y el tiempo lo mas pronto posible de terminar $t(2) = 3$.

$$t(2) = t(1) + t(1,2) = 0 + 3 = 3$$



$$t(3) = t(1) + t(1,3) = 0 + 4 = 4$$

Para el evento 4 se analiza de la siguiente manera :

$$t(4) = t(2) + t(2,4) = 3 + 8 = 11$$

$$t(4) = t(3) + t(3,4) = 4 + 5 = 9$$

De los dos se toma el mayor $t(4) = 11$, de donde recién pueden comenzar las actividades (4,5) y (4,6).

Para el evento 5 analizamos :

$$t(5) = t(2) + t(2,5) = 3 + 15 = 18$$

$$t(5) = t(4) + t(4,5) = 11 + 5 = 16$$

$$t(5) = 18$$

Para el evento 6 analizamos :

$$t(6) = t(5) + t(5,6) = 18 + 1 = 19$$

$$t(6) = t(4) + t(4,6) = 11 + 10 = 21$$

$$t(6) = t(3) + t(3,6) = 4 + 3 = 7$$

$$\text{El mayor } t(6) = 21$$

Para el evento final tenemos :

$$t(7) = t(6) + t(6,7) = 21 + 4 = 25$$

$$t(7) = 25$$

Ahora vamos a calcular el tiempo lo mas tarde - permisible (t^*) en que podemos terminar y comenzar. El tiempo lo mas tarde permisible es muy importante, porque un retraso en cualquier evento podrá arrastrar el retraso al último evento.

El cómputo se hace desde el final del proyecto - hacia el comienzo, restando el tiempo de cada actividad.

Para la actividad (6,7), el tiempo lo mas tarde

permisible para terminar es 25 unidades de tiempo y lo mas tarde permisible para comenzar es -
 $t^* (7) - t (6,7) = t^* (6) = 25 - 4 = 21$

Analizamos hasta el evento 5

$$t^* (5) = t^* (6) - t (5,6) = 21 - 1 = 20$$

$$t^* (5) = 20$$

Analizamos el evento 4

$$t^* (4) = t^* (5) - t (4,5) = 20 - 5 = 15$$

$$t^* (4) = t^* (6) - t (4,6) = 21 - 10 = 11$$

Se toma el menor $t^* (4) = 11$

Siguiendo el mismo razonamiento se tiene :

$$t^* (2) = 3$$

$$t^* (3) = 6$$

$$t^* (1) = 0$$

Se observa que el primer y último evento el tiempo lo mas pronto posible, es igual al tiempo lo mas tarde permisible. En caso de que no sea así, el cómputo es erróneo.

Camino crítico y Holguras de Tiempo :

El camino crítico son todas las actividades que no tienen holgura de tiempo para comenzar ni terminar.

Tenemos dos clases de holgura.

Holgura de Evento .- Es la diferencia entre el tiempo lo mas tarde permisible y el tiempo lo mas pronto posible del mismo evento.

Por ejemplo del evento 3

$$H_e = t^* (3) - t (3) = 6 - 4 = 2$$

Holgura de Actividad .- Se calcula de la siguiente forma :

$$H_A = t^* (j) - t (i) - t (i,j)$$

Donde $t^* (j)$ es el tiempo lo mas tarde permisible del suceso final para terminar una actividad mientras $t (i)$ es el tiempo lo mas pronto posible del suceso inicial de la misma para comenzar y $t (i,j)$ es la duración de la actividad mencionada.

En el ejemplo anterior, calculamos para :

$$\text{Actividad (1,2)} \quad H_A = 0$$

$$\text{Actividad (2,5)} \quad H_A = 20 - 15 - 3 = 2$$

Uniendo las actividades cuyas holguras de actividad son cero, se forma el camino crítico.

Holgura de Tiempos Flotantes .-

Hay tres clases de holguras de tiempos flotantes

- a) T. Flotante total
- b) T. Flotante Libre
- c) T. Flotante Independiente

a) Tiempo flotante Total :

Es la holgura de la actividad entre el tiempo lo mas tarde permisible en que se pueda terminar y el tiempo lo mas pronto posible en que se pueda comenzar una actividad, menos la duración de la misma.

$$F_t (i,j) = t_j^* - t_i - t (i,j)$$

b) Tiempo Flotante Libre :

Es la holgura disponible después de realizar la actividad si todas las actividades del proceso comienzan en su tiempo de inicio mas temprano posible.

$$F_1(i,j) = t_j - t_i - t(i,j)$$

c) Tiempo Flotante Independiente :

Es la holgura disponible de una actividad cuando las actividades precedentes han terminado en el tiempo mas tarde posible y las actividades subsiguientes comienzan lo mas pronto posible.

$$F_I(i,j) = t_j - t^* i - t(i,j)$$

Puede ser negativa o cero.

IV. DISEÑO DE LA EMBARCACION :

En las dos primeras secciones se estudian las formas de la embarcación, en base a una embarcación de similares características, en la cual estamos mejorando la astilla muerta para con esta modificación mejorar la estabilidad de la embarcación.

En las siguientes secciones se diseña la estructura de la embarcación en base a las "Reglas para la Construcción y Clasificación de Buques de acero Hasta 60 Mts. de Eslora" de la Sociedad de Registro y Clasificación Mexicana S.A.

1. Formas de la Embarcación :

Las formas del buque fueron calculadas matemáticamente por Taylor en 1915, en la que empleaba parábolas de quinto grado para la curva de áreas de secciones y para las líneas de agua en carga, e incluso empleaba hipérbolas para secciones llenas. El método daba las líneas de una manera matemática, y de acuerdo con todas las condiciones que debía cumplir después de una serie de cálculos bastante laboriosos y que dejaban al proyectista varios parámetros a su disposición, parámetros que al introducirlos originaban más cálculos.

Actualmente, con la ayuda de los computadores se han estudiado mucho las posibilidades de obtener las formas matemáticamente, sin embargo, y a pesar de todo, no existe un método absolutamente satisfactorio para definir las características pre-determinadas.

Como no existe método matemático que dé las líneas de mínima resistencia de un modo cierto y concreto, por eso, bien se recurre a buques hechos y experimentados que a su vez han sido hechos con los datos y observaciones tomadas de otros análogos a ellos en características y servicios, o bien se recurren a canal de experiencias hidrodinámicas, a fin de que corrijan mediante modelos los planos aproximados hechos por el proyectista.

Para el trazado de las formas de la embarcación se requieren previamente conocer algunas definiciones principales de su dimensionado.

- Eslora .- Distancia medida horizontalmente en el sentido longitudinal del buque, según las referencias que tomemos podemos considerar :

Eslora Total o Máxima : (E_T) Distancia longitudinal comprendida entre las perpendiculares trazadas tangencialmente al contorno exterior de la proyección del buque sobre el plano longitudinal; también se puede definir como la distancia longitudinal comprendida entre los planos transversales trazados por los extremos mas salientes de proa y popa.

Eslora entre Perpendiculares : (E_{pp}) : Es la distancia longitudinal comprendida entre las perpendiculares de proa (P_{pr}) y popa (P_{pp}). El valor de esta eslora es la que se considera para solucionar los problemas de estabilidad y trimado de los buques.

Eslora de Flotación : (E_f) La máxima longitud en el sentido longitudinal que puede tener la parte sumergida de un buque.

- Manga .- Distancia medida horizontalmente en el sentido transversal del buque, según referencias que tomemos, podemos considerar :

Manga de Trazado : Se llama también manga - fuera de miembros y es la dimensión transversal máxima del trazado del buque; hay que tener en cuenta que las líneas de trazado del buque van por las caras internas de las planchas del forro.

Manga Fuera de Forros : Es la manga de trazado aumentada en los espesores de las dos planchas del forro.

Manga en una flotación : Es la manga de trazado en la flotación considerada.

Manga de Franco Bordo : La obtenida según las reglas de arqueo.

- Puntal .- Es la dimensión vertical de un buque, según las referencias que tomemos, podemos considerar :

Puntal de Trazado o construcción : Es la distancia vertical medida en el centro del buque desde el canto exterior o inferior del alefriz a la cara alta del bao, en su intersección con el costado.

Puntal de Franco-Bordo : Se obtiene del puntal de construcción, según las reglas de franco-bordo.

- Calado .- Es la dimensión vertical correspondiente a la parte sumergida del buque, podemos considerar :

Calado Máximo : Es el correspondiente a la - flotación de verano y se mide desde el canto exterior del alefriz hasta el nivel de flotación.

Calado de una Flotación : Distancia vertical desde el canto exterior del alefriz hasta el nivel de flotación considerado.

- Plano de Flotación .- Recibe el nombre de - plano de flotación, el plano formado por la - superficie del agua.

La intersección del plano de flotación con la superficie exterior del casco se llama "Línea de Flotación" o simplemente "Flotación".

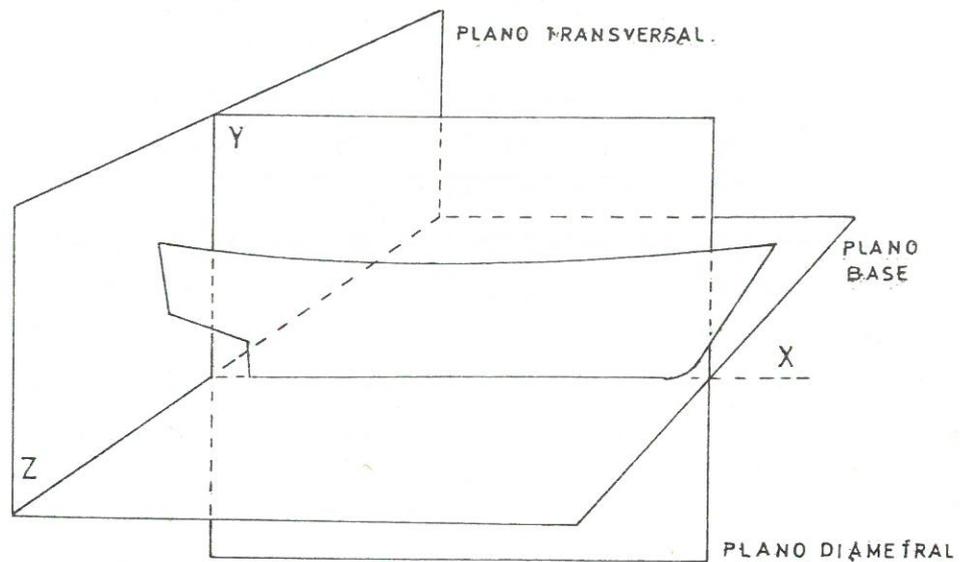
- Obra Viva o Carena .- Es la parte sumergida del buque por debajo de la línea de flotación normal.

- Obra Muerta .- Parte del buque por encima - de la línea de flotación normal, generalmente se considera limitada por la última cubierta continua y estanca.

1.1. Representación de las Formas de la Embarcación :

Es la representación de las formas de un - buque proyectado sobre tres planos coordenados, debido a que no satisfacen dichas - formas a ninguna ley analítica.

Son tres los planos sobre los que se proyectan las formas del buque, valiéndose de los métodos de la geometría descriptiva : Plano diametral o longitudinal, plano horizontal y plano transversal.



- Plano Diametral o Longitudinal .- Es un plano vertical trazado en dirección proa - popa, plano de simetría del buque y que la proyección ortogonal del buque sobre él, nos da su contorno longitudinal en dicho plano. Sobre este plano diametral o longitudinal, - también se proyectan ortogonalmente, las secciones longitudinales resultante de dividir el buque en sentido longitudinal, por planos equidistantes y paralelos al diametral de referencia, que nos producirán contornos verticales longitudinales del buque, fuera de su plano diametral.

- Plano Horizontal Base o Plano Base .- Es un plano paralelo al plano de flotación de trazado, de proyecto o de verano y que pasa por la línea base. Este plano sirve de referencia para todas - las coordenadas verticales o diferentes líneas de agua.

- Plano Transversal .- Es un plano vertical y por tanto, perpendicular al plano base y también al diametral. Para que sirva de referencia, se sitúa por la perpendicular media y tenemos la sección maestra o media. Sobre este plano se proyectan ortogonalmente las secciones transversales resultantes de dividir el buque en sentido longitudinal, por planos paralelos al transversal y equidistantes, que nos producirán contornos verticales transversales del buque.

A las líneas que limitan las secciones verticales longitudinales del plano diametral se les llaman líneas de contorno longitudinal del buque. Están representadas por líneas rectas verticales equidistantes en el plano horizontal.

A las líneas que limitan las secciones horizontales del plano horizontal se les llaman Líneas de Agua del buque. Están representadas por líneas rectas horizontales equidistantes en los planos diametral y transversal.

A las líneas que limitan las secciones transversales del plano transversal se les llaman Cuadernas de Trazado del buque. Están representadas por líneas rectas verticales equidistantes en los planos diametral y horizontal.

- Líneas de Referencia .- Resulta de la intersección de los diferentes planos mencionados.

Línea Base : Es la línea que queda determinada por la intersección del plano diametral con el plano horizontal base.

Se utiliza como línea de referencia para las coordenadas verticales en el plano diametral o longitudinal.

Línea Central o de crujia : Es la línea que queda determinada por la intersección del plano diametral con los distintos planos horizontales. Es la línea de referencia para medir las coordenadas transversales en un plano horizontal dado.

- Perpendicular de Proa, Popa y Media .- Son las líneas determinadas del plano diametral, con los planos transversales trazados por los puntos definidos ya anteriormente.

1.2. Trazo del Plano de Formas :

Para hacer el diseño del plano de formas se ha tomado como referencia embarcaciones que se han construido en astilleros peruanos, por lo tanto, la embarcación tema del proyecto recoge la experiencia de años en la construcción naval.

Características de la Embarcación :

Eslora Total	34.10 mt
Eslora entre perpendiculares	29.45 mt
Manga de trazado	7.64 mt
Puntal	4.18 mt
Distancia entre líneas de agua	500 mm.
Número de cuadernas de trazado	10
Astilla muerta	14°
Curva de Bao	150 mm
Escala de trazado	1/50

De acuerdo a la escala tomada se representan los tres planos referenciales, de manera que en la parte superior del plano se vea el plano diametral en su verdadera magnitud; el plano base representado como una línea llamada línea base, el plano transversal superpuesto sobre el plano diametral en su parte central, a su vez sobre el plano diametral se trazan 14 líneas de agua con una separación de 500 mm entre ellas a partir de la línea base, estas líneas de agua representan planos paralelos y equidistantes del plano base.

En la parte inferior del plano se representa el plano base en su verdadera magnitud, pero solamente en media sección.

Una vez trazado los planos ortogonales, se traza la cuaderna maestra y el perfil de la embarcación en los planos transversal y diametral respectivamente. En la parte inferior con la manga de la cuaderna maestra se traza un preliminar de la cubierta principal.

Por medio de la geometría descriptiva se hacen los trazos subsiguientes en varios intentos se van afinando trazos, luego se hacen cálculos preliminares del desplazamiento y coeficientes del bloque hasta llegar al desplazamiento deseado, en la parte dos de este capítulo se ven las partes de cálculo de desplazamiento y demás características de la embarcación llamadas curvas hidrostáticas.

El plano final de formas obtenido es el -
plano N° P-01-003 que nos dá un despla-
zamiento hasta la cubierta de 625 toneladas
métricas.

De este plano se obtienen las semimangas -
de las secciones (sin apéndices) para ha-
cer los trazos en Galibos a escala natural.

SEMPARGAS DE SECCIONES (SIN APENDICES)

SECC.	LA1	LA2	LA3	LA4	LA5	LA6	LA7	LA8	LA9	LA10	LA11	LA12	LA13	LA14	CODO J	CODO JI	CUB. PRINC.	CUB. CASTILLO
0	-	-	-	-	-	1.300	2.810	2.850	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1/2	-	-	-	-	2.050	3.150	3.180	3.220	-	-	-	-	-	-	2.660	3.100	3.260	-
1	-	-	-	-	3.090	3.240	3.290	3.320	-	-	-	-	-	-	2.750	3.160	3.370	-
2	-	-	1.290	3.260	3.390	3.430	3.470	3.520	-	-	-	-	-	-	2.900	3.320	3.560	-
3	-	1.950	3.380	3.510	3.560	3.600	3.650	3.690	-	-	-	-	-	-	3.010	3.450	3.740	-
4	1.620	3.240	3.580	3.630	3.690	3.730	3.790	3.830	-	-	-	-	-	-	3.090	3.530	3.850	-
5	1.930	3.340	3.600	3.650	3.700	3.760	3.810	3.850	-	-	-	-	-	-	3.100	3.550	3.880	-
6	1.670	2.590	3.320	3.500	3.630	3.710	3.810	3.820	-	-	-	-	-	-	-	-	3.840	-
7	1.150	2.130	2.680	3.040	3.250	3.370	3.500	3.600	3.670	3.770	-	-	-	-	-	-	3.660	-
8	0.550	1.200	1.740	2.130	2.430	2.680	2.890	3.050	3.230	3.390	3.570	3.740	-	-	-	-	3.200	-
9	-	0.380	0.790	1.010	1.240	1.470	1.680	1.900	2.190	2.350	2.580	2.870	3.140	3.460	-	-	2.100	3.320
9.1/2	-	-	0.140	0.350	0.530	0.710	0.890	1.070	1.420	1.540	1.770	2.110	2.430	2.780	-	-	1.280	2.650
10	-	-	-	-	-	-	-	0.120	0.350	0.610	0.850	1.140	1.450	1.780	-	-	0.350	1.740

2. Curvas Hidrostáticas :

Todos los elementos correspondientes a las distintas carenas rectas, que vamos a calcular en función de las formas del buque y reunidas en una serie de curvas, una para cada elemento, sobre dos ejes coordenados, cuyo conjunto los llamamos Curvas Hidrostáticas; en el eje de las ordenadas, los calados en metros de las correspondientes carenas rectas y en el de las abscisas, las escalas correspondientes al desplazamiento, coeficientes de bloque, prismático y de la cuaderna maestra, del resto, se pone su escala en cada una de las curvas.

Las curvas hidrostáticas son el punto de partida - para confeccionar los cuadernillos de estabilidad con las diferentes condiciones de carga.

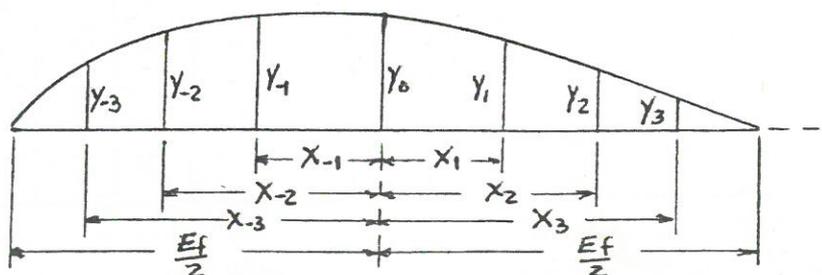
2.1. Cálculo de Area de Líneas de Agua (A) y Centro de Gravedad de Líneas de Agua (LCF) :

Para dichos cálculos utilizamos el método de la Regla de TCHEBYCHEFF con 7 ordenadas para las ocho líneas de agua según se vé en los - cuadros subsiguientes.

El área de las Líneas de Agua se calcula de la siguiente manera :

$$A = \sum Y_i \frac{Ef}{7}$$

$$LCF = \frac{\sum X_i Y_i}{\sum Y_i}$$



LINEA DE AGUA : 1 $E_{f-1} = 18.61$ m METODO : REGLA DE TCHEBYCHEFF CON 7 ORDENADAS

N° de Orden	① $\frac{E_{f-1}}{Z}$	② Coeficiente Tcheycheff	③ = ① x ② Abscisas X_i	④ Ordenadas Y_i	⑤ = ③ x ④ $X_i Y_i$
1	9.305	0.88386	$X_{-3} = 8.2243$	$Y_{-3} = 0.85$	- 6.9907
2	9.305	0.52966	$X_{-2} = 4.9285$	$Y_{-2} = 1.81$	- 8.9206
3	9.305	0.32391	$X_{-1} = 3.0140$	$Y_{-1} = 1.83$	- 5.5156
4	9.305	0.00000	$X_0 = 0.0000$	$Y_0 = 1.59$	0.0000
5	9.305	0.32391	$X_1 = 3.0140$	$Y_1 = 1.18$	3.5565
6	9.305	0.52966	$X_2 = 4.9285$	$Y_2 = 0.80$	3.9428
7	9.305	0.88386	$X_3 = 8.2243$	$Y_3 = 0.20$	1.6449
				8.26	- 12.2827

$A = \sum Y_i \times \frac{E_f}{Z} \times 2 = 8.26 \times \frac{18.61}{7} \times 2 = 43.92$ m² A = Area de la línea de agua
 $LCF = \frac{-12.2827}{8.26} = -1.4870$ m LCF = Centro de Gravedad de la línea de agua

LINEA DE AGUA 2 EF2 = 22.65 METODO: REGLA DE TCHEBYCHEFF CON 7 ORDENADAS

N° de Orden	① $\frac{EF-2}{2}$	② Coeficiente TCHEBYCHEFF	③ = ① x ② Abscisas Xi	④ Ordenadas Yi	⑤ = ③ x ④ Xi Yi
1	11.325	0.88386	X-3 = -10.0097	Y-3 = 1.54	- 15.4149
2	11.325	0.52966	X-2 = - 5.9984	Y-2 = 3.29	- 19.7347
3	11.325	0.32391	X-1 = - 3.6683	Y-1 = 3.35	- 12.2888
4	11.325	0.0000	X o = 0.000	Y o = 2.93	0.0000
5	11.325	0.32391	X1 = 3.6683	Y1 = 2.10	7.7034
6	11.325	0.52966	X2 = 5.9984	Y2 = 1.47	8.8176
7	11.325	0.88386	X3 = 10.0097	Y3 = 0.38	3.8037
15.6					- 27.1137

$A = \frac{\sum Yi \times Ef}{7} \times 2 = 15.06 \times \frac{22.65 \times 2}{7} = 97.46 \text{ m}^2$

$LCF = \frac{-27.1137}{15.06} = - 1800 \text{ m}$

A = Area de la Línea de Agua

LCF = Centro de Gravedad de la Línea de Agua

METODO : REGLA DE TCHEBYCHEFF CON 7 ORDENADAS

LÍNEA DE AGUA 3 Ef3 = 25.49 m

Nº de Orden	① $\frac{Ef-3}{2}$	② Coeficiente TCHEBYCHEFF	③ = ① x ② Abscisas Xi	④ Ordenadas Yi	⑤ = ③ x ④ Xi Yi
1	12.745	0.88386	X-3 = -11.2648	Y-3 = 2.10	-23.6561
2	12.745	0.52966	X-2 = - 6.7505	Y-2 = 3.53	-23.8293
3	12.745	0.32391	X-1 = - 4.1282	Y-1 = 3.61	-14.9028
4	12.745	0.00000	Xo = 0.000	Yo = 3.43	0.000
5	12.745	0.32391	X1 = 4.1282	Y1 = 2.71	11.1874
6	12.745	0.52966	X2 = 6.7505	Y2 = 1.99	13.4335
7	12.745	0.88386	X3 = 11.2648	Y3 = 0.54	6.0830

17.91

- 31.6843

$$A = \sum Yi \times \frac{Ef}{7} \times 2 = 17.91 \times \frac{25.49}{7} \times 2 = 130.44 \text{ m}^2$$

A = Area de la Línea de Agua

$$LCF = - \frac{31.6843}{17.91} = -1.7691 \text{ m}$$

LCF = Centro de Gravedad de la Línea de Agua

LINEA DE AGUA 4		Ef4 = 28.12 m		METODO : REGLA DE TCHEBYCHEFF CON 7 ORDENADAS		
N° de Orden	(1) $\frac{Ef-4}{2}$	(2) Coeficiente TCHEBYCHEFF	(3) = (1) x (2) Abscisas Xi	(4) Ordenadas Yi	(5) = (3) x (4) Xi Yi	
1	14.06	0.88386	X-3 = -12.4271	Y-3 = 2.35	-29.2037	
2	14.06	0.52966	X-2 = - 7.4470	Y-2 = 3.52	-26.2134	
3	14.06	0.32391	X-1 = - 4.5542	Y-1 = 3.63	-16.5317	- 71.9488
4	14.06	0.00000	Xo = 0.000	Yo = 3.61	0.000	
5	14.06	0.32391	X1 = 4.5542	Y1 = 3.18	14.4924	
6	14.06	0.52966	X2 = 7.4470	Y2 = 2.46	18.3196	
7	14.06	0.88386	X3 = 12.4271	Y3 = 0.73	9.0718	+ 41.8738
				19.48	-	30.0750

$A = \sum Yi \times \frac{Ef}{7} \times 2 = 19.48 \times \frac{28.12}{7} \times 2 = 156.51 \text{ m}^2$

A = Area de la Línea de Agua

LCF = $-\frac{30.0750}{19.48} = - 1.5439 \text{ m}$

LCF = Centro de Gravedad de la Línea de agua

LINEA DE AGUA 5 EF5 = 30.81 m METODO : REGLA DE TCHEBYCHEFF CON 7 ORDENADAS

N° de Orden	$\frac{①}{2} = \frac{Ef-5}{2}$	② Coeficiente TCHEBYCHEFF	③ = ① x ② Abscisas Xi	④ Ordenadas Yi	⑤ = ③ x ④ Xi Yi
1	15.405	0.88386	X-3 = -13.6158	Y-3 = 3.11	-43.3451
2	15.405	0.52966	X-2 = -8.1594	Y-2 = 3.46	-28.2315
3	15.405	0.32391	X-1 = -4.9898	Y-1 = 3.65	-18.2128
4	15.405	0.00000	Xo = 0.000	Yo = 3.70	0.000
5	15.405	0.32391	X1 = 4.9898	Y1 = 3.52	17.5641
6	15.405	0.52966	X2 = 8.1594	Y2 = 2.82	23.0095
7	15.405	0.88386	X3 = 13.6158	Y3 = 0.86	11.7096
					21.12
					- 36.5062

$A = \sum Yi \times Ef \times \frac{7}{2} = 21.12 \times 30.81 \times \frac{7}{2} = 185.92 \text{ m}^2$ A = Area de la Línea de Agua

$LCF = \frac{36.5062}{21.12} = -1.7285 \text{ m}$ LCF = Centro de Gravedad de la Línea de Agua

LINEA DE AGUA 6		Ef6 = 31.99		METODO : REGLA DE TCHEBYCHEFF CON 7 ORDENADAS		
Nº de Orden	① $\frac{Ef-6}{2}$	② Coeficiente TCHEBYCHEFF	③ = ① x ② Abscisas Xi	④ Ordenadas Yi	⑤ = ③ x ④ Xi Yi	
1	15.995	0.88386	X-3 = -14.1373	Y-3 = 3.16	-44.6739	
2	15.995	0.52966	X-2 = - 8.4719	Y-2 = 3.47	-29.3975	
3	15.995	0.32391	X-1 = - 5.1809	Y-1 = 3.64	-18.8585	- 92.9299
4	15.995	0.00000	Xo = 0.000	Yo = 3.75	0.000	
5	15.995	0.32391	X1 = 5.1809	Y1 = 3.56	18.4440	
6	15.995	0.52966	X2 = 8.4719	Y2 = 3.04	25.7546	
7	15.995	0.88386	X3 = 14.1373	Y3 = 1.05	14.8442	+ 59.0428
				21.67		- 33.8871

A = $\sum Yi \times Ef \times 2 = 21.67 \times \frac{31.99 \times 2}{7} = 198.06 \text{ m}^2$ A = Area de la Línea de Agua

LCF = $-\frac{33.8871}{21.67} = -1.5638 \text{ m}$ LCF = Centro de Gravedad de la Línea de Agua

LINEA DE AGUA 7		Ef7 = 32.27		METODO : REGLA DE TCHEBYCHEFF CON 7 ORDENADAS		
Nº de Orden	① $\frac{Ef-7}{2}$	② Coeficiente TCHEBYCHEFF	③ = ① x ② Abscisas Xi	④ Ordenadas Yi	⑤ = ③ x ④ Xi Yi	
1	16.135	0.88386	X-3 = -14.2611	Y-3 = 3.20	- 45.6355	
2	16.135	0.52966	X-2 = - 8.5461	Y-2 = 3.53	- 30.1677	
3	16.135	0.32391	X-1 = - 5.2263	Y-1 = 3.71	- 19.3896	- 95.1928
4	16.135	0.00000	Xo = 0.000	Yo = 3.80	0.000	
5	16.135	0.32391	X1 = 5.2263	Y1 = 3.65	19.0760	
6	16.135	0.52966	X2 = 8.5461	Y2 = 3.19	27.2621	
7	16.135	0.88386	X3 = 14.2611	Y3 = 1.10	15.6872	+ 62.0253
				22.18	- 33.1675	

A = $\sum Yi \times \frac{Ef}{7} \times 2 = 22.18 \times \frac{32.27}{7} \times 2 = 204.50 \text{ m}^2$ A = Area de la Línea de Agua

LCF = $-\frac{33.1675}{22.18} = - 1.4954 \text{ m}$ LCF = Centro de Gravedad de la Línea de Agua

LINEA DE AGUA 8 Ef8 = 32.45 METODO : REGLA DE TCHEBYCHEFF CON 7 ORDENADAS

Nº de Orden	① $\frac{Ef-8}{2}$	② Coeficiente TCHEBYCHEFF	③ = ① x ② Abscisas Xi	④ Ordenadas Yi	⑤ = ③ x ④ Xi Yi
1	16.225	0.88386	X-3= -14.3406	Y-3 = 3.24	- 46.4635
2	16.225	0.52966	X-2= - 8.5937	Y-2 = 3.59	- 30.8514
3	16.225	0.32391	X-1= - 5.2554	Y-1 = 3.75	- 19.7078
4	16.225	0.00000	Xo = - 0.000	Yo = 3.83	0.000
5	16.225	0.32391	X1 = 5.2554	Y1 = 3.70	19.4490
6	16.225	0.52966	X2 = 8.5937	Y2 = 3.31	28.4451
7	16.225	0.88386	X3 = 14.3406	Y3 = 1.20	17.2087

22.62 - 31.9239

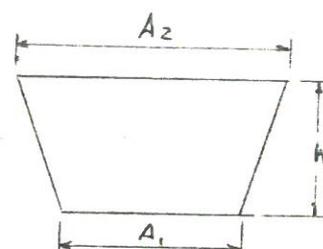
$A = \sum Yi \times \frac{Ef}{7} \times 2 = 22.62 \times \frac{32.45}{7} \times 2 = 209.72 \text{ m}^2$ A = Area de la Línea de Agua

$LCF = - \frac{31.9239}{22.62} = - 1.4113 \text{ m}$ LCF = Centro de Gravedad de la Línea de Agua

2.2. Cálculo de Volumen de Carena (∇), Alturas sobre la Base del Centro de Boyantez (KB), Desplazamiento de Carena (Δ), Toneladas por Centímetro de Inmersión (TCI), Centro de Gravedad de Líneas de Agua con Referencia a ∞ (LCF) :

El volumen de carena lo calculamos por el método de los trapecios.

$$\nabla = \frac{A_1 + A_2}{2} \times 0.5$$



A_1 Area de la Línea de Agua
 h Altura entre Líneas de Agua

Para el cálculo de alturas sobre la Base de el centro de Boyantez (KB).

$$KB = \frac{\sum A_i \times L_i}{\sum A_i}$$

$\sum A_i$ = Sumatoria de Areas de Líneas de Agua

L_i = Distancia de La Línea Base a la Línea de Agua en Referencia.

Para el Desplazamiento de Carena (Δ)

$$\Delta = \nabla \times 1.026 \text{ (En toneladas métricas)}$$

Para las Toneladas por Centímetro de Inmersión

$$TCI = A \times 0.01 \times 1.026$$

A = Area de la Línea de Agua

$$\frac{1}{100} = 0.01 \text{ (Un Centímetro)}$$

100

1.026 $\frac{\text{Ton}}{\text{m}^3}$ = Densidad del agua salada

Para el centro de gravedad de líneas de -
agua con referencia a OO (LCF).

En la primera parte hallamos el centro de gravedad con referencia a su centro de cada línea de agua, para referirlo al centro de la embarcación (OO) tomamos medidas sobre el plano de trazos para curvas hidrostáticas N° P-01-004.

LINEA DE AGUA	① AREA DE LINEA DE AGUA M2	② ▽ M3	③ ▽ ACUMULADO M3	④ DISTANCIA A LA L.A. 0 M	⑤ = ① x ④ M2 x M	⑥ Σ M2 x M
0	--	--	--	0	0	0
1	43.92	10.980	10.980	0.5	21.96	21.96
2	97.46	35.345	46.325	1.0	97.46	119.42
3	130.44	56.975	103.300	1.5	195.66	315.08
4	156.51	71.738	175.038	2.0	313.02	628.10
5	185.92	85.608	260.646	2.5	464.80	1092.90
6	198.06	95.995	356.641	3.0	594.18	1687.08
7	204.50	100.640	457.281	3.5	715.75	2402.83
8	209.72	103.555	560.836	4.0	838.88	3241.71

▽ = VOLUMEN DE CARENA (m3)

LINEA DE AGUA	(7) AREAS m ²	(8) = (6) + (7) KB m	(9) T.C.I. TON.	(10) Δ ACUMUL. TON.	(11) LCF AL CENTRO DE L. DE AGUA m	(12) LCF CON REFER. A -  + m
0	--	--	--	--	--	--
1	43.92	0.50	0.45	11.27	- 1.487	1.900
2	141.38	0.84	1.00	47.53	- 1.800	1.180
3	271.82	1.16	1.34	105.99	- 1.769	0.460
4	428.33	1.47	1.61	179.59	- 1.544	- 0.300
5	614.25	1.78	1.91	267.42	- 1.729	- 1.470
6	812.31	2.08	2.03	365.91	- 1.564	- 1.750
7	1016.81	2.36	2.10	469.17	- 1.495	- 1.540
8	1226.53	2.64	2.15	575.42	- 1.411	- 1.350

KB = Altura sobre la Base del Centro de Boyantez (m)

T.C.I. = Toneladas por Centímetro de Inmersión (Ton.)

2.3. Cálculo Desplazamiento con Apéndices :

Se considera el volumen que desplaza la quilla de varada, el cual no está considerado dentro de los cálculos de desplazamiento, pero como es un volumen regular se le hace el incremento al cálculo inicial, despreciando los incrementos por espesor de forro y casco y otros por ser muy pequeños.

Hacemos el cálculo del volumen de quilla de varada por el método del planímetro que son instrumentos que sirven para calcular áreas con lecturas iniciales y finales, tomamos como referencia el plano N° P-01-004 de trazos para cálculo de curvas hidrostáticas.

Cálculo del factor del Planímetro :

$$A = 6.46 \times 2.58 = 16.6668 \text{ m}^2$$

Con el planímetro se hacen tres recorridos sobre el área tomado.

Lectura Inicial	6022	6687	7355
Lectura Final	<u>6687</u>	<u>7355</u>	<u>8020</u>
	665	668	665

Se toma un promedio de las tres diferencias de lecturas = $\frac{665 + 668 + 665}{3} = 666$

$$f = \frac{16.6668}{666} = 0.0250252$$

Línea Agua	Lect. Inic.	Lect. Final	Dif.	Area de $\frac{1}{2}$ Man ga	Area Total
0	3618	3780	162	4.05	8.10
	4820	5009	189	4.73	<u>9.46</u>
					17.56m ²
1	3780	3897	117	2.93	5.86
	5009	5070	61	1.53	<u>3.06</u>
					8.92m ²
2	3897	3960	63	1.58	3.16m ²
3	3960	3976	16	0.40	0.80m ²

Cálculo de Area de Zapata

Del Plano N° P-01-004 se toma mediciones

$$L = 2.25 + 3.23 \times 7 + 1.61 = 26.47 \text{ m}$$

$$\text{Ancho zapata} = 0.30 \text{ m}$$

$$A = 26.47 \times 0.30 = 7.94 \text{ m}^2$$

Cálculo Volumen Quilla de Varada

Estación	Area (m ²)	Volumen (m ³)	▽ Acumulado (m ³)
Zapata	7.94	--	--
La 0	17.56	3.19	3.19
La 1	8.92	6.62	9.81
La 2	3.16	3.02	12.83
La 3	0.80	0.99	13.82

ESTACION	① ▽ QUILLA VARADA	② ▽ SIN APENDICES	③ = ① + ② Σ ▽ m3	④ ▽ ACUMUL. m3	⑤ △ ACUMUL. Ton.
Zapata y LA 0	3.19	--	3.19	3.19	3.273
LA 0 LA 1	6.62	10.980	17.600	20.790	21.330
LA 1 LA 2	3.02	35.345	38.365	59.155	60.693
LA 2 LA 3	0.99	56.975	57.965	117.120	120.165
LA 3 LA 4	--	71.738	71.738	188.858	193.768
LA 4 La 5	--	85.608	85.608	274.466	281.602
LA 5 LA 6	--	95.995	95.995	370.461	380.093
LA 6 LA 7	--	100.640	100.640	471.101	483.350
LA 7 LA 8	-- --	103.555	103.555	574.656	589.597
TOTAL	13.82			574.656	589.597

2.4. Cálculo de Coeficientes en la Sección -
Maestra (Cm), Coeficiente de Bloque o afi-
miento (Cb), Coeficiente Prismático (Cp) -
Coeficiente de Flotación (Cf) :

- Coeficiente en la Maestra (Cm) :

Se toma la sección de mayor área, que -
vendría a ser la sección 5 de nuestro -
plano de formas.

$$C_m = \frac{S}{B \times C}$$

S = Área de la Sección Maestra (m²)
B = Manga (m)
C = Calado (m)

El cálculo de la sección maestra se ha-
ce por el método del planímetro en las
diferentes Líneas de Agua.

$$f = 0.0250252$$

L.A.	INICIAL	FINAL	DIF.	AREA 1/2 MANGA	AREA TOTAL (m ²)
2	8547	8622	75	1.88	3.76
4	2089	2309	220	5.51	11.02
6	3859	4226	367	9.18	18.36
8	7062	7583	521	13.04	26.08

CALCULO DE B x C

L.A.	B (m)	C (m)	Bx C (m ²)
2	6.66	1.00	6.66
4	7.30	2.00	14.60
6	7.48	3.00	22.14
8	7.64	4.00	30.56

Luego calculamos el coeficiente de la sección maestra en las diferentes líneas de agua y luego la graficamos en las curvas hidrostáticas.

L.A.	S	B x C	Cm
2	3.76	6.66	0.565
4	11.02	14.60	0.755
6	18.36	22.44	0.818
8	26.08	30.56	0.853

- Coeficiente de Bloque o Afinamiento
(Cb) :

Es la relación entre el volumen de carena y el paralelepípedo circunscrito.

$$C_b = \frac{\nabla}{E \times B \times C}$$

∇ = Volumen de carena (m³)
 E = Eslora (m)
 B = Manga (m)
 C = Calado (m)

L.A.	E	B	C	E x B x C
2	22.65	6.66	1.0	150.849
4	28.12	7.30	2.0	410.552
6	31.99	7.48	3.0	717.856
8	32.45	7.64	4.0	991.672

Con el volumen de carena ya calculado, obtenemos el coeficiente de bloque.

L.A.	∇	E x B x C	Cb
2	46.325	150.849	0.307
4	175.038	410.552	0.426
6	356.641	717.856	0.497
8	560.836	991.672	0.566

- Coeficiente Prismático (Cp) :

Es la relación entre el volumen de carena y de un cilindro de generatrices horizontales y paralelos a la eslora, que tenga la misma longitud que el barco y cuya sección recta sea la de la cuaderna maestra del mismo.

$$C_p = \frac{\nabla}{S \times E}$$

∇ = Volumen de carena (m³)

S = Area de la sección maestra (m²)

E = Eslora (m)

L.A.	S	E	S x E
2	3.76	22.65	85.164
4	11.02	28.12	309.882
6	18.36	31.99	587.336
8	26.08	32.45	846.296

Luego obtenemos el coeficiente prismático.

L.A.	∇	S x E	Cp
2	46.325	85.164	0.544
4	175.038	309.882	0.565
6	356.641	587.336	0.607
8	560.836	846.296	0.663

- Coeficiente de Flotación (Cf) :

Relación entre el área de las líneas de agua y la del rectángulo circunscrito a cada una de ellas.

$$Cf = \frac{A}{E \times B}$$

A = Área de las Líneas de Agua (m²)
 E = Eslora (m)
 B = Manga (m)

L.A.	E	B	E x B
2	22.65	6.66	150.85
4	28.12	7.30	205.28
6	31.99	7.48	239.29
8	32.45	7.64	247.92

Luego obtenemos el coeficiente de flotación.

L.A.	A	E x B	C _F
2	97.46	150.85	0.646
4	156.51	205.28	0.762
6	198.06	239.29	0.828
8	209.72	247.92	0.846

Todos estos coeficientes se grafican -
en las curvas hidrostáticas.

2.5. Cálculo del Radio Metacéntrico Longitudinal (BM_L) :

Es la relación entre el momento de inercia de una flotación ∇ con respecto a un eje que pasa por su centro de gravedad y perpendicular al eje longitudinal entre el volumen de carena de dicha flotación. Los cálculos se hacen para media sección.

$$BM_L = \frac{I_{Ln}}{\nabla_n}$$

Donde

$$I_{Ln} = I_y - A (LCF)^2$$

$$I_y = \frac{E f}{7} \cdot X_i^2 \cdot Y_i$$

I_y = Momento de inercia con referencia al centro de la línea de agua.

A = Area de la Línea de agua

LCF = Centro de gravedad de la Línea de Agua con referencia al Centro de la Línea de Agua.

I_{Ln} = Momento de Inercia con respecto al eje que pasa por su centro de gravedad.

∇_n = Volumen de carena

LINEA DE AGUA 1

ORDENADA	X_i	Y_i	$X_i^2 Y_i$
Y-3	8.2243	0.85	57.49
Y-2	4.9285	1.81	43.97
Y-1	3.0140	1.83	16.62
Y0	0.0000	1.59	0.00
Y1	3.0140	1.18	10.72
Y2	4.9285	0.80	19.43
Y3	8.2243	0.20	13.53
		8.26	161.76

$$I_y = \frac{18.61 \times 161.76}{7}$$

$$I_y = 430.05 \text{ m}^4$$

$$I_{L1} = 430.05 - 21.96 (-149)^2$$

$$I_{L1} = 381.3 \text{ m}^4$$

$$BM_{L1} = \frac{381.3}{10.98 / 2} = 34.73 \text{ m} \times 2 = 69.46 \text{ m}$$

LINEA DE AGUA 2

ORDENADA	X_i	Y_i	$X_i^2 Y_i$
Y-3	10.01	1.54	154.31
Y-2	6.00	3.29	118.44
Y-1	3.67	3.35	45.12
Y0	0.00	2.93	0.00
Y1	3.67	2.10	13.47
Y2	6.00	1.47	52.92
Y3	10.01	0.38	38.08
		15.06	422.34

$$I_y = \frac{22.65}{7} \times 422.34$$

$$I_y = 1366.57 \text{ m}^4$$

$$I_{L2} = 1366.57 - 48.73 (-1.8)^2$$

$$I_{L2} = 1208.68$$

$$BM_{L2} = \frac{1208.68}{46.325/2} = 26.09 \text{ m} \times 2 = 52.18 \text{ m}$$

LINEA DE AGUA 3

ORDENADA	X_i	Y_i	$X_i^2 Y_i$
Y-3	11.26	2.10	266.25
Y-2	6.75	3.53	160.84
Y-1	4.13	3.61	61.58
Y0	0.00	3.43	0.00
Y1	4.13	2.71	46.22
Y2	6.75	1.99	90.67
Y3	11.26	0.54	68.47
			694.03

$$I_4 = \frac{25.49}{7} \times 694.03$$

$$I_4 = 2527.26 \text{ m}^2$$

$$I_{L3} = 2527.26 - 65.22 (1.77)^2$$

$$I_{L3} = 2322.93 \text{ m}^4$$

$$BM_{L3} = \frac{2322.93}{103.3/2} = 22.49 \text{ m} \times 2 = 44.98 \text{ m.}$$

LINEA DE AGUA 4

ORDENADA	Xi	Yi	X _i ² Yi
Y-3	12.43	2.35	363.09
Y-2	7.45	3.52	195.37
Y-1	4.55	3.63	75.15
Y0	0.00	3.61	0.00
Y1	4.55	3.18	65.83
Y2	7.45	2.46	136.54
Y3	12.43	0.73	112.79
			948.77

$$I_4 = \frac{28.12}{7} \times 948.77$$

$$I_4 = 3811.35 \text{ m}^4$$

$$I_{L4} = 3811.35 - 78.3 (1.54)^2$$

$$I_{L4} = 3625.65 \text{ m}^4$$

$$BM_{L4} = \frac{3625.65}{175.038} \times 2$$

$$BM_{L4} = 20.71 \text{ m} \times 2 = 41.42 \text{ m.}$$

LINEA DE AGUA 5

ORDENADAS	Xi	Yi	$X_i^2 Y_i$
Y-3	13.62	3.11	576.92
Y-2	8.16	3.46	230.39
Y-1	4.99	3.65	90.89
Y0	0.00	3.70	0.00
Y1	4.99	3.52	87.65
Y2	8.16	2.82	187.77
Y3	13.62	0.86	159.53
			1333.15

$$I_4 = \frac{30.81}{7} \times 1333.15$$

$$I_4 = 5867.76$$

$$I_{L5} = 5867.76 - 93 (1.73)^2$$

$$I_{L5} = 5589.45$$

$$BM_{L5} = \frac{5589.45}{260.646} \times 2$$

$$BM_{L5} = 21.44 \text{ m} \times 2 = 42.88 \text{ m.}$$

LINEA DE AGUA 6

ORDENADA	X_i	Y_i	$X_i^2 Y_i$
Y-3	14.14	3.16	631.81
Y-2	8.47	3.47	248.94
Y-1	5.18	3.64	97.67
Y0	0.00	3.75	0.00
Y1	5.18	3.56	95.52
Y2	8.47	3.04	218.09
Y3	14.14	1.05	209.94
			1501.97

$$I_4 = \frac{31.99}{7} \times 1501.97$$

$$I_4 = 6864 \text{ m}^4$$

$$I_{L6} = 6864 - 99 (1.56)^2$$

$$I_{L6} = 6623.07$$

$$BM_{L6} = \frac{6623.07}{356.641} \times 2$$

$$BM_{L6} = 18.57 \text{ m} \times 2 = 37.14 \text{ m.}$$

LINEA DE AGUA 7

ORDENADA	X_i	Y_i	$X_i^2 Y_i$
Y-3	14.26	3.20	650.71
Y-2	8.55	3.53	258.05
Y-1	5.23	3.71	101.48
Y0	0.00	3.80	0.00
Y1	5.23	3.65	99.84
Y2	8.55	3.19	233.20
Y3	14.26	1.10	223.68
			1566.96

$$I_4 = \frac{32.27}{7} \times 1566.96$$

$$I_4 = 7223.69 \text{ m}^4$$

$$I_{L7} = 7223.69 - 102.3 (1.5)^2$$

$$I_{L7} = 6993.51$$

$$BM_{L7} = \frac{6993.51}{457.281/2} = 15.29 \text{ m} \times 2 = 30.58 \text{ m}$$

LINEA DE AGUA 8

ORDENADA	Xi	Yi	$X_i^2 Y_i$
Y-3	14.34	3.24	666.26
Y-2	8.59	3.59	264.90
Y-1	5.26	3.75	103.75
Y0	0.0	3.83	0.00
Y1	5.26	3.70	102.37
Y2	8.59	3.31	244.24
Y3	14.34	1.20	246.76
			1628.28

$$I_4 = \frac{32.45}{7} \times 1628.28$$

$$I_4 = 7548.24 \text{ m}^4$$

$$I_{L8} = 7548.24 - 104.9 (1.41)^2$$

$$I_{L8} = 7339.69$$

$$BM_{L8} = \frac{7339.69}{560.836/2} = 13.09 \text{ m} \times 2 = 26.18 \text{ m.}$$

2.6. Radio Metacéntrico Transversal (BM_T)

Es la relación del momento de inercia de la flotación con respecto al eje longitudinal entre el volumen de carena de la flotación dada.

$$BM_T = \frac{\frac{2}{3} \times \frac{Ef}{7} \sum Y^3}{\nabla_m}$$

Donde

BM_T = Radio Metacéntrico Transversal

Ef = Eslora de flotación

$\sum Y^3$ = Sumatoria de Cubos de Ordenadas

∇_m = Volumen de carena

En un primer cuadro obtenemos las ordenadas en las diferentes líneas de agua con su correspondiente cubo de las ordenadas.

En un segundo cuadro obtenemos los radios metacéntricos transversales para las diferentes líneas de agua para luego graficarla en el plano de curvas hidrostáticas.

ORDENADA	LINEA DE AGUA 1		LINEA DE AGUA 2		LINEA DE AGUA 3		LINEA DE AGUA 4	
	Y1	Y13	Y2	Y23	Y3	Y33	Y4	Y44
- 3	0.85	0.61	1.54	3.65	2.10	9.26	2.35	12.98
- 2	1.81	5.93	3.29	35.61	3.53	43.99	3.52	43.61
- 1	1.83	6.13	3.35	37.60	3.61	47.05	3.63	47.83
0	1.59	4.02	2.93	25.15	3.43	40.35	3.61	47.05
1	1.18	1.64	2.10	9.26	2.71	19.90	3.18	32.16
2	0.80	0.51	1.47	3.18	1.99	7.88	2.46	14.89
3	0.20	0.01	0.38	0.06	0.54	0.16	0.73	0.39
	8.26	18.85	15.06	114.51	17.91	168.59	19.48	198.91

ORDENADA	LINEA DE AGUA 5		LINEA DE AGUA 6		LINEA DE AGUA 7		LINEA DE AGUA 8	
	Y5	Y53	Y6	Y63	Y7	Y73	Y8	Y83
- 3	3.11	30.08	3.16	31.55	3.20	32.77	3.24	34.01
- 2	3.46	41.42	3.47	41.78	3.53	43.99	3.59	46.27
- 1	3.65	48.63	3.64	48.23	3.71	51.06	3.75	52.73
0	3.70	50.65	3.75	52.73	3.80	54.87	3.83	56.18
1	3.52	43.61	3.56	45.12	3.65	48.63	3.70	50.65
2	2.82	22.43	3.04	28.09	3.19	32.46	3.31	36.27
3	0.86	0.64	1.05	1.16	1.10	1.33	1.20	1.73
	21.12	237.46	21.67	248.66	22.18	265.11	22.62	277.84

L.A.	$\sum y^3$ (m ³)	Ef (m)	∇ (m ³)	BMt (m)
1	18.85	18.61	10.980	3.04
2	114.51	22.65	46.325	5.33
3	168.59	25.49	103.300	3.96
4	198.91	28.12	175.038	3.04
5	237.46	30.81	260.646	2.67
6	248.66	31.99	356.641	2.12
7	265.11	32.27	457.281	1.78
8	277.84	32.45	560.836	1.53

Sabiendo que

$$B Mt = \frac{\frac{2}{3} \frac{E f}{7} \sum Y^3}{\nabla}$$

2.7. Cálculo del Centro Longitudinal de Boyantez (LCB) :

Es el centro de gravedad de la parte sumergida de la embarcación o carena sumergida. Para su cálculo se integran las secciones transversales en las diferentes líneas de agua por el método del planímetro y luego se trazan las curvas de áreas en el plano P-01-004 de trazos para cálculo de curvas hidrostáticas.

Una vez trazada las curvas de áreas se toman lectura según las abscisas de las ordenadas de áreas (Y_i)

$$LCB = \frac{\sum X_i Y_i'}{\sum Y_i'}$$

LCB = Centro Longitudinal de Boyantez

$\sum X_i Y_i'$ = Volumen hasta la Línea de Agua
i

$\sum Y_i'$ = Área de la Línea de agua

AREA DE SECCIONES TRANSVERSALES HASTA LA LINEA DE AGUA 2

$$f = 0.0250252$$

SECCION	LECTURA INICIAL	LECTURA FINAL	DIFERENCIA	AREA DE MANGA m ²	AREA TOTAL m ²
3	8469	8483	14	0.35	0.70
4	8483	8547	64	1.60	3.20
5	8547	8622	75	1.88	3.76
6	8622	8683	61	1.53	3.06
7	8683	8727	44	1.10	2.20
8	8727	8570	23	0.58	1.16
9	8750	8754	4	0.10	0.20

AREA DE SECCIONES TRANSVERSALES HASTA LA LINEA DE AGUA 4

f = 0.0250252

SECCION	LECTURA INICIAL	LECTURA FINAL	DIFERENCIA	AREA DE 1/2 MANGA m ²	AREA TOTAL m ²
2	1682	1739	57	1.43	2.86
3	1739	1882	143	3.58	7.16
4	1882	2089	207	5.18	10.36
5	2089	2309	220	5.51	11.02
6	2309	2504	195	4.88	9.76
7	2504	2656	152	3.80	7.60
8	2656	2747	91	2.28	4.56
9	2747	2781	34	0.85	1.70
9.1/2	2781	2787	6	0.15	0.30

AREA DE SECCIONES TRANSVERSALES HASTA LA LINEA DE AGUA 6

f = 0.0250252

SECCION	LECTURA INICIAL	LECTURA FINAL	DIFERENCIA	AREA DE 1/2 MANGA m ²	AREA TOTAL m ²
1/2	2864	2930	66	1.65	3.30
1	2930	3030	100	2.50	5.00
2	3030	3223	193	4.83	9.66
3	3223	3506	283	7.08	14.16
4	3506	3859	353	8.83	17.66
5	3859	4226	367	9.18	18.36
6	4226	4566	340	8.51	17.02
7	4566	4844	278	6.96	13.92
8	4844	5031	187	4.68	9.36
9	5031	5116	85	2.13	4.26
9.1/2	5116	5143	27	0.68	1.36

AREA DE SECCIONES TRANSVERSALES HASTA LA LINEA DE AGUA 8

f = 0.0250252

SECCION	LECTURA INICIAL	LECTURA FINAL	DIFERENCIA	AREA DE 1/2 MANGA m2	AREA TOTAL m2
0	5295	5369	74	1.85	3.70
1/2	5369	5559	190	4.75	9.50
1	5559	5793	234	5.86	11.72
2	5793	6125	332	8.31	16.62
3	6125	6558	433	10.84	21.68
4	6558	7062	504	12.61	25.22
5	7062	7583	521	13.04	26.08
6	7583	8073	490	12.26	24.52
7	8073	8497	424	10.61	21.22
8	8497	8801	304	7.61	15.22
9	8801	8954	153	3.83	7.66
9.1/2	8954	9018	64	1.60	3.20
10	9018	9019	1	0.03	0.06

ORDENADA	LINEA DE AGUA 2			LINEA DE AGUA 4		
	Xi (m)	Yi (m2)	Xi Yi (m3)	Xi (m)	Yi (m2)	Xi Yi (m3)
- 3	- 10.0097	0.42	- 4.204	- 12.4271	1.20	- 14.913
- 2	- 5.9984	3.29	- 19.735	- 7.4470	7.45	- 55.480
- 1	- 3.6683	3.80	- 13.940	- 4.5542	10.25	- 46.681
0	0.0000	3.13	0.000	0.0000	10.70	0.000
1	3.6683	2.16	7.924	4.5542	8.10	36.889
2	5.9984	1.40	8.398	7.4470	5.55	41.331
3	10.0097	0.20	2.002	12.4271	1.85	22.990
		14.40	- 19.555		45.10	- 15.864
	$LCB = \frac{- 19.555}{14.40} = - 1.358$			$LCB = \frac{- 15.864}{45.10} = - 0.352$		
	$LCB = \frac{\cancel{00}}{\cancel{00}} = 1.61 \text{ m}$			$LCB = \frac{\cancel{00}}{\cancel{00}} = 0.89 \text{ m}$		

3. Quilla, Roda y Codaste :

3.1. Quilla : Elemento principal en el buque de proa popa, que sirve para la unión entre cuadernas y mamparos.

Cuando se instale una quilla vertical de - acero forjado o laminado, su sección en cm² no será inferior a :

$$S = 1.7 E - 10.3$$

$$E = 32.30 \times 0.96 = 31 \text{ m}$$

$$E = 31$$

$$E : \text{Eslora del Buque}$$

$$S = 1.7 \times 31 - 10.3 \quad (96\% \text{ de la Eslo-}$$

$$S = 42.4 \text{ cm}^2 \quad // \quad \text{ra de Flotación})$$

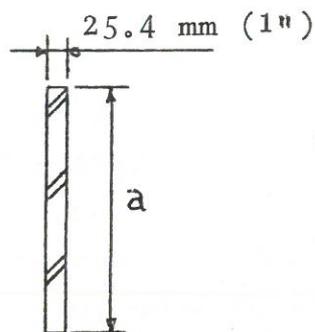
Su espesor será igual a :

$$e = 0.7 E + 5 \quad E = 31 \text{ m}$$

$$e = 0.7 \times 31 + 5$$

$$e = 26.7 \text{ mm} \quad \text{Aprox. } \underline{1'' \text{ espesor}}$$

El ancho de la quilla será igual a :



$$S = 42.4 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{42.4 \text{ cm}^2}{2.54 \text{ cm}} = 16.69 \text{ cm}$$

$$a = \underline{170 \text{ mm}} \text{ (mínimo)}$$

3.2. Roda : Es la parte anterior de la quilla que se levanta mas o menos verticalmente, dando al buque en la parte proa una forma -- afinada.

La sección en cm² de una roda maciza de acero, forjado o laminado no será inferior a :

$$S = \left(0.4 + 10 \frac{T}{E}\right) (0.009 E^2 + 20)$$

Donde $\frac{T}{E} \leq 0.075$

$$S = \left[0.4 + 10 \times 0.075\right] \left[0.009 \times (31)^2 + 20\right]$$

$$S = 1.15 \times 28.65 = 32.95 \text{ cm}^2$$

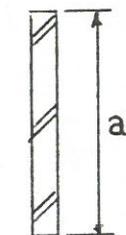
$$S = 33 \text{ cm}^2$$

Cuyo espesor no será inferior a :

$$e = 0.4 E + 13 \quad E = 31 \text{ m}$$

$$e = 0.4 \times 31 + 13$$

$$e = 25.4 \text{ mm (1"})$$



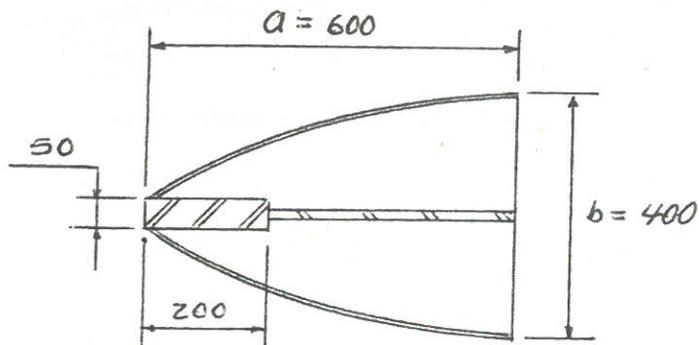
$$a = \frac{33 \text{ cm}^2}{2.54 \text{ cm}} = 12.99 \text{ cm}$$

$$a = 130 \text{ mm (como mínimo)}$$

3.3. Codaste : Pieza que se levanta en forma vertical y a continuación de la quilla en la zona posterior.

La sección en cm² de un codaste de acero laminado soldado de sección currentiforme no-maciza, no debe ser inferior a :

$$S = \left(0.4 + 10 \frac{T}{E}\right) \left(1.77 - 1.1 \frac{b}{a}\right) (3.3E-20)$$

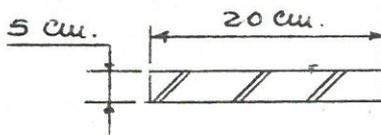


$$\frac{b}{a} = \frac{400}{600} = 0.66 \quad \frac{T}{E} = \frac{2.18}{31} = 0.070$$

Reemplazando datos :

$$S = (0.4 + 10 \times 0.070)(1.77 - 1.1 \times 0.66) \\ (3.3 \times 31 - 20)$$

$$S = 1.1 \times 1.044 \times 82.3 = 94.5 \text{ cm}^2$$



$$S' = 20 \times 5 = 100 \text{ cm}^2 > 94.5 \text{ cm}^2$$

3.3.1. Unión entre el Codaste y la Estructura de popa .-

El codaste debe sujetarse eficazmente a una chapa vertical (peto o varanga de bovedilla).

El espesor de la chapa de peto no será inferior a 8 mm. $e = 9.5$ (3/8) $>$ 8 mm.

Su altura en metros no será inferior a :

$$d = 0.15 \sqrt{E} = 0.15 \sqrt{31} = 0.84$$

3.3.2. Unión del Codaste con el forro exterior :

El espesor de las chapas del forro unidas al codaste no será inferior

. A en mm

$$e = 0.10 (E + 50)$$

$$e = 0.10 (31 + 50)$$

$$e = 81 \text{ mm} \leq 9.5 \text{ mm } (3/8")$$

4. Timón y Aparatos de Gobierno :

Las prescripciones de esta sección determinan la disposición y los soportes de los elementos que constituyen el timón, así como sus escantillones. Además de los símbolos especiales que se definen, las notaciones que se usan con carácter general en esta sección son las siguientes :

T	:	Calado máximo del buque en m
V	:	Velocidad máxima del buque en nudos cuyo valor no deberá tomarse inferior a 8.
A	:	Superficie de la pala en m ²
l	:	Brazo de palanca horizontal en m
λ	:	Brazo de palanca vertical en m
d	:	Diámetro en un punto cualquiera de la mecha en mm.
d _s	:	Diámetro en la parte superior de la mecha en mm.
d _i	:	Diámetro en la parte inferior de la mecha en mm.

4.1. Cálculo de área y brazo de palanca de la pala de timón :

La pala de timón se dimensiona de acuerdo al espacio disponible y seleccionando un modelo de pala de acuerdo al tipo de embarcación. Para el cálculo dividimos la pala en 3 bandas horizontales.

Cada banda está definida por :

- Su superficie A_i en m^2
- Su centro de gravedad g
- Su longitud l_i , medida a la altura de g en m.
- La distancia b_i entre el eje de la mecha y el borde de ataque en m, medida a la altura de g .

PRIMERA BANDA

$$A_1 = \frac{0.20 \times 0.85}{2} + 0.70 \times 1.35$$

$$A_1 = 1.03 \text{ m}^2$$

$$l_1 = \text{para la primera banda} = 1.35 \text{ m}$$

$$b_1 = 0.25 \text{ m}$$

SEGUNDA BANDA

$$A_2 = 0.70 \times 1.35 = 0.945 \text{ m}^2$$

$$l_2 = 1.35 \text{ m}$$

$$b_2 = 0.25 \text{ m}$$

TERCERA BANDA

$$A_3 = 0.70 \times 1.35 - \frac{0.20 \times 0.85}{2}$$

$$A_3 = 0.86 \text{ m}^2$$

$$l_3 = 1.35 \text{ m}$$

$$b_3 = 0.25 \text{ m}$$

Donde el área de la pala será

$$A = \sum A_i$$

$$A = 1.03 + 0.945 + 0.86$$

$$A = 2.835 \text{ m}^2$$

El brazo de palanca horizontal l será igual al mayor de los dos valores absolutos.

$$l_A = \frac{\sum A_i (0.34 l_i - b_i)}{A}$$

$$l_B = \frac{\sum A_i (0.70 l_i - b_i)}{A} \left[\frac{0.45 + 2}{V + 2} \right]^2$$

Como l_i y b_i son constantes remplazamos en :

$$(0.34 l_i - b_i) = 0.34 \times 1.35 - 0.25 = 0.209$$

$$(0.70 l_i - b_i) = 0.70 \times 1.35 - 0.25 = 0.695$$

Remplazamos valores :

$$l_A = \frac{(1.03 \times 0.209 + 0.945 \times 0.209 + 0.86 \times 0.209)}{2.835}$$

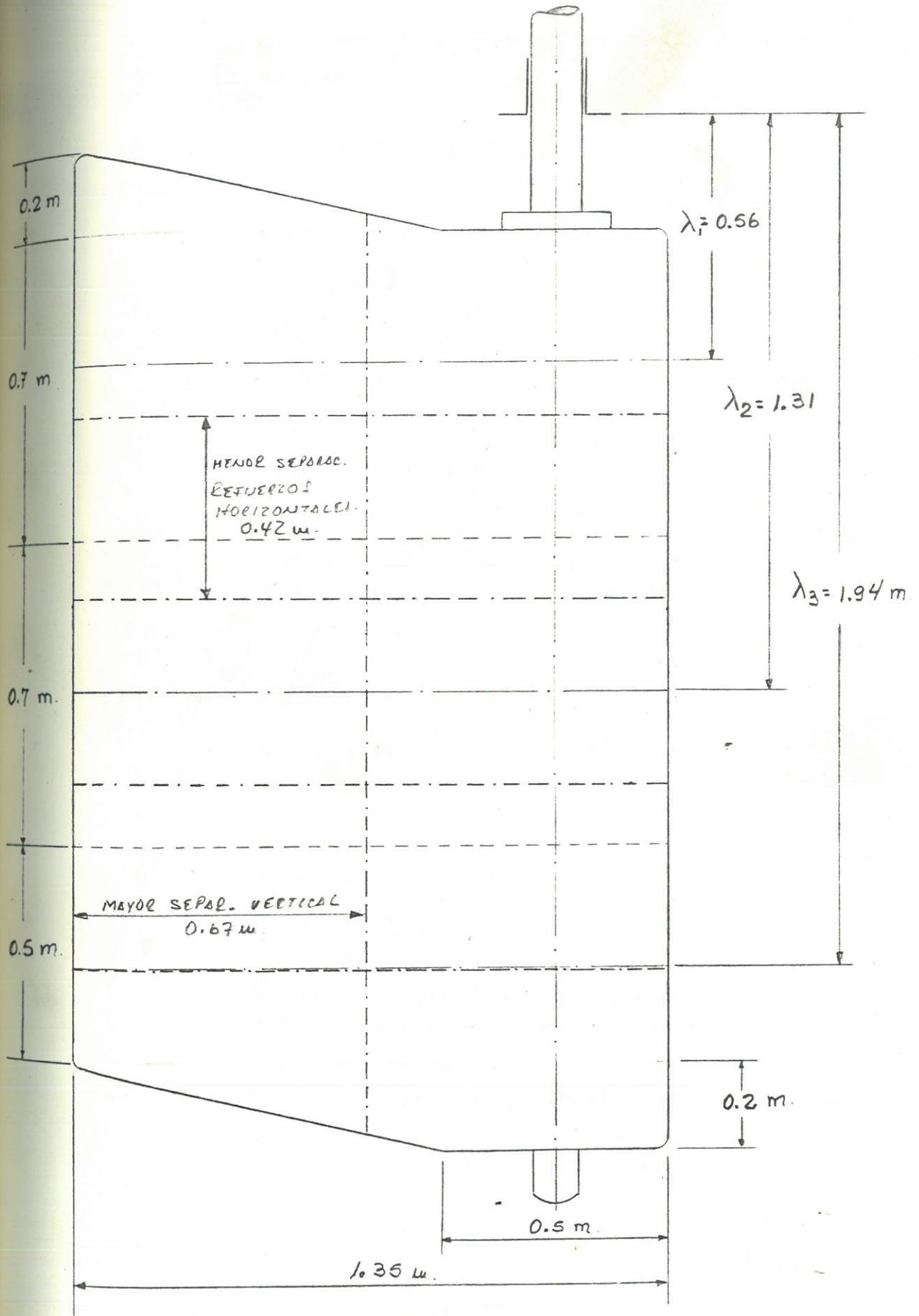
$$l_A = 0.209 \text{ m}$$

$$l_B = 0.695 \times \left[\frac{(0.45 \times 12.5 + 2)}{12.5 + 2} \right]^2$$

$$l_B = 0.695 \times \left[\frac{(7.625)}{14.5} \right]^2$$

$$l_B = \underline{0.192 \text{ m}} \quad //$$

Tomando el mayor valor el brazo de palanca es igual a $l = \underline{0.21 \text{ m}}$



El brazo de la planca vertical λ está da
do por :

$$\lambda = \frac{\sum A_i \lambda_i}{A}$$

Tomando lecturas del gráfico de la pala de
timón

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= 0.56 \text{ m} & A_1 &= 1.03 \text{ m}^2 \\ \lambda_2 &= 1.31 \text{ m} & A_2 &= 0.945 \text{ m}^2 \\ \lambda_3 &= 1.94 \text{ m} & A_3 &= 0.86 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Remplazamos valores

$$\lambda = \frac{(1.03 \times 0.56 + 0.945 \times 1.31 + 0.86 \times 1.94)}{2.835}$$

$$\lambda = 1.23 \text{ m}$$

4.2. Cálculo de Fuerzas que Actúan sobre el Timón

La resultante de las fuerzas aplicadas per-
pendicularmente sobre la pala Kgf es igual
a :

$$\begin{aligned} F &= 12 A (V + 2)^2 \\ F &= 12 \times 2.835 (12.5 + 2)^2 \\ F &= 7152.7 \text{ Kgf} \end{aligned}$$

La fuerza normal que se ejerce sobre cada
banda horizontal elemental de la pala está
aplicada en un punto situado a una distancia
del borde de ataque igual a 34% de la longi-
tud de la banda.

$$\text{Punto Aplicación} = 0.34 \times 1.35 = \underline{\underline{0.46 \text{ m}}}$$

4.3. Eje de Limera :

El diámetro de un punto cualquiera del eje de limera no será inferior a :

$$d = 21.2 \sqrt[3]{A(V+2)^2 \sqrt{1^2 + h^2}}$$

El diámetro d_s de la parte superior del eje no será inferior al valor deducido reemplazando valores en la fórmula considerando $h = 0$

$$d_s = 21.2 \sqrt[3]{2.835 (12.5 + 2)^2 \sqrt{(0.21)^2 + (0)^2}}$$

$$= 106.1$$

$$d_s = 108 \text{ mm } \emptyset$$

El diámetro d_i de la parte inferior del eje de limera no será inferior al reemplazar en la fórmula anterior considerando $h = 0.30 \lambda$

$$h = 0.30 \times 1.23 \text{ m}$$

$$h = 0.369 \text{ m}$$

$$d_i = \frac{21.2 \sqrt[3]{2.835 (12.5 + 2)^2 \sqrt{(0.21)^2 + (0.369)^2}}}{(0.369)^2} = 134.1$$

$$d_i = 135 \text{ mm } \emptyset$$

4.4. Estructura Pala de Timón y Forro :

El espesor de chapas de forro de la pala no será inferior al mayor de los valores siguientes en mm.

$$e = 0.665 \sqrt{d_s}$$

$$e = a \sqrt{(1.4 + 1.8 \frac{b}{a}) [7.4 T + 0.09 (V + 2)^2]}$$

Donde

$$d_s = 108$$

a = menor separación entre chapas de refuerzo horizontales = 0.42 m

b = mayor separación entre chapas de refuerzo
 verticales = 0.67 m

T = 3.8 m

V = 12.5 Nudos

Reemplazando valores

$$e = 0.665 \sqrt{108}$$

$$= 6.91$$

$$e = 7.9 \text{ mm (5/16")}$$

$$e = 0.42 \sqrt{\frac{\left[1.4 + 1.8 \times \frac{0.67}{0.42}\right] \left[7.4 \times 3.8 + \frac{0.42}{0.09} (12.5 + 2)^2\right]}{2}}$$

$$= 5.96 \text{ mm}$$

$$6.35 \text{ mm (1/4")}$$

Por lo tanto, el espesor de la chapa de la
 pala será $e = 7.9 \text{ mm (5/16")}$

El espesor de las chapas de refuerzo inte-
 riores no será inferior a las chapas de fo-
 rro.

$$e = 7.9 \text{ mm (5/16")}.$$

5. Estructura de Fondo :

Consistente en el escantillonado de las varengas,
 carlinga central, carlinga lateral y longitudina-
 les de fondo.

5.1. Varengas :

La altura real H_v del alma de la varenga en
 crujía no será inferior a la altura mínima.

$$b = 0.04 (B + Co) - 0.11$$

$$b = 0.04 (7.64 + 4.18) - 0.11$$

$$b = 0.363 < 0.40 \text{ m}$$

El espesor del alma de la varenga no será inferior a :

$$e = 0.41 (B + Co) + 2.5$$

$$e = 0.41 (7.64 + 4.18) + 2.5$$

$$e = 7.35 < 7.93 \text{ mm (5/16"} \text{)} \text{ Ok}$$

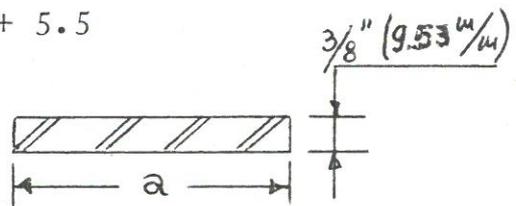
La sección en cm² del ala superior de la varenga no será inferior a :

$$S = 0.265 C^2 + 5.5 \quad C = 3.95$$

$$S = 0.265 \times (3.95)^2 + 5.5$$

$$S = 9.63 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{9.63 \text{ cm}^2}{0.953 \text{ cm}}$$



$$a = 10 \text{ cm} = \underline{100 \text{ mm}} //$$

5.2. Carlinga Central: (Sobre Quilla)

El espesor de la carlinga central no será inferior a :

$$e = 0.32 (B + Co) + 3.5$$

$$e = 0.32 (7.64 + 4.18) + 3.5$$

$$= 7.28 \text{ mm} < e = 7.93 \text{ mm (5/16"} \text{)}$$

5.3. Carlinga Lateral :

El espesor de las carlingas laterales no será inferior a :

$$e = 0.41 (B + Co) + 2.5$$

$$e = 0.41 (7.64 + 4.18) + 2.5$$

$$= 7.35 \text{ mm} < e = 7.93 \text{ mm (5/16"} \text{)}$$

El módulo de la resistencia de las carlingas en la zona de bodegas no será inferior a :

$$W = K \frac{D_c}{D_o} W_o$$

Do = Mitad de distancia en m entre las dos carlingas situadas a uno y otro costado de la carlinga considerada = 1.5 m

Wo = Módulo de resistencia de la varenga

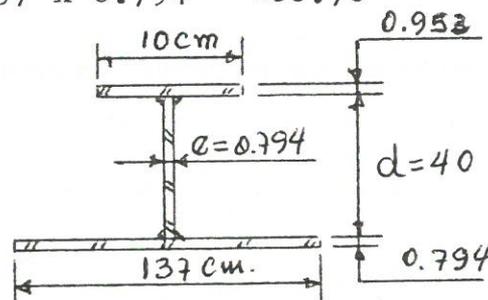
K = 0.6 Carlinga central

K = 0.5 Carlinga laterales

Calculamos el módulo de resistencia de la varenga (Wo)

$$S = 10 \times 0.953 = 9.53$$

$$Sa = 137 \times 0.794 = 108.78$$



$$Wo = Sd + \frac{ed^2}{6} \left[\frac{1 + Sa - S}{Sa + 0.5 ed} \right]$$

$$Wo = \left[9.53 \times 40 + \frac{0.794 (40)^2}{6} \right] \left[\frac{1 + \frac{108.78 - 9.53}{108.78 + 0.5 \times 0.794 \times 40}}{108.78 + 0.5 \times 0.794 \times 40} \right]$$

$$Wo = 381.2 + 211.7 \left[1 + \frac{99.25}{124.66} \right]$$

$$Wo = 761.45 \text{ cm}^3 //$$

Calculamos módulo de resistencia en bodegas de carlinga central.

$$W = K \times \frac{Dc}{Do} \times Wo$$

$$W = 0.6 \times \frac{1.5}{1.37} \times 761.45$$

$$W = 500.22 \text{ cm}^3$$

Calculamos la altura mínima de la carlinga central.

$$d = 1.212 \sqrt{\frac{W}{e}} \quad \begin{array}{l} W = 500.22 \text{ cm}^3 \\ e = 0.794 \text{ cm} \end{array}$$

$$d = 1.212 \sqrt{\frac{500.22}{0.794}} \quad d = 30.42 \text{ cm} = 31 \text{ cm}$$

5.4. Longitudinales de Fondo :

Elementos que van en forma longitudinal e interior al forro del casco uniendo las varengas.

Su módulo de sección no deberá ser inferior a la siguiente expresión :

$$W = 10 D l^2 C_o \quad \left\{ \begin{array}{l} D = 0.50 \text{ (Separación entre refuerzos)} \\ l = 1.37 \text{ (Luz de los refuerzos)} \\ C = 4.18 \text{ (Puntal a la cubierta)} \end{array} \right.$$

$$W = 10 \times 0.5 \times (1.37)^2 \times 4.18$$

$$W = 39.22 \approx 40 \text{ cm}^3$$

$$d = 1.212 \sqrt{\frac{W}{e}}$$

$$d = 1.212 \sqrt{\frac{40}{0.953}} = 7.85$$

Plancha asociada

$$\text{Ancho} = \left\{ \begin{array}{l} D = 0.50 \\ 0.21 = 0.2 \times 1.37 = 0.274 \end{array} \right.$$

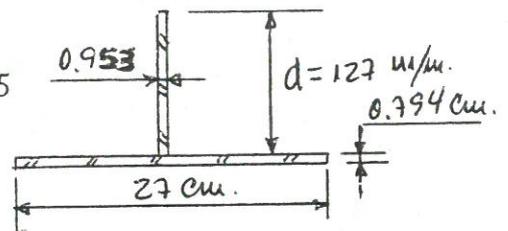
Se toma el menor valor

$$S_a = 27 \times 0.794 = 21.438 \text{ cm}^2$$

$$S = 0$$

Considerando Plt. 5" x 3/8" (3/8" x 127 mm)

$$W = \cancel{sd} + \frac{ed^2}{0} \left[1 + \frac{S_a - \cancel{S}}{S_a + 0.5 \times ed} \right]$$



$$W = \left[\frac{0.953 \times (12.7)^2}{6} \right] \left[1 + \frac{21.438}{21.438 + 0.5 \times 0.953 \times 12.7} \right]$$

$$w = 25.62 \times 1.7798 = 45.598$$

$$W = 45.6 \text{ cm}^3 > 40 \text{ cm}^3 \quad \underline{\text{Plt. } 3/8'' \times 127\text{mm}}$$

6. Cuadernas, Bulárcamas y Palmejares :

Las prescripciones de esta sección determinan el escantillonado y la disposición de los elementos de la estructura de los costados.

La estructura considerada está constituida por cuadernas, soportadas por longitudinales; los longitudinales a su vez, soportados por bulárcamas, reforzados en proa y popa por palmejares.

Se instalarán bulárcamas en forma intercalada en la bodega y sala de máquinas.

Los símbolos utilizados en esta sección son :

h : Altura de carga en m.

D : Clara entre cuadernas en m.

l : Luz de las cuadernas en m.

l₁ : Distancia vertical en m, entre la intersección con el costado de la cubierta de franco bordo y el punto de intersección del costado con la prolongación del canto alto de la varenga.

W : Módulo de resistencia con chapa asociada en cm³ de las cuadernas.

Do: Clara entre refuerzos longitudinales.

6.1. Cuadernas :

La altura de carga a considerar para el es-

cantillonado de las cuadernas.

$$h = 1.78 + 0.007 E + d$$

Para buques con una cubierta

$$d = \frac{l_1 - C_o}{2 - 6} \quad \begin{cases} l_1 = 3 \text{ m} \\ C_o = 4.18 \end{cases}$$

$$d = \frac{3 - 4.18}{2 - 6} = 1.5 - 0.697 = 0.803$$

Reemplazando

$$h = 1.78 + 0.007 \times 31 + 0.803$$

$$h = 2.8 \text{ m}$$

El módulo de resistencia en las cuadernas no será inferior a :

$$W = 3.5 D l^2 h \quad \begin{cases} D = 1.37 \text{ m} \\ l = 3 \text{ m} \\ h = 2.8 \end{cases}$$

$$W = 3.5 \times 1.37 \times (3)^2 \times 2.8$$

$$W = 120.83 \text{ cm}^3 \approx \underline{121 \text{ cm}^3} //$$

Escantillonado mínimo

$$d = 1.212 \sqrt{\frac{W}{e}} \quad \begin{cases} W = 121 \\ e = 0.794 \end{cases}$$

$$d = 1.212 \sqrt{\frac{121}{0.794}} = 14.96$$

$$d = 15 \text{ cm}$$

$$a = \frac{ed}{S_a} = \frac{0.794 \times 15}{43.5}$$

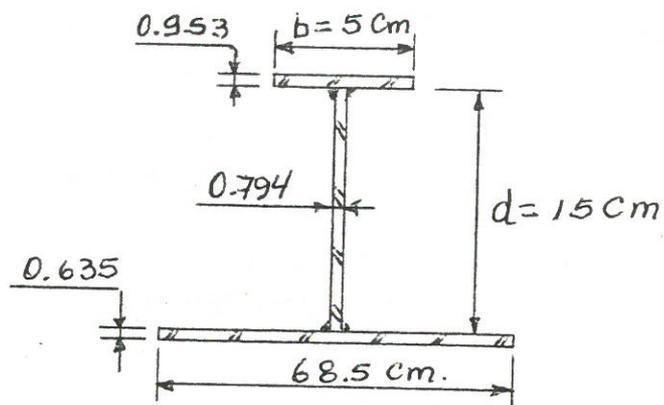
$$a = 0.274$$

$$S = \frac{a + 1}{a + 2} \times \frac{W}{d}$$

$$S = \frac{0.274 + 1}{0.274 + 2} \times \frac{121}{15} = 4.52 \text{ cm}^2$$

$$b = \frac{4.52 \text{ cm}^2}{0.953 \text{ cm}} = 4.74 \approx 5 \text{ cm}$$

$$b = 5 \text{ cm} \quad \text{Mínimo}$$



$$S_a = 68.5 \times 0.635 = 43.5 \text{ Cm}^2$$

6.2. Bulárcamas :

El módulo de resistencia de las bulárcamas está dado por la siguiente expresión :

$$W = 0.062 \psi D_p B^2 C \quad \left\{ \begin{array}{l} \psi = 21 \\ B = 7.64 \\ C = 4.33 \\ D_p = 1.37 \end{array} \right.$$

$$W = 0.062 \times 21 \times 1.37 (7.64)^2 \times 4.33$$

$$W = 450.82 \approx W = 451 \text{ cm}^3$$

Escantillonado mínimo.

$$d = 1.212 \sqrt{\frac{W}{e}}$$

$$d = 1.212 \sqrt{\frac{451}{0.794}} = 28.8 \text{ cm}$$

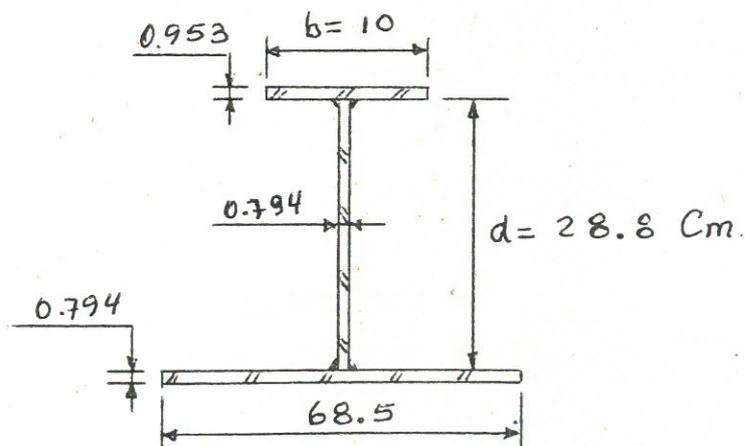
$$a = \frac{e \times d}{S_a} = \frac{0.794 \times 28.8}{54.389}$$

$$a = 0.42$$

$$S = \frac{a + 1}{a + 2} \times \frac{W}{d} = \frac{0.42 + 1}{0.42 + 2} \times \frac{451}{28.8}$$

$$S = 9.19 \text{ cm}^2$$

$$b = \frac{9.19 \text{ cm}^2}{0.953 \text{ cm}} = 9.64 \text{ cm} \quad b = 10 \text{ cm}$$



$$S_a = 68.5 \times 0.794 = 54.389$$

6.3. Palmejares :

En la zona situada entre el mamparo de colisión y proa hay que instalar a continuación

del pique de proa un palmejar de refuerzo -
constituido por una chapa intercostal, solda
da a las cuernas con un ala de refuerzo.

6.4. Longitudinales de Costado:

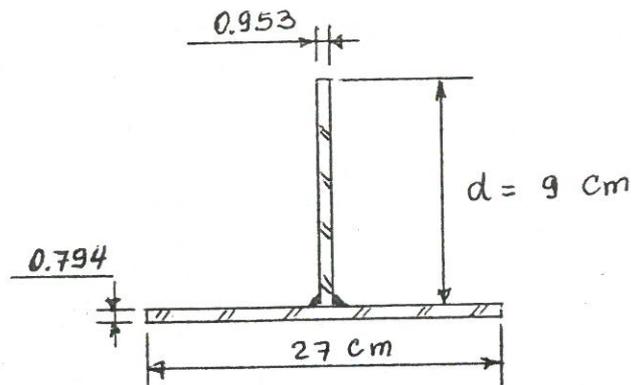
Refuerzos longitudinales que están soporta-
das por las bulárcamas cuyo módulo de sec-
ción mínimo es el siguiente :

$$W = 4.51 C_o D_o l^2 \quad \left\{ \begin{array}{l} C_o = 4.18 \\ D_o = 0.5 \\ l = 1.37 \end{array} \right.$$

$$W = 4.51 \cdot 4.18 \cdot 0.5 \cdot (1.37)^2$$

$$W = 17.69 = 18 \text{ cm}^3$$

Cálculo de la altura del longitudinal



$$S_a = 27 \times 0.794 = 21.438 \text{ cm}^2$$

$$W = \frac{ed^2}{6} \left[1 + \frac{S_a}{S_a + 0.5 \times e \times d} \right]$$

Tanteamos con platina de 3/8" x 3.1/2
(8.89 cm)

$$W = \frac{0.953(8.89)^2}{6} \left[1 + \frac{21.438}{21.438 + 0.5 \times 0.953 \times 8.89} \right]$$

$$W = 23.03 \text{ cm}^3 > 18 \text{ cm}^3$$

Usamos platina de 3/8" x 90 mm

7. Baos, Puntales y Esloras :

Las prescripciones de esta sección determinan el escantillonado y la disposición de las estructuras que soportan la cubierta resistente.

Los símbolos utilizados en esta sección son :

- h_o = Altura de carga
 D = Clara entre baos en m.
 l = Luz de los baos en m.
 W = Módulo de resistencia de los baos con cha
 pa asociada en cm^3

Cálculo de carga de escantillonado

$$h_o = 0.7 + \frac{E}{66} \times \frac{C_o}{C} \quad \left\{ \begin{array}{l} E = 31 \text{ m} \\ C_o = 4.18 \text{ m} \\ C = 4.33 \text{ m} \end{array} \right.$$

$$h_o = 0.7 + \frac{31}{66} \times \frac{4.18}{4.33}$$

$$h_o = 1.153$$

Valor de la h a considerar cuando se trate de cubiertas a la interperie.

- Cubierta de los buques con una cubierta $h=1.25h_o$
- Cubierta alta de los buques con dos cubiertas -
 $h = h_o$

- Cubierta de castillo $h = h_0$
- Cubierta de las demás superestructuras y cas
tas $h = 0.60h_0$

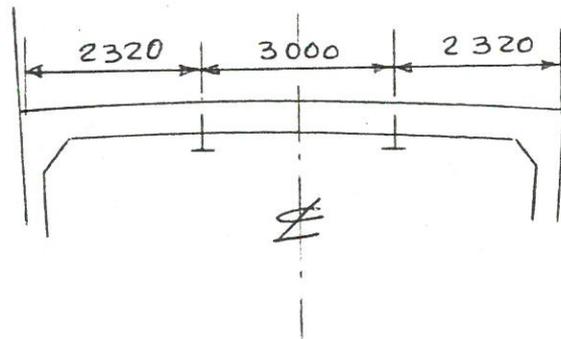
Para nuestro caso, buque con una cubierta.

$$h = 1.25 h_0 = 1.25 \times 1.153$$

$$h = 1.44$$

7.1. Baos :

El módulo de resistencia de los baos de las diferentes cubiertas no será inferior a :



$$W = 4.2 h D l^2 \quad \left\{ \begin{array}{l} h = 1.44 \\ D = 1.37 \\ l = 3.0 \end{array} \right.$$

$$W = 4.2 \times 1.44 \times 1.37 \times (3)^2$$

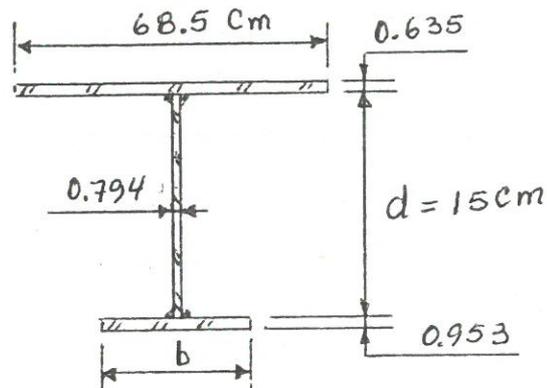
$$W = 74.57 \text{ cm}^3 \approx 75 \text{ cm}^3$$

Calculamos la altura del bao considerando -
espesor del alma de la viga armada $e = 0.794$
cm. ($5/16^{\text{th}}$).

$$d = 1.212 \sqrt{\frac{W}{e}}$$

$$d = 1.212 \sqrt{\frac{75}{0.794}}$$

$$d = 11.78$$



Hacemos $d = 15 \text{ cm.}$

Calculamos el ancho del ala del bao considerando espesor del alma.

$$e = 0.953 \text{ (3/8")}$$

$$a = \frac{ed}{S_a} = \frac{0.794 \times 15}{43.5} = 0.2738$$

$$s = \frac{a + 1}{a + 2} \times \frac{W}{d} = \frac{0.2738 + 1}{0.2738 + 2} \times \frac{75}{15}$$

$$s = 2.80 \text{ cm}^2$$

$$b = \frac{2.80}{0.953} = 2.94 \text{ cm}$$

Por uniformidad utilizamos ala con ancho de $b = 10 \text{ cm} > 2.94$ para continuar con mismo ancho y espesor de ala de varenga y cuaderna.

$$\underline{b = 10 \text{ cm.}}$$

7.2. Puntales :

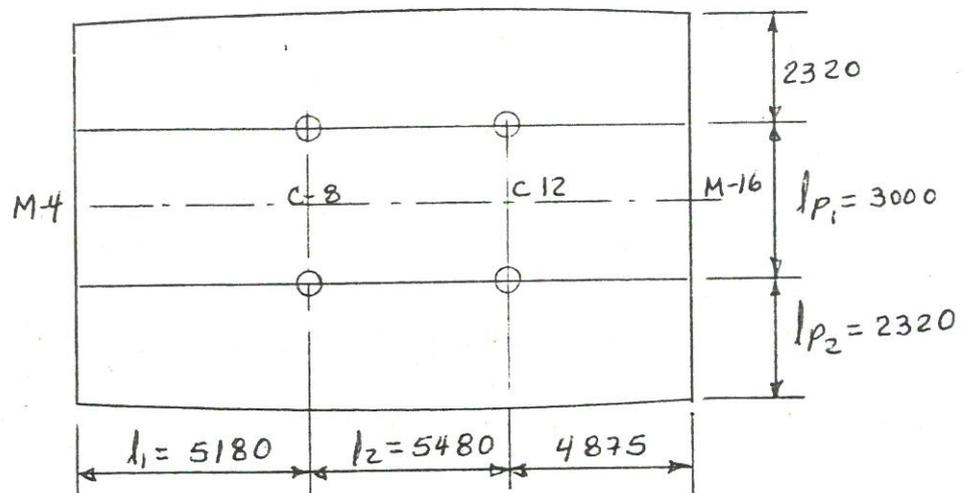
La carga soportada por un puntal en tonela-

das está dada por la fórmula :

$$P = 0.7 h x \frac{l_1 + l_2}{2} x \frac{lp_1 + lp_2}{2}$$

l_1, l_2 = Anchuras no soportadas por las
esloras

lp_1, lp_2 = Luces en m de la esloras que se
apoya sobre el puntal A uno y
otro lado del puntal.



$$P = 0.7 x 1.44 x \frac{5.18 + 5.48}{2} x \frac{3.0 + 2.32}{2}$$

$$P = 0.7 x 1.44 x 5.33 x 2.66$$

$$P = 14.29 \approx 15 \text{ Tons.}$$

Calculamos la carga máxima admisible Pa en toneladas y está dada por la siguiente fórmula.

$$\text{Para } 0 \leq 1/r \leq 1.5$$

$$Pa = \frac{1.2 x S}{1 + 0.75 \left[\frac{1}{r} \right]^2}$$

$$\text{Para } 1/r > 1.5$$

$$Pa = \frac{S}{\left(\frac{l}{r}\right)^2}$$

En la que :

l = Luz del puntal en m

s = Sección transversal del puntal en cm²

r = $\sqrt{I/s}$ Radio de giro en cm.

I = Momento de inercia mínimo en cm⁴

Calculamos con tubo de 5" \emptyset sch 40, cuyas características son :

$$S = 27.74 \text{ cm}^2$$

$$I = 631.4 \text{ cm}^4$$

$$r = 4.77 \text{ cm}$$

Consideramos luz del puntal l = 4 m

$$\text{Calculamos } \frac{l}{r} = \frac{4}{4.77} = 0.839$$

Luego la carga máxima admisible será :

$$Pa = \frac{1.2 \times S}{1 + 0.75 \left(\frac{l}{r}\right)^2}$$

$$Pa = \frac{1.2 \times 27.74}{1 + 0.75 \times \left(\frac{4}{4.77}\right)^2} = \frac{33.29}{1.527}$$

$$Pa = 21.8 \text{ Tons.} > 15 \text{ Tons.}$$

7.3. Esloras :

El módulo de resistencia de las esloras, constituidas por un alma soldada a la cubierta y por un ala no será inferior a :

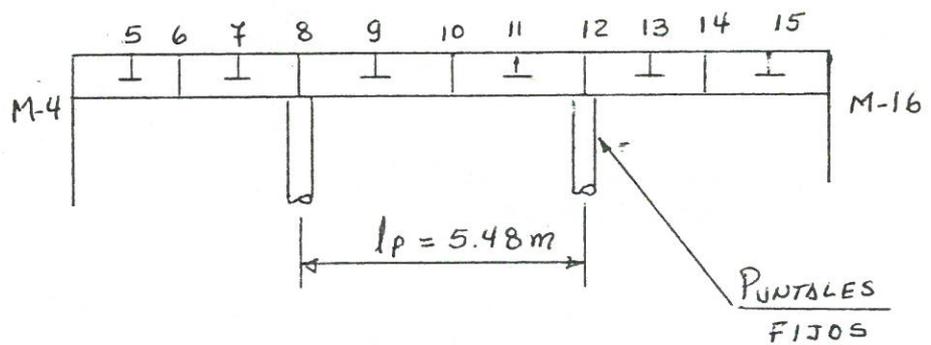
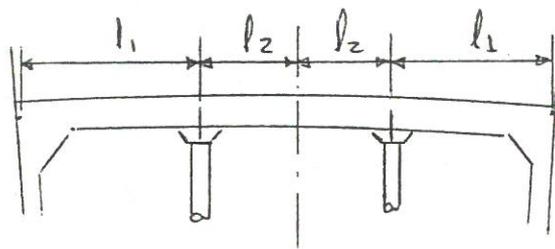
$$W = 4.75 h \frac{11 + 12}{2} \times (lp)^2$$

En la que :

$$h = 1.44$$

l_p = Luz de la eslorra en m

l_1, l_2 = Anchuras no soportadas de cubiertas en m. a una y otra banda de la eslorra considerada.



$$l_1 = 2.32 \text{ m}$$

$$l_2 = 1.50 \text{ m}$$

$$l_p = 5.48 \text{ m}$$

$$h = 1.44$$

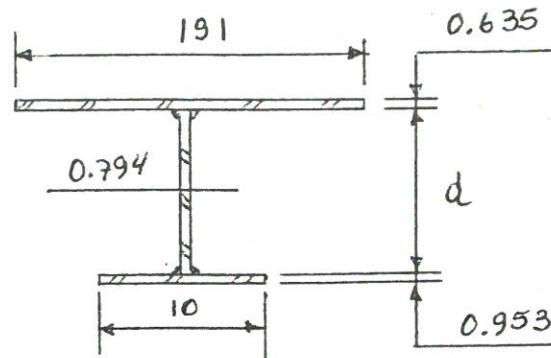
$$W = 4.75 \times 1.44 \times \frac{(2.32 + 1.50) \times (5.48)^2}{2}$$

$$W = 392.33 \text{ cm}^3 \approx 393 \text{ cm}^3$$

Calculamos la altura del alma de la viga armada.

$$d = 1.212 \sqrt{\frac{393}{0.794}}$$

$$d = 26.96 \text{ cm.}$$



Usamos $d = 29$ cm. para tener la misma altura de las bulárcamas.

Verificamos el módulo de sección para nuestra eslorada.

$$W = sd + \frac{ed^2}{6} \left[1 + \frac{S_a - S}{S_a + 0.5 ed} \right]$$

$$S_a = 191 \times 0.635 = 121.29 \text{ cm}^2$$

$$S = 10 \times 0.953 = 9.53 \text{ cm}^2$$

Remplazando valores :

$$W = 9.53 \times 29 + \frac{0.794 (29)^2}{6} \left[1 + \frac{121.29 - 9.53}{121.29 + 0.5 \times 0.794 \times 29} \right]$$

$$W = 276.37 + 111.29 \left[1 + \frac{111.76}{132.81} \right]$$

$$W = 481.32 \text{ cm}^3 > 393 \text{ cm}^3$$

7.4. Longitudinales de Cubierta :

Elementos que unen en forma longitudinal los baos y bulárcamas.

El módulo de los elementos longitudinales en cubierta está dado por :

$$W = 7.4 h D l^2$$

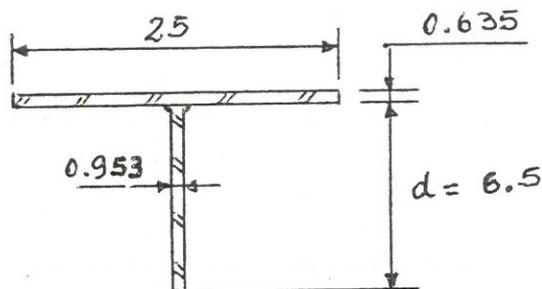
$$h = \text{Altura de carga} = 1.44$$

$$D = \text{Separación entre elementos longitudinales} = 0.5$$

$$l = \text{Separación en cuadernas} = 1.37$$

$$W = 7.4 \times 1.44 \times 0.5 (1.37)^2$$

$$W = 10 \text{ cm}^3$$



Verificamos módulo de sección de nuestra viga.

$$W = \frac{ed^2}{6} \left[1 + \frac{Sa}{Sa + 0.5 \times e \times d} \right]$$

$$W = \frac{0.953 (6.5)^2}{6} \left[1 + \frac{15.875}{15.875 + 0.5 \times 0.953 \times 6.5} \right]$$

$$W = 6.4 \left[1 + \frac{15.875}{18.97} \right]$$

$$W = 11.76 \text{ cm}^3 > 10 \text{ cm}^3$$

Platina 3/8" x 65 mm

8. Mamparos Estancos :

El buque tiene mamparos estancos los cuales forman cinco compartimientos estancos de proa a popa.

- Tanque colisión proa (De proa a mamparo 23).
- Sala de máquinas (De mamparo 23 a mamparo 16)
- Bodega (De mamparo 16 a Mamparo 4)
- Lazareto (De mamparo 4 a Mamparo 2)
- Tanque colisión de popa (De mamparo 2 a popa)

La notación utilizada en esta sección es la siguiente :

- E = Eslora del buque
- d = Distancia en m entre el canto inferior de la traca considerada y la cubierta de castillo.
- h_o = Altura de rebosadero en m.
- h = Distancia entre el extremo superior de la luz y la cubierta hasta que se extiende el mamparo considerado.
- h_c = Altura de la columna de agua por encima del nivel de la viga horizontal.

8.1. Mamparo 23 de Colisión :

Debe estar situado a una distancia de la perpendicular de proa.

$$0.05 E \leq d_o \leq 0.10 E$$

$$0.05 \times 31 \leq d_o \leq 0.10 \times 31$$

$1.55 \text{ m} < d_o < 3.1 \text{ m}$
--

8.1.1. Cálculo de espesor del mamparo :

El espesor de la chapa del mamparo de colisión no será inferior al mayor de los dos valores.

$$e = (D + 0.10) (8 + 0.57d)$$

$$e = (D + 0.10) (6.5 + 0.46 d + 0.46 h_0).$$

$$d = 4.20 \text{ m}$$

$$h_0 = 0.35 \text{ m}$$

$$D = 0.5 \text{ m}$$

Reemplazando datos :

$$e = (0.5 + 0.10) (8 + 0.57 \times 4.20)$$

$$e = 0.6 \times 10.39$$

$$e = 6.23 \text{ mm}$$

$$e = (0.5 + 0.10) (6.5 + 0.46 \times 4.20 + 0.46 \times 0.35)$$

$$e = 0.6 \times 8.59$$

$$e = 5.15 \text{ mm}$$

El mayor de los dos valores $E = 6.23$ mm.

Usamos plancha de acero naval de $1/4''$.

8.1.2. Refuerzos verticales :

El módulo de resistencia a los refuerzos verticales no será inferior a :

$$W = 9 + K (lQ + h Q') D l^2$$

Valor de K

$$\text{Pique seco} \quad K = \frac{25}{32}$$

$$l = 3.10 \text{ m (Luz del refuerzo vertical)}$$

$$h = 2.20 \text{ m}$$

$$D = 0.50 \text{ m}$$

$$\frac{a}{l} = \frac{1.15}{3.10} = 0.375$$

De la Tabla del Reglamento Bureau Veritas con la relación $a/l = 0.375$ y extremo superior empotrado obtenemos :

$$Q = 0.52$$

$$Q' = 2.39$$

Reemplazando valores :

$$W = 9 + \frac{25}{32} (3.10 \times 0.52 \times 2.20 \times$$

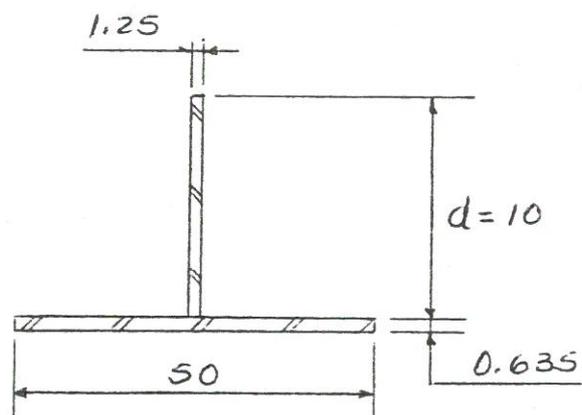
$$2.39) \times 0.50 \times (3.10)^2$$

$$W = 9 + 25.79$$

$$W = 34.79 \text{ cm}^3$$

$$S_a = 50 \times 0.635 = 31.75 \text{ cm}^2$$

$$S = 0$$



$$W = \frac{ed^2}{6} \left[1 + \frac{S_a}{S_a + 0.5 \times e \times d} \right]$$

$$W = \frac{1.25 (10)^2}{6} \left[1 + \frac{31.75}{31.75 + 0.5 x} + \frac{31.75}{1.25 x 10} \right]$$

$W = 38.24 \text{ cm}^3$

$$W = 38.24 \text{ cm}^3 > 34.79 \text{ cm}^3$$

Usamos platina de 1/2 " x 100.

8.1.3. Palmejares :

La sección del alma del palmejar debe satisfacer la siguiente desigualdad :

$$e c' \geq 0.05 l b h e$$

Donde

$$h e = 4.2 \text{ m}$$

$$l = 1.60 \text{ (Luz del palmejar)}$$

$$b = 1.35 \text{ (Ancho de chapa asociada)}$$

$$e c' \geq 0.05 x 1.6 x 1.35 x 4.2$$

$$e c' \geq 0.454$$

Calculamos el módulo de resistencia

$$W = K l^2 b h e$$

Tomando para K el mayor de los dos valores siguientes :

$$K = 4.274$$

$$K = \frac{2}{0.936 - \frac{36 l b h e}{1000 e c'}}$$

$$K = \frac{2}{0.936 - \frac{36 \times 1.60 \times 1.35 \times 4.2}{1000 \times 0.454}}$$

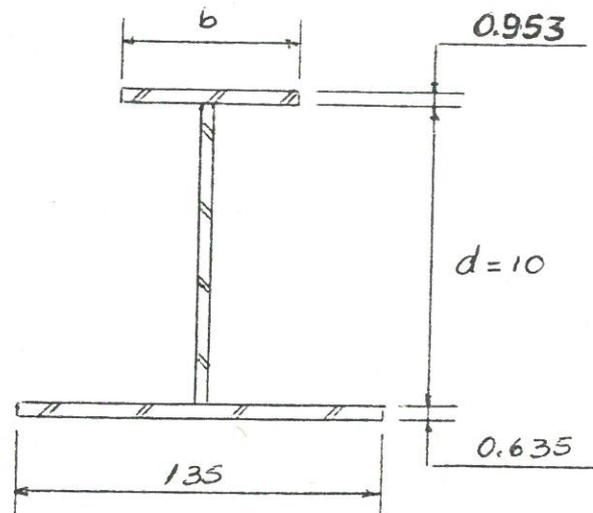
$$K = 9.23$$

Tomando el mayor $K = 9.23$ y reemplazando valores.

$$W = 9.23 \times (1.6)^2 \times 1.35 \times 4.20$$

$$W = 134 \text{ cm}^3$$

Calculamos la sección del palmejar.



$$S_a = 135 \times 0.635 = 85.73$$

$$d = 1.212 \sqrt{\frac{w}{e}} = 1.212 \sqrt{\frac{134}{0.794}}$$

$$d = 15.75 \text{ cm} \quad \text{usamos } d = 20 \text{ cm.}$$

Calculo el ala del palmejar

$$a = \frac{ed}{S_a} = \frac{0.794 \times 20}{85.73} = 0.185$$

$$S = \frac{a+1}{a+2} \times \frac{W}{d} = \frac{(0.185+1)}{(0.185+2)} \times \frac{134}{20}$$

$$S = 3.63 \text{ cm}^2$$

$$b = \frac{3.63}{0.953} = 3.81 \text{ cm}$$

Usamos $b = 10 \text{ cm.}$

8.2. Mamparo 16 :

8.2.1. Cálculo del espesor del mamparo :

El espesor de la chapa de mamparo no será inferior a :

$$e = (D + 0.25) (5.5 + 0.41 d)$$

$$d = 4.325$$

$$D = 0.50$$

$$e = (0.50 + 0.25) (5.5 + 0.41 \times 4.325)$$

$$e = 5.45 \text{ mm}$$

Usamos plancha de acero naval de 1/4" (6.35 mm).

8.2.2. Refuerzos Verticales :

El módulo de resistencia de los refuerzos verticales no será inferior a :

$$W = \frac{5}{8} (l Q + h Q') D^3$$

Donde

$$l = 2.85 \text{ m}$$

$$h = 1.475 \text{ m}$$

$$D = 0.50$$

$$\frac{a}{l} = \frac{1.475}{2.85} = 0.5175 \approx 0.525$$

De Tabla del Reglamento del Bureau Veritas con la relación $\frac{a}{l} = 0.525$ y

extremo superior empotrado obtenemos:

$$Q = 1.13$$

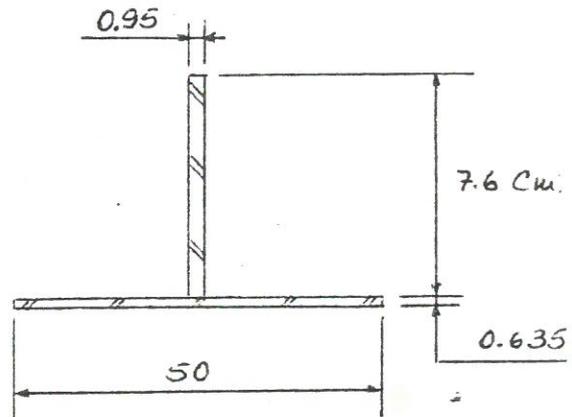
$$Q' = 1.88$$

Remplazando datos

$$W = \frac{5}{8} (2.85 \times 1.13 + 1.475 \times 1.88)$$

$$0.50 \times (2.85)^2$$

$$W = 15.21 \text{ cm}^3$$



$$S_a = 50 \times 0.635 = 31.75 \text{ cm}^2$$

$$S = 0$$

$$W = \frac{ed^2}{6} \left[1 + \frac{S_a}{S_a + 0.5 \times e \times d} \right]$$

$$W = \frac{0.95 (7.6)^2}{6} \left[1 + \frac{31.75}{31.75 + 0.5 \times 0.95 \times 7.6} \right]$$

$$W = 9.15 (1.9) = 17.36 \text{ cm}^3$$

$$\circ \circ W = 17.36 \text{ cm}^3 > 15.21 \text{ cm}^3$$

Usamos platina acero naval de 3/8" x 3".

8.2.3. Palmejares :

La sección del alma del palmejar debe satisfacer la siguiente desigualdad.

$$ec' \geq 0.05 \ l \ b \ h_e$$

Donde

$$h_e = 1.32 \text{ m}$$

$$l = 6.0 \text{ m}$$

$$b = 1.34 \text{ m}$$

$$ec' \geq 0.05 \times 6 \times 1.34 \times 1.32$$

$$ec' \geq 0.53 \quad \text{hacemos } ec' = 1$$

El módulo de resistencia de las vigas horizontales no será inferior a:

$$W = K h e b l^2$$

Tomando para K el mayor de los siguientes valores.

$$K = 4.274$$

$$K = \frac{2}{0.936 - \frac{36 l b h e}{1000 ec'}}$$

Remplazando datos :

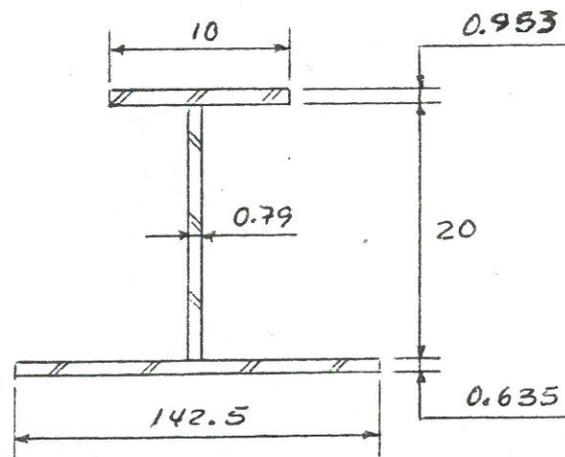
$$K = \frac{2}{0.936 - \frac{36 \times 6.0 \times 1.34 \times 1.32}{1000 \times 1}}$$

$$K = 3.61$$

Tomando el mayor $K = 4.274$

$$W = 4.274 \times 1.32 \times 1.34 \times (6.0)^2$$

$$W = 272.2 \text{ cm}^3$$



$$S_a = 142.5 \times 0.635 = 90.49 \text{ cm}^2$$

$$S = 10 \times 0.935 = 9.35 \text{ cm}^2$$

$$W = sd + \frac{ed^2}{6} \left[1 + \frac{S_a - s}{S_a + 0.5 \times e \times d} \right]$$

$$W = 9.35 \times 20 + \frac{0.79 (20)^2}{6}$$

$$\left[1 + \frac{90.49 - 9.35}{90.49 + 0.5 \times 0.79 \times 20} \right]$$

$$W = 187 + 52.667 \left[1 + \frac{81.14}{98.39} \right]$$

$$W = 283.1 \text{ cm}^3$$

$$\circ \circ \quad W = 283.1 \text{ cm}^3 > 272.2 \text{ cm}^3$$

8.3. Mamparo N° 4 :

8.3.1. Cálculo del Espesor del Mamparo :

El espesor de la chapa del mamparo - será

$$e = (D + 0.25) (5.5 + 0.41 d)$$

Donde

$$D = 0.50 \text{ m}$$

$$d = 3.25$$

$$e = (0.50 + 0.25) (5.5 + 0.41 \times 3.25)$$

$$e = 5.12 \text{ mm}$$

Usamos plancha de acero naval de 1/4" (6.35 mm).

8.3.2. Refuerzos verticales :

El módulo de resistencia de los refuerzos verticales no será inferior a :

$$W = \frac{5}{8} (l Q + h Q') D l^2$$

Donde

$$l = 2.23 \text{ m}$$

$$h = 0.94$$

$$D = 0.50$$

$$\frac{a}{l} = \frac{1.28}{2.23} = 0.573 \approx 0.575$$

De tabla del Reglamento del Bureau - Vertias con la relación $\frac{a}{l} = 0.575$ y extremo superior empotrado obtenemos :

$$Q = 1.32$$

$$Q' = 2.13$$

Remplazando datos

$$W = \frac{5}{8} (2.23 \times 1.32 + 0.94 \times 2.13) \times 0.5 (2.23)^2$$

$$W = 7.69 \text{ cm}^3$$

$$\circ \circ \quad W = 17.36 \text{ cm}^3 > 7.69 \text{ cm}^3$$

Usamos platina de acero naval de 3/8" x 3".

8.3.3. Palmejares :

La sección del alma del palmejar debe satisfacer la siguiente desigualdad :

$$e c' \geq 0.05 \quad l b h e$$

Donde

$$h e = 0.94 \text{ m}$$

$$l = 6.10 \text{ m}$$

$$b = 1.12 \text{ m}$$

$$e c' \geq 0.05 \times 6.10 \times 1.12 \times 0.94$$

$$e c' \geq 0.32 \quad \text{hacemos } e c' = 0.5$$

El módulo de resistencia de las vigas horizontales no será inferior a :

$$W = K h e b l^2$$

Tomando para K el mayor de los valores siguientes :

$$K = 4.274$$

$$K = \frac{2}{0.936 - \frac{36 \times 6.10 \times 1.12 \times 0.94}{1000 \times 0.5}}$$

$$K = 4.223$$

Tomando el mayor, $K = 4.274$

$$W = 4.274 \times 0.94 \times 1.12 \times (6.1)^2$$

$$W = 167.43 \text{ cm}^3$$

$$\circ \circ \quad W = 283 \text{ cm}^3 > 167.43 \text{ cm}^3$$

Usamos el mismo palmejar del mamparo 16.

$$\text{Palmejar de } \frac{5''}{16} \times 8'' \text{ ala platina } \frac{3''}{8}$$

x 4''

8.4. Mamparo 2 :

8.4.1. Cálculo del espesor del mamparo :

El espesor de la chapa del mamparo - será :

$$e = (D + 0.25) (5.5 + 0.41 d)$$

Donde

$$D = 0.50 \text{ m}$$

$$d = 2.90 \text{ m}$$

$$e = (0.50 + 0.25) (5.5 + 0.41 \times 29)$$

$$e = 5.02 \text{ mm}$$

Usamos plancha de acero naval de 1/4'' (6.35 mm)

8.4.2. Refuerzos verticales :

El módulo de resistencia de los refuerzos verticales no será inferior a :

$$W = \frac{5}{8} (1 Q + h Q') D l^2$$

Donde

$$l = 2.75$$

$$h = 1.35$$

$$D = 0.50$$

$$\frac{a}{l} = \frac{1.40}{2.75} = 0.51 \approx 0.525$$

De Tabla del Reglamento del Bureau Veritas con la relación $\frac{a}{l} = 0.525$

y extremo superior empotrado obtenemos

$$Q = 1.13$$

$$Q' = 1.88$$

Reemplazando datos

$$W = \frac{5}{8} (2.75 \times 1.13 + 1.35 \times 1.88)$$

$$\times 0.5 \times (2.75)^2$$

$$W = 13.35 \text{ cm}^3$$

$$\circ \circ \quad W = 17.36 \text{ cm}^3 > 13.35 \text{ cm}^3$$

Usamos platina de acero naval de 3/8" x 3"

8.4.3. Palmejares :

La sección del Alma del Palmejar debe satisfacer la siguiente desigualdad :

$$ec' \geq 0.05 \quad l \quad b \quad he$$

Donde

$$he = 1.35 \text{ m}$$

$$l = 5.9 \text{ m}$$

$$b = 1.37 \text{ m}$$

$$ec' \geq 0.05 \times 6 \times 1.37 \times 1.35$$

$$ec' \geq 0.55 \text{ hacemos } ec' = 1$$

El módulo de resistencia de las vigas horizontales no será inferior a :

$$W = K \quad he \quad b \quad l^2$$

Tomando para K el mayor de los siguientes valores

$$K = 4.274$$

$$K = \frac{2}{0.936 - \frac{36 \text{ l b h e}}{1000 \text{ ec}'}}$$

Remplazando datos

$$K = \frac{2}{0.936 - \frac{36 \times 5.9 \times 1.37 \times 1.35}{1000 \times 1}}$$

$$K = 3.682$$

Tomando el mayor valor $K = 4.274$

$$W = 4.274 \times 1.35 \times 1.37 \times (5.9)^2$$

$$W = 275.17 \text{ cm}^3$$

$$\circ \circ \quad W = 283.1 \text{ cm}^3 > 275.17 \text{ cm}^3$$

Usamos el mismo palmejar de los mamparos anteriores $\frac{5}{16}$ x 8" ala de $\frac{3}{8}$ "

x 4".

9. Forro Exterior del Casco y Cubierta :

Las Prescripciones de esta sección determinan el escantillonado de las chapas del forro exterior y del forro de cubiertas.

9.1. Cargas para el escantillonado :

A. Extremo de proa del buque :

La altura de carga a considerar para el escantillonado de las chapas del forro exterior es :

$$h = 1.6 C_o$$

Donde $C_o = 4.18 \text{ m}$ (Puntal del buque m)

$$h = 1.6 \times 4.18 = 6.69$$

$$h = 6.69 \text{ m}$$

B. Zona Central :

Las alturas de carga a considerar para el escantillonado de las chapas del forro exterior son :

- Fondo y pantoque :

$$h = Co + 0.75 H \quad \text{Donde } H \leq 2.2$$

$$h = 4.18 + 0.75 \times 2.2$$

$$h = 5.83 \text{ m}$$

- Costados :

$$h = Co + 0.80 H - h_1$$

$h_1 = 0.75$ (Altura en m sobre la quilla del punto de intersección del costado con la prolongación del canto alto de la varenga.

$$h = 4.18 + 0.80 \times 2.2 - 0.75$$

$$h = 5.19 \text{ m}$$

C. Cubierta :

La altura de carga a considerar para el escantillonado de las chapas del forro de cubierta.

$$h = H$$

$$h = 2.2 \text{ m}$$

9.2. Forro Exterior - Casco :9.2.1. Forro en los extremos :

El espesor del forro exterior del extremo de proa del buque no será inferior a :

$$e = 3.8 D \sqrt{h} + 2.5$$

$$\text{Donde } h = 6.69 \text{ m}$$

$$D = 0.55 \text{ m}$$

$$e = 3.8 \times 0.55 \sqrt{6.69} + 2.5$$

$$e = 7.9 \text{ mm}$$

El forro exterior del extremo de proa

B. Zona Central :

Las alturas de carga a considerar para el escantillonado de las chapas del forro exterior son :

- Fondo y pantoque :

$$h = C_0 + 0.75 H \quad \text{Donde } H \leq 2.2$$

$$h = 4.18 + 0.75 \times 2.2$$

$$h = 5.83 \text{ m}$$

- Costados :

$$h = C_0 + 0.80 H - h_1$$

$h_1 = 0.75$ (Altura en m sobre la quilla del punto de intersección del costado con la prolongación del canto alto de la varenga.

$$h = 4.18 + 0.80 \times 2.2 - 0.75$$

$$h = 5.19 \text{ m}$$

C. Cubierta :

La altura de carga a considerar para el escantillonado de las chapas del forro de cubierta.

$$h = H$$

$$h = 2.2 \text{ m}$$

9.2. Forro Exterior - Casco :9.2.1. Forro en los extremos :

El espesor del forro exterior del extremo de proa del buque no será inferior a :

$$e = 3.8 D \sqrt{h} + 2.5$$

$$\text{Donde } h = 6.69 \text{ m}$$

$$D = 0.55 \text{ m}$$

$$e = 3.8 \times 0.55 \sqrt{6.69} + 2.5$$

$$e = 7.9 \text{ mm}$$

El forro exterior del extremo de proa

no será inferior a plancha de acero naval de espesor = $\frac{5''}{16}$

9.2.2. Forro del fondo y pantoque :

El espesor del forro del fondo y del pantoque, en la zona central, no será inferior al del forro de los extremos.

Considerando refuerzos longitudinales espaciados a 0.5 m

$$e = 4.2 D \sqrt{h} + 2.5$$

$$e = 4.2 \times 0.5 \sqrt{5.83} + 2.5$$

$$e = 7.57 \text{ mm}$$

El forro de fondo y pantoque será de plancha acero naval de $\frac{5''}{16}$ de espesor.

9.2.3. Forro de los fondos reforzados de Proa :

Las tracas que formen la parte de los fondos entre el mamparo de colisión y el mamparo 16 deben reforzarse de la siguiente manera :

$$e = 0.1 E + 5.5 + 10 (D - D_0)$$

Donde

$$E = 31 \text{ m}$$

$$D = \frac{1.37}{3} \text{ (considerando dos varengas intermedias entre cuadernas).$$

$$D_0 = 0.72 \left(\frac{E}{100}\right)^{1/4} = 0.72 \left(\frac{31}{100}\right)^{0.25} =$$

$$0.54 \text{ m.}$$

Remplazando valores

$$e = 0.1 \times 31 + 5.5 + 10 (0.456 - 0.54)$$

$$e = 7.76 \text{ mm}$$

El forro de los fondos de proa será plancha acero naval de espesor = $\frac{5''}{16}$

9.2.4. Forro del Costado :

El espesor del forro de costado no - deberá ser inferior al del forro de los extremos.

Considerando con refuerzos longitudi-
nales.

$$e = 4.2 \times D \sqrt{h} + 2.5$$

Donde

$$D = 0.50 \text{ m}$$

$$h = 5.19 \text{ m}$$

$$e = 4.2 \times 0.50 \sqrt{5.19} + 2.5$$

$$e = 7.28 \text{ mm}$$

El forro de los costados será de Pl. de acero naval de espesor = $\frac{5''}{16}$

9.3. Forro de Cubierta :

9.3.1. Forro de Cubierta resistente :

El espesor del forro de la cubierta resistente, en toda la eslora del buque no será inferior a :

$$e = 0.025 (E + 210)$$

$$e = 0.025 (31 + 210)$$

$$e = 6.025 \text{ mm}$$

El forro de la cubierta será de plancha de acero naval de espesor = $\frac{1''}{4}$

9.3.2. Chapa de Trancanil :

El ancho de la chapa del trancanil - en m , no será inferior a :

$$b = 0.005 (E + 70)$$

$$b = 0.005 (31 + 70)$$

$$b = 0.505 \text{ m. (Ancho mínimo)}$$

El espesor de la chapa del trancañil no será inferior al del forro de la cubierta, ni al de la zona central, ni a :

$$e = 6.5 + 0.04 E$$

$$e = 6.5 + 0.04 \times 31$$

$$e = 7.74 \text{ mm}$$

El forro del trancañil será de plancha acero naval de espesor = $\frac{5''}{16}$

9.3.3. Rampa de popa :

El espesor de las tracas que formen la rampa de popa no deberá ser inferior a 12 mm.

El forro de la rampa de popa será de plancha acero naval de espesor = $\frac{1''}{2}$

10. Superestructura y caseta :

Las prescripciones de esta sección determinan el escantillonado de las chapas y de los refuerzos que constituyen las superestructuras y las casetas.

Los símbolos utilizados en esta sección tienen los siguientes significados :

D = Distancia en m entre los refuerzos de los mamparos, los de los techos de las superestructuras y de las casetas.

l = Luz en m de los refuerzos

h = Altura de carga en m.

10.1. Cargas para el Escantillonado :

En los buques de eslora inferior o igual a 60 m, la altura de carga a considerar para el escantillonado de las chapas y de los refuerzos de los mamparos de cierre de las superestructuras y de las casetas es :

- Para los mamparos extremos de proa de las superestructuras y de las casetas situadas en la cubierta de franco bordo.

$$h = 2.50 + 0.01 E \text{ (Con un mínimo de 3)}$$

$$h = 2.50 + 0.01 \times 31$$

$$h = 2.81 \qquad h = 3$$

- Para los demás mamparos

$$h = 1.25 + 0.005 E \text{ (Con un mínimo de 1.5)}$$

$$h = 1.25 + 0.005 \times 31$$

$$h = 1.405 \qquad h = 1.5$$

10.2. Escantillonado de los forros de chapa :

- El espesor de las chapas de los mamparos de la superestructura no será inferior al menor de los valores siguientes :

$$e = 3 D \sqrt{h} \qquad D = 0.5 \text{ m}$$

$$h = 3$$

$$e = 3 \times 0.5 \sqrt{3}$$

$$e = 2.60 \text{ mm}$$

$$e = 5 + 0.01 E$$

$$e = 5 + 0.01 \times 31 = 5.31 \text{ mm}$$

Las chapas de los mamparos de la superestructura será de plancha acero naval de espesor = 3"

16

- El espesor de la chapa de los mamparos laterales de las casetas no será inferior a :

$$e = 3 \cdot D \sqrt{h} \quad \begin{array}{l} D = 0.5 \text{ m} \\ h = 1.5 \end{array}$$

$$e = 3 \times 0.5 \times \sqrt{1.5}$$

$$e = 1.84 \text{ mm}$$

Tampoco deberá ser inferior a :

$$e = 4 + 0.01 E$$

$$e = 4 + 0.01 \times 31 = 4.31 \text{ mm}$$

$$e = 4.31 \text{ mm}$$

La chapa de los mamparos de caseta será de plancha de acero naval de espesor = $\frac{3''}{16}$

16

10.3. Escantillonado de los Refuerzos :

El módulo de resistencia de los refuerzos de los mamparos no será inferior a :

$$W = 3.5 D l^2 \sqrt{h}$$

Donde

$$D = 0.3 \text{ m (Separación de refuerzos)}$$

$$l = 2.2 \text{ m (Luz de los refuerzos)}$$

$$h = 3$$

$$W = 3.5 \times 0.3 \times (2.2)^2 \sqrt{3}$$

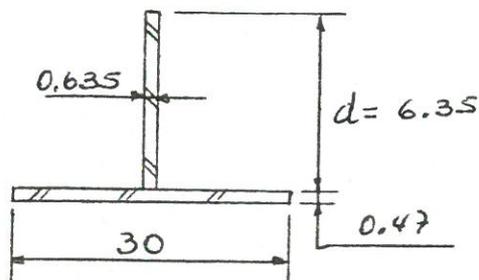
$$W = 8.8 \text{ cm}^3$$

Cuando los refuerzos están amarrados con cartelas en la parte superior deberá ser el 15% menos del módulo calculado.

$$W = 8.8 \times 0.85 = 7.48 \text{ cm}^3$$

Considerando refuerzo en platina de $1/4'' \times 2.1/2''$.

$$S_a = 30 \times 0.47 = 14.1$$



$$W = sd + \frac{ed^2}{6} \left[1 + \frac{Sa - s}{Sa + 0.5 \times e \times d} \right]$$

$$W = \frac{0.635 (6.35)^2}{6} \left[1 + \frac{14.1}{14.1 + 0.5 \times 0.635 \times 6.35} \right]$$

$$W = 4.27 \left(1 + \frac{14.1}{16.11} \right)$$

$$W = 8 \text{ cm}^3 > 7.48 \text{ cm}^3$$

11. CALCULO DE SOLDADURA :

Para el cálculo de la soldadura de la embarcación se ha creído conveniente dividirlo en cinco grupos según los planos de fabricación, los cuales posteriormente serán considerados como Ordenes de Trabajo.

- Galibos
- Estructura General
- Cubierta Principal y Cubierta de Castillo
- Casco
- Caseta y Puente de Mando

El cálculo se hace en base a tablas dadas por Catálogos de la Compañía OERLIKON de las cuales obtenemos el peso de metal necesario para ejecutar un metro de soldadura a tope, ángulo interior en las tablas No 4 al No 7 y en tabla No 8 indica el peso de metal depositado por un electrodo, considerando para nuestro caso un rendimiento de un 60%, luego con una división obtenemos el número de electrodos por un metro de soldadura.

$$\text{No electrodos/m} = \frac{\text{Peso de metal depositado}}{\text{Peso metal depositado por un elec.}}$$

Calculamos las uniones a tope y uniones en ángulo usadas en la soldadura de la embarcación.

- Soldadura a Tope en plancha de 1" espesor 60° X

De tabla No 5

Peso = 1407 gr.

Para cordones convexos añadir 20%

De tabla No 8

Diámetro electrodo 5/32 \emptyset

Peso de metal depositado por electrodo = 34.30 gr.

Rendimiento = 60%

$$\text{No/m} = \frac{1407 \times 1.2}{34.3 \times 0.6} = 82.04 = 83 \text{ electrodos}$$

$$\text{Cant.} = \frac{83 \text{ elect.}}{24 \text{ elect./Kg.}} = 3.46 \text{ Kg./m.}$$

- Soldadura a Tope plancha de 1/2" espesor 60° X

De tabla No 5

Peso = 324 gr.

Para cordones convexos añadir 20%

De tabla No 8

Diámetro electrodo 5/32" \emptyset

Peso de metal depositado por un elect. = 34.30 gr.

Rendimiento = 60%

$$\text{No/m} = \frac{324 \times 1.2}{34.3 \times 0.6} = 18.89 = 19 \text{ elect.}$$

$$\text{Cant.} = \frac{19 \text{ elect.}}{24 \text{ elect./Kg.}} = 0.79 \text{ Kg./m.}$$

- Soldadura a Tope en plancha 5/16" espesor 60° V

De tabla No 4

Peso = 288 gr.

Para cordones convexos añadir 30%

De tabla No 8

Diámetro electrodo 5/32 \emptyset

Peso de metal depositado por un elect. = 34.30 gr.

Rendimiento = 60%

$$\text{No/m} = \frac{288 \times 1.3}{34.3 \times 0.6} = 18.19 = 19 \text{ elect.}$$

$$\text{Cant.} = \frac{19 \text{ elect.}}{24 \text{ elect./Kg.}} = 0.79 \text{ Kg./m.}$$

- Soldadura a Tope en plancha 1/4" espesor 60° V

De tabla No 4

Peso = 162 gr.

Para cordones convexos añadir 30%

De tabla No 8

Diámetro electrodo 5/32" \emptyset

Peso de metal depositado por un elect. = 34.30 gr.

Rendimiento = 60%

$$\text{No/m} = \frac{162 \times 1.3}{34.3 \times 0.6} = 10.23 = 11 \text{ elect.}$$

$$\text{Cant} = \frac{11 \text{ elect.}}{24 \text{ elect./Kg.}} = 0.46 \text{ Kg./m.}$$

- Soldadura a Tope en plancha 3/16" espesor

De tabla No 4

Peso = 113 gr.

Para cordones convexos añadir 30%

De tabla No 8

Diámetro electrodo 1/8" \emptyset

Peso de metal depositado por un elect. = 21.27 gr.

Rendimiento = 60%

$$\text{No/m} = \frac{113 \times 1.3}{21.27 \times 0.6} = 11.5 = 12 \text{ elect.}$$

$$\text{Cant.} = \frac{12 \text{ elect.}}{38 \text{ elect./Kg.}} = 0.32 \text{ Kg./m.}$$

- Soldadura en Angulo en plancha 1/2" espesor

De tabla No 7

Peso = 610.5 gr.

De tabla No 8

Diámetro electrodo 5/32" \emptyset

Peso de metal depositado por un elect. = 34.3 gr.

Rendimiento = 60%

$$\text{No/m} = \frac{610.5}{34.3 \times 0.6} = 29.66 = 30 \text{ elect.}$$

$$\text{Cant} = \frac{30 \text{ elect.}}{24 \text{ elect./Kg.}} = 1.25 \text{ Kg./m.}$$

- Soldadura en Angulo en plancha 3/8" espesor

De tabla No 7

Peso = 353 gr.

De tabla No 8

Diámetro electrodo 5/32" \emptyset

Peso de metal depositado por un elect. = 34.3 gr.

Rendimiento = 60%

$$\text{No/m} = \frac{353}{34.3 \times 0.6} = 17.15 = 18 \text{ elect.}$$

$$\text{Cant.} = \frac{18 \text{ elect.}}{24 \text{ elect./Kg.}} = 0.75 \text{ Kg./m.}$$

- Soldadura en Angulo en plancha 5/16" espesor

De tabla No 7

Peso = 191.1 gr.

De tabla No 8

Diámetro electrodo 5/32" \emptyset

Peso de metal depositado por un elect. = 34.3 gr.

Rendimiento = 60%

$$\text{No/m} = \frac{191.1}{34.3 \times 0.6} = 9.29 = 10 \text{ elect.}$$

$$\text{Cant.} = \frac{10 \text{ elect}}{24 \text{ elect./Kg.}} = 0.42 \text{ Kg./m.}$$

- Soldadura en Angulo en plancha 1/4" espesor

De tabla No 7

Peso = 140.4 gr.

De tabla No 8

Diámetro electrodo 5/32" \emptyset

Peso de metal depositado por un elect. = 34.3 gr.

Rendimiento = 60%

$$\text{No/m} = \frac{140.4}{34.3 \times 0.6} = 6.8 = 7 \text{ elect.}$$

$$\text{Cant.} = \frac{7 \text{ elect.}}{24 \text{ elect./Kg.}} = 0.29 \text{ Kg./m.}$$

- Soldadura en Angulo en plancha 3/16" espesor

De tabla No 7

Peso = 97.5 gr.

De tabla No 8

Diámetro electrodo 1/8" \emptyset

Peso de metal depositado por un elect. = 21.27 gr.

Rendimiento = 60%

$$\text{No/m} = \frac{97.5}{21.27 \times 0.6} = 7.63 = 8 \text{ elect.}$$

$$\text{Cant.} = \frac{8 \text{ elect.}}{38 \text{ elect./Kg.}} = 0.21 \text{ Kg./m.}$$

Con las cantidades de soldadura obtenidas y los medidos según planos de los diferentes tipos de uniones, obtenemos la soldadura utilizada.

Soldadura en Pre-fabricado de Estructura :

Mamparos Transversales

Tope Pl. 1/4" = 0.46 Kg./m x 130 m = 60 Kg.

Ang. Pl. 1/4" = 0.29 Kg./m x 327 m = 95 Kg.

155 Kg.

Cuadernas

Ang. Pl. 5/16" = 0.42 Kg./m x 610 m = 256 Kgs.

Mamparo Tanques Combustible, Agua Dulce, Aceite Hid.

Tope Pl. 1/4" = 0.46 Kg./m x 83 m = 38 Kgs.

Ang. Pl. 1/4" = 0.29 Kg./m x 148 m = 43 Kgs.

81 Kgs.

Soldadura en Armado de Estructura :

Tope Pl. 1" = 3.46 Kg./m x 6 m = 21 Kgs.

Tope Pl. 1/2" = 0.79 Kg./m x 28 m = 22 Kgs.

Ang. Pl. 1/2" = 1.25 Kg./m x 180 m = 225 Kgs.

Ang. Pl. 3/8" = 0.75 Kg./m x 850 m = 638 Kgs.

Ang. Pl. 5/16" = 0.42 Kg./m x 1380 m = 580 Kgs.

Ang. Pl. 1/4" = 0.29 Kg./m x 638 m = 185 Kgs.

1671 Kgs.

Soldadura de Armado en Cubierta Principal y Cubierta de Castillo :

Tope Pl. 5/16" = 0.79 Kg./m x 376 m = 297 Kgs.

Tope Pl. 1/4" = 0.46 Kg./m x 170 m = 78 Kgs.

Ang. Pl. 1/4" = 0.29 Kg./m x 1257 m = 365 Kgs.

740 Kgs.

Soldadura de Pre-fabricado de Enfriador de Quilla

Tope Pl. 1/4" = 0.46 Kg./m x 85 m = 39 Kgs.

Ang. Pl. 1/4" = 0.29 Kg./m x 195 m = 57 Kgs.

96 Kgs.

Soldadura de Armado en Casco :

Tope Pl. 5/16" = 0.79 Kg./m x 924 m = 730 Kgs.

Tope Pl. 1/4" = 0.46 Kg./m x 180 m = 83 Kgs.

Ang. pl. 5/16" = 0.42 Kg./m x 1970 m = 827 Kgs.

1640 Kgs.

Soldadura de Armado en Caseta y Puente de Mando :

Tope Pl. 3/16" = 0.32 Kg./m x 392 m = 125 Kgs.

Ang. Pl. 3/16" = 0.21 Kg./m x 1976 m = 415 Kgs.

540 Kgs.

En el cuadro de la pagina siguiente hacemos el resumen de la soldadura utilizada en el Pre-fabricado y Armado, ademas se considera un porcentaje del total de acero para el apuntalado o union de planchas mediante puntos de soldadura.

ITEM	DESCRIPCION	ACERO Kgs.	PRE-FABRICADO		ARMADO Kgs.
			Apuntalado Kgs.	Soldadura Kgs.	
1.	Galibos	---	---	---	--
2.	Estructura General				
2.1.	Quilla	5,575	0.5%	30	
2.2.	Mamparos Transversales	7,805	0.5%	40	155
2.3.	Cuadernas	12,698	0.5%	64	256
2.4.	Esloras, Long. Carlingas, Palmejares	10,981	0.5%	55	
2.5.	Mamp. Tques. Combust., A. Dulce, Ac.H.	3,871	0.5%	19	81
2.6.	Tunel	2,972	0.5%	15	
2.7.	Base Motor	4,056	0.5%	20	
2.8.	Soldadura Estructura				1,671
3.	Cubierta Principal y Cub. de Cast.				
3.1.	Planchaje	16,547	0.5%	85	
3.2.	Soldadura				740
4.	Casco				
4.1.	Planchaje	41,071	1%	410	
4.2.	Soldadura				1,640
4.3.	Enfriador de Quilla	4,769	0.5%	24	96
5.	Caseta y Puente de Mando	11,983	0.5%	60	540
		122,328		822	588
					4,591



TABLA Nº 4

SOLDADURA A TOPE, CHAFLANES EN V

Volumen y peso del metal necesario para rellenar un metro de chaflán

e	50°		60°		70°		80°		90°	
	Volumen (cm ³)	Peso (gr.)								
5	11,65	91	14,43	113	17,50	137	20,97	164	25	195
6	16,79	131	20,78	162	25,21	197	30,20	236	36	281
7	22,85	178	28,29	221	34,31	268	41,11	321	49	382
8	29,84	233	36,95	288	44,81	350	53,70	419	64	499
9	37,77	295	46,76	365	56,72	442	67,97	530	81	632
10	46,63	364	57,73	450	70,02	546	83,91	654	100	780
12	67,15	524	83,14	648	100,83	786	120,83	942	144	1123
14	91,40	713	113,16	883	137,24	1070	164,46	1283	196	1529
16	119,37	931	147,80	1153	179,25	1398	214,81	1676	256	1997
18	151,08	1178	187,06	1459	226,87	1770	271,87	2121	324	2527
20	186,52	1455	230,94	1801	280,08	2185	335,64	2618	400	3120
25	291,44	2273	360,84	2815	437,63	3414	524,44	4091	625	4875
30	419,68	3234	519,61	4053	630,19	4915	755,19	5890	900	7020
35	571,23	4156	707,25	5517	957,76	6691	1027,90	8018	1225	9555
40	746,10	5820	923,76	7205	1120,34	8739	1342,56	10472	1600	12480
45	944,28	7365	1169,13	9119	1417,92	11060	1699,18	13254	2025	15795
50	1165,77	9093	1443,37	12583	1750,52	13654	2097,75	16362	2500	19500

NOTA: Para cordones planos añadir 20 o/o — Para cordones convexos añadir 30 o/o



TABLA Nº 5

SOLDADURA A TOPE, CHAFLANES EN X

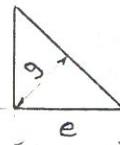
Volumen y peso del metal necesario para rellenar un metro de chaflán

e	50°		60°		70°		80°		90°	
	Volumen (cm ³)	Peso (gr.)								
10	23,20	182	28,86	225	35,01	273	41,95	327	50	390
12	33,58	262	41,57	324	50,42	393	60,41	471	72	562
14	45,70	356	56,58	441	68,63	535	82,23	641	98	764
16	59,68	466	73,90	576	89,64	699	107,40	838	128	998
18	75,54	589	93,53	730	113,45	885	135,93	1063	162	1264
20	93,26	727	115,47	901	140,06	1092	167,82	1309	200	1560
25	145,72	1137	180,42	1407	218,85	1707	262,18	2045	312,5	2438
30	209,84	1637	259,80	2026	315,14	2458	317,56	2477	450	3510
35	285,61	2228	353,62	2758	428,94	3346	516,95	4009	612,5	4778
40	373,04	2910	461,88	3603	560,25	4370	671,28	5236	800	6240
45	472,14	3683	584,57	4560	709,06	5531	849,59	6627	1012,5	7898
50	582,88	4546	721,69	5629	875,39	6828	1048,87	8181	1250	9750
60	839,36	6547	1039,23	8106	1260,56	9832	1510,38	11781	1800	14040
70	1142,46	8911	1414,50	11033	1715,76	13383	2035,79	16035	2450	19110
80	1492,20	11639	1847,52	14411	2240,99	17480	2685,12	20944	3200	24960
90	1688,56	13171	2338,27	18239	2836,25	22123	3398,35	26507	4050	31590
100	2331,54	18186	2886,75	22517	3501,55	27312	4195,50	32725	5000	39000

NOTA: Para cordones planos añadir 15 o/o. Para cordones convexos añadir 20 o/o

OERLIKON

TABLA Nº 7
VOLUMEN Y PESO DEL METAL NECESARIO PARA LAS SOLDADURAS
DE SOLAPA Y EN ANGULO INTERIOR, CORDONES PLANOS



°	g	VOL (cm ³)	Peso (gr)	°	g	VOL (cm ³)	Peso (gr)
3	2,12	4,5	35,1	20	14,14	200	1560
4	2,83	8	62,4	25	17,67	312,5	2437,5
5	3,83	12,5	97,5	30	21,20	450	3510
6	4,24	18	140,4	35	24,74	612,5	4777,5
7	4,95	24,5	191,1	40	28,28	800	6240
8	5,66	32	249,6	45	31,81	1012,5	7897,5
9	6,36	40,5	315,9	50	35,35	1250	9750
10	7,07	50	390	55	38,88	1512,5	11797,5
11	7,78	60,5	471,9	60	42,42	1800	14040
12	8,48	72	561,6	65	45,95	2112,5	16477,5
13	9,19	84,5	659,1	70	49,49	2450	19110
14	9,90	98	764,4	75	53,02	2812,5	21937,5
15	10,60	112,5	877,5	80	56,56	3200	24960
16	11,31	128	998,4	85	60,09	3612,5	28177,5
17	12,02	144,5	1127,10	90	63,63	4050	31590
18	12,73	162	1263,6	95	67,16	4512,5	35197,5
19	13,43	180,5	1407,9	100	70,70	5000	39000

NOTA: Para los cordones cóncavos tomar el 70 o/o de los volúmenes y pesos del cuadro.

OERLIKON

TABLA Nº 8
VOLUMEN Y PESO DEL METAL DEPOSITADO POR UN ELECTRODO

Diámetro del Electrodo (mm)	Diámetro del Electrodo (Pulgada)	Largo Total del Electrodo	Volumen del Metal depositado por un Electrodo (cm ³)	Peso del Metal Depositado por un Electrodo (gr.)	METAL DEPOSITADO POR UN ELECTRODO							
					RENDIMIENTO 60 o/o		RENDIMIENTO 70 o/o		RENDIMIENTO 80 o/o		RENDIMIENTO 90 o/o	
					Vol. (cm ³)	Peso gr.	Vol. (cm ³)	Peso gr.	Vol. (cm ³)	Peso gr.	Vol. (cm ³)	Peso gr.
1.6	(1/16")	250	0.502	3.92	0.301	2.352	0.351	2.744	0.402	3.136	0.452	3.528
2.0	(5/64")	250	0.785	6.13	0.471	3.678	0.549	4.291	0.628	4.904	0.706	5.517
2.5	(3/32")	300	1.472	11.49	0.883	6.894	1.03	8.043	1.177	9.192	1.325	10.341
3.15	(1/8")	350	2.727	21.27	1.636	12.762	1.909	14.889	2.182	17.016	2.454	19.143
4.0	(5/32")	350	4.398	34.30	2.638	20.58	3.078	24.01	3.518	27.44	3.958	30.87
5.0	(3/16")	350	6.872	53.60	4.123	32.16	4.810	37.52	5.498	42.88	6.184	48.24
6.3	(1/4")	450	14.027	109.41	8.416	65.646	9.819	76.587	11.222	87.528	12.624	98.469

TABLA Nº 9
NUMERO DE ELECTRODOS NECESARIOS PARA DEPOSITAR 1 KG. DE METAL

Diámetro del Electrodo (mm)	Diámetro del Electrodo (Pulg.)	Números de Electrodos Necesarios para Depositar 1 Kg. de Metal			
		60 o/o	70 o/o	80 o/o	90 o/o
1.6	(1/16")	425	364	318	283
2.0	(5/64")	271	233	203	181
2.5	(3/32")	145	124	108	97
3.15	(1/8")	78	67	58	52
4.0	(5/32")	48	41	36	32
5.0	(3/16")	31	26	23	21
6.3	(1/4")	15	13	11	10

V. PROGRAMACION PERT :1. Secuencia de Actividades :

Para iniciar a trazar el plano P-03-019, nos basamos en la secuencia de actividades y las precedencias de cada actividad con relación a las demás desde su financiamiento hasta la conclusión del proyecto.

ITEM	(i, j)	ACTIVIDAD	PROCEDENCIA
1	1,2	Financiación proyecto	--
2	2,3	Ficticia	(1,2)
3	2,4	Trazo para formas en galibos	(1,2)
4	3,4	Ad. materiales, triplay, planchas y soldaduras	(2,3)
5	4,5	Plantilla quilla	(3,4) (2,4)
6	5,6	Pre-fab. quilla	(4,5)
7	5,7	Plantilla mamparos transversales	(4,5)
8	6,8	Alineamiento calzos	(5,6)
9	8,10	Erección zapata y quilla	(6,8)
10	7,10	Pre-Fab. mamparos transversales	(5,7)
11	7,9	Plantilla de cuadernas	(5,7)
12	9,12	Pre-fabricado cuadernas	(7,9)
13	9,11	Plantilla esloras	(7,9)
14	10,12	Erección mamparos transversales	(8,10) (7,10)
15	11,14	Pre-fabricado esloras	(9,11)
16	11,13	Plantilla mamparo tanques	(9,11)
17	12,14	Erección cuadernas	(10,12) (9,12)

ITEM	(i, j)	ACTIVIDAD	PROCEDENCIA
18	13, 16	Pre-fabricado mamparo tanques	(11, 13)
19	13, 15	Plantilla tunel	(11, 13)
20	14, 16	Erección esloras y longitudinales	(12, 14) (11, 14)
21	3, 19	Ficticia	(2, 3)
22	15, 18	Pre-fabricado túnel	(13, 15)
23.	15, 17	Plantilla base motor	(13, 15)
24	16, 18	Erección mamparo tanques	(14, 16) (13, 16)
25	19, 22	Adquisición material - soldaduras	(3, 19)
26	18, 20	Erección túnel	(16, 18) (15, 18)
27	17, 20	Pre-fabricado base de motor	(15, 17)
28	20, 22	Erección base motor	(18, 20) (17, 20)
29	19, 21	Ficticia	(3, 19)
30	21, 23	Adquisición mat. planchas y pintura base	(19, 21)
31	22, 23	Soldadura estructura	(19, 22) (20, 22)
32	23, 24	Planchaje de cubierta	(21, 23) (22, 23)
33	24, 26	Arenado pintado estructura	(23, 24)
34	21, 25	Ficticia	(19, 21)
35	25, 27	Adquisición material - soldaduras	(21, 25)
36	26, 27	Planchaje de casco	(24, 26)
37	25, 28	Adquisición planchas y soldaduras	(21, 25)
38	27, 29	Soldadura bodega	(25, 27) (26, 27)

ITEM	(i, j)	ACTIVIDAD	PROCEDENCIA
39	27,30	Soldadura lazareto, tanques combustible	(25,27) (26,27)
40	29,31	Soldadura tanque colisión proa y popa	(27,29)
41	30,31	Soldadura sala de máquinas	(27,30)
42	28,33	Pre-fabricado caseta	(25,28)
43	31,33	Soldadura cubierta ext.	(29,31) (30,31)
44	31,32	Soldadura casco exterior	(29,31) (30,31)
45	32,33	Ficticia	(31,32)
46	28,35	Pre-fabricado puente de mando	(25,28)
47	33,35	Erección caseta	(28,33) (30,33) (32,33)
48	32,34	Arenado y pintado keel cooler	(31,32)
49	34,36	Instalación de pickes	(32,34)
50	35,37	Erección puente de mando	(33,35) (28,35)
51	35,39	Soldadura de caseta	(33,35) (28,35)
52	36,38	Planchaje pickes	(34,36)
53	38,39	Soldadura de pickes	(36,38)
54	37,39	Soldadura puente de mando	(35,37)

2. Cálculo de Tiempos Probabilísticos :

En la construcción de embarcación los tiempos de cada actividad no se repiten de proyecto a proyecto por diferentes circunstancias, como pueden ser diferente esloro, diferente sistema de construcción también puede ser por suministro de materiales. Es por lo tanto, que utilizamos tres tipos de tiempos estimados :

- Tiempo mas Probable : (m)

Es el tiempo normal de una actividad.

- Tiempo optimista : (a)

Es el tiempo mínimo que se requiere para la terminación de una actividad.

- Tiempo pesimista : (b)

Es el tiempo máximo en que la actividad puede tener lugar.

Una vez obtenida las tres estimaciones, se calcula la estimación media del tiempo de duración De

$$De = \frac{a + 4m + b}{6}$$

Actividad (1,2) financiación proyecto

$$a = 25 \text{ días}$$

$$m = 30 \text{ días}$$

$$b = 35 \text{ días}$$

$$De = \frac{25 + 4 \times 30 + 35}{6} = 30 \text{ días}$$

Actividad (2,4) trazo plano formas sala galibos

$$a = 22 \text{ días}$$

$$m = 25 \text{ días}$$

$$b = 35 \text{ días}$$

$$De = \frac{22 + 4 \times 25 + 35}{6} = 26.17$$

$$De = 26 \text{ días}$$

Así sucesivamente continuamos con las duraciones estimadas como se puede ver en la hoja de cálculos del Diagrama Pert.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA - ENERGIA
 HOJA DE CALCULOS DIAGRAMA PERT

TESIS: G OSWALDO SALCEDO E.
 ASESOR: ING GUILLERMO MEJIA
 CO-ASESOR: ING NICOLAS CHERO

ITEM (i, j)	DURACION ESTIMADA			DUR. CALC.	G ²	TIPO	FECHA MAS PRONTO POSIBLE		FECHA MAS TARDE PERMISIBLE		HOLGURA		RESP.	
	a	m	b				COMIENZO	TERMINO	COMIENZO	TERMINO	TOT.	LIB		IND
22	15,18	3	4	5	4	0.11	No Crit.	68	72	87	91	19	19	0
23	15,17	1	2	3	2	0.11	No Crit.	65	70	89	91	21	21	1
24	16,18	2	2	4	2	0.11	Critica	89	91	89	91	0	0	0
25	19,22	10	15	20	15	2.78	No Crit.	30	45	82	97	52	52	0
26	18,20	1	2	3	2	0.11	Critica	91	93	91	93	0	0	0
27	17,20	1	2	4	2	0.25	No Crit.	70	72	91	93	21	21	0
28	20,22	3	4	6	4	0.25	Critica	93	97	93	97	0	0	0
29	19,21	0	0	0	0	0	---	---	---	---	---	---	---	---
30	21,23	15	20	30	21	6.25	No Crit.	30	51	102	123	72	72	0
31	22,23	22	25	32	26	2.78	Critica	97	123	97	123	0	0	0
32	23,24	5	6	10	7	0.69	Critica	123	130	123	130	0	0	0
33	24,26	3	5	9	5	1.00	Critica	130	135	130	135	0	0	0
34	21,25	0	0	0	0	0	---	---	---	---	---	---	---	---
35	25,27	10	15	20	15	2.78	No Crit.	30	45	146	161	116	116	0
36	26,27	23	26	30	26	1.36	Critica	135	161	135	161	0	0	0
37	25,28	5	20	30	21	6.25	No Crit.	30	51	171	192	141	0	116
38	27,29	8	10	12	10	0.44	No Crit.	161	171	167	177	6	0	0
39	27,30	10	12	15	12	0.69	Critica	161	173	161	173	0	0	0
40	29,31	7	8	10	8	0.25	No Crit.	171	179	177	185	6	6	0
41	30,31	10	12	16	12	1.00	Critica	173	185	173	185	0	0	0
42	25,33	12	15	20	15	1.75	No Crit.	51	66	192	207	141	139	-2

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA - ENERGIA
 HOJA DE CALCULOS DIAGRAMA PERT

TESIS: G. OSWALDO SALCEDO E
 ASESOR: ING GUILLERMO MEJIA
 CO-ASESOR: ING NICOLAS CHERO

ITEM (I, J)	ACTIVIDAD	DURACION ESTIMADA			DUR. CALC.	G ²	TIPO	FECHA MAS PRONTO POSIBLE		FECHA MAS TARDE PERMISIBLE		HOLGURA		RESP.
		a	m	b				COMIENZO	TERMINO	COMIENZO	TERMINO	TOT.	LIE.	
43 31,33	Soldadura cubierta exterior	10	12	16	12	1.00	No Crít.	185	197	195	207	10	8	
44 31,32	Soldadura casco exterior	17	20	25	20	1.78	Crítica	185	205	185	205	0	0	
45 32,33	Ficticia	0	0	0	0	0	--	--	--	--	--	--	--	
46 28,35	Pre-fabricado puente de mando	10	14	18	14	1.78	No Crít.	51	65	208	222	157	14	
47 33,35	Erección mamparos y cubierta-caseta	6	8	14	9	1.78	No Crít.	205	214	207	216	2	2	
48 32,34	Arenado y pintado keel cooler	1	2	3	3	0.11	Crítica	205	208	205	208	0	0	
49 34,36	Instalación de pickes	5	6	8	6	0.25	Crítica	208	214	208	214	0	0	
50 35,37	Erección puente de mando	5	6	8	6	0.25	No Crít.	214	220	216	222	2	2	
51 35,39	Soldadura de caseta	7	9	12	9	0.69	No Crít.	214	223	221	230	7	5	
52 36,38	Forrado de pickes	4	5	8	5	0.44	Crítica	214	219	214	219	0	0	
53 38,39	Soldadura de pickes	8	10	15	11	1.36	Crítica	219	230	219	230	0	0	
54 37,39	Soldadura puente de mando	6	8	11	8	0.69	No Crít.	220	228	222	230	2	2	

3. Cálculo de la Ruta Crítica :

Para trazar la ruta crítica en el diagrama de flechas-Pert N° P-03-019, primero hacemos el cómputo de tiempo lo mas pronto posible en que puede comenzar y terminar una actividad.

Actividad - Financiación (1,2)

$$t(2) = t(1) + t(1,2) = 0 + 30 = 30$$

Actividad (2,4)

$$t(4) = t(2) + t(2,4) = 30 + 25 = 55$$

Actividad (3,4)

$$t(4) = t(3) + t(3,4) = 30 + 21 = 51$$

Para el suceso 4 se elige el mayor de los dos, o sea 55.

Actividad (4,5)

$$t(5) = t(4) + t(4,5) = 55 + 1 = 56$$

Así sucesivamente hasta el final del proyecto.

Luego hacemos el cómputo del tiempo lo mas tarde permisible en que podemos comenzar y terminar el proyecto.

El cómputo lo hacemos desde el final del proyecto hacia el comienzo restando el tiempo de cada actividad.

Actividad (38,39)

$$t^*(38) = t^*(39) - t(38,39) = 230 - 11 = 219$$

Actividad (37,39)

$$t^*(36) = t^*(39) - t(36,39) = 230 - 8 = 222$$

Actividad (35,37)

$$t^*(34) = t^*(36) - t(34,36) = 222 - 6 = 216$$

Actividad (35,39)

$$t^*(34) = t^*(39) - t(34,39) = 230 - 9 = 221$$

Para el suceso (34) se elige el menor de los dos, o sea 216.

Una actividad crítica es cuando los tiempos de lo mas pronto posible de comenzar son iguales a los tiempos lo mas tarde posible de comenzar.

La secuencia de las actividades críticas, nos dá la ruta crítica y la suma de ellas el tiempo de conclusión del proyecto.

La Ruta Crítica la forman las siguientes actividades :

$$= (1,2) + (2,4) + (4,5) + (5,7) + (7,9) + (9,12) + (12,14) + (14,16) + (16,18) + (18,20) + (20,22) + (22,23) + (23,24) + (24,26) + (26,27) + (27,30) + (30,31) + (31,32) + (32,34) + (34,36) + (36,38) + (38,39).$$

$$= 30 + 25 + 1 + 2 + 5 + 16 + 7 + 3 + 2 + 2 + 4 + 26 + 7 + 5 + 26 + 12 + 12 + 20 + 3 + 6 + 5 + 11$$

Tiempo total del proyecto + 230 días calendario.

4. Cálculo de las Holguras en el Proyecto :

4.1. Flotante Total :

El tiempo flotante total se calcula haciendo la diferencia entre el tiempo lo mas tarde permisible en que puede terminar y el tiempo lo mas pronto posible en que puede comenzar una actividad, menos la duración de la misma.

Del Diagrama de Flechas-Pert

Actividad (3,4)

$$Ft = t^x (4) - t (3) - t (3,4) = 55 - 30 - 21 = 4$$

Actividad (5,6)

$$Ft = t^x (6) - t (5) - t (5,6) = 73 - 56 - 2 = 15$$

Actividad (6,8)

$$Ft = t^* (8) - t (6) - t (6,8) = 74 - 58 - 1 \\ = 15$$

Actividad (7,10)

$$Ft = t^* (10) - t (7) - t (7,10) = 77 - 58 - \\ 10 = 9$$

Actividad (10,12)

$$Ft = t^* (11) - t (10) - t (10,12) = 79 - 68 \\ - 2 = 9$$

Así sucesivamente hasta el final del proyecto.

4.2. Flotante Libre :

El tiempo flotante libre es la cantidad de holgura disponible después de realizar la actividad si todas las actividades del proyecto han comenzado en sus tiempos lo mas pronto posible de comienzo, o sea, la diferencia de los tiempos lo mas pronto posible de comenzar y terminar menos la duración de la actividad.

Actividad (3,4)

$$Fl = t (4) - t(3) - t (3,4) = 55 - 30 - 21 \\ = 4$$

Actividad (5,6)

$$Fl = t (6) - t (5) - t (5,6) = 58 - 56 - 2 \\ = 0$$

Actividad (6,8)

$$Fl = t (8) - t (6) - t (6,8) = 59 - 58 - 1 \\ = 0$$

Actividad (7,10)

$$Fl = t (10) - t (7) - t (7,10) = 68 - 58 - \\ 10 = 0$$

Actividad (10,12)

$$F_i = t(11) - t(10) - t(10,12) = 79 - 68 - 2 = 9$$

Así sucesivamente hasta el final del proyecto.

4.3. Flotante Independiente :

Es la holgura disponible de una actividad, cuando la actividad precedente ha terminado en el tiempo lo mas tarde permisible y la actividad subsiguiente a la considerada comienza en el tiempo lo mas pronto posible. Puede ser negativa.

Actividad (3,4)

$$F_i = t(4) - t^x(3) - t(3,4) = 55 - 34 - 21 = 0$$

Actividad (5,6)

$$F_i = t(6) - t^x(5) - t(5,6) = 58 - 56 - 2 = 0$$

Actividad (6,8)

$$F_i = t(8) - t^x(6) - t(6,8) = 59 - 73 - 1 = -15$$

Actividad (7,10)

$$F_i = t(10) - t^x(7) - t(7,10) = 68 - 58 - 10 = 0$$

Actividad (10,12)

$$F_i = t(11) - t^x(10) - t(10,12) = 79 - 72 - 2 = 5$$

5. Probabilidad de Cumplimiento del Proyecto :

Los tiempos de las actividades son estimadas, por

lo tanto, el tiempo medio calculado sirve para indicar la fecha de terminación de cierta actividad con la mayor aproximación de acertar. Pero en el transcurso de realización de las obras, el tiempo realmente necesitado no se puede saber hasta que termine la actividad, por lo que la duración de una actividad es una variable aleatoria siguiendo la distribución de probabilidades.

La medida adecuada de expresar la incertidumbre es la varianza de la distribución de probabilidades. Dicho del otro modo, la varianza (σ^2) indica el riesgo de no acertar la duración media calculada de la actividad.

La fórmula para calcular la varianza es :

$$\sigma^2 = \left(\frac{b - a}{6} \right)^2$$

Actividad (3,4)

$$\sigma^2 = \left(\frac{30 - 15}{6} \right)^2 = 0.25$$

Actividad (5,6)

$$\sigma^2 = \left(\frac{4 - 1}{6} \right)^2 = 0.25$$

Actividad (6,8)

$$\sigma^2 = \left(\frac{2 - 1}{6} \right)^2 = 0.03$$

Actividad (7,10)

$$\sigma^2 = \left(\frac{13 - 8}{6} \right)^2 = 0.69$$

Actividad (10,12)

$$\sigma^2 = \left(\frac{4 - 1}{6} \right)^2 = 0.25$$

Así sucesivamente hasta la última actividad del proyecto.

Luego calculamos la varianza total del proyecto, - que vendría a ser la suma de las varianzas parciales de las actividades críticas.

$$\begin{aligned} \sigma_t^2 = & 2.78 + 4.69 + 0.03 + 0.11 + 0.44 + 1.36 + \\ & 0.44 + 0.25 + 0.11 + 0.11 + 0.25 + 2.78 + \\ & 0.69 + 1.00 + 1.36 + 0.69 + 1.00 + 1.73 + \\ & 0.11 + 0.25 + 0.44 + 1.36. \end{aligned}$$

$$\sigma_t^2 = 21.98$$

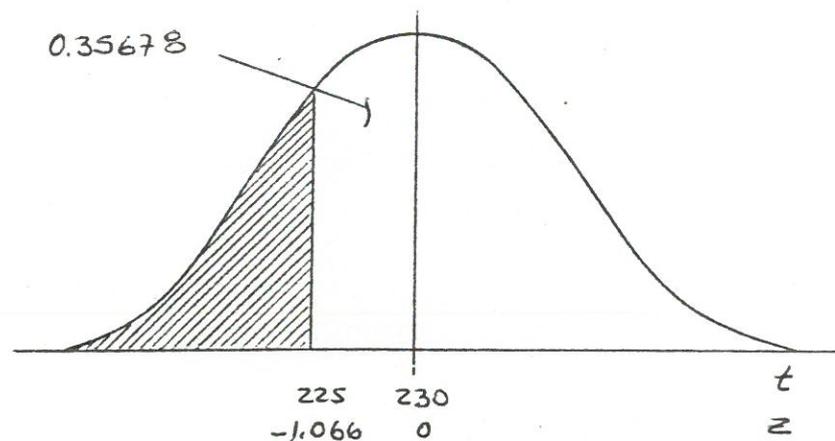
También sabemos que la duración total del proyecto es de 230 días.

Si hubiera necesidad de acortar el proyecto a 225 días, vamos a ver el porcentaje de probabilidad de cumplimiento.

Media (μ) = 230 días

Variable (x) = 225 días

Desviación típica (σ) = 4.69



Sabemos que :

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

Remplazando datos

$$Z = \frac{225 - 230}{4.69} = \frac{-5}{4.69} = -1.066$$

Luego de la Tabla de Areas bajo la curva normal e interpolando

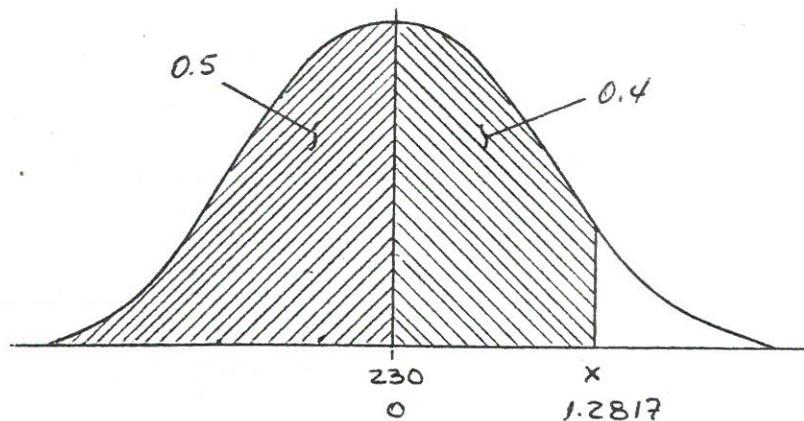
$$\begin{array}{|c|} \hline 1.06 \\ \hline \\ \hline 1.066 \\ \hline \\ \hline 1.07 \\ \hline \end{array}
 \begin{array}{|c|} \hline 0.006 \\ \hline \end{array}
 \times
 \begin{array}{|c|} \hline 0.3554 \\ \hline \\ \hline A \\ \hline \\ \hline 0.3577 \\ \hline \end{array}
 \begin{array}{|c|} \hline 0.0023 \\ \hline \end{array}$$

$$X = \frac{0.006 \times 0.0023}{0.01} = 0.00138$$

$$A = 0.3554 + 0.00138 = 0.35678$$

$$\begin{aligned}
 \text{Porcentaje probabilidad} &= 0.5 - 0.35678 = 0.14322 \\
 &= 14.322 \%
 \end{aligned}$$

Si el cumplimiento del proyecto como en este caso es importante, requerimos de una probabilidad de cumplimiento de un 90%.



Sabemos que :

$$X = Z \sigma + \mu \quad \text{donde} \quad \begin{array}{l} \sigma = 4.69 \\ \mu = 230 \end{array}$$

Calculamos Z de la Tabla de Areas bajo la curva normal tipificada de 0 a Z



$$X = \frac{0.0003 \times 0.01}{0.0018} = 0.0017$$

$$Z = 1.28 + 0.0017 = 1.2817$$

Reemplazando datos

$$X = 236 \text{ días}$$

Requerimos de 6 días adicionales para tener la probabilidad del 90% de cumplimiento.

(i,j)	ACTIVIDAD	DURAC. DIAS	H	D-H
(5,7)	Plantilla mamparos transversales	2	6	12
(7,9)	Plantilla cuadernas	5	8	40
(9,11)	Plantilla esloras, carlingas	1	6	6
(13,15)	Plantilla túnel	2	6	12
(15,17)	Plantilla base mo- tor	2	6	12
TOTAL				238

2. Estructura General :

Planos de referencia

Estructura general	P-02-007
Mamparo 2	P-02-008
Mamparo 4	P-02-009
Cuaderna 11	P-02-010
Cuaderna 14	P-02-011
Mamparo 16	P-02-012
Cuaderna 17	P-02-014
Mamparo 23	P-02-015
Detalles de estructura	P-02-018
Diagrama de flechas-Pert	P-02-019

2.1. Quilla :Material

DESCRIPCION	CANT.	PESO (KG)
Plancha acero naval 5/16" x 6' x 20'	0.85	591
Plancha acero naval 3/8" x 6' x 20'	0.83	691
Plancha acero naval 1/2" x 6' x 20'	0.57	633
Plancha acero naval 1" x 6' x 20'	1.25	2,778
Plancha acero naval 3/8" x 127 x 6000 m/m	3.5	199
Plancha acero naval 2" x 6' x 20'	0.10	444
Tubo acero 8"Ø sch 80 x 20'	0.62	239
Soldadura		30

Mano de Obra

(i,j)	ACTIVIDAD	DURAC. DIAS	H	D-H
(5,6)	Pre-fabricado quilla	2	6	12
(6,8)	Alineamiento calzos	1	6	6
(8,10)	Erección zapata, quilla	3	6	18
TOTAL				36

2.2. Mamparos Transversales :Material

DESCRIPCION	CANT.	PESO (kg)
Plancha acero naval 1/4" x 6' x 20'	10.25	5,695
Plancha acero naval 5/16" x 6' x 20'	0.80	556
Platina ac. naval 3/8" x 75 x 6000 mm	28.0	941
Platina ac. naval 3/8" x 100 x 6000 mm	8.0	359
Platina ac. naval 1/2" x 100 x 6000 mm	1.3	78
Angulo acero 1/4" x 75 x 75 x 6000 mm	4.0	176
Soldadura		195

Mano de Obra

(i,j)	ACTIVIDAD	DURAC. DIAS	H	D-H
(7,10)	Pre-fabricado mamparos transv.	10	2 6	20* 60
(10,12)	Erección mamparos transv.	2	6	12
TOTAL				20* 72

* Soldador

2.3. Cuadernas :Material

DESCRIPCION	CANT.	PESO KG
Plancha ac. naval 5/16" x 6' x 20'	12.5	8,685
Platina ac. naval 3/8" x 75 x 6000 mm	32.0	1,076
Platina ac. naval 3/8" x 100 x 6000 mm	44.5	1,995
Tubo acero 4" ϕ sch 40 x 20'	4.0	385
Tubo acero 5" ϕ sch 40 x 20'	3.0	557
Soldadura		320

Mano de Obra

(i,j)	ACTIVIDAD	DURAC. DIAS	H	D - H
(9,12)	Pre fabricado cua dernas	16	2	32 *
(12,14)	Erección cuadernas	7	6	42
TOTAL				32 * 138

* Soldador

2.4. Esloras, longitudinales, carlingas y palme-
jares :

Material

DESCRIPCION	CANT.	PESO KG
Plancha ac. naval 5/16" x 6' x 20'	4.5	3,127
Platina ac. naval 3/8" x 65 x 6000 mm	47.5	1,384
Platina ac. naval 3/8" x 75 x 6000 mm	5.0	168
Platina ac. naval 3/8" x 90 x 6000 mm	59.0	2,380
Platina ac. naval 3/8" x - 100 x 6000 mm	22.0	986
Platina ac. naval 3/8" x -- 127 x 6000 mm	50.0	2,846
Platina ac. naval 1/2" x 100 x 6000 mm	1.5	90
Soldadura		55

Mano de Obra

(i,j)	ACTIVIDAD	DUR. DIAS	H.	D - H
(11,14)	Pre-fabricado es- loras, carlingas y palmejares	3	8	24
(14,16)	Erección esloras longitudinales, - carlingas y palme			

(i,j)	ACTIVIDAD	DURAC. DIAS	H	D-H
	jares	3	12	36
TOTAL				60

2.5. Mamparos, tanques combustible, Agua dulce,-
Aceite Hidráulico :

Material

DESCRIPCION	CANT.	PESO (KG)
Plancha ac. naval 1/4" x 6' x 20'	5.25	2,917
Plancha ac. naval 5/16" x 6' x 20'	0.65	452
Platina ac. naval 1/4" x 75 x 6000 mm	3.0	67
Platina ac. naval 1/4" x 100 x 6000 mm	5.0	150
Platina ac. naval 3/8" x 75 x 6000 mm	6.5	218
Platina ac. naval 3/8" x 100 x 6000 mm	1.5	67
Soldadura		100

Mano de Obra

(i, j)	ACTIVIDAD	DUR. DIAS	H	D-H
(13, 16)	Pre-fab. mamparo tanques	6	2 * 6	12 * 36
(16, 18)	Erección mamparo tanques	2	8	16
TOTAL				12 * 52

* Soldador

2.6. Túnel :Material

DESCRIPCION	CANT.	PESO (KG)
Plancha acero naval 1/4" x 6' x 20'	5.0	2,778
Platina acero naval 1/4" x - 50 x 6000 mm	13.0	194
Soldadura		15

Mano de Obra

(i, j)	ACTIVIDAD	DUR. DIAS	H	D-H
(15, 18)	Pre-fabricado túnel	4	6	24
(18, 20)	Erección túnel	2	6	12
TOTAL				36

2.7. Base Motor :Material

DESCRIPCION	CANT.	PESO (Kg)
Plancha ac. naval 3/8" x 6' x 20'	1.6	1,332
Plancha ac. naval 1/2" x 6' x 20'	1.25	1,389
Plancha ac. naval 1" x 6' x 20'	0.50	1,111
Platina ac. naval 3/8" x 100 x 6000 mm	5.0	224
Soldadura		20

Mano de Obra

(i,j)	ACTIVIDAD	DURAC. DIAS	H	D-H
(17,20)	Pre-fabricado base de motor	4	8	32
(20,22)	Erección base motor	4	8	32
T O T A L				64

2.8. Soldadura Estructura :Material

DESCRIPCION	PESO (kg)
Soldadura	1,671

Mano de Obra

(i,j)	ACTIVIDAD	DURAC. DIAS	H	D-H
(22,23)	Soldadura estruc tura	26	12	312 *
TOTAL				312 *

2.9. Arenado Pintado Estructura :Material

DESCRIPCION	GALONES
Pintura anticorrosiva	77

Mano de Obra

(i,j)	ACTIVIDAD	DURAC. DIAS	H	D-H
(24,26)	Arenado y pintado estructura	5	12	60
TOTAL				60

3. Cubierta Principal y Cubierta de Castillo :

Planos de Referencia

Planchaje de cubierta P-02-017

Diagramas de flechas-Pert P-03-019

3.1. Planchaje de Cubierta principal y castillo:

Material

DESCRIPCION	CANT.	PESO KG
Plancha acero naval 1/4" x 6' x 20'	20	10,760
Plancha acero naval 5/16" x 6' x 20'	7	4,711
Plancha acero naval 1/2" x 6' x 20'	1	1,076
Soldadura		85

Mano de Obra

(i, j)	ACTIVIDAD	DUR. DIAS	H	D-H
(23, 24)	Planchaje de cu biertas	7	12	84
TOTAL				84

3.2. Soldadura cubierta principal y Cubierta Cas-
tillo :

Material

DESCRIPCION	PESO KG
Soldadura	740

Mano de Obra

(i,j)	ACTIVIDAD	DURAC. DIAS	H	D-H
(31,33)	Soldadura cubierta exterior	12	12	144
TOTAL				144

4. Casco :

Planos de referencia

Planchaje de casco P-02-016

Diagrama de flechas-Pert P-03-019

4.1. Planchaje de Casco :Material

DESCRIPCION	CANT.	PESO KG
Plancha acero naval 1/4" x 6' x 20'	4.0	2,224
Plancha acero naval 5/16" x 6' x 20'	62.0	36,140
Tubo acero sch 40 4"Ø x 20'	11.0	1,059
Tubo acero sch 40 6"Ø x 20'	5.0	847
Barra acero SAE 1020 1. 1/2"Ø x 20'	15.0	801
Soldadura		410

Mano de Obra

(i, j)	ACTIVIDAD	DURAC. DIAS	H	D-H
(26, 27)	Planchaje de casco	26	14	364
TOTAL				364

4.2. Soldadura de Casco :Material

DESCRIPCION	PESO KG
Soldadura	1640

Mano de Obra

(i, j)	ACTIVIDAD	DUR. DIAS	H	D - H
(27, 29)	Soldadura bodega	10	6	60
(27, 30)	Soldadura lazareto, Tanque Comb.	12	6	72
(29, 31)	Soldadura tanque colisión proa y popa	8	6	48
(30, 31)	Soldadura sala - de máquinas	12	6	72
(31, 32)	Soldadura casco exterior	20	12	240
TOTAL				492*

* Soldador

4.3. Enfriador de quilla :Material

DESCRIPCION	CANT.	PESO (KG)
Plancha acero naval 1/4" x 6' x 20'	8.5	4,575
Plancha acero naval 1/4" x 6' x 20'	13.0	194
Soldadura		120
Pintura anticorrosiva	7 Gal.	

Mano de Obra

(i, j)	ACTIVIDAD	DURAC. DIAS	H	D-H
(32,34)	Arenado y pinta do keel cooler	3	10	30
(34,36)	Instalación de pickes	6	8	48
(36,38)	Forrado de pi- ckes	11	8	88
(38,39)	Soldadura de pi- ckes	11	6	66*
TOTAL				30" 136 66*

* Soldador

5. Caseta y Puente de Mando :

Planos de referencia :

Estructura Caseta-Puente P-02-015

Diagrama de Flechas-Pert P-03-019

5.1. Caseta y puente de mandoMaterial

DESCRIPCION	CANT.	PESO (KG)
Plancha acero naval 3/16" x 4' x 20'	37.0	10,286
Platina acero naval 1/4" x 50 x 6000 mm	31.0	464
Platina acero naval 1/4" x 65 x 6000 mm	28.0	544
Platina acero naval 1/4" x 75 x 6000 mm	21.0	471
Platina acero naval 1/4" x 100 x 6000 mm	1.0	30
Platina acero naval 3/8" x 75 x 6000 mm	1.0	34
Platina acero naval 3/8" x 100 x 6000 mm	3.0	134
Tubo de acero sch 10 de 1.1/2"Ø x 20'	1.0	20
Soldadura		600

Mano de Obra

(i,j)	ACTIVIDAD	DURAC. DIAS	H	D-H
(28,33)	Pre-fab. mamparo y cubierta de caseta	15	8	120
(33,35)	Erección mamparo y cubierta de caseta	9	10	90
(35,39)	Soldadura caseta	9	8	72*
(28,35)	Pre-fab. puente de mando	14	6	84
(35,37)	Erección puente de mando	6	8	48
(37,39)	Soldadura puente - de mando	8	8	64*
TOTAL				342 136*

* Soldador

Como ya hemos calculado el total de mano de obra y el total de material a utilizar en cada orden de trabajo, podemos pasar a calcular el Costo de Producción para cada una de ellas. Estos costos de Producción los resumimos en unas hojas de cálculo de costos donde se detallan de la siguiente manera :

- 1era Columna : Item para cada orden
 2da Columna : Descripción del material que interviene en cada orden.
 3era Columna : Cantidad de material
 4ta Columna : Peso del material en Kgs., - nos ayuda a valorizar la materia prima.

5^{ta} Columna : Costo de material directo -
en acero, para su cálculo -
hemos considerado los siguientes
costos unitarios :

- . Plancha acero naval 0.86
\$/Kg.
- . Tubo de acero ST35 2.23
\$/Kg.
- . Barra de acero SAE 1020
1.79 \$/Kg.

6^{ta} Columna : Costo de material directo en
soldadura, las soldaduras u
tilizadas en mayor cantidad
son Cellocord AP (E-6011), -
Overcord (E-6013), Superci-
to (E-7018), con un costo -
promedio de :

- . Soldadura 2.66 \$/Kg.

7^{ma} Columna : Costo de material directo en
gases, tales como oxígeno y
acetileno. Para el cálculo
de su costo se considera 1/3
del costo de la soldadura.

8^{va} Columna : Costo de material directo -
de varios, tales como :

- . Plancha de triplay 6 mm x
4' x 8' 8.57 \$/Unid.
- . Pintura anticorròsiva e-
pòxica 19.14 \$/Gal.

9^{na} Columna : Tiempo en días y costo de -
mano de obra de varios, ta-
les como pintores, galibe-
ros, etc.

- . Costo promedio 11.21 \$/
día.

- 10ma Columna : Tiempo en días y costo de mano de obra de caldereros
. Costo promedio 11.71 -
\$/día
- 11^{ava} Columna : Tiempo en días y costo de mano de obra.
. Costo promedio 12.89 -
\$/día.
- 12ava Columna : Gastos directos, considerando en esta columna todos los trabajos realizados por terceros, tales como :
. Cortado de platinas de acero 0.07 \$/kg.
. Doblado y rolado de planchas 0.11 \$/kg.
- 13ava Columna : Total, en esta columna se considera la suma de material directo + mano de obra + gastos directos.

A continuación vamos a hacer un análisis de Costo de Mano de Obra, de acuerdo a la programación según planos N° P-03-019 y P-03-020, en los cuales se considera el término del proyecto en 230 días calendario, de los cuales 11.1/2 horas diarias de lunes a sábado y domingo de 8 horas, se ha considerado como promedio 11 horas diarias.

Para el cálculo de Costo, hacemos el análisis en 30 días considerando :

- . De Lunes a Sábado, 8 horas normales y 3.5 horas a tiempo y medio.
- . Domingos, 8 horas a tiempo doble.

- . Jornal diario I/.80.00
- . Cambio 17.50 I/.por \$

Pago a Trabajador

Tiempo simple ...	80.00 x 30	..I/.2,400.00	
Tiempo y medio...	3.5 x 26 x		
	10.00 x 1.5..	1,365.00	
Tiempo doble	8 x 4 x 10.00		
	x 2	640.00
			I/.4,405.00

Carga Social

Seguro social 6%	I/.264.30	
Sist. Nacional de pensiones 6%	264.30	
Fonavi 4%	176.20	
Senati 1.5%	66.08	
Accidentes de - trabajo 7%	308.35	1,079.00
Gratificaciones $2 \times \frac{1}{12} \times 2,400$		400.00
T O T A L		I/.5,884.23

Costo por Día = I/. $\frac{5,884.23}{30}$ = I/. 196.14

Al cambio por día = I/. 17.5 por \$

Varios I/.196.14 x 1 = 196.14/17.5 = \$11.21
 Calderero I/.196.14 x 1.05 = 205.95/17.5 =
 \$ 11.71
 Soldador I/.196.14 x 1.15 = 225.56/17.5 =
 \$ 12.89

A continuación vamos a obtener los Gastos Indirectos, para lo cual usamos un factor de 3 que multiplicado por la mano de obra directa nos dá como resultado el Costo de los Gastos Directos. Este factor se toma en cuenta considerando lo siguiente :

- . Material indirecto, tales como combustibles, lubricantes, discos de esmeril, et cétera.
- . Mano de obra indirecta, sueldo de Ingenieros, Jefes de Producción, Supervisores, Personal de Producción, Mantenimien to y Guardianía.
- . Otros Gastos Indirectos, tales como electricidad, aire comprimido, pago de teléfono, radio, primas de seguro, depreciación de máquinas, edificios y talleres, alquileres e imprevistos varios, etc.

Luego, el costo de Producción será igual a:

$\begin{aligned} \text{COSTO DE PRODUCCION} &= \text{Materiales directos} + \\ &\quad \text{Mano de obra directa} \\ &\quad + \text{Gastos directos} + \\ &\quad \text{Gastos indirectos} \end{aligned}$
--

Como Resumen de las hojas de Cálculos de Costos de Producción, obtenemos los siguientes resultados :

ITEM	ORDEN DE TRABAJO	PESO ACERO (KG.)	COSTO PROD. \$
1	GALIBOS	--	10,929.02
2	ESTRUCTURA GENERAL	47,958	97,330.95
3	CUBIERTA PRINCIPAL Y CUBIERTA DE CASTILLO	16,547	28,517.70
4	CASCO	45,840	104,504.75
5	CASETA Y PUENTE DE MANDO	11,983	35,665.43
COSTO PRODUCCION TOTAL		122,328	276,947.85

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	PESO KG.	MATERIALES DIRECTOS				MANO DE OBRA DIRECTA				GASTOS INDIRECTOS \$	TOTAL \$	
				ACERO \$	SOLD. \$	GASES \$	VARIOS \$	VARIOS \$	CALDERERO \$	SOLDADOR \$	GASTOS DIRECTOS \$			
														%
1.	QUILLA :			5,121.93	79.80	247.16				36	421.56		13.93	5,884.38
	Plancha ac. naval 5/16" x 6' x 20'	0.85	591	508.26										
	Plancha ac. naval 3/8" x 6' x 20'	0.83	691	594.26										
	Plancha ac. naval 1/2" x 6' x 20'	0.57	633	544.38										
	Plancha ac. naval 1" x 6' x 20'	1.25	2,778	2,389.08										
	Plancha ac. naval 2" x 6' x 20'	0.10	444	381.84										
	Platina ac. naval 3/8" x 127 x 6000 mm	3.50	199	171.14									13.93	
	Tubo 8" sch 80 x 20'	0.62	239	532.97										
	Soldadura		30		79.80									
	Gases					247.16								
2.	MAMPAROS TRANSVERSALES :			6,712.30	518.30	346.02				72	843.12	257.80	96.46	8,774.40
	Plancha ac. naval 1/4" x 6' x 20'	10.25	5,695	4,897.70										
	Plancha ac. naval 5/16" x 6' x 20'	0.80	556	478.16										
	Platina ac. naval 3/8" x 75 x 6000 mm	29.0	941	809.26									65.87	
	Platina ac. naval 3/8" x 100 x 6000 mm	5.0	350	305.74									25.13	
	Platina ac. naval 1/2" x 100 x 6000 mm	1.3	78	67.08									5.46	
	Angulo ac. 1/4" x 75 x 75 x 6000 mm	4.0	176	151.36										
	Soldadura		195		518.70									
	Gases					346.02								

COSTOS DE OPERACION:
 UTILIDAD :
 VALOR DE VENTA :
 IMPUESTOS :
 PRECIO DE VENTA :

MANO DE OBRA DIRECTOS : \$ 10,882.42
 MATERIALES DIRECTOS : \$ 52,861.73
 GASTOS DIRECTOS : \$ 930.54
 GASTOS INDIRECTOS : \$ 32,647.26
 COSTOS DE PRODUCCION : \$ 97,330.95

COSTOS DE PRODUCCION
 PROYECTO BUQUE ARRASTRERO 34.10 MTS.-CONSUMO HUMANO
 ASUNTO: ESTRUCTURA GENERAL

PROYECTO BUQUE ARRASTRERO 34.10 MTS.-CONSUMO HUMANO
 ASUNTO: ESTRUCTURA GENERAL
 COSTOS DE PRODUCCION
 MANO DE OBRA DIRECTOS : \$ 10,882.42
 MATERIALES DIRECTOS : \$ 52,861.73
 GASTOS DIRECTOS : \$ 930.54
 GASTOS INDIRECTOS : \$ 32,647.26
 COSTOS DE PRODUCCION : \$ 97,330.95

COSTOS DE PRODUCCION

PROYECTO: BUQUE ARRASTRERO 34.10 MTS. - CONSUMO HUMANO

ASUNTO: CASCO

MATERIALES DIRECTOS: \$ 50,716.97
 GASTOS DIRECTOS : \$ 252.10
 GASTOS INDIRECTOS : \$ 40,151.76
 COSTOS DE PRODUCCION : \$104,504.75

UTILIDAD
 VALOR DE VENTA
 IMPUESTOS
 PRECIO DE VENTA

ITEM	DESCRIPCION	CANT	PESO KG.	MATERIALES DIRECTOS				MANO DE OBRA DIRECTA				GASTOS DIRECTOS \$	TOTAL \$	
				ACERO \$	SOLD. \$	GASES \$	VARIOS \$	VARIOS \$	VALDERERO \$	SOLDADOR \$	GASTOS DIRECTOS \$			
1.	PLANCHETE DE CASCO :													
	Plancha ac. naval 1/4" x 6' x 20'	4	2,224	38,677.21	1,090.60	1,820.81				364	1,262.44		238.52	46,089.58
	Plancha ac. naval 5/16" x 6' x 20'	52	36,140	1,912.64										
	Tubo ac. sch 40 4"φ x 20'	11	1,059	31,080.40									238.52	
	Tubo ac. sch 40 6"φ x 20'	5	847	2,361.57										
	Barra ac. SAE 1020 1.1/2"φ x 20'	15	801	1,888.81										
	Soldadura		410	1,433.79	1,090.60									
	Gases					1,820.81								
2.	SOLDADURA CASCO :													
	Soldadura		1,640		4,362.40							492	6,341.88	10,704.28
3.	ENFRIADOR DE QUILLA:													
	Plancha ac. naval 1/4" x 6' x 20'	8.5	4,575	4,101.34	319.20	211.43	133.98	30	336.30	136	1,592.56	66	13.58	7,559.13
	Platina ac. naval 1/4" x 6' x 20'	13.0	194	3,934.50										
	Soldadura		120	166.84	319.20									
	Gases					211.43								
	Pintura anticorrosiva		7 Gal.				133.98							
				42,779.55	5,772.20	2,032.21	133.98		336.30		5,855.00		252.10	64,452.00

COSTOS DE PRODUCCION

PROYECTO: BUQUE ARRASTRERO 34.10 MTS.-CONSUMO HUMANO

ASUNTO: CASETA Y PUENTE DE MANDO

MANO DE OBRA DIRECTOS: \$ 12.460.03
 UTILIDAD
 VALOR DE VENTA : \$ 173.96
 IMPUESTOS : \$ 17,273.58
 PRECIO DE VENTA : \$ 35,665.43

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	PESO KG.	MATERIALES DIRECTOS				MANO DE OBRA DIRECTA				GASTOS DIRECTOS \$	TOTAL \$			
				ACERO \$	SOLD. \$	GASES \$	VARIOS \$	VARIOS %	VALEROS \$	ALDERERO %	SOLDADOR %					
1.	CASETA Y PUENTE DE MANDO :			10,332.78	1,596.00	531.25				342	1,004.82	136	1,753.04	173.96	18,391.85	
	Plancha ac. naval 3/16" x 4' x 20'	37.0	10,286	8,845.96										56.57		
	Platina ac. naval 1/4" x 50 x 6000 mm	31.0	464	399.04										32.48		
	Platina ac. naval 1/4" x 65 x 6000 mm	28.0	544	467.84										38.08		
	Platina ac. naval 1/4" x 75 x 6000 mm	21.0	471	405.06										32.97		
	Platina ac. naval 1/4" x 100 x 6000 mm	1.0	30	25.80										2.10		
	Platina ac. naval 3/8" x 75 x 6000 mm	1.0	34	29.24										2.38		
	Platina ac. naval 3/8" x 100 x 6000 mm	3.0	134	115.24										9.38		
	Tubo ac. sch 10 1.1/2"ø x 20'	1.0	20	44.60												
	Soldadura		600		1,596.00											
	Gases					531.25										
				10,332.78	1,596.00	531.25								4,004.82	1,753.04	18,391.85

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES :1. CONCLUSIONES

- 1.1. El diseño estructural hecho en base a las "Reglas para la Construcción de Buques de Acero hasta 60 metros de Eslora", considerando para nuestro proyecto el Escantillo nado con los Módulos de Sección mínimos - permisibles, en los diferentes elementos estructurales, lo cuál nos permite disminuir el peso total de la embarcación y - consecuentemente el costo de la embarcación, ya que es un factor decisivo para - los Armadores.
- 1.2. La Astilla Muerta que mejores resultados a dado en nuestros mares, esta en el rango de 12° a 15°, motivo por el cuál en - nuestro proyecto hemos mejorado la Astilla Muerta a 14°, de su prototipo que superaba los 15° consiguiendo mejorar la estabilidad de la embarcación.
- 1.3. El diseño propuesto en el plano de presentación esta orientado a la captura de especies demersales, las cuáles no pueden - ser capturadas por las embarcaciones cercu - queras tradicionales, ya que estas se encuentran a media agua o fondo del mar.
- 1.4. Por la importancia y complejidad del diseño de un barco arrastrero es imprescindible que su construcción este gestionada - mediante una programación y control dinámico tipo PERT al principio y cuando ya - se haya normalizado la racionalización de recursos economicos-humanos-técnicos pa - sar a un sistema tipo CPM, utilizando en lo posible el Software especialmente desa

rrollado en el Perú para la aplicación de computadoras.

- 1.5. Igualmente la construcción de embarcaciones arrastreras, redundaran positivamente en la reactivación de los Astilleros nacionales, ya que estos están capacitados para construir embarcaciones pesqueras - hasta 500 Toneladas métricas de capacidad de bodega y de igual manera en las actividades empresariales relacionadas directa o indirectamente con la pesquería marítima.

2. RECOMENDACIONES

- 2.1. Se recomienda que los organismos pertinentes de la Tecnología Nacional : Capítulo de Ingenieros Pesqueros, Capítulo de Ingenieros Mecánico-Electricistas del Colegio de Ingenieros del Perú preparen para el - ITINTEC con el auspicio de la Sociedad Nacional de Pesquería, Sociedad de Armadores Pesqueros, Ministerio de Pesquería, - SIMA Perú y Universidades unas normas Peruanas para el diseño, construcción, y Control de Calidad que requiera nuestra pesquería nacional.
- 2.2. Apoyar la integración nacional de equipos de pesca, acorde a las necesidades de pesca de nuestras aguas y al diseño de los Arrastreros.
- 2.3. Implementar y poner a disposición pública un Laboratorio para ensayos hidráulicos - de modelos de embarcaciones.

- 2.4. Formular un elenco de parametros de diseño que convenga optimizar en sucesivos proyectos a fin de mejorar la eficacia de los diseños al estilo de la presente tesis que a optimizado la Astilla Muerta.
- 2.5. Concretizar en el mas corto plazo la construcción de embarcaciones arrastreras para consumo humano directo, a fin de que ayude a efectivizar el plan de racionalización de la flota pesquera nacional.

VIII. ANEXOS

1. CUADROS Y GRAFICOS

CUADRO N° 1 - EXTRACCION DE ESPECIES DE CONSUMO HUMANO EN DIRECTO
 CONSUMO HUMANO DIRECTO DESDE 1966 HASTA 1985

AÑOS	TOTAL	CONSUMO HUMANO INDIRECTO - 1				CONSUMO HUMANO DIRECTO							EMBUTIDO T.M.	%
		SUB-TOTAL T.M.	ANCHOVETA T.M.	OTROS T.M.	%	SUB-TOTAL T.M.	FRESCO T.M.	ENLATADO T.M.	CONGELADO T.N.	SALADO SECO T.M.				
1966	8'712,358	8'555,088	8'529,821	25,267	98.23	157,270	72,360	42,680	15,856	26,374	----	1.77		
1967	10'034,108	9'858,754	9'824,624	34,130	98.25	175,354	79,090	26,546	27,685	42,033	----	1.75		
1968	10'440,402	10'284,888	10'262,661	22,227	98.51	155,514	84,794	25,081	21,378	24,261	----	1.49		
1969	9'143,430	8'976,938	8'960,460	16,478	98.18	166,492	95,286	27,199	21,365	22,642	----	1.82		
1970	12'481,079	12'295,698	12'276,977	18,721	98.51	185,381	107,747	34,408	24,245	18,981	----	1.49		
1971	10'505,183	10'298,787	10'276,593	22,194	98.04	206,396	119,341	53,166	24,046	8,625	1,213	1.96		
1972	4'675,104	4'462,207	4'447,189	15,018	95.45	212,897	127,493	65,755	11,281	7,586	782	4.55		
1973	2'290,023	1'994,857	1'512,828	482,029	87.11	295,166	160,151	64,590	58,520	11,001	904	12.89		
1974	4'120,038	3'801,203	3'583,447	217,756	92.26	318,835	140,059	82,751	79,610	15,387	1,028	7.74		
1975	3'409,213	3'116,969	3'078,804	38,165	91.43	292,244	125,532	74,326	74,140	16,704	1,542	8.57		
1976	4'337,822	4'003,982	3'863,049	140,933	92.30	333,840	130,592	98,758	92,533	11,597	960	7.70		
1977	2'491,433	2'017,413	792,085	1'225,328	80.97	474,020	169,587	160,165	127,608	16,543	117	19.03		
1978	3'430,263	2'811,490	1'187,004	1'624,486	81.96	618,773	175,990	237,784	190,704	14,295	----	18.04		
1979	3'639,365	2'881,722	1'362,738	1'518,984	79.18	757,643	176,653	345,317	200,509	35,164	----	20.82		
1980	2'697,120	1'726,298	720,040	1'006,168	64.00	970,912	155,748	567,024	219,800	28,340	----	36.00		
1981	2'700,903	1'850,316	1'225,139	625,177	68.51	850,587	147,294	565,773	105,713	31,807	----	31.49		
1982	3'497,010	2'946,026	1'720,404	1'225,622	84.24	550,984	150,793	314,397	52,338	32,956	----	15.76		
1983	1'537,010	1'227,729	118,436	1'109,293	83.13	309,290	106,722	118,164	55,398	28,506	----	16.87		
1984	3'288,426	2'740,752	22,988	2'717,764	83.35	547,644	186,433	148,315	181,164	31,732	----	16.65		
1985	4'110,173	3'597,806	844,255	2'753,551	87.53	512,367	181,907	125,480	177,434	27,546	----	12.47		

CUADRO N° 2 TOTAL FLOTA INDUSTRIAL: NUMERO DE EMBARCACIONES POR AÑOS DE CONSTRUCCION EN EMBARCACIONES



Cuadro N° 2

2. BIBLIOGRAFIA :

- . Aplicaciones prácticas del Pert y CPM
Luis Yu Chuen-Tao
- . Técnicas Pert y CPM
Jerone D. Wiest - Ferdinand K. Levy
Ediciones Paraninfo
- . Técnicas Modernas para el Planeamiento y Control de la Producción
Nolberto J. Munier
Editorial Astrea de Rodolfo de Palma y Hnos.
Buenos Aires.
- . Tecnología de la organización industrial
José María Lasheras
Aurelio Abancens
Ediciones Cedel - Barcelona
- . Manual de la Producción
Alford y Bangs
México
- . Proyectos Industriales
Ing. Fernando Caldas
Ing. Felix Pando
- . Preparación técnica Evaluación Económica y Presentación de Proyectos
Nolberto J. Munier - Editorial Astrea
- . Teoría del Buque
Baldomero García - Doncel Rodríguez
Tomos I y III
Barcelona

- . Teoría del Buque y sus Aplicaciones (Estática del Buque) Volumen I
Carlos Godino Gil - Editorial Gustavo Gili S.A.
Barcelona

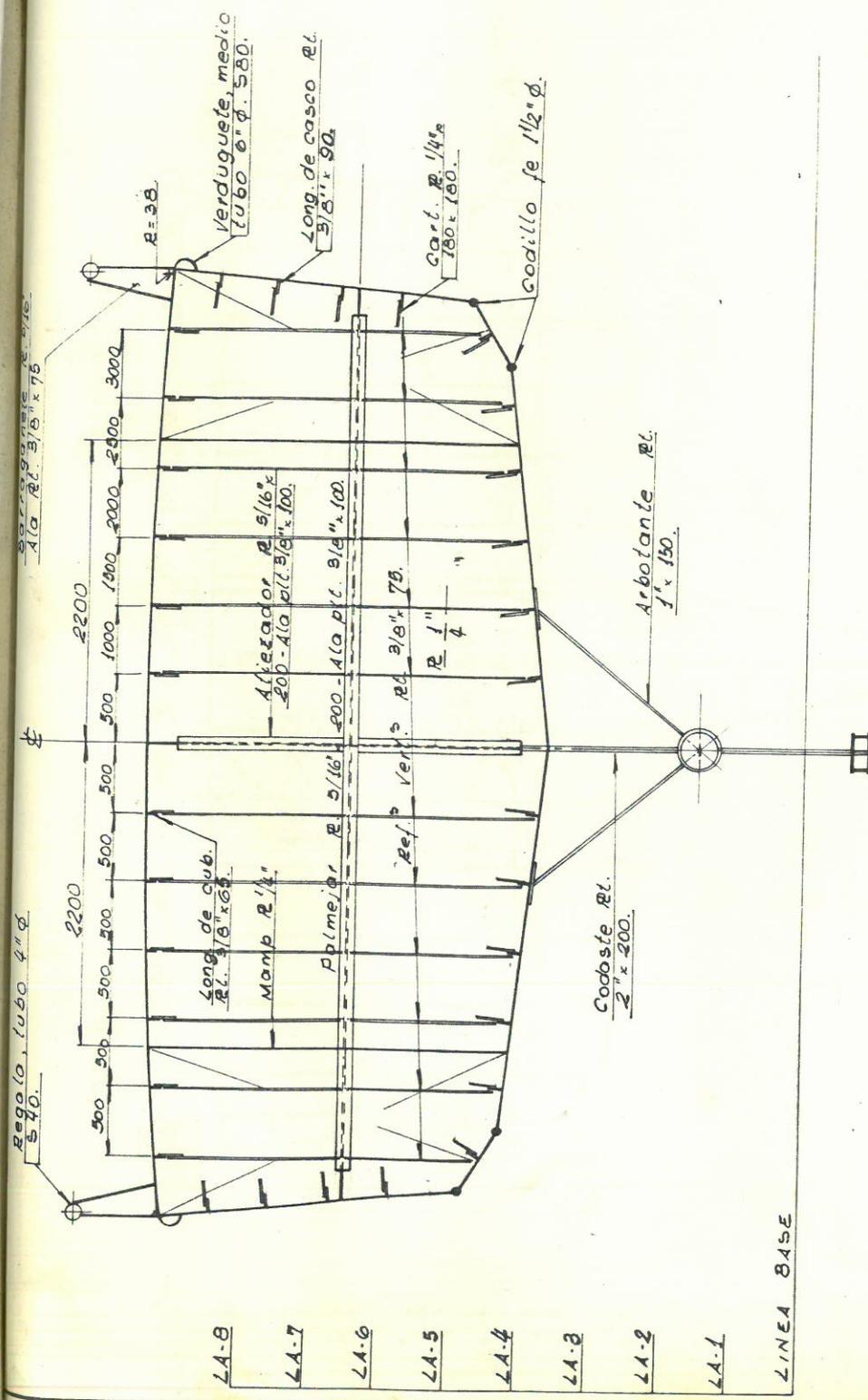
- . Teoría del Buque
Antonio Bonilla de la Corte - Vigo, España

- . Reglas para la Construcción y Clasificación de Buques de Acero hasta 60 mts.de eslora
"Sociedad de Registro y Clasificación Mexicana S.A."
México

- . Reglamento para la Construcción y la Clasificación de Buques de Acero.
"Registro Internacional de Clasificación de Buques-Bureau Veritas"
Paris.

3. PLANOS

. Disposición General	P-01-001
. Disposición General Elevación	P-01-002
. Plano de Formas	P-01-003
. Trazos para cálculos de Curvas Hidrostáticas	P-01-004
. Curvas Hidrostáticas	P-01-005
. Plano Secciones de Construcción ...	P-01-006
. Estructura General	P-02-007
. Mamparo 2	P-02-008
. Mamparo 4	P-02-009
. Cuaderna 11	P-02-010
. Cuaderna 14	P-02-011
. Mamparo 16	P-02-012
. Cuaderna 17	P-02-013
. Mamparo 23	P-02-014
. Estructura Caseta-Puente	P-02-015
. Planchaje de Casco	P-02-016
. Planchaje de Cubierta	P-02-017
. Detalles de Estructura	P-02-018
. Programa Pert	P-03-019
. Cronograma	P-03-020



- LA-8
- LA-7
- LA-6
- LA-5
- LA-4
- LA-3
- LA-2
- LA-1

LINEA BASE

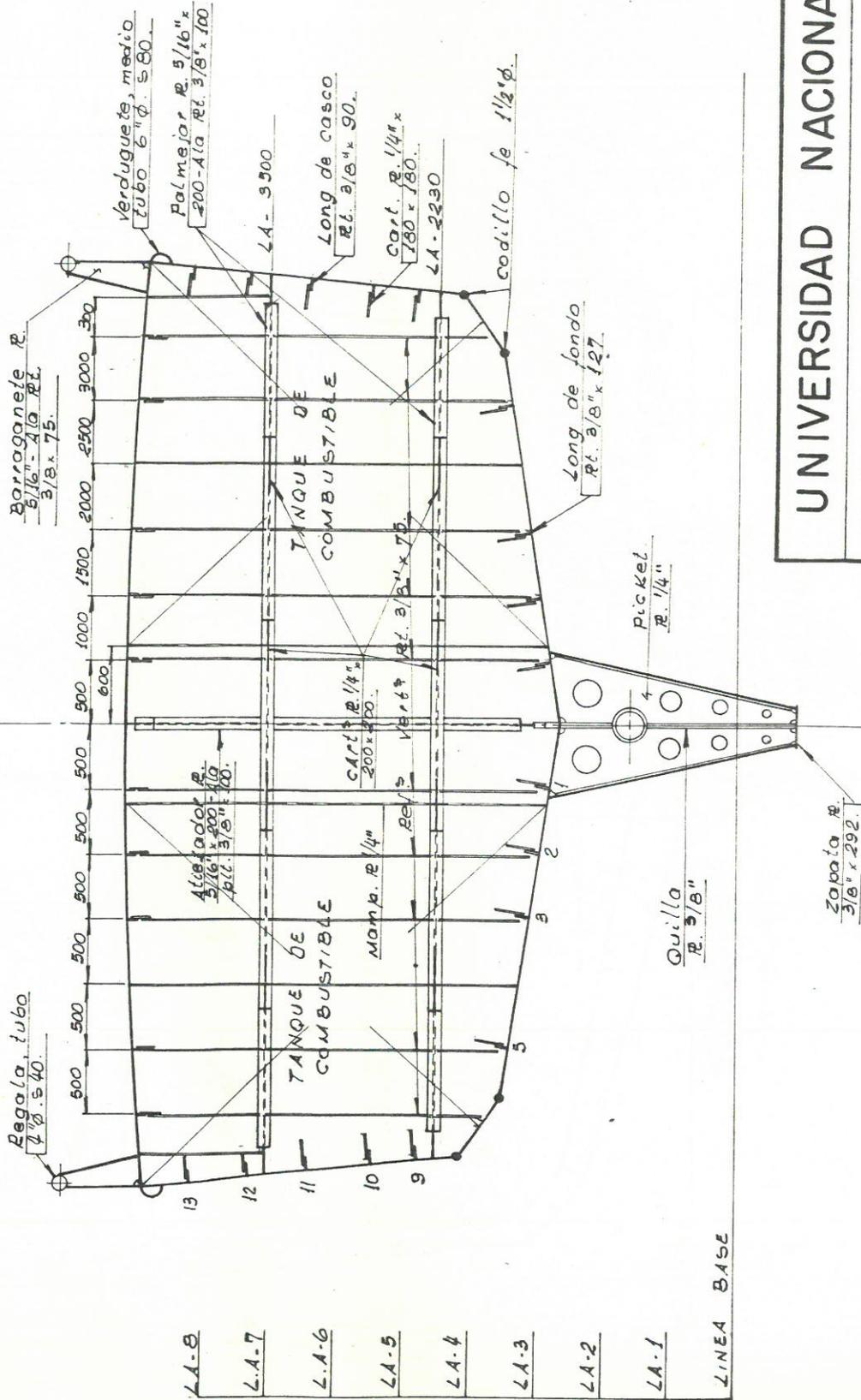
MIRANDO A PROA.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA - ENERGIA

DESIG.- BUQUE DE PESCA ARRASTRERO DE 34.10m. - CONSUMO HUMANO -
MAMPARO Nº 2

ESCALA.- 1:50	DIB.- M.P.R.	REV.- G.O. SALCEDO	PLANO Nº
	APROB.- ING. G. MEJIA	FECHA.- OCT. - 85	P-02-008



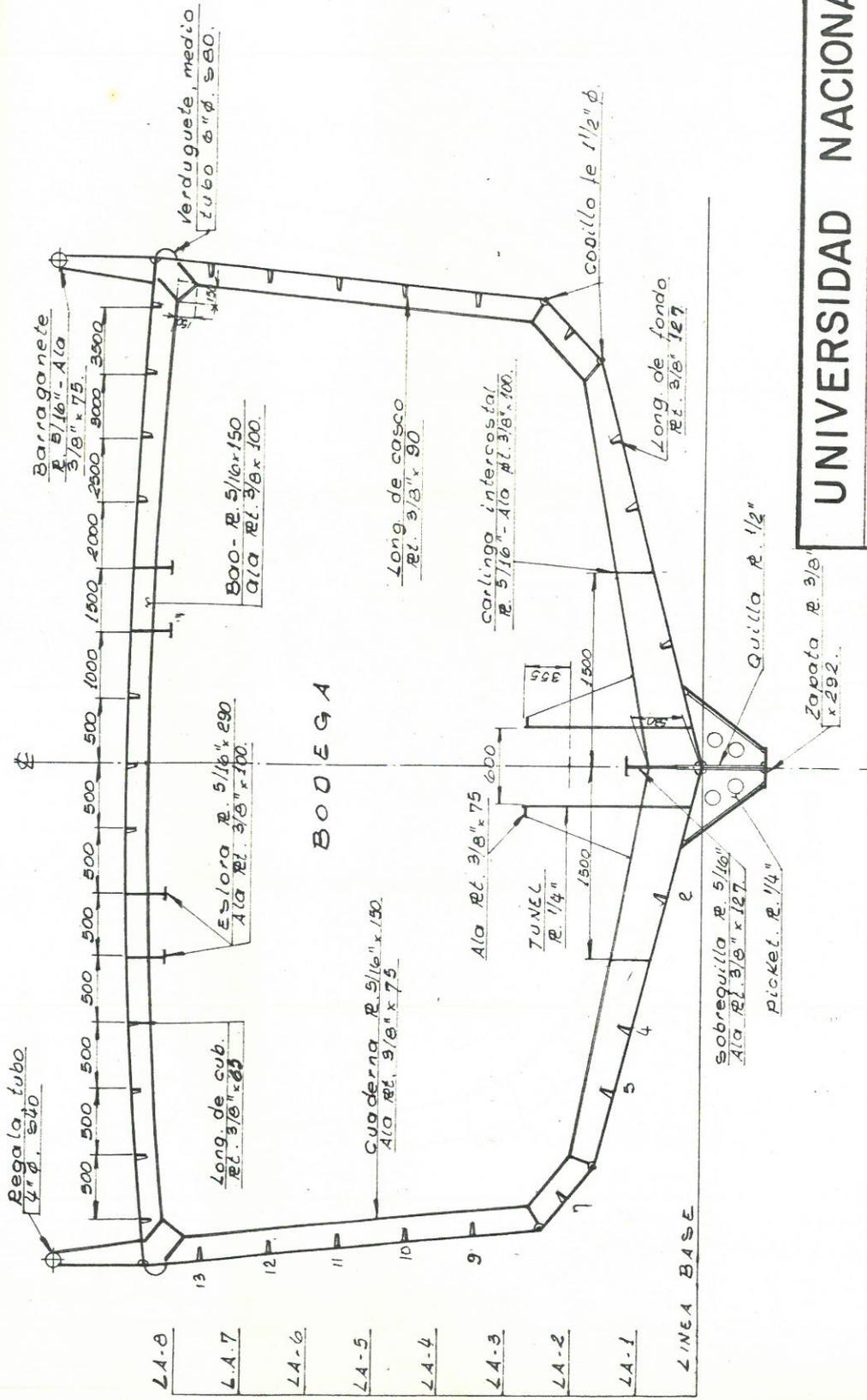
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA - ENERGIA

DESIG.- BUQUE DE PESCA ARRASTRERO DE 34.10 m. - CONSUMO HUMANO -
MAMPARO Nº 4

ESCALA.- 1:50	DIB.- M.P.R.	REV.- G.O.SALCEDO	PLANO Nº
	APROB.- ING. G. MEJIA	FECHA.- OCT. - 85	P-02-009

MIRANDO A PROA

LINEA BASE



- LA-8
- LA-7
- LA-6
- LA-5
- LA-4
- LA-3
- LA-2
- LA-1

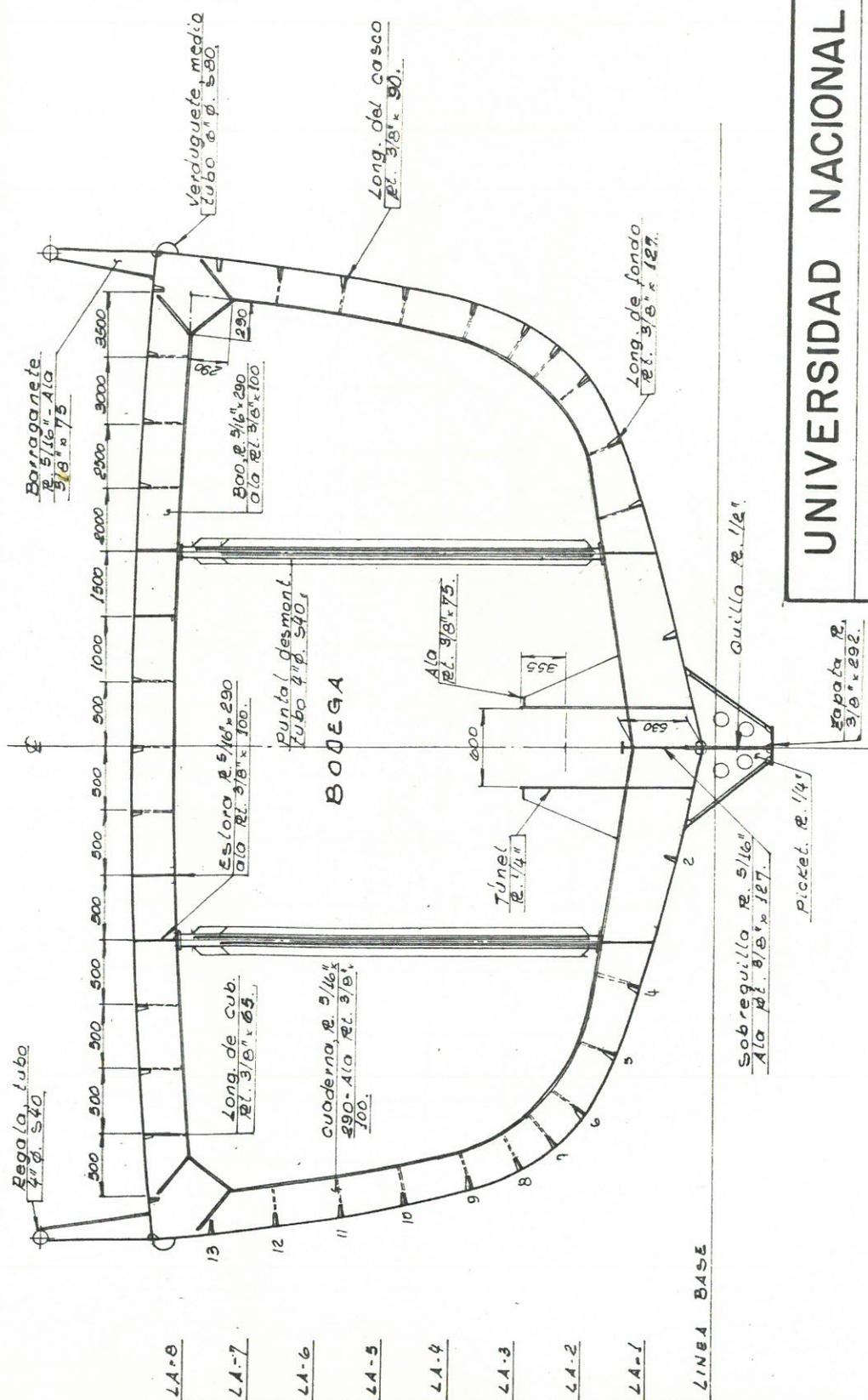
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA - ENERGIA

DESIG.- BUQUE DE PESCA ARRASTRERO DE 34.10 m. - CONSUMO HUMANO -
CUADERNA Nº 11

ESCALA.-	DIB.- M.P.R.	REV.- G.O.SALCEDO	PLANO Nº
1:50	ING. G. MEJIA	FECHA.-	P-02-010
		OCT.- 85	

MIRANDO A POPA



- LA-8
- LA-7
- LA-6
- LA-5
- LA-4
- LA-3
- LA-2
- LA-1
- LINEA BASE

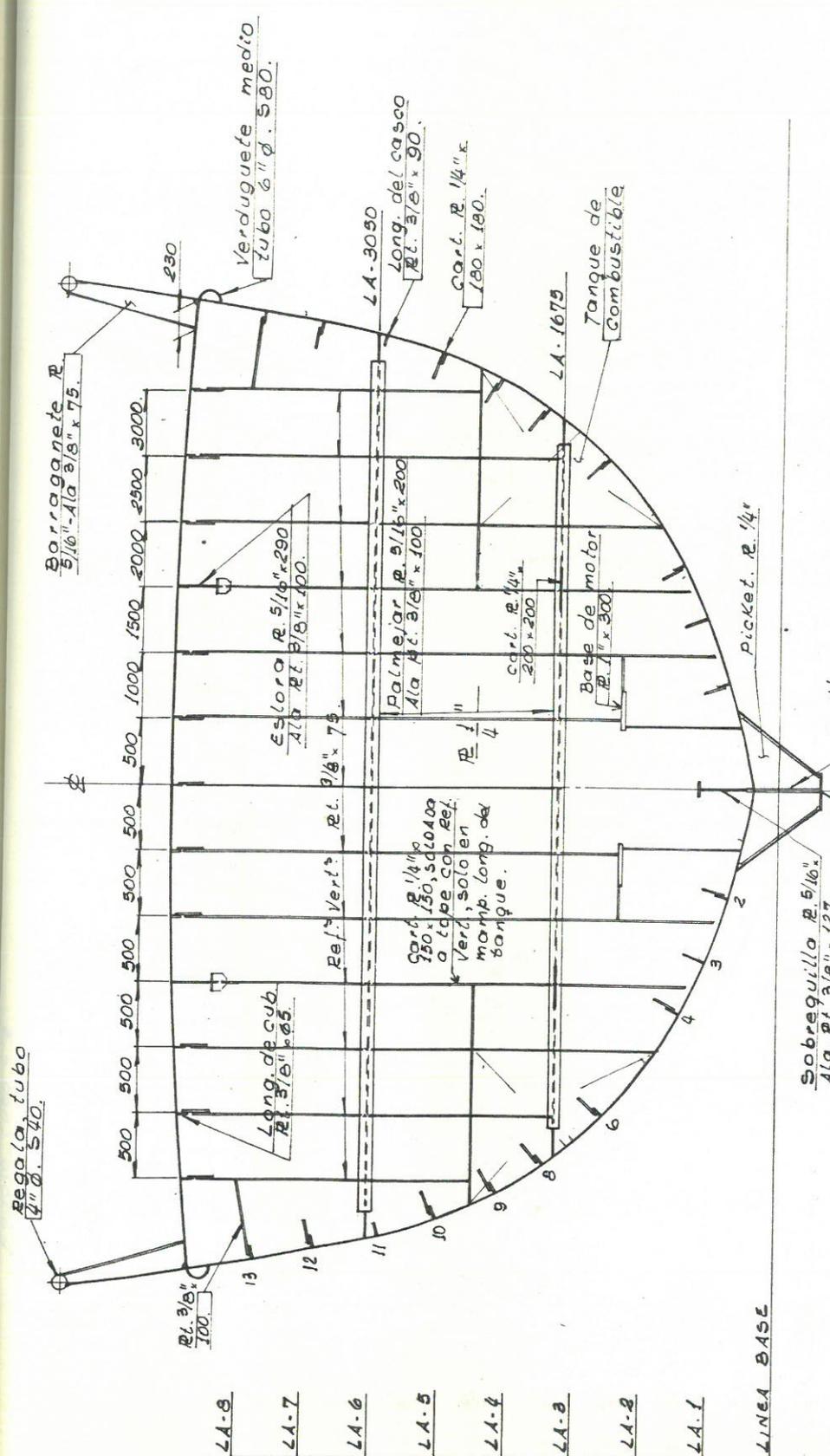
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA - ENERGIA

DESIG.- BUQUE DE PESCA ARRASTRERO DE 34.10 m. - CONSUMO HUMANO -
CUADERNA N° 14

ESCALA.-	DIB.- M. P. R.	REV.- G. O. SALCEDO	PLANO N°
1:50	ING. G. MEJIA	APROB.-	P-02-011
		OCT.- 85	

MIRANDO A POPA



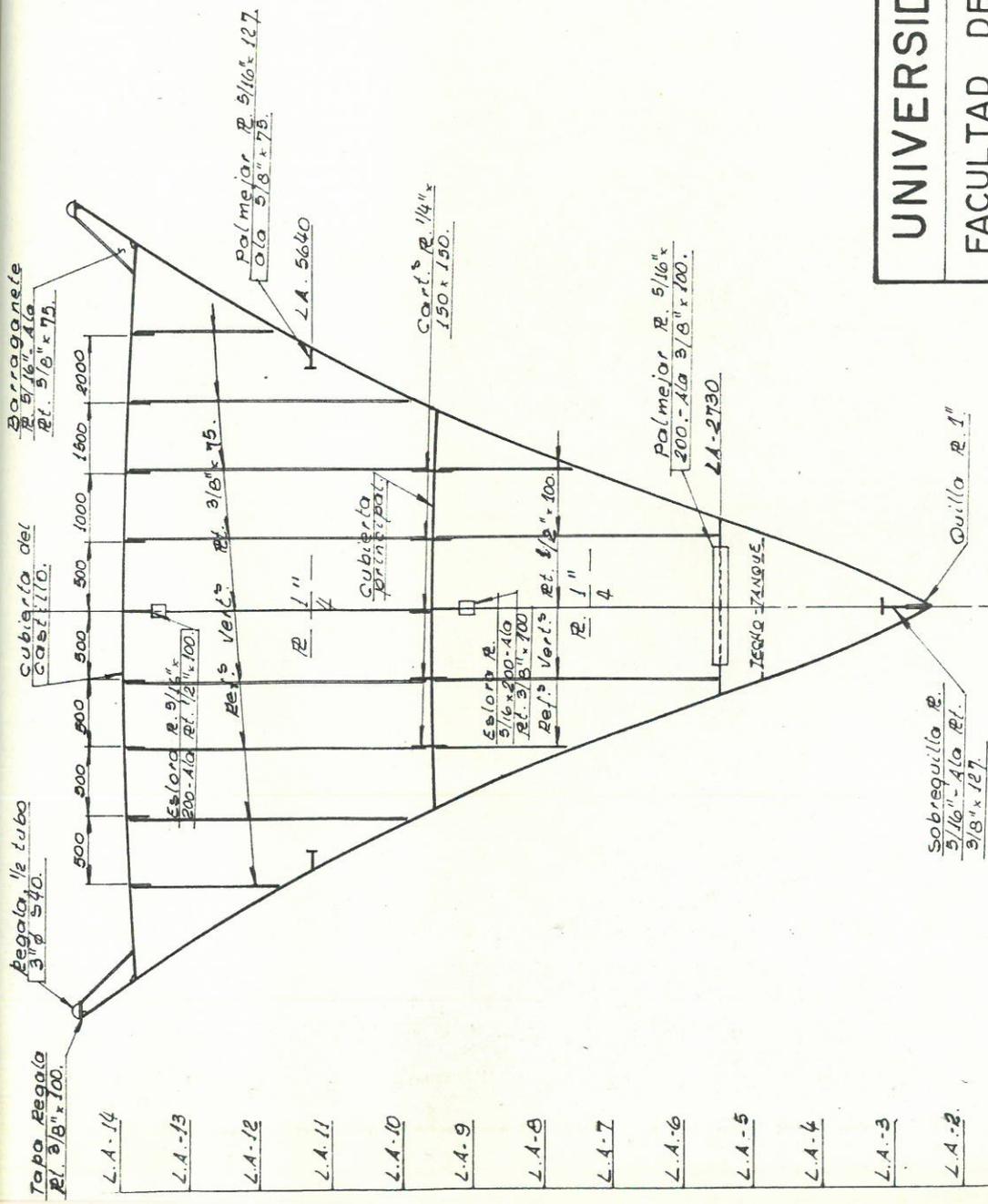
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA - ENERGIA

DESIG.- BUQUE DE PESCA ARRASTRERO DE 34.10m. - CONSUMO HUMANO -
MAMPARO N° 16

ESCALA.- 1:50	DIB.- M.P.R.	REV.- G.O. SALCEDO	PLANO N°
		APROB.- ING. G. MEJIA	FECHA.- OCT. - 85

MIRANDO A POPA



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA - ENERGIA

DESIG.- BUQUE DE PESCA ARRASTRERO DE 34.10m. - CONSUMO HUMANO -
 MAMPARO Nº 23

ESCALA.-	DIB.-	REV.-	PLANO Nº
1:50	M.P.R.	G. O. SALCEDO	P-02-014
	APROB.-	ING. G. MEJIA	FECHA.-
			OCT.- 85

LINEA BASE

MIRANDO A POPA.

LISTA DE MATERIALES

SEGUN PLANO:
ESTRUCTURA DE CASETA Y PUENTE

D. SALCEDO.		A PROB. - ING. G. MEJIA	DIB. - M. P.R.	FECHA - OCT. -85	HOJA - I de 2	Nº P-02-015.
Nº.	CANT.	UNID.	DESCRIPCION			PESO
	1	PZA.	PLANCHA AC. NAVAL	3/16"	4' x 20'	278
	1	PZA.	"	"	"	278
	1	"	"	"	"	278
	1	"	"	"	"	278
	1	"	"	"	"	278
	1	"	"	"	"	278
	1	"	"	"	"	278
	1	"	"	"	"	278
9A	1	"	"	"	"	278
10A	1	"	"	"	"	278
11A	1	"	"	"	"	278
12A	1	"	"	"	"	278
13A	1	"	"	"	"	278
14A	1	"	"	"	"	278
15A	1	"	"	"	"	278
16A	1	"	"	"	"	278
17	1	"	"	"	"	278
18	1	"	"	"	"	278
19	1	"	"	"	"	278
20	1	"	"	"	"	278
21	1	"	"	"	"	278
22	1	"	"	"	"	278
23	1	"	"	"	"	278
24A	1	"	"	"	"	278
25	1	"	"	"	"	278
26	1	"	"	"	"	278
27	1	"	"	"	"	278
28	1	"	"	"	"	278
29B	1	"	"	"	"	278
30B	1	"	"	"	"	278
31A	1	"	"	"	"	278
32A	1	"	"	"	"	278

