

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

Facultad de Ciencias de la Ingeniería
Escuela de Ingeniería Naval



Anteproyecto de una barcaza en madera para actividad salmonera

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA
INGENIERIA

Profesor Patrocinante:
Sr. Néstor Barrientos Díaz
Ingeniero en Construcción Naval

Carlos Alberto Barría Bahamonde

Valdivia Chile 2002

INDICE

RESUMEN – SUMMARY

INTRODUCCION

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

	Página
1.1 PERFIL DE MISIÓN	1
1.1.1 Misión de la Embarcación	1
1.1.2 Zona de Operación	1
1.1.3 Radio de Acción.	1
1.1.4 Características de la Zona de Operación.	1
1.1.5 Tripulación.	2
1.1.6 Capacidad de Carga.	2
1.1.7 Velocidad de Servicio.	3
1.1.8 Material de construcción.	3
1.1.9 Características de la carga.	4
1.1.10 Características de los lugares de Embarco-Desembarco.	4
1.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.	4
1.2.1 Requerimientos de construcción	4
1.2.2 Disposición general	6
1.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA MADERA	7
Aspectos generales	7

CAPÍTULO II

REGLAMENTACION

2.1 Equipamiento de supervivencia	11
a) Aros salvavidas	12
b) Chalecos salvavidas	12
c) Ayudas térmicas	12
d) Balsas salvavidas	12
e) Bote de servicio	12

2.2	Elementos , artículos, equipos e instrumentos de navegación y maniobras.	12
2.3	Exigencias para el Armador	13
2.4	Prevención de la contaminación.	14
2.5	Registro de matrícula de una nave menor	17
2.5.1	Antecedentes necesarios para la inscripción.	18

CAPÍTULO III

PROYECTO DE ARQUITECTURA.

	Elección de la Forma del Casco.	21
a)	Requerimientos del Armador.	21
b)	Condiciones de Navegación.	21
c)	Requerimientos de Construcción.	23
d)	Condiciones de Gobierno.	23
e)	Características Hidrostáticas.	24
f)	Evaluación preliminar de estabilidad inicial y de arqueo	30

CAPÍTULO IV

PROYECTO ESTRUCTURAL

4.1.	Determinación del Escantillonado	32
4.2	Escantillonado de la Superestructura.	34

CAPITULO V

PROYECTO DE MAQUINARIA

5.1	Potencia Propulsora	36
a)	Ensayo de Remolque en Canal	36
b)	Consideraciones en el ensayo con modelo	36
c)	Resumen de extrapolación del modelo	37
d)	Resistencia total del modelo y determinación de potencia	37
5.2	Gobierno y propulsión.	42
a)	Línea de eje.	42
b)	Gobierno	42

CAPÍTULO VI

INSTALACIONES PRINCIPALES

6.1	Elementos de amarre y fondeo.	43
6.1.1	Elementos de Amarre	43
6.1.1.1	Amarras	43
6.1.1.2	Bitas de amarre	43
6.1.2	Sistema de Fondeo	43
6.2	Circuitos Principales	47
6.2.1	Circuito de Achique	47
6.2.2	Circuito Contra incendio.	51
6.2.3	Circuito de combustible	52
6.2.4	Circuito de Agua Dulce	52
6.2.5	Circuito Eléctrico	52

CAPITULO VII

CÁLCULO DE PESOS Y ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

7.1	Estimación de Pesos y Centros de Gravedad.	53
7.1.1	Cálculo del Desplazamiento liviano.	54
7.1.2	Calculo del Peso Muerto (DW).	59
7.1.2.1	Peso del Combustible	59
7.1.2.2	Peso de agua dulce, estanque de retención y Complementos.	60
7.1.2.3	Carga a Transportar.	61
7.2	Análisis preliminar de la estabilidad transversal	65
7.2.1	Evaluación de la Estabilidad Transversal	68
7.3	Análisis preliminar de la estabilidad longitudinal.	69

CAPITULO VIII

ESTIMACIÓN DE MATERIALES

Antecedentes generales	77
8.1 Materiales	78
8.2 Del equipamiento general	82
8.3 Del equipamiento de la acomodaciones	82
8.4 Equipamiento de supervivencia y navegación	82

CAPÍTULO IX

CAPACIDADES Y LIMITACIONES.

9.1 De los materiales de construcción	83
9.2 De la construcción	84
9.3 De la operación	84
9.4 De la actividad específica	85

CONCLUSIONES	86
---------------------	----

BIBLIOGRAFÍA	88
---------------------	----

ANEXOS

Anexo A	
Tecnología de la madera	92
Anexo B	
Preservación y productos preservantes para madera de uso naval.	116
Anexo C	
Pinturas marinas para madera	119
Anexo D	
Fabricación o preparación de pernos	126
Anexo E	
Unidades de medidas más usadas en el campo maderero.	129
Anexo F	
Planos de estiba de las cargas	130

RESUMEN

Esta tesis consiste en el desarrollo de un anteproyecto de una barcaza en madera para cumplir con faenas propias de la actividad salmonera, específicamente en aguas interiores a lo largo de la isla de Chiloé. Es una embarcación menor de 50 TRG, con una eslora total con rampa de 24.5 metros, con una capacidad de transportar sobre cubierta de 40 toneladas.

El objetivo principal es que sea construida en CHILOE, con maderas que pueden ser encontradas en la zona y que cumplen con los requisitos de calidad para embarcaciones. Todo buscando un buen manejo de costos y calidad.

Dentro de las etapas que se han desarrollado para obtener la mejor opción he investigado en terreno sobre las construcciones y sus maderas, desarrollado planos, calculado requerimientos de potencia, características hidrostáticas y de estabilidad, etc.

SUMMARY

This thesis consist of the development of a first draft of a wood hull to fulfill own tasks of the salmonera activity, specifically in inner waters throughout the Island of Chiloé. This is smaller than boats of 50 TRG, with length over all with ramp of 24.5 meters, with carrying capacity on-board of 40 ton.

The primary target is that it is constructed in Chiloé, with wood that can be found in the zone and that they fulfill the requirements of quality for boats. Everything looking for a good handling of cost and quality.

Within the stages that have been developed to obtain the best option I have investigated in land on the constructions and their wood, developed flat, calculated requirements of power, hydrostatic characteristics and stability, etc.

INTRODUCCIÓN

El gran desarrollo industrial que se ha producido en el sur de Chile, principalmente en la décima y undécima región, donde se concentra la mayor cantidad de empresas salmoneras que distribuidas en diferentes lagos y canales de la zona sur, trae consigo la necesidad de utilizar, tanto el transporte terrestre como marítimo, siendo uno complemento del otro. Por lo tanto, las embarcaciones que han proliferado en gran medida son las barcazas, las cuales encontramos desde Puerto Montt pasando por los canales de la isla de Chiloé.

Las barcazas por sus características de diseño, poseen la capacidad, de acuerdo a su tamaño, de llevar uno a más camiones en su cubierta, en los que normalmente se trasladan los pequeños salmones procedentes principalmente de los lagos a las jaulas que se encuentran en algún punto de los canales. Otra de las necesidades que satisfacen son en el transporte de alimento, los cuales van directamente sobre las cubiertas, embarcados y estibados por medio de tractores orquilla y desde luego procedimiento similar ocurre cuando, ahora, desde los centros de cultivos a las plantas de proceso, son llevados los salmones ya cosechados en “bins” (depósitos plásticos con características de aislación térmica) de tamaño y peso adecuado para ser maniobrables por los mismos tractores y de fácil estiba para ser transportados por uno u otro medio.

Las embarcaciones que han tenido un mayor crecimiento, ajustándose mejor a las necesidades de ese transporte marítimo específico, son las barcazas principalmente menores, las cuales, por sus bajos costos de operación y la posibilidad de hacer que la inversión inicial sea recuperable a corto plazo las hace una opción interesante. Por las mismas razones es que, en Chiloé, muchas de ellas han sido y son construidas aún de madera, aunque ya en menos cantidad por una sobreoferta en el mercado y porque en algunos casos no se han tenido los resultados esperados, con dicho tipo de construcciones. Esto debido a varias razones, tanto por la calidad de los materiales, calidad de mano de obra en la construcción, proyectos deficientes y deficiencias en la mantención, lo que hace cada vez más difícil decidirse por tomar la opción de hacerlo en madera. Es por estos malos antecedentes que, en ocasiones se transmiten al respecto, en los potenciales pequeños armadores, que ven en la actividad salmonera una alternativa de inversión por medio de éstas barcazas, un desmedido temor ya que, aún cuando tienen un menor costo de inversión inicial comparativamente con aquellas en acero, a las cuales le sería imposible acceder, no realizan la inversión en madera.

Debido a las razones antes mencionadas, es que por medio del desarrollo de esta tesis, un anteproyecto de construcción de una barcaza de madera, pretendo mostrar que la madera, puede ser una buena alternativa a considerar cuando se tiene un buen proyecto, se realiza una construcción eficiente y cuando la mantención está considerada en los planes de explotación.

La metodología de trabajo aplicada en la tesis es la siguiente:

- Revisión bibliográfica de varios autores, reglamentos y publicaciones de instituciones relacionadas al tema.
- Aplicación de los conocimientos teóricos y prácticos aprendidos en la carrera.
- Entrevista y visita en terreno en Quemchi, Ancud, Castro y Dalcahue en donde, armadores y constructores de barcasas aportaron datos que dicen relación con tales construcciones y lo que está ocurriendo en la actualidad.
- Observar embarcaciones en el embarco y desembarco de los diferentes tipos de cargas.
- Conocer en terreno el trabajo de construcción de una barcaza en madera.
- Revisión de información en páginas “web”; en relación a la actividad salmonera realizada en Chiloé hoy en día, contaminación de los centros de cultivo, reglamentación marítima actual, información de maderas y sus posibilidades de uso en barcasas, así como también en relación a las pinturas óptimas para este tipo de construcciones.

Como objetivo general pretendo aportar en la toma de la mejor decisión a potenciales armadores de construir o no una embarcación de madera.

Otro objetivo es el de obtener un desarrollo más integral, ya que en el desarrollo de un proyecto o anteproyecto se deben aplicar las diferentes disciplinas y conocimientos adquiridos en la formación profesional, en función de obtener un mejor resultado.

En busca de los objetivos generales me he propuesto los siguientes objetivos específicos :

- Describir en forma sencilla las características tecnológicas de las maderas, su clasificación, sus propiedades mecánicas y físicas, sus restricciones por causa de defectos, etc.
- Lograr determinar cuales son las maderas más utilizadas en estas embarcaciones que navegan en Chiloé, y así obtener información detallada de cada una de las maderas que se utilizarán.
- Investigar las posibilidades de obtener dichas maderas en las cantidades y calidades satisfactorias en Chiloé.
- Determinar por medio de un levantamiento de formas el desplazamiento liviano de una embarcación similar.
- Desarrollo del plano de formas y de estructura longitudinal para hacer fácil el trabajo con madera.
- Determinación por medio de ensayo de canal de cual son las limitaciones de velocidad máxima y su necesidad de potencia a una velocidad óptima.

- Determinar los diferentes pesos, las características hidrostáticas y de estabilidad de la embarcación en las diferentes posibilidades de carga.
- Determinar los materiales necesarios para así facilitar la evaluación de costos.

El presente trabajo tiene un carácter de investigación, apoyada con conocimientos teóricos, prácticos y de recopilación de información por diferentes medios.

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 PERFIL DE MISION

1.1.1 Misión de la Embarcación.

El propósito de esta embarcación es trabajar en actividades propias de una empresa salmonera; esto en una barcaza de madera que posea una rampa en la proa, que estará destinada al transbordo de las cargas, especialmente camiones con estanques de salmones, palets de alimento y bins con salmones.

1.1.2 Zona de Operación.

Esta embarcación navegará principalmente en aguas de la Bahía de Quemchi y lugares cercanos a ésta, pudiendo además realizarlo en lugares de características geográficas y climáticas similares existentes a lo largo de la Isla de Chiloé, siendo éstas, **aguas interiores** que se encuentran protegidas por las islas existentes en las cercanías de la costa oriente de Chiloé.

1.1.3 Radio de Acción.

De acuerdo a las necesidades del armador cubrirá un radio no mayor a 20 millas náuticas. El puerto base es la bahía de Quemchi y como puerto de destino diferentes puntos de las islas Chauques.

1.1.4 Características de la Zona de Operación.

El archipiélago de Chiloé comprende la Isla Grande, con 180 kms de largo, recorrida de norte a sur por la Cordillera de la Costa que detiene los vientos del Pacífico creando un microclima en torno a las riberas del mar interior. Las islas de este mar interior (Quenac, Chauques, Quehui, Chaulinec y Desertores) están dispuestas en grupo y separadas por numerosos canales, entre acantilados, playas y bosques formado por árboles y arbustos. Este bosque se

compone tanto de especies nativas como introducidas. Dentro de las nativas podemos encontrar avellanos, cipreces, coigües, ciruelillos, tiacas, tepas, laureles, lumas, tepues, ulmos, etc. Entre las especies introducidas podemos encontrar el eucaliptus, pino insigne y el pino oregón entre otras. Bosque del cual es posible extraer la leña para calefacción y maderas para construcciones diversas, dentro de las cuales podemos destacar la construcción de casas de habitación y embarcaciones.

Tiene un clima marítimo-templado muy lluvioso, con un alto porcentaje de humedad relativa. La temperatura media es de 11° C. La temperatura mínima puede llegar a 5° C durante los meses de invierno (Junio, Julio y Agosto) y las temperaturas más elevadas pueden llegar a 30° C en verano (Enero y Febrero).

1.1.5 Tripulación.

De acuerdo a la reglamentación, corresponde ser tripulada por un patrón de Nave Menor y un motorista.

A lo anterior se suman normalmente, también como parte de la dotación, un tripulante adicional para actividades en maniobras de embarque o desembarque de carga.

1.1.6 Capacidad de Carga.

Tendrá la capacidad de transportar 40 toneladas métricas como peso máximo en su cubierta, pudiendo ser ésta, **dos** camiones con plena carga de acuerdo a las características que en los cuadros siguientes se señalan. También se podrá utilizar para llevar otras cargas propias de la actividad antes mencionada, palets de alimento y Bins con salmones, desde luego sin sobrepasar los límites de máxima carga. Gráficamente con lo anterior se obtiene:

a) En el caso de carga con camiones se tiene lo siguiente:

Dimensiones máximas de cada camión.

TIPO	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	LARGO TOTAL (mm)
Camión Simple dos ejes	2.500	4.000	10.000

Pesos máximos de cada camión.

Tipo de ejes	Tipo de Rodado	Carga por camión	Tara por camión
Simple	Doble	11 (ton)	6.5 (ton)

Peso total de cada camión = 17.5 ton.

Peso de los 2 camiones en cubierta = 35 ton.

b) cuando se trate de carga con bins se tiene:

Bins	Dimensiones			Peso de cada unidad (ton).
	Largo (cm).	Ancho (cm).	Altura (cm).	
Chicos	100	80	70	0.800
Grandes	100	80	110	1.000

Se pueden estibar 50 bins chicos en cubierta = 40 ton.

Se pueden estibar 40 bins grandes en cubierta = 40 ton.

c) cuando se trate de palets de alimento:

Palets	Dimensiones			Peso por unidad con carga (ton).
	Largo (cm).	Ancho (cm).	Altura (cm).	
	100	80	130	1.020

Se pueden estibar 39 palets en cubierta = 39.78 ton.

1.1.7 Velocidad de Servicio.

Esta embarcación será proyectada para navegar con un andar en velocidad de servicio de 8 nudos en condiciones de mar calma y para un desplazamiento máximo de 93.24 ton. (en la condición de carga con bins con salmones).

1.1.8 Material de construcción.

Será construida completamente en madera. Las maderas que se utilizarán para la construcción del casco tendremos maño, coigüe y eucaliptus. En relación a la construcción del caserío ésta se realizará utilizando tenío y terciado marino. La construcción de la rampa se realizará en luma y coigüe.

1.1.9 Características de la carga.

Las cargas normalmente transportadas serán camiones, palets y/o bins.

- Cuando la carga sea de camiones como los ya especificados en las tablas antes mencionadas (2 como máximo), se entenderá ésto como camiones con estanques que en su interior llevan alevines hacia los centros de cultivos, con un peso total de carga igual a **35 toneladas**.
- Cuando la carga se trate de palets, éstos serán con alimento para peces que irán ubicados directamente sobre la cubierta y que serán embarcados por medio de un tractor-orquilla, con un peso total de carga igual a **39.78 toneladas**.
- Cuando la carga a transportar se trate de bins, se entenderá ésto como bins con salmones en su interior que van camino a las plantas de proceso, se ubican directamente sobre la cubierta y son desembarcados por tractor-orquilla, con un peso total de carga igual a **40 toneladas**.

1.1.10 Características de los lugares de Embarco-Desembarco.

Dentro de los lugares que normalmente son utilizados por este tipo de embarcaciones dedicadas a la actividad salmonera, están las rampas o también directamente las playas. En general las rampas normalmente no presentan problemas debido a que tienen una pendiente constante en todo su largo.

Las playas, en cambio, normalmente son de pendiente variable según las condiciones de mareas, encontrándose generalmente las mejores condiciones en la pleamar tanto por la pendiente como por las características del fondo que hacen que sean seguras para las operaciones de transferencia de carga.

1.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

1.2.1 Requerimientos de construcción

- Todas las maderas que se utilizarán deberán ser durables, de fibra derecha y de muy buena resistencia y elasticidad.

- Todas las maderas deberán tener un buen comportamiento a las condiciones salinas del mar.
- Las piezas estructurales serán construidas en maderas duras.
- El forro del costado, fondo y cubierta será construido en mañío con tablones longitudinales unidos a tope. Cada tablón deberá tener un largo superior a 6 metros, salvo en los extremos de la embarcación, que pueden ser de un largo menor.
- El ancho de los tablones de cubierta no será mayor de 5 pulgadas.
- El ancho de los tablones de costado no será mayor de 6 pulgadas.
- La cubierta tendrá una brusca reglamentaria (B / 50) para permitir el escurrimiento de agua.
- La rampa de desembarco será en madera de luma y coigüe.
- El accionamiento de la rampa será por medio de cables comandados por un winche.
- El amarre de las piezas estructurales será realizado con pernos pasantes galvanizados en caliente o de protección con pintura epóxica, según sea su exposición a la corrosión, facilidad de recambio y considerando además la sollicitación de carga a la que estén sometidas las piezas.
- El forro del casco y de la cubierta se afirmará con la utilización de clavos galvanizados de sección cuadrada preferentemente.
- El puente de gobierno será construido en madera de tenío y terciado marino.
- La estructura del casco será construida mediante un sistema transversal de cuadernas compuestas que cumplan la función de consolidar el forro del costado, fondo y cubierta.
- Las cuadernas serán de tramos rectos y unidas por medio de pernos pasantes en los pantoques.
- El casco será diseñado con formas desarrollables para facilitar su construcción, reparación y mantención.
- Las formas de la embarcación debe considerar que estando ésta sin carga debe mantenerse una total inmersión a la hélice y buena capacidad evolutiva sin adicionar ningún tipo de carga. Es recomendable que en la condición anterior se tenga un leve trimado por popa.
- Su sección transversal será de doble pantoque.

- Tendrá tres quillas paralelas entre sí.
- Las quillas serán reforzadas con pletinas de acero en su cara inferior en la zona de mayor exposición a golpes en las varadas.
- Toda la embarcación estará protegida por un plan de pinturas y la obra viva estará protegida con pintura antifouling.
- El arco de visibilidad desde el puente será, al menos, de 90° hacia cada banda partiendo desde la línea de crujía por la proa.
- El caserío estará en la popa de la embarcación y con suficiente altura tal que la carga no impida la visibilidad desde el puente de gobierno.
- El caserío tendrá dos cubiertas.

1.2.2 Disposición general

La embarcación contará con la siguiente distribución:

- Puente de Gobierno.
- Cocina-Comedor
- Baño
- Camarotes para la tripulación.

Para determinar cuales serán las características principales de la embarcación que se propone diseñar y proyectar, he considerado antecedentes adicionales a los expresados en los requerimientos del armador de la letra a) del Capítulo III y a lo desarrollado en el Perfil de Misión del presente capítulo. Antecedentes que dicen relación con lo siguiente:

- Las dimensiones de eslora, manga, puntal, coeficientes de formas y de relaciones adimensionales han sido determinadas de acuerdo a valores que normalmente tienen este tipo de embarcaciones que también están construidas en madera, que se dedican a la misma actividad y que actualmente operan en la zona, dicha información ha sido de cuatro de ellas que tienen mayor parecido a la que se pretende desarrollar, obteniéndose datos tanto en terreno como así también de planos existentes según fue posible.
- Los pesos que serán parte de la embarcación en los diferentes grupos han sido obtenidos de catálogos (dependiendo de que se trate) y de un levantamiento de las formas de la

carena de una embarcación similar en formas y en escantillonado de la cual fue posible determinar lo que podría ser nuestro desplazamiento liviano.

Con los antecedentes antes expuestos y después de un estudio del anteproyecto se han determinado las siguientes características principales:

Eslora total sin rampa (LOA)	:	20,00	m.
Eslora total con rampa	:	24,50	m.
Eslora en cubierta	:	20,00	m.
Eslora entre perpendiculares (L_{PP})	:	19,05	m.
Eslora en flotación (L_{CWL})	:	19,60	m.
Manga moldeada (B)	:	6,50	m.
Puntal de trazado (D)	:	1,60	m.
Calado de diseño (T)	:	1,00	m.
Desplazamiento (Δ)	:	93,24	ton.
Coefficiente de block (C_B)	:	0,65	
Coefficiente de la maestra (C_M)	:	0,79	
Velocidad de servicio (V)	:	8,00	kn
Capacidad de carga	:	40,00	ton

Capacidades de los estanques:

Peso de Combustible (P_{comb})	:	3000	litros
Peso de Agua Dulce (P_{AD})	:	1000	litros
Autonomía (A)	:	450	millas marinas

1.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA MADERA

1.3.1 Aspectos generales

La madera es un recurso renovable que ha sido utilizado por el hombre desde tiempos legendarios. Su utilización como material de construcción es diverso, puede ser estructural o decorativo, según sea el caso, en casas, edificios, puentes, muelles, construcciones navales, etc.

Desde el punto de vista estructural la madera tiene varias ventajas, dentro de lo cual cabe destacar un buen comportamiento a la flexión. En cuanto a los aspectos constructivos, cabe señalar que la madera es un material relativamente fácil de trabajar con herramientas sencillas, lo que hace posible el logro de una gran diversidad de secciones y formas. Otras ventajas de la madera son su capacidad de absorber energía y resistir impactos, la alta resistencia a la fatiga, y sus características de aislante tanto térmico como acústico. Además la facilidad con que su superficie puede pintarse y que la madera es un material biodegradable.

No obstante debe mencionarse también algunos inconvenientes: a diferencia de otros elementos de construcción (concreto y acero), no se pueden controlar completamente, ya que la madera es un material de origen natural y presenta una constitución anatómica anisotrópica e higroscópica a base de fibras que constituyen limitaciones desde el punto de vista de su uso como material estructural, es resistente a los esfuerzos normales paralelos a las fibras, pero es débil ante estas acciones en el sentido perpendicular a ellas, también es baja la resistencia de la madera a esfuerzos cortantes paralelos a las fibras.

También las condiciones ambientales afectan al árbol durante su crecimiento, provocando que la planta reaccione a éstas produciendo anomalías en su desarrollo, las cuales al ser procesada la madera aparecen en calidad de defectos, al igual lo son los nudos que se producen debido a la formación de las ramas. Por otro lado la humedad del ambiente favorece las variaciones volumétricas y además la acción de organismos vivos en la pudrición. Las cargas permanentes producen un efecto progresivo de deformaciones.

Lo anteriormente citado muestra que la madera no se puede manufacturar con un control de calidad tan estricto, como en el caso del concreto y del acero, ya que los agentes que la afectan son ajenos al método de procesamiento para convertirla en un material utilizable en la construcción.

Por lo tanto es importante clasificar la madera para la construcción, ya que estos reducen las propiedades mecánicas y físicas de la misma.

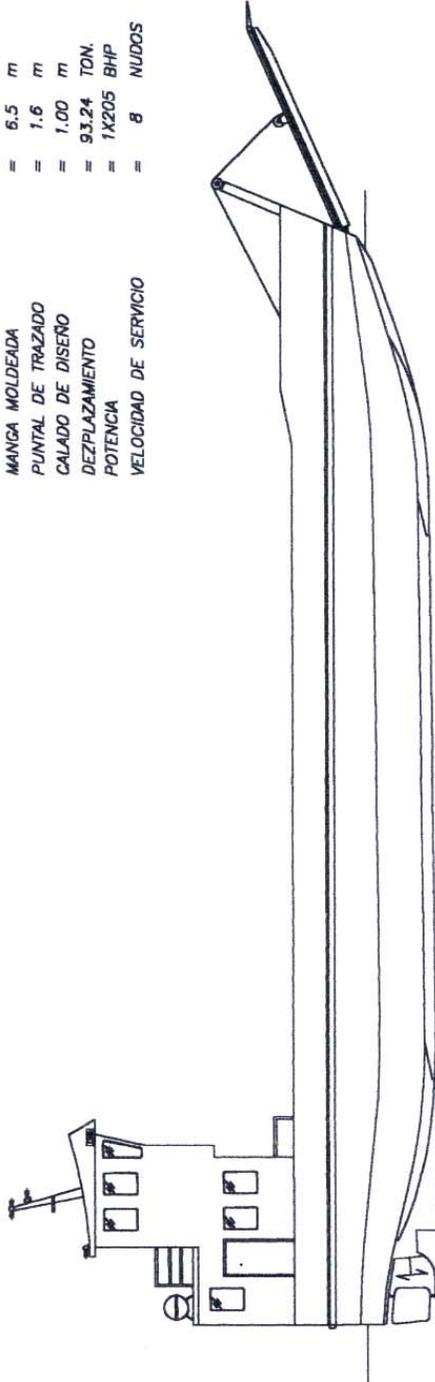
Según todo lo anterior la madera debe presentar una cierta calidad en cada caso, la cual debe estar determinada por información obtenida de textos especializados como así también la asesoría de personas con experiencia en construcciones navales en madera; dicha calidad se basa en diferentes aspectos, tales como, la clase del árbol del cual proviene, su grado de resistencia a esfuerzos mecánicos, su dureza, su resistencia a agentes químicos, la clase y cantidad de defectos que esta presenta, etc.

En las construcciones navales, la Autoridad Marítima es la que establece en el “Reglamento para la Construcción, Reparaciones y Conservación de las Naves Mercantes y Especiales” D.S.(M) N° 146/1987), Capítulo 4, en los artículos N° 20 al N° 88 una serie de especificaciones y normas sobre las características técnicas que deben poseer las maderas de tales construcciones.

Mayor información de las características tecnológicas de las maderas como lo son las propiedades físicas y mecánicas, la necesidad de cuantificar defectos, y de su efecto en sus propiedades, de la utilización de pernos en las uniones de la estructura y también información específica de las diferentes maderas que se utilizarán en el desarrollo de la embarcación, basando en cuadros comparativos de las diferentes maderas chilenas para la construcción naval, en el **“Anexo A”** y que son posibles de obtener en la zona de Chiloé para dichas construcciones. Así también lineamientos generales de la utilización de preservantes para madera, de cuales se recomienda y en que zonas o piezas de la embarcación se usará, aclara en el **“Anexo B”** y lo que es protección por medio de pinturas donde se entrega información de un plan posible de tratamiento con pintura epóxica, y alquídicas según sea la necesidad, desarrollado en el **“Anexo C”** del presente trabajo, respecto a la preparación y fabricación de elementos de unión en el **“Anexo D”** y en el **“Anexo E”** con información sobre las unidades de medida que normalmente se utilizan en el campo maderero.

CARACTERISTICAS PRINCIPALES

ESLORA TOTAL	=	20.00	m
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	=	19.05	m
ESLORA EN FLOTACION	=	19.60	m
MANGA MOLDEADA	=	6.5	m
PUNTAL DE TRAZADO	=	1.6	m
CALADO DE DISEÑO	=	1.00	m
DEZPLAZAMIENTO	=	93.24	TON.
POTENCIA	=	1X205	BHP
VELOCIDAD DE SERVICIO	=	8	NUDOS



DIBUJO	CARLOS BARRIA BDE.		UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE FAC. DE CS DE LA INGENIERIA ESC. DE INGENIERIA NAVAL
REVISO			
OBS			
S/E	DENOMINACION:	FIGURA N° 1.1	

CAPÍTULO II

REGLAMENTACION

La Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante Nacional , es la institución encargada en nuestro país para dar cumplimiento a las exigencias en todo lo referente a la construcción, navegación y seguridad de las embarcaciones para asegurar la vida humana en el mar .

El no cumplimiento de estas exigencias, traerá como resultado la no autorización para la navegación.

Para el presente desarrollo de anteproyecto serán aplicables los siguientes reglamentos:

- Reglamento para el Control de la contaminación acuática (Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante D.O. N° 34.419,18/11/92).
- Código de Estabilidad sin avería para todos los tipos de buques regidos por los instrumentos de la O.M.I. Resol. DGTM. y MM. N° 12.600/758 Vrs. de 8 de Abril de 1992.
- Convención Internacional sobre la Seguridad de la Vida Humana en el Mar del año 1974 (SOLAS 1974).
- Reglamento para el Equipo en los Cargos de Navegación y Maniobras de las Naves de la Marina Mercante Nacional y Especiales, D.S.(M) N° 102 de 1991.
- Directiva Ordinaria / Permanente 0-71/010 del 21 de Junio de 1999.
- Reglamento para la Construcción y Clasificación de Buques de Pesca de Madera. Bureau Veritas. 1828 – 1963.
- Reglamento Nacional de Arqueo de Naves. D.S. (M) N° 289, de 5 de Diciembre de 2000.
- Reglamento Del Registro De Naves Y Artefactos Navales (D.S (M) N° 163 de 1981).

2.1 Equipamiento de supervivencia

Según lo estipulado por la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante Nacional la reglamentación aplicable para determinar los equipos e instrumentos tanto para la navegación como para la seguridad es el “Reglamento para Equipos en los Cargos de Navegación y Maniobras de las Naves de la Marina Mercante Nacional y Especiales” aprobado por Decreto Supremo N° 102/1991.

El parámetro que se establece en el reglamento antes mencionado para determinar las exigencias y recomendaciones para una embarcación son las toneladas de registro grueso (TRG),

por lo que es necesario el conocimiento del “Reglamento Nacional de Arqueo de Naves” para determinar si se está ante una nave mayor o menor.

Aplicado el cálculo de Arqueo en el Capítulo III letra f), se ha obtenido que ésta es una embarcación menor de 50 TRG por lo que se establece que los artículos, equipos e instrumentos del cargo de navegación, son los que a continuación se detallan:

a) Aros salvavidas:

Cuatro salvavidas circulares, los cuales estarán ubicados uno a cada banda y en cada nivel, cada salvavidas circular deberá estar provisto de un cabo de 27 m de largo, dos de ellos irán provistos de luces automáticas eficaces que se activen con el agua de mar.

b) Chalecos salvavidas:

Un chaleco salvavidas por cada persona a bordo (de dotación o pasajero).

c) Ayudas térmicas:

Para naves que operan permanentemente al Sur del paralelo 41°00' sur, debe haber una para cada persona que pueda haber a bordo.

d) Balsas salvavidas:

Debe haber la cantidad de balsas necesarias, con capacidad para que en su conjunto den cabida al total de personas que pueda haber a bordo y ésta debe tener zafa hidrostática.

e) Bote de servicio:

Un bote de servicio para utilizar en caso de una emergencia (opcional a requerimiento de la Autoridad Marítima).

2.2 Elementos , artículos, equipos e instrumentos de navegación y maniobras.

1 Compás de gobierno o con reflexión del magistral.

1 tablilla de desvíos del compás

Luces de navegación y ampollitas de repuesto

1 Escandallo con línea de 50 metros con plomada

1 radar (opcional a requerimiento de la AM.).

1 tabla de mareas

Cartas de navegación de la región que navegue, corregidas al día.

1 Cuadro de choques y abordajes

1 Folleto de instrucciones para navegación en cercanías de costa

1 Bitácora de mar y puerto.

- 1 Libro de ordenes del Capitán o Patrón.
- 1 Anteojos prismáticos
- 1 Reglas paralelas
- 1 Compás de punta seca
- 2 Escuadras
- 1 Pito o sirena
- 1 Campana
- 3 Esferas negras
- 6 Cohetes lanza bengala con paracaídas
- 6 Bengalas de mano
- 3 Señales fumígena
- 3 faroles rojos en caso de avería.
- 1 Caja estanca para señales luminosas
- 1 Linterna eléctrica portátil.
- 1 Ancla de levas de 120 Kgs.
- 1 Cabrestante, molinete u otro dispositivo similar
- 1 Cadena de levas con 3 paños de cadena o cable con un largo mínimo de 60 metros.
- 1 Ancla de repuesto de 120 kgs.
- 1 Bichero.
- 1 Bomba de achique mecánica
- 1 Bomba de achique manual
- 1 Botiquín portátil
- 1 Cuadro de Zafarrancho de incendio, de abandono y de hombre al agua.
- 4 Cabos de amarre de 3" o 4" de mena y un largo mínimo de 50 / 60 m.
- 1 Rollo de cabo de repuesto de 50 / 60 m.
- 2 Baldes galvanizados de 15 litros.
- 1 Hacha.
- 1 Pabellón Nacional.
- Dotación mínima con contrato vigente a la vista (para Nave Menor).

2.3 Exigencias para el Armador

Para poder diseñar, proyectar y construir, una nave de arqueado bruto mayor que 25 Toneladas, cerrada, con cubierta, el interesado deberá presentar los planos y demás antecedentes pertinentes establecidos a la Autoridad Marítima según lo indicado y exigido en la Directiva Ordinaria / Permanente 0-71/010 del 21 de Junio de 1999 donde establecen Normas sobre

Construcción, Equipamiento, Inspecciones y otras Exigencias de Seguridad que deben cumplir las Naves y Artefactos Navales Menores.

En dicha directiva anexo "A" se establecen los planos que deben ser entregados a la Autoridad Marítima para su aprobación a las Naves o Artefactos Navales Menores de 12 o más metros de Eslora:

- 1.- Plano de arreglo general, incluyendo vistas de planta, perfil, y acomodaciones.
- 2.- Plano de instalaciones eléctricas.
- 3.- Plano de circuitos de achique y combustible.
- 4.- Plano de líneas.
- 5.- Plano general de seguridad, incluido elementos de supervivencia, de lucha contra incendio y luces de navegación.
- 6.- Curvas hidrostáticas y de estabilidad.
- 7.- Cuaderna maestra y secciones típicas (mamparos).
- 8.- Cuatro fotografías donde se muestre el nombre y matrícula en amuras y popa de la nave.

Nota:

La revisión y aprobación del proyecto y planos presentados, deberá efectuarla la Comisión Local de Reconocimiento de Naves "CLIN" respectiva. Además de aprobarse el proyecto de construcción de la nave o artefacto naval, cuando corresponda, se deberá establecer su arqueo y condiciones de estabilidad, según procedimiento que se señala en el anexo "B" de la presente Directiva.

Adicionalmente, para las embarcaciones de madera, deberán considerarse además, las especificaciones y normas sobre construcción que establece el "Reglamento para la Construcción, Reparaciones y Conservación de las Naves Mercantes y Especiales", en su Capítulo 4, en los artículos N° 20 al N° 88.

2.4 Prevención de la contaminación.

La legislación vigente aplicable en este sentido es el "Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática" (D.O. N° 34419 /1992), además de MARPOL 73/78, en su edición refundida en 1991.

Por lo tanto dando cumplimiento a estas disposiciones la embarcación en cuestión contará con un estanque de retención de aguas sucias, para las aguas de baño y de sentina y un estanque

de retención de aguas contaminadas por hidrocarburos de las aguas de sentina de la sala de máquinas.

Para complementar de mejor forma lo relativo a las exigencias, deberes y facultades que se debe tener en cuenta para lo relacionado con el manejo de las aguas sucias según el reglamento antes mencionado a continuación se incluyen los artículos 92°, 93°, 94° y 97° del capítulo 5°, párrafo Tercero de Reglamento ya antes mencionado:

Artículo 92°. *Se prohíbe efectuar descargas de aguas sucias a toda nave o artefacto naval en el mar, salvo que:*

- a) Efectúe descargas a una distancia superior a 4 millas marinas de la costa más próxima, si las aguas sucias han sido previamente desmenuzadas y desinfectadas.
- b) efectúe la descarga a una distancia superior a 12 millas marinas de la tierra más próxima, si las aguas sucias no han sido previamente desmenuzadas ni desinfectadas.

Artículo 93°. Las aguas sucias que hayan estado almacenadas en los tanques de retención no se descargarán instantáneamente, sino a un régimen moderado hallándose la nave o artefacto naval navegando en ruta a velocidad no menor a cuatro nudos.

Artículo 94°. Se prohíbe efectuar descargas de aguas sucias en aguas interiores. Tales descargas deberán efectuarse en las instalaciones de recepción adecuadas para el efecto.

Artículo 97°. No constituirá infracción al presente capítulo la descarga de aguas sucias, cuando sea necesario para proteger la seguridad de la nave y su tripulación o para salvar vidas humanas en el mar.

De “MARPOL 73/78”, Edición refundida 1991, Anexo IV, se obtiene lo siguiente:

Regla 8

Descarga de aguas sucias

- 1) A reserva de las disposiciones de la regla 9 del presente anexo, se prohíbe la descarga de aguas sucias en el mar a menos que se cumplan las siguientes condiciones:
 - a) que el buque efectúe la descarga a una distancia superior a 4 millas marinas de la tierra más próxima si las aguas han sido previamente desmenuzadas y desinfectadas mediante un sistema homologado por la Administración, de acuerdo con la regla 3 1) a), o a una distancia mayor que 12 millas marinas si no han sido previamente desmenuzadas ni desinfectadas. En cualquier caso, las aguas sucias que hayan estado almacenadas en los tanques de retención no se descargarán instantáneamente, sino a un régimen moderado, hallándose el buque en ruta navegando a velocidad no menor que 4 nudos. Dicho régimen de descarga será aprobado por la Administración basándose en normas elaboradas por la Organización; o

- b) que el buque utilice una instalación para el tratamiento de las aguas sucias que haya sido certificada por la Administración en el sentido de que cumple las prescripciones operativas mencionadas en la regla 3 1)a)i) del presente anexo, y
 - i) que se consignen en el Certificado de prevención de la contaminación por aguas sucias (1973) los resultados de los ensayos a que fue sometida la instalación;
 - ii) que además, el afluente no produzca sólidos flotantes visibles, ni ocasionen decoloración, en las aguas circundantes; o
 - c) que el buque se encuentre en la aguas sometidas a la jurisdicción de un estado y esté descargando aguas sucias cumpliendo prescripciones menos rigurosas que pudiera implantar dicho Estado.
- 2) Cuando las aguas sucias estén mezcladas con residuos o aguas residuales para los que rijan prescripciones de descarga diferentes, se les aplicarán las prescripciones de descarga más rigurosas.

Regla 9

Excepciones

La regla 8 del presente anexo no se aplicará:

- a) a la descarga de las aguas sucias de un buque cuando sea necesaria para proteger la seguridad de un buque y de las personas que lleve a bordo, o para salvar vidas en el mar;
- b) a la descarga de aguas sucias resultante de averías sufridas por un buque, o por sus equipos, siempre que antes y después de producirse la avería se hubieran tomado toda suerte de precauciones razonables para atacar o reducir a un mínimo tal descarga.

Regla 10

Instalaciones de recepción

- 1) Los gobiernos de las Partes en el Convenio se comprometen a garantizar que en los puertos y terminales se establecerán las instalaciones de recepción de aguas sucias con capacidad adecuada para que los buques que las utilicen no tengan que sufrir demoras innecesarias.
- 2) Los Gobiernos de las Partes notificarán a la Organización, para que ésta lo comunique a las Partes interesadas, todos los casos en que las instalaciones establecidas en cumplimiento de esta regla les parezcan inadecuadas.

Conexión universal a tierra

Para que sea posible acoplar el conducto de las instalaciones de recepción con el conducto de descarga del buque, ambos estarán provistos de una conexión universal cuyas dimensiones se ajustarán a las indicaciones en la siguiente tabla:

Descripción	Dimensión
Diámetro Exterior	215 milímetros
Diámetro Interior	De acuerdo con el diámetro exterior del conducto
Diámetro de círculo de pernos	183 milímetros.
Ranuras de la brida	6 agujeros de 22 mm., de diámetro equidistante, colocados en el círculo de pernos del diámetro citado y prolongados hasta la periferia de la brida por una ranura de 22 mm. de ancho.
Espesor de la brida	20 milímetros.
Pernos y tuercas	6 de 20 mm. de diámetro y de longitud adecuada.
La brida estará proyectada para acoplar conductos de un diámetro interior máximo de 125 mm. y será de acero u otro material equivalente con una cara plana. La brida y su empaquetadura, que serán de un material inatacable por hidrocarburos, se calcularán para una presión de servicio de 6 Kg/cm ² .	

2.5 Registro de Matrícula de una Nave Menor

El desarrollo de lo que a continuación se indica, es de acuerdo a la reglamentación vigente en virtud de la obtención de su Registro de matrícula.

De acuerdo a lo establecido por la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante Nacional, corresponde, por mandato del artículo 15° del Decreto Ley N° 2.222, de 1978, Ley de Navegación, en el párrafo 2, indica que en el Registro de Matrícula de Naves Menores, que estarán a cargo de las Capitanes de Puerto, se inscribirán las naves menores.

Una vez aprobado el proyecto y de acuerdo a lo establecido en la Directiva Ordinaria / Permanente 0-71/010 del 21 de Junio de 1999 en el desarrollo de la construcción debe considerarse la aplicación de lo establecido, para las naves de madera, el Capítulo 4 del "Reglamento para la Construcción, Reparaciones y Conservación de las Naves Mercantes y Especiales" (D.S. (M) N° 146 de 1987), en donde se indican las especificaciones y normas sobre construcción que establecen para tales embarcaciones.

Ya en curso la construcción de la nave, puede, de acuerdo a lo establecido en el “Reglamento del Registro de Naves y Artefactos Navales” en el Título 3 ,Artículo 32, segundo párrafo, ser inscrita el “Registro de Matrícula de Naves en Construcción” con la presentación de un certificado del astillero o constructor en que se acredite el hecho de la construcción y el estado de avance de la misma.

Dentro del proceso de construcción de una embarcación como la que se hace mención en el desarrollo de este anteproyecto están las inspecciones, que tienen como fin asegurar la aprobación de las etapas en la construcción y garantizar el posterior registro de matrícula de la nave sin contratiempos, las cuales serán realizadas por la Autoridad Marítima que corresponda, a petición del armador y teniendo en cuenta que los costos serán de cargo del solicitante de acuerdo a lo estipulado en el “Reglamento de Tarifas y Derechos de la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante. Todo con el fin de asegurar que no ocurran inconvenientes que retrasen etapas posteriores en el desarrollo del proyecto.

Cada Capitán de Puerto tendrá a su cargo un Registro de Naves Menores y autorizará las inscripciones, subinscripciones y anotaciones que en él se practiquen. En los registros antes referidos se inscribirán las naves menores que existan u operen dentro del territorio jurisdiccional de una Capitanía de Puerto, quien quiera sea su propietario, incluyendo aquellas pertenecientes a entidades fiscales de cualquier naturaleza.

En todo caso, el propietario de la nave menor podrá elegir la Capitanía de Puerto donde practicar dicha inscripción.

Esta inscripción única perdurará durante toda la vida útil de la nave, cualquiera fuere su lugar de operación.

2.5.1 Antecedentes necesarios para la inscripción.

Los antecedentes requeridos a continuación son los necesarios en el proceso de inscripción en el Registro de Matrícula con una embarcación nueva.:

Listado de planos exigidos:

- 1.- Plano de arreglo general, incluyendo vistas de planta, perfil y acomodaciones.
- 2.- Plano de instalaciones eléctricas
- 3.- Plano de circuitos de achique.
- 4.- Plano de líneas
- 5.- Plano general de seguridad, incluyendo elementos de supervivencia, de lucha contra incendios y luces de navegación.

- 6.- Curvas hidrostáticas y de estabilidad.
- 7.- Cuaderna maestra y secciones típicas (Mamparos).
- 8.- Cuatro fotografías donde se muestre el nombre y matrícula en amuras y popa de la nave.

La presentación de la Solicitud escrita de matrícula, debe incluir las siguientes características de la nave, a lo menos:

- El nombre de la nave;
- Lugar y año de construcción;
- Nombre del constructor;
- Nombre, profesión, nacionalidad y domicilio del propietario;
- Si se trata de una nave de transporte o especial;
- Material principal de la construcción;
- Tonelaje grueso y neto;
- Eslora;
- Manga y Puntal.

2.- Documentos o Títulos que acreditan la propiedad de la nave.

3.- Certificado de Arqueo de la nave, emitido por la Capitanía de Puerto Gobernación Marítima.

4.- Certificado de Navegabilidad emitido por la Capitanía de Puerto.

5.- Planos según corresponda.

6.- Cuatro fotografías de la nave menor.

7.- Acreditar la nacionalidad chilena del propietario, o encontrarse en alguna de las excepciones legales, según el Artículo 11 de la Ley de Navegación.

Presentado los antecedentes exigidos, para autorizar la inscripción el Capitán de Puerto deberá cumplir los procedimientos que establece el Manual de Inscripción de Naves y Artefactos Navales Menores.

Inscrita la nave, será chilena y se entenderá nacionalizada para los efectos aduaneros y podrá desde ese momento enarbolar el pabellón nacional, siempre que se cumpla con las exigencias del artículo 14° de la Ley de Navegación, en cuanto a la nacionalidad de su capitán y tripulación.

Es propietario de la nave, la persona natural o jurídica a cuyo nombre figure inscrita en el registro de matrícula, salvo prueba en contrario.

Una vez practicada la inscripción en el Registro, el Capitán de Puerto extenderá un “Certificado de Matrícula” de la embarcación, el que dará cuenta de su nombre; número de la matrícula que le corresponde; el nombre de la persona a cuyo favor aparece inscrita; el tonelaje, y las principales características de la nave.

El certificado de matrícula, debe mantenerse a bordo durante toda la vida de la embarcación, procediéndose a su devolución al momento de darse de baja la misma.

CAPÍTULO III

PROYECTO DE ARQUITECTURA

Elección de la Forma del Casco.

La elección de la forma del casco es una etapa importante debiendo en ella concretarse los criterios de los diferentes aspectos que deben ser definidos en función de obtener el diseño del casco más adecuado. Dentro de los aspectos que se considerarán se pueden destacar principalmente los siguientes:

a) Requerimientos del Armador.

Factor de gran importancia, debido a que es él quien presenta la pauta de lo que debe poseer la embarcación, en cuanto a los diferentes espacios y capacidades, que son la base para establecer las características principales de la embarcación:

Entre los cuales tenemos:

- Que sea una nave menor de 50 TRG.
- Capacidad de carga máxima de 40 toneladas métricas.
- Que pueda transportar 2 camiones de dos ejes cada uno.
- Que pueda transportar bins y palets de alimento.
- Que pueda transportar toda su carga sobre cubierta.
- Que haga facilidad el embarco y desembarco de carga.
- Que el andar máximo sea de 8 nudos.
- Que pueda operar en playas o rampas.
- Autonomía de 450 millas náuticas.

b) Condiciones de Navegación.

Está relacionado directamente con la zona en que navegará y con las características del comportamiento del mar, dentro de los cuales, se deberán tener presente factores que son propios de la zona en que navegará (aguas interiores de la isla de Chiloé, ver Figura N° 3.1) tales como el oleaje, velocidad del viento, profundidad del fondo marino y corrientes marinas principalmente.

Entre las cuales tenemos:

- Será una embarcación para navegar en aguas interiores de la Isla Grande de Chiloé.

c) Requerimientos de Construcción.

Este requerimiento se relaciona directamente con la forma del casco, teniendo presente diseñarlo de manera que la etapa de construcción sea con la menor cantidad de dificultades constructivas posibles, para ello se ha de tener las siguientes consideraciones:

Entre las cuales tenemos:

- Las formas del casco toman en cuenta facilidad de construcción de acuerdo a los maderas que se utilizarán, maderas posibles de encontrar en Chiloé y que sean buenas para este uso.
 - Estructura del casco en coigüe.
 - Quillas en eucaliptus (posible de encontrar en Chiloé).
 - Forro del casco y de cubierta en mañío.
 - Tenío en la armazón de la estructura del caserío.
 - Luma en las vigas de la rampa.
- Que las formas del casco sean formas conocidas encontradas en embarcaciones similares, obtenidas por levantamiento de sus formas.
- Se ha considerado además el conocimiento de embarcaciones ya construidas e información recogida de carpinteros de ribera que normalmente realizan este tipo de trabajos.

d) Condiciones de Gobierno.

La capacidad de gobierno depende de varios factores, dentro de los cuales está el diseño del timón, el flujo de agua que llega a la hélice y del que éste entregue al timón.

La realización de un buen diseño de esta zona del casco de una embarcación busca obtener un flujo lo más óptimo posible y de acuerdo a las necesidades de maniobrabilidad que se requieran.

Los requerimientos y condiciones señalados anteriormente en forma independiente es necesario que sean unificarlos para obtener las formas óptimas en la embarcación. La unificación de éstos factores es tarea del Ingeniero, y es quién determinará en último término aquellas formas necesarias en el plano de líneas.

Para concretar en las formas de un plano lo ya mencionado, se dispone de diversas alternativas, entre las que se puede mencionar por ejemplo, utilizar hojas de datos de resistencia de modelos (“Model Resistance Data Sheets”), en los cuales se encuentra toda la información necesaria para realizar un plano de líneas (tal como dimensiones, secciones transversales,

coeficientes de formas, desplazamientos, etc.). Otra alternativa es que el proyectista, de acuerdo a su experiencia, sea quién determine las formas. Una tercera opción es utilizar relaciones de embarcaciones ya construidas y que tengan similitud con la que se desea proyectar.

En este caso, se optará por la tercera alternativa para el desarrollo del plano de líneas. Las embarcaciones que se han considerado para tal efecto tienen cierta similitud en parámetros tales como los coeficientes de formas (C_P , C_B , C_M), y las relaciones adimensionales (L/B , L/T , B/T). De acuerdo a las consideraciones expuestas anteriormente se ha diseñado el plano de formas, que se adjunta en la contratapa como Plano N° 1 “Plano de Líneas”.

e) **Características Hidrostáticas.**

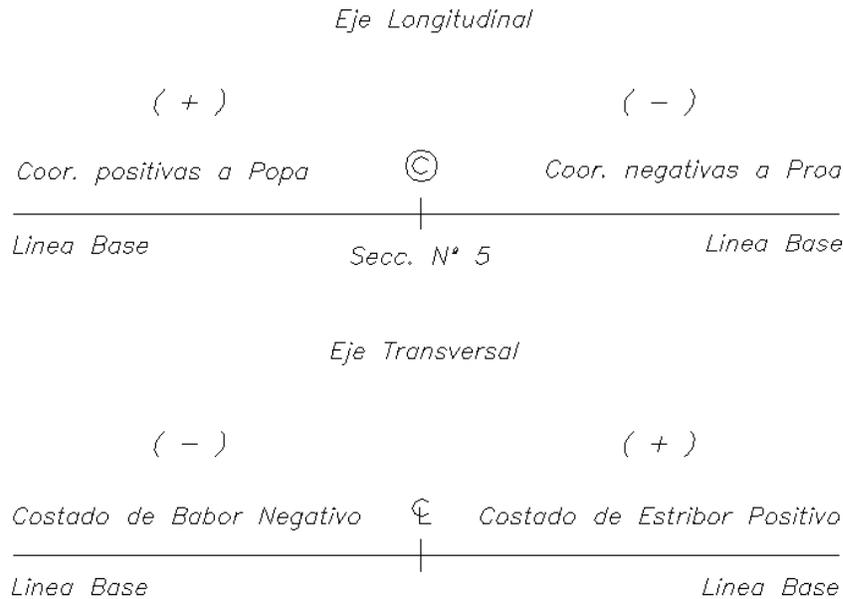
Para el estudio de muchos aspectos de una embarcación es necesario conocer las características de su obra viva, en lo que dice relación con las áreas, volúmenes, momentos de inercia, centros de gravedad, etc.

Toda ésta información necesaria de conocer en la obra viva pueden ser determinadas por sistemas de cálculo diseñados para ello, dentro de los cuales existen software computacionales y sistemas de cálculo como lo son el método aritmético de integración, aplicado en las Reglas de Simpson, que es el de mayor uso y simplicidad, dentro de los procedimientos de lápiz y papel que es el que se usará ahora, conjuntamente con herramientas que son posibles de utilizar de AutoCAD para verificar y agilizar el trabajo en la determinación de los valores necesarios para la construcción de los gráficos de las Curvas Hidrostáticas, Coeficientes de Formas y Curvas Cruzadas de Estabilidad o Pantocarenas, con lo que posteriormente se puede evaluar de manera preliminar la estabilidad de la embarcación. Estos cálculos tienen el carácter de preliminar, y una vez construida la embarcación se obtiene la coordenada del centro de gravedad final mediante la prueba de inclinación.

Los gráficos de las Curvas Hidrostáticas son en base a flotaciones paralelas a la línea base y corresponden a las características de la obra viva a diferentes calados, de acuerdo a ello, se puede extraer información bajo las mismas condiciones de asiento e incluso en condiciones de un asiento no superior al 1% de L_{PP} . Por el contrario, para un asiento superior o igual 1% de L_{PP} es necesario recurrir a las Curvas de Bonjean que nos ayudan a determinar el volumen sumergido y la posición longitudinal del centro de gravedad de dicho volumen para así, hacer la respectiva corrección en el desplazamiento de la nueva condición de asiento. Las curvas de bonjean serán trazadas en un plano llamado “Curvas de Bonjean” *que se adjunta en la contratapa. (Ver Plano N° 4).*

Para el desarrollo de los cálculos de las características hidrostáticas antes mencionadas se ha utilizado el siguiente sistema de referencia.

Figura N° 3.2 Sistema de referencia para cálculos de las curvas hidrostáticas.



En la hoja siguiente se presentan los gráficos de las Curvas Hidrostáticas, los cuales al ser desarrollados en el procedimiento de cálculo se hizo tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se han aumentado cada una de las secciones del plano de líneas generando uno en el cual en cada sección considera el espesor del forro exterior de la embarcación, debido a que el espesor es considerablemente mayor respecto a lo que ocurre en cascos de acero, haciendo, por ejemplo, que la manga sea 9.6 cms mayor en una de madera teniendo igual plano de líneas en ambos casos y por consiguiente existan diferencias de las características hidrostáticas y de estabilidad entre una y otra embarcación.
- La nueva línea base, la cual es la referencia para el desarrollo de los cálculos de curvas hidrostáticas se encuentra ubicada, junto a sus correspondientes líneas de agua, con un desfase por debajo de lo trazado en el plano de líneas, una magnitud de 57 mm que es el espesor del forro exterior del casco .
- La línea base y las líneas de agua que corresponden al plano de líneas, también se encuentran marcadas en el sistema de referencia del trazado de las curvas hidrostáticas, en una segunda regla vertical.

- Para obtener algunas de las curvas hidrostáticas como el caso del volumen desplazado, desplazamiento, radios metacéntricos longitudinal y transversal, posición del centro vertical de volumen desplazado han sido corregidos por la existencia de volúmenes y superficies que corresponden a las quillas, rodas y al macizo de la quilla central.
- El sistema de referencia consta de un eje horizontal (eje de las abscisas) el cual está graduado en cms. y dos ejes verticales, estando el primero de ellos en la ordenada N° cero en el cual se encuentran las diferentes líneas de agua. Un segundo eje se encuentra en el extremo opuesto al anterior, teniendo éste las marcas de calado en metros, desde un calado cero en el canto inferior de la quilla.

A lo anterior, para una correcta interpretación de los gráficos que se encuentran en la página siguiente es necesario agregar las siguientes equivalencias para obtener las magnitudes de las diferentes curvas en un calado determinado:

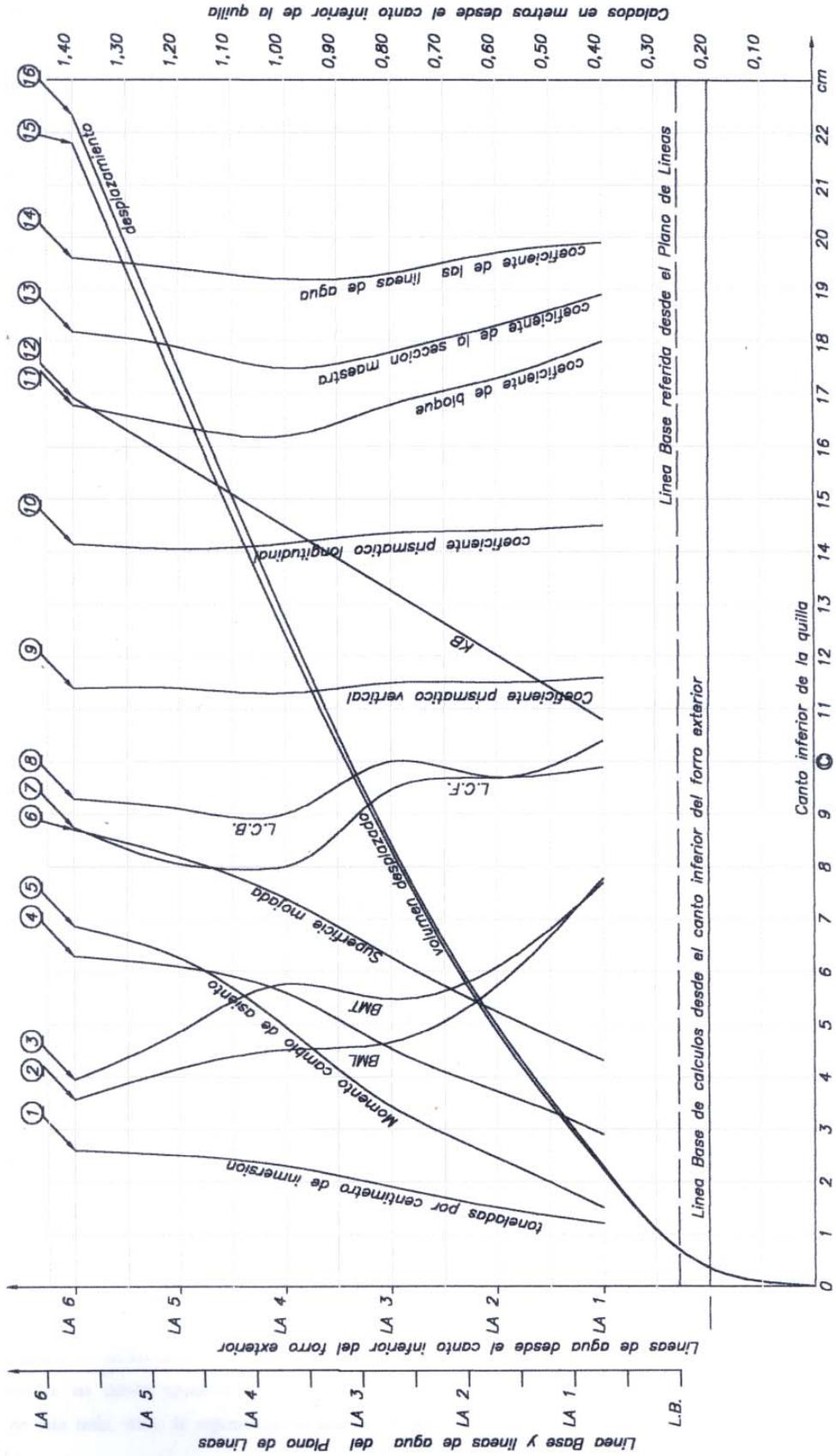
Tabla N° 3.1 Equivalencias para la interpretación de las Curvas Hidrostáticas.

N°	Denominación	Simb.	Equivalencia	Referida de ...
1	Toneladas por centímetro de inmersión	TPC	1 cm \cong 0.5 ton	Ordenada cero
2	Radio metacéntrico longitudinal	BM _L	1 cm \cong 10 m.	Ordenada cero
3	Radio metacéntrico transversal	BM _T	1 cm \cong 1 m.	Ordenada cero
4	Area de las líneas de agua	A _{WL}	1 cm \cong 20 m ²	Ordenada cero
5	Momento cambio de asiento	MCA	1 cm \cong 0.3 t-m/cm	Ordenada cero
6	Superficie mojada	S _m	1 cm \cong 20 m ²	Ordenada cero
7	Centro long. del plano de flotación	LCF	1 cm \cong 0.1 m	©
8	Centro longitudinal de carena	LCB	1 cm \cong 0.1 m	©
9	Coefficiente prismático vertical	C _{PV}	1 cm \cong 0.5	©
10	Coefficiente prismático longitudinal	C _{PL}	1 cm \cong 0.2	©
11	Coefficiente de Block	C _B	1 cm \cong 0.1	©
12	Centro vertical del volumen desplazado	KB	1 cm \cong 0.1 m	©
13	Coefficiente de la Maestra	C _M	1 cm \cong 0.1 m	©
14	Coefficiente de las líneas de agua	C _{WL}	1 cm \cong 0.1 m	©
15	Volumen desplazado	∇	1 cm \cong 5 m ³	Ordenada cero
16	Desplazamiento	Δ	1 cm \cong 5 ton	Ordenada cero

Nota:

La tabulación de los cálculos y valores obtenidos de la aplicación de la Regla de Simpson para obtener las diferentes curvas de las características hidrostáticas de la embarcación en estudio no están expresados en el desarrollo de esta tesis, solo las curvas correspondientes de sus resultados. (Ver Gráfico 3.1 Curvas Hidrostáticas).

Gráfico 3.1 Curvas Hidrostáticas.



Curvas Cruzadas de Estabilidad.

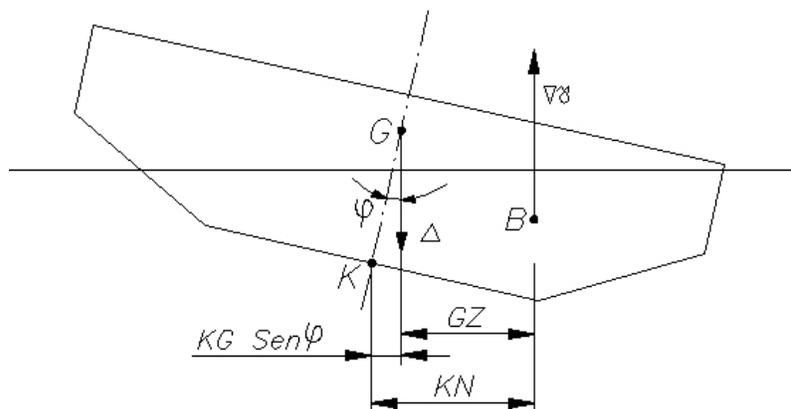
Si bien el GM_T es un parámetro válido de evaluación para la estabilidad transversal intacta, solo es aplicable hasta los 10° de escora, de acuerdo a ello es necesario entonces aplicar un método en el cual gráficamente se pueda llegar a determinar la situación que se produce cuando la escora supera el valor ya mencionado.

El método que aplicaré para obtener los brazos adrizantes de la embarcación a diferentes condiciones de desplazamiento y escoras, será, el “Método de Humbert” que en su desarrollo aplica el método aritmético de Integración de Simpson.

La aplicación del método ya mencionado se realizará tomando en cuenta ciertas consideraciones que se enunciarán a continuación:

- El plano de formas es el mismo utilizado en la determinación de las propiedades hidrostáticas, es decir, considerando también el espesor del forro exterior para los cálculos.
- En los cálculos no se considera la existencia de rodas y quillas.
- Los cálculos se realizarán considerando un calado paralelo al calado de diseño.
- La densidad del agua de mar será de 1.025 ton/m^3 .
- Para obtener los valores GZ será necesario realizar la siguiente corrección (ver Figura N° 3.3). $GZ = KN - KG \text{ Sen } \varphi$ puesto que inicialmente he de suponer que G se encuentra en el punto K .

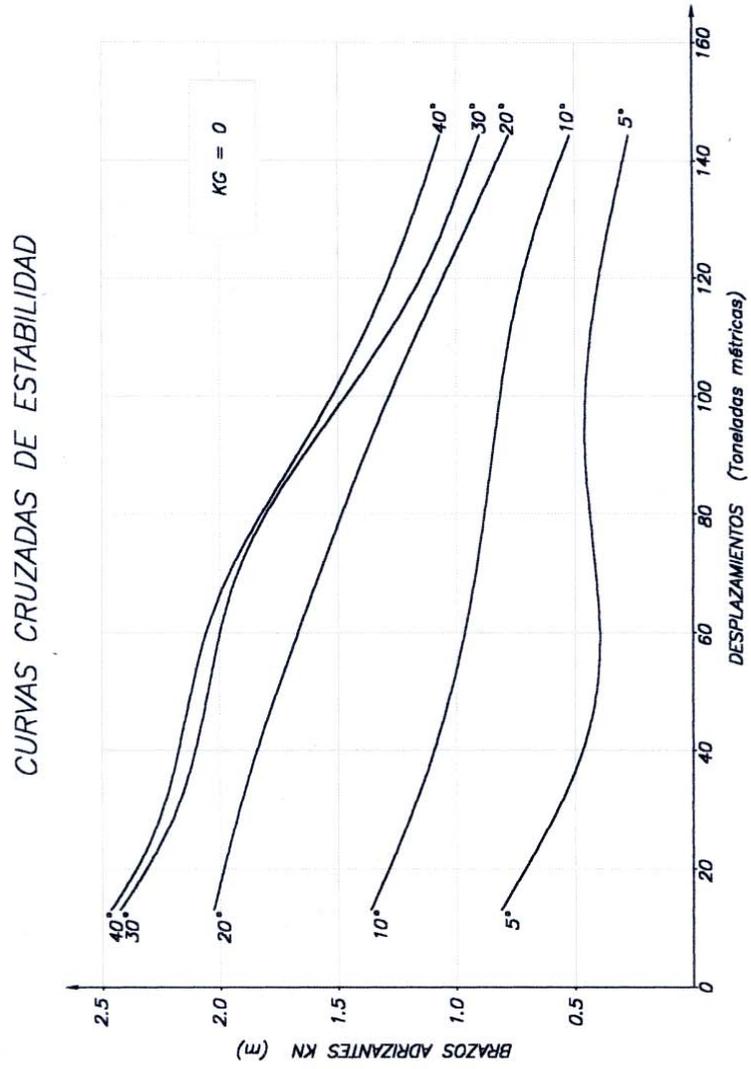
Figura N° 3.3 Esquema sobre el cual se basa el Método de Humbert.



Nota:

La tabulación de los cálculos y valores obtenidos de la aplicación del Método de Humbert para obtener las características de las curvas cruzadas de estabilidad de la embarcación en estudio no están expresados en el desarrollo de esta tesis, solo la representación gráfica de sus resultados. (Ver Gráfico 3.2 Curvas Cruzadas de Estabilidad).

Gráfico 3.2 Curvas Cruzadas de Estabilidad



f) Evaluación preliminar de estabilidad inicial y de arqueo.

Con el objetivo de asegurar si es posible continuar con el desarrollo del anteproyecto sin contratiempos, desde el punto de vista de la estabilidad inicial, es necesario hacer en forma preliminar una evaluación de ésta con datos obtenidos hasta el momento y con valores estimados, como en el caso del centro de gravedad de los pesos (KG), que por las características de la embarcación y de la carga, es posible obtener con buena certeza. Además es aconsejable hacer también una evaluación preliminar de arqueo, para determinar si es una nave menor de acuerdo a los requerimientos del armador.

Como la estabilidad inicial está asociado al parámetro GM_T (Altura Metacéntrica Transversal), que corresponde a la distancia existente entre el centro de gravedad de los pesos (G) y el metacentro transversal (M_T), entendiéndose por éste último a un punto determinado por la intersección de la recta de acción del empuje con el buque adrizado y la recta de acción del empuje cuando el buque está escorado un ángulo pequeño, menor de 10° . De lo anterior se obtiene y se aplica la siguiente fórmula:

$$GM_T = \frac{I_T}{\nabla} + KB - KG$$

donde:

I_T	= Inercia transversal en condición de desplazamiento máximo	= 430.09	m^4
∇	= Volumen en condición de desplazamiento máximo	= 92	m^3
KB	= Distancia de la línea base al centroide del volumen sumergido	= 0.69	m.
KG	= Altura estimada del centro de gravedad de los pesos	= 2.3	m.

El desarrollo de la fórmula antes presentada nos da lo siguiente:

$$GM_T = 2.3 \text{ m}$$

Los resultados anteriores dan como conclusión que se tiene estabilidad positiva y además con una magnitud muy superior a lo exigido a la reglamentación que se aplicará a esta embarcación.

Evaluación preliminar de arqueo.

Esta evaluación se hará de acuerdo a lo determinado por el “Reglamento Nacional de Arqueo” D.S. (M) N° 289, del 5 de Diciembre del 2000, en lo que se refiere a la determinación del porte bruto de la embarcación, es decir, el Arqueo Bruto, el cual es el parámetro que se considera si estamos frente a una nave mayor o menor, lo anterior regido por la siguiente fórmula:

$$AB = K1 \times V$$

en el cual:

V = Volumen total de todos los espacios cerrados de la nave, expresado en metros cúbicos.

$$K1 = 0,2 + 0,02 \times \log V$$

Desarrollando tenemos:

$$\text{Volumen del casco} = 149.20 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen del caserío} = 29.50 \text{ m}^3$$

$$V = 179.7 \text{ m}^3 \quad \text{y} \quad K1 = 0,25$$

Por lo tanto:

$$AB = 44.04 \text{ m}^3 \quad \text{según ello se trata de una embarcación menor de 50 TRG.}$$

Por los resultados obtenidos se puede seguir con el desarrollo del anteproyecto de acuerdo a lo deseado.

CAPÍTULO IV

PROYECTO ESTRUCTURAL

4.1. Determinación del Escantillonado.

Para obtener el escantillonado de las diversas piezas estructurales del casco de esta embarcación se recurrirá a las tablas del “Reglamento para la Construcción y Clasificación de Buques de Pesca de Madera” de la Bureau Veritas, que está determinado para embarcaciones menores de 30 metros de eslora entre perpendiculares.

Para la aplicación de las tablas que en tal reglamento se expresan es necesario definir ciertos conceptos y parámetros que en él se establecen:

Dimensiones principales:

1. La eslora entre perpendiculares se medirá en la flotación en carga, desde la cara de proa de la roda al eje de la mecha del timón.

La eslora L , utilizada para determinar los escantillones, es igual al mayor de los dos valores siguientes: la eslora entre perpendiculares o los $7/8$ de la eslora máxima (87.5%).

2. La manga B se mide en la sección transversal situada en el centro de la eslora entre perpendiculares. En esta sección se toma la manga máxima fuera de los miembros.

3. El puntal C se mide en la misma sección transversal que la manga. Es la distancia desde la cara superior del bao en el costado, hasta la horizontal que pasa por el canto inferior del alefriz de la quilla.

4. El puntal auxiliar H , medido como el anterior, es la altura entre la cara superior del bao en el costado y el punto del contorno fuera de los miembros situado a una distancia del plano de crujía igual a un cuarto de la manga B .

De acuerdo a las definiciones anteriores los parámetros para determinar el escantillonado será:

$$LOA = 20 \text{ m.} \qquad 7/8 L_{\text{máx.}} = 17.5 \text{ m.}$$

$$L_{PP} = 19.05 \text{ m.}$$

$$L_{PP} = 19.05 \text{ m.}$$

$$\text{Por lo tanto } L_{PP} = 19.05 \text{ m.}$$

$$B = 6.61 \text{ m}$$

$$C = 1.70 \text{ m}$$

$$H = 1.70 \text{ m}$$

Los escantillones de los diversos elementos de la estructura como lo son quilla, sobrequilla, cuadernas, varengas, forro exterior, y estructura de la cubierta, se deducen mediante un numeral N, ajustado según requerimientos en las correspondientes tablas del reglamento, igual al producto $L \times B \times C$ de las tres dimensiones principales, expresado en metros cúbicos.

Las tablas de escantillones se aplican a buques construidos de roble, cuya densidad sea por lo menos igual a 0,70 con un 15 % de humedad, que tengan formas normales y las siguientes relaciones entre las dimensiones:

$$L / C = 7 \qquad B / C = 2 \qquad H / C = 8$$

De acuerdo a las características de la embarcación en desarrollo ha sido necesario ajustar el Numeral resultante en un 50% más por sobre el valor calculado, por lo que el valor de entrada a las tablas del mencionado reglamento está en el rango 300 a 330, lo que nos entrega los siguientes valores de escantillones que a continuación se tabulan.

Las unidades expresadas, según reglamento utilizado, está en base a centímetros y sobre el proyecto está ajustado en pulgadas y fracciones de pulgada (1" = 2.54 cm.) según sea el caso:

Denominación		Según Reglamento		Según Proyecto	
		ancho	altura	ancho	altura
Quilla	Central	22	27	10"	10 ¼"
	Laterales	-	-	8"	10 ¼"
Sobrequilla	Central	22	21	8"	8"
	Laterales			8"	8"
Roda	Central	22	21	8"	10 ¼"
	Laterales	-	-	8"	10 ¼"
Codaste		22	33	10"	10 ¼"
Esloras		-	-	7"	7" *
Puntales		-	-	5"	5" *
Cuadernas		9	-	5"	-
	En el pie	9	17	5"	7"
	En el pantoque	9	14.4	5"	7"
	En la cubierta	9	10	5"	5"
Baos		14	15	5"	7"
Baos reforzados		-	-	6"	7" *
Gambota		-	-	10"	12" *
Forro Exterior reforzado	Espesor		Ancho	Espesor	Ancho
		6	-	2 ¼"	5"
Forro de cubierta		5	-	2 ¼"	5"
Trancanil		6		3"	10"
Mamparo		-	-	1 ½"	6"
Espejo		-	-	3 ½"	5" *

* Si bien la utilización de este reglamento no se ajusta estrictamente a las características de formas y proporciones principales con la embarcación en estudio, pero está realizado en base a

madera de características mecánicas y un sistema constructivo similar con diferencias propias de acuerdo a la actividad que realizará. Además de acuerdo a lo observado en embarcaciones semejantes a ésta última, las cuales tienen un escantillonado que corresponde a lo entregado por el presente reglamento (ajustando el numeral N como ya se ha mencionado) con buenos resultados y comportamiento en dichas embarcaciones. Es posible de acuerdo a esto, obtener y considerando las proporciones con las piezas adyacentes, las dimensiones de aquellas piezas que no se presentan explícitamente en el reglamento de referencia.

A lo anterior se sumarán algunas reglas generales de construcción, presente en el reglamento, que son necesarias de considerar para obtener en forma concreta las dimensiones faltantes en la tabla antes obtenida, dentro de las cuales tenemos:

1. Las piezas que componen la quilla y la sobrequilla serán lo más larga que sea posible, de lo contrario se harán escarpes planos y de una longitud será igual a 5 veces la altura de la pieza escarpada.
2. En principio la roda será de una sola pieza. Si se está obligado a construirla de dos piezas, el escarpe tendrá una longitud por lo menos el triple de la altura.
3. Si la gambota está encepada sobre el codaste y unida al macizo, su voladizo no debe exceder de los tres quintos (60%) de su longitud total.
4. las piezas de durmiente deberán ser lo más largas que sea posible: en principio, ninguna pieza será menor de 7 m. de longitud, excepto en los extremos del buque que serán más cortas.
5. La dimensión intacta del ancho del trancanil por el interior de los barraganetes, deberá ser por lo menos igual a su espesor.
6. En principio ningún tablón del forro exterior tendrá menos de 6 metros de largo salvo en los extremos del buque.
7. En principio el forro de cubierta, el ancho de las tracas no deberá ser mayor de dos veces el espesor, más 4 cms. la longitud de los tablonos deberá ser de 4 m. como mínimo, excepto para aquellas situadas entre dos aberturas de la cubierta y en los extremos del buque.

4.2 Escantillonado de la Superestructura.

Para obtener las dimensiones de las piezas de madera que formarán parte de la estructura del caserío tanto de la cubierta principal como la cubierta del puente y sobre el cual irá el forro tanto el exterior como el interior, me he apoyado en el sistema constructivo que se aplica en obras civiles de madera, basado en la utilización de piederechos, barrotos, diagonales, vigas y soleras. Dándole mayor resistencia a la estructura con pernos pasantes en la unión de piezas como diagonales a piederechos y de solera a vigas y en anclaje del caserío desde las brazolas a

los baos de la estructura del casco. La madera que se puede utilizar en el caserío es el tino, pudiendo ser otra similar en características mecánicas, de resistencia a los agentes de la pudrición y con capacidad de lograr gran firmeza para clavos y tornillos.

La utilización referencial de embarcaciones con igual sistema de construcción dan pie a la aplicación del sistema, además de las dimensiones en las piezas que formarán la estructura del caserío.

Denominación	Según proyecto	
	Ancho	Altura
Brazolas en cubierta principal	4"	8"
Baos de cubierta de puente	2"	5"
Costados de superestructura	2"	3"
Interior de superestructura	2"	2"

Hay que considerar que el escantillonado está en dimensiones prácticas del comercio, las pulgadas (1 pulgada = 2.54 cm).

Por la importancia de la unión de piezas estructurales considerando que los esfuerzos a que será sometida la embarcación tanto por las cargas que deberá transportar en su cubierta como por los efectos propios del mar, siendo los mayores en las condiciones de mal tiempo, es que es necesario ajustar las calibraciones de dichos elementos, con las recomendaciones del reglamento del cual también se basa el dimensionamiento de las piezas de madera de la estructura de la embarcación. Los diámetros de los pernos de unión en las diferentes piezas, según proyecto ajustadas a medidas existentes en el mercado y siendo éstos de acero galvanizado como se recomienda. Adicionalmente en el “Anexo D”, se puede encontrar información necesaria para la fabricación o preparación de pernos que puede utilizarse como elemento de unión.

Uniones	Según Reglamento	Según Proyecto
	Diámetro en mm	Diámetro en pulgs.
Quilla y sobrequilla	21	$\frac{7}{8}$ "
Escarpes de quilla o sobrequilla	14	$\frac{5}{8}$ "
Macizos, roda y codaste	21	$\frac{7}{8}$ "
Durmientes a cuadernas	14	$\frac{5}{8}$ "
Bao a trancanil y durmiente	17	$\frac{3}{4}$ "
Bao a durmiente	17	$\frac{3}{4}$ "

Con la información obtenida de las diferentes piezas del casco y de los elementos de unión se está en condiciones de desarrollar los planos: Plano N° 2 de “Estructura Longitudinal y de Cuadernas” y el Plano N° 3 “Plano de la Cuaderna Maestra”. *Planos que se adjuntan en la contratapa.*

CAPITULO V

PROYECTO DE MAQUINARIA

5.1 Potencia Propulsora

El cálculo de la potencia propulsora puede ser realizada de manera teórica con la utilización de monogramas o en forma experimental con la ayuda de un modelo a escala que se ensaya en un canal de pruebas como será el caso de este anteproyecto, en el cual se obtiene una curva de resistencia al avance a casco desnudo versus velocidad que es la base para obtener las características de la maquinaria necesaria para la velocidad de servicio que se requiera.

a) Ensayo de Remolque en Canal

El ensayo de remolque ha sido realizado en el canal de pruebas del Instituto de Ciencias Navales y Marítimas de la Universidad Austral de Chile.

Los resultados de resistencia al avance y de potencia efectiva fueron obtenidos del ensayo con un modelo a escala reducida, haciendo uso del método de Extrapolación de Froude (técnica para correlacionar los resultados del prototipo y del modelo) y el coeficiente de fricción de la ITTC-57, más la corrección por rugosidad y curvatura según la ATTC de 0.004 sobre el coeficiente de fricción del buque y de 0.000 sobre el coeficiente de fricción del modelo.

b) Consideraciones en el ensayo con modelo

Las siguientes consideraciones fueron las adoptadas para el ensayo en el modelo a escala reducida:

- Se consideró un calado parejo (calado de proyecto) el cual se mantuvo constante para todo el ensayo a distintas velocidades.
- Para condición viaje de pruebas se considera resistencia por aire y apéndices.
- Para la condición de servicio se considera un margen global en condición de servicio de un 35%.
- El desplazamiento utilizado en el ensayo es solamente el de carga máxima.
- El cálculo de la superficie mojada fue realizada a partir del plano de líneas considerando el espesor del casco y la superficie de las quillas y el skeg de la quilla central.
- El modelo fue ensayado con sus tres quillas, debido a que éstas son parte de la estructura del casco como las que llevará el prototipo.
- El calado expresado en la tabla de datos del prototipo como en el modelo considera la quilla con 20 cms. de altura medido bajo la cara inferior del forro del casco del fondo.

- El rango de velocidades fue de 6 a 10 nudos.

c) **Resumen de extrapolación del modelo**

DATOS DEL PROTOTIPO		
E_F	19,600	m
B	6,612	m
T	1,200	m
SM	166	m
Δ	93.24	ton

DATOS DEL MODELO		
E_F	0,98	m
B	0,3306	m
T	0,060	m
SM	0,415	m
Δ	11.655	Kg
λ	20	

DATOS DEL CANAL		
T °	13	°C
Viscosidad	1.2036×10^{-6}	m ² /s
Densidad	101.8756	Kgseg ² /m ⁴

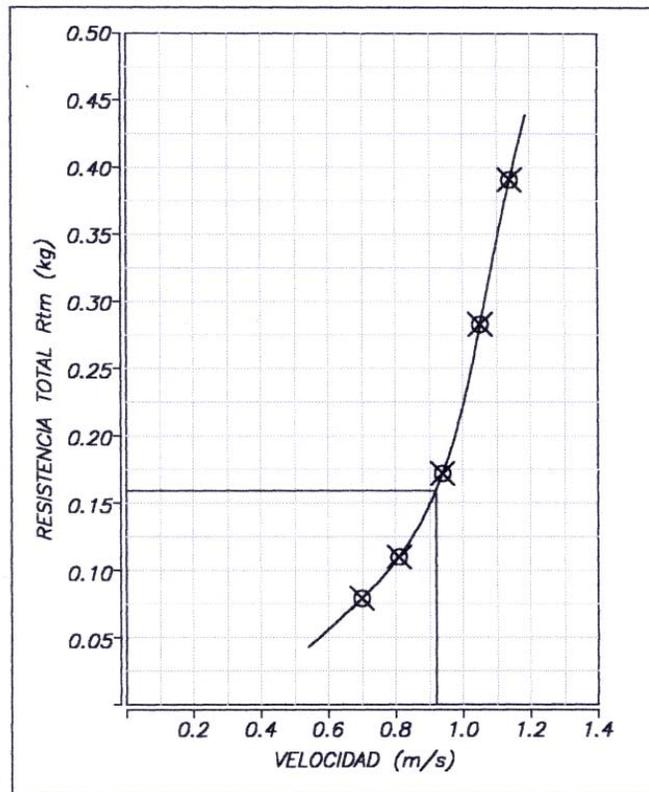
DATOS DE AGUA SALADA (35% salinidad)		
T °	13	°C
Viscosidad	1.2541×10^{-6}	m ² /s
Densidad	104.6061	Kgseg ² /m ⁴

d) **Resistencia total del modelo y determinación de potencia**

De la experiencia en el canal de pruebas con el modelo de ensayo se ha obtenido la tabla y gráfico siguiente del resultado de la curva de resistencia total al avance versus velocidad, para la condición de desplazamiento máximo.

V (m/s)	R_{tm} (Kgs)
0.698	79
0.809	110
0.937	172
1.052	283
1.139	391

Gráfico N° 5.1 Resistencia Total del Modelo



De acuerdo a lo observado en el ensayo de canal y considerando lo requerimientos de velocidad en la condición de carga máxima, se ha decidido que la velocidad de servicio será de 8 nudos, que trazado sobre el gráfico de la figura anterior tenemos como dato inicial una resistencia total, que es información básica para obtener los BHP necesarios en una embarcación por medio de la aplicación del Método de Correlación de Froude que se usará a continuación:

Datos iniciales determinados por gráfico:

$$V_b = 8 \text{ nudos}$$

$$V_b = 4.12 \text{ m/s}$$

$$V_m = 0.92 \text{ m/s}$$

$$R_{tm} = 0.16 \text{ kgs.}$$

$$R_{nm} = \text{Número de Reynolds del modelo} = 0.7592 \times 10^{+6}$$

$$R_{nb} = \text{Número de Reynolds del buque} = 0.6526 \times 10^{+8}$$

A partir de la R_{tm} medida se obtiene C_{tm} que por fórmula se tiene:

$$C_{tm} = \frac{R_{tm}}{\frac{1}{2} * \delta_{F.W.} * S_m * V_m^2} \quad (5.1)$$

donde :

- C_{tm} : Coeficiente total del modelo
 R_{tm} : Resistencia total del modelo en Kgs.
 $\delta_{F.W.}$: Densidad del agua del canal
 S_m : Superficie mojada del modelo en m^2
 V_m : Velocidad del modelo en m/s

$$C_{tm} = 8.5215 \times 10^{-3}$$

Y calculando teóricamente el coeficiente de fricción de modelo (C_{fm}) tenemos :

$$C_{fm} = \frac{0.075}{(\text{Log } R_{nm} - 2)^2} \quad (5.2)$$

donde:

- R_{nm} : Número de Reynolds del modelo

$$C_{fm} = 4.9810 \times 10^{-3}$$

Después tenemos que:

$$\begin{aligned} C_{wm} &= C_{tm} - C_{fm} \\ C_{wm} &= 3.5405 \times 10^{-3} \end{aligned} \quad (5.3)$$

Como además se cumple que:

$$C_{wm} = C_{wb}$$

Donde:

- C_{wm} : Coeficiente por formación de olas del modelo.
 C_{wb} : Coeficiente por formación de olas del buque.

Y calculando teóricamente C_{fb} se tiene:

$$\begin{aligned} C_{fb} &= 2.2183 \times 10^{-3} \\ C_{tb} &= C_{wb} + C_{fb} \\ C_{tb} &= 5.7588 \times 10^{-3} \end{aligned} \quad (5.4)$$

Luego:

$$R_{tb} = \frac{1}{2} * \delta_{s.w.} * S_{mb} * V_b^2 * C_{tb} \quad (5.5)$$

Donde :

- R_{tb} : Resistencia total del buque
 $\delta_{s.w.}$: Densidad del agua de mar
 S_{mb} : Superficie mojada del buque
 V_b : Velocidad del buque
 C_{tb} : Coeficiente total del buque

$$R_{tb} = 890.69 \text{ kgs.}$$

Habiendo obtenido la resistencia total de la embarcación (con solo las quillas como apéndice) se debe calcular entonces lo que corresponde a la resistencia por aire, por apéndices y un margen global de servicio MGCS.

a) Resistencia por aire (R_A)

$$R_A = \frac{1}{2} * C_A * \rho_A * V^2 * A_P \quad (5.6)$$

Donde :

- C_A : Coeficiente para la resistencia por aire = 1.25
 ρ_A : Densidad del aire = $0.125 \text{ Kg s}^2 / \text{m}^4$
 V : Velocidad de servicio = 4.12 m/s
 A_P : Superficie proyectada transversalmente de la obra muerta = 20 m^2

Reemplazando en la ecuación (5.5) se obtiene :

$$R_A = 26.52 \text{ Kg.}$$

b) Resistencia por apéndices (R_{AP}).

Según Baker la resistencia por apéndices es alrededor de un 7% de la resistencia total a casco desnudo, pero como ya hay considerado algunos de éstos y hay otros que no llevará, se considerará un 4% por este concepto:

$$(R_{AP}) = 26.72 \text{ kg.}$$

Ya teniendo calculados los valores necesarios estamos en condiciones de obtener la resistencia en condiciones de viaje de pruebas ($R_{T.V.P.}$) :

$$R_{T.V.P.} = R_T + R_A + R_{AP} \quad (5.6)$$

$$R_{T.V.P.} = 943.93 \text{ Kg.}$$

Con este valor ya podemos calcular la resistencia total en condición de servicio con la adición de un Margen General en Condición de Servicio (*MGCS*) con un 35% más por sobre la resistencia en condición de viaje de pruebas la que está dada por :

$$\begin{aligned} R_{T.C.S.} &= R_{T.V.P.} + M.G.C.S. & (5.7) \\ R_{T.C.S.} &= 1274.31 \text{ Kgs.} \end{aligned}$$

Además para determinar los EHP tenemos:

$$EHP = \frac{R_{T.C.S.} * V}{76.04} \quad (5.8)$$

$$EHP = 69.04HP$$

Con la ecuación se tiene:

$$BHP = \frac{EHP}{\rho_p} \quad (5.9)$$

donde:

$$\rho_p : \text{rendimiento propulsivo} = 0.5$$

por lo tanto los BHP del cálculo anterior es:

$$BHP = 138.09 HP$$

Lo que nos lleva a considerar un motor de las siguientes características:

Marca	:	Caterpillar
Modelo	:	3056
Potencia	:	205 BHP
Caja inversora	:	ZF Hurth HSW 630
Régimen	:	2500 rpm
Peso	:	609 kgs.

5.2 Gobierno y propulsión.

De acuerdo a las características de ésta embarcación debe contar además de un motor principal marino, como el ya determinado, con una línea de eje completa y con un timón para el control de gobierno.

Como nos encontramos en una etapa de anteproyecto sin tener la absoluta precisión de cual será en definitiva el motor principal y el reductor que tendrá, por lo que en esta parte del capítulo se desarrollen lineamientos generales y de orientación con el objeto de agilizar la toma de decisiones al momento de querer determinar aquellos elementos.

a) Línea de eje.

La línea de eje contará con los siguientes elementos:

- 1 eje porta hélice de acero inoxidable con un diámetro de 2 ½ pulgadas.
- 1 hélice de bronce del tipo Serie B, de 4 aspas con un diámetro de 27 pulgadas.
- 1 descanso de cola de metal blanco de baja fricción.
- 1 prensa estopa con carcasa de acero, con descansos metalados y prensa estopa de bronce con empaquetadura de cañamo engrasado.
- 1 grasera con tapa-prensa de tornillo conectada al tubo de codaste.
- 1 machón de acoplamiento rígido eje-caja.
- 1 junta elástica de machón flexible entre machón-coplón.
- 4 pernos de acero inoxidable para brida-codaste.

b) Gobierno

El timón será de plancha plana de acero de calidad A-37-24 ES reforzada por atiesadores y semi-compensado. La zapata que contiene el tintero será de acero apernada a la quilla y codaste con el fin de lograr resistencia necesaria al peso del timón y a los esfuerzos propios del gobierno. La mecha y la pala estarán unidas por una brida de acoplamiento en el canto superior de la pala. La limera será de acero con flanche en su parte inferior apernada a la gambota y con descanso de ajuste, en la parte superior deberá poseer un descanso además de una prensa estopa, grasera y en el extremo de la mecha una conicidad con canal chavetero e hilo para tuerca de apriete para fijar el cuadrante. El accionamiento será manual por medio de una rueda de timón con caja de reducción, cables como guarnes y roldanas.

Todos los elementos de acero del sistema de gobierno serán de la calidad A-37-24 ES y los pernos utilizados serán galvanizados.

CAPÍTULO VI

INSTALACIONES PRINCIPALES

6.1 Elementos de Amarre y Fondeo.

6.1.1 Elementos de amarre

El equipo de amarre tiene por finalidad asegurar la embarcación en un lugar requerido de acuerdo a las necesidades y condiciones imperantes del momento, a fin de contrarrestar los efectos producidos principalmente por oleaje, viento o corrientes marinas. Estas amarras estarán guiadas en distintas direcciones hacia las bitas de amarre, que se encontrarán distribuidas en distintos puntos de la cubierta principal, en las que harán firme. Dentro del equipo de amarre se pueden distinguir dos elementos principales que son las amarras propiamente tal y las bitas.

6.1.1.1 Amarras

En este caso se utilizarán amarras de fibra (estachas), ya que ofrecen la seguridad necesaria para este tipo de embarcación y además por las ventajas de éstas frente a los cables de acero, dentro de las cuales tenemos:

- Tienen menor peso
- Menor costo
- Son de más fácil conservación
- Son de fácil manipulación
- Son fáciles de adujar
- En momentos de emergencias son fáciles de unir
- Tienen gran elasticidad
- Son de mayor duración
- La mayoría tienen flotabilidad positiva
- La opción de colores que faciliten maniobras en condiciones de oscuridad

6.1.1.2 Bitas de amarre

Las bitas de amarre se emplean para asegurar las espías a la cubierta. Se usará en esta embarcación del tipo vertical, de acero A-37-24 ES.

6.1.2 Sistema de Fondeo

El sistema de fondeo está constituido por una ancla, cadena y los accesorios que los unen, además del cabrestante (ya sea este Manual o mecánico) y la caja de cadenas. Este sistema es

el que permite que la embarcación pueda fijar una situación en algún lugar fuera de un muelle donde tenga que permanecer.

Para seleccionar las dimensiones de cadena y el peso del ancla recurriremos a las recomendaciones dadas por la Casa de Clasificación American Bureau Of Shipping para naves menores de 61 metros. Con ello a continuación se presentaran los cálculos necesarios para obtener lo ya mencionado.

$$NE = \Delta^{2/3} + 2 (Ba + \sum bh) + 0.1 A \quad (6.1)$$

donde:

- NE : numeral del equipo
 Δ : desplazamiento de trazado hasta la flotación de verano, en toneladas métricas.
 B : manga en flotación.
 a : francobordo en la maestra desde la flotación de verano, en metros.
 h : altura a cada nivel de casetas o superestructura que tengan una manga igual o superior a $B/4$, en metros.
 A : área en m^2 del perfil longitudinal del casco, superestructura y caseta por encima de la flotación de verano.
 b : manga de la superestructura o caseta más ancha en metros.

Según lo anterior para nuestra embarcación tenemos:

Δ	=	93.24	ton
B	=	6.6	m
a	=	0.7	m
$\sum bh$	=	13	m^2
A	=	48	m^2

Reemplazando en la ecuación (6.1) se tiene:

$$NE = 57$$

Según lo señalado en la tabla 22.1 del reglamento utilizado, en tamaños y pesos para el número de equipo, se usará el inmediatamente inferior.

De acuerdo al numeral del equipo el reglamento recomienda lo siguiente:

Ancla de leva sin cepo

- número de anclas = 2 (Ancla de leva sin cepo).
- peso por ancla = 120 kgs.

Cadena de leva con concreto para acero de resistencia normal

- longitud de la cadena = 96 m.
- Diámetro = 12.5 mm.
- Carga de rotura = 6700 kgs.

de acuerdo a esto se está en condiciones de calcular la potencia del cabrestante en los siguientes pasos:

- Peso de la cadena:
Peso aproximado = 4 kg /m.

$$P_{CADENA} = 4 * 96$$

$$P_{CADENA} = 384 \text{ Kgs.}$$

- Cálculo de la Potencia del Molinete:

Este cálculo se realizará tomando en cuenta dos situaciones: **a)** cuando el ancla no alcanza el fondo y **b)** cuando el ancla zarpa desde el fondo.

Para ello tenemos los siguientes datos:

P_c = peso de la cadena fuera del agua (kgs). En los cálculos se considera un peso de 3 a 4 largos de cadena.

P_c = 1152 kgs. (3 veces el peso de la cadena).

P_a = peso del ancla fuera del agua (120 kgs).

v = velocidad para llevar el ancla (8 a 12 m / min), se utilizará el valor medio 10 m/min.

v_1 = velocidad de zarpar el ancla (a calcular).

f = coeficiente de roce de la cadena en el escobén, estopor, etc, se recomienda 2.

r = rendimiento mecánico del molinete (en su caja de reducción, descansos, ejes, etc). Varia entre 0.5 a 0.7, se optará por 0.6.

e = poder de agarre del ancla (2 a 1.5)

- a)** El ancla zarparando de la pendura:

$$P = \frac{0.87 (P_c + P_a) * v * f}{60 * 75 * r} \quad (\text{c.v.}) \quad (6.2)$$

$$P = \frac{0.87 * (1152 + 120) * 10 * 2}{60 * 75 * 0.6} = 8.2 \text{ (c.v.)}$$

b) La potencia requerida para “zarpar” el ancla del fondo será la anteriormente calculada incrementada en la potencia requerida para vencer el poder de agarre del ancla

$$P_1 = \frac{0.87 (P_c + P_a) + e * P_a * v_1 * f}{60 * 75 * r} \quad \text{(c.v.)} \quad (6.3)$$

Se tiene que calcular v_1 de las ecuaciones (6.2) y (6.3), igualando las dos potencias ($P = P_1$), puesto que la potencia del molinete será una, tendremos la relación que debe existir entre las velocidades de izado (v) y la velocidad de zarpar el ancla del fondo (v_1).

$$\frac{v}{v_1} = 1 + \frac{2 P_a}{0.87 * (P_c + P_a)}$$

$$\frac{10}{v_1} = 1 + \frac{2 * 120}{0.87 * (3 * 384 + 120)}$$

$$v_1 = \frac{10}{1.22} = 8.22 \text{ metros / min.}$$

Continuando tenemos :

$$P_1 = \frac{0.87 * (1152 + 120) + 2 * 120}{60 * 75 * 0.6} * 8.22 * 2$$

$$P_1 = 8.2 \text{ c.v.}$$

Con los resultados ya obtenidos se puede decir que: la potencia requerida para que el ancla zarpe del fondo y se leve, el molinete requiere que pueda entregar una potencia de **8.2 c.v.**

6.2 Circuitos Principales

La presente sección está destinada a obtener los cálculos necesarios para poder determinar los planos de los circuitos de achique y contraincendio.

Con el propósito de obtener la información necesaria para el cálculo de los circuitos antes mencionados, se recurrirá a las recomendaciones dadas por el “Reglamento para la Clasificación y Construcción de Buques de Acero” de la casa de Clasificación Germanisher Lloyds, en el Capítulo 3, que corresponde a Instalaciones de Maquinarias.

6.2.1 Circuito de Achique

El circuito de achique es el encargado de expulsar las aguas de sentina producto de filtraciones propias en las embarcaciones de madera, que en algunas ocasiones puede sobrepasar la capacidad de un estanque de retención, a las cuales se les sumaría, eventualmente, las aguas contaminadas por hidrocarburos de la sala de máquinas, lo cual dificultaría grandemente la aplicación de las disposiciones de MARPOL 73/78 que indica que las aguas contaminadas con hidrocarburos deben ser retenidas en estanques destinados para ello. Lo anterior nos lleva a buscar la solución por el lado del manejo de los hidrocarburos en la sala de máquinas y a que las aguas limpias de las filtraciones sean vertidas directamente al mar. considerando lo ya expresado es necesario poseer un estanque de retención el cual sería usado en casos en que la manipulación con aceites o combustible no sea el adecuado y haga necesario almacenarlos.

Además conviene destacar que el circuito de achique utilizará la misma bomba que el circuito contraincendio, por lo que en el cálculo de la bomba se entrelazan parámetros, con el fin de que dicha bomba tenga la capacidad adecuada para satisfacer los requerimientos de los circuitos en que se utilice.

Según lo anterior, el circuito de acuerdo a las recomendaciones ya mencionadas contará con una bomba que puede estar acoplada al motor principal de la embarcación, y además una bomba de accionamiento manual en caso de emergencia.

Cálculo del diámetro de la tubería principal de achique:

$$d_H = 1.68 [(B+H) L]^{1/2} + 25 \text{ (mm)} \quad (6.7)$$

donde:

d_H (mm) : diámetro interior calculado de la tubería principal de achique

L (m) : eslora entre perpendiculares

H (m) : puntal a la cubierta de compartimentado

$$d_H = 42 \text{ (mm)}$$

De acuerdo al valor obtenido anteriormente se utilizara cañería de 2 pulgadas grado A, Schedule 40 de acuerdo a la Norma ASTM, de la cual se tiene las siguientes características:

DIÁMETRO NOMINAL	DIÁMETRO EXTERIOR	ESPELOR NOMINAL	PESO TEORICO	PRESION DE PRUEBA
Pulgadas	mm (d)	mm (e)	Kg/m	Kg/cm ²
2	60.30	3.91	5.44	161.7

El caudal de la Bomba de Achique

$$Q = 5.75 \times 10^{-3} d_H^2 \quad (m^3/h) \quad (6.8)$$

Q (m^3/h) : caudal mínimo

$$Q = 9.99 \quad (m^3/h)$$

Una vez obtenido el caudal mínimo de la bomba estamos en condiciones de calcular la potencia de ésta, la cual se obtiene en la siguiente fórmula:

$$N = \frac{Q * H_M * \gamma}{76 * \eta} \quad (6.9)$$

donde :

N : potencia de la bomba, en HP

Q : caudal, en m^3/s .

H_M : altura manométrica, en metros.

γ : peso específico del agua.

η : rendimiento de la bomba

para el cálculo de la potencia de la bomba utilizaremos γ del agua de mar y asumiremos un rendimiento de 0.55.

Además de la ecuación de potencia de la bomba se desprende que se deberá conocer la altura manométrica, por lo tanto primero realizaremos los cálculos para establecer dicha altura, la cual esta dada por:

$$H_M = H_{EST} + H_P \quad (6.10)$$

donde:

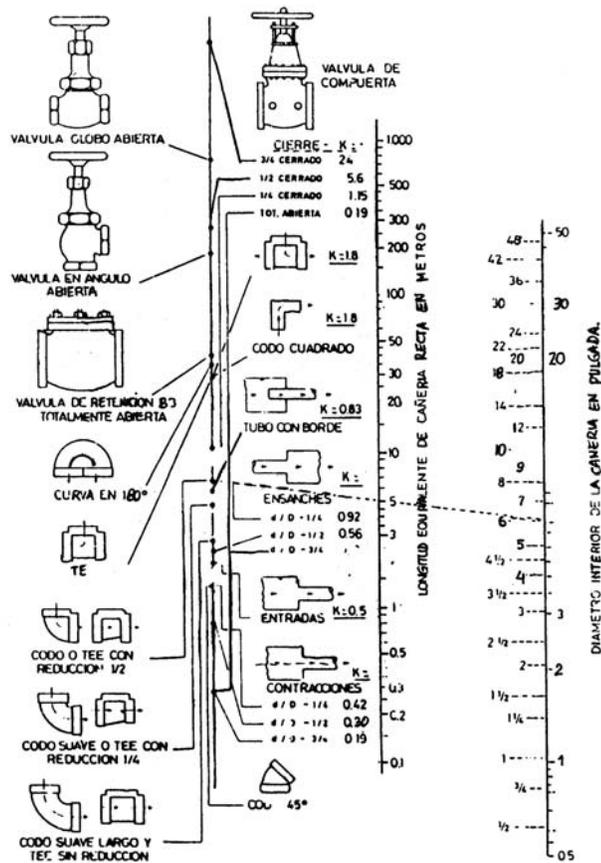
H_{EST} : representa la altura a la que debe llegar el agua, en este caso corresponde a la altura de la bomba al grifo del circuito contraincendio que es igual a 2 m.

H_P : altura de pérdida en metros, equivalente a las pérdidas de las cargas de las tuberías y accesorios (válvulas, fitting, etc) producto del roce que generan estos al circular agua dentro de ellos.

La altura de pérdida se obtendrá al considerar la tubería más larga, con respecto a la distancia del recorrido que el agua deberá realizar, es decir, la distancia al mamparo de proa, que es igual a 13 m .

El cálculo para determinar las pérdidas de carga de las tuberías y accesorios se realizará mediante la utilización de tablas y diagramas dados por entidades especializadas en la materia.

Figura N° 6.1 Monograma de pérdida de carga.



EJEMPLO: LA LINEA PUNTEADA INDICA QUE LA RESISTENCIA DE UN CODO ES EQUIVALENTE A, APROXIMADAMENTE, 6 METROS DE CANERIA DE 6" DE DIAMETRO.
 1 PIE = 30.5 cm, 1 PULGADA = 2.54 cm.

Entonces de acuerdo al recorrido que efectuara el agua se tienen los siguientes elementos:

- 3 valvulas de globo
- 3 derivaciones "T"
- 4 curvas suaves.

Elemento	Cantidad	Longitud Equivalente	Total
Válvula de globo	3	0.3	0.9
Derivación "T"	3	0.9	2.7
Curva suave	4	0.9	3.6
		total	7.2

A la longitud total equivalente se le debe sumar la longitud máxima de la tubería que corresponde a H_{PER} , para así obtener la longitud total.

$$L_{TOTAL} = H_{PER} + Long. Total equivalente \quad (6.11)$$

$$L_{TOTAL} = 13 + 7.2 = 20.2 \text{ m.}$$

Con este valor, además del caudal en lt/min ($Q = 166.5 \text{ lt/min}$) se ingresa a la siguiente, en donde se calcula la perdida de carga en metros por efecto de la tubería y los accesorios.

Q	½"	¾"	1"	1 ¼"	1 ½"	2"	2 ½"
5	7.5	1.05					
10	28	3	0.9				
15	60	8.2	1.9	0.7			
20	100	14.2	3.3	1.15			
30	212	31	7	2.45	0.85		
40	360	53	12	4.2	1.6		
50	550	79	18.5	6.3	2.45	0.56	
60	770	113	26	8.8	3.4	0.78	
70	1000	146	34	10.8	4.4	1	
80		198	45	15	5.7	1.35	
90		235	56	18.5	7.1	1.65	
100		290	68	22.5	8.9	2	0.68
120		400	100	32	12.5	2.9	
150		540	130	43	16.5	3.8	
140		600	146	48	19	4.3	1.18
160		680	163	54	21.4	4.9	
180		850	206	68	27	6.2	
200		1020	252	83	33	7.5	2.5
250			380	132	50	11.4	

Valores obtenidos del, Manual de Bombas VOGT (INDUSTRIA MECANICA VOGT S.A.)

De la tabla anterior, Interpolando entre $Q = 160$ y $Q = 180$ se tiene:

$$H_{100} = 5.5 \text{ m.}$$

La siguiente expresión determina la pérdida de carga de la tubería es:

$$H_p = \frac{L_T}{100} * H_{100} * K \quad (6.12)$$

Donde:

H_p : pérdida de carga de la tubería

H_{100} : pérdida de carga en 100 metros de cañería

K : factor de corrección por calidad de la tubería, para tubería ordinaria = 1.

Por lo tanto :

$$H_p = 1.1 \text{ m}$$

Con este valor estamos en condiciones de calcular la altura manométrica dada por la ecuación (6.4)

$$H_M = 3.1 \text{ m.}$$

Entonces evaluando la ecuación (6.9) se tiene :

$$N = \frac{6.68 \times 10^{-2} * 3.1 * 1025}{76 * 0.55} = 5.08 \text{ H.P.}$$

Como conclusión se considera una potencia de la bomba será de **5 HP**.

6.2.2 Circuito Contraincendio.

Como se ha mencionado anteriormente el circuito de achique estará combinado con el circuito contraincendio, esto implica que la bomba será común para ambos circuitos, sin embargo el tendido de las cañerías será distinto, pero los diámetros serán los mismos, ya que de acuerdo a las recomendaciones del Germanisher Lloyds se utilizan fórmulas que dan resultados que son bastante cercanos y en algunos casos idénticos. El sistema de agua contraincendio constará con dos grifos con sus respectivas mangueras y boquillas a cada banda de la cubierta principal.

Además, la embarcación contará con equipo contraincendio a base de extintores portátiles que estarán ubicados de la manera siguiente:

- Dos en la sala de máquinas (uno en el acceso y otro en el escape)
- Uno en el puente de gobierno
- Uno en la cocina y
- Uno en las acomodaciones.

Todos los extintores serán Tipo "A-B-C "

6.2.3 Circuito de combustible

El circuito de combustible estará ubicado en la sala de máquinas, contando con dos estanques de 1500 litros de capacidad cada uno, lo suficiente para navegar un total de 450 millas marinas aproximadamente. Si bien normalmente tendrá un consumo mucho menor por viaje completo, es necesario que posea suficiente capacidad de combustible para evitar reabastecimientos muy frecuentes, que, por la zona en que navegará y la actividad que realizará, podría retardar faenas en algún momento. Además por no ser una embarcación que siempre tendrá rutas y destinos fijos.

Estos estanques estarán ubicados uno a cada banda de la embarcación con el propósito de distribuir uniformemente el espacio y los pesos, para esto último, ambos estanques estarán comunicados mediante una cañería obedeciendo la ley de los vasos comunicantes que llevará a que el nivel en ambas bandas descienda, debido al consumo del combustible, uniformemente.

Uno de los estanques además de poseer una cañería de descarga que será la que alimenta el motor principal, debe contar de elementos de control que son necesarios para un circuito de combustible, tales como una válvula de purga, sonda de nivel, tapa de registro, desahogo, llaves de corte y válvula de llenado, para verificar estado y su segura operación en todo momento.

Además de lo anterior una cañería de retorno de combustible desde el motor a uno de los estanques con el objeto de cerrar el circuito para motores diesel, que permite el ahorro de consumo.

6.2.4 Circuito de Agua Dulce

Circuito constituido por un estanque de una capacidad de 1000 lts que irá ubicado en la sala de máquinas además de un hidropack con el objeto de que la presión del agua sea la suficiente tanto para los servicios del baño como para la cocina.

El estanque del circuito debe contar con una sonda de nivel, tapa de registro, respiradero, rebalce y válvula de llenado. El circuito debe constar además con llaves de corte en cada terminal sea éste en la cocina como en el baño por seguridad.

6.2.5 Circuito Eléctrico

El circuito eléctrico contará con un grupo generador de energía independiente que entregue 220 volts y con un banco de baterías que será cargado por medio de un alternador conectado al motor principal de la embarcación, el cual entregará energía en 12 y 24 volt según sean los requerimientos de energía para lo que es iluminación u otras necesidades.

Habrá un tablero de distribución general, con automáticos para los diferentes circuitos con que cuente la embarcación.

CAPITULO VII

CÁLCULO DE PESOS Y ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

Se entiende por estabilidad de un buque la capacidad de recuperar su condición de adrizado en el agua; hay diversos factores que influyen en la estabilidad de una embarcación, dichos factores deben ser controlados principalmente en la etapa de proyecto.

Antes de proceder a la realización del análisis preliminar de estabilidad debemos obtener el desplazamiento y el centro de gravedad de nuestra embarcación.

7.1 Estimación de Pesos y Centros de Gravedad.

Para obtener los resultados de estabilidad de una embarcación es necesario conocer el desplazamiento y el centro de gravedad de la misma para las distintas condiciones de carga en las que será evaluada su estabilidad transversal; por lo que en éste capítulo se procederá inicialmente a la estimación de pesos y centros de gravedad, teniéndose presente que estos cálculos sólo son una estimación, ya que los cálculos exactos para obtener el desplazamiento y del centro de gravedad real de una nave es mediante la prueba de inclinación la cual se realizará una vez terminada la embarcación y desde luego ya en el mar.

Para la determinación del desplazamiento de esta embarcación y en general de cualquier otra es necesario considerar lo siguiente:

El desplazamiento se divide en dos componentes.

- Desplazamiento liviano Δ_L (lighthweight)
- Peso muerto DW (deadweight)

Con el objeto de aclarar los componentes del desplazamiento a continuación se definen ambas:

-El desplazamiento liviano Δ_L

Representa el peso completo de la embarcación, sin aceites, fluidos ni combustibles almacenados en los estanques, sin provisiones ni agua a bordo, por lo tanto, representa la parte fija de la embarcación.

Este desplazamiento se subdivide en:

- Peso de madera del casco.
- Peso de superestructura.
- Peso de cámara de máquinas.
- Peso de acomodaciones.
- Peso de cargos.
- Equipos e instalaciones.

-Peso muerto DW.

Representa la parte variable de los pesos del desplazamiento, en este ítem se agrupan los siguientes componentes:

- Peso de combustible
- Peso de lubricante
- Peso de agua de bebida
- Peso de aguas sucias
- Peso de provisiones
- Peso de personas (tripulación)
- Peso de la carga

Por lo tanto, el desplazamiento (Δ) será igual a:

$$\Delta = \Delta_L + DW \quad (7.1)$$

7.1.1 Cálculo del Desplazamiento liviano.

Como se ha señalado en párrafos anteriores de este capítulo el desplazamiento liviano está compuesto por el peso de la madera del casco, el peso de la superestructura, peso de la cámara de maquinas y el peso de equipos e instalaciones.

Para obtener el peso de la madera del casco se recurrió al plano de estructura longitudinal y al plano de la cuaderna maestra de la embarcación, además de considerar el grado de humedad mas probable para una embarcación de estas características que esté a flote y en las condiciones ambientales de humedad mas desfavorables. Otros pesos han sido obtenidos de catálogos según sean aquellos elementos, también en algunos caso fue necesario estimar algunos pesos ya que no se tienen pesos conocidos.

Para la obtención de los centros de gravedad de los pesos de equipos e instalaciones y superestructura se logró con la utilización del plano de arreglo general.

Tabla N° 7.1. Pesos y Centros de Gravedad del Casco y Superestructura.

Denominación	Peso (ton)	L.C.G. (m)	Mto. Long. (ton * m)	V.C.G. (m)	Mto vert. (ton * m)
Espejo	0.370	9.940	3.678	1.340	0.496
Cubierta Principal	6.600	0.200	1.320	1.780	11.750
Caserio	1.300	8.000	10.400	3.900	5.070
Rampa	1.200	-12.200	-14.640	2.200	2.640
Forro del casco	8.400	0.200	1.680	0.544	4.570
Quilla, macizo y roda central	1.730	1.214	2.100	0.060	0.101
Quilla y roda laterales	1.970	0.286	0.563	0.010	0.020
yugo	0.230	-9.780	-2.250	1.240	0.285
Gambota	0.100	8.900	0.890	0.800	0.080
Sobrequilla central	0.880	-2.972	-2.615	0.511	0.450
Sobrequillas laterales	1.970	-0.774	-1.525	0.547	1.078
Fundamentos de motor	0.270	5.600	1.512	0.350	0.095
Esloras	1.500	0.250	0.375	1.500	2.250
Durmiente	0.360	0.100	0.036	1.450	0.522
Puntales	0.500	-0.120	-0.060	0.900	0.450
Mro. De Colisión	0.250	-4.000	-1.000	1.000	0.250
Mro. Proa Sala de Máquinas	0.250	4.000	1.000	1.000	0.250
Baos	4.800	-0.200	-0.960	1.600	7.680
Verduguete	0.350	0.150	0.053	1.700	0.595
Brazolas escotilla S. Máquinas	0.090	6.000	0.540	1.820	0.164
Tapa escotilla S. Maquinas	0.090	6.000	0.540	1.962	0.177
Brazolas del caserio	0.190	8.500	1.615	1.900	0.361
Cuadernas	3.520	0.220	0.774	0.780	2.746
Varengas	3.420	0.863	2.951	0.350	1.197
Arriostramento	0.400	-0.490	-0.196	0.894	0.358
Barraganetes	0.290	-0.150	-0.044	2.050	0.595
Forro de la borda	0.750	0	0	2.160	1.620
Tapa regala	0.240	0	0	2.400	0.576
Refuerzos del espejo	0.030	9.800	0.294	1.400	0.042
Pletina para rodas	0.200	-5.500	-1.100	-0.150	-0.030
Pieza para el tintero	0.150	8.900	1.335	0.000	0
Pernos con tuercas y arandelas	0.400				
Tirafondos	0.020				
Clavicotes	0.040				
Clavos	0.310				
Pabulo de algodón	0.150				
Masilla	0.380				
Pintura seca	0.250				
Σ Pesos	43.950	Σ Mto.Long	7.266	Σ Mto.Vert.	46.438

Según el desarrollo anterior y ya obtenidos los valores necesarios se procede a obtener las coordenadas X e Y del centro de gravedad de la embarcación:

$$\text{Coord. Long. del Centro de Gravedad: } X = \frac{\Sigma \text{ Mto. Long.}}{\Sigma \text{ Pesos}} = 0.165 \text{ m.}$$

$$\text{Coord. Vert. del Centro de Gravedad: } Y = \frac{\Sigma \text{ Mto. Vert.}}{\Sigma \text{ Pesos}} = 1.057 \text{ m.}$$

Tabla N° 7.2. Pesos y Centros de Gravedad de las Acomodaciones.

Denominación	Peso (ton)	L.C.G. (m)	Mto.Long. (ton * m)	V.C.G. (m)	Mto vert. (ton * m)
Butaca Puente de Gobierno	0.010	7.300	0.073	4.600	0.046
Camarotes	0.150	8.000	1.200	2.800	0.420
Cocina	0.150	9.200	1.380	3.000	0.450
Baño	0.100	7.300	0.730	2.300	0.230
Tablero Puente de gobierno	0.100	6.900	0.690	5.000	0.500
<i>Σ Pesos</i>	<i>0.510</i>	<i>Σ Mto.Long</i>	<i>4.073</i>	<i>Σ Mto.Vert.</i>	<i>1.646</i>

De acuerdo a los resultados anteriores se tiene:

$$\text{Coord. Long. del Centro de Gravedad: } X = \frac{\Sigma \text{ Mto. Long.}}{\Sigma \text{ Pesos}} = 7.986 \text{ m.}$$

$$\text{Coord. Vert. del Centro de Gravedad: } Y = \frac{\Sigma \text{ Mto. Vert.}}{\Sigma \text{ Pesos}} = + 3.227 \text{ m.}$$

Tabla N° 7.3. Pesos y Centros de Gravedad de la Sala de Máquinas

Denominación	Peso (ton)	L.C.G. (m)	Mto. Long. (ton * m)	V.C.G. (m)	Mto vert. (ton * m)
Motor	0.700	5.660	3.962	0.900	0.630
Sistema de Gobierno	0.450	9.000	4.050	1.650	0.743
Propulsión	0.140	7.200	1.008	0.400	0.056
Baterías	0.100	4.700	0.282	0.700	0.042
Bomba de Achique	0.015	5.000	0.075	0.700	0.011
Manifold y Válvulas	0.150	5.700	0.855	0.800	0.120
<i>Σ Pesos</i>	<i>1.515</i>	<i>Σ Mto. Long.</i>	<i>10.232</i>	<i>Σ Mto. Vert.</i>	<i>1.602</i>

De acuerdo a los resultados anteriores se tiene:

$$\text{Coord. Long. del Centro de Gravedad: } X = \frac{\Sigma \text{ Mto. Long.}}{\Sigma \text{ Pesos}} = + 6.754 \text{ m.}$$

$$\text{Coord. Vert. del Centro de Gravedad: } Y = \frac{\Sigma \text{ Mto. Vert.}}{\Sigma \text{ Pesos}} = + 1.057 \text{ m.}$$

Tabla N° 7.4. Pesos y Centros de Gravedad de los Cargos

Denominación	Peso (ton)	L.C.G. (m)	Mto. Long. (ton * m)	V.C.G. (m)	Mto vert. (ton * m)
Cañerías	0.180	4.600	0.828	0.600	0.108
Bitas de Proa (2)	0.040	-6.900	-0.276	1.700	0.068
Bitas de Popa (2)	0.040	9.500	0.380	1.900	0.076
E. de Amarre y de Fondeo	1.200	-7.500	-9.000	1.400	1.680
Anclote de repuesto	0.120	9.000	0.630	1.800	0.126
E. accionamiento rampa	0.150	-7.500	-1.125	1.900	0.285
Estanque de Combustible	0.600	4.700	2.820	0.800	0.480
Equipo Salvavidas	0.050	9.650	0.483	4.600	0.230
Extintores	0.075	6.700	0.503	2.300	0.173
Estanque de Agua Dulce	0.320	8.000	2.560	1.120	0.358
Estanque de Retención	0.300	3.400	1.020	0.700	0.210
Σ Pesos	3.025	Σ Mto.Long.	-1.177	Σ Mto. Vert.	3.794

De acuerdo a los resultados anteriores se tiene:

$$\text{Coord. Long. del Centro de Gravedad: } X = \frac{\Sigma \text{ Mto. Long.}}{\Sigma \text{ Pesos}} = -0.390 \text{ m.}$$

$$\text{Coord. Vert. del Centro de Gravedad: } Y = \frac{\Sigma \text{ Mto. Vert.}}{\Sigma \text{ Pesos}} = +1.254 \text{ m.}$$

Con los valores de los centros de los gravedad obtenidos en las tabulaciones anteriores se procede a una tabla resumen en donde se logrará calcular el LCG, el VCG y el peso para el desplazamiento liviano.

Tabla N° 7.5. Pesos y Centros de Gravedad del Desplazamiento liviano.

Denominación	Peso (ton)	L.C.G. (m)	Mto. Long. (ton * m)	V.C.G. (m)	Mto vert. (ton * m)
Casco	43.950	0.165	7.252	+1.057	46.455
Sala de Máquinas	1.515	6.754	10.232	+1.057	1.601
Acomodaciones	0.510	7.986	4.073	+3.227	1.646
Cargos	3.025	-0.390	-1.180	+1.254	3.793
Σ Pesos	49.000	Σ Mto. Long.	20.377	Σ Mto. Vert.	53.495

Con los resultados anteriores se obtiene la coordenada final del centro de gravedad de la embarcación para un desplazamiento liviano:

$$\text{Coord. Long. del Centro de Gravedad: } X = \frac{\Sigma \text{ Mto. Long.}}{\Sigma \text{ Pesos}} = 0.415 \text{ m.}$$

$$\text{Coord. Vert. del Centro de Gravedad: } Y = \frac{\Sigma \text{ Mto. Vert.}}{\Sigma \text{ Pesos}} = +1.092 \text{ m.}$$

De acuerdo a los resultados obtenidos el desplazamiento liviano es :

$$\begin{aligned}\Delta_L &= 49.000 \text{ ton.} \\ LCG &= 0.415 \text{ m.} \\ VCG &= 1.092 \text{ m.}\end{aligned}$$

7.1.2 Cálculo del Peso Muerto (DW).

El peso muerto correspondiente en esta embarcación, de acuerdo a sus características y actividad que realizará, serán los que a continuación se mencionen y desarrollen considerando en ello los tres posibles tipos de carga que se transportarán, obteniéndose con ello la información necesaria para determinar las coordenadas del centro de gravedad de la embarcación y el desplazamiento máximo para el posterior análisis de estabilidad inicial de cada condición.

7.1.2.1 Peso del Combustible

La componente del peso de combustible depende en general de varios factores, entre los cuales tenemos las características del motor propulsor, principalmente su potencia, influye también el valor del consumo específico, de la velocidad de servicio con que se quiera operar la embarcación y desde luego de la autonomía que se requiera, además, ante la eventualidad por la zona de operación de la embarcación sea complicado un reabastecimiento frecuente. Según los factores antes mencionados se procede a obtener dicho peso aplicando la siguiente fórmula:

$$P_{\text{comb}} = C_e * BHP * (A / V) \text{ Kg} \quad (7.2)$$

Donde:

- P_{comb} : Peso del combustible (Kg)
 C_e : Consumo específico (Kg / BHP Hr) = 0,20
 V : Velocidad de servicio (Kn) = 8 kn
 A : Autonomía (millas marinas) = 450 millas marinas

$$\text{Horas de navegación} = \text{Autonomía} / \text{Velocidad de servicio}$$

$$\text{Horas de navegación} = 450 / 8$$

$$\text{Horas de navegación} = 56.25 \text{ hrs.} = 2.3 \text{ hrs.}$$

Ahora aplicando (7.2) se tiene:

$$P_{\text{comb.}} = 0.20 * 205 * 56.25 \text{ Kg.}$$

$$P_{\text{comb.}} = 2306 \text{ Kg.}$$

Considerando un margen de un 30 % por condiciones de mal tiempo y para maquinaria auxiliar tenemos:

$$P_{\text{comb.}} = 3000 \text{ Kg.}$$

El combustible se ubicará en dos estanques cada uno con un volumen de 1.6 m^3 ubicados uno a cada banda.

7.1.2.2 Peso de agua dulce, estanque de retención y Complementos.

El peso de agua y los volúmenes necesarios para los estanques, se determinará considerando un volumen de agua de bebida de 1000 litros, los cuales se utilizarán en todos los servicios necesarios por parte de la dotación, considerando un consumo aproximado de 60 diarios por persona durante 5 a 6 días.

- Peso de agua dulce (P_{AD})

Según lo anterior tendremos un peso de 1000 kgs. por concepto de agua dulce, el cual irá ubicado en un estanque de un volumen de 1 m^3 .

Tomando en cuenta que el total de los servicios en la embarcación se realizarán con agua dulce.

- Estanque de retención de aguas servidas (P_{AS}) y Aguas Grises.

Este estanque no tiene incidencia en el cálculo de los pesos, debido a que éste tendrá que ser de similar capacidad que el agua dulce por lo ya explicado, según ello tendremos un estanque de un volumen de 1 m^3 .

- Peso de personas (P_{PERS}).

En este ítem sólo tenemos el peso de la tripulación, que para ello se estimará un peso por persona de 75 kgs., el cual se utilizó de acuerdo al Reglamento “ Criterios de sin Averías aplicables a los Buques de pasaje y a los Buques de Carga”.

$$P_{PERS} = 3 \times 75 \text{ Kgs.}$$

$$P_{PERS} = 225 \text{ Kgs.}$$

7.1.2.3 Carga a Transportar.

Como ya ha sido mencionado anteriormente, esta embarcación tiene la posibilidad de transportar tres diferentes cargas. Como antecedente adicional ver “Anexo F” en donde están los planos de estiba de las tres posibles opciones de carga. De acuerdo a eso, se determinará en cada uno de los casos cual es el desplazamiento máximo y las coordenadas del centro de gravedad correspondiente.

a) Condición de carga con dos camiones cargados con estanques de salmónes “smolt” hacia los centros de cultivo.

Cada camión tiene una tara de 6500 kgs y una capacidad de carga de 11000 kgs, aproximadamente. Considerando camiones de dos ejes y de rodado trasero doble. Se tiene de acuerdo a ello un peso máximo en carga de 35 toneladas.

Peso máximo de carga = 35 ton.

De acuerdo a eso y los demás pesos que componen el peso muerto de la embarcación se obtiene la siguiente tabla:

Tabla N° 7.6 Pesos y Centros de Gravedad del Peso Muerto.

Denominación	Peso (ton)	L.C.G. (m)	Mto. Long. (ton * m)	V.C.G. (m)	Mto vert. (ton * m)
Combustible	3.000	6.000	18.000	0.800	2.400
Lubricante	0.015	5.660	0.085	0.900	0.014
Agua dulce	1.000	8.000	8.000	1.120	1.120
Tripulación	0.225				
Carga	35.000	-0.200	-7.000	3.400	119.000
Σ Pesos	39.24	Σ Mto. Long.	19.085	Σ Mto. Vert.	122.534

Con los resultados anteriores se obtiene la coordenada final del centro de gravedad de los pesos muertos en la embarcación:

$$\text{Coord. Long. del Centro de Gravedad: } \bar{X} = \frac{\Sigma \text{ Mto. Long.}}{\Sigma \text{ Pesos}} = 0.49 \text{ m.}$$

$$\text{Coord. Vert. del Centro de Gravedad: } \bar{Y} = \frac{\Sigma \text{ Mto. Vert.}}{\Sigma \text{ Pesos}} = 3.12 \text{ m.}$$

Con todos los pesos muertos ya calculados para la condición de carga con camiones, se puede obtener el desplazamiento máximo y el centro de gravedad de la embarcación para dicha condición.

Tabla N° 7.7 Pesos y Centros de Gravedad con Carga Máxima.

Denominación	Peso (ton)	L.C.G. (m)	Mto. Long. (ton * m)	V.C.G. (m)	Mto vert. (ton * m)
Desplazamiento liviano	49.000	0.415	20.335	1.092	53.508
Peso Muerto	39.24	0.490	19.228	3.120	122.43
Σ Pesos	88.24	Σ Mto. Long.	39.563	Σ Mto. Vert.	175.94

De acuerdo a los valores de la tabla anterior se tiene:

$$\text{Coord. Long. del Centro de Gravedad: } \bar{X} = \frac{\Sigma \text{ Mto. Long.}}{\Sigma \text{ Pesos}} = 0.45 \quad m$$

$$\text{Coord. Vert. del Centro de Gravedad: } \bar{Y} = \frac{\Sigma \text{ Mto. Vert.}}{\Sigma \text{ Pesos}} = 1.99 \quad m$$

Con los resultados ya obtenidos, para la condición de desplazamiento máximo con carga de camiones ($\Delta_{\text{máx. (c)}}$) se tiene:

$$\begin{aligned} \Delta_{\text{máx. (c)}} &= 88.24 \quad \text{ton.} \\ \text{LCG} &= 0.45 \quad \text{m.} \\ \text{VCG} &= 1.99 \quad \text{m.} \end{aligned}$$

b) Condición con carga de bins con salmones de cosecha, desde centro de cultivo.

Según lo indicado en el CAPÍTULO I, Cuadro N° 4, tenemos dos opciones de bins, unos más altos que otros, desde luego del punto de vista de centros de gravedad es conveniente evaluarlo con la carga que proporcione un centro de gravedad más alto. Hay que tener presente que se considera que el total de los bins irán directamente apoyados en la cubierta.

Según lo anterior se puede transportar un total de 40 bins con carga completa cada uno, teniendo un peso por unidad de 1000 kgs. Como caso más desfavorable se considerará la carga con los bins de mayor peso por unidad y que tienen un centro de gravedad más alto.

Peso máximo de carga = 40 ton.

De acuerdo a eso y los demás pesos que componen el peso muerto de la embarcación se obtiene la siguiente tabla:

Tabla N° 7.6 Pesos y Centros de Gravedad del Peso Muerto.

Denominación	Peso (ton)	L.C.G. (m)	Mto. Long. (ton * m)	V.C.G. (m)	Mto vert. (ton * m)
Combustible	3.000	6.000	18.000	0.800	2.400
Lubricante	0.015	5.660	0.085	0.900	0.014
Agua dulce	1.000	8.000	8.000	1.120	1.120
Tripulación	0.225				
Carga	40.000	-0.200	-8.000	2.320	92.80
Σ Pesos	44.24	Σ Mto. Long.	18.085	Σ Mto. Vert.	96.334

Con los resultados anteriores se obtiene la coordenada final del centro de gravedad de los pesos muertos en la embarcación:

$$\text{Coord. Long. del Centro de Gravedad: } \bar{X} = \frac{\Sigma \text{ Mto. Long.}}{\Sigma \text{ Pesos}} = 0.41 \text{ m.}$$

$$\text{Coord. Vert. del Centro de Gravedad: } \bar{Y} = \frac{\Sigma \text{ Mto. Vert.}}{\Sigma \text{ Pesos}} = 2.177 \text{ m.}$$

Con todos los pesos muertos para una carga con bins ya calculados, se puede obtener el desplazamiento máximo y el centro de gravedad de la embarcación para dicha condición.

Tabla N° 7.7 Pesos y Centros de Gravedad con Carga Máxima.

Denominación	Peso (ton)	L.C.G. (m)	Mto. Long. (ton * m)	V.C.G. (m)	Mto vert. (ton * m)
Desplazamiento liviano	49.000	0.415	20.335	1.092	53.508
Peso Muerto	44.24	0.410	18.138	2.177	96.310
Σ Pesos	93.24	Σ Mto. Long.	38.473	Σ Mto. Vert.	149.818

De acuerdo a los valores de la tabla anterior se tiene:

$$\text{Coord. Long. del Centro de Gravedad: } \bar{X} = \frac{\Sigma \text{ Mto. Long.}}{\Sigma \text{ Pesos}} = 0.41 \text{ m}$$

$$\text{Coord. Vert. del Centro de Gravedad: } \bar{Y} = \frac{\Sigma \text{ Mto. Vert.}}{\Sigma \text{ Pesos}} = 1.607 \text{ m}$$

Con los resultados ya obtenidos, para la condición de desplazamiento máximo con carga de bins ($\Delta_{\text{máx. (b)}}$) se tiene :

$$\begin{aligned} \Delta_{\text{máx. (b)}} &= 93.24 \text{ ton.} \\ \text{LCG} &= 0.41 \text{ m.} \\ \text{VCG} &= 1.607 \text{ m.} \end{aligned}$$

c) Condición con carga de palets con alimento hacia los centros de cultivo.

Cada uno de los palets cargados pesa aproximadamente 1020 kgs, por lo que de acuerdo a la capacidad de la embarcación no deberá llevar más de 39 unidades, que suman un total de 39.78 toneladas de peso.

De acuerdo a eso y los demás pesos que componen el peso muerto de la embarcación se obtiene la siguiente tabla:

Tabla N° 7.6 Pesos y Centros de Gravedad del Peso Muerto.

Denominación	Peso (ton)	L.C.G. (m)	Mto. Long. (ton * m)	V.C.G. (m)	Mto vert. (ton * m)
Combustible	3.000	6.000	18.000	0.800	2.400
Lubricante	0.015	5.660	0.085	0.900	0.014
Agua dulce	1.000	8.000	8.000	1.120	1.120
Tripulación	0.225				
Carga	39.78	-0.200	-8.000	2.500	100.000
Σ Pesos	44.24	Σ Mto. Long.	18.085	Σ Mto. Vert.	103.534

Con los resultados anteriores se obtiene la coordenada final del centro de gravedad de los pesos muertos en la embarcación:

$$\text{Coord. Long. del Centro de Gravedad: } \bar{X} = \frac{\Sigma \text{ Mto. Long.}}{\Sigma \text{ Pesos}} = 0.41 \text{ m.}$$

$$\text{Coord. Vert. del Centro de Gravedad: } \bar{Y} = \frac{\Sigma \text{ Mto. Vert.}}{\Sigma \text{ Pesos}} = 2.340 \text{ m.}$$

Con todos los pesos muertos para una carga con palets ya calculados, se puede obtener el desplazamiento máximo y el centro de gravedad de la embarcación para dicha condición.

Tabla N° 7.7 Pesos y Centros de Gravedad con Carga Máxima.

Denominación	Peso (ton)	L.C.G. (m)	Mto. Long. (ton * m)	V.C.G. (m)	Mto vert. (ton * m)
Desplazamiento liviano	49.000	0.415	20.335	1.092	53.508
Peso Muerto	44.24	0.410	18.138	2.452	108.476
Σ Pesos	93.24	Σ Mto. Long.	38.473	Σ Mto. Vert.	161.984

De acuerdo a los valores de la tabla anterior se tiene:

$$\text{Coord. Long. del Centro de Gravedad: } \bar{X} = \frac{\Sigma \text{ Mto. Long.}}{\Sigma \text{ Pesos}} = 0.41 \text{ m}$$

$$\text{Coord. Vert. del Centro de Gravedad: } \bar{Y} = \frac{\Sigma \text{ Mto. Vert.}}{\Sigma \text{ Pesos}} = 1.737 \text{ m}$$

Con los resultados ya obtenidos, para la condición de desplazamiento máximo con palets de alimento ($\Delta_{\text{máx. (p)}}$) se tiene:

$$\begin{aligned} \Delta_{\text{máx. (p)}} &= 93.240 \text{ ton.} \\ \text{LCG} &= 0.410 \text{ m.} \\ \text{VCG} &= 1.737 \text{ m.} \end{aligned}$$

Resumiendo los resultados anteriores tenemos la siguiente tabla:

Condición :	Desplazamiento (ton)	LCG (m)	VCG (m)
a	88.24	0.45	1.99
b	93.24	0.41	1.61
c	93.24	0.41	1.74

7.2 ANALISIS PRELIMINAR DE LA ESTABILIDAD TRANSVERSAL

Según lo expresado en el “Código de Estabilidad sin avería para todos los tipos de buques regidos por los instrumentos de la O.M.I”, el ámbito de aplicación de este código está para embarcaciones de eslora superior a 24 metros, por lo que para la embarcación en estudio no existe reglamentación aplicable, no obstante lo anterior, en general la Autoridad Marítima exige que las embarcaciones cumplan con ciertos criterios de aceptabilidad.

De acuerdo a lo anterior se le aplicarán los criterios generales recomendados de dicho código:

Párrafo extraído de Capítulo 3, CRITERIOS DE PROYECTO APLICABLES A TODOS LOS BUQUES, del “Código de Estabilidad sin avería para todos los tipos de buques regidos por los instrumentos de la O.M.I” publicado por la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante Nacional :

3.1 Criterios generales de estabilidad sin avería para todos los buques

3.1.1 *Ámbito de aplicación*

Se recomiendan los siguientes criterios para buques de pasaje y buques de carga:

3.1.2 Criterios generales recomendados

3.1.2.1 El área bajo la curva de brazos adrizantes (curva de brazos GZ) no será inferior a 0,055 m.rad hasta un ángulo de escora $\theta = 30^\circ$ ni inferior a 0,09 m.rad hasta un ángulo de escora $\theta = 40^\circ$ o hasta el ángulo de inundación θ_f si éste es inferior a 40° . Además, el área bajo la curva de brazos adrizantes (curva de brazos GZ) entre los ángulos de escora de 30° y 40° o de 30° y θ_f , si este ángulo es inferior a 40° , no será inferior a 0,03 m.rad.

3.1.2.2 El brazo adrizante GZ será como mínimo de 0,20 m a un ángulo de escora igual o superior a 30° .

3.1.2.3 El brazo adrizante máximo corresponderá a un ángulo de escora preferiblemente superior a 30° pero no inferior a 25° .

3.1.2.4 La altura metacéntrica inicial GM_0 no será inferior a 0,15 m.

θ_f es el ángulo de escora al que se sumergen las aberturas del casco, de superestructuras o de casetas que no pueden cerrarse de modo estanco a la intemperie. Al aplicar este criterio no se considerarán abiertas las pequeñas aberturas por las que no pueda producirse inundación progresiva.

Y del mismo *Capítulo*, en el punto 3.5.1.3 donde se hace referencia de las condiciones de carga para naves que llevan carga en cubierta en la cual debe examinarse tenemos:

- (1) Buque en la condición de salida a plena carga, distribuida ésta de forma homogénea en las bodegas, con una cubertada de medidas y peso especificados y con la totalidad de provisiones y combustible;
- (2) Buque en la condición de llegada a plena carga, distribuida ésta de forma homogénea en las bodegas, con una cubertada de medidas y peso especificados, y con el 10% de provisiones y combustible.

Conocido ambos puntos, y de acuerdo a las características en cuanto al peso de provisiones y de combustible que la embarcación puede llevar, respecto al peso general y considerando además las buenas condiciones de estabilidad transversal de este tipo de naves, solo se procederá hacer la evaluación con la condición **(1)**, con los diferentes tipos de cargas ya conocidos.

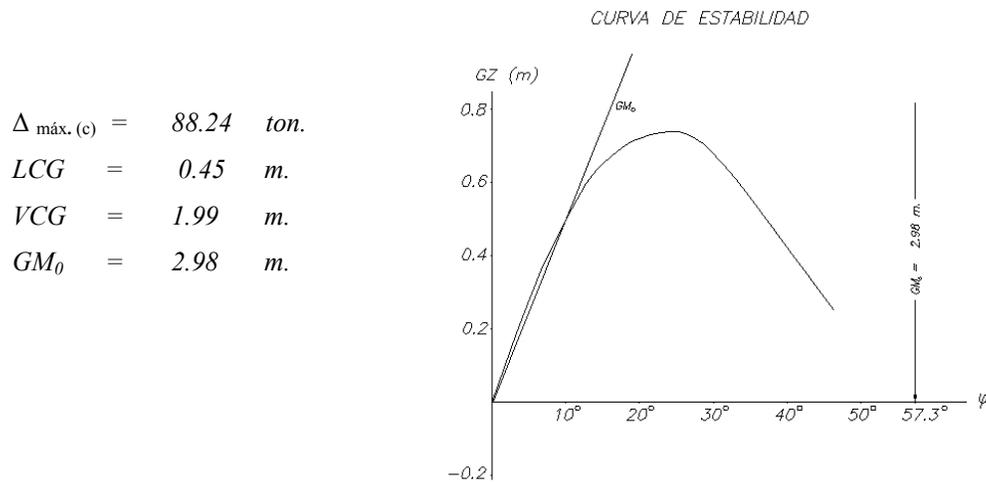
Con los antecedentes necesarios para hacer la evaluación solo falta mencionar que cuando se trata de cargas de bins y de camiones con smolt, por tener ellos gran parte del

volumen de contenido líquido, cada unidad de bins o estanque deberán ir completamente llenos de manera de evitar daños en la carga y paralelamente así evitar el efecto de superficie libre, que para los efectos de estabilidad es necesario contemplar.

Para evaluar en general si se satisfacen los criterios de estabilidad, se trazarán las curvas de estabilidad correspondientes a las tres condiciones de carga con las que operará la embarcación.

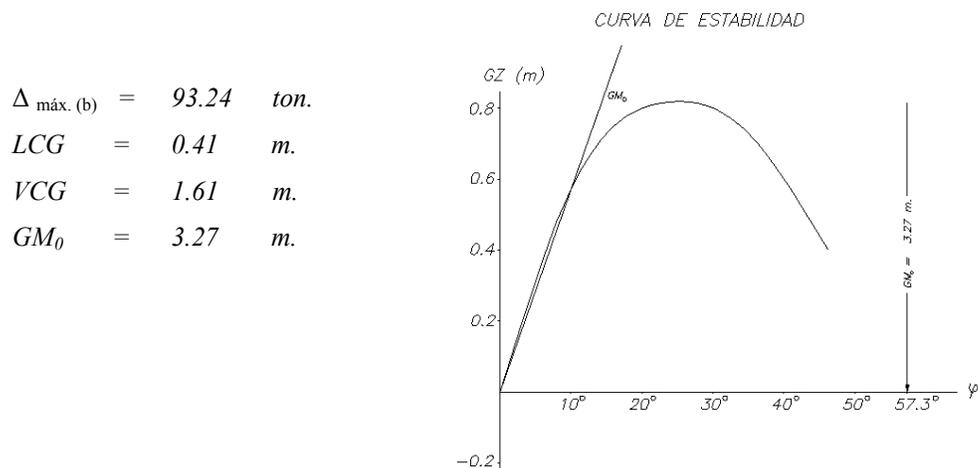
Con carga de camiones en condición (I) tenemos :

Figura N° 7.2



Con carga de bins con salmones en condición (I) tenemos :

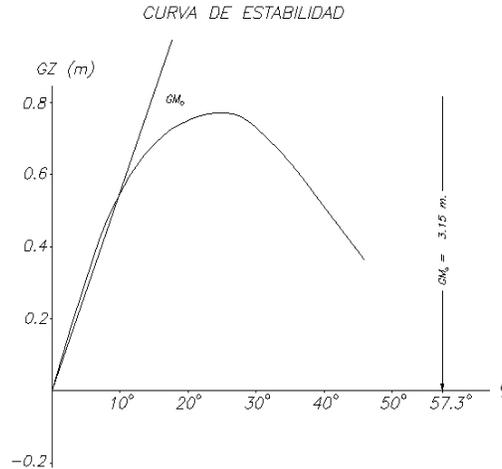
Figura N° 7.3



Con carga de palets de alimento en condición (I) tenemos :

Figura N° 7.4

$$\begin{aligned}\Delta_{\text{máx. (p)}} &= 93.24 \text{ ton.} \\ LCG &= 0.41 \text{ m.} \\ VCG &= 1.74 \text{ m.} \\ GM_0 &= 3.15 \text{ m.}\end{aligned}$$



7.2.1 Evaluación de la Estabilidad Transversal :

Antecedentes iniciales:

De acuerdo a lo observado gráficamente en el desarrollo de los cálculos para las curvas cruzadas de estabilidad se ha apreciado que debido al bajo francobordo que posee en condición de carga máxima, la inundación en la cubierta se produce a los 12° de escora aproximadamente cuando se trata de carga con camiones y a los 8° a 9° de escora en las otras dos condiciones. Otro antecedente importante es que como las cargas no van trincadas, solo apoyadas en cubierta, es vital cuidar de no exponer la embarcación a condiciones de escora que puedan desplazarlas.

De acuerdo a los resultados obtenidos de las curvas de estabilidad se verificará si la embarcación cumple los criterios de la reglamentación aplicada, con los diferentes tipos de carga, en forma resumida se tiene:

Criterios	Con camiones	Con bins	Con palets
$0^\circ < \theta < 30^\circ$ Area > 0.055 m-rad	0.282 m-rad.	0.315 m-rad.	0.279 m-rad.
$0^\circ < \theta < 40^\circ$ Area > 0.090 m-rad	0.375 m-rad.	0.435 m-rad.	0.408 m-rad.
$30^\circ < \theta < 40^\circ$ Area > 0.030 m-rad	0.093 m-rad.	0.120 m-rad.	0.120 m-rad.
$GZ_{\text{máx.}} \geq 0.2 \text{ m}$	0.74 m.	0.82 m.	0.77 m.
$GZ_{\text{máx.}} \theta \geq 25^\circ$	A los 25°	A los 25°	A los 25°
$GM_0 > 0.15 \text{ m}$	2.98 m.	3.27 m.	3.15 m.
Conclusión	Cumple	Cumple	Cumple

Se puede apreciar que cumple con buenas condiciones de estabilidad, sin embargo su zona de navegación está restringida a aguas interiores protegidas.

Los altos valores resultantes de $GZ_{m\acute{a}x.}$ y de GM_0 son característicos de embarcaciones de este tipo, por el bajo puntal y de significativa manga, que si bien hace que sean embarcaciones duras pero seguras en cuanto a la estabilidad.

7.3 ANÁLISIS PRELIMINAR DE LA ESTABILIDAD LONGITUDINAL.

El estudio de la estabilidad longitudinal se realizará considerando la condición de desplazamiento máximo que cada uno de las tres posibles tipos de carga presenta, con sus respectivos centros de gravedad.

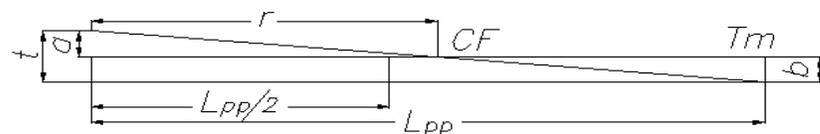
Procedimiento de Cálculo:

Para las condiciones a analizar se tiene el desplazamiento máximo (para cada tipo de carga) y centro de gravedad (LCG y VCG); con el desplazamiento máximo ingresamos a las curvas hidrostáticas y obtenemos:

- LCB : Posición longitudinal del centro de carena (m)
 LCF : Posición longitudinal del plano de flotación (m)
 MCA : Momento de cambio de asiento (ton-m / cm)
 T_m : Calado medio (m).

De la diferencia de LCB y LCG se obtiene una distancia “ d ” que representa un brazo, esta distancia multiplicado por el desplazamiento se transforma en un momento de trimado (MT). Haciendo una relación entre este momento (MT) y el momento de cambio de asiento (MCA) se obtiene un calado “ r ”, con el que se calcularán los calados en proa y en popa. En la figura siguiente se muestra de manera gráfica lo dicho anteriormente.

Figura N° 7.5



$$a = \frac{r * t}{L_{PP}}$$

$$T_{PP} = T_m \pm a$$

$$a = t - a$$

$$T_{PR} = T_m \mp b$$

Nota:

Para efectos de analizar preliminarmente la estabilidad longitudinal, es necesario corregir los valores de LCB , LCF (obtenidos de las curvas hidrostáticas) y LCG (obtenido del cálculo de pesos) en 0.065 m para tener dichos valores con referencia a $L_{PP}/2$ y no a $L/2$ como lo están debido al trazado de secciones que tiene el plano de líneas.

7.3.1 Trimado para la condición carga de camiones con smolt :

Para esta condición se tiene:

$$\begin{aligned} \Delta_{\text{máx. (c)}} &= 88.24 \quad \text{ton.} \\ LCG &= 0.52 \quad \text{m.} \\ VCG &= 1.99 \quad \text{m.} \end{aligned}$$

Con este desplazamiento de las curvas hidrostáticas se tiene:

$$\begin{aligned} LCB &= 0.155 \text{ m} \quad \text{a popa de } L_{PP}/2 \\ LCF &= 0.255 \text{ m} \quad \text{a popa de } L_{PP}/2 \\ MCA &= 1.89 \text{ ton - m/cm} \\ T &= 1.21 \text{ m.} \end{aligned}$$

La distancia que separa LCG de LCB es:

$$\begin{aligned} d &= LCB - LCG \\ d &= 0.365 \text{ m.} \end{aligned}$$

El momento de trimado (MT) creado por esta distancia es:

$$\begin{aligned} MT &= \Delta_{\text{máx. (c)}} * d \\ MT &= 32.21 \text{ ton - m} \end{aligned}$$

Con este momento dividido por el MCA , se tiene “ t ” :

$$t = \frac{MT}{MCA}$$

$$t = 17.04 \text{ cm} = 0.17 \text{ m} \quad \text{con la embarcación en posición de asiento.}$$

Al tener este valor se pueden obtener los calados de proa y popa, por semejanza de triángulos.

Por lo tanto:

$$\frac{a}{r} = \frac{t}{L_{pp}} \quad r = L_{pp} / \frac{1}{2} - LCF$$

$$r = 9.27 \text{ m.}$$

$$a = \frac{t * r}{L_{pp}} \quad b = t - a$$

$$a = 0.083 \text{ m} \quad b = 0.087 \text{ m.}$$

Con estos valores podemos finalmente obtener los calados de proa (T_{pr}) y popa (T_{pp}):

$$T_{pp} = T_m + a = 1.29 \text{ m.}$$

$$T_{pr} = T_m - b = 1.13 \text{ m.}$$

ver Figura N° 7.6

7.3.2 Trimado para la condición carga de bins con salmones :

Para esta condición se tiene:

$$\Delta_{\text{máx. (b)}} = 93.24 \text{ ton.}$$

$$LCG = 0.41 \text{ m.}$$

$$VCG = 1.607 \text{ m.}$$

Con este desplazamiento de las curvas hidrostáticas se tiene:

$$LCB = 0.145 \text{ m} \quad \text{a popa de } L_{pp}/2$$

$$LCF = 0.245 \text{ m} \quad \text{a popa de } L_{pp}/2$$

$$MCA = 1.95 \text{ ton - m/cm}$$

$$T_m = 1.25 \text{ m.}$$

La distancia que separa LCG de LCB es:

$$d = LCB - LCG$$

$$d = 0.265 \text{ m.}$$

El momento de trimado (MT) creado por esta distancia es:

$$MT = \Delta_{\text{máx. (b)}} * d$$

$$MT = 24.71 \text{ ton - m}$$

Con este momento dividido por el *MCA*, se tiene “*t*”:

$$t = \frac{MT}{MCA}$$

$$t = 12.67 \text{ cm} = 0.127 \text{ m} \quad \text{con la embarcación en posición de asiento.}$$

Al tener este valor se pueden obtener los calados de proa y popa, por semejanza de triángulos.

Por lo tanto:

$$\frac{a}{r} = \frac{t}{L_{pp}} \quad r = L_{pp} / \frac{1}{2} - LCF$$

$$r = 9.28 \text{ m.}$$

$$a = \frac{t * r}{L_{pp}} \quad b = t - a$$

$$a = 0.062 \text{ m} \quad b = 0.065 \text{ m.}$$

Con estos valores podemos finalmente obtener los calados de proa (*Tpr*) y popa (*Tpp*):

$$T_{pp} = T_m + a = 1.312 \text{ m.}$$

$$T_{pr} = T_m - b = 1.185 \text{ m.}$$

ver Figura N° 7.7

7.3.3 Trimado para la condición carga de palets con alimento :

Para esta condición se tiene:

$$\Delta_{\text{máx. (p)}} = 93.240 \text{ ton.}$$

$$LCG = 0.410 \text{ m.}$$

$$VCG = 1.737 \text{ m.}$$

Con este desplazamiento de las curvas hidrostáticas se tiene:

$$LCB = 0.145 \text{ m} \quad \text{a popa de } L_{PP}/2$$

$$LCF = 0.245 \text{ m} \quad \text{a popa de } L_{PP}/2$$

$$MCA = 1.95 \text{ ton - m/cm}$$

$$T_m = 1.25 \text{ m.}$$

La distancia que separa LCG de LCB es:

$$d = LCB - LCG$$

$$d = 0.265 \text{ m.}$$

El momento de trimado (MT) creado por esta distancia es:

$$MT = \Delta_{\text{máx. (p)}} * d$$

$$MT = 24.709 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Con este momento dividido por el MCA , se tiene “ t ”:

$$t = \frac{MT}{MCA}$$

$$t = 12.67 \text{ cm} = 0.127 \text{ m} \quad \text{con la embarcación en posición de asiento.}$$

Al tener este valor se pueden obtener los calados de proa y popa, por semejanza de triángulos.

Por lo tanto:

$$\frac{a}{r} = \frac{t}{L_{pp}} \quad r = L_{pp} / \frac{1}{2} - LCF$$

$$r = 9.28 \text{ m.}$$

$$a = \frac{t * r}{L_{pp}} \quad b = t - a$$

$$a = 0.062 \text{ m} \quad b = 0.065 \text{ m.}$$

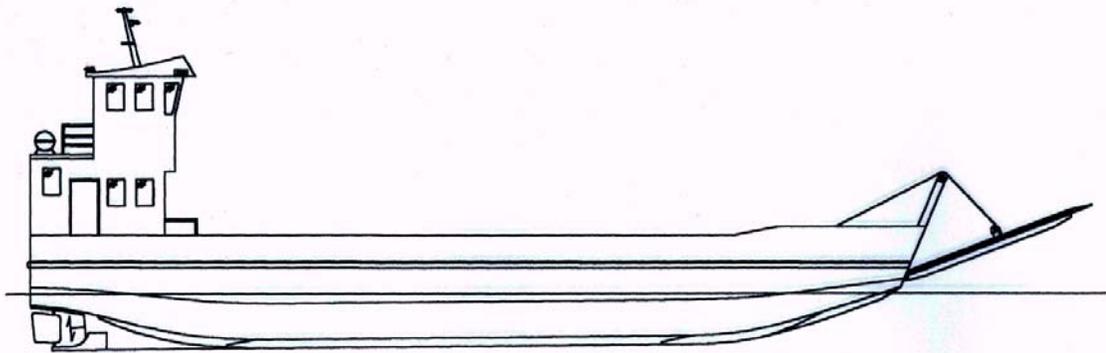
Con estos valores podemos finalmente obtener los calados de proa (T_{pr}) y popa (T_{pp}):

$$T_{pp} = T_m + a = 1.312 \text{ m.}$$

$$T_{pr} = T_m - b = 1.185 \text{ m.}$$

ver Figura N° 7.8

DEBILLO	CARLOS SARRA BDE.	UNIVERSIDAD AUSTRIA DE CHILE FAC. DE CS DE LA INGENIERIA ESC. DE INGENIERIA MARIT.
REVISO		
DES		
S/E	DENOMINACION	FIGURA N° 7.8



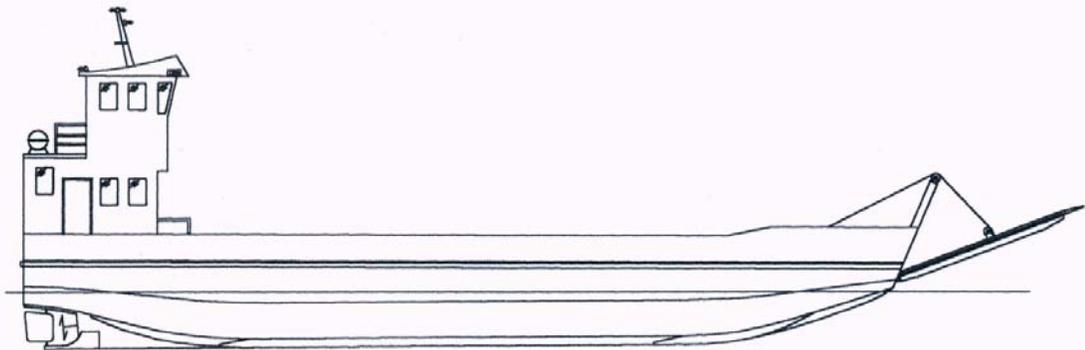
Calados en condición de carga con camiones.

Calado de proa = 1.13 m.

Calado de popa = 1.29 m.

Δ máx. (c) = 88.24 ton.

DIBUJO	CARLOS GARRA BDE.	UNIVERSIDAD AUSTRIAL DE CHILE FAC. DE CS DE LA INGENIERIA ESC. DE INGENIERIA MARITIMA
REVISO		
QBS		
S/E	DENOMINACION:	FIGURA N° 7.7



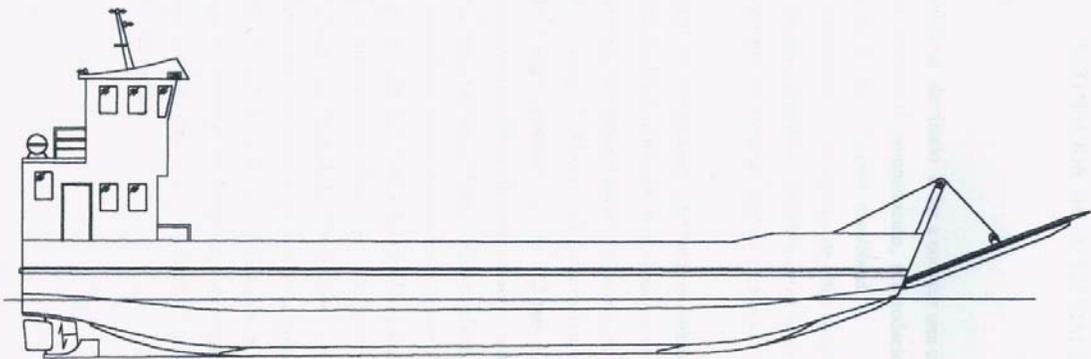
Calados en condición de carga de bins con salmones

Calado de proa = 1.19 m.

Calado de popa = 1.31 m.

Δ máx. (b) = 93.24 ton.

DIBUJO	CARLOS BARRA BDE.	UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE FAC. DE CS DE LA INGENIERIA ESC. DE INGENIERIA NAVAL
REVISO		
QBS		
S/E	DENOMINACION:	FIGURA N° 7.8



Calados en condición de carga de palets con alimento

Calado de proa = 1.19 m.

Calado de popa = 1.31 m.

Δ máx. (p) = 93.24 ton.

CAPITULO VIII

ESTIMACIÓN DE MATERIALES

Antecedentes generales

El presente capítulo está destinado a dar a conocer una estimación de los materiales de construcción, como así también el equipamiento, acomodaciones, equipos de navegación, elementos de seguridad y el equipamiento para maniobras.

Se subdividirá en distintos items, algunos de ellos no se desarrollarán aquí con mayor detalle pues ya se hizo en otros capítulos. En estos casos se mencionará la página en que se desarrollo y en caso necesario se acotarán algunos elementos y observaciones que no estén mencionadas.

En el item “material de construcción”, se hará un análisis detallado de las piezas de madera debido a variedad de dimensiones que será necesario utilizar en la construcción de la embarcación. Las dimensiones de espesor y ancho con las que se encuentran las maderas, por lo general, son las pulgadas (1 pulg. = 2,54 cms) y las dimensiones del largo se expresan en pies (1 pie = 12 pulg) siendo el largo comercial 12 pies (12 pies = 3.66 m). Esto último resulta limitante, pues en las embarcaciones deben utilizarse maderas lo más largas posibles, excepto en los extremos de la embarcación. Además se debe considerar el menor corte de fibras en cualquier pieza que se obtenga de un aserrado u otro medio similar, sea éste labrado por hacha o por medio de motosierra. Es entonces necesario que mucha de la madera para la embarcación sea obtenida a pedido, tanto por los largos como por los cuidados que se debe tener con las fibras de la madera.

Algunas de las piezas estructurales de la embarcación serán obtenidas por medio del uso de plantillas, con las cuales se buscará la pieza deseada en la montaña.

Teniendo presente los cuidados anteriores y buscando el mayor aprovechamiento de la madera con baja pérdida de material por despuntes, se considerará por supuesto la mayor cantidad posible de piezas de madera en los 12 pies y también otras opciones más cortas o largas según sea la necesidad en la estructura.

8.1 Materiales de construcción.

ítem	Dimensiones	Unidades	Largo (m)	Obs.
Roda central	(10" x 10 ¼")	1		(1)
Roda lateral	(8" x 10 ¼")	2		(2)
Quilla central	(10" x 10 ¼")	1	14.5 m	
Quilla lateral	(8" x 10 ¼")	2	11.0 m	
Sobrequilla central	(8" x 8")	1	13.0 m.	
	(8" x 8")	1	2.7 m.	(3)
Sobrequilla lateral	(8" x 8")	2	13.2 m.	
	(8" x 8")	2	2.70 m.	(4)
	(8" x 8")	2	4.30 m.	(5)
Eslora central	(7" x 7")	1	14.5 m.	
Eslora lateral	(7" x 7")	2	20.0 m.	(6)
Puntales	(5" x 5")	14	3.66 m.	
Mamparos	(1" ¼ x 6")	32	3.66 m.	(7)
Varengas	(5" x 7")	34	4.50 m.	
	(5" x 7")	15	2.10 m.	(8)
Cuadernas	(5" x 7")	46	3.66 m.	
	(5" x 7")	15	4.50 m.	
	(5" x 6")	15	3.66 m.	(9)
Baos normales	(5" x 7")	33	7.00 m.	
	(5" x 7")	6	3.66 m.	
Baos reforzados	(6" x 7")	3	7.00 m.	
	(6" x 7")	2	3.66 m.	
Forro de cubierta	(2" ¼ x 5")	250	4.00 m.	
Forro de casco	(2" ¼ x 6")	180	6.00 m.	*
	(2" ¼ x 6")	50	3.66 m.	*
Tablones para espejo	(3" ½ x 5")	7	5.00 m.	
Brazolas de escotilla	(3" x 6")	4	3.66 m.	
Trancanil	(3" x 10")	4	3.66 m.	(10)
	(3" x 10")	4	7.10 m.	
Verduguete	(3" ½ x 5")	8	6.00 m.	(11)
durmiente	(3" x 6")	6	7.10 m.	
Borro de la borda	(1" ¼ x 5")	30	6.00 m.	
	(1" ¼ x 5")	5	3.66 m.	
Tapa regala	(2" x 6")	4	4.00 m.	(12)
	(2" x 6")	4	7.10 m.	
Arriostramento	(1 ½" x 6")	35	2.5 m.	(13)
Codaste	(10" x 12")	1	0.80 m	
Gambota	(10" x 12")	1	2.5 m	
Curvas de amarre		3	3.00 m.	(14)
	(7" x 9")	2	2.20 m.	(15)
		1	0.50 m	(16)
Varios	(8" x 8")	5	2.00 m.	(17)

Macizo	(10" x 14")	1	3.50 m.	(18)
	(10" x 11")	1	1.5 m.	
Brazolas del caserío	(4" x 8")	4	3.66 m.	
Piedrechos del caserío	(2" x 3")	50	3.66 m.	(19)
	(2" x 2")	15	3.66 m.	
Baos (cubierta del puente)	(2" x 5")	10	3.66 m.	(20)
Terciado marino	6 mm	18 planchas		(21)
	10 mm	5 planchas		(22)
Pernos galvanizados	($\frac{3}{4}$ " x 16")	42		
	($\frac{3}{4}$ " x 10 $\frac{1}{2}$ ")	234		
	($\frac{3}{4}$ " x 31")	30		
	($\frac{7}{8}$ " x 25")	30		
	($\frac{7}{8}$ " x 40")	4		
	($\frac{3}{4}$ " x 5 $\frac{1}{2}$ ")	156		
	($\frac{3}{4}$ " x 8 $\frac{1}{2}$ ")	30		
	($\frac{3}{4}$ " x 15")	15		
Clavicotes	($\frac{1}{2}$ " x 12")	110		
Tirafondos	($\frac{1}{2}$ " x 4")	80		
Clavos galvanizados	6"	30 kgs.		
	5"	250 kgs.		
	4"	20 kgs.		
	3 $\frac{1}{2}$ "	10 kgs.		
Tornillos para madera	1"	1 caja		
Masilla		380 Kgs		(23)
Pabalo de Algodón		140 Kgs		
Pintura obra muerta	Sellante	1 galón	26 m2	(24)
	Terminación	1 galón		
Cubierta	Sellante	5 galones	120 m2	
	Terminación	4 galones		
Pintura para la borda		8 galones	116 m2	(25)
Preservantes casco interior		4 tinetas	500 m2	(26)
Pintura caserío pared interior		3 galones	80 m2	(27)
Pintura caserío pared exterior		2 galones	40 m2	
Pintura anticorrosiva		2 galones		(28)
Pintura Antifouling (<i>Tin Free</i>)	Sellante	9 galones	165 m2	(29)
	Antifouling	9 galones		

Nota : 1 galón = 3.8 litros aprox.

Observaciones

- (1) Hay que considerar que la roda debe obtenerse de un tronco de características similares a la curva de la roda, considerando lo anterior, la pieza en bruto debe tener un largo mínimo de 5.5 m.

- (2) Al igual que lo anterior, pero con un largo de 4.00 m
- (3) es la continuación de la principal, que por cambio de dirección es necesario que sea otra pieza, ambas partes serán unidas por medio de una curva de amarre.
- (4) es la continuación de la principal, que por cambio de dirección es necesario que sea otra pieza, ambas partes serán unidas por medio de una curva de amarre.
- (5) Al igual que la anterior pero es la continuación en la zona de popa.
- (6) Por el largo de ésta, será imposible construirla de una sola pieza, deberá en todo caso lo mas larga posible, pudiendo ser de 2 o 3 piezas teniendo en cuenta que la ubicación de los escarpes no coincidan en la misma cuaderna en ambas bandas.
- (7) El forro del mamparo será en forma vertical, elaborada macho-hembrada. Cada pieza será completa sin empates.
- (8) Son las varengas que se dispondrán como N° 1 a la N° 5, que desde cada banda se unirán a la gambota en la crujía y éstas tres a su vez, por medio de una pieza ubicada sobre ellas.
- (9) Serán las piezas que en su extremo superior servirán de barraganetes por ambas bandas.
- (10) hay que considerar que en la zona de aletas y amuras la piezas tendrán cierto grado de curvatura. Cabe mencionar que los largos de cada pieza que formarán el trancañil deben ajustarse de la mejor manera posible para utilizar maderas lo más largas posibles.
- (11) Verduguete para ambas bandas y en el espejo.
- (12) Cada una de las cuatro piezas deben tener cierta curvatura natural de acuerdo a la características de las amuras o aletas.
- (13) Medida recomendada o en su defecto al doble en largo y la mitad de unidades, para evitar pérdida de material.
- (14) Pieza con curvatura natural suave, destinada a consolidar la unión de la quilla, la roda y sobrequilla. Sus dimensiones serán de acuerdo a los espesores de las piezas que une.
- (15) Piezas rectas que por medio de cortes adecuados se logra el objetivo de amarre en la popa de las sobrequillas laterales.
- (16) Curva destinada a dar resistencia a los tablonces del espejo por sobre la gambota, debiendo tener la pieza en bruto 80 cms en su brazo vertical y 50 cms en el brazo que descansa sobre la gambota, de una sección al menos de 5" x 5", en los extremos.
- (17) Destinadas a compensar el espacio existente y rigidizar, en la proa, entre el extremo de la eslora y la prolongación de la sobrequilla.
- (18) Formarán el macizo, en la quilla central.
- (19) Piedrechos que formarán las paredes expuestas a la intemperie y las piezas de 2 x 2 pulgadas son para las paredes de subdivisión.
- (20) Baos que forman la cubierta del puente.
- (21) Destinadas a las paredes tanto exterior como interior.
- (22) Para la cubierta del puente y el techo del púlpito.

- (23) Determinado por medio del calafateo a escala real de dos tablones de forro consecutivos, en un metro de largo, considerando doble calafateo para una abertura de 4mm en el canto exterior y a tope en el canto interno. De ello se obtiene 60 gramos de pabalo de algodón y de 180 gramos de masilla por metro lineal. Como información referencial se puede decir que hay sobre 2200 metros de costura en toda la embarcación.
- (24) El área a pintar como francobordo considerará una franja de 60 cms. de altura, medido esto desde el canto inferior del verduguete hacia abajo, en toda la eslora.
- (25) Considera la borda y el verduguete por ambas bandas. El pintado incluye tanto las superficies expuestas como ocultas de todas las piezas que conforman la borda.
- (26) En busca de lograr una mayor protección, aquí se considera la utilización de impregnantes aplicado con brocha, en cada una de las piezas de la estructura, incluyendo las superficies de contacto entre piezas.
- (27) Se aplicará óleo sintético para interiores a base de resinas alquídicas.
- (28) Para aquellas piezas metálicas que formarán parte de la embarcación como por ejemplo, refuerzos del pie de roda, timón, etc. Considera que debe llevar una imprimación anticorrosiva y con una terminación de anticorrosivo epóxico.
- (29) Para la obra viva, considerando una pintura antifouling autopulimentante que evite el desprendimiento de agentes tóxicos al mar y por la actividad que realizará. Ver mayor información de las pinturas en “Anexo C” en la ficha técnica de la pintura aplicada.

* Cabe mencionar que el volumen de madera que acá se determinó está aserrada por sus cuatro caras por ser una embarcación con gran parte de cuerpo paralelo, y de formas simples, no quitando con ello que un 10 % a un 15 % de ese volumen sea aserrada solo al espesor necesitado, quedando a todo su ancho, piezas de madera de esas características con cierto grado de curvatura, son las que se adaptan fácilmente a las curvas propias de la embarcación evitando el corte de muchas fibras que reducirían su resistencia mecánica en tracas en la zona de amura y aleta de la embarcación. El aserrado así reduce costos y hay un mayor aprovechamiento de la madera al momento de extraer un tablón de forro para el casco.

8.2 Del equipamiento general tenemos:

Item	Cantidad	Unidad	Obs.
Motor principal	1	u.	
Baterías	4	u.	
Bombas (manual y mecánica)	2	u.	
Baranda metálica (pasamanos)	22	m.l.	
Cañerías (achique, incendio y comb.) 2"	30	m.l.	5.44kg/m
Alternador	1	u.	
Generador diesel	1	u.	

8.3 Del equipamiento de la acomodaciones tenemos:

Item	Cantidad	Unidad	Obs.
Cocina	1	u.	
Lavaplatos con mueble	1	u.	
Mesa comedor plegable	1	u.	
Sillas comedor	3	u.	
Balón de gas (15 Kgs)	2	u.	
Mueble cocina mural	1	u.	
W.C. c/fitting	1	u.	
Ducha c/fitting	1	u.	
Piso para baño	1.6	m ² .	
Lavamanos	1	u.	
Asiento Puente	1	u.	
camarotes	3	u.	
refrigerador	1	u.	

8.4 Equipamiento de supervivencia y navegación:

En cuanto al equipamiento de supervivencia y de navegación está dado por el “Reglamento para Equipos en los Cargos de Navegación y Maniobras de las Naves de la Marina Mercante Nacional y Especiales” para una nave menor, lo cual está desarrollado en detalle en el Capítulo II del presente trabajo, en el punto **2.1 Equipamiento de supervivencia** y en el punto **2.2 Elementos, artículos, equipos e instrumentos de navegación y maniobras**, por lo que solo es necesario mencionar su ubicación. Sin embargo hay que adicionar algunos elementos que no están presentes en el dichos puntos, los cuales se enumeran a continuación.

Item	Cantidad	Unidad	Obs.
Bitas	4	u.	
Extintores (10 kgs)	5	u.	

CAPÍTULO IX

CAPACIDADES Y LIMITACIONES

En el transcurso del desarrollo de cualquier proyecto, en su parte teórica o práctica, van apareciendo dificultades no contempladas que muchas veces involucran costos o limitaciones a la hora de poner a operar una embarcación. Las dificultades pueden deberse a muchas razones, pero sin lugar a dudas hay que hacer que sean las mínimas, idealmente que no existan.

Por lo dicho anteriormente y considerando lo aprendido en el desarrollo de este anteproyecto es necesario expresar cuales son las capacidades, limitaciones y consideraciones a la hora de querer llevar a cabo el proyecto de construcción de una embarcación de madera.

9.1 De los materiales de construcción:

Es importante tener claro que, las maderas que deberán utilizarse tienen que ser de excelente calidad, lo que debido a la gran explotación que en general hay del recurso madera en Chiloé, es cada vez más difícil encontrar lo deseado, por encontrarse éstas, en lugares más aislados, que se traduce en un aumento de costos y también en tiempos cada vez más largos en ejecutar una obra.

Como las maderas que serán utilizadas deben ser duras y de dimensiones importantes, lo que hace que sean de lento secado tanto al aire libre o en cámaras si fuese posible y por los cuidados que ello implica en una u otra opción, es vital entonces una buena planificación con el control de volumen y calidad de las maderas al momento de empezar a ejecutar una obra como ésta.

Otro punto importante es que hay que ser cuidadoso, para evitar usar maderas jóvenes, que si bien pueden tener buenas características mecánicas, son menos durables.

Hay que ser cuidadoso al elegir el aserradero que procese la madera. Éste debe encontrarse en buenas condiciones operativas y tener gente de buen criterio a la hora de aserrar la madera, para hacer que el dimensionamiento sea lo más exacto posible, ya que incluso, es posible ver por error humano o del banco aserradero, en una misma pieza, una diferencia de un extremo a otro hasta $\frac{1}{4}$ de pulgada. También puede ocurrir aquello entre un aserradero y otro. Problemas que se ven a la hora de forrar el casco y que hay que pulir después, ocupando tiempo y costos extras.

Constantemente se debe verificar que el montaje de las piezas sea bien realizado, asegurando con ello que los cortes y los apoyos planos sean buenos, sobre todo en los escarpes de quillas, roda y quilla, etc., para minimizar los riesgos de filtraciones.

Se debe lograr que en el forro exterior las costuras entre hiladas contiguas sean uniformes y con canto interior a tope, para que el calafateado sea el mejor y seguro.

9.2 De la construcción:

De acuerdo a lo observado en varias embarcaciones, existe una gran diferencia en la vida útil de una embarcación según sea la calidad de la mano de obra y los materiales. Además se debe cuidar siempre la protección con pinturas u otro elemento con este fin, un buen montaje y la utilización de los elementos de unión necesarios, de calidad suficiente y hecho de forma correcta pues, dan a la estructura una solidez y una mejor vida. Al evitar deformaciones, reduce la posibilidad que se remuevan las costuras calafateadas que impiden las vías de agua que a su vez implican humedad, pudrición y menor vida útil.

La protección de las aguas lluvias durante la construcción, es preciso considerar, ya que el colocar piezas sobre otras mojadas es humedad perjudicial para la estructura.

Evitar utilizar piezas que no tengan el suficiente grado de secado, ya que posteriormente por las variaciones de volumen que en ella puedan ocurrir, un perno o varios pueden quedar con un mal apriete y por lo tanto, un espacio indeseado entre dos piezas consecutivas y torsiones en una pieza.

9.3 De la operación:

La ventilación es un factor clave en la longevidad de la embarcación. El mejor mantenimiento preventivo para preservar la estructura y tener más comodidad, es mantener el interior de la embarcación lo más seco posible.

Hay que mantener la sentina lo más seca posible. Los imbornales deben ser lo suficientemente grandes y mantenerlos siempre limpios para un buen escurrimiento del agua. Hay que hacer que siempre la embarcación tenga un leve asiento, para que así el agua escurra hacia la popa donde se encuentra la sentina.

Cuando exista manipulación de hidrocarburos en el interior de la sala de máquinas que por descuido escurran a la sentina, éstos deben ser retirados para evitar la contaminación acuática.

Debido a que se trata de una embarcación de proa abierta, es necesario ser cuidadoso ante la posibilidad de embarcar olas por la proa en condiciones desfavorables de tiempo.

9.4 De su actividad específica:

En este punto, el desarrollo del ítem se basa en la comparación con embarcaciones similares pero en acero.

Hay empresas que prefieren que sean de madera debido a que puede ocurrir que estén mal cuidadas, pero no afectan con óxido el mar y a los peces como puede ocurrir con una embarcación de acero cuando ésta en similares condiciones cuando permanecen por mucho tiempo atracado en un centro de cultivo.

Eventualmente ante descuidos al estar atracadas a las balsas, las de acero son potencialmente más destructivas, porque en sus movimientos de balance o cabeceo tienen mayor inercia.

En cuanto a la posibilidad de cargar o descargar en playas de poco desnivel, no hay diferencias importantes respecto a lo que ocurre en las rampas en lo que se refiere a la transferencia de carga por medio de un tractor-orquilla, pero hay que tener claro que cuando se embarcan o desembarcan camiones estas maniobras son de cuidado, ya que por el largo que tiene un camión, el voladizo puede rozar la playa y producir algún daño en éste, otro inconveniente frecuente en estas playas es que la parte baja del chasis del camión puede mojarse con el agua de mar, un medio de alto poder corrosivo.

CONCLUSIONES

El desarrollo de esta tesis trae consigo objetivos que en su desarrollo, en las diferentes etapas que lo componen, nos va entregando resultados y conclusiones que ayudan a entender, comprender y aprender la importancia y relevancia de uno u otro aspecto involucrado en el tema.

Dentro de las conclusiones que es posible obtener de esta experiencia están los que se tienen directa relación con la aplicación de los conocimientos por medio de la utilización de la herramientas de ingeniería, con la capacidad de comprender necesidades y desde luego con las fortalezas y debilidades que se pueden tener a la hora de enfrentar una situación.

Dentro de las conclusiones se tiene lo siguiente:

En relación con los materiales :

- Que aún es posible encontrar las maderas necesarias para una construcción, pero cada vez los costos van aumentando.
- De acuerdo a lo investigado el tiempo de construcción puede variar de entre 6 meses a un año. Influyen razones económicas y de la disponibilidad de maderas lo suficientemente seca para la construcción.

En relación con la construcción :

- Que existen embarcaciones del tipo estudiada que no se ajustan a las formas que en teoría los planos originaron.
- Falta de prolijidad de algunos constructores cometiendo errores muy obvios.
- La importancia de trabajar bien la madera y la utilización de impregnantes y pinturas adecuadas para prolongar la vida útil de ésta.

En relación con regulaciones y Autoridad Marítima :

- Falta de fiscalización de la autoridad marítima en las etapas de construcción en la zona.
- Falta de reglamentación más detallada en cuanto a construcciones en madera que lo entregado por el Decreto 146.
- Existen aún prejuicios entre armadores y constructores que la fiscalización de la autoridad marítima son molestias y no que tienen como objetivo principal proteger la vida

humana en el mar y la prevención de la contaminación acuática y cuidar indirectamente pérdidas de su inversión por condiciones o acciones inadecuadas.

- Imposibilidad de que una embarcación de madera como ésta, pueden cumplir en estricto rigor la regulación de la prevención de contaminación por hidrocarburos, debido a que por filtraciones de agua de mar en el casco se tiene que con mucha frecuencia estar achicando la sentina, lo que llevaría a tener un estanque de retención de dimensiones no viables, por que es necesario un separador para eliminar el agua libre de hidrocarburos.

En relación con la mantención :

- Falta de preocupación y conciencia de mantener bajos niveles de humedad en el interior de la embarcación, agente altamente perjudicial para la madera.
- Es necesario ser cuidadoso con el manejo de hidrocarburos para evitar contaminación acuática.

En relación con el ensayo de modelo de canal de pruebas:

- La importancia de conocer cuales son las limitaciones en cuanto a la velocidad que se puede ofrecer para una barcaza como la que aquí se ha desarrollado.
- Poder determinar en forma más precisa la necesidad de potencia de una embarcación.
- Por medio de un ensayo de canal se ha demostrado que la barcaza del estudio, en condición de máxima carga, solo debe llegar hasta un andar de 8 nudos, una velocidad superior lleva a que embarque demasiada agua sobre la cubierta pudiendo llevarla incluso a su hundimiento.

En relación de aplicación de conocimientos:

- Una necesaria aplicación de gran parte de los conocimientos aprendidos en función de lograr los objetivos.
- Necesaria utilización de herramientas de computación para agilizar el desarrollo, principalmente, en la realización de planos y cálculos hidrostáticos.

BIBLIOGRAFÍA

- ♦ “Reglamento para el Control de la contaminación acuática” . (Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante D.O. N° 34.419,18/11/92).
- ♦ “Criterios de Estabilidad sin Avería Aplicable a los Buques de Pasaje y a los Buques de Carga”.
- ♦ “Convención Internacional sobre la Seguridad de la Vida Humana en el Mar”. Año 1974 (SOLAS 1974).
- ♦ “Reglamento para el Equipo en los Cargos de Navegación y Maniobras de las Naves de la Marina Mercante Nacional y Especiales”, D.S.(M) N° 102 de 1991.
- ♦ “Reglamento para la construcción, reparaciones y conservación de las naves mercantes y especiales”.
- ♦ “Reglamento Nacional de Arqueo de Naves”. D.S. (M) N° 289, de 5 de Diciembre de 2000.
- ♦ “Reglamento Del Registro De Naves Y Artefactos Navales” (D.S (M) N° 163 de 1981).
- ♦ Equipos y Servicios Vol II. Fondeo Amarre y Remolque. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales.
- ♦ “Reglamento para la construcción y clasificación de buques de pesca de madera”. Bureau Veritas. 1828 – 1963. Impreso en España por hijos de E. Minuesa, S.L.
- ♦ Manual de Inscripción de Naves y Artefactos Navales Menores. Resolución DGTM. y MM. N° 12.600/200 Vrs., de 27 de Enero de 1997.
- ♦ Reglamento para el Equipo en los cargos de Navegación y Maniobras de las Naves de la Marina Mercante Nacional y Especiales. D.S. (M) N° 102, de 7 de Febrero de 1991.

- ♦ Reglamento para fijar Dotaciones Mínimas de Seguridad de las Naves. D.S. (M) N° 31, de 14 de enero de 1999.
- ♦ Reglamento De Tarifas Y Derechos De La Dirección General Del Territorio Marítimo Y De Marina Mercante. Aprobado por Decreto Supremo (M.) No. 427, de 25 de Junio de 1979)
- ♦ Apuntes de Resistencia a la Propulsión, Profesor Nelson Pérez Mesa.
- ♦ Apuntes de Teoría de la Nave, Profesor Rodrigo Ortega.
- ♦ Apuntes de “Pinturas marinas”. Profesor Néstor Barrientos Díaz. Año 2002.
- ♦ Araujo Molina, Omar. Cerón Cárdenas, Miguel. Solís Rodríguez, Luis. Resistencia De Las Conexiones De Madera Con Pernos.
- ♦ Vivar Luengo, Mauricio. “Anteproyecto de un trasbordador para el Lago Pirehueico”. 2000, N° 602.
- ♦ González Rojas Jorge, “Influencia en la Resistencia al Avance de algunas formas de Proa en una Barcaza.1990”, N° 281.
- ♦ Díaz Díaz Hugo del Carmen, “Estudio de Factibilidad, Proyecto, Construcción y Explotación de una Barcaza para la zona sur entre Pto. Montt y Pto. Chacabuco”. 1997, N° 540.
- ♦ Belmar Post Daniel Ruben. “Anteproyecto de una embarcación para la Facultad de Ciencias de la Ingeniería”. 1998, N°570
- ♦ Vergara Bahamondez, Jorge. “ Criterios de selección de maderas para la construcción naval”. 1990, N° 267.
- ♦ Ramírez Carrión, Nelson – Ortiz Salazar, Ricardo. “Diseño de un pesquero artesanal en madera de 10.5 metros de eslora total”. 1984. N° 165.
- ♦ Núñez Masferrer, Marcelo. “Principales Normas para la construcción de embarcaciones de madera para la pesca artesanal”. 1984. N° 164.

- ♦ Sarmiento Bustamante, Isaías. . “Principales Normas para la construcción de embarcaciones de madera para la pesca artesanal”. 1986. N° 197.

- ♦ Diaz-vaz, Juan. Devlieger, Francis. Poblete, Hernán. Juacida, Roberto. “Maderas comerciales de Chile”. Volumen 4. Marisa Cuneo Ediciones. Valdivia Chile.

- ♦ Torres Ojeda, Hernan. “Maderas”. Depto Técnico de la Corporación Chilena de la Madera. Editorial Prensa latinoamericana. Agosto de 1971. Santiago-Chile.

- ♦ www.cerecita.cl

- ♦ www.pinmar.com

- ♦ www.directemar.cl.

- ♦ www.rtrillocadenas.es

ANEXOS

ANEXO A

TECNOLOGÍA DE LA MADERA

1. CLASIFICACIÓN DE LA MADERA.

Se pueden considerar dos grupos de maderas al clasificarlas en función de su procedencia: maderas blandas y maderas duras.

Las maderas blandas provienen de árboles de coníferas y las maderas duras provienen de árboles de latifoliadas.

El bosque chileno se caracteriza por ser pobre en coníferas, tanto en número de especies que lo componen como en la superficie que cubren. Las coníferas se presentan generalmente en formaciones puras como es el caso del alerce, araucaria y ciprés o asociado con latifoliadas como es el caso del mañío. En superficie no alcanzan al 10% del área total del bosque nativo.

Las especies latifoliadas en cambio componen gran parte del bosque autóctono. El número de árboles forestales de hoja ancha es de alrededor de 40%, además de numerosos arbustos.

2. PARTES DE UN ARBOL.

Un árbol está integrado por tres subsistemas: Las raíces, el tronco y la corona. Siendo el tronco el subsistema de importancia bajo el concepto de la utilización como elemento de construcción.

3. ESTRUCTURA DEL TRONCO.

Consta de las siguientes partes que son:

-Corteza exterior: Es la cubierta que protege al árbol de los agentes atmosféricos, en especial de la insolación, está formada por un tejido llamado floema que cuando muere forma esta capa.

-Corteza interior: Es la capa que tiene por finalidad conducir el alimento elaborado en las hojas hacia las ramas, tronco y raíces, está constituido por tejido floemático vivo, llamado también líber.

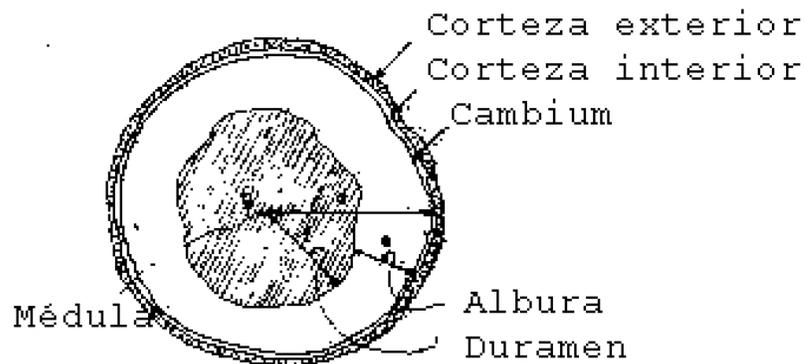
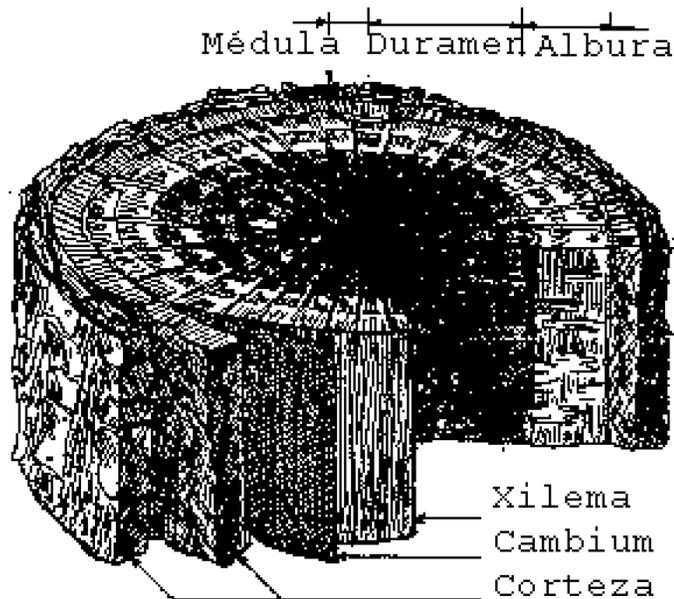
-Cambium: Es el tejido que se encuentra entre la corteza interior y la madera. Tiene la capacidad de dividirse y conserva esta facultad hasta cuando el árbol muere. El cambium forma células de madera hacia el interior y floema o líber hacia el exterior.

-Madera o Xilema: Es el conjunto de células que forman el tejido leñoso. En ella se distinguen tres partes:

Albura: Es la parte exterior del xilema, cuya función principal es la de conducir agua y sales minerales de las raíces a las hojas, es de color claro y de espesor variable según la especie. La albura es la parte activa del xilema.

Duramen: Es la parte inactiva del xilema y tiene como función proporcionar resistencia para el soporte del árbol. Con el tiempo la albura pierde agua y sustancias alimenticias almacenadas y se infiltra de sustancias orgánicas distintas, tales como aceites, resina, goma, tanino, sustancias aromáticas y colorantes. La infiltración de estas sustancias modifica la consistencia de la madera que toma un color más oscuro y adquiere un mejor comportamiento frente al ataque de hongos e insectos, esto último distingue particularmente el duramen de la albura.

Médula: Es la parte central de la sección del tronco y está constituida por tejido parenquimático.



4 PLANOS DE LA MADERA.

La descripción de las propiedades de la madera se hace con referencia a tres direcciones principales:

-Longitudinal: Es la dirección paralela al eje del árbol.

-Radial: Es la dirección que siguen los radios medulares desde la médula hasta la corteza.

-Tangencial: Es la dirección tangencial a los anillos de crecimiento.

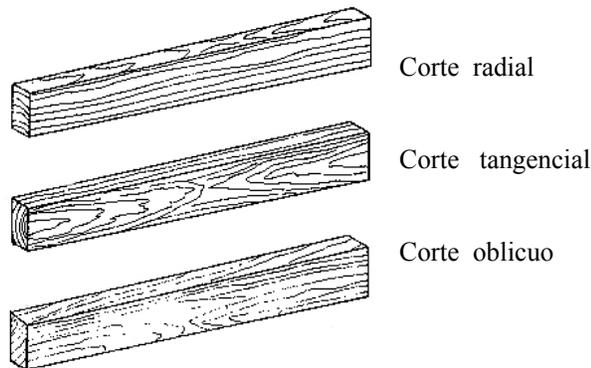
La descripción de los elementos leñosos se da mediante las siguientes secciones o planos de corte:

-Sección Transversal: Es la sección o cara perpendicular al eje del tronco.

-Sección Longitudinal: Es la sección paralela al eje del tronco, que a su vez puede ser:

Radial: Resultante de un corte longitudinal paralelo a los radios desde la corteza hasta la médula.

Tangencial: Si el plano de corte sigue una dirección perpendicular a los radios o tangentes a los anillos de crecimiento.



5. ESTRUCTURA ANATOMICA DE LA MADERA.

Según el grado de apreciación visual de los tejidos, se diferencia el estudio de la madera en tres niveles: Macroscópico, Microscópico y Submicroscópico.

Estructura Microscópica.

Se observan a simple vista o con la ayuda de una lupa de 10 aumentos. Se observan las siguientes características:

-Anillos de crecimiento: Son capas de crecimiento que tienen forma de circunferencia. Cada anillo consta de dos secciones, una de madera de primavera y otra de madera de otoño.

-Radios Medulares: Son líneas que van desde el interior hacia el exterior del árbol, siguiendo la dirección de los radios del círculo definidos por el tronco, formando el sistema transversal del tronco. Están constituidas por células de parénquima.

-Parénquima Longitudinal: Formado por tejido parenquimático, constituye parte del sistema longitudinal del tronco. Tiene un color más claro que el tejido fibroso.

Estructura Submicroscópica de la Madera.

La estructura de la fibra o célula leñosa presenta una cavidad central denominada "Lumen", delimitada por la pared celular propiamente dicha.

La pared presenta tres capas:

-Lamina Media: Llamada capa intercelular, porque une células adyacentes y está compuesta principalmente de lignina y pectina.

-Pared Primaria: Es la capa exterior de la célula compuesta por lignina y pectina, distinguiéndose de la lámina media por la presencia de celulosa.

-Pared Secundaria: Compuesta principalmente por celulosa o fibrillas. Contiene tres capas que se distinguen por su orientación de las fibrillas. La capa central es la de mayor espesor y sus fibrillas se orientan paralelamente al eje de la célula. Esta orientación es fundamental en la resistencia de la fibra. Las fibrillas están formadas por la unión de microfibrillas. Estas están compuestas de micelas o cristalinos, las mismas que están constituidas por cadenas moleculares de celulosa.

6 PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA.

La densidad proporciona una primera indicación acerca de su comportamiento probable frente a la absorción y pérdida de agua y su correspondiente grado de variación dimensional bajo el punto de saturación de la fibra. Permite estimar el comportamiento mecánico de la madera ante ciertos esfuerzos y su aptitud para trabajarla en forma fácil y darle un deseado acabado.

6.1 Propiedades Físicas

Densidad.

Es la relación entre la masa de una pieza de madera con su volumen, ($d = m/v$), se expresa en g/cm^3 .

Para la madera se consideran varios tipos:

-Densidad Aparente: Se refiere al conjunto de material leñoso, extractivos y espacios intercelulares que forman la estructura de la madera. Varía de acuerdo a la estructura anatómica.

-Densidad Real: Se refiere únicamente al material leñoso y tiene un valor aproximado de 1.5 g/cm³ para todas las especies.

-Densidad Básica: Relaciona el peso anhidro de la madera con su volumen verde, es el parámetro más usado en ingeniería civil.

Contenido De Humedad.

Es la cantidad de agua presente en la madera, se expresa como porcentaje del peso de la madera seca o anhidra.

El agua en la madera puede encontrarse en las siguientes formas:

-Agua Libre: Ocupa los espacios intercelulares y el lumen o cavidad celular.

-Agua Higroscópica: Es la retenida por las paredes de las células; está comprendida entre 0 y 30% de contenido de humedad.

El "Punto de saturación de la fibra" es la máxima cantidad de agua que puede ser retenida por las paredes celulares; oscila entre el 28 y 30% del contenido de humedad.

-Agua de Constitución: Es la que está adherida a las superficies de las partículas sólidas por atracción molecular. Solo puede ser eliminada por carbonización y no se le toma en cuenta para la determinación del contenido de humedad.

El "Contenido de Humedad en Equilibrio" es el contenido de humedad que adquiere la madera cuando es expuesta al ambiente durante un tiempo prolongado. La madera perderá o ganará agua hasta alcanzar el estado de equilibrio entre la humedad que contiene y la del aire.

Contracciones y Expansiones.

La higroscopicidad de la madera, así como su anisotropía, explican la gran diferencia en la magnitud de contracción que existe entre los tres sentidos anatómicos de la madera. La contracción en el sentido tangencial es prácticamente el doble de la radial, mientras que la longitudinal es la mínima, por lo que no se toma en cuenta para el cálculo de contracción volumétrica. Es decir si se quiere que una pieza de madera tenga mayor estabilidad dimensional en su ancho, debe de utilizarse un corte radial.

Para evitar problemas de contracción en una pieza, es conveniente utilizar madera con un contenido de humedad lo más próximo posible a aquel que se encuentre en equilibrio con el clima del lugar.

6.2 Propiedades Mecánicas

Las características físicas de la madera varían de un punto a otro de un mismo árbol y sus características resistentes varían según la dirección considerada. La madera es un material ortotrópico en el que se distinguen tres direcciones mecánicas, perpendiculares entre sí, que coinciden con las direcciones longitudinal, radial y tangencial de un árbol. Las propiedades en los sentidos radial y tangencial no difieren significativamente, de manera que para efectos de diseño basta distinguir entre propiedades paralelas a las fibras y propiedades perpendiculares a éstas.

Tensión Perpendicular Al Grano.

La capacidad de resistencia en tracción perpendicular al grano, es asumida básicamente por la lignina de la madera que cumple una función cementante entre las fibras. La madera tiene menor resistencia a ese tipo de esfuerzo en relación con otros solicitantes.

Tensión Paralela Al Grano.

La madera tiene gran resistencia a este tipo de esfuerzo, debido a que las uniones longitudinales entre las fibras son de 30 a 40 veces más resistentes que las transversales. Esta cualidad debe de considerarse con sumo cuidado, pues los defectos de la madera tienen influencia negativa en la tracción paralela a la fibra.

Compresión Perpendicular Al Grano.

La madera se comporta a manera de un conjunto de tubos alargados que sufriera una presión perpendicular a su longitud; sus secciones transversales serán aplastadas y en consecuencia sufrirán una disminución en sus dimensiones bajo esfuerzos suficientemente altos.

Compresión Paralela Al Grano.

La madera se comporta como si un conjunto de tubos alargados sufriera la presión de una fuerza que trata de aplastarlos. Su comportamiento ante este tipo de esfuerzos es considerado dentro de su estado elástico, es decir mientras tenga la capacidad de recuperar su dimensión inicial una vez retirada la fuerza.

Corte.

El comportamiento al corte de la estructura interna de la madera es semejante al de un paquete de tubos que se hallan adheridos entre ellos; por esta razón, en el caso de corte paralelo al grano, el esfuerzo de corte es resistido básicamente por la sustancia cementante, es decir, la lignina, mientras que en el esfuerzo de corte perpendicular al grano son las fibras las que aumentan la resistencia al cizallamiento. La madera es mucho más resistente al corte perpendicular que al corte paralelo.

Flexión.

El comportamiento a flexión de una pieza de madera combina, simultáneamente, los comportamientos a tracción, compresión y corte, repitiéndose anteriormente los mismos fenómenos descritos.

La madera es un material particularmente apto para soportar tracción y compresión paralela, debido a su alta capacidad por unidad de peso.

7 DEFECTOS EN LA MADERA.**Necesidad De Cuantificar Defectos.**

En el uso de la madera como elemento de construcción, hay que tener en cuenta que la naturaleza viva de la madera se refleja en lo complejo de su estructura. Tanto sus cualidades como sus limitaciones se derivan de esta estructura. La estructura fibrosa de la madera es el origen de sus características anisótropas, que constituyen un inconveniente desde el punto de vista de su uso como material estructural. La madera no es un material manufacturado como el hierro y el concreto, sino un producto natural desarrollado durante muchos años de crecimiento al aire libre y expuesto continuamente a condiciones variables de viento e intemperie. Dado que la madera es un producto natural, tiene particular tendencia a presentar defectos de distintas clases. La mayoría de los defectos no se pueden corregir y vuelven a gran cantidad de madera inadecuada para usarla en la construcción. Además no es posible tener la seguridad de que distintas piezas de madera, aún cortadas del mismo árbol, tengan características similares o proporcionen exactamente el mismo comportamiento bajo las mismas condiciones. Aparte de los daños sufridos durante el crecimiento del árbol, existen otros daños que obedecen a mala ejecución de determinados procesos preparatorios como el aserrado y el secado.

En vista de estos posibles defectos, cualquiera que sea su causa, cada madera debe de ser juzgada separadamente y sometida a la más cuidadosa inspección para tener la seguridad de obtener resultados satisfactorios si se coloca en algún lugar importante. Frecuentemente ésta atenta inspección pone de manifiesto debilidades, defectos o imperfecciones que exigen el rechazo de un elemento de madera por ser inferior o inadecuado para el servicio a que se le destina.

Definición de Defecto.

De acuerdo con los usos generales de la madera en la construcción, "**Defecto**", es un irregularidad en la madera que tiende a perjudicar su resistencia, durabilidad y valor de uso, mientras que las "**Imperfecciones o Tachas**" son pequeños defectos que no llegan a perjudicar la resistencia, durabilidad y valor de uso, pero echan a perder el aspecto de la madera.

De lo anteriormente citado podemos concluir que cualquier irregularidad o imperfección que afecta las propiedades físicas, químicas y mecánicas de una pieza de madera puede considerarse como un defecto. La finalidad de la clasificación visual por defectos es limitar la presencia, tipo, forma, tamaño y ubicación de los mismos con la finalidad de obtener piezas de madera con características mínimas de variabilidad en su resistencia.

Las principales causas de estos defectos son las condiciones de crecimiento del árbol, los procesos de secado y transformación por aserrado, el ataque por agentes biológicos, y los originados por el almacenaje y transporte de ésta.

8 RESTRICCIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MADERA A CAUSA DE LA PRESENCIA DE DEFECTOS.

Las propiedades mecánicas de la madera suelen estudiarse por medio de pruebas hechas con probetas "Limpias", libres de defectos. Los resultados de estas pruebas no reflejan la influencia sobre el comportamiento mecánico de la madera de diversas características asociadas al proceso de crecimiento de los árboles, así como también a procesos de aserrado, secado, transporte y ataque de agentes biológicos.

Nudos.

La influencia de un nudo en las propiedades mecánicas de la madera se debe a la interrupción de la continuidad y a los cambios de dirección asociados con la fibra. La influencia de los nudos depende de su tamaño, localización, forma, condición, de la desviación de fibra y del tipo de carga al que está sujeto el miembro.

Las propiedades mecánicas son más bajas en las secciones que contienen nudos que en las secciones que presentan madera limpia porque:

- La madera sana es desplazada por el nudo.

- Las fibras alrededor del nudo son distorsionadas, causando desviación de fibra.

- La discontinuidad de la fibra de la madera provoca que se produzcan concentraciones de esfuerzos.

- Ocurren grietas paralelas a los nudos durante el secado.

El esfuerzo y resistencia en compresión perpendicular al grano son excepcionales, donde los nudos la única objeción que pueden tener es la no uniformidad de la distribución de esfuerzos en la superficie.

Los nudos tienen un mayor efecto sobre la resistencia en tensión paralela al grano que en compresión paralela en una columna corta; y los efectos sobre flexión son algo menores que en tensión paralela. Por esta razón, en una viga simplemente apoyada un nudo sobre el área a tensión paralela tiene un gran efecto sobre la carga que la viga soportaría si el nudo estuviera en el área de compresión paralela.

En columnas largas, los nudos son importantes cuando éstos afectan la rigidez. En columnas cortas, la reducción en resistencia causado por los nudos es aproximadamente proporcional al tamaño del nudo; sin embargo, nudos grandes tienen un gran efecto relativo que el hecho por nudos pequeños.

Desviación de fibra.

En algunas aplicaciones de productos de madera, la dirección de importantes tensiones pueden no coincidir con los ejes naturales de la orientación de la fibra en la madera. Esto puede ocurrir por selección en el diseño, por la forma en que la madera fue removida del leño, o por irregularidades del grano durante el crecimiento.

Madera de reacción.

Muchas de las propiedades anatómicas, químicas, físicas y mecánicas de la madera de reacción difieren de la madera normal. Quizá la más evidente es el incremento en la densidad. La densidad específica de la madera de compresión es comúnmente de 30 a 40% mayor que la madera normal, mientras que la madera de tensión tiene rangos entre 5 y 10% mayores, pero puede ser hasta 30% mayor que la madera normal.

La madera de compresión es mucho más débil y menos rígida a lo largo del grano que la madera normal.

Grietas, rajaduras y acebolladuras.

Las grietas, rajaduras y acebolladuras pueden reducir marcadamente la resistencia y la capacidad de carga de la madera. La resistencia a la tensión de la madera, paralela al grano, es virtualmente afectada por la presencia de cualquier tipo de separación. Cuando se carga a compresión en varios miembros estructurales con grietas y rajaduras estas tienden a reaccionar en columnas con una gran disminución en porcentaje que aquellas de columnas sin grietas y rajaduras. Como resultado el esfuerzo último a compresión es disminuido y la efectividad de la carga de columnas es grandemente reducido.

La localización y orientación del plano de separación es crítica para evaluar los efectos de grietas y rajaduras en la capacidad de carga de vigas.

El efecto depende sobre la proximidad y cercanía de alineamiento de la separación al plano neutral. Cuando una completa separación ocurre en el plano neutro, la resistencia a esfuerzo cortante y el momento de inercia son marcadamente reducidos, por eso afecta la resistencia a la flexión.

Fallas de compresión.

Productos que presentan visibles fallas de compresión pueden tener bajas propiedades de resistencia, principalmente en resistencia a tensión y resistencia al impacto. La resistencia a tensión de la madera que contiene fallas de compresión puede ser mas baja como 1/3 de la resistencia de madera limpia. Uniformes y escasas fallas, visibles solamente bajo microscopio, pueden reducir seriamente la resistencia y causa fractura quebradiza.

Manchas de hongos.

No afectan seriamente las propiedades mecánicas de la madera, debido a que los hongos se nutren de sustancias dentro de la cavidad de la célula o ataca la pared de la célula pero no su parte estructural.

Aunque pequeñas bajas en resistencia son encontradas en bajos niveles de manchado biológico, la intensidad de la mancha puede reducir la gravedad específica del 1-2%, la dureza de la superficie de 2-10%, resistencia a la flexión de 1-15%, y resistencia al impacto del 15-30%. El efecto principal consiste en que afean el aspecto, reduciendo su valor y haciendo a la madera inservible para algunos usos, donde el color y el veteado natural de la madera son requisitos.

Pudrición blanca y parda.

Con ambos tipos de pudrición la madera se ve afectada grandemente en su apariencia y en su resistencia mecánica, lo mismo que en su densidad, permeabilidad a líquidos y gases y en sus características de secado. Las piezas de madera que presentan pudrición deben de rechazarse.

En la pudrición parda se reducen las propiedades mecánicas en más de un 10% antes de poder detectar una pérdida de peso y antes de tener signos visibles de pudrición. Cuando el peso baja a razón de 5-10%, las propiedades mecánicas son reducidas desde 20% a 80%. Por lo tanto, el esfuerzo a flexión y el trabajo a máxima carga en flexión son las más reducidas, corte y rigidez lo mínimo, mientras otras propiedades son medianamente afectadas.

No hay ningún método sabido para estimar la cantidad de reducción de resistencia a partir de la apariencia de la pudrición de la madera.

Insectos y taladradores marinos.

Un conocimiento del área de la sección transversal destruida por insectos o taladradores marinos provee las bases para calcular la reducción de las propiedades mecánicas. Sin embargo, debido a que la extensión del daño es raramente sabido con precisión, el cálculo exacto de la reducción de la resistencia es raramente posible. El daño extenso en elementos estructurales garantiza el reemplazo inmediato.

9 PROPIEDADES COMUNES A TODAS LAS MADERAS

La madera además de ser un recurso abundante, renovable y de relativo bajo precio, se distingue de otros materiales especialmente en relación a su adaptabilidad en la construcción en los siguientes aspectos:

1. La madera seca es relativamente liviana y por lo tanto fácil de manipular y barata de transportar.
2. La madera se puede trabajar fácilmente con herramientas sencillas y poco entrenamiento.
3. La madera por sus características anatómicas y composición, es de una de las pocas materias primas que pueden unirse mediante clavos o tornillos. Además, se deja pintar o barnizar con facilidad.
4. La madera en relación a su peso es mecánicamente muy resistente, comparándose favorablemente con acero u otros materiales estructurales.
5. La madera es un material aislante, térmico, acústico y eléctrico.
6. La madera posee un bajo coeficiente de dilatación térmica.
7. La madera no se corroe y resiste la acción de ácidos y agua salada.
8. Los defectos de la madera frecuentemente son detectables en su superficie, permitiendo eliminar la pieza o tomar medidas para contrarrestar el debilitamiento por ellos causado.
9. Muchas maderas poseen características ornamentales que no requieren tratamientos especiales para hacerlas resaltar.
10. Las estructuras de madera son fácilmente desarmables; su valor residual es alto en comparación a su costo original.

11. La madera generalmente avisa antes de quebrarse; un factor de vital importancia.

Además, debido a su estructura formada por fibras y composición química, la madera puede convertirse fácilmente en pulpa, sirviendo de materia prima a una importante industria (papel, celulosa, rayón, plásticos, etc.). Por último, la madera es una importante materia prima para diversas industrias químicas.

Se debe sin embargo reconocer que la madera posee algunas características que limitan su utilidad, tales como:

1. La madera puede producirse en tamaños diferentes a los que se pueden aserrar según el tamaño y forma del fuste de los árboles.
2. La madera es una sustancia giroscópica; su contenido de humedad varía con los cambios de la humedad ambiente, con las consiguientes variaciones dimensionales y de resistencia mecánica. Las variaciones dimensionales son diferentes según su dirección; mínimas a lo largo de las fibras, considerables en sentido perpendicular a las fibras donde las variaciones en el surtido tangencial son 1 ½ a 3 veces mayores que en sentido radial.
3. La madera es susceptible a ser dañada y destruida por pudrición y ataque de insectos. Sin embargo, es posible eliminar esta desventaja mediante la preservación.
4. La madera es combustible. Sin embargo se puede reducir el peligro de incendio en estructuras de madera mediante un adecuado diseño y mediante el tratamiento con ignífugos. Una estructura de madera al someterla a altas temperaturas, pierde gradualmente su resistencia a medida que la madera se carboniza, lo que presenta una ventaja frente a estructuras metálicas.
5. La madera presenta variaciones en su resistencia mecánica. No sólo entre diferentes especies, sino que una misma especie y a un mismo árbol. Además, la resistencia es diferente en una misma pieza de madera según la dirección de las fibras que se considere.

10 VARIABILIDAD DE LAS PROPIEDADES EN UNA MISMA ESPECIE

Aunque la falta de uniformidad es una característica hasta cierto punto propia de todos los materiales, la madera presenta un rango más amplio que los demás materiales estructurales. Es por lo tanto necesario conocer el grado y significancia de la variabilidad de las propiedades de la madera de una misma especie.

Es conocida la influencia del ambiente sobre el crecimiento de los árboles y su efecto en las propiedades de la madera, pero es mucho menos conocido el efecto de la variabilidad debido a factores genéticos hereditarios.

La variable de más fácil determinación en madera de una especie es su aspecto y densidad. Afortunadamente, hay una estrecha relación entre su resistencia mecánica y densidad en madera normal, lo que permite escoger material adecuado para ciertos usos.

Otra de las causas en la variabilidad de madera de una misma especie es su contenido de humedad y el tipo, localización y cantidad de defectos. El contenido de humedad de la madera afecta fuertemente muchas de sus propiedades como resistencia mecánica, estabilidad dimensional, facilidad de trabajo, capacidad de retención de clavos y tornillos, encolado y terminación. Luego el satisfactorio empleo de la madera depende fundamentalmente de la adecuada comprensión de la alteración de estas propiedades causada por cambios en su contenido de humedad. Como regla general, la madera debe emplearse con un contenido de humedad cercano al que legará una vez en servicio.

Mediante la clasificación de la madera se pretende considerar el efecto de las características que influyen en su utilización, tales como nudos, pudrición, fibra torcida, grietas y madera de reacción en madera de una especie.

Es importante recalcar que mediante un adecuado diseño y tratamiento de la madera, se puede obtener una nivelación de las propiedades de las distintas maderas. Un artículo bien diseñado y construido con madera de inferior calidad puede prestar mejor servicio que un artículo mal diseñado pero construido con maderas de calidad superior.

11 UNIONES DE LA MADERA POR MEDIO DE PERNOS

Adicionalmente a lo anteriormente expuesto cabe mencionar la importancia de la utilización de pernos de amarre en la armazón de la estructura de la barcaza. Estarán presente en el amarre de las quillas con las sobrequillas, en las unión de las cuadernas compuestas, en la unión de los baos con las cuadernas, en la unión de los baos con las esloras, en la roda con la quilla y sus respectivos dormidos de proa, etc. Según esto se ha considerado entregar información que ayudará a entender como se comportan estas uniones y a que consideraciones tener a la hora de realizar uniones de maderas con pernos.

Comportamiento Bajo La Acción De Cargas

Al iniciarse la carga, se presenta un deslizamiento inicial “zona de acomodo” debido a que el agujero en el que se coloca el perno, es ligeramente mayor que el diámetro de éste. Una vez que el perno se ha apoyado firmemente contra la madera, se aprecia un comportamiento lineal en la relación carga-deformación “zona elástica”, hasta un punto correspondiente al llamado “límite proporcional”. A partir de ese punto, las deformaciones aumentan rápidamente, hasta llegar a un nivel de carga máxima bajo el cual las deformaciones aumentan sin un cambio apreciable en la

magnitud de la carga. Esta llamada “zona de fluencia”, define la resistencia última de la conexión.

Si el perno es rígido, la fuerza de compresión es uniforme y la carga permisible de la conexión puede calcularse como el producto del esfuerzo permisible de la madera en compresión paralela al área proyectada del perno.

Si el perno es flexible, tenderá a deformarse bajo la acción de las cargas, y los esfuerzos de compresión tenderán a concentrarse en las áreas próximas a la superficie de las piezas que forman la unión.

Parámetros que afectan el comportamiento de la unión

- Dirección de la carga en la fibra.
- Duración de la carga.
- Sección neta de las piezas.
- Espaciamiento entre los pernos.
- Tipos de madera (especie).
- Número de piezas de madera.
- Número de pernos en la unión.
- Diámetro y longitud del perno.
- Método de fabricación de la conexión.
- Material del perno.
- Contenido de humedad en la madera.
- Magnitud de la fricción.
- Densidad de la madera, etc.

Parámetros Considerados Como Variables

Densidad Básica [Db]

Cada especie maderable tiene un valor característico en sus propiedades físicas y mecánicas; sus rangos de variación son muy amplios, condición que impide la generalización total.

Si mantenemos constante todos los parámetros y variamos únicamente la densidad básica, observamos que cuando ésta baja hasta cierta magnitud, el perno tiende a comportarse como un elemento rígido y la distribución de los esfuerzos es uniforme; al aumentar la densidad por arriba de la magnitud anterior, el perno tiende a comportarse como un elemento flexible, y la carga máxima tiende a variar significativamente, dependiendo de la densidad y el comportamiento del perno.

Diámetro Del Perno [D]

Existe una interrelación entre el diámetro del perno y su comportamiento, en función de la densidad de la madera. Si mantenemos constante la densidad y la longitud del perno, al incrementar el diámetro en un perno de comportamiento rígido, el área de apoyo se incrementa sin variar el comportamiento del perno y, en consecuencia, la capacidad de carga aumenta en cierta proporción al área incrementada. Ahora, si incrementamos el diámetro a un perno de comportamiento flexible, éste tenderá a comportarse como un elemento rígido, y la capacidad de carga aumentará a medida que el perno aumente su rigidez hasta un límite que está en función de la densidad de la madera.

Longitud Del Perno [L]

La longitud del perno afecta directamente al comportamiento de éste. Cuando el diámetro es pequeño, en relación con su longitud, el perno es esbelto y, por lo tanto, flexible, creando concentraciones de esfuerzos en las zonas próximas a las superficies de las piezas de madera; si es al contrario, el perno se comporta como un elemento rígido y la distribución de los esfuerzos en la madera es uniforme.

12 MADERAS PREFERENCIALES QUE SE UTILIZARÁN EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA EMBARACACION EN ESTUDIO.

Dentro de las maderas que se utilizarán en la construcción de la embarcación en estudio, está decidido por sus propiedades físicas y mecánicas además de la posibilidad de ser encontradas en buena cantidad y buena calidad aún en la isla de Chiloé. Está presente también la consecuencia de conversación con personas dedicadas a la carpintería de ribera en la zona, que tienen experiencia además en la construcción de embarcaciones similares. También desde luego existen otras maderas, de las cuales por medio de comparación, entre sí, de sus características mecánicas y físicas en la Tabla N° 1 de esta sección y la Tabla N° 2 donde se encuentra la presentación de cuales serían los posibles usos en las piezas estructurales de las diferentes maderas chilenas para la construcción naval.

Según todo lo ya mencionado se ha desarrollado más acabadamente lo relacionado con el Coigüe, el Eucaliptus, La luma, El tenío y el Mañío.

**CUADRO COMPARATIVO DE LAS MADERAS CHILENAS
PARA CONSTRUCCIÓN NAVAL**

	CONTRACCIONES DE LAS MADERAS EN TANTOS POR CIENTO DE UN VOLUMEN HUMEDO			PESO ESPECIFICO CON 12 % DE HUMEDAD	DURABILIDAD DE DURAMEN EXPUESTO A LA INTEMPERIE	RESISTENCIA A LA FLEXION	RESISTENCIA A LA COMPRESION	RIGIDEZ	DUREZA	RESISTENCIA A LOS CHOQUES
	VOLUMETRICA	RADIAL	TANGENCIAL							
ALAMO	10	3.9	7.1		I	31	36		24	33
ALERCE	9	3.8	5.8	0.40	MD	49	48	76	31	44
AVELLANO	11.5	3.8	6.9	0.41	I	48	52	79	33	49
ARAUCARIA	13.5	4.6	8.3	0.49	I	59	60	93	49	66
CIPRES DE GUAITECAS					MD					
CIPRES CHILENO	8.8	3.7	5.8	0.42	MD	48	52	81	36	62
CIPRES MACROCARPA					D					
COIGUE	13.1	4.9	12.2	0.53	MD	66	63	96	62	84
CEDRO										
CIRELUILLO										
TEPA	9	3.9	7	0.42	ND	50	53	82	38	46
LINGUE	13.5	4.8	9.5	0.49	I	60	61	95	56	68
LUMA	15.4	5.5	9	1.05	MD	130	124	196		136
LAUREL	9	4	7	0.40	I	47	48	78	35	42
LENGA					D					
MAÑO MACHO					D					
MAÑO HEMBRA	12.4	4.1	8.1	0.43	I	58	59	92	49	65
OLIVILLO	13.1	4.4	7.9	0.47	ND	54	58	91	47	60
PELU										
QUIACA O TIACA										
RAULI	10.9	3.5	7	0.50	MD	64	66	100	55	70
ROBLE PELLIN	12.5	4.5	11	0.58	MD	64	66	102	75	67
ROBLE MAULE					MD					
RADAL					I					
TENIO O TINEO					D					
ULMO	13.2	4.5	8.2	0.48	I	54	64	93	56	67
ROBLE AMERICANO										
PINO OREGON										
EUCALIPTO										
NOGAL					MD					
ENCINA										

Donde:

MD : Muy durable
 ND : No durable
 D : Durable
 I : Insuficiente

**CUADRO COMPARATIVO UTILIZACIÓN DE DISTINTAS MADERAS
CHILENAS EN CONSTRUCCIÓN NAVAL.**

	QUILLA Y ZAPATA	RODA CODASTE Y REFUERZOS	DURMIENTES, PALMAJARES Y SOBRE QUILLAS	CUADERNAS Y VARENGAS DE CUADERNAS NATURALES	CUADERNAS DOBLADAS	BAOS	APARADURA Y FORROS SUMERGIDOS	FORRO EXTERIOR SOBRE FLOTACION	CUBIERTAS	FORRO INTERIOR	BASE DE MÁQUINAS	BITAS	TRANCANILES Y REGALAS	SUPER ESTRUCTURAS	MASTILES Y PERCHAS	MAMAPAROS Y PISOS	BERDUGUETES	CUADERNAS COMPUESTAS DE CASCOS PEQUEÑOS FONDO EN V
ALAMO																		
ALERCE	2#	NA	1a 2	NA	NA	1	1	1+	1	1	NA	NA	2	1	1	1	NA	2
AVELLANO		NA	2	NA	2	2	2	3	NA	2	NA	NA	3	3	NA	2	NA	2
ARAUCARIA	2	NA	3	NA	NA	3	NA	NA	NA	3	NA	NA	NA	NA	NA	3	3	
CIPRES DE GUAITECAS	2#	NA	1	NA	1	1	1	1+	1	1	NA	NA	2	1	3	1	NA	1
CIPRES CHILENO	2#	NA	1	NA	NA	1	1	1+	1	1	NA	NA	2	1	NA	1	NA	1
CIPRES MACROCARPA	NA	NA	1	NA	NA	3	2	2	3	2	NA	NA	3	3	NA	2	NA	2
COIGUE	1	1	1	1	1	1	1	1*		1	1	1	1	2	3	1	1	1
CEDRO	NA	NA	1	NA	NA	1	1	1	1	1	NA	NA		NA	NA	1	1	1
CIRELUILLO	NA	NA	2	3	3	3	3	NA	NA	2	NA	NA	NA	3	NA	2	NA	2
TEPA	2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
LINGUE	2	2	1	1a 2	1	1	1	2	NA	1	2	3	2	1		1	1+	1
LUMA	1	1		1		NA	NA	NA	NA	NA	1	1	NA	NA			1	NA
LAUREL	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
LENGA	1	2	1	1	2	1	1	1*	2	1	2	3	1	1	NA	1	2	NA
MAÑO MACHO	1	3	2	2		1	1	3	3	1	3		3	2	2	1	2+	2
MAÑO HEMBRA	2	NA	NA	NA	NA	NA	3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	3		
OLIVILLO	3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
PELU	NA	1	NA	1	1	NA	NA	NA	NA	NA	1	1	NA	NA	NA	NA	NA	
QUIACA O TIACA		1	2	2	2	1	2	NA	NA	2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
RAULI	1	3	1	2	1	1	1	1	1	1	1	NA	1	1	NA	1	2+	NA
ROBLE PELLIN	1	2	1	1	NA	2	NA	NA	NA	2	3	3	NA	NA	NA	NA	2+	
ROBLE MAULE	1	1	1	1	NA	1	1*	1*	NA	1	1	1	1	NA	NA	1	1	NA
RADAL	NA	NA	2	2+	1	3	2	3	NA	2	NA	NA	3	3	NA	1	NA	
TENIO O TINEO	1	1	1	1		1	1*	1*	NA	1	1	1	1	3	NA	1		
ULMO	2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
ROBLE AMERICANO																		
PINO OREGON																		
EUCALIPTO	2	NA	3	NA	NA	NA	2	NA	NA	3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
NOGAL	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	
ENCINA	1	1	1	1	1	1		1*	NA	1	1	1	1			1	1	1

Donde :

- * : Espesor superior a 1 ½ “ de aserrado radial
- + : Para embarcaciones pequeñas pero es excelente para forros gruesos
- # : Solamente para cascos pequeños
- 1 : Óptimo
- 2 : Bueno
- 3 : Aceptable
- NA : No apto

ESPECIE : COIGÜE

Nothofagus dombeyi

Distribución :

El coigüe es el árbol que más abunda en nuestras selvas y que realmente caracteriza el paisaje chileno. Este gigante se yergue desde los islotes rocosos azotados por el embate de los mares australes hasta las nieves de las serranías andinas y desde las provincias centrales hasta el Estrecho de Magallanes. Por esto resulta que el coigüe es la madera que más abunda en Chile.

El Árbol y su Madera

El coigüe es un árbol siempreverde de tronco recto que puede alcanzar 40 m de altura, y hasta 4 m de diámetro. Su copa estatificada es característica, lo que lo distingue del resto de las especies que la acompañan.

Características Generales:

El duramen es de color café claro heterogéneo, con bandas tenues de tintes rosados, verdosos y amarillentos. La madera de albura es poco diferenciada del duramen aunque algo más clara. Puede presentar duramen falso con vetas pardas oscuras y de distribución irregular. Los anillos de crecimiento son visibles, sin diferencias notables dentro del crecimiento. Madera de vetado suave textura fina y homogénea.

Propiedades de la Madera:

La madera de coigüe es considerada como semipesada con una densidad de 660 kg/m^3 a 12% de contenido de humedad. Los valores de contracción volumétrica son mayores a 15% y se ven incrementadas a menudo por la presencia de colapso intenso. Es una madera considerada dura, cuya dureza es cercana a 500 kg y en general, de resistencias mecánicas medianas. La resistencia a la flexión estática es de aproximadamente 80 N/cm^2 , a la compresión de 55 N/cm^2 y al cizalle de 12 N/cm^2 .

El secado natural de esta especie demora por lo menos dos años para alcanzar una humedad de equilibrio de 25 a 30 % en piezas de 1" de grosor. El secado artificial es difícil. Los principales defectos que se presentan son el colapso y grietas en sus caras y extremos. El colapso es más intenso en piezas de duramen. Seca es dimensionalmente muy estable.

Tiene una durabilidad natural de 1 a 5 años en usos exteriores. Como elemento interior y estructural, sin contacto con el suelo orgánico esta durabilidad es mayor. Frente al ataque específico de hongos se clasifica como no resistente.

En los procesos de preservación, presenta una absorción deficiente a los líquidos en tratamientos de inmersión. Mediante procesos con presión es posible alcanzar absorciones

cercanas a 120 l/m³ en el duramen. La albura presenta una permeabilidad superior a 240 l/m³. La penetración del preservante es irregular.

La madera de coigüe es relativamente fácil de aserrar y cepillar, se pinta sin problemas.

Usos:

Madera utilizada en construcciones de puentes, muelles, y muros de contención. En viviendas se emplea en estructuras, parquets, revestimientos exteriores e interiores y gradas de escaleras.

Se emplea en soportes de techumbre de minas y estructuras en general, postes de transmisiones, durmientes y embarcaciones.

ESPECIE:

MAÑIO MACHO

Podocarpus nubigena

MAÑIO DE HOJAS LARGAS

Podocarpus saligna

MAÑIO HEMBRA

Saxegotaea conspicua

Origen:

Los mañíos se presentan aisladamente o en grupos en las selvas que cubren el valle central y los faldeos adyacentes, desde las provincias de Malleco y Arauco, hasta Aysén, abundante ante todo en la región de Chiloé.

Descripción anatómica:

Anillos de crecimiento notorios. Traqueidas verticales con puntuaciones radiales aplastadas y a menudo, pareadas; puntuaciones del campo de cruce del tipo taxioide o cupresoide. Radios leñosos homogéneos, uniseriados muy bajos y muy numerosos. Parénquima longitudinal presente con paredes transversales lisas o ligeramente nudosas.

Características Macroscópicas:

La madera de mañío macho, hembra o de hojas largas, no ofrece ni en su aspecto, caracteres anatómicos y aplicaciones, diferencias marcadas como para que se justifique un análisis separado. Es de un color amarillo pálido a ligeramente castaño y no ofrece contraste

notorio con la albura. Anillos de crecimiento visibles. Textura fina, semi pesada y de vetado suave, la que la hace muy decorativa.

El árbol y su madera

El mañío de hojas punzantes, es un árbol que puede alcanzar hasta 30 m de altura y diámetros cercanos a los 2 m. Su tronco es recto y desprovisto de ramas en su edad adulta.

Se encuentra formando bosques en mezclas con tepas, canelos, mañíos de hojas cortas, coigües y alerces.

Características generales:

Madera cuyo duramen es de color homogéneo, amarillento a veces con tintes violáceos muy tenues que no se diferencia del color de la albura.

Los anillos de crecimiento son notorios aun cuando no siempre bien delimitados. Madera que presenta vetado suave y textura fina y homogénea.

Propiedades de la madera:

Madera que tiene un peso moderado con una densidad de 520 kg/m^3 a 12% de contenido de humedad. Presenta una contracción volumétrica equivalente a un 11% y colapso de poca intensidad.

Madera cuya dureza es de 380 kg y es de resistencias mecánicas medianas. Su resistencia a la flexión estática es de 70 N/cm^2 , a la compresión de 50 N/cm^2 y al cizalle de 11 N/cm^2 .

El secado natural de cada especie se prolonga por lo menos 1 año para alcanzar, en piezas de 1 pulgada de espesor, un contenido de humedad entre 25% y 35%.

El secado artificial es fácil.

Tiene una durabilidad natural entre 1 a 5 años en usos exteriores. Como elemento interior sin contacto con suelo orgánico esta duración es mayor. Frente al ataque específico de hongos se clasifica como moderadamente resistente.

En la preservación por inmersión la especie presenta una escasa absorción. Mediante procesos a presión es posible alcanzar absorciones cercanas a los 450 l/m^3 tanto en la albura como en duramen. La penetración de preservantes es regular. La madera de mañío se pinta y se barniza sin dificultades, siendo por lo general, clasificada como fácil de trabajar.

Usos:

Las maderas de estas especies se usan en construcciones como terminaciones de interiores de viviendas, especialmente como cielos y forros, además de pisos, parquets, persianas y escaleras. En carpintería se utilizan para la elaboración de muebles, cajones, embalajes y duelas.

También se recurre a los maños para la fabricación de mástiles, remos, timones, cubiertas y revestimientos de embarcaciones y tornería decorativa.

ESPECIE: EUCALIPTUS

Eucaliptus globulus Labill

Distribución:

Especie originaria de Tasmania y Australia; en Chile crece entre los 29° y los 39° de latitud sur. Se le encuentra en localidades costeras hasta los 400 m sobre el nivel del mar en terrenos de buena calidad.

Propiedades de la madera:

Madera pesada, cuya densidad es de unos 800kg/m³ al 12% de contenido de humedad. Su contracción volumétrica es de 18% y es afectada por colapso con mediana intensidad.

Madera cuya dureza es de aproximadamente unos 500kg y de resistencias mecánicas altas. La resistencia a la flexión estática es de 120 N/cm², a la compresión de 70 N/cm² y al cizalle de 13N/cm².

En el secado natural la especie necesita cerca de 2 años para alcanzar, en piezas de 1 pulgada de espesor, un contenido de humedad entre 25% y 35%.

El secado artificial es difícil. La temperatura promedio recomendable debe ser superior a 65°C. Los principales defectos que se presentan son el colapso con mayor intensidad en el duramen, y grietas en caras y extremos de las piezas de madera. Seca es dimensionalmente muy estable.

Tiene una durabilidad natural entre 5 y 15 años en usos exteriores. Como elemento interior sin contacto con suelo orgánico esta duración es mayor. Frente al ataque específico de hongos se la clasifica como moderadamente resistente.

La preservación por inmersión en esta especie es de una absorción escasa. Mediante procesos a presión, es posible alcanzar absorciones cercanas a los 80 l/m³ en la albura y en duramen. La penetración de preservantes es irregular.

El cepillado y pintado del eucaliptus no presenta problemas.

Usos:

Por sus altas resistencias mecánicas, es usada en construcciones mayores tales como puentes y construcciones pesadas. En minería esta especie se emplea en el enmaderamiento y estructuras de túneles.

Descripción anatómica:

Anillos de crecimiento visibles. Madera de porosidad difusa. Poros exclusivamente solitarios o agrupados en cadenas radiales y oblicuas; poco numerosos, medianos. Vasos con placa de perforación exclusiva o predominantemente simple y ligeramente inclinada. Puntuaciones ínter vasculares festonadas; tilosis abundante en el duramen. Radios leñosos homogéneos del tipo I de Kribs; los multiseriados son biseriados y a veces triseriados; numerosos. Parénquima longitudinal paratraqueal difuso. Fibras traqueidas vasicéntricas y vasculares presentes. Cristales de oxalato de calcio presentes en el tejido parenquimático.

Características macroscópicas:

La madera de eucaliptus es de un color castaño- claro amarillento, sin albura diferenciada. Anillos de crecimiento bien visibles. Madera de gran dureza, pesada y moderadamente durable. Fibras entrelazadas frecuentes.

ESPECIE: TINEO**Weinmannia trchosperma****Distribución :**

Se presenta abundantemente en las selvas de la pre-cordillera de la zona comprendida entre las provincias de Arauco y Malleco, hasta Aysén.

Descripción anatómica:

Anillos de crecimiento bien diferenciados. Poros pequeños, angulosos, casi exclusivamente solitarios; abundantes. Vasos con placas de perforación escaleriforme, muy inclinada, con numerosas barras, puntuaciones intervasculares aeroladas escaleriformes, circulares o mixtas, pudiendo encontrarse también en las extremidades de la placa de perforación. Radios leñosos heterogéneos del tipo I de Kribs; los uniseriados, formados por células erguidas, finas. Parénquima longitudinal apotraqueal difuso. Fibras traqueidas dispuestas, a veces, en líneas radiales regulares. Cristales romboidales presentes.

Características macroscópicas:

La madera de tinoe, teniú o palosanto, es de color castaño oscuro, con un tinte rosado a rojizo y líneas oscuras, pero sin diferencia marcada con la albura. Anillos de crecimiento visibles. Sin olor ni gusto característico. Madera semi-pesada, con aplicación media, aunque es frecuente encontrar aplicación con pudrición central

Usos y aplicaciones:

Utilizada en durmientes, estructuras pesadas, cajonería y pisos. De aplicación en la fabricación de chapas, donde se aprovecha el factor decorativo de su color y líneas oscuras. Excelente material para ser aprovechado como madera de chimenea y en la fabricación de carbón. Corteza utilizada en la obtención de taninos.

ESPECIE: LUMA

Amomyrtus luma.

Distribución :

Se le encuentra desde la provincia de Maule hasta el norte de la provincia de Magallanes. Generalmente alcanza poco desarrollo; sólo bajo condiciones muy favorables de crecimiento, llega a sobrepasar los 20 m. de altura. Especie de crecimiento lento.

Descripción anatómica:

Anillos de crecimiento bien visibles. Madera de porosidad difusa. Poros circulares y solitarios pequeños, poco numerosos. Vasos con placa de perforación simple, ligeramente inclinada; puntuaciones intervasculares y alternas. Radios leñosos heterogéneos. Parénquima longitudinal paratraqueal aliforme confluyente. Fibras de paredes muy gruesas, con abundantes puntuaciones.

Características macroscópicas:

La madera de luma es de un color castaño- rojizo oscuro con albura poco diferenciada. Anillos de crecimiento notorio. Madera de gran dureza, peso y resistencia.

Usos y aplicaciones:

Usada en palos de golf, culatas de armas, armazón de barcos, bobinas, lanzaderas, carretas, bastones y varillas para paraguas, carros de ferrocarril, instrumentos musicales, mangos, puntales de minas, maquinarias agrícolas y rayos de ruedas.

PESOS DE LAS MADERAS QUE SE UTILIZARÁN EN LA EMBARCACIÓN

Factor importante es conocer las características de cada madera que se utilizará, para así garantizar que cada una de las piezas de la estructura tengan vida útil similar, además está el conocer la información básica que nos ayuda a determinar la fluctuación de los pesos por unidad de volumen que podrían existir para tal o cual madera.

Información necesaria, además, a la hora de determinar los pesos de las diferentes piezas que formarán parte de la estructura.

ESPECIE	Peso en kgs por pie maderero		Peso en toneladas por m ³	
	Madera verde	Madera seca	Madera verde	Madera seca
MAÑO	2.4	1.4	1.00	0.59
EUCALIPTUS	2.8	1.9	1.18	0.80
LUMA	3.8	2.6	1.60	1.11
TENIO	2.6	1.7	1.10	0.72
COIGUE	2.6	1.5	1.10	0.65

ANEXO B**PRESERVACIÓN Y PRODUCTOS PRESERVANTES
PARA MADERA DE USO NAVAL.**

El conocimiento de la durabilidad de las maderas y sus posibilidades de protección, tienen gran importancia para su uso como material de construcción, especialmente cuando ésta se encuentra directa y constantemente en contacto con agentes biológicos destructores al estar expuesta a la acción del agua dulce y/o salada, como es el caso de una embarcación.

Por ello, el desarrollo de metodologías que permiten aplicar adecuadas dosis de preservantes se hacen necesarias, para que la vida útil de las estructuras se prolongue.

La impregnación de las maderas puede ser hecha por medio de procedimientos industrializados (vacío y presión) o métodos sencillos y caseros aunque menos eficientes, pero, que aún sigue haciéndose debido a los costos y a las posibilidades técnicas que se tenga para ello. Son consideraciones importantes de tener en cuenta a la hora de decidir optar por una u otra opción y, según ello, la decisión de que producto preservante se va a utilizar.

Teniendo en cuenta que las posibilidades de productos impregnantes, entre los cuales se deberá elegir, tenemos los que son solubles en aceite y los solubles en agua (hidrosolubles).

A continuación a manera de complementar lo dicho, y para poder fundamentar lo que se utilizará en la barcaza en estudio, expongo alguna de las opciones de producto que pueden utilizarse.

a) PRESERVANTES SOLUBLES EN ACEITE**Creosota :**

Se obtiene de la destilación del alquitrán de Hulla. Se emplea con gran eficiencia en la preservación de durmientes, postes, pilotes marinos, puentes, galpones, etc. No es recomendable para interiores por su desagradable olor y la dificultad que presenta para su pintado. Las maderas creosotadas resisten eficientemente el ataque del Teredo Navalis .

Considerando esto, se sugiere la Creosota como solución posible en la preservación del casco de una embarcación.

Naftenato de Cobre :

Se obtiene de la combinación de ácidos Nafténicos, derivados de la destilación del petróleo y sales de cobre. Tiene color verde oscuro y una consistencia cerosa. Se usa en soluciones de solventes orgánicos o fracciones de petróleo. Se emplea principalmente como preservante aplicado por brocha, por inmersión o por baño.

Pentaclorofenol :

Es un compuesto químico cristalino que se presenta en forma de pequeñas escamas color gris marrón. Se forma por la acción del Cloro sobre Fenol. Se emplea en soluciones de fracciones de petróleo. El pentaclorofenol es muy poco soluble en agua y posee baja volatilidad. Es un compuesto químico estable, empleado con gran éxito en la preservación contra hongos e insectos, pero de poca efectividad contra perforadores marinos, por lo que debe emplearse en Construcción Naval con el debido cuidado, según las zonas de navegación del proyecto.

b) PRESERVANTES HIDROSOLUBLES

Los preservantes hidrosolubles son compuestos o mezclas de sales de diferentes elementos que se emplean disueltas en agua. El utilizar agua como solvente presenta la ventaja de su bajo costo, disponibilidad y buena penetración. Este tipo de preservante no le confiere a la madera olores desagradables, la deja limpia y permite la aplicación de pinturas o barnices.

Los preservantes hidrosolubles utilizados en Chile corresponden en su mayoría a compuestos patentados y vendidos bajo nombres comerciales. Dentro de este grupo, los principales preservantes compuestos por mezclas de sales de cobre, cromo y arsénico son: Boliden K-33; Celcure A y Tancas C. Entre los preservantes compuestos por mezclas de sales de cobre, cromo y boro, tenemos a Wolmanit CB.

El pentaclorofenato de sodio es un excelente preservante, pero no penetra mucho en la madera. Se le emplea con éxito en proteger la madera verde (recién volteada o aserrada) contra la mancha, mediante una simple aplicación superficial o baño.

PROCESO DE PRESERVACIÓN DE LA MADERA.

La mayor parte de los procesos de preservación están clasificados en dos grupos: procesos sin presión y los procesos con presión.

Como lo que se desea es la aplicación de preservante soluble en aceite, tratamiento que puede ser realizado por aspersion o por brocha.

ZONAS DE APLICACIÓN.

La aplicación de este tipo de productos tiene ciertas características que lo hacen incompatibles con las pinturas con las cuales se protegerá el casco por su lado exterior y, debido a que el preservante aplicado será del tipo soluble en aceite, que dificulta a la madera para ser

pintada. Principalmente por ello es que se aplicará en lugares donde no se tenga que repintar con pinturas de base epóxica o alquídicas.

La aplicación del preservante se irá aplicando desde el comienzo en la armazón de la embarcación, aplicada con brocha, primeramente, en todas aquellas zonas de contacto entre piezas que forman la estructura, entre la quilla y el macizo, en los puntos de apoyo de las varengas con la quilla, etc. Concluida esta etapa, a todas las superficies de las cuadernas y baos que estarán en contacto con el forro exterior y lugares con mucha dificultad, como etapa final, una vez calafateada, masillada y pintado el casco, todos los espacios entre las cuadernas de la superficie interior del forro exterior.

ANEXO C

PINTURAS MARINAS PARA MADERA.

Generalidades

La aplicación de pinturas en toda embarcación sea ésta de cualquier material es necesaria para hacer que su vida útil sea lo más larga posible. El protegerlo de la agresividad del medio que ataca en forma constante para destruirla es necesaria. Son muchos y variados los factores, dentro de los cuales tenemos, la humedad, radiación solar, calor, frío, roce, abrasión mecánica, productos químicos, tráfico humano y de equipos, inmersión en agua salada, fouling, etc. Todos afectan en uno u otro momento y en diferentes partes de la embarcación. Para protegerse de esos elementos que causan daño se utilizan preferentemente pinturas.

Dentro de las posibilidades que el mercado ofrece en cuanto a pinturas que pueden aplicarse en embarcaciones de madera están, los esmaltes epóxicos, pinturas antifouling y óleo sintético a base de resinas alquídicas, en este caso utilizable para interiores. Además es necesaria la utilización de pintura anticorrosiva para aquellas partes o elementos de acero en la embarcación que requieran de ello.

Preparación superficial:

Cuando se trata de maderas nuevas como es éste el caso, éstas antes de pintarse deben, básicamente, estar libres de grasas, aceites y lo suficientemente seca para la aplicación. Otro punto importante es el proceso de cepillado de toda las superficies del casco y lijado, en caso necesario, para la eliminación de la pelusilla que a veces se presenta en las superficies de las maderas. El cepillado, después de construida la embarcación, es imprescindible hacerlo ya que si bien la madera, en teoría, es aserrada de un mismo espesor, solo una vez cepillada y clavada en el casco, pueden verse esas diferencias. De quedar así, en la obra viva, es rugosidad que afecta la resistencia al avance y también desmejora el aspecto estético. Considérese también nivelar con la demás superficie y con masilla preparada para ello, tanto aquellas ranuras que puedan quedar después del proceso de calafateado y masillado en toda la embarcación, como también sobre la cabeza de los pernos y clavos que producto de avellanado están más adentro que el nivel superficial. La idea es dejar superficies fáciles de pintar.

Preparación de pinturas:

La preparación de la pintura se ceñirá a la especificación técnica del producto indicada por el fabricante, en lo referente a mezclas, dilución u otras indicaciones al respecto. La inspección

puede autorizar la modificación de éstas imposiciones si las condiciones lo aconsejan, de común acuerdo con el fabricante.

En el caso de pinturas de dos componentes, deberá controlarse la exactitud en las proporciones empleadas y deberá tenerse muy presente la vida útil de la mezcla (pot life).

Toda aquella pintura que esté pasada en su vida útil deberá ser descartada. Es recomendable por ello no preparar cantidades excesivas sino solamente las precisas para evitar pérdidas innecesarias del producto.

Antes de proceder a aplicar la pintura deberá controlarse su viscosidad, debiendo tener la adecuada para el tipo de elemento aplicador.

Se recomienda controlar este valor con alguna periodicidad ya que los productos se engruesan o forman nata por evaporación de los solventes contenidos.

Los elementos que se usan para mezclar , diluir y en general preparar la pintura deberán estar limpios y en buenas condiciones.

Aplicación de las pinturas:

Básicamente el proceso de pintura deberá completar por los menos los siguientes puntos de modo de garantizar que los resultados esperados que ofrece, según las características de la pintura, se logren.

- La aplicación de las pinturas deberá realizarse sobre las superficies limpias, secas y bajo las mismas condiciones ambientales que rigen para la preparación de superficies.
- El método de aplicación será el indicado por el fabricante y debe estar establecido en las especificaciones.
- Personal calificado deberá efectuar la aplicación de la pintura y en cada mano se tendrán que respetar los siguientes aspectos importantes:
 - Secuencia de colores
 - Tiempo de secado
 - Espesor de capa
- Antes de aplicar la mano completa es conveniente pasar una mano de pintura extra a los cantos, uniones, pernos, etc., en general a todo borde filudo de manera de asegurar al máximo los espesores de capa en esas zonas críticas y con ello su mejor protección.

Pinturas a utilizar en la embarcación.

Punto en el cual se mostrarán las características técnicas y todo lo relacionado y necesario de conocer de las pinturas que se aplicaran en el casco de la embarcación entregado a modo de plan de aplicación, donde se contempla, la cubierta, obra viva y muerta de la embarcación:

ESPECIFICACIONES DE PINTADO



AREA : OBRA MUERTA CUBIERTA	CLIENTE : PROYECTO : <i>Embarcación Casco de Madera</i>					SISTEMA : VINÍLICO - ALQUÍDICO						
PRETRATAMIENTO : LA SUPERFICIE DEBERA ESTAR LIMPIA, DESENGRASADA, SECA Y LIBRE DE POLVO.												
DATOS DEL SISTEMA	COLOR	ESPESOR DE LA PELÍCULA EN MICRAS		RENDIMIENTO EN M² /LITRO		INTERVALOS DE REPINTADO A 10 °C		MÉTODO DE APLICACIÓN B: Brocha, R: Rodillo, P: Pistola				
				TEÓRICO	PRÁCTICO	MÍNIMO	MÁXIMO	B	R	P	SIN AIRE : 150 ATM SALIDA	
		HUM.	SECA							BOQUILLA	ABANICO	
<u>ESQUEMA SELLANTE.</u> 1ª CAPA VINYGUARD S.G. 88 AL	ALUMINIO	105	40	9.50	7.308	6 HRS	NO TIENE	X		X	0.018"-0.027"	40° - 80°
<u>ESQUEMA TERMINACION ALQUIDICO</u> 1ª CAPA DE PILOT II	COLORES	83	40	12.00	9.231	9 HRS	NO TIENE	X	X	X	0.018"-0.027"	40° - 80°
DATOS DEL PRODUCTO	% SÓLIDOS VOLUMEN	ENDURECEDOR	PROPORCIÓN DE MEZCLA EN VOLUMEN	DURACIÓN DE LA MEZCLA	TIEMPO INDUCCIÓN	TIEMPO DE SECADO (° C) 10	PUNTO DE INFLAMACIÓN °C	SOLVENTE	RESTRICCIONES DE APLICACIÓN (Si las hay) MÍNIMA TEMPERATURA °C			
VINYGUARD SG 88	38	NO	-	-	-	20 MIN	28	7	5 °C			
PILOT II	48	NO	-	-	-	4 HRS	36	2	5 °C			
SUPERFICIE DEL SUSTRATO MÍNIMO 3° C SOBRE EL PUNTO DE ROCIO										FECHA		
LOS TIEMPOS DE REPINTADO MÁXIMO Y MÍNIMO PUEDEN VARIAR CONFORME A LAS CONDICIONES AMBIENTALES												

ESPECIFICACIONES DE PINTADO

Nº 02091214



AREA :
OBRA VIVA
Alternativa 1, AF Matriz soluble
(Embarcaciones de menores de pesca)

CLIENTE :
PROYECTO : *Embarcación Casco de Madera*

SISTEMA : VINÍLICO - A/F MATRIZ SOLUBLE

PRETRATAMIENTO : LA SUPERFICIE DEBERA ESTAR LIMPIA, DESENGRASADA, SECA, Y LIBRE DE POLVO.

**ESQUEMA PARA CASCO
CONSIDERANDO UNA VELOCIDAD
DE 6 NUDOS Y 24 MESES
50% DE NAVEGACION**

COLOR	ESPESOR DE LA PELÍCULA EN MICRAS		RENDIMIENTO EN M ² /LITRO		INTERVALOS DE REPINTADO A 10 °C		MÉTODO DE APLICACIÓN B: Brocha, R: Rodillo, P: Pistola				
			TEÓRICO	PRÁCTICO	MÍNIMO	MÁXIMO	B	R	P	SIN AIRE : 150 ATM SALIDA	
										BOQUILLA	ABANICO

DATOS DEL SISTEMA

ESQUEMA SELLANTE.
1ª CAPA VINYGUARD S.G. 88 AL

ESQUEMA ANTIFOULING.
1ª CAPA ANTIFOULING R
2ª CAPA ANTIFOULING R

ALUMINIO	158	60	6.33	4.872	6 HRS	NO TIENE	X		X	0.018"-0.027"	40° - 80°
ROJO	77	50	13.00	10.000	12 HRS	NO TIENE	X	X	X		
ROJO	77	50	13.00	10.000	12 HORAS MÍNIMO PARA DESVARAR	NO TIENE	X	X	X		

DATOS DEL PRODUCTO

VINYGUARD SG 88
ANTIFOULING R

% SÓLIDOS VOLUMEN	ENDURECEDOR	PROPORCIÓN DE MEZCLA EN VOLUMEN	DURACIÓN DE LA MEZCLA	TIEMPO INDUCCIÓN	TIEMPO DE SECADO (° C)	PUNTO DE INFLAMACIÓN °C	SOLVENTE	RESTRICCIONES DE APLICACIÓN (Si las hay) MÍNIMA TEMPERATURA °C
38	NO	-	-	-	20 MIN	28	7	5 ° C
65	NO	-	-	-	6 HRS	36	2	5 ° C

SUPERFICIE DEL SUSTRATO MÍNIMO 3° C SOBRE EL PUNTO DE ROCIO

FECHA

LOS TIEMPOS DE REPINTADO MÁXIMO Y MÍNIMO PUEDEN VARIAR CONFORME A LAS CONDICIONES AMBIENTALES

ESPECIFICACIONES DE PINTADO



AREA : OBRA VIVA Alternativa 2, AF TIN FREE (Embarcaciones 6 - 22 nudos) ESQUEMA PARA CASCO CONSIDERANDO UNA VELOCIDAD DE 10 NUDOS Y 24 MESES 50% DE NAVEGACION	CLIENTE : PROYECTO : <i>Embarcación Casco de Madera</i>	SISTEMA : VINÍLICO - A/F TIN FREE SELF POLISHING									
PRETRATAMIENTO : LA SUPERFICIE DEBERA ESTAR LIMPIA, DESENGRASADA, SECA, Y LIBRE DE POLVO.											
DATOS DEL SISTEMA	COLOR	ESPESOR DE LA PELÍCULA EN MICRAS	RENDIMIENTO EN M² /LITRO		INTERVALOS DE REPINTADO A 10 °C		MÉTODO DE APLICACIÓN B: Brocha, R: Rodillo, P: Pistola				
			TEÓRICO	PRÁCTICO	MÍNIMO	MÁXIMO	B	R	P	SIN AIRE : 150 ATM SALIDA	
		HUM. SECA								BOQUILLA ABANICO	
ESQUEMA SELLANTE. 1ª CAPA VINYGUARD S.G. 88 AL	ALUMINIO	158 60	6.33	4.872	6 HRS	NO TIENE	X		X	0.018"-0.027"	40° - 80°
ESQUEMA ANTIFOULING. 1ª CAPA ANTIFOULING SEAGUARDIAN	ROJO	160 80	6.25	4.808	12 HRS PARA DESVARAR	NO TIENE	X	X	X	0.021"-0.031"	65° - 80°
DATOS DEL PRODUCTO	% SÓLIDOS VOLUMEN	ENDURECEDOR	PROPORCIÓN DE MEZCLA EN VOLUMEN	DURACIÓN DE LA MEZCLA	TIEMPO INDUCCIÓN	TIEMPO DE SECADO (°C) 10	PUNTO DE INFLAMACIÓN °C	SOLVENTE	RESTRICCIONES DE APLICACIÓN (Si las hay) MÍNIMA TEMPERATURA °C		
VINYGUARD SG 88 A/F SEAGUARDIAN	38 50	NO NO	- -	- -	- -	20 MIN 1 HR	28 35	7 7	5 °C 5 °C		
SUPERFICIE DEL SUSTRATO MÍNIMO 3° C SOBRE EL PUNTO DE ROCIO										FECHA	
PARA CONDICIONES DE NAVEGACION, VELOCIDAD Y TIEMPO ENTRE CARENAS DIFERENTE A LO INDICADO, CONSULTAR AL FABRICANTE											
LOS TIEMPOS DE REPINTADO MÁXIMO Y MÍNIMO PUEDEN VARIAR CONFORME A LAS CONDICIONES AMBIENTALES											

IPONLAC 331
ESMALTE EPOXICO POLIAMIDA
COMP.A: E01 331N
COMP.B: E01 331T

INFORMACIONES SOBRE EL PRODUCTO																							
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	USOS RECOMENDADOS																						
<p>Esmalte de alta resistencia, formulado en base a Resina Epóxica y Poliamida, más los aditivos necesarios para lograr la máxima resistencia química.</p> <p>Posee además una gran dureza, fácil aplicación, excelente brillo y una amplia variedad de colores.</p>	<p>Iponlac 331 es recomendado como Capa de Terminación para ambientes agresivos producidos por alta humedad, niebla salina y vapores químicos diluidos.</p> <p>Aplicado como sistema con imprimación adecuada, se emplea con éxito en obras nuevas y servicios de mantenimiento de infraestructura y equipos.</p>																						
CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO																							
<table> <tr> <td>Color</td> <td>Amplia variedad</td> </tr> <tr> <td>Acabado</td> <td>Brillante</td> </tr> <tr> <td>Sólidos por peso</td> <td>62+/- 2%</td> </tr> <tr> <td>Sólidos por volumen</td> <td>46+/-2%</td> </tr> <tr> <td>Espesor seco recomendado</td> <td>1.0-3.0mils</td> </tr> <tr> <td>Rendimiento teórico</td> <td>69 m²/gl (a 1 mils espesor seco)</td> </tr> <tr> <td>Peso Específico</td> <td>1.22+/-0.02 Kg/lit</td> </tr> <tr> <td>Resistencia a la temperatura (calor seco)</td> <td>110°C permanente 130°C esporádico</td> </tr> <tr> <td>Vida útil de la mezcla</td> <td>15 hrs a 20°C A mayores temperaturas se reduce vida útil.</td> </tr> <tr> <td>Vida útil en stock</td> <td>COMP.A 18 meses COMP.B 18 meses</td> </tr> <tr> <td>Condiciones de almacenamiento</td> <td>Conservar la pintura en el envase cerrado en un recinto seco y ventilado con temperatura entre 10 y 25 °C</td> </tr> </table>	Color	Amplia variedad	Acabado	Brillante	Sólidos por peso	62+/- 2%	Sólidos por volumen	46+/-2%	Espesor seco recomendado	1.0-3.0mils	Rendimiento teórico	69 m ² /gl (a 1 mils espesor seco)	Peso Específico	1.22+/-0.02 Kg/lit	Resistencia a la temperatura (calor seco)	110°C permanente 130°C esporádico	Vida útil de la mezcla	15 hrs a 20°C A mayores temperaturas se reduce vida útil.	Vida útil en stock	COMP.A 18 meses COMP.B 18 meses	Condiciones de almacenamiento	Conservar la pintura en el envase cerrado en un recinto seco y ventilado con temperatura entre 10 y 25 °C	<p>Proporción de mezcla en volumen COMP.A 1parte E01 331N COMP.B 1parte E01 331T</p> <p>Tiempo de Secado (20°C) Tacto 2 horas Duro 24 horas Curado total 6-7 días Repintado Mínimo 12 horas Repintado Máximo 72 horas</p> <p>Diluyente Recomendado Diluyente N°R10 033 Proporción de Dilución 5-15% en volumen</p> <p>Los tiempos de secado están basados en condiciones normales de aplicación, temperatura, espesor de película y dilución.</p> <p>Cuando es necesario aplicar una segunda mano o bien aplicar la capa siguiente del esquema de pintado, observar los tiempos de secado indicados.</p> <p>Nota: La pintura tiene un secamiento por evaporación de solvente y reacción química de los componentes, es por ello que variaciones de temperatura pueden afectar el tiempo de secado y variaciones en las proporciones de mezcla de los componentes alteran las propiedades de las pinturas.</p>
Color	Amplia variedad																						
Acabado	Brillante																						
Sólidos por peso	62+/- 2%																						
Sólidos por volumen	46+/-2%																						
Espesor seco recomendado	1.0-3.0mils																						
Rendimiento teórico	69 m ² /gl (a 1 mils espesor seco)																						
Peso Específico	1.22+/-0.02 Kg/lit																						
Resistencia a la temperatura (calor seco)	110°C permanente 130°C esporádico																						
Vida útil de la mezcla	15 hrs a 20°C A mayores temperaturas se reduce vida útil.																						
Vida útil en stock	COMP.A 18 meses COMP.B 18 meses																						
Condiciones de almacenamiento	Conservar la pintura en el envase cerrado en un recinto seco y ventilado con temperatura entre 10 y 25 °C																						

IPONLAC 331
ESMALTE EPOXICO POLIAMIDA
 COMP.A: E01 331N
 COMP.B: E01 331T

INFORMACIONES SOBRE EL PRODUCTO	
PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE	CONDICIONES DE APLICACIÓN
<p>Aplicar Esmalte Iponlac 331, sobre anticorrosivo, imprimación o capa intermedia epoxi bicomponente recomendada.</p> <p>Verificar que el revestimiento a ser recubierto se encuentre limpio, seco, firmemente adherido al sustrato y que su tiempo de secado entre capas esté dentro de los límites mínimo y máximo informados para el producto.</p>	<p>Temperatura ambiente Mínima : 10°C Máxima : 40°C</p> <p>Humedad relativa ambiente Mínima : 20°C Máxima : 80°C</p> <p>Temperatura de la superficie Mínima : 10°C Máxima : 35°C Deberá ser como mínimo 3°C por encima del punto de rocío</p> <p>Temperatura del material Mínima : 10°C Máxima : 35°C</p>
EQUIPOS PARA LA APLICACIÓN	INSTRUCCIONES PARA LA APLICACIÓN
<p>Los equipos indicados en este párrafo sirven como guía. Se pueden emplear equipos similares. De ser necesario, variar el tipo de boquilla y la presión de salida para mejorar las características de la aplicación. Revisar que el equipo y sus componentes se encuentren limpios y en buen estado.</p> <p>Purgar la línea de aire para evitar la contaminación.</p> <p>Utilizar PISTOLA AIRLESS Presión : 1500 a 2000 psi Manguera : 3/8' de diámetro interno Boquilla : 0,015" - 0,017" Filtro : Malla N° 60 US Sieve Dilución : 0 a 10 % en volumen</p> <p>PISTOLA CONVENCIONAL Pistola : De Vilbiss JGA 5023 Casquete : FF-E Boquilla : 704-491 Presión De atomización: 50 psi De alimentación: 80 a 100 psi Dilución : 10 a 15% en volumen BROCHA : solo para retoques RODILLO : solo para retoques Limpieza de equipos Usar Diluyente N° R10 033</p>	<p>Mezcla : Agitar el contenido de los envases por separado. Mezclar ambos componentes con agitación mecánica continua y mantener hasta obtener una mezcla homogénea y sin grumos.</p> <p>Lista la mezcla, proceder a filtrar el producto por una malla N° 60 US Sieve, antes de cargar el equipo.</p> <p>Agregue el diluyente solamente después de que la mezcla de ambos componentes esté terminada.</p> <p>Para preparar cantidades inferiores a un galón, mezclar en la siguiente proporción: 1A:1B, en volumen</p> <p>Aplicación : Aplicar el material en capas uniformes, reforzando cantos, vértices y aristas, traslapando la pasada anterior en un 50%, hasta obtener el espesor seco recomendado.</p> <p>Aplicar las capas siguientes del esquema previsto dentro de los tiempos recomendado para ello.</p> <p>No usar pintura con la vida útil de la mezcla cumplida.</p> <p>Nota: Se recomienda preparar sólo la mezcla de pintura que se ocupará durante 4 a 6 horas de trabajo, para evitar que se produzca un endurecimiento indeseado del producto y consecuentemente su pérdida.</p>

ANEXO D

FABRICACIÓN O PREPARACIÓN DE PERNOS.

La utilización de pernos como principal elemento de unión de las piezas estructurales en las diferentes zonas de la embarcación, hace necesario que sean adecuados para uso naval, pudiendo éstos ser galvanizados o recubiertos con pinturas epóxicas por medio de métodos que garanticen segura protección contra la corrosión producida por el ambiente marino. A su vez, se debe cuidar el procedimiento de instalación y apriete de las tuercas en terreno, para no producir daños en la superficie recubierta que puedan acortar la vida útil del perno.

La obtención de los pernos en el comercio no es posible en la mayoría de las unidades que serán requeridas, por no tener el largo que se necesita. La fabricación es necesaria entonces, además de la aplicación de la protección anticorrosiva correspondiente.

Como los costos siempre están presente y la idea es manejarlos sin perder de vista que el resultado final sea satisfactorio, se debe tener en cuenta la opción de combinar los pernos galvanizados en caliente con aquellos protegidos por pintura epóxica. Los pernos que se requieran con la protección de galvanizado deberán ser pedidos a entidades dedicadas a ese rubro para obtener óptimos resultados, mientras que los otros pueden ser fabricados artesanalmente con un procedimiento sencillo, explicado más abajo y protegidos siguiendo las recomendaciones de aplicación para la pintura según las indicaciones que el mismo fabricante del elemento anticorrosivo indica.

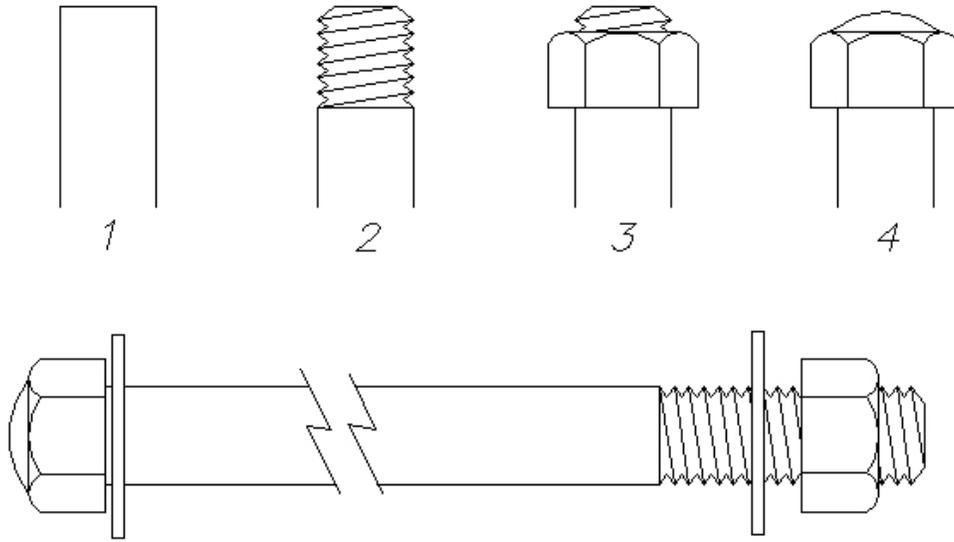
Se recomienda el uso de los pernos galvanizados en caliente, para aquellos pernos que atraviesan la gambota, el codaste, el macizo, las quillas, sobrequillas, las rodas las brazolas de caserío a los baos y la unión de varengas con cuernas donde también la salinidad de interior es alta debido a filtraciones de agua de mar, propio de embarcaciones de madera. Por su parte, los pernos protegidos con pintura epóxica en general serán los que se encuentran sobre la línea de flotación de máxima carga, ya que, la mayoría se encuentran protegidos además por la superficie interior de forro exterior del casco.

Fabricación de pernos.

Una de las posibilidades de fabricar los pernos en forma artesanal y que logra buenos resultados, con herramientas simples y procedimiento sencillo además, consiste básicamente en que a un extremo de una varilla ¹ se le haga una rosca ² con un largo, tal que, al colocarle una tuerca en ese extremo y después de un apriete máximo sobre la misma, no sobrepase ³ de la tuerca un par de hilos. Seguidamente con golpes adecuados de martillo y con la ayuda de un tornillo mecánico sujetando firmemente la varilla, se expande ese extremo de manera de lograr

una terminación remachada ⁴ evitando que la tuerca se suelte. Posteriormente se cortará la varilla a la medida que sea necesaria y se procederá a realizar el otro hilo para la tuerca de apriete.

Además los pernos deberán llevar arandelas en ambos extremos, lo suficientemente fuertes como para que con el apriete de las tuercas no exista deformación que perjudique una buena superficie de apoyo sobre la madera.



Protección anticorrosiva con pintura.

Terminada la fabricación de los pernos, se procederá entonces a la aplicación del procedimiento de protección anticorrosiva con la utilización de pintura epóxica. El procedimiento básicamente consiste en limpiar de toda impureza la superficie a pintar, seguida de la aplicación de pintura anticorrosiva epóxica, para después como segunda capa y de terminación una mano de esmalte epóxico. Mayores detalles son posibles de encontrar en la ficha técnica de las pinturas que se aplicarán para dicho procedimiento.

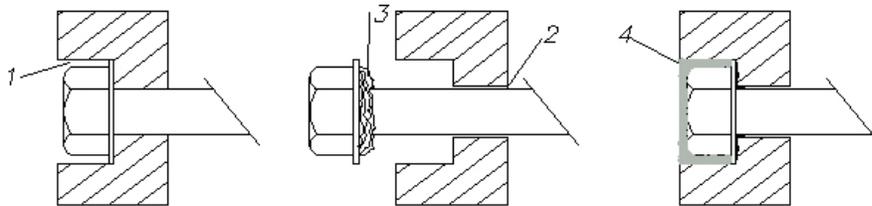
Como colocar los pernos.

Al momento de colocar los pernos, en general, hay que tener presente algunas consideraciones, dentro de las cuales está el evitar que puedan quedar filtraciones de agua en aquellos pernos que sean pasantes desde el exterior al interior de casco y, por otro lado, está el avellanado ¹ en la madera para que la cabeza de los pernos que estén expuestos a la intemperie sean protegidos de golpes u otros daños que puedan perjudicarlos. En el caso particular de los pernos con protección anticorrosiva por pintura se debe además cuidar que el agujero ² por el cual pasará el perno sea levemente mayor en diámetro a éste, evitando perjudicar la película de

pintura. En el caso de los pernos galvanizados esta perforación puede ser ajustada de tal forma que éste entre a rosca hasta su posición final.

Las posibles filtraciones de agua hacia el interior del casco por el agujero de los pernos se controlará colocando en la cabeza del perno bajo la arandela una corbata³ de pabilo de algodón con pintura que al ser comprimida contra la base de la perforación por el apriete de la tuerca desde el interior sella dicha zona. Después de aquello es recomendable rellenar⁴ alrededor del avellanado con masilla mezclada y pintura hasta nivelar la superficie de la madera que fija.

En el caso de los pernos que aprietan desde las quillas el avellanado puede ser sellado, además, con un tapín de madera, por ser un avellanado de por lo menos 2 a 2 ½ pulgadas de alto.



Información del anticorrosivo y esmalte epóxico que pueden utilizarse para la preparación de estos pernos se encuentran en las fichas técnicas de pinturas en el “Anexo C”.

ANEXO E

UNIDADES DE MEDIDAS MÁS USADAS EN EL CAMPO MADERERO.

Dentro del campo de la madera, se utilizan unidades de medida muchas veces desconocidas en ciertas áreas de la Ingeniería. Con el objeto de hacer fácil la transformación desde un sistema al otro, es que se entrega la presente nómina de unidades de medida y sus equivalentes, tanto en unidades métricas como inglesas. De varias de ellas, se han seleccionado las más usadas comercialmente, para maderas aserradas.

1. Una pulgada maderera: Conceptualmente es una pieza de madera estandarizada, que tiene las dimensiones siguientes:

Espesor = 1 pulgada.
 Ancho = 10 pulgadas.
 Largo = 12 pies. = 144 pulgadas.
 1 pulg. maderera = 1.440 pulg³.

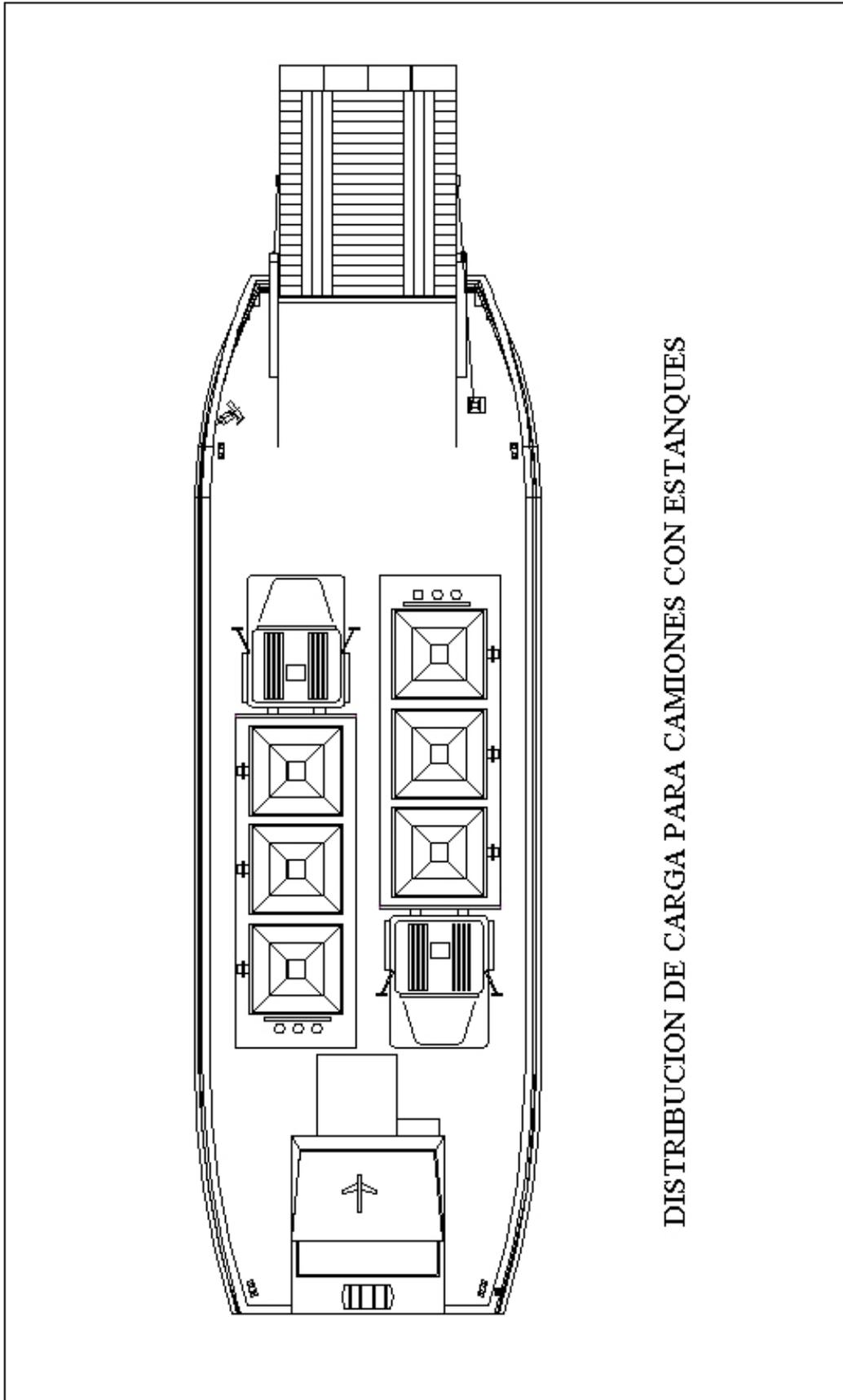
2. Un pie maderero: es una pieza de madera, que tiene las siguientes dimensiones estándar:

Espesor = 1 pulgada
 Ancho = 1 pie. = 12 pulgadas.
 Largo = 1 pie = 12 pulgadas.
 1 pie maderero = 144 pulg³.

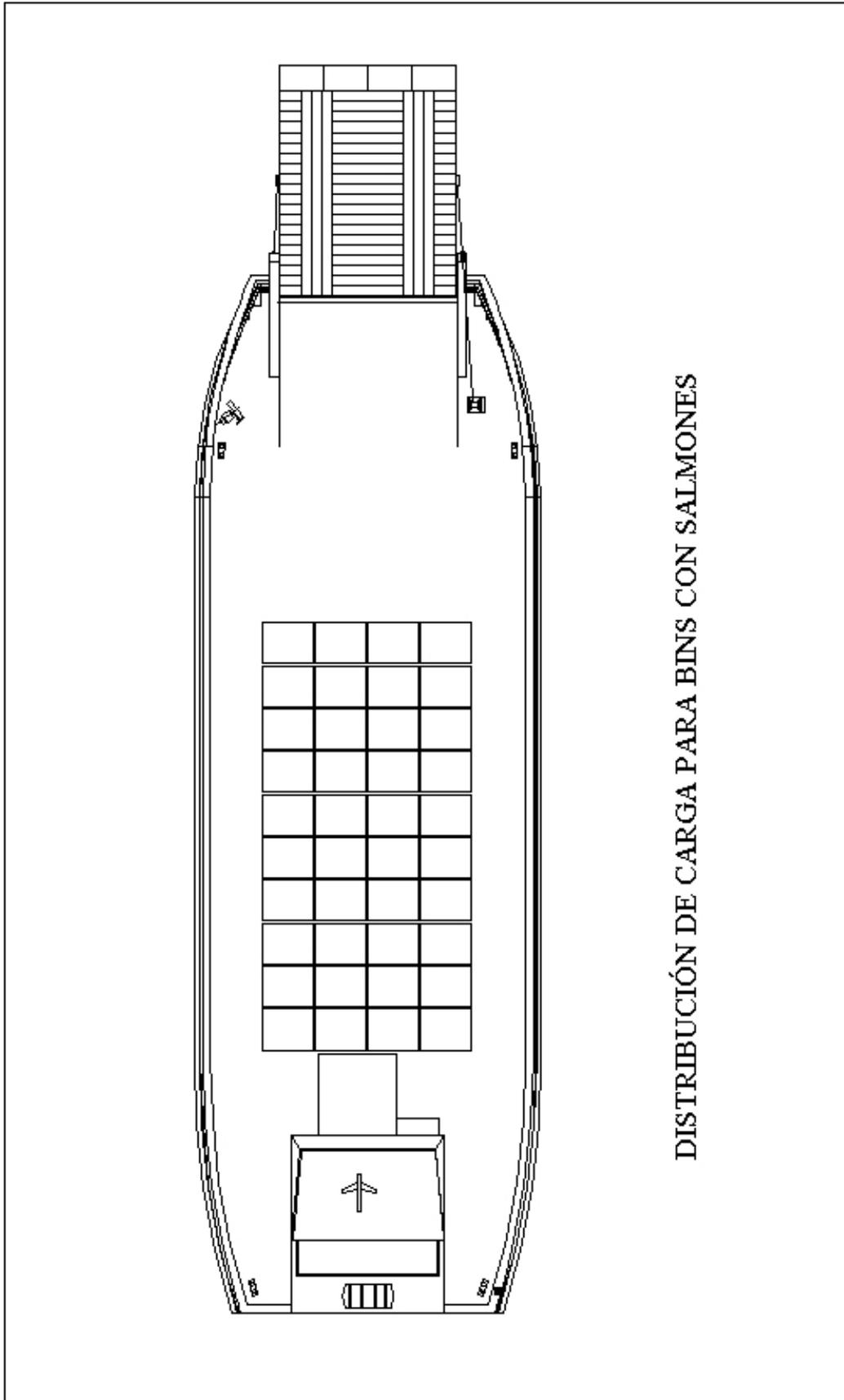
3. 1 pulgada maderera = 10 pies madereros.
4. 1 pie cúbico = 1.728 pulg³. = 12 pies madereros. = 1,2 pulgadas madereras.
5. 1 metro cúbico = 61.023,74 pulg³. = 42,38 pulgadas madereras = 423,78 pie maderero = 35,31 pies³.

ANEXO F**PLANOS DE ESTIBA DE CARGA**

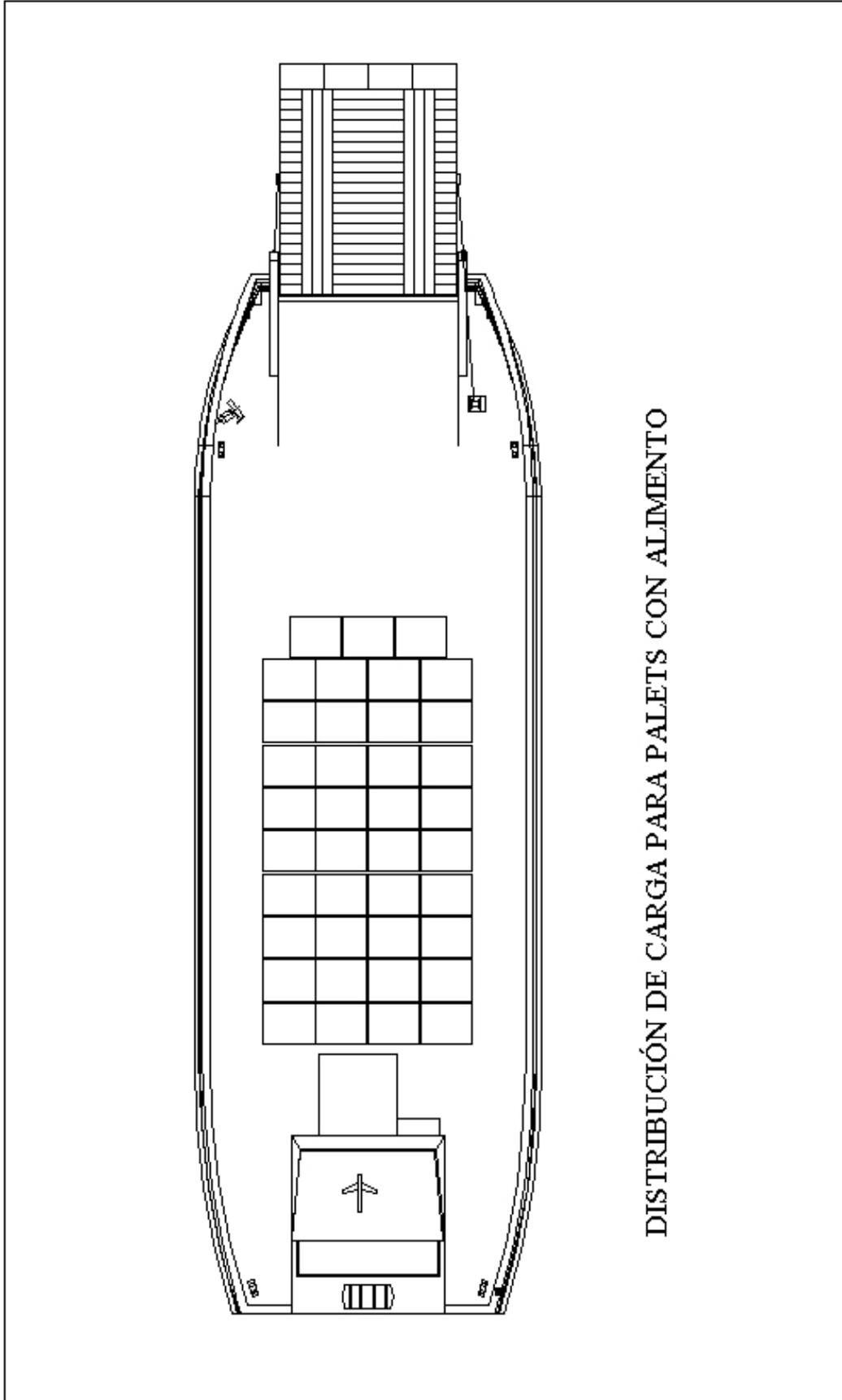
Como este tipo de barcaza por la actividad que va a realizar se encuentra normalmente con la necesidad de ser capaz de transportar diferentes cargas. Como una manera de mostrar y además que con esa distribución de pesos es que fue hecho el análisis de estabilidad tanto transversal como longitudinal.



DISTRIBUCION DE CARGA PARA CAMIONES CON ESTANQUES



DISTRIBUCIÓN DE CARGA PARA BINS CON SALMONES



DISTRIBUCIÓN DE CARGA PARA PALETS CON ALIMENTO