



# Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias de la Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Naval

## **“PROYECTO PESQUERO ARTESANAL PARA OPERAR EN LA PROVINCIA DE CHILOÉ Y PALENA.”**

Tesis para optar al Grado de:  
Licenciado en Ciencias de la  
Ingeniería.  
Mención : Construcción Naval.

Profesor Patrocinante:  
Sr. Richard Luco Salman.  
Ingeniero Naval.  
Doctor en Construcción Naval.

**RODRIGO FERNÁNDEZ VILLARROEL**

**VALDIVIA – CHILE**

**2004**

Esta tesis ha sido sometida para su aprobación a la comisión de tesis, como requisito para obtener el grado de Licenciado en Ciencias de la ingeniería.

La tesis aprobada, junto con la nota del examen correspondiente, le permite al alumno obtener el título de ingeniero Naval, con Mención en Construcción Naval.

**EXAMEN DE TITULO:**

Nota de Presentación (ponderada) (1) : .....  
Nota de Examen (ponderada) (2) : .....  
Nota Final (1+2) : .....

**COMISION EXAMINADORA:**

..... <b>Decano</b>	..... <b>Firma</b>
..... <b>Patrocinante</b>	..... <b>Firma</b>
..... <b>Informante</b>	..... <b>Firma</b>
..... <b>Informante</b>	..... <b>Firma</b>
..... <b>Secretario Académico</b>	..... <b>Firma</b>

**Valdivia, .....**

**NOTA DE PRESENTACION = NC/NA x 0.6 + Nota Tesis x 0.2**

**NOTA FINAL = Nota de Presentación + Nota Examen.**

**NC= Sumatoria Notas Curriculum, sin Tesis.**

**NA= Numero de Asignaturas cursadas y aprobadas, incluida Práctica Profesional.**

# INDICE

	Página
<b>1.- CAPITULO I: DISEÑO PRELIMINAR</b>	
<b>1.1 PERFIL DE MISION</b>	<b>01</b>
1.1.1 Misión del buque	01
1.1.2 Zona de operación	01
1.1.3 Autonomía	01
1.1.4 Velocidad de operación	02
<b>1.2 REQUERIMIENTOS GENERALES</b>	<b>02</b>
<b>1.3 MATERIAL DE CONSTRUCCION</b>	<b>04</b>
1.3.1 Introducción	04
1.3.2 Características generales de las maderas	04
1.3.3 Durabilidad	06
1.3.4 Preservación de la madera	07
1.3.5 Elección de las maderas	07
1.3.6 Dimensionamiento de las piezas estructurales	08
<b>1.4 REGLAMENTACION APLICABLE</b>	<b>10</b>
1.4.1 Reglamentación Nacional	10
1.4.2 Reglamentación Internacional	11
<b>1.5 PROCEDIMIENTO DE DISEÑO</b>	<b>12</b>
1.5.1 Introducción	12
1.5.2 Ecuación de pesos	12
1.5.3 Evaluación del desplazamiento	14
1.5.4 Elección del buque base	15
1.5.5 Estimación de las dimensiones principales	16
1.5.6 Obtención del buque liviano: Primera aproximación	18

1.5.7	Arreglo general, plano de líneas y cálculos auxiliares	23
1.5.8	Cálculo y diseño asistido por computador	28
1.5.9	Dibujos preliminares y características principales	29
<b>2.</b>	<b>CAPITULO II: DESARROLLO GENERAL DEL PROYECTO</b>	<b>30</b>
<b>2.1</b>	<b>CURVAS HIDROSTATICAS: VERIFICACION DEL CALADO</b>	<b>30</b>
<b>2.2</b>	<b>VERIFICACION DE LA CAPACIDAD DEL CASCO</b>	<b>32</b>
2.2.1	Capacidad de bodega	32
2.2.2	Volumen de sala de máquinas	32
2.2.3	Volumen de acomodaciones	33
<b>2.3</b>	<b>ESCANTILLONADO DEL CASCO</b>	<b>34</b>
2.3.1	Definiciones	34
2.3.2	Quilla y sobrequilla	36
2.3.3	Roda	36
2.3.4	Codaste	36
2.3.5	Macizos de popa	37
2.3.6	Gambota y central de la bovedilla	37
2.3.7	Cuadernas	37
2.3.8	Mamparos	38
2.3.9	Forro exterior del casco	38
2.3.10	Trancanil y durmientes de cubierta	39
2.3.11	Baos de cubierta	40
2.3.12	Resumen del escantillonado	40
<b>2.4</b>	<b>CALCULO DE PESOS Y CENTROS DE GRAVEDAD</b>	<b>42</b>
2.4.1	Introducción	42
2.4.2	Peso de la estructura del casco	44
2.4.3	Peso de la estructura de la caseta	45
2.4.4	Pesos por trabajos de carpintería	45

2.4.5	Peso maquinaria	46
2.4.6	Otros pesos	46
2.4.7	Centros de gravedad	46
<b>2.5</b>	<b>CONDICIONES DE CARGA</b>	<b>48</b>
<b>2.6</b>	<b>TRIMADO Y FRANCOBORDO</b>	<b>50</b>
<b>2.7</b>	<b>ESTUDIO DE ESTABILIDAD</b>	<b>52</b>
2.7.1	Reporte de estabilidad condición nº1	55
2.7.2	Reporte de estabilidad condición nº2	59
2.7.3	Reporte de estabilidad condición nº3	64
2.7.4	Reporte de estabilidad condición nº4	69
2.7.5	Reporte de estabilidad condición nº5	74
2.7.6	Recomendación adicional	79
2.7.7	Conclusiones sobre estabilidad	80
<b>2.8</b>	<b>CALCULO DE POTENCIA</b>	<b>82</b>
2.8.1	Introducción	82
2.8.2	Datos de entrada	82
2.8.3	Resultados de la predicción	84
2.8.4	Elección del motor	87
<b>2.9</b>	<b>CALCULO DEL PROPULSOR</b>	<b>88</b>
<b>2.10</b>	<b>CALCULO DEL TIMON Y SU MECHA</b>	<b>90</b>
<b>2.11</b>	<b>CALCULO DE ARQUEO</b>	<b>93</b>
2.11.1	Identificación de la nave	93
2.11.2	Dimensiones principales	93
2.11.3	Arqueo de la nave	93
2.11.4	Convenciones	93
2.11.5	Planos de referencia	93
2.11.6	Medición de la eslora	94

2.11.7	Calculo de volúmenes	95
2.11.8	Volumen para el arqueo bruto	95
2.11.9	Volumen para el arqueo neto	95
2.11.10	Arqueo bruto	96
2.11.11	Arqueo neto	96
2.11.12	Resumen de arqueo	96
<b>3. CAPITULO III: ESPECIFICACION TECNICA, ESTIMACION DE COSTOS Y EVALUACION ECONOMICA</b>		<b>97</b>
<b>3.1</b>	<b>ESPECIFICACION TECNICA GENERAL</b>	<b>97</b>
3.1.1	General	97
3.1.2	Características principales	97
3.1.3	Arreglo general	98
3.1.4	Puente de mando	98
3.1.5	Habitabilidad sobre cubierta	98
3.1.6	Acomodaciones	98
3.1.7	Rasel de popa	98
3.1.8	Estructura	99
	3.1.8.1 Estructura casco	99
	3.1.8.2 Estructura general	100
3.1.9	Propulsión	100
	3.1.9.1.1 Sala de máquinas	100
	3.1.9.1.2 Maquinaria de propulsión	100
	3.1.9.1.3 Ejes, descansos y hélice	101
	3.1.9.1.4 Sistema de combustible	101
	3.1.9.1.5 Enfriamiento motor	102

3.1.10	Instalación Eléctrica	102
3.1.10.1	Grupos electrógenos	102
3.1.10.2	Cuadros de distribución de fuerzas	103
3.1.10.3	Redes de alumbrado	104
3.1.10.4	Cables eléctricos	104
3.1.11	Comunicación, Navegación y Detección de Pesca	104
3.1.11.1	Luces de navegación	105
3.1.12	Servicios Auxiliares	105
3.1.12.1	Servicios de ventilación	105
3.1.12.2	Servicios sanitarios	105
3.1.12.3	Sistema fijo contra incendio	105
3.1.12.4	Sistema portátil de incendio	106
3.1.12.5	Sistema de achique y lavado	106
3.1.12.6	Servicio de agua dulce	106
3.1.12.7	Instalaciones higiénicas	106
3.1.12.8	Llenado, sondas, ventilación y trasvase	106
3.1.12.9	Equipos de gobierno	107
3.1.12.10	Timón	107
3.1.12.11	Cabrestante y equipo de fondeo	107
3.1.12.12	Fluidos hidráulicos	107
3.1.13	Equipos y Habilitación	108
3.1.13.1	Accesorios del casco	108
3.1.13.2	Botes y estiba	108
3.1.13.3	Escaleras y cáncamos	108
3.1.13.4	Mamparos no estructurales y puertas	109
3.1.13.5	Recubrimientos de cubierta y costado	109
3.1.13.6	Equipo salvavidas	109

3.1.14	Esquema de Pintado	110
3.1.15	Elementos de Unión y Calafateado	111
3.1.15.1	Cabillas, Pernos y clavos	111
3.1.15.2	Calafateado	111
<b>3.2</b>	<b>CALCULO DEL COSTO DE CONTRUCCION</b>	<b>112</b>
<b>3.3</b>	<b>ESTUDIO ECONOMICO</b>	<b>115</b>
3.3.1	Introducción	115
3.3.2	Estudio económico	116
3.3.3	Proyección del flujo de caja	117
3.3.4	Sensibilización y rentabilidad del proyecto	119
<b>4.</b>	<b>COCLUSIONES</b>	<b>120</b>
<b>5.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>122</b>
<b>6.</b>	<b>ANEXO I: PLANOS DEL PROYECTO</b>	<b>124</b>



## **RESUMEN**

El objetivo de esta tesis es proyectar un buque artesanal, de construcción en madera, para operar durante todo el año en la décima región del país, específicamente entre Puerto Montt y los alrededores de la isla de Chiloé.

La metodología de diseño utilizada corresponde a la espiral del proyecto.

Este documento pretende ser de utilidad para los responsables del diseño de cascos, armadores y usuarios de barcos artesanales, que necesitan información sobre el tipo de pesquero adecuado para sus propias condiciones locales y los constructores de barcos de madera relacionados con la pesca artesanal. La idea es mantener un oficio tradicionalmente de subsistencia y hacer que éste se transforme en una actividad económicamente sustentable.

## **SUMMARY**

The objective of this thesis is to design a small fishing vessel, capable of functioning in the tenth region of Chile the entire year, specifically between Puerto Montt and the area surrounding the Chiloé Island.

The design methodology followed corresponds with the project's spiral.

This document will be useful to shipowners, those who are responsible for hull design, and those who use small fishing vessels, who need information about the type of fishing suitable to their own local conditions. It will also be useful for those who build wooden boats used for small-scale fishing. The idea is to maintain a traditionally subsistent profession or post or service, and transform it to an economically sustainable activity.

## INTRODUCCION

Los orígenes de la pesca se remontan al origen del hombre. En la necesidad de aumentar el campo de acción, la pesca obliga a penetrar en el mar en busca de un campo más amplio que el que se ofrecía desde la misma orilla. En esta necesidad de ir explorando cada vez a mayor distancia desde la costa, obligó la construcción de embarcaciones orientadas a realizar esta actividad. Originalmente propulsadas por personas, pasó de la vela a las potentes máquinas utilizadas en la actualidad, lo que en definitiva permitió ampliar las posibilidades de captura de las especies requeridas.

En consecuencia la moderna e importante pesca no es otra cosa que una versión industrial de una actividad ejercida hace mil años atrás. De este modo no es la pesca y sus métodos la que ha progresado, si no que las embarcaciones y equipos utilizados para ejercer la actividad.

En la pesca artesanal a ocurrido el mismo fenómeno y en la actualidad se ve enfrentada a equipos y máquinas cada vez con mayor tecnología.

La importancia que la pesca artesanal tiene en la captura nacional de peces no puede ser menospreciada y en el pasado se le ha prestado muy poca atención al diseño de embarcaciones menores relacionados con esta actividad.

Adicionalmente la mayor parte de la bibliografía relacionada con el diseño y proyecto de embarcaciones, está pensada para buques de gran tamaño con un TRG alto. Pero si pensamos que la gran mayoría de los pesqueros artesanales en nuestro país son de esloras inferiores a 30 metros, nos encontramos con que existe un vacío en antecedentes relacionados con el diseño de este tipo de embarcaciones.

En una actividad presionada por la legislación vigente en el país relacionada con la preservación del recurso pesquero, construcción y seguridad de la vida humana en el mar y exigencias medioambientales, este estudio cobra importancia al promulgar los conocimientos de arquitectura naval orientado al diseño de embarcaciones de pesca menores, cubriendo los principales temas que deben ser tomados en cuenta para lograr un diseño satisfactorio para el armador y que permita el desarrollo sustentable de la actividad.

Estructurada en tres capítulos, iremos desde principios generales hasta factores específicos de gran ayuda para el diseño, logrando finalmente la especificación de un proyecto terminado.

## **CAPÍTULO I: DISEÑO PRELIMINAR**

### **1.1 PERFIL DE MISIÓN**

#### **1.1.1 Misión del Buque**

La embarcación requerida corresponde a un pesquero artesanal de construcción en madera de 16 metros de eslora total y con un arqueo bruto de 33 TRG aproximados. Este pesquero está pensado para realizar la pesca de cerco principalmente y de manera alternativa que pueda ser utilizado en otros tipos de pesca, permitiendo así un mayor tiempo de operación durante el año.

#### **1.1.2 Zona de Operación**

La embarcación tendrá como puerto base la ciudad de Calbuco, localidad ubicada a 56 kilómetros al sur de la ciudad de Puerto Montt, capital de la Décima Región.

La zona de pesca abarca el censo de Reloncaví y los alrededores de la isla de Chiloé. Esta vasta extensión de mar puede ser demarcada en un radio de acción de 40 millas náuticas con puertos de abastecimiento separados a una distancia promedio inferior a 50 millas.

Las características climáticas y oceanográficas pueden ser resumidas en los siguientes puntos:

- Condiciones de mar y viento fuerte muy frecuentes en invierno.
- Clima lluvioso y frío en gran parte del año.
- Condiciones de mar y viento más moderadas en primavera y principalmente en verano.

#### **1.1.3 Autonomía**

Según lo observado en embarcaciones existentes, se requiere tener como mínimo una autonomía de 500 millas náuticas para ejercer la pesca artesanal en este lugar del país.

#### **1.1.4 Velocidad de Operación**

Se ha considerado como óptimo una velocidad de operación de 9 nudos, para una condición de viento y mar moderado. Esta velocidad de servicio se basa en una condición de carga promedio, la cual considera el peso del buque liviano más un 50% del peso de lo consumible y con una carga promedio en bodega.

### **1.2 REQUERIMIENTOS GENERALES**

Un pesquero diseñado para realizar un solo tipo de pesca resulta extremadamente costoso. Para un atunero podría ser justificado, sin embargo para un pesquero artesanal resulta imperioso que su diseño considere la modificación de su cubierta tan rápidamente como sea requerido por el método de pesca a utilizar. Este simple hecho permitirá que la embarcación pueda operar una mayor cantidad de tiempo en el año.

Además, limitar el uso de costosos materiales para la construcción, permitirán que el diseño propuesto sea una buena alternativa para realizar la pesca artesanal.

Referente a las características geométricas propias de una embarcación, se hace mención a las más relevantes y, en consecuencia, aquellas tomadas como pauta para establecer la ingeniería básica del proyecto.

A continuación detallamos estos requerimientos, estableciendo así los objetivos técnicos perseguidos en el diseño propuesto:

- El arrufo de proa será suficiente para mantener la cubierta seca obteniendo suficiente altura en la proa, evitando de este modo el embarque de agua en esta zona de la embarcación.
  
- El arrufo de popa, a diferencia del de proa deberá ser un compromiso entre los métodos de pesca a realizar. La idea apunta a tener suficiente margen de flotabilidad, sin olvidar que en esta zona de la cubierta el francobordo debe permitir la fácil operación de los equipos utilizados en las operaciones de pesca.

- Un gran voladizo en la forma saliente de la popa será también una característica importante. De este modo la hélice permanecerá siempre alejada de la red de pesca.
- La sección maestra deberá ser lo más fina posible, en forma de cuña, con el pantoque a la altura de la línea de flotación. Una sección muy llena, requerirá de lastre para mejorar la estabilidad de la embarcación. Sin embargo el diseño de la sección también va amarrado a obtener líneas de agua simples y alargadas, con un ángulo de entrada reducido en proa.

Todas estas características apuntan a obtener más velocidad, un mejor comportamiento del buque y la suficiente estabilidad direccional de la embarcación para enfrentar condiciones de mar adversas.

Los requerimientos técnicos persiguen obtener un diseño óptimo y económico para desarrollar la pesca artesanal.

Por otra parte existen objetivos no técnicos relacionados con el contexto general y que contemplan los siguientes aspectos:

- Mejora de la seguridad de los barcos y su navegación.
- Mejora de las condiciones de trabajo a bordo.
- Rentabilidad de la actividad, incrementando su competitividad.
- El ahorro energético.

La decisión final del cumplimiento del objetivo general del proyecto, resultará de la evaluación de los parámetros específicos establecidos anteriormente, basándose en un principio de compromiso en el sacrificio de algunos por la importancia de que sea sobrepasado por otro.

## **1.3 MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN**

### **1.3.1 Introducción**

Como se mencionó anteriormente se utilizará madera como material de construcción del pesquero.

Hay que destacar que en la actualidad este material ha perdido importancia en la construcción naval debido a la aparición de nuevos materiales de construcción los cuales ofrecen mayores ventajas constructivas y de duración.

Sin embargo en la construcción de pesqueros artesanales aún existe gran demanda en la utilización racional de este recurso natural, permitiendo conservar una tradición de gran valor en el patrimonio cultural de nuestro país.

Esta sección no pretende hacer un análisis acabado de las propiedades físicas y mecánicas de la madera, sino más bien entregar pautas a seguir en la selección y dimensionamiento de las maderas utilizadas en la construcción naval.

### **1.3.2 Características Generales de las Maderas**

Para entender mejor los propósitos perseguidos por esta sección podemos dividir las piezas de la construcción en dos grupos, uno integrado por las piezas estructurales que conforman el esqueleto del casco, como la quilla, sobrequilla, roda, codaste, durmientes, palmejares, etc. El otro grupo su función principal, además de aportar a la resistencia de la estructura, es dar impermeabilidad al casco. Es decir, las tracas del forro exterior y la cubierta.

Así vemos que las piezas estructurales del esqueleto del casco requieren condiciones de resistencia, flexibilidad, rigidez y resistencia a los choques, mientras que las del segundo grupo exigen un bajo índice de contracciones para cumplir con la finalidad de impermeabilizar el casco.

En el cuadro siguiente se muestran los porcentajes de pérdidas de dimensiones experimentadas por algunas maderas chilenas desde el estado húmedo hasta el estado de secamiento al horno, y además, algunos índices comparativos de sus propiedades mecánicas.

<i>Especie</i>	<i>Contracción</i>		<i>Resistencia en Estado</i>					
			<i>Verde</i>			<i>Seco</i>		
	<i>Radial %</i>	<i>Tangencial %</i>	<i>Flexión MPa</i>	<i>Compresión MPa</i>	<i>Modulo Elasticidad Flexión MPa</i>	<i>Flexión MPa</i>	<i>Compresión MPa</i>	<i>Modulo Elasticidad Flexión MPa</i>
<i>Alerce</i>	3,8	5,8	41,4	18,5	6.531	59,8	35,5	8.041
<i>Ciprés*</i>	3,7	5,8	41,2	19,4	6.816	63,7	37,1	8.532
<i>Coigue</i>	4,1	8,1	53,0	25,6	9.086	90,6	47,9	13.043
<i>Mañío</i>	4,9	12,2	48,5	22,3	7.806	68,4	51,1	8.218
<i>Lingue</i>	4,8	9,3	49,5	22,7	7.992	97,1	50,4	12.381
<i>Eucalipto</i>	4,8	8,4	76,3	35,6	11.792	117,5	68,5	15.691
<i>Raulí</i>	3,5	7,0	56,8	28,2	8.051	76,9	35,9	9.787
<i>Roble</i>	4,5	11,0	52,1	25,8	8.600	82,1	46,7	12.121

\* Se muestra características del ciprés de la cordillera.

En el cuadro se aprecia que el roble tiene índices más altos de resistencia que un ciprés, sin embargo son más altas sus pérdidas de dimensiones. El ciprés en cambio tiene índices de resistencia inferiores, pero el porcentaje de pérdida de volumen es menor. Esto indica que el ciprés es más adecuado para aquellas partes que tienen como principal objeto impermeabilizar el casco. Si además tomamos en cuenta que las piezas aserradas en forma radial tienen menor pérdida de dimensiones que las tangenciales, veremos claramente que para obtener un buen forro exterior debemos usar especies cuyo porcentaje de contracciones sea pequeño y hayan sido aserradas en forma radial.

Para determinar que madera a utilizar es más adecuada para la estructura del casco, en conjunto con lo anterior, se deberán considerar los siguientes aspectos:

- Maderas de la zona donde se ha construir la embarcación.
- Precio de las maderas y posibilidades económicas del armador.
- Facilidad para ser trabajadas.
- Durabilidad.

### 1.3.3 Durabilidad

La durabilidad natural se refiere a la capacidad que poseen las diversas especies madereras para resistir al daño de la pudrición o el ataque de insectos.

La clasificación de durabilidad natural de las maderas comerciales es útil en la elección de las especies a emplear, en usos donde estén expuestas a condiciones favorables para el ataque de agentes destructores, una vez en servicio y sin ningún tratamiento preservador.

La tabla mostrada abajo indica la clasificación en que se han colocado las maderas comerciales existentes en Chile, de acuerdo a su resistencia y vida media probable en servicio de una madera sin tratar, de una calidad comercial promedio, usada en contacto con el suelo y en condiciones climáticas normales.

Esta información fue extraída de la norma chilena Nch 789/1.Of87: Clasificación de las maderas comerciales por su durabilidad natural.

<i>CATEGORIA</i>	<i>MADERA</i>	
	<i>Nombre Común</i>	<i>Durabilidad Natural</i>
<i>1. Muy Durables</i>	<i>Roble Ciprés de las Guaitecas Alerce</i>	<i>Más de 20 años</i>
<i>2. Durables</i>	<i>Raulí Lenga Lingue</i>	<i>Más de 15 años</i>
<i>3 Moderadamente Durables</i>	<i>Canelo Coigue Tineo Ulmo</i>	<i>Más de 10 años</i>
<i>4. Poco Durables</i>	<i>Araucaria Eucalipto Laurel Mañío Hembra Mañío Macho</i>	<i>Más de 5 años</i>
<i>5. No Durables</i>	<i>Alamo Olivillo Pino Insigne Tepa</i>	<i>Menos de 5 años</i>

*Durabilidad de Algunas Maderas Comerciales Chilenas s/g NCh 789/1.Of87*



### 1.3.4 Preservación de la Madera

Una de las características de la madera es que presenta la desventaja de ser susceptible a la acción destructora de agentes biológicos. La preservación es la respuesta de la técnica moderna ante la demanda de productos de excelente calidad y duración, y el agotamiento de las especies de alta durabilidad.

Los preservantes de uso marino en general no deberán presentar un peligro de toxicidad para la tripulación, presentar olores desagradables y permanecer en la madera tratada en presencia de humedad..

Se acostumbra a clasificar los productos preservantes en solubles en aceite y los preservantes solubles en agua o hidrosolubles.

Sin entrar en detalles sobre los tipos de preservantes de uso marino, nos limitaremos a recomendar el naftenato, que se obtiene de la combinación de ácido nafténico con sales de cobre o zinc. Las sales de cobres son más utilizadas por su grado de toxicidad sobre los agentes destructores de la madera y su estabilidad química. Este preservante es solubles en aceite y su aplicación es por medio de brocha. También se puede mezclar con repelentes de agua, lo que ayuda a estabilizar el contenido de humedad de la madera tratada.

Este preservante ofrece buena adherencia a la aplicación de pinturas y barnices.

### 1.3.5 Elección de las Maderas

Las maderas utilizadas en la construcción de nuestro pesquero se resumen en la siguiente tabla.

<b>MADERAS CONSIDERADAS EN LA CONSTRUCCIÓN</b>			
<i>Especie Maderera</i>	<i>Utilizada en</i>	<i>Densidad 12% Humedad*</i>	<i>Densidad Estado Verde**</i>
<i>Coigue</i>	<i>Estructura Casco</i>	<i>594 Kg/m<sup>3</sup></i>	<i>515 Kg/m<sup>3</sup></i>
<i>Ciprés de la Cordillera</i>	<i>Entablado Casco</i>	<i>462 Kg/m<sup>3</sup></i>	<i>424 Kg/m<sup>3</sup></i>
<i>Eucalipto</i>	<i>Estructura Casco</i>	<i>720 Kg/m<sup>3</sup></i>	<i>623 Kg/m<sup>3</sup></i>

\* Basada en el peso seco al horno y volumen con humedad H=12%.

\*\* Basada en peso seco al horno y volumen en estado verde H=30%.

Según la norma chilena las maderas en estado seco se consideran con un contenido de humedad de un 12%, y con contenidos de humedad superiores al punto de saturación de la fibra (30% de humedad) se consideran en estado verde.

Las maderas mostradas en la tabla son de carácter ilustrativo. Actualmente, en la zona de operación del pesquero, se está utilizando eucalipto, coigue y ciprés en la construcción de barcos artesanales de madera. El uso de maderas como el roble será descartado por ser una madera nativa muy escasa y por lo tanto de un costo excesivo.

### 1.3.6 Dimensionamiento de las Piezas Estructurales

Para dimensionar las componentes estructurales del casco se utilizará el reglamento para la construcción de buques pesqueros de madera de la Casa Clasificadora *Bureau Veritas año 1963*. Este reglamento utiliza como madera base el roble con una densidad de 700 Kg/m<sup>3</sup> y con un 15 % de contenido de humedad.

Como las propiedades mecánicas del roble, como cualquier otra madera, dependen de la densidad y del contenido de humedad, cuando la densidad de las maderas propuestas difiere a la utilizada como base por el reglamento, la casa clasificadora indica que el módulo de la sección sea incrementado o disminuido proporcionalmente a la relación entre sus densidades. Sin embargo, esta casa clasificadora no acepta que el espesor y el ancho tabular sea disminuido en más de un 8% del valor obtenido de las tablas indicadas en el reglamento.

En una sección rectangular sabemos que el módulo de rigidez  $W$  es

$$W = \frac{bh^2}{6}$$

Donde

$W$  = Módulo de rigidez de la sección transversal.

$b$  = Ancho de la sección transversal.

$h$  = Alto de la sección transversal.

$$\text{Si } b=1 \Rightarrow W = \frac{h^2}{6}$$

De la corrección sugerida por el reglamento sabemos que

$$\frac{W_2}{W_1} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$$

Donde

$W_1$  = Módulo de Rigidez de la Madera Utilizada.

$W_2$  = Módulo de Rigidez de la Madera de Reglamento.

$\rho_1$  = Densidad de la madera utilizada.

$\rho_2$  = Densidad de la madera de Reglamento.

Luego

$$\frac{W_2}{W_1} = \frac{h_2^2/6}{h_1^2/6} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \quad \therefore \Rightarrow \quad \frac{h_2}{h_1} = \sqrt{\frac{\rho_1}{\rho_2}}$$

De esta forma podemos corregir las dimensiones obtenidas del reglamento.

En la tabla mostrada a continuación se resumen los incrementos, expresados porcentualmente, de las piezas que componen la estructura del casco para las maderas utilizadas.

<b><i>CORRECCION DIMENSIONAL DE LAS PIEZAS ESTRUCTURALES DEL CASCO OBTENIDOS DEL REGLAMENTO BUREAU VERITAS AÑO 1963</i></b>			
<i>Especie Maderera</i>	<i>Aplicación</i>	<i>Corrección 12% Humedad*</i>	<i>Corrección 30% Humedad**</i>
<i>Ciprés de la Cordillera</i>	<i>Entablado y estructura Casco</i>	<i>25% Incremento en espesor traca y dimensiones tabulares de la estructura.</i>	<i>30% Incremento en espesor traca y dimensiones tabulares de la estructura.</i>
<i>Coigue</i>	<i>Estructura Casco</i>	<i>Incremento 18% Modulo Rigidez</i>	<i>Incremento 36% Modulo Rigidez</i>
<i>Eucalipto</i>	<i>Estructura Casco</i>	<i>Sin Corrección</i>	<i>Incremento de 6% Alto y ancho</i>

Las maderas serán especificadas con un 15% de contenido de humedad, por lo tanto las dimensiones obtenidas del reglamento serán corregidas de acuerdo con lo especificado en la tabla de corrección de dimensiones, interpolando linealmente los valores para esta humedad.

## **1.4 REGLAMENTACIÓN APLICABLE**

### **1.4.1 Reglamentación Nacional**

Estadísticamente, las naves menores son las que presentan un mayor número de accidentes, pudiendo establecerse que en los últimos años han ocurrido un gran número de accidentes por fallas mecánicas, naufragios, volcamientos, varamientos y daños por inundaciones y mal tiempo.

También se debe considerar que hasta 1999 no existían normas específicas y de aplicación nacional para el control de este tipo de embarcaciones, por lo que cada Capitanía de Puerto exigía normas de tipo local, las que muchas veces diferían entre una y otra jurisdicción.

Por esto la DGTM Y MM (Dirección General de Territorio Marítimo y de Marina Mercante) estableció normas comunes de seguridad aplicables a embarcaciones menores, las que son exigibles en todos los puertos, mares, ríos y lagos navegables de jurisdicción de la Autoridad, con el propósito de establecer criterios comunes y facilitar la gestión de las Capitanías.

Esta norma corresponde a la “DIRECTIVA DE NAVES MENORES ORDINARIA O-71/010” publicada el 21 de junio de 1999.

El ámbito de aplicación contempla a todas las naves o artefactos navales menores que hayan sido construidos a contar de la fecha de entrada en vigencia de esta Directiva.

Una embarcación o nave menor es aquella que tiene 50 o menos toneladas de registro grueso y 50 o menos toneladas métricas de desplazamiento liviano para los artefactos navales.

Dentro de esta norma se establece que para el control de las naves y artefactos navales menores, en cada Capitanía de Puerto habrá una Subcomisión de Reconocimiento de Naves Menores denominada SCLINM la que dependerá técnicamente de la respectiva Comisión Local de Reconocimiento de Naves identificada como CLIN, quién les asesorará y mantendrá permanentemente informadas de las normas, exigencias e instrucciones que tengan relación con las naves menores.

A modo de antecedente, se puede decir que la Directiva contempla el cumplimiento de normas relacionadas con los siguientes aspectos:

- ANEXO A: Construcción y Matrícula.
- ANEXO B: Arqueo y Estabilidad.
- ANEXO C: Habitabilidad.
- ANEXO D: Equipos de Supervivencia, Navegación y Maniobras.
- ANEXO E: Equipos de Radiocomunicaciones.
- ANEXO F: Equipamiento Contra Incendio.
- ANEXO I: Dotación Mínima de Seguridad.

Los antecedentes y planos exigidos en esta Directiva y que sean aplicables a nuestra embarcación serán incluidos en el trabajo de tesis.

#### **1.4.2 Reglamentación Internacional**

La reglamentación internacional aplicable a pesqueros menores es también de carácter limitado, sin embargo se adjunta como información complementaria a lo establecido por la legislación nacional las siguientes normas:

- Las Directrices FAO/OIT/OMI relacionadas con la construcción y el equipamiento de buques pesqueros pequeños.
- El criterio de estabilidad propuesto en IMO A168 para buques pesqueros.
- La obtención de los escantillones de la estructura del casco y el diseño de los sistemas y equipos instalados a bordo se basará en el “Reglamento Para la Construcción y Clasificación de Buques Pesqueros de Madera” de la casa clasificadora *BUREAU VERITAS*.

## **1.5 PROCEDIMIENTO DEL DISEÑO**

### **1.5.1 Introducción**

Diseñar puede ser descrito como el proceso de formular una especificación de un objeto, generando planos, para ser construido y puesto en operación.

La especificación podría ser preparada sobre la base de bosquejos y requerimientos generales. Estos requerimientos deberán entregar información detallada del escenario y el propósito de la embarcación para ser construida, considerando diferentes factores de limitación o cualquier arreglo especial que sea necesario, para ser incluido en la especificación y en los planos entregados.

El proceso de diseño está inherentemente ligado a la optimización de las variables del diseño. Esto es lo que se conoce como criterio de optimización. La optimización entonces es un proceso en el cual el valor mínimo de los costos se establece a través de la evaluación de diseños consecutivos, en el cual uno o más parámetros son variados.

En el diseño práctico de un buque, el desplazamiento y la longitud de la embarcación, son parámetros asumidos como los más relevantes en el costo de producción y operación.

Por lo tanto el objetivo consiste en encontrar una solución satisfactoria a los requerimientos establecidos, con el menor desplazamiento y longitud del buque que sea posible.

### **1.5.2 Ecuación de Pesos**

Además de satisfacer los requerimientos generales del proyecto, el buque debe cumplir con las leyes físicas generales sobre peso y flotabilidad.

En todas las condiciones de operación la embarcación debe permanecer flotante y estable, soportando todas las posibles fuerzas y momentos externos.

El criterio de flotabilidad requiere que la suma de todos los pesos sea igual al desplazamiento definido por el diseñador.

Cave señalar que para definir el desplazamiento es suficiente con definir su calado.

Asumiendo que el buque liviano queda definido principalmente por nueve grupos, el peso liviano puede ser escrito de la siguiente forma:

$$\Delta_{LIVIANO} = W_1 + W_2 + \dots + W_9 = W_{LIVIANO}$$

En las diversas condiciones de carga, además del buque liviano, el peso total del buque en operación corresponde a los siguientes subgrupos de pesos:

- Tripulación y sus efectos personales  $W_{TRIP}$
- Equipos de pesca  $W_{EP}$
- Agua de bebida  $W_{AB}$
- Provisiones  $W_{PROV}$
- Combustible y lubricantes  $W_{COMB}$
- Hielo  $W_{HI}$
- Carga (pescado)  $W_p$

Los últimos cinco grupos varían en cantidad durante la operación del buque. Antes de llegar a la zona de pesca, parte del agua de bebida, provisiones, combustible, aceite lubricante y hielo han sido consumidos. El consumo persiste durante las faenas de pesca y en el regreso a puerto. En la mitad del tiempo la bodega está parcialmente llena con los peces que han sido capturados.

Así el peso total de la embarcación varía continuamente durante el tiempo que tome el viaje de pesca y por lo tanto es necesario asumir algunas condiciones de carga características, definidas para los propósitos del cálculo. Estas condiciones pueden ser las siguientes:

- Salida de puerto.
- Arribo a la zona de pesca
- Salida de la zona de pesca
- Llegada a puerto

El máximo peso de estas cuatro condiciones típicas, debería ser utilizado como el máximo desplazamiento y con el mínimo francobordo para el nuevo diseño.

En la práctica la posibilidad de que la bodega se encuentre siempre cargada al máximo con pescado, que corresponde a la condición de salida de la zona de pesca, es muy difícil dadas las condiciones geográficas y de disponibilidad del

recurso. Es práctico entonces, para el diseño de buques pesqueros pequeños utilizar una condición de carga media. Esta condición supone el peso liviano más el peso de la tripulación y sus efectos personales, el peso de los equipos de pesca y más la mitad de los restantes pesos (agua, combustible, lubricante, provisiones y carga). En otras palabras se asume que lo consumible ha sido utilizado en un 50% y que la cantidad de pesca corresponde también al 50% de su máxima capacidad. En forma de ecuación tenemos:

$$\Delta_{MEDI0} = W_{BL} + W_{TRIP} + W_{EP} + 1/2(W_{PROV} + W_{AB} + W_{COMB} + W_{HI} + W_P)$$

La ecuación mostrada arriba no puede ser resuelta de forma exacta con métodos analíticos, por lo tanto será resuelta por medio de un método aproximado, el cual será descrito más adelante.

Se puede observar que los términos que se encuentran entre paréntesis corresponden a lo que se conoce como “peso muerto” o “deadweight”. La carga de pescado corresponde al deadweight carga.

### 1.5.3 Evaluación del Desplazamiento

Para comparar buques pesqueros de diferente tamaño y obtener una aproximación del desplazamiento con propósitos de diseño, es lógico pensar en la utilización del volumen de bodega como un factor importante en la obtención del desplazamiento. La capacidad de bodega esta relacionada directamente con el desplazamiento del buque y esta relación será asumida como constante para embarcaciones de un mismo tipo, con suficiente similitud entre sus dimensiones principales. Este coeficiente queda expresado como los metros cúbicos de bodega dividido por el desplazamiento.

La utilización de este coeficiente para la evaluación preliminar del desplazamiento del nuevo buque, queda limitado a embarcaciones con similar distribución de cubierta, material de construcción, instalaciones de equipos, velocidad y autonomía.

Es importante que la condición de carga quede claramente identificada y que sea esta condición la que gobierne el diseño propuesto.



Si algunos de los factores influyentes en el peso del buque difiere de la embarcación tomada como base, se aplicarán coeficientes de corrección aceptables para absorber las diferencias en estos grupos de pesos.

En el terreno de los pequeños buques pesqueros es muy común utilizar la relación volumen de bodega versus desplazamiento para obtener una primera aproximación del desplazamiento de un buque similar al que se está diseñando. Además, el volumen de bodega es una de las condiciones establecidas en los requerimientos generales del proyecto.

Resulta importante tener presente la necesidad de que nuestro buque base cumpla con las condiciones de similitud con el nuevo diseño, ya que esto nos garantizará un diseño rápido y con suficiente precisión.

#### **1.5.4 Elección del Buque Base**

Como se mencionó anteriormente es imposible resolver la ecuación básica de desplazamiento y peso usando métodos analíticos solamente, además de existir desconocimiento de la mayor parte de los valores involucrados.

Para resolver este problema de diseño, se utilizará una aproximación de prueba y error, que consiste en establecer y probar un valor de los diferentes parámetros involucrados, y si es necesario, se realizaran modificaciones de la cual nacerá otra alternativa de evaluación. Este proceso no termina hasta encontrar la solución satisfactoria.

El grado de similitud entre el buque base y el nuevo diseño condiciona la validez de la relación entre el volumen de bodega y el desplazamiento. La similitud será aceptada, en principio, si la distribución general es la misma para ambas embarcaciones, es decir si se cumplen las siguientes condiciones:

- Material de construcción similar.
- Idénticos métodos de pesca.
- Volumen de bodega suficientemente similar.
- Sistemas similares de refrigeración de la carga.

Para un desarrollo completo del diseño, además de la relación volumen de bodega versus desplazamiento, otros factores serán estudiados. Estos factores difícilmente pueden ser encontrados en la bibliografía. Para lograr esto, será necesario tener un

número suficiente de buques similares, de lo contrario dichos valores serán asumidos y evaluados recalculando el diseño propuesto.

Por último, por la dificultad de encontrar información en la bibliografía referente a buques pesqueros construidos en maderas nacionales, el peso de la estructura será corregido según el peso específico y las propiedades mecánicas de las maderas utilizadas.

A continuación se muestra una tabla con las características geométricas y los coeficientes de dos embarcaciones utilizadas como base para el proyecto. Estas resultaron ser las más adecuadas, ya que satisfacen la similitud deseada.

<b>CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LOS BUQUES BASE</b>			
<b><i>Pesquero Menor: Pesca de Cerco</i></b>		<b><i>Pesquero Menor: Pesca Combinada</i></b>	
<b><i>Dimensiones Principales</i></b>	<b><i>Coefficientes y Relaciones de Forma</i></b>	<b><i>Dimensiones Principales</i></b>	<b><i>Coefficientes y Relaciones de Forma</i></b>
$L_{OA} = 16,00 \text{ m}$	$C_B = 0,40$	$L_{OA} = 17,40 \text{ m}$	$C_B = 0,383$
$L_{WL} = 14,90 \text{ m}$	$C_M = 0,67$	$L_{WL} = 15,20 \text{ m}$	$C_M = 0,607$
$B_{MAX} = 4,70 \text{ m}$	$C_P = 0,60$	$B_{MAX} = 4,88 \text{ m}$	$C_P = 0,630$
$B_{WL} = 4,70 \text{ m}$	$L_{WL} / B_{WL} = 3,16$	$B_{WL} = 4,75 \text{ m}$	$L_{WL} / B_{WL} = 3,12$
$T = 1,80 \text{ m}$	$B_{WL} / T = 2,58$	$T = 1,62 \text{ m}$	$B_{WL} / T = 2,93$
$D_{MLD} = 2,50 \text{ m}$	$B_{WL} / D = 1,88$	$D_{MLD} = 1,80 \text{ m}$	$B_{WL} / D = 2,71$
$\nabla = 49,0 \text{ m}^3$	$V_{BOD} = 23,0 \text{ m}^3$	$\nabla = 45,0 \text{ m}^3$	$V_{BOD} = 25,0 \text{ m}^3$

### **1.5.5 Estimación de las Dimensiones Principales**

Las características geométricas de ambos tipos de buques serán promediadas para obtener las dimensiones principales de nuestra embarcación, ya que ambos tipos de pesqueros reúnen los requisitos buscados en el nuevo diseño. Los valores que relacionan las dimensiones principales de la embarcación son mostrados en la siguiente tabla como un promedio entre ambas alternativas de diseño.

<b>RELACIONES PRINCIPALES PARA OBTENER EL NUEVO DISEÑO</b>				
$L_{WL} / B_{WL} = a_1$	$B_{WL} / T = a_2$	$B_{WL} / D = a_3$	$C_B$	$V_{BOD} / \Delta$
3,197	2,758	2,249	0,392	0,460

El volumen desplazado será obtenido de la relación volumen de bodega versus desplazamiento. Es decir:

$$V_{BOD} / \Delta = 0.46$$

El volumen de bodega será de 22 m<sup>3</sup>. Este valor será considerado como requisito inicial para la embarcación diseñada. Por lo tanto el desplazamiento será igual a

$$\Delta = 22 / 0.46 = 48 \text{ Ton}$$

$$\nabla = 48 / 1.025 = 46.83 \text{ m}^3$$

De las relaciones obtenidas de los buques considerados como base, se puede establecer lo siguiente

$$L_{WL} = a_1 * B_{WL}$$

$$T = B_{WL} / a_2$$

$$D = B_{WL} / a_3$$

$$B_{WL} = \sqrt[3]{\left(\frac{\nabla * a_2}{C_B * a_1}\right)}$$

Conocido el volumen y las relaciones geométricas principales podemos calcular las dimensiones para nuestro diseño. Es decir la manga de flotación, medida al contorno exterior del forro del casco, será igual a:

$$B_{WL} = \sqrt[3]{\left(\frac{\nabla * a_2}{C_B * a_1}\right)} = \sqrt[3]{\left(\frac{46.83 * 2.758}{0.392 * 3.197}\right)} = 4.688 \approx 4.7 \text{ m}$$

Luego calculamos eslora de flotación  $L_{wL}$ , calado  $T$  y el puntal  $D$ .

$$L_{wL} = 4.7 * 3.197 = 15.03 \approx 15m$$

$$T = 4.7 / 2.758 = 1.7m$$

$$D = 4.7 / 2.249 = 2.09 \approx 2.1m$$

### 1.5.6 Obtención del Buque Liviano: Primera Aproximación

El peso liviano en embarcaciones con estructura de madera, puede ser clasificado en los siguientes subgrupos de pesos.

1) Casco:

- Estructura transversal
- Mamparos y subdivisiones
- Entablado exterior
- Cubiertas
- Estructura longitudinal
- Anclajes

2) Casetas.

3) Equipos de cubierta.

4) Acomodaciones.

5) Sala de máquinas.

6) Instalaciones de Cañería.

7) Instalaciones eléctricas.

8) Equipamiento especial.

9) Inventarios y piezas de repuesto.

Es necesario recordar que los cálculos de la estructura no pueden ser realizados de forma exacta antes de tener definido el escantillonado de la embarcación y los respectivos planos de detalle. Sin embargo más adelante, en una etapa más avanzada, estos grupos de pesos serán obtenidos con mayor precisión.

En el contexto de una aproximación preliminar del peso, se suponen que éstos varían proporcionalmente con el número cúbico de la embarcación (CUNO) el cual es igual al producto de la eslora total por la manga y el puntal. Escrito en forma de ecuación queda de la siguiente forma.

$$\mathbf{CUNO = L \times B \times D}$$

El número cúbico representa el volumen del paralelepípedo circunscrito en las dimensiones principales de la embarcación. Esto es, en cierta forma, una medida volumétrica del tamaño y en consecuencia de la masa.

Tomando en cuenta que las fuerzas actuantes sobre la embarcación son, en su mayor parte, una función de la masa, la suposición de que el peso varía linealmente con el número cúbico es una aproximación razonable.

Para la utilización del *CUNO*, los grupos de pesos del buque base, deben ser cantidades conocidas.

Como es muy difícil encontrar información de calidad en las publicaciones existentes y, además, como cada publicación utiliza diferentes formatos para clasificar los grupos de pesos, un cálculo muy preciso de éste no puede ser llevado a cabo. Sin embargo, para minimizar el error en el cálculo, es importante que las dimensiones principales, por definición, sean las mismas para el buque base y para el nuevo diseño.

La clasificación de pesos del buque liviano más usada en la bibliografía existente corresponde a la mostrada a continuación.

Subdivisión del Peso Liviano:

- Casco (1,2)
- Instalaciones (3,4,8)
- Equipamiento (9)
- Maquinaria principal y auxiliar (5,6,7)

Los valores entre paréntesis corresponden al ítem de la clasificación de pesos dada anteriormente.

De los antecedentes reunidos se puede establecer la siguiente tabla con los pesos por número cúbico de la embarcación base del proyecto, según la subdivisión de pesos establecida anteriormente.

<b>PESO POR NÚMERO CÚBICO</b>	
<i>Casco</i>	$128 \text{ Kg/m}^3 * CUNO$
<i>Instalaciones</i>	$6 \text{ Kg/m}^3 * CUNO$
<i>Maquinaria</i>	$30 \text{ Kg/m}^3 * CUNO$
<i>Equipamiento</i>	$2 \text{ Kg/m}^3 * CUNO$

El número cúbico del nuevo diseño lo obtenemos como sigue

$$CUNO = L * B * D = 16 * 2.1 * 4.8 \approx 162 \text{ m}^3$$

De este modo el peso del buque liviano queda resumido en la siguiente tabla

<b>RESUMEN DE PESOS</b>	
<i>Casco</i>	$20575 \text{ Kg}$
<i>Instalaciones</i>	$970 \text{ Kg}$
<i>Maquinaria</i>	$4860 \text{ Kg}$
<i>Equipamiento</i>	$325 \text{ Kg}$
<i>Total Buque Liviano</i>	$26730 \text{ Kg}$

Los pesos restantes, correspondientes al peso muerto de la embarcación, serán calculados de la siguiente manera:

a) Combustible: Utilizando un consumo específico de combustible de  $160\text{g/hp/hora}$  con 82 horas de autonomía, con un promedio de 150 *hp* de potencia utilizada por el motor. El peso del combustible será igual a:

$$\text{Peso Combustible} = 0.160 * 150 * 82 = 1968 \text{ Kg}$$

b) Agua Bebida: Considerando un consumo de agua de 10 litros por día y por persona, obtenemos la siguiente cantidad de agua:

$$\text{Peso Agua Bebida} = 10 \times 5 \times 7 = 350 \text{ Kg}$$

c) Provisiones: Considerando una cantidad de 5 Kg por persona y por día, el peso total de provisiones corresponde a:

$$\text{Peso Provisiones} = 5 \times 5 \times 7 = 175 \text{ Kg}$$

d) Tripulación: Considerando una cantidad de 100 Kg por persona y sus efectos personales tenemos que:

$$\text{Peso Tripulación} = 100 \times 5 = 500 \text{ Kg}$$

e) Artes de Pesca: De acuerdo a lo observado en embarcaciones artesanales existentes, el peso de la red de pesca, incluido sus accesorios corresponde a:

$$\text{Peso Artes de Pesca} = 2500 \text{ Kg}$$

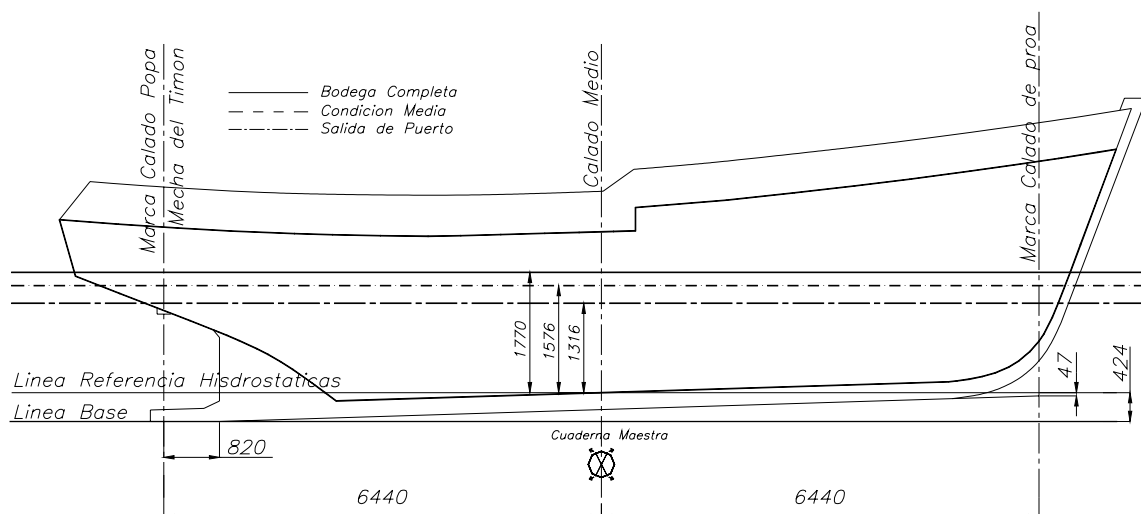
f) Carga en Bodega: Corresponde al peso de carga por metro cúbico, debido a la estiba en bodega de los peces capturados. Este valor será igual a  $1.0 \text{Ton}/\text{m}^3$  con un máximo de  $22 \text{m}^3$  de capacidad de bodega. Se tiene

$$\text{Peso de Carga en Bodega} = 22000 \text{ Kg}$$

A continuación se muestra una tabla con el resumen de pesos calculados para el nuevo buque en diferentes condiciones de carga.

<b>RESUMEN DE PESOS EN DIFERENTES ESTADOS DE CARGA PARA EL BUQUE CALCULADO</b>			
	<b>CONDICIONES DE CARGA</b>		
<b>Item de Peso</b>	<b>Salida de Puerto</b>	<b>Condición Media</b>	<b>Bodega Completa</b>
<i>Peso Liviano</i>	26730 Kg	26730 Kg	26730 Kg
<i>Combustible</i>	1968 Kg	984 Kg	984 Kg
<i>Agua Dulce</i>	350 Kg	175 Kg	175 Kg
<i>Provisiones</i>	175 Kg	88 Kg	88 Kg
<i>Tripulación</i>	500 Kg	500 Kg	500 Kg
<i>Artes de Pesca</i>	2500 Kg	2500 Kg	2500 Kg
<i>Carga en Bodega</i>	0 Kg	11000 Kg	22000 Kg
<b>Desplazamiento</b>	<b>32223 Kg</b>	<b>41977 Kg</b>	<b>52977 Kg</b>

Como la posibilidad de que la bodega este siempre cargada al máximo es muy poco probable, se supondrá que la condición de carga más característica corresponde a la bodega cargada en un 80% de su máxima capacidad y que el peso muerto ha sido consumido en un 50%. Es decir el peso total aproximado de la embarcación considerado para evaluar el calado medio de diseño es igual a 50000 Kg. Se muestra a continuación el perfil de la embarcación con los calados medios esperados para las condiciones de carga analizadas.





### **1.5.7 Arreglo General, Plano de Líneas y Cálculos Auxiliares**

Una vez que las dimensiones principales han sido establecidas y el cálculo aproximado del desplazamiento se ha llevado a cabo, procederemos a dibujar la distribución general (arreglo general) de la nueva embarcación. Este arreglo incluye los siguientes componentes:

- Vista longitudinal de la embarcación.
- Vista en planta de la cubierta de trabajo.
- Ubicación de la bodega.
- Ubicación de los equipos de pesca.
- Ubicación del arte de pesca.
- Sala de máquinas.
- Casetas y habitabilidad.

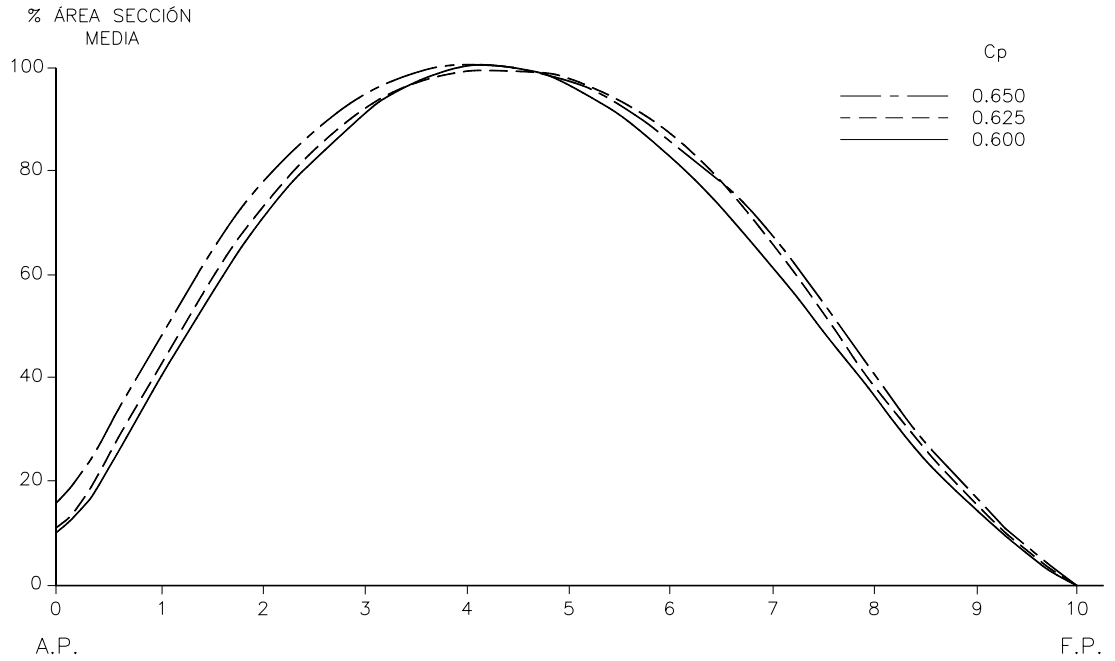
Unas de las primeras tareas después de haber concluido con el arreglo general, es evaluar si la disposición de los equipos permite una operación óptima en las faenas de pesca.

La maquinaria principal, auxiliar y línea de eje son dibujados a escala, así como también las casetas y las acomodaciones instaladas en su interior.

Solo con la disposición general no es posible calcular el desplazamiento, por lo tanto un plano preliminar de las formas del casco es llevado a cabo tan pronto como el plano de arreglo general es satisfactorio.

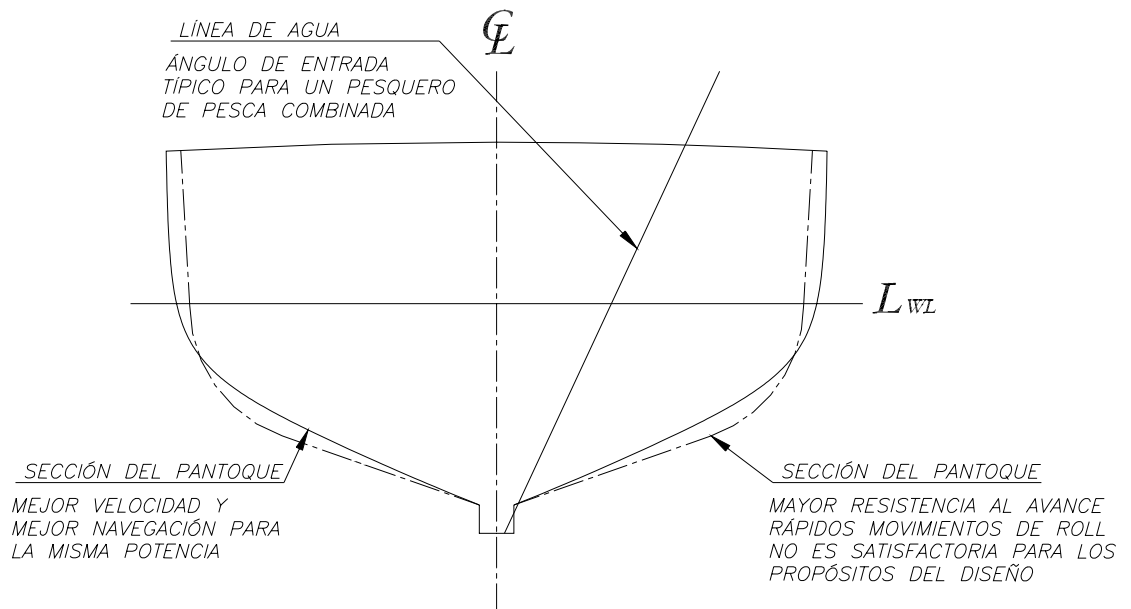
Si el desplazamiento aquí obtenido no corresponde a la suma de pesos estimada, entonces las dimensiones principales serán modificadas y ajustadas para lograr la igualdad requerida. También en esta etapa los volúmenes de bodega, sala de máquinas y acomodaciones serán verificados.

A continuación una curva de distribución de áreas de sección transversal, típica para embarcaciones pesqueras menores y mostradas como un porcentaje de la sección maestra. Esta información fue extraída de la publicación FAO “Design of small fishing vessel” del año 1985 indicado en la bibliografía.



*Curvas de Áreas de Sección Típica para Buques Pesqueros Menores*

Uno de los factores importantes en el diseño de las formas del casco, corresponde el trazado de la sección maestra. En la figura abajo se muestra una sección maestra típica para embarcaciones pesqueras de menor tamaño y que reúne las condiciones suficientes para ser considerada como satisfactoria para el diseño.



*Sección Maestra Típica Embarcación de Pesca de Construcción en madera*

Se puede observar que el pantoque será sacado lo más afuera posible, casi a la misma altura de la línea de flotación. Este tipo de sección permitirá obtener un mejor comportamiento del buque en navegación con mal tiempo, además de lograr una mayor velocidad para la misma potencia. Otro aspecto característico de este tipo de sección tiene relación con la obtención de líneas finas en proa, generando una distribución más cargada hacia la parte de popa de los planos de flotación. Esto permitirá obtener una mayor estabilidad direccional, lo que constituye en embarcaciones menores, un factor favorable al navegar con mal tiempo.

Las formas del casco permiten evaluar la capacidad de bodega, la cual podría ser modificada en longitud si su capacidad difiere de lo anteriormente definido. Es importante mencionar que al subdividir los espacios destinados a bodega se debe considerar el espaciamiento de las cuernas para permitir la construcción de la misma. El volumen neto de la bodega corresponde al calculado hasta la estructura interna o hasta el interior del aislante de bodega si corresponde.

Con el plano de líneas y arreglo general de la nave se puede realizar un cálculo preliminar de arqueado de acuerdo a la normativa nacional vigente y aplicable a embarcaciones menores.

Otra etapa importante del proceso de diseño, corresponde a la obtención del peso y centro de gravedad de la embarcación de manera más precisa. Para lograr esto, es necesario determinar los pesos y centros de gravedad de los diferentes subgrupos de pesos comprometidos en el cálculo. Una condición típica de carga, como las nombradas anteriormente, será la que gobierne el diseño.

Una vez establecidos el peso y el centro de gravedad, procedemos a realizar los cálculos hidrostáticos y de estabilidad del pesquero. Si en esta etapa se determina una condición de trimado desfavorable o como consecuencia de la distribución de pesos resulta obtener un insuficiente margen de estabilidad, la ubicación de los pesos más relevantes será modificada en beneficio de la seguridad y buena operación de la embarcación. También, los cálculos hidrostáticos y los criterios de estabilidad deberán cumplir con la normativa nacional vigente.

En la siguiente etapa se obtiene la potencia propulsora requerida. Como un primer paso se considerará un motor propulsor de 220 hp de potencia continua. Finalmente la tarea será establecer si con esta potencia la embarcación es capaz de navegar a la velocidad de servicio requerida por el proyecto.

A medida que el proyecto avanza, los planos de detalles constructivos y los cálculos específicos relacionados a éstos serán llevados cabo. Estos documentos serán incluidos en la especificación final del proyecto.

Las instalaciones de altos consumos eléctricos, como son winches, iluminación etc. , serán evaluadas para tomar la decisión del tamaño de la maquinaria auxiliar a instalar.

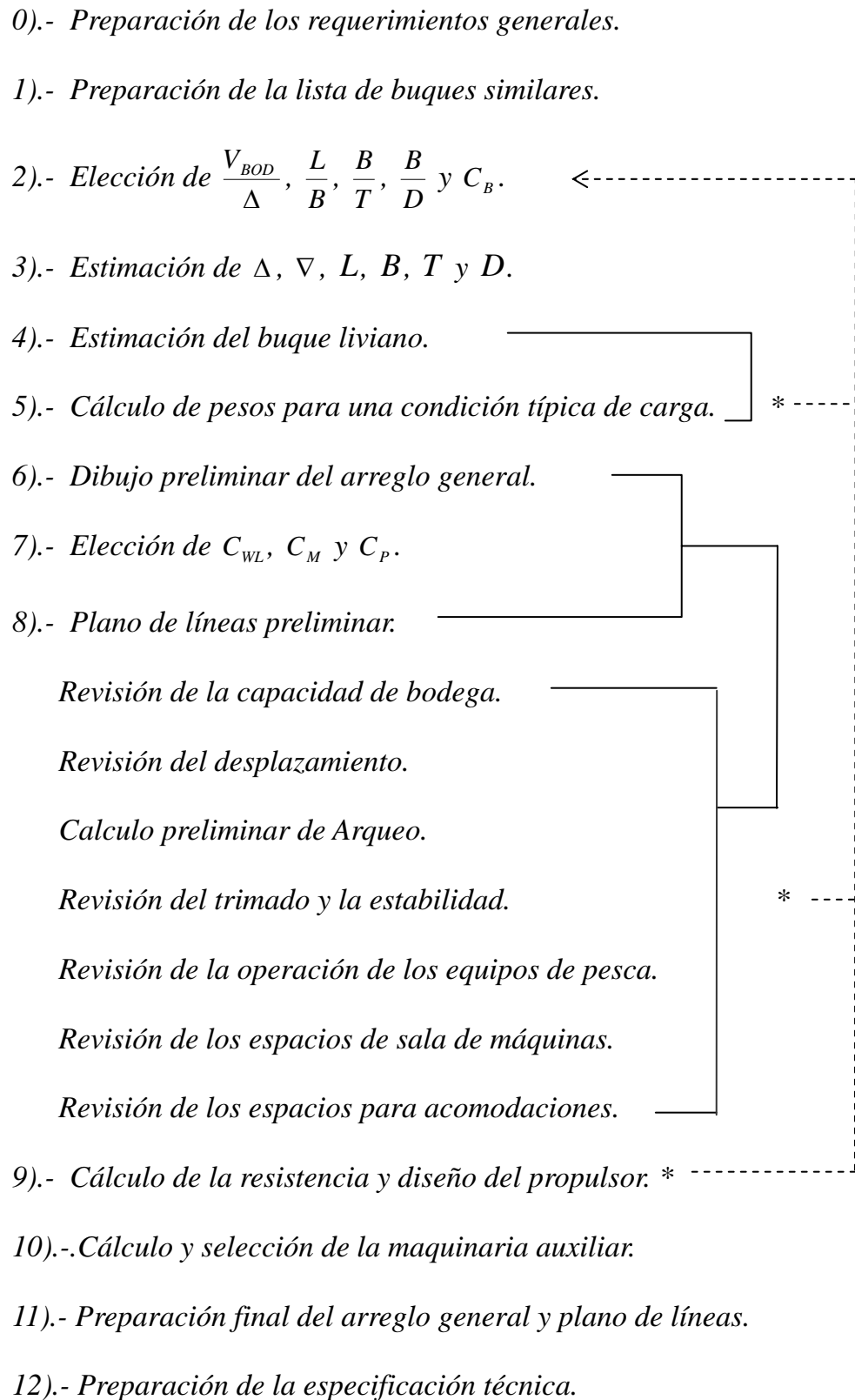
Cuando desarrollamos los bosquejos o planos de detalle, hay que mantener presente la interrelación entre los subsistemas que componen el buque. Por ejemplo al determinar los escantillones de la estructura del casco, se debe considerar el reforzamiento adicional por efecto de los equipos y maquinaria que éstos puedan soportar y no solamente lo obtenido por el reglamento de clasificación. Por contraparte al disponer los equipos e instalaciones sobre la cubierta de trabajo, la disposición de los anclajes debe ser coincidente con la estructura que lo soporta, y en caso contrario un arreglo específico de esta zona será incluido en los planos de detalles. Obviamente la habitabilidad también se ve afectada por la estructura interna de la embarcación. Estos pocos ejemplos dejan de manifiesto la necesidad de ir permanentemente revisando los diferentes planos de detalle involucrados a fin de realizar los ajustes que sean necesarios.

La solución final del diseño será encontrar la embarcación de menor costo de inversión, que satisfaga los requerimientos preliminares del proyecto dentro de las limitaciones de arqueo, regulaciones del ámbito pesquero, etc.

Habiendo finalizado y coordinado todos los planos de referencia, bosquejos auxiliares y cálculos de validación de los diseños propuestos, la especificación técnica es preparada, para concluir con el documento final del proyecto.

A continuación se muestra gráficamente las etapas utilizadas en el procedimiento empleado en el diseño.

## DIAGRAMA DEL PROCEDIMIENTO DE DISEÑO



\* Si es necesario retornar al punto 2).

### **1.5.8 Cálculo y Diseño Asistido por Computador**

El procedimiento de diseño requiere que un gran número de cálculos sea llevado a cabo. Como se muestra en el diagrama anterior el proceso, en el cual el diseño puede ser ajustado, requiere de una gran cantidad de aproximaciones y suposiciones donde los diferentes parámetros son variados (de acuerdo con los requerimientos establecidos) hasta encontrar la solución satisfactoria.

El número de alternativas, que pueden ser obtenidas en un tiempo dado, dependerá en gran parte del método y las herramientas disponibles utilizadas en el proceso de diseño. La forma de trabajo puede variar desde la utilización de simples herramientas matemáticas empleadas manualmente hasta el empleo de calculadoras electrónicas o poderosos computadores.

Con el objeto de reducir el tiempo empleado en el proceso iterativo, inherente en la obtención final del diseño, describimos a continuación un conjunto de programas de ordenador aplicados al cálculo y diseño de nuestra embarcación.

a) Maxsurf: Programa de diseño naval, utilizado para definir las formas del casco obteniendo de éste el plano de líneas.

b) Hydromax-Autohydro: Ambos programas utilizados para evaluar el comportamiento hidrostático y la estabilidad transversal inicial y a grandes ángulos de escora.

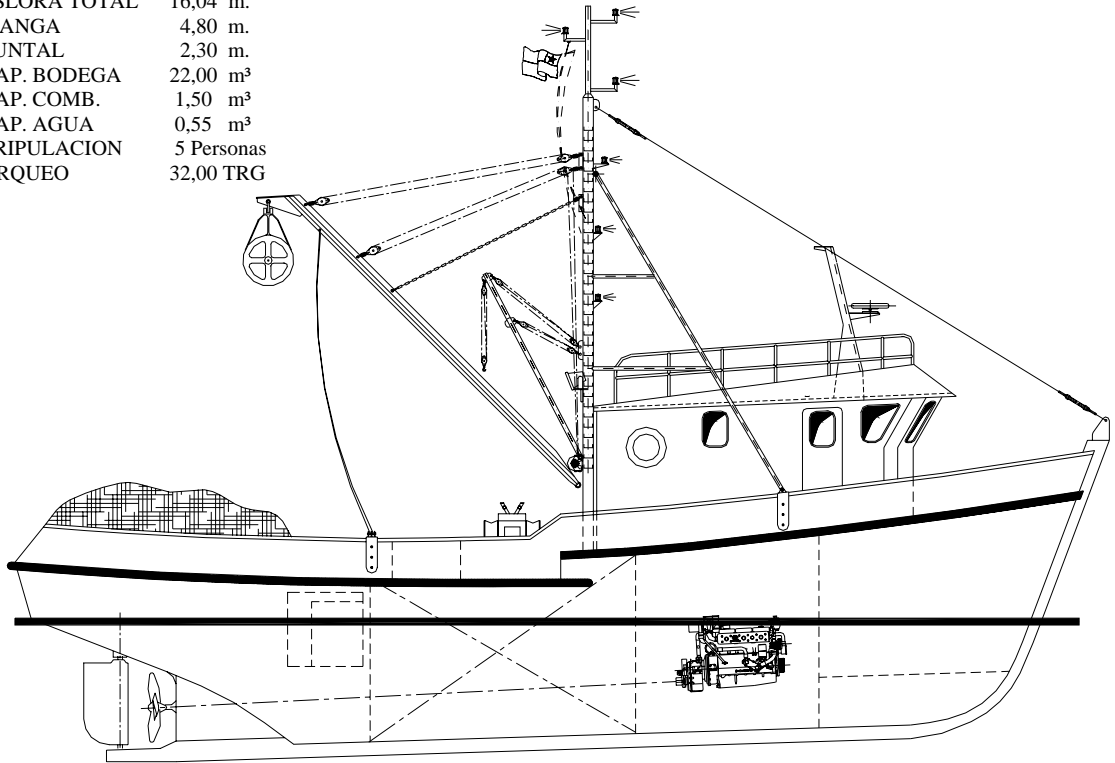
c) Navcad: Programa de arquitectura naval utilizado para calcular la potencia propulsora y las dimensiones principales del propulsor.

d) Autocad: Programa de diseño de aplicación general utilizado para dibujar los planos requeridos por el proyecto.

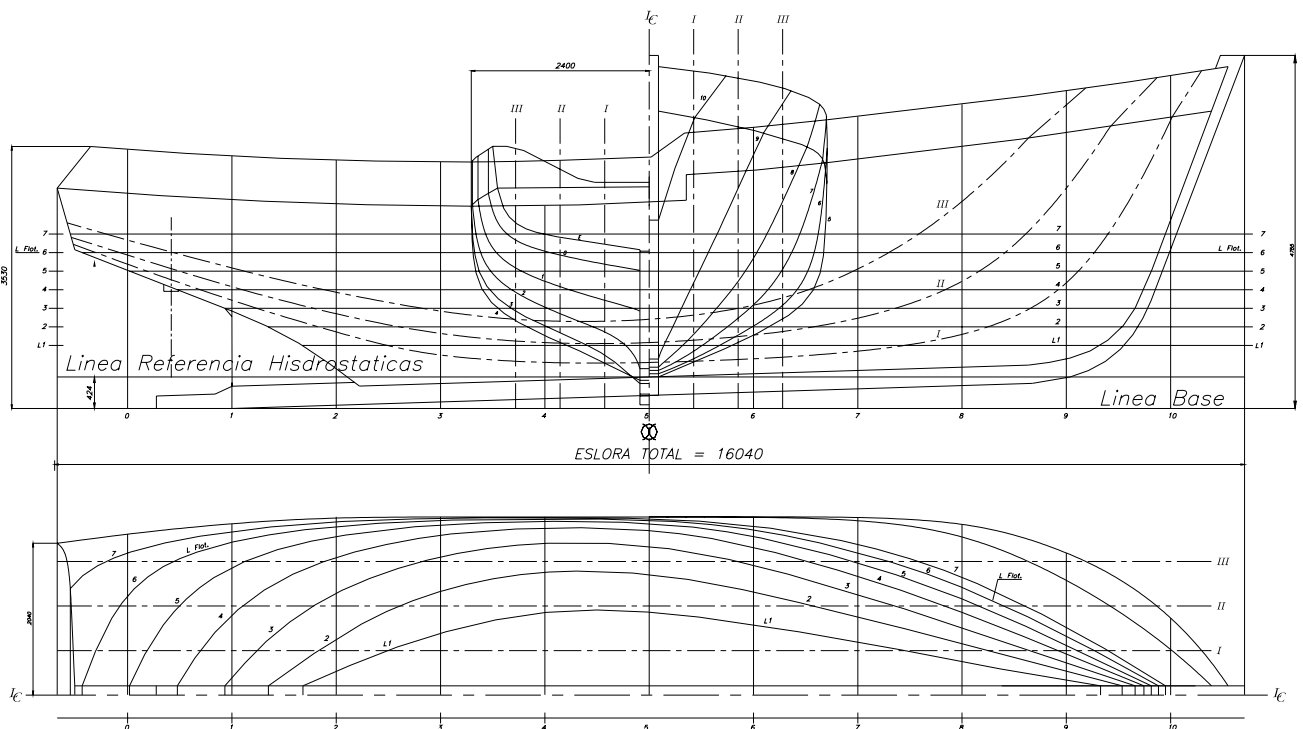
## 1.5.9 Dibujos Preliminares y Características Principales

### CARATRISTICAS PRINCIPALES

ESLORA TOTAL	16,04 m.
MANGA	4,80 m.
PUNTAL	2,30 m.
CAP. BODEGA	22,00 m <sup>3</sup>
CAP. COMB.	1,50 m <sup>3</sup>
CAP. AGUA	0,55 m <sup>3</sup>
TRIPULACION	5 Personas
ARQUEO	32,00 TRG



*Perfil Preliminar de la Embarcación*



*Plano de Líneas Preliminar de la Embarcación*

## CAPITULO II: DESARROLLO GENERAL DEL PROYECTO

### 2.1 CURVAS HIDROSTÁTICAS: VERIFICACIÓN DEL CALADO

Utilizando los antecedentes entregados en el capítulo anterior, se ha diseñado las formas del casco utilizando como plataforma de trabajo el programa *Maxsurf*. Estas líneas están dibujadas al contorno exterior del forro del casco de 50mm de espesor. Del programa de diseño *Maxsurf* se obtuvieron las siguientes características hidrostáticas.

<b>HIDROSTÁTICAS DEL VOLUMEN SUMERGIDO PARA EL BUQUE CALCULADO</b>						
	<i>Calado Medio 1,3 m</i>	<i>Calado Medio 1,4 m</i>	<i>Calado Medio 1,5 m</i>	<i>Calado Medio 1,6 m</i>	<i>Calado Medio 1,7 m</i>	<i>Calado Medio 1,8 m</i>
<i>Despl. kg</i>	30604	35259	40165	45308	50,678	56262
<i>WL Long. m</i>	13,328	13,626	13,920	14,215	14,508	14,663
<i>WL Manga m</i>	4,594	4,656	4,700	4,731	4,751	4,766
<i>S. Mojada m<sup>2</sup></i>	54,606	58,583	62,559	66,555	70,578	74,577
<i>Area WL m<sup>2</sup></i>	44,122	46,641	49,019	51,279	53,441	55,413
<i>Cp</i>	0,597	0,599	0,601	0,603	0,606	0,613
<i>Cb</i>	0,350	0,363	0,376	0,389	0,400	0,415
<i>Cm</i>	0,586	0,606	0,626	0,645	0,660	0,677
<i>CWL</i>	0,721	0,735	0,749	0,763	0,775	0,793
<i>LCB m</i>	7,770	7,712	7,652	7,591	7,529	7,467
<i>LCF m</i>	7,382	7,276	7,170	7,063	6,957	6,863
<i>TPc Ton/cm</i>	0,452	0,478	0,503	0,526	0,548	0,568
<i>MTc Ton*m/cm</i>	0,288	0,325	0,364	0,405	0,449	0,491

*Referencia Longitudinal: Extremo de Popa.*

*Referencia Vertical: Línea horizontal paralela a línea base que pasa por el canto exterior inferior del alefriz en la cuaderna maestra.*



Si comparamos el desplazamiento, calculado con la relación desplazamiento volumen de bodega ( $\Delta / \nabla_{Bod}$ ), con el valor obtenido de las curvas hidrostáticas para el calado de diseño de 1,7m (2,1m desde la línea base), la diferencia entre estos desplazamientos es de aproximadamente un 5,58%. Sin embargo este valor se aproxima más al valor del peso obtenido para la condición de carga de diseño. A continuación se muestra una tabla comparativa de las características originales de la embarcación y las obtenidas con *Maxsurf*.

<b>TABLA COMPARATIVA DE RESULTADOS</b>			
<i>Ítem</i>	<i>Buque Base</i>	<i>Buque Calculado</i>	<i>Diferencia</i>
$L_{WL}$	15,00 m.	14,508 m.	- 3,28%
$B_{WL}$	4,700 m.	4,751 m.	+ 1,09%
$T$	2,102 m.	2,100 m.	- 0,01%
$C_B$	0,392	0,400	+ 2,04%
$C_P$	0,585	0,606	+ 3,59%
$C_M$	0,651	0,660	+ 1,38%
$\Delta$	48000 Kg.	50678 Kg.	+ 5,58%

*Referencia Vertical: Línea horizontal paralela a línea base que pasa por el canto exterior inferior del alefriz en la cuaderna maestra.*

Al comparar los valores originales del volumen sumergido con los obtenidos de las curvas hidrostáticas se observa que las máximas diferencias varían entre 3 y 6% no representando un cambio influyente en la obtención del peso. Por lo tanto la solución se considera satisfactoria y las nuevas dimensiones y coeficientes del casco son los siguientes:

<b>DIMENSIONES PRINCIPALES Y COEFICIENTES DE FINEZA</b>	
<i>Dimensiones Principales</i>	<i>Coefficientes de forma</i>
$L_{OA} = 16,0m$	$C_B = 0,400$
$B_{MAX} = 4,8m$	$C_P = 0,606$
$T = 2,1m *$	$C_M = 0,660$
$D = 2,3m$	$L_{WL} = 14,508m$
$\Delta = 50,7 Ton$	$B_{WL} = 4,751m$
$\nabla_{BOD} = 22m^3$	

\* Calado Medido a la línea base. Línea base según se muestra en 1.5.9.

El puntal de diseño fue ajustado de 2,1 a 2,3 metros para obtener un mayor peso en el cálculo del buque liviano y así aproximarnos mejor al desplazamiento obtenido. Además un aumento en el puntal permitirá tener un mejor margen de flotabilidad.

## 2.2 VERIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD DEL CASCO

### 2.2.1 Capacidad de Bodega

El volumen de bodega se calculó utilizando el módulo hidrostático de *Maxsurf*. Para obtener el volumen neto de la bodega se descontó el volumen ocupado por la estructura interna y el aislante de los mamparos transversales que la limitan.

$$\text{Volumen Neto Bodega} = 23 \text{ m}^3$$

Este valor difiere en 1 m<sup>3</sup> del originalmente considerado, sin embargo como el volumen de la estructura y el espesor del aislante todavía son valores aproximados, el volumen obtenido se considera satisfactorio para los propósitos del cálculo.

### 2.2.2 Volumen de Sala de Máquinas

El volumen del casco destinado a sala de máquinas se determinó calculado el volumen total del casco entre los mamparos que limitan sala de máquinas y se le descontó un 25% para considera la estructura interna del casco. Es decir:

$$\text{Volumen Sala de Máquinas} = \text{Volumen Total} * 0,75$$

$$\text{Volumen Total} = 24 \text{ m}^3 \text{ (obtenido de Maxsurf)}$$

$$\text{Volumen Sala de Máquinas} = 24 * 0,75 = 18 \text{ m}^3$$

De acuerdo con la disposición general del casco y considerando que el volumen ocupado por el motor principal es de 1,7 m<sup>3</sup>, este volumen se considera satisfactorio.

### 2.2.3 Volumen de Acomodaciones

El volumen del casco destinado a acomodaciones es calculado de forma análoga al utilizado para el volumen de sala de máquinas. Es decir:

$$\text{Volumen de Acomodaciones} = \text{Volumen Total} * 0,75$$

$$\text{Volumen Total} = 19 \text{ m}^3 \text{ (obtenido de Maxsurf)}$$

$$\text{Volumen Acomodaciones} = 19 * 0,75 = 14 \text{ m}^3$$

Según se establece en las directrices FAO/OIT/OMI el área por personas destinado a acomodaciones, descontada el área ocupada por los camarotes y los estantes, será igual o superior a 0,055 m<sup>2</sup> por persona. Si pensamos que las literas no deberán ser inferiores a 1,9 x 0,65 metros y que un estante de dimensiones normales debiera ser igual a 0,3 x 0,6 metros, entonces tenemos que la superficie mínima destinada a acomodaciones es de 4,8 m<sup>2</sup>. Adicionalmente, las directrices exigen que la altura mínima entre cubierta para los espacios destinados a acomodaciones no sea inferior a 1,9 metros, por lo tanto el volumen mínimo exigido por norma de este espacio será de 9,2 m<sup>3</sup> para albergar a cuatro personas. A pesar de que el volumen calculado es reducido éste se considera satisfactorio. Se deberá instalar un buen sistema de renovación de aire para mejorar las condiciones de habitabilidad.

## 2.3 ESCANTILLONADO DEL CASCO

Para determinar los escantillones de la estructura del casco se tomará como base el reglamento para la clasificación y construcción de buques pesqueros en madera correspondiente a la clasificadora “*BOREAU VERITAS*”. Este reglamento con fecha de edición el año 1963, nos permitirá dimensionar la totalidad de las componentes estructurales del casco, como son espesores de traca, cuadernas, quilla, roda, codaste, etc.

El reglamento establece que las dimensiones de las piezas tabuladas corresponden a piezas de madera aserrada de roble con una densidad de  $700 \text{ Kg/m}^3$  y con un 15% de contenido de humedad. Para adaptar las dimensiones a piezas fabricadas con otras maderas, las dimensiones deberán ajustarse a las propiedades mecánicas del material. Como las propiedades de las maderas están directamente relacionadas con la densidad que éstas posean, el reglamento permite relacionar las dimensiones directamente a la relación de densidades de las maderas consideradas.

En nuestro caso, de acuerdo con lo establecido en el capítulo I, se deberán realizar los siguientes incrementos a las dimensiones tabuladas en el reglamento. Ya que la casa clasificadora indica que el módulo de la sección sea incrementado o disminuido proporcionalmente a la relación entre sus densidades.

- El espesor tabular de las tracas será incrementado en un 25%.
- Las cuadernas serán incrementadas en un 20% del módulo de rigidez tabular.
- Las piezas estructurales como la sobrequilla, roda, codaste, bocina y dormidos serán incrementados en un 25% sobre el módulo de rigidez tabular.
- Las piezas estructurales como baos, trancanil y durmientes de cubierta serán incrementados en un 25% sobre el módulo de rigidez tabular.

### 2.3.1 Definiciones

La metodología de cálculo de los escantillones del casco utilizada por el reglamento, nos obliga a establecer ciertas dimensiones geométricas del buque para obtener el numeral que nos permitirá ingresar a las tablas donde se expresan numéricamente los escantillones de diferentes tamaños de buques (hasta 30 metros). Estas dimensiones, necesarias para realizar el cálculo de escantillonado son:

*L* Eslora de reglamento en metros, corresponde a la eslora total del buque menos el 12,5 % o la eslora entre perpendiculares. Se considera el mayor.

$$L = 14,50 \text{ m.}$$

*B* Manga de reglamento en metros, corresponde a la máxima manga del buque en la sección media entre perpendiculares.

$$B = 4,80 \text{ m.}$$

*C* Puntal de reglamento en metros, corresponde a la altura entre el alefriz y la parte superior del bao al costado del buque, medida en la sección media entre perpendiculares.

$$C = 2,30 \text{ m.}$$

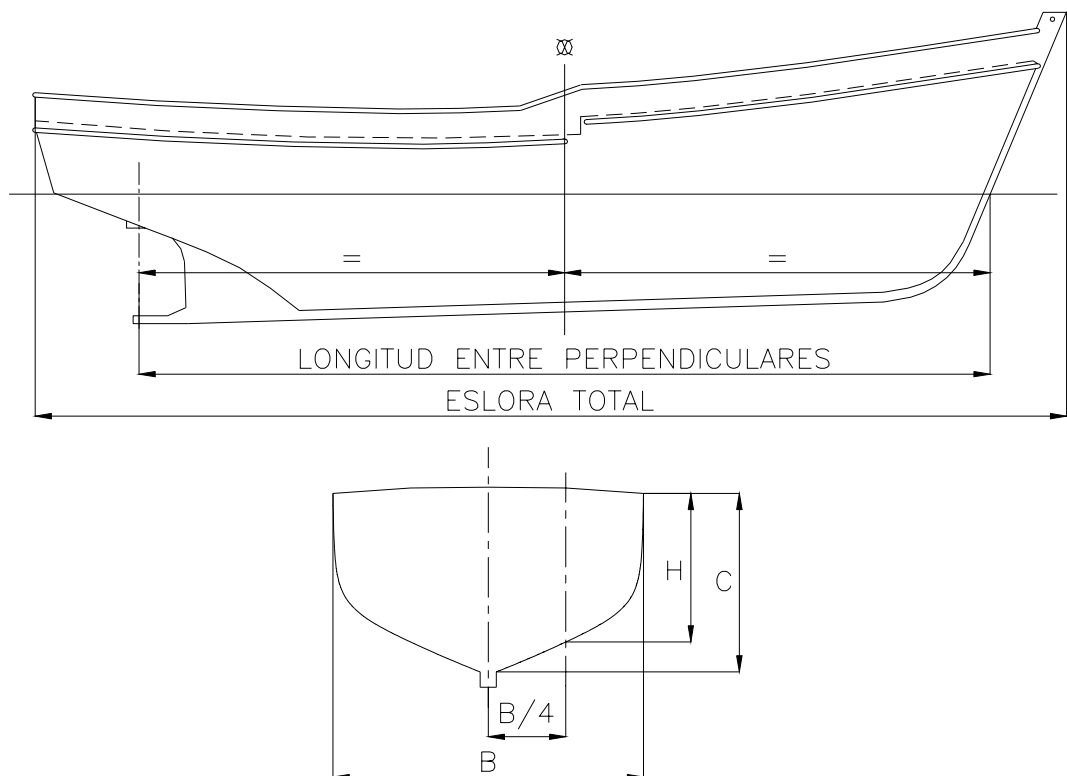
*H* Puntal de reglamento auxiliar en metros, corresponde a la altura entre el canto superior del bao al costado del buque y la forma moldeada medida a un cuarto de la manga.

$$H = 1,90 \text{ m.}$$

*N* Numeral reglamentario en metros cúbicos, corresponde al producto de  $L \times B \times C$ .

$$N = 160 \text{ m}^3.$$

En la figura mostrada a continuación se detalla de forma esquemática las dimensiones definidas anteriormente.



*Dimensiones Principales Reglamentarias*

A continuación se describen los requerimientos constructivos de las diferentes componentes estructurales de la embarcación exigidas por el reglamento.

### **2.3.2 Quilla y Sobrequilla**

Los escantillones de la quilla y sobrequilla se obtendrán de la Tabla 2 (Pag. 35) del reglamento.

La sobrequilla y la quilla estarán conformadas por una sola pieza de madera.

Por último el área de la sección transversal de la quilla será incrementada en un 33% del valor obtenido de la tabla para absorber los desgastes de esta pieza producto del frecuente varamiento esperado para la embarcación.

### **2.3.3 Roda**

Las dimensiones de la roda serán obtenidas de la Tabla 2 del reglamento. Sin perjuicio de lo obtenido en esta tabla, las dimensiones de la roda deberán cumplir con lo siguiente:

- El ancho de la roda será por lo menos cuatro veces el espesor ordinario de la traca.
- La altura de la sección será como mínimo 1,5 veces el ancho de la roda.

La roda será fabricada de una sola pieza y adicionalmente llevará una contra roda para asegurar una buena unión de las tracas con esta pieza.

La unión de la roda con la quilla será reforzada por medio de un codo de madera, el cual irá sujeto a ambas piezas. El codo del pie de roda se extenderá en una longitud igual a un cuarto de la longitud de la roda y conectara además con la sobrequilla y la contrarroda.

### **2.3.4 Codaste**

El codaste será construido de una sola pieza y las dimensiones se obtendrán de la Tabla 2 del reglamento. Esta pieza conectará con la quilla por medio de un ensamble en espiga, y será recubierto por una abrazadera metálica apernada a la quilla y al codaste. Dormidos de madera también serán instaladas para asegurar la unión rígida de estas piezas.

### **2.3.5 Macizos de Popa**

Los macizos deberán estar dispuestos y unidos de tal forma que aseguren:

- Reforzar la conexión entre la quilla y el codaste con una curva.
- Conectar el extremo de popa de la sobrequilla a la unión del codaste con la quilla.
- Completar la superficie faltante del entablado del casco.
- Suministrar un soporte aceptable al pie de las cuadernas o de las varengas.
- Ayudar eventualmente a soportar las gambotas de la bovedilla y será lo bastante ancho para encabillar verticalmente a los costados de la bocina.

### **2.3.6 Gambota central de la Bovedilla**

Esta pieza que cubre el codaste y el durmiente de popa, tendrá un tramo en voladizo en una extensión inferior al 60% de su longitud total.

### **2.3.7 Cuadernas**

El espaciamiento de centro a centro y los escantillones en cada plano de las varengas y ligazones de cuaderna, se obtendrán de la Tabla 5 (Pag. 37) del reglamento. Las dimensiones entregadas corresponden al ancho de la cuaderna y la altura de ésta en la mitad de la quilla, en el pantoque y en el costado superior de la sección. Las cuadernas serán construidas de madera aserrada y armadas según la sección del casco.

Los traslapes, en uno y otro plano, tendrán una extensión mínima de cinco veces la altura reglamentaria de la ligazón.

Las varengas se extenderán transversalmente en al menos la mitad de la manga de la sección e irán traslapadas en una longitud igual al 20% de la manga.

En los extremos del casco, donde no existen grandes varengas, los extremos de las ligazones de las cuadernas conectarán con la estructura principal e irán bien ensambladas para impedir cualquier deslizamiento. En estos casos las cuadernas serán construidas de una sola pieza y su espaciamiento se reducirá en una distancia igual al ancho de las varengas.

En la sala de máquinas, específicamente en las bases del motor, las cuadernas serán reforzadas adicionando varengas de gran canto empotradas a la sobrequilla.

### **2.3.8 Mamparos**

Cada mamparo se montará sobre un contorno completo, constituido por una cuaderna y por un bao convenientemente situado en un mismo plano transversal, completado por una varenga alta, curvas verticales situadas bajos los baos y piezas de apoyo sobre los palmejares del forro interior. El espesor de la varenga alta, de las curvas verticales y de las piezas de apoyo, será igual al ancho de las ligazones de cuaderna.

Los mamparos serán contruidos con tablones verticales machihembrados de espesor igual a 1,5% la altura comprendida entre la parte superior de la varenga y el tope superior del bao.

Adicionalmente los mamparos serán reforzados transversalmente por medio de horizontales separados a una distancia igual a 30 veces el espesor de la traca del mamparo.

### **2.3.9 Forro Exterior del Casco**

El espesor del forro exterior ordinario y el de las tracas reforzadas (aparadura, pantoque y cinta), se obtendrán de la Tabla 7 (Pag. 39) del reglamento.

Los espesores de la traca de aparadura y el pantoque se reducirán progresivamente fuera de la zona media del casco hasta los extremos sin que este valor sea menor que el espesor ordinario de la traca.

La traca de cinta se extenderá de proa a popa a ambos lados del casco y su extensión transversal será igual a la obtenida de la tabla antes mencionada.

La longitud de los tablones del casco será de 6 metros, excepto en los extremos en los cuales puede variar por las formas del casco.

Los topes entre tablas adyacentes quedarán desfasados en una longitud igual o superior a tres claras de cuadernas. Cuando entre tablas exista una traca de espesor más grueso, el desfase entre topes podrá ser reducido a dos claras de cuadernas.

Los topes de las tracas de aparadura estarán alejados del empalme de los dos tramos de quilla en una distancia igual o superior a 1,5 metros. En general, los topes irán dispuestos sobre las cuadernas, o sobre cubrejuntas cuando los topes queden entre cuadernas. El espesor de las cubrejuntas será igual al espesor del forro exterior y se extenderá de cuaderna a cuaderna.

Las aberturas en las tracas que tengan un diámetro superior a un tercio del ancho de la tabla, se dispondrá de un tablón doblante interior, fijado a la traca perforada y las dos tracas adyacentes.



El pantoque se reforzará interiormente con un doble forro de la misma dimensión obtenida para la traca exterior y tendrá la misma extensión transversal en la zona media del casco. La longitud de las piezas, así como la distribución de los topes será similar al de la traca exterior. Fuera de la zona media del casco la extensión transversal del reforzamiento interior del pantoque se reducirá gradualmente hasta alcanzar en los extremos un 25% del valor tabular.

En el extremo de proa estas piezas conectarán con la roda por medio de buzardas ancladas a la roda y contrarroda.

### **2.3.10 Trancanil y Durmientes de Cubierta**

Los escantillones del trancanil, durmientes y contradurmientes de la cubierta principal se obtendrán de la Tabla 8 (Pag.41) del reglamento.

El área de la sección del durmiente será aumentada en un 20 % para compensar las pérdidas de material que resultan de ensamblar los baos sobre éste.

Se colocarán dos tracas de sotadurmientes del escantillón dado en las tablas.

Las piezas de durmientes y contradurmientes serán de una longitud superior a 7 metros, excepto en los extremos, y los empalmes tendrán una longitud superior a dos claras de cuadernas o mayor a 3,5 veces el ancho del empalme.

Los escarpes o topes de los durmientes, sotadurmientes, contradurmientes y trancaniles, deberán disponerse convenientemente separados entre sí y con los topes de las dos tracas superiores de las cintas. Los topes de las dos piezas adyacentes, deberán distar entres sí, por lo menos, tres claras de cuadernas. Dos topes no deberán encontrarse situados sobre la misma cuaderna.

Fuera de la sección media del buque las piezas podrán ser reducidas progresivamente hasta un 25% en los extremos del casco.

En los extremos de los durmientes, contradurmientes y trancaniles deberán unirse por buzardas a las piezas principales.

### **2.3.11 Baos de Cubierta**

El espaciamiento y las dimensiones de los baos se obtendrán de Tabla 9 (Pag. 42) del reglamento, sin embargo la altura de la sección se calculará de la siguiente manera:

$$h=2,2*B \quad (cm)$$

donde:

$h$  = Altura de la sección transversal del bao en centímetros.

$B$  = Manga de la sección del buque en metros.

Los escantillones obtenidos de la Tabla 9 están dimensionados considerando puntales o mamparos bajo cubiertas.

### **2.3.12 Resumen del Escantillonado**

De los resultados obtenidos del reglamento, a continuación se muestra una tabla con el resumen de los escantillones de las principales componentes estructurales del casco. Además se muestran las dimensiones adaptadas a las propiedades mecánicas de las maderas consideradas en la construcción de nuestra embarcación.

<b>ESCANTILLONADO DEL CASCO S/G REGLAMENTO VERAU BERITAS DEL AÑO 1963</b>				
<i>Descripción</i>	<i>Alto en cm.</i>	<i>Ancho en cm.</i>	<i>Espesor en mm.</i>	<i>Madera</i>
<i>Quilla</i>	25,0	22,0	-----	<i>Roble Reglamento</i>
<i>Sobrequilla</i>	17,0	22,0	-----	<i>Roble Reglamento</i>
<i>Roda</i>	27,0	22,0	-----	<i>Roble Reglamento</i>
<i>Codaste</i>	27,0	22,0	-----	<i>Roble Reglamento</i>
<i>Baos</i>	10,6	11,5	-----	<i>Roble Reglamento</i>
<i>Cuadernas</i>	7,5	14,0	-----	<i>Roble Reglamento</i>
<i>Traca Mamparos</i>	-----	-----	40	<i>Roble Reglamento</i>
<i>Traca Ordinaria Casco</i>	-----	-----	38	<i>Roble Reglamento</i>
<i>Traca Gruesa Casco</i>	-----	-----	50	<i>Roble Reglamento</i>
<i>Trancanil</i>	-----	-----	50	<i>Roble Reglamento</i>
<i>Durmientes Cubierta</i>	6,0	15,0	-----	<i>Roble Reglamento</i>
<i>Contra Durmiente</i>	5,0	15,0	-----	<i>Roble Reglamento</i>

<b>ESCANTILLONADO PARA EL BUQUE EN PROYECTO DEFINITIVO</b>				
<i>Descripción</i>	<i>Alto en cm.</i>	<i>Ancho en cm.</i>	<i>Espesor en mm.</i>	<i>Madera</i>
<i>Quilla</i>	27,0	24,0	-----	<i>Eucalipto</i>
<i>Sobrequilla</i>	18,0	24,0	-----	<i>Ciprés Cordillera</i>
<i>Roda</i>	29,0	24,0	-----	<i>Eucalipto</i>
<i>Codaste</i>	29,0	24,0	-----	<i>Eucalipto</i>
<i>Baos</i>	10,6	13,5	-----	<i>Ciprés Cordillera</i>
<i>Cuadernas</i>	10,0	15,0	-----	<i>Coigue</i>
<i>Traca Mamparos</i>	-----	-----	50,0	<i>Ciprés Cordillera</i>
<i>Traca Ordinaria Casco</i>	-----	-----	48,0	<i>Ciprés Cordillera</i>
<i>Traca Gruesa Casco</i>	-----	-----	63,0	<i>Ciprés Cordillera</i>
<i>Trancanil</i>	-----	-----	63,0	<i>Ciprés Cordillera</i>
<i>Durmientes Cubierta</i>	8,0	16,0	-----	<i>Ciprés Cordillera</i>
<i>Contra Durmiente</i>	7,5	15,0	-----	<i>Ciprés Cordillera</i>

## **2.4. CÁLCULO DE PESOS Y CENTROS DE GRAVEDAD**

### **2.4.1 Introducción**

En el terreno de los pequeños buques pesqueros, de cualquier material, son muy pocas las publicaciones relacionadas con el cálculo de pesos, y las pocas referencias disponibles son generalmente para un tipo específico de buque con características locales.

En la utilización de coeficientes aplicados a otros tipos de embarcaciones y construidos en otras partes del mundo con diferentes estándares, podría resultar errónea la utilización de éstos para estimar el peso del buque. En este contexto, es particularmente cierto que en buques de madera, la densidad de la madera y la aplicación de escantillones de uso práctico producen considerables diferencias de pesos entre buques de similares características.

Es imperativo que el diseñador compare tanta información de pesos como sea posible, de diferentes tipos de embarcaciones, y que en conjunto con los datos del diseño se considere la información de tal forma que pueda ser aplicada al nuevo buque.

Es recomendable que en conjunto con la información de pesos reunida, se tenga en consideración los siguientes aspectos:

- Tipo de buque.
- Dimensiones principales.
- Potencia instalada y tipo de motor.
- Lugar de construcción.
- Detalles del material de construcción.
- Normas de escantillado o estándar de clasificación.
- Características inusuales del diseño.

A continuación se muestra la información del peso liviano del buque considerado como base para la obtención de los pesos y centros de gravedad.

<b><i>CALCULO DE PESOS DEL BUQUE BASE</i></b>				
<i>Grupo</i>	<i>Ítem de Peso</i>	<i>Peso (Kg.)</i>	<i>VCG (m.)</i>	<i>LCG (m.)</i>
<i>A</i>	<i>Estructura Casco</i>	<i>12500</i>	<i>1.585</i>	<i>-0.305</i>
<i>B</i>	<i>Estructura Caseta</i>	<i>1245</i>	<i>4.200</i>	<i>2.467</i>
<i>C</i>	<i>Trabajos Carpintería</i>	<i>1965</i>	<i>1.530</i>	<i>-0.579</i>
<i>D</i>	<i>Fitting del Casco</i>	<i>1023</i>	<i>1.363</i>	<i>1.387</i>
<i>E</i>	<i>Mástil</i>	<i>200</i>	<i>6.706</i>	<i>0.305</i>
<i>F</i>	<i>Maquinaria</i>	<i>2475</i>	<i>1.189</i>	<i>1.506</i>
<i>G</i>	<i>Sistemas del Buque</i>	<i>386</i>	<i>1.689</i>	<i>2.643</i>
<i>H</i>	<i>Instalación Eléctrica</i>	<i>86</i>	<i>3.289</i>	<i>1.475</i>
<i>I</i>	<i>Instalaciones de Cubta.</i>	<i>590</i>	<i>3.000</i>	<i>-0.305</i>
<i>J</i>	<i>Absorción de Agua</i>	<i>785</i>	<i>0.610</i>	<i>0.000</i>
<i>K</i>	<i>Pintura (3% ABC)</i>	<i>470</i>	<i>1.769</i>	<i>0.000</i>
		<i>21721</i>	<i>1.737</i>	<i>0.067</i>

*Referencia Vertical: Canto inferior exterior del alefriz en la cuaderna maestra.*

*Referencia Longitudinal: A Proa (+) o a Popa (-) de la Sección Media.*

Las características de la embarcación usada como buque base, de la cual proviene la información de pesos dada anteriormente, están dadas en la pagina siguiente.

<b>CARACTERÍSTICAS DEL BUQUE BASE</b>	
<i>Tipo de Buque</i>	<i>Pesquero de Cerco</i>
<i>Dimensiones Principales</i>	$L_{OA} = 15,0 \text{ m}$ $L_{WL} = 14,1 \text{ m}$ $B_{MAX} = 4,2 \text{ m}$ $D = 2,1 \text{ m}$ $CUNO = 133 \text{ m}^3$ $\nabla_{BOD} = 22,8 \text{ m}^3$
<i>Potencia Instalada</i>	<i>120 HP (continuo)</i>
<i>Lugar de Construcción</i>	<i>Senegal 1963/64</i>
<i>Material de Construcción</i>	<i>Madera:</i> <i>Traca: Iroko (644 Kg/m<sup>3</sup>)</i> <i>Quilla-Cuadernas: Acajuo (767 Kg/m<sup>3</sup>)</i>
<i>Norma de Escantillonado</i>	<i>Bureau Veritas año 1963</i> <i>Para buques de madera</i>
<i>Características Especiales</i>	<i>Sala de Maquinas a Proa</i> <i>Acomodaciones a Proa</i> <i>5 Tripulantes</i> <i>Casco pantoque redondo</i>

#### 2.4.2 Peso de la Estructura del Casco

El peso de la estructura del casco será obtenido comparando el número cúbico (*CUNO*) de ambas embarcaciones e incrementado en un 5% para absorber las diferencias por utilizar maderas de diferentes propiedades físicas y mecánicas. Es decir:

$$Peso\ Casco = \frac{CUNO_{(BUQUE\ NUEVO)}}{CUNO_{(BUQUE\ BASE)}} * Peso_{(BUQUE\ BASE)} * 1,05$$

$$Peso\ Casco = \frac{177}{133} * 12500 * 1,05 = 17467 \text{ Kg}$$

### 2.4.3 Peso de la Estructura de la Caseta

El peso de la caseta será obtenido comparando el volumen de la caseta de ambas embarcaciones. Es decir:

$$Peso\ Caseta = \frac{\nabla_{CASETA\ (BUQUENUEVO)}}{\nabla_{CASETA\ (BUQUEBASE)}} * Peso\ Caseta_{(BUQUEBASE)}$$

$$Peso\ Caseta = \frac{16,56}{12,80} * 1245 = 1610\ Kg$$

### 2.4.4 Pesos por Trabajos de Carpintería

Este ítem de peso se calculará separando los trabajos de carpintería de la bodega de carga y los restantes pesos relacionados con este mismo ítem. Es decir:

$$Peso\ Carpintería = Peso\ Carpintería\ Bodega + Peso\ Restante$$

El peso por trabajos de carpintería en bodega se obtendrá de la comparación del volumen de bodega de ambas embarcaciones. El valor del peso aquí obtenido será incrementado en un 5%.

$$Peso\ Carpintería\ Bodega = \frac{\nabla_{BOD\ (BUQUENUEVO)}}{\nabla_{BOD\ (BUQUEBASE)}} * Peso\ Carp_{(BUQUEBASE)} * 1,05$$

$$Peso\ Carpintería\ Bodega = \frac{22,00}{22,80} * 1965 * 1,05 = 1991\ Kg$$

Los trabajos restantes de carpintería están relacionados directamente con la habitabilidad de la embarcación, por lo tanto el peso este ítem se evaluará comparando el número de tripulantes de las embarcaciones.

$$Peso\ Carpintería\ Restante = \frac{N^{\circ}\ Pers_{(BUQUENUEVO)}}{N^{\circ}\ Pers_{(BUQUEBASE)}} * Peso\ Carp_{(BUQUEBASE)} * 1,05$$

$$Peso\ Carpintería\ Restante = \frac{5}{5} * 427 * 1,05 = 449\ Kg$$

Por lo tanto el peso total por trabajos de carpintería será igual a

$$\text{Peso Carpintería} = 1991 + 449 = 2440 \text{ Kg}$$

#### **2.4.5 Peso Maquinaria**

El peso de la maquinaria considera el motor principal, caja reductora, línea de eje, tubo codaste, propulsor, controles y sistemas relacionados con la máquina principal. El peso de la maquinaria será considerado como 2 veces el peso del motor principal con caja reductora, obtenido del catálogo del motor. Es decir

$$\text{Peso Maquinaria} = 2 * 1000 = 2000 \text{ Kg}$$

#### **2.4.6 Otros Pesos**

Los pesos restantes serán obtenidos comparando el número cúbico de ambas embarcaciones. Estos pesos consideran los siguientes aspectos.

- Instalaciones del Casco: Incluye tanques de petróleo y agua, timón y su mecha, servomotor y zapata del timón.
- Mástil: Mástil, plumas, cables y accesorios.
- Sistemas del Buque: Sistema hidráulico y sistemas de cañerías.
- Instalación Eléctrica: Baterías, luces y cableado.
- Accesorios de Cubierta: Molinetes, winches y bitas.

#### **2.4.7 Centros de Gravedad**

Para los propósitos de estimación es muy común utilizar la relación  $KG/D$  para obtener el centro de gravedad vertical de la embarcación. Este factor deberá ser multiplicado por el puntal de la sección media del nuevo proyecto y así obtener la posición vertical del centro de gravedad.

Análogamente el centro de gravedad longitudinal se obtendrá de la relación  $LCG/L$ , donde  $L$  corresponde a la longitud del plano de flotación para la condición de buque liviano.

Es importante recordar que las referencias verticales y longitudinales de ambas embarcaciones deben ser las mismas para poder aplicar estas relaciones al cálculo del centro de gravedad.



Para obtener una mejor aproximación del centro de gravedad del buque proyectado, algunos ítems de peso serán ajustados al arreglo general del buque.

A continuación se muestra un resumen de pesos y centros de gravedad del buque base y la nueva embarcación, para la condición de buque liviano.

<b>RESUMEN DE PESOS Y CENTROS DE GRAVEDAD</b>						
	<b>BUQUE BASE</b>			<b>BUQUE NUEVO</b>		
<i>Ítem</i>	<i>Peso</i>			<i>Peso</i>	<i>KG</i>	<i>LCG</i>
	<i>Kg.</i>	<i>KG/D</i>	<i>LCG/L</i>	<i>Kg.</i>	<i>m.</i>	<i>m.</i>
<i>Casco</i>	12500	0,751	-0,025	17467	1,653	-0,321
<i>Caseta (*)</i>	1245	1,991	0,200	1610	4,381	2,750
<i>Carpintería</i>	1965	0,725	-0,047	2440	1,596	-0,610
<i>Inst. Casco</i>	1023	0,646	-0,112	1360	1,421	-1,462
<i>Mástil</i>	200	3,179	0,025	466	6,994	0,321
<i>Maquinaria (*)</i>	1100	0,564	0,122	2000	1,240	2,470
<i>Sistemas Buque</i>	386	0,801	0,125	514	1,761	2,785
<i>Inst. Eléctrica</i>	86	1,559	0,120	215	3,430	1,555
<i>Acces. Cubierta</i>	590	1,422	-0,025	885	3,128	-0,321
<i>Abs. de Agua</i>	785	0,289	0,000	1075	0,636	0,000
<i>Pintura</i>	470	0,839	0,000	745	1,844	0,000

(\*) *Corregido a la disposición general del nuevo buque.*

*Referencia Vertical: Canto inferior exterior del alefriz en Cuaderna Maestra.*

*Referencia Longitudinal: Cuaderna Maestra (+ hacia Proa)*

De la tabla anterior podemos calcular el peso del buque liviano y la posición del centro de gravedad longitudinal y vertical del nuevo buque.

<b>RESUMEN DE PESOS Y CENTROS DE GRAVEDAD</b>			
<b>BUQUE NUEVO</b>			
<i>Item de Peso</i>	<i>Peso en Kg</i>	<i>Vcg en m.</i>	<i>Lcg en m.</i>
<i>Peso Buque Liviano</i>	28777	1,830	+0,018

## 2.5 CONDICIONES DE CARGA

Las condiciones de cargas más representativas corresponden a las siguientes:

- Salida de Puerto: 0% Bodega con 100% Consumibles.
- Condición 50% Consumibles con Bodega 80% Capacidad.
- Condición 50% Consumibles con Bodega 100% Capacidad.

A continuación se muestran las tablas con los resúmenes de pesos en las diferentes condiciones de cargas analizadas.

<i>CONDICIÓN SALIDA DE PUERTO</i>					
<i>Item Pesos</i>	<i>Peso Ton</i>	<i>VCG M</i>	<i>Mto. Vert Ton*m</i>	<i>LCG m</i>	<i>Mto. Long Ton*m.</i>
<i>Buque Liviano</i>	<i>28,777</i>	<i>1,830</i>	<i>52,66</i>	<i>7,998</i>	<i>230,16</i>
<i>Combustible</i>	<i>1,955</i>	<i>2,021</i>	<i>3,95</i>	<i>4,892</i>	<i>9,56</i>
<i>Agua Bebida</i>	<i>0,550</i>	<i>2,181</i>	<i>1,20</i>	<i>9,549</i>	<i>5,25</i>
<i>Tripulación</i>	<i>0,500</i>	<i>4,300</i>	<i>2,15</i>	<i>10,000</i>	<i>5,00</i>
<i>Provisiones</i>	<i>0,175</i>	<i>4,500</i>	<i>0,79</i>	<i>10,000</i>	<i>1,75</i>
<i>Red de Pesca</i>	<i>2,500</i>	<i>3,820</i>	<i>9,55</i>	<i>2,700</i>	<i>6,75</i>
<i>Carga</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,00</i>	<i>0,000</i>	<i>0,00</i>
<i>Lastre Fijo</i>	<i>0,550</i>	<i>0,831</i>	<i>1,20</i>	<i>12,570</i>	<i>6,91</i>
<i>Total</i>	<i>35,007</i>	<i>2,022</i>	<i>70,78</i>	<i>7,581</i>	<i>265,79</i>

*Referencia Vertical: Canto inferior exterior del alefriz en cuaderna maestra.*

*Referencia Longitudinal: Extremo de Popa.*

*Nota: Se ha considerado instalar cemento como lastre sólido en el espacio de acomodaciones con el objeto de mejorar las condiciones de trimado y de estabilidad.*

<i>CONDICIÓN BODEGA 80% CAPACIDAD CON 50% CONSUMIBLES</i>					
<i>Item</i>	<i>Peso Ton</i>	<i>VCG M</i>	<i>Mto. Vert Ton*m</i>	<i>LCG m</i>	<i>Mto. Long Ton*m.</i>
<i>Buque Liviano</i>	28,777	1,830	52,66	7,998	230,16
<i>Combustible</i>	0,978	1,812	1,81	5,281	5,27
<i>Agua Bebida</i>	0,275	1,897	0,53	9,548	2,65
<i>Tripulación</i>	0,500	4,300	2,15	10,000	5,00
<i>Provisiones</i>	0,088	4,500	0,40	10,000	0,88
<i>Red de Pesca</i>	2,500	3,820	9,55	2,700	6,75
<i>Carga</i>	17,000	1,712	29,10	7,048	119,82
<i>Lastre Fijo</i>	0,550	0,831	0,46	12,570	6,91
<i>Total</i>	50,668	1,907	96,61	7,404	175,02

<i>CONDICIÓN BODEGA 100% CAPACIDAD CON 50% CONSUMIBLES</i>					
<i>Item</i>	<i>Peso Ton</i>	<i>VCG M</i>	<i>Mto. Vert Ton*m</i>	<i>LCG m</i>	<i>Mto. Long Ton*m.</i>
<i>Buque Liviano</i>	28,777	1,830	52,66	7,998	230,16
<i>Combustible</i>	0,978	1,812	1,81	5,281	5,27
<i>Agua Bebida</i>	0,275	1,897	0,53	9,548	2,65
<i>Tripulación</i>	0,500	4,300	2,15	10,000	5,00
<i>Provisiones</i>	0,088	4,500	0,40	10,000	0,88
<i>Red de Pesca</i>	2,500	3,820	9,55	2,700	6,75
<i>Carga</i>	17,000	1,712	29,10	7,048	119,82
<i>Lastre Fijo</i>	0,550	0,831	0,46	12,570	6,91
<i>Total</i>	55,668	1,981	110,25	7,403	412,09

*Referencia Vertical: Canto inferior exterior del alefriz en cuaderna maestra.*

*Referencia Longitudinal: Extremo de Popa.*

## 2.6 CALCULO DEL TRIMADO Y FRANCOBORDO

El cálculo del francobordo y los trimados se realizarán evaluando el equilibrio hidrostático de la embarcación para las condiciones de carga anteriormente definidas.

Utilizando como plataforma de trabajo el módulo de cálculo hidrostático (*Hydromax*), específicamente la rutina que permite calcular la condición de equilibrio, se obtuvieron los siguientes resultados:

<b>RESUMEN DE TRIMADOS Y FRANCOBORDOS DEL NUEVO DISEÑO</b>			
	<b>CONDICION DE CARGA</b>		
<i>Item de Cálculo</i>	<i>Salida de Puerto</i>	<i>50% Consumibles Bodega 80%</i>	<i>50% Consumibles Bodega 100%</i>
<i>Calado Medio m.</i>	1,374	1,685	1,848
<i>Desplazamiento Kg.</i>	35007	50668	56668
<i>Calado Proa en m. *</i>	1,332	1,691	2,281
<i>Calado Popa en m. *</i>	1,416	1,680	2,254
<i>Calado en LCF en m.</i>	1,377	1,685	2,266
<i>Trimado m.</i>	0,084 ( <i>Popa</i> )	0,011 ( <i>Proa</i> )	0,026 ( <i>Proa</i> )
$L_{WL}$ m.	13,731	14,625	14,709
$B_{WL}$ m.	4,659	4,758	4,773
$C_P$	0,594	0,608	0,620
$C_B$	0,356	0,404	0,427
$C_M$	0,599	0,664	0,689
$C_{WL}$	0,736	0,785	0,804
<i>LCB m.</i>	7,913	7,473	7,510
<i>LCF m.</i>	7,493	8,055	8,127
<i>TPc Ton/cm</i>	0,483	0,560	0,549
<i>MTc Ton*m/cm</i>	0,326	0,470	0,512
<i>Francobordo m.</i>	0,990	0,680	0,520

*Referencia Vertical: Canto inferior exterior del alefriz en cuaderna maestra.*

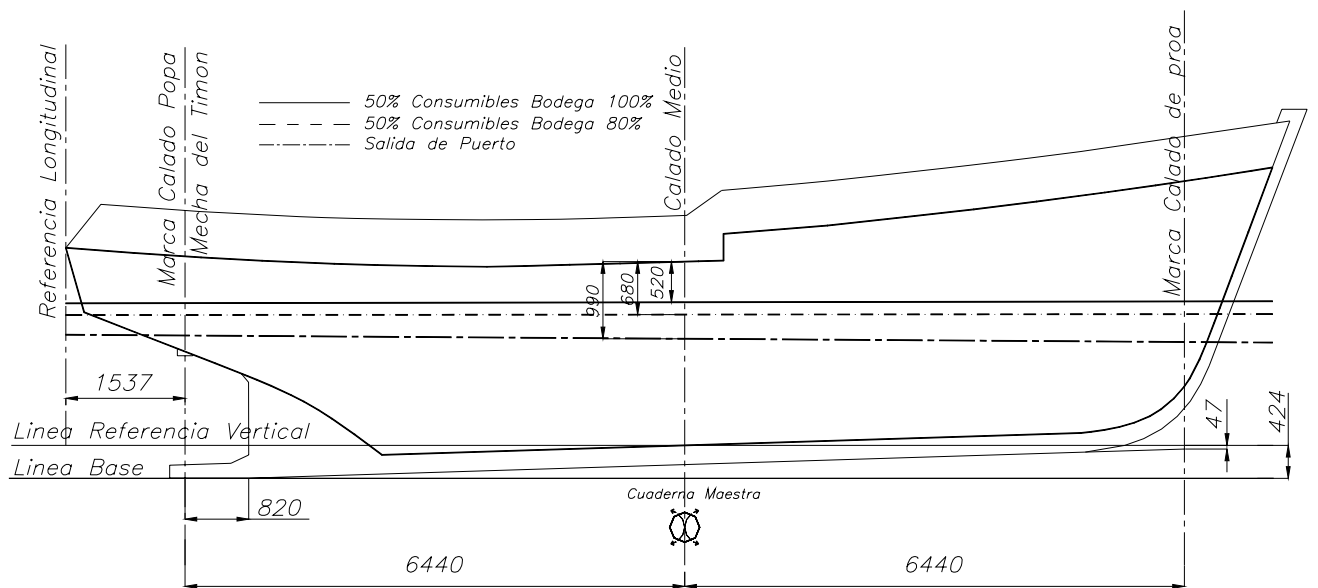
*Referencia Longitudinal: Extremo de Popa.*

*\* Calados hasta la línea de referencia vertical en marcas de calado. Ver figura página siguiente.*

De acuerdo con la información aplicable a embarcaciones menores extraída en el *volumen III de Fising Boat of the World*, el francobordo mínimo que garantiza una adecuada flotabilidad, varía linealmente con la eslora de la embarcación. Para nuestro caso este valor es del orden de 400mm, por lo cual el valor de francobordo obtenido para la condición de máxima carga resulta satisfactorio.

Además el máximo trimado es de 84mm por popa, obtenido para la condición de salida de puerto, resultando este valor satisfactorio para los propósitos del diseño.

En el figura se muestra de forma gráfica los resultados obtenidos del equilibrio hidrostático longitudinal para las diferentes condiciones de carga analizadas y las referencias vertical y longitudinal utilizadas para el cálculo de estabilidad posterior.



### *Trimado y Francobordo de la Embarcación y*

### *Referencias Vertical y Longitudinal Para el Cálculo Hidrostático y de Estabilidad*

## 2.7 ESTUDIO DE ESTABILIDAD

El principal criterio para evaluar la estabilidad intacta de un buque pesquero es lo establecido en la resolución A168 de la Inter-Governmental Maritime Organization (IMO).

Las recomendaciones de IMO se basan en un estudio estadístico de diferentes buques pesqueros accidentados, bajo diversas condiciones, a través del mundo.

El resultado del criterio conforma una guía que le permite al arquitecto o ingeniero naval discernir sobre la estabilidad del buque. Es importante hacer notar que un buque no es necesariamente inestable si no cumple con los criterios IMO, no obstante existirá una mayor probabilidad de que el buque se accidente debido a su condición de estabilidad cuando éste no cumple con el criterio.

Con relación al valor de la altura metacéntrica transversal inicial (GMt), establecida en esta regla, se ha decidido utilizar un valor igual a 350 (mm) según indica el criterio.

Con relación a las reservas de energía y a los brazos adrizantes, se han mantenido los valores indicados en la regla correspondiente y detallados a continuación.

El área bajo la curva de brazos adrizantes entre cero (0) y treinta (30) grados deberá ser mayor a 0,055 (metros\*radianes). El área bajo la curva de brazos adrizantes entre cero (0) y cuarenta (40) grados deberá ser mayor que 0,09 (metros\*radianes). El área bajo la curva de brazos adrizantes entre treinta (30) y cuarenta (40) grados deberá ser mayor que 0,03 (metros\*radianes). El brazo adrizante para un ángulo de treinta (30) grados deberá ser mayor que 0,2 metros y el brazo adrizante máximo de la curva de brazos adrizantes deberá ocurrir en un ángulo superior a veinticinco (25) grados.

Los criterios de estabilidad IMO actualmente son exigibles por la Autoridad Marítima y por lo tanto son utilizados para evaluar la estabilidad de los pesqueros menores. Adicionalmente, se puede utilizar como referencia un valor de GM igual o superior a 610mm o un valor superior al 10% de la manga del buque, si este último es mayor. Este criterio, publicado en Fishing Boats of the World, es solo referencial y de ayuda para el diseñador.

A fin de permitir evaluar el futuro comportamiento teórico que tendría la embarcación, se han simulado cinco condiciones de carga que pudiesen ser críticas para el buque. Estas condiciones son las siguientes :

1)- Condición de Buque Liviano: Si bien es cierto que esta condición no representa un estado real de operación del buque, será incluida en el estudio como información referencial. Esta condición de carga considera el peso del buque con todos aquellos ítemes que no son consumibles y que no están sujetos a cambios frecuentes. En este grupo se destaca: Lastres permanentes, líquidos en las maquinarias al nivel de operación, líquidos en todos los circuitos que normalmente los contienen, herramientas y repuestos, etc.

2)- Condición 00% carga y 100% consumibles: Esta condición corresponde al estado del buque antes de salir de puerto. En ésta, se consideran las bodegas vacías y los estanques de consumo general, dentro de los cuales se incluyen petróleo, agua dulce y aceite hidráulico, llenos a su máxima capacidad. Por su parte los pañoles de consumo también se encuentran al máximo de su capacidad.

3)- Condición 80% carga y 50% consumibles: Esta condición supone una salida de caladero con las bodegas al 80% de su máxima capacidad. Los estanques de consumo general, dentro de los cuales se incluyen petróleo, agua dulce y aceite hidráulico, se encuentran llenos en un cincuenta por ciento. Esta condición de carga del cincuenta por ciento se alcanza mediante una distribución de pesos en estanques llenos, todos al 50%. Por su parte, los pañoles de consumo, también se encuentran llenos en un cincuenta por ciento.

4)- Condición 100% carga y 50% consumibles: Esta condición supone una salida de caladero con las bodegas llenas a su máxima capacidad. Los estanques de consumo general, dentro de los cuales se incluyen petróleo, agua dulce y aceite hidráulico, se encuentran llenos en un cincuenta por ciento. Esta condición de carga del cincuenta por ciento se alcanza mediante una distribución de pesos en estanques llenos todos al 50%. Por su parte, los pañoles de consumo, también se encuentran llenos en un cincuenta por ciento.

5)- Condición 100% carga y 10% consumibles: Esta condición supone una llegada a puerto con las bodegas llenas a su máxima capacidad. Los estanques de consumo general, dentro de los cuales se incluyen petróleo, agua dulce y aceite lubricante, se encuentran llenos al 10%. Por su parte, los paños de consumo, también se encuentran llenos en un 10%.

Para todas las condiciones de cargas, exceptuando al buque liviano, se considera que la red de pesca se encuentra estibada sobre la cubierta principal en el sector del pozo de red. El bote auxiliar no se considera estibado sobre la cubierta.

La referencia vertical utilizada corresponde a la línea base (ver figura pagina 50) y la longitudinal al extremo de popa de la embarcación ubicada a 1537mm a popa de la cuaderna N°0 (eje mecha timón). El sentido positivo de la referencia vertical es de abajo hacia arriba y de popa hacia proa para la referencia longitudinal.



## 2.7.1 Reporte de Estabilidad, Condición N°1: BUQUE LIVIANO

### Floating Status

Draft FP	1.763 m	Heel	zero	GM(Solid)	0.755 m
Draft MS	1.649 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.000 m
Draft AP	1.535 m	Wind	0.0 kn	GM(Fluid)	0.755 m
Trim	fwd 0.228/13.463	Wave	No	KMT	3.010 m
LCG	8.000f m	VCG	2.255 m	TPcm	0.43

### Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	28.78	8.000f	0.000	2.255
Displacement	28.78	8.000f	0.000	2.255

### Fixed Weight Status

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
LIGHT SHIP	28.78	8.000f	0.000	2.255u
<b>Total Weight:</b>	<b>28.78</b>	<b>8.000f</b>	<b>0.000</b>	<b>2.255u</b>

### Displacer Status

Item	Status	Spgr	Displ (MT)	LCB (m)	TCB (m)	VCB (m)	Eff /Perm
casco	Intact	1.025	28.79	8.018f	0.000	1.192	1.000
<b>SubTotals:</b>			<b>28.79</b>	<b>8.018f</b>	<b>0.000</b>	<b>1.192</b>	

### CALADOS HASTA LINEA DE BASE EN PERPENDICULARES

#### Hydrostatic Properties

Draft is from Baseline.

Trim: fwd 0.228/13.463, No heel, VCG = 2.255

Draft at 7.980f (m)	Displ (MT)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPcm (MT/cm)	MTcm (MT-m /cm)	GML (m)	GM(Solid) (m)
1.644	28.789	8.018f	1.192	7.656f	0.43	0.27	12.644	0.755

Water Specific Gravity = 1.025.

Trim is per 13.46m

**ESTUDIO DE ESTABILIDAD PROYECTO DE TITULO  
CONDICION N°1 : BUQUE LIVIANO**

**Righting Arms vs Heel Angle**

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Righting Arm (m)	Area (m-Rad)	Trimming Moment (m-MT)	Flood Pt Height (m)
0.00	0.97f	1.508	0.000	0.000	0.000	2.718 (1)
5.00s	0.97f	1.496	0.065	0.003	0.010a	2.541 (1)
10.00s	0.97f	1.460	0.124	0.011	0.038a	2.357 (1)
15.00s	0.97f	1.400	0.175	0.024	0.084a	2.167 (1)
20.00s	0.97f	1.317	0.218	0.041	0.144a	1.971 (1)
25.00s	0.97f	1.212	0.255	0.062	0.218a	1.770 (1)
30.00s	0.97f	1.087	0.290	0.086	0.305a	1.566 (1)
35.00s	0.97f	0.947	0.317	0.112	0.396a	1.355 (1)
40.00s	0.97f	0.796	0.334	0.141	0.474a	1.137 (1)
45.00s	0.97f	0.637	0.342	0.170	0.532a	0.910 (1)
45.83s	0.97f	0.610	0.342	0.175	0.539a	0.872 (1)
50.00s	0.97f	0.474	0.338	0.200	0.567a	0.675 (1)
55.00s	0.97f	0.310	0.324	0.229	0.583a	0.431 (1)
60.00s	0.97f	0.145	0.305	0.257	0.584a	0.180 (1)

**Unprotected Flood Point**

Name	L,T,V (m)	Height (m)
(1) Trunk de Ventilacion	9.650f, 1.970s, 4.390	2.718

**INTERVALS OF AREA AND ENERGY**

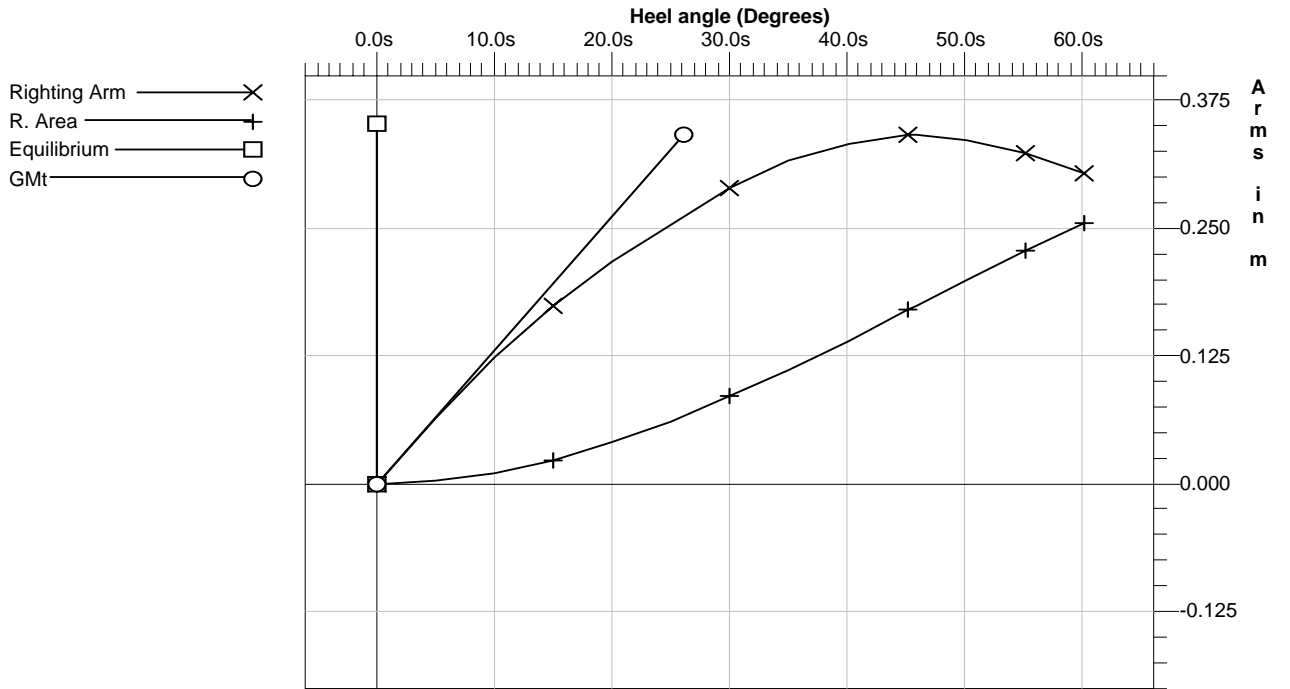
From	To	Area	Energy
0.00	30.00s	0.086	2.469
0.00	40.00s	0.141	4.052
30.00s	40.00s	0.055	1.583

Energy in m-MT.

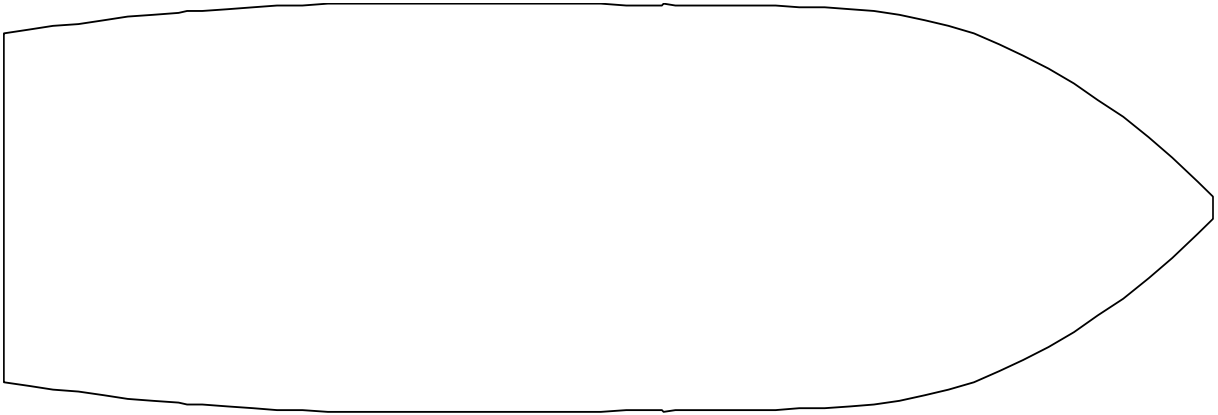
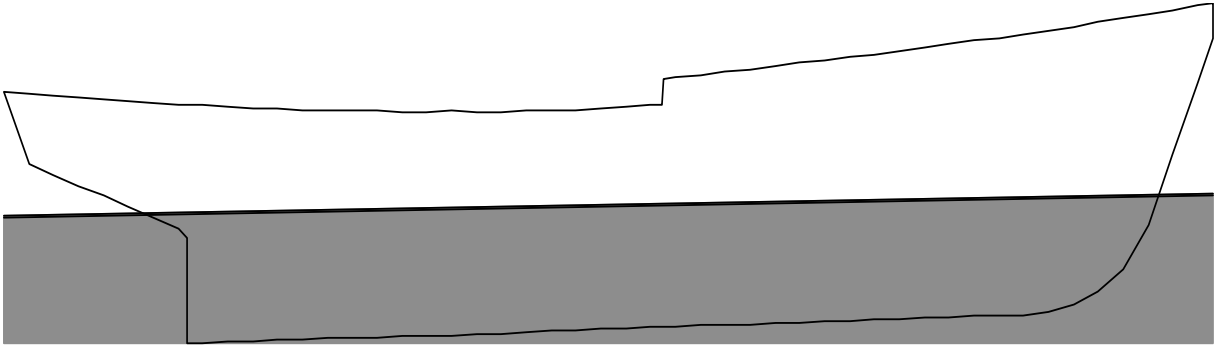
**REGLA IMO A168**

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Area from 0.00 deg to 30.00	>0.0550 m-R	0.086	0.031	Yes
(2) Area from 0.00 deg to 40.00 or Flood	>0.0900 m-R	0.141	0.051	Yes
(3) Area from 30.00 deg to 40.00 or Flood	>0.0300 m-R	0.055	0.025	Yes
(4) Righting Arm at 30.00 deg	>0.200 m	0.290	0.090	Yes
(5) Angle from 0.00 deg to MaxRA	>25.00 deg	45.83	20.83	Yes
(7) GM at Equilibrium	>0.350 m	0.755	0.405	Yes

### Righting Arms vs. Heel



**ESTUDIO DE ESTABILIDAD PROYECTO DE TITULO  
CONDICION N°1 : BUQUE LIVIANO**



## 2.7.2 Reporte de Estabilidad, Condición N°2: 00% Carga -100% Consumibles

### Floating Status

Draft FP	1.693 m	Heel	zero	GM(Solid)	0.680 m
Draft MS	1.811 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.011 m
Draft AP	1.930 m	Wind	0.0 kn	GM(Fluid)	0.668 m
Trim	aft 0.237/13.463	Wave	No	KMT	3.112 m
LCG	7.449f m	VCG	2.432 m	TPcm	0.50

### Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	28.78	8.000f	0.000	2.255
Deadweight	8.98	5.683f	0.001p	3.001
Displacement	37.76	7.449f	0.000	2.432

### Fixed Weight Status

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
LIGHT SHIP	28.78	8.000f	0.000	2.255u
LASTRE SOLIDO	1.00	12.570f	0.000	0.831u
PROVISIONES	0.17	10.000f	0.000	4.500u
RED DE PESCA	4.00	2.700f	0.000	3.800u
TRIPULACIÓN	0.50	10.000f	0.000	4.500u
<b>Total Fixed:</b>	<b>34.46</b>	<b>7.557f</b>	<b>0.000</b>	<b>2.437u</b>

### Tank Status

#### Petroleo (SpGr 0.870)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
FO-N°1BB.P	80.00%	0.15	9.523f	0.825p	2.288	0.980
FO-N°2EB.S	87.00%	0.98	4.387f	1.627s	1.893	0.980
FO-N°2BB.P	87.00%	0.98	4.387f	1.627p	1.893	0.980
<b>Subtotals:</b>	<b>86.45%</b>	<b>2.11</b>	<b>4.761f</b>	<b>0.060p</b>	<b>1.921</b>	

#### Aceite-Hidraulico (SpGr 0.924)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
HO-N°1EB.S	98.00%	0.25	11.737f	1.190s	2.228	0.980
<b>Subtotals:</b>	<b>98.00%</b>	<b>0.25</b>	<b>11.737f</b>	<b>1.190s</b>	<b>2.228</b>	

#### Pesca (SpGr 0.950)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
BODEGA-1EB.S	3.53%	0.43	7.031f	0.501s	0.709	0.800
<b>Subtotals:</b>	<b>1.76%</b>	<b>0.43</b>	<b>7.031f</b>	<b>0.501s</b>	<b>0.709</b>	

#### Agua-Dulce (SpGr 1.000)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
FW-N°1BB.P	100.00%	0.52	9.487f	0.750p	5.675	1.000
<b>Subtotals:</b>	<b>100.00%</b>	<b>0.52</b>	<b>9.487f</b>	<b>0.750p</b>	<b>5.675</b>	

### Displacer Status

Item	Status	Spgr	Displ (MT)	LCB (m)	TCB (m)	VCB (m)	Eff /Perm
casco	Intact	1.025	37.76	7.429f	0.000	1.322	1.000
<b>SubTotals:</b>			<b>37.76</b>	<b>7.429f</b>	<b>0.000</b>	<b>1.322</b>	

**CALADOS HASTA LINEA DE BASE EN PERPENDICULARES**

**Hydrostatic Properties**

**Draft is from Baseline.**

**Trim: aft 0.237/13.463, No heel, VCG = 2.432**

<b>Draft at 7.980f (m)</b>	<b>Displ (MT)</b>	<b>LCB (m)</b>	<b>VCB (m)</b>	<b>LCF (m)</b>	<b>TPcm (MT/cm)</b>	<b>MTcm (MT-m /cm)</b>	<b>GML (m)</b>	<b>GM(Fluid) (m)</b>
<b>1.816</b>	<b>37.756</b>	<b>7.429f</b>	<b>1.322</b>	<b>7.035f</b>	<b>0.50</b>	<b>0.37</b>	<b>13.343</b>	<b>0.668</b>

**Water Specific Gravity = 1.025.**

**Trim is per 13.46m**

**ESTUDIO DE ESTABILIDAD PROYECTO DE TITULO  
CONDICION N°2 : SALIDA DE PUERTO**

**Righting Arms vs Heel Angle**

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Righting Arm (m)	Area (m-Rad)	Trimming Moment (m-MT)	Flood Pt Height (m)
0.00	1.01a	1.957	0.000	0.000	0.000	2.603 (1)
5.00s	1.01a	1.945	0.058	0.003	0.010a	2.426 (1)
10.00s	1.01a	1.910	0.113	0.010	0.042a	2.241 (1)
15.00s	1.01a	1.850	0.160	0.022	0.092a	2.049 (1)
20.00s	1.01a	1.767	0.199	0.038	0.159a	1.853 (1)
25.00s	1.01a	1.663	0.227	0.056	0.234a	1.653 (1)
28.45s	1.01a	1.582	0.232	0.070	0.279a	1.508 (1)
30.00s	1.01a	1.545	0.231	0.076	0.297a	1.441 (1)
35.00s	1.01a	1.417	0.219	0.096	0.332a	1.218 (1)
40.00s	1.01a	1.279	0.197	0.114	0.345a	0.987 (1)
45.00s	1.01a	1.132	0.166	0.130	0.345a	0.748 (1)
50.00s	1.01a	0.980	0.127	0.143	0.339a	0.502 (1)
55.00s	1.01a	0.823	0.082	0.152	0.330a	0.251 (1)
60.00s	1.01a	0.663	0.032	0.157	0.316a	-0.004 (1)

**Unprotected Flood Point**

Name	L,T,V (m)	Height (m)
(1) Trunk de Ventilacion	9.650f, 1.970s, 4.390	2.603

**INTERVALS OF AREA AND ENERGY**

From	To	Area	Energy
0.00	30.00s	0.076	2.889
0.00	40.00s	0.114	4.323
30.00s	40.00s	0.038	1.434
0.00	60.00s*	0.157	5.947
30.00s	60.00s*	0.081	3.059

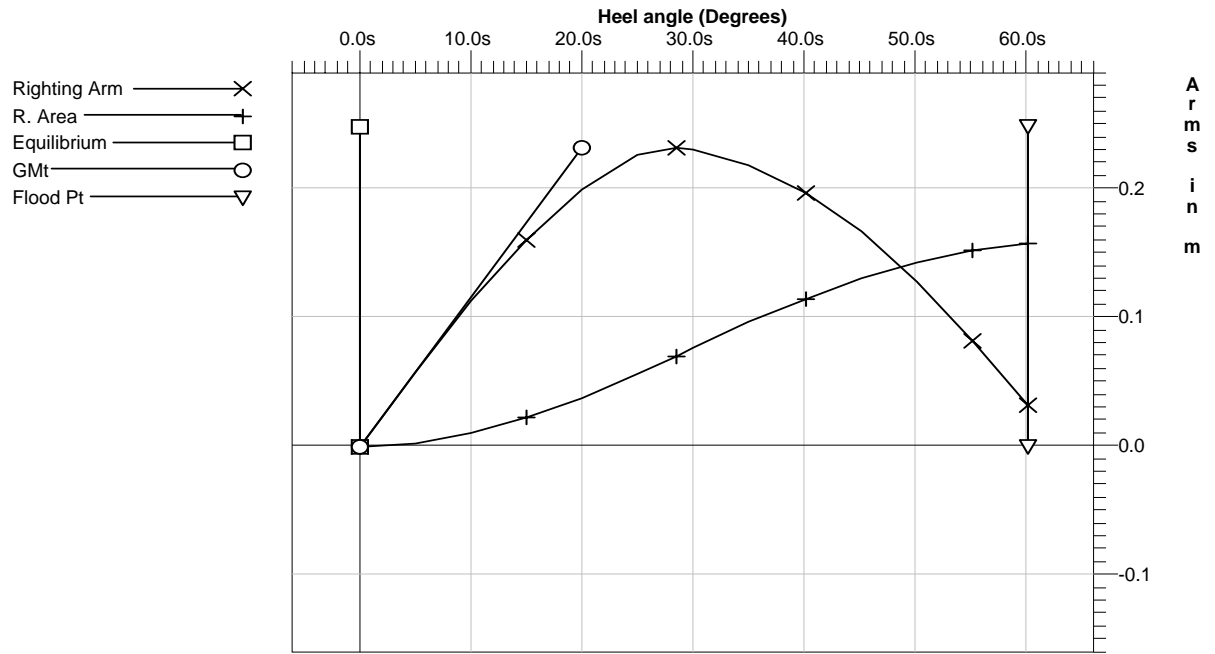
Energy in m-MT.

\* Flood pt. immersion.

**REGLA IMO A168**

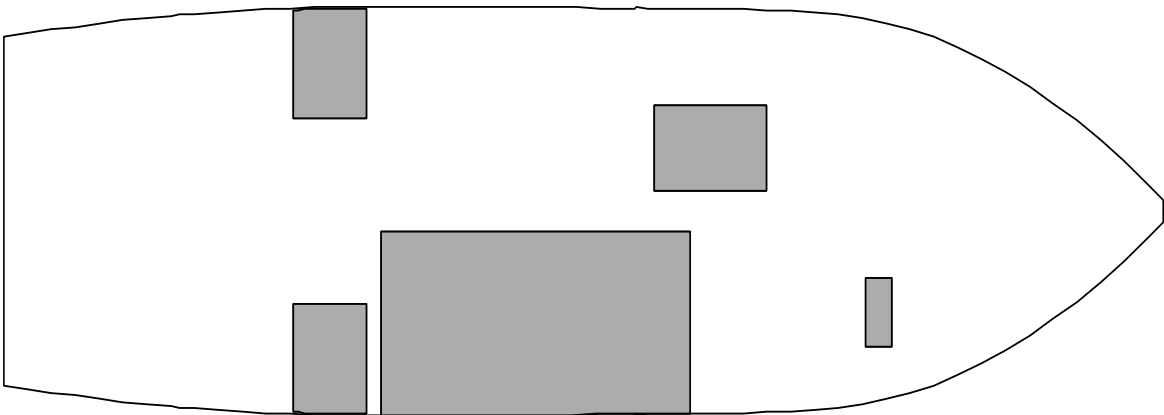
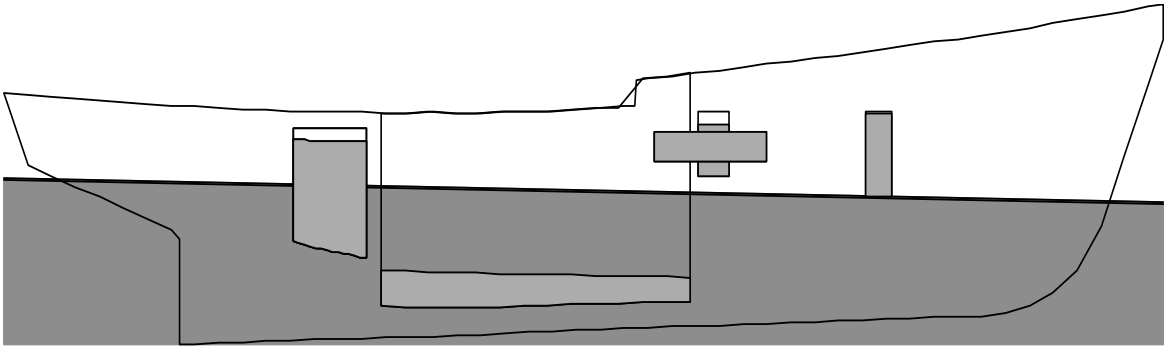
Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Area from 0.00 deg to 30.00	>0.0550 m-R	0.076	0.021	Yes
(2) Area from 0.00 deg to 40.00 or Flood	>0.0900 m-R	0.114	0.024	Yes
(3) Area from 30.00 deg to 40.00 or Flood	>0.0300 m-R	0.038	0.008	Yes
(4) Righting Arm at 30.00 deg	>0.200 m	0.231	0.031	Yes
(5) Angle from 0.00 deg to MaxRA	>25.00 deg	28.45	3.45	Yes
(7) GM at Equilibrium	>0.350 m	0.668	0.318	Yes

### Righting Arms vs. Heel









**ESTUDIO DE ESTABILIDAD PROYECTO DE TITULO  
CONDICION N°2 : SALIDA DE PUERTO**



**Fluid Legend**

Fluid Name	Legend	Weight (MT)	Load%
Petroleo		2.11	86.45%
Aceite-Hidraulico		.25	98.00%
Pesca		.43	1.76%
Agua-Dulce		.52	100.00%

### 2.7.3 Reporte de Estabilidad, Condición N°3: 80% Carga - 50% Consumibles

#### Floating Status

Draft FP	2.111 m	Heel	port 0.11 deg.	GM(Solid)	0.884 m
Draft MS	2.168 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.097 m
Draft AP	2.224 m	Wind	0.0 kn	GM(Fluid)	0.787 m
Trim	aft 0.112/13.463	Wave	No	KMT	3.062 m
LCG	7.372f m	VCG	2.178 m	TPcm	0.57

#### Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	28.78	8.000f	0.000	2.255
Deadweight	27.31	6.711f	0.003p	2.098
Displacement	56.09	7.372f	0.002p	2.178

#### Fixed Weight Status

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
LIGHT SHIP	28.78	8.000f	0.000	2.255u
LASTRE SOLIDO	1.00	12.570f	0.000	0.831u
PROVISIONES	0.09	10.000f	0.000	4.500u
RED DE PESCA	4.00	2.700f	0.000	3.800u
TRIPULACIÓN	0.50	10.000f	0.000	4.500u
<b>Total Fixed:</b>	<b>34.37</b>	<b>7.550f</b>	<b>0.000</b>	<b>2.432u</b>

#### Tank Status

##### Petroleo (SpGr 0.870)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
FO-N°1BB.P	98.00%	0.19	9.523f	0.825p	2.355	0.980
FO-N°2EB.S	45.99%	0.52	4.400f	1.550s	1.638	0.980
FO-N°2BB.P	45.99%	0.52	4.400f	1.551p	1.638	0.980
<b>Subtotals:</b>	<b>50.08%</b>	<b>1.22</b>	<b>5.188f</b>	<b>0.127p</b>	<b>1.749</b>	

##### Aceite-Hidraulico (SpGr 0.924)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
HO-N°1EB.S	90.00%	0.23	11.737f	1.190s	2.188	0.980
<b>Subtotals:</b>	<b>90.00%</b>	<b>0.23</b>	<b>11.737f</b>	<b>1.190s</b>	<b>2.188</b>	

##### Pesca (SpGr 0.950)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
BODEGA-1BB.P	83.00%	10.00	7.122f	1.163p	1.724	0.800
BODEGA-1EB.S	83.00%	10.00	7.122f	1.162s	1.724	0.800
<b>Subtotals:</b>	<b>83.00%</b>	<b>20.00</b>	<b>7.122f</b>	<b>0.000</b>	<b>1.724</b>	

##### Agua-Dulce (SpGr 1.000)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
FW-N°1BB.P	50.00%	0.26	9.478f	0.751p	5.588	1.000
<b>Subtotals:</b>	<b>50.00%</b>	<b>0.26</b>	<b>9.478f</b>	<b>0.751p</b>	<b>5.588</b>	

**Displacer Status**

Item	Status	Spgr	Displ (MT)	LCB (m)	TCB (m)	VCB (m)	Eff /Perm
casco	Intact	1.025	56.09	7.367f	0.003p	1.546	1.000
<b>SubTotals:</b>			<b>56.09</b>	<b>7.367f</b>	<b>0.003p</b>	<b>1.546</b>	

**CALADOS HASTA LINEA DE BASE EN PERPENDICULARES****Hydrostatic Properties**

Draft is from Baseline.

Trim: aft 0.112/13.463, heel: port 0.11 deg., VCG = 2.178

Draft at 7.980f (m)	Displ (MT)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPcm (MT/cm)	MTcm (MT-m /cm)	GML (m)	GM(Fluid) (m)
2.170	56.090	7.367f	1.546	6.812f	0.57	0.51	12.295	0.787

Water Specific Gravity = 1.025.

Trim is per 13.46m

**ESTUDIO DE ESTABILIDAD PROYECTO DE TITULO  
CONDICION N°3 : SALIDA DE CALADERO 80% CARGA - 50% CONSUMIBLES**

**Righting Arms vs Heel Angle**

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Righting Arm (m)	Area (m-Rad)	Trimming Moment (m-MT)	Flood Pt Height (m)
0.11p	0.48a	2.236	0.000	0.000	0.000	2.238 (1)
5.11p	0.48a	2.225	0.069	0.003	0.007a	2.404 (1)
10.11p	0.48a	2.190	0.136	0.012	0.026a	2.558 (1)
15.11p	0.48a	2.133	0.201	0.027	0.056a	2.699 (1)
20.11p	0.48a	2.063	0.244	0.046	0.076a	2.817 (1)
25.11p	0.48a	1.982	0.266	0.069	0.068a	2.910 (1)
30.11p	0.48a	1.887	0.274	0.092	0.041a	2.980 (1)
30.14p	0.48a	1.886	0.274	0.093	0.041a	2.980 (1)
35.11p	0.48a	1.780	0.268	0.116	0.006a	3.025 (1)
40.11p	0.48a	1.662	0.250	0.139	0.031a	3.046 (1)
45.11p	0.48a	1.534	0.223	0.160	0.068a	3.041 (1)
50.11p	0.48a	1.396	0.190	0.178	0.105a	3.011 (1)
55.11p	0.48a	1.251	0.151	0.193	0.140a	2.957 (1)
60.11p	0.48a	1.099	0.109	0.204	0.175a	2.878 (1)

**Unprotected Flood Point**

Name	L,T,V (m)	Height (m)
(1) Trunk de Ventilacion	9.650f, 1.970s, 4.390	2.238

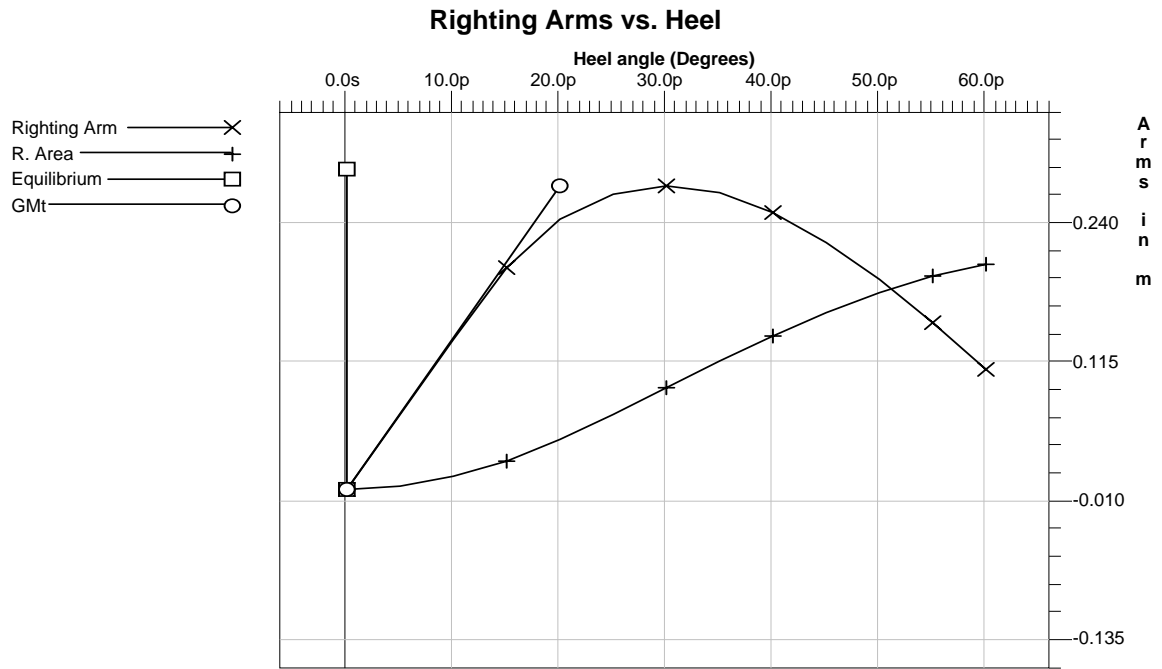
**INTERVALS OF AREA AND ENERGY**

From	To	Area	Energy
0.11p	30.11p	0.092	5.182
0.11p	40.11p	0.139	7.784
30.11p	40.11p	0.046	2.602

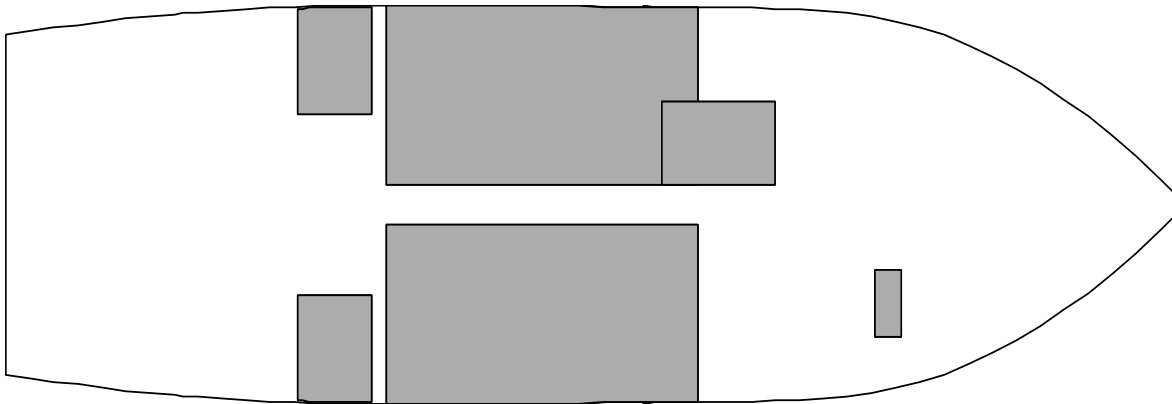
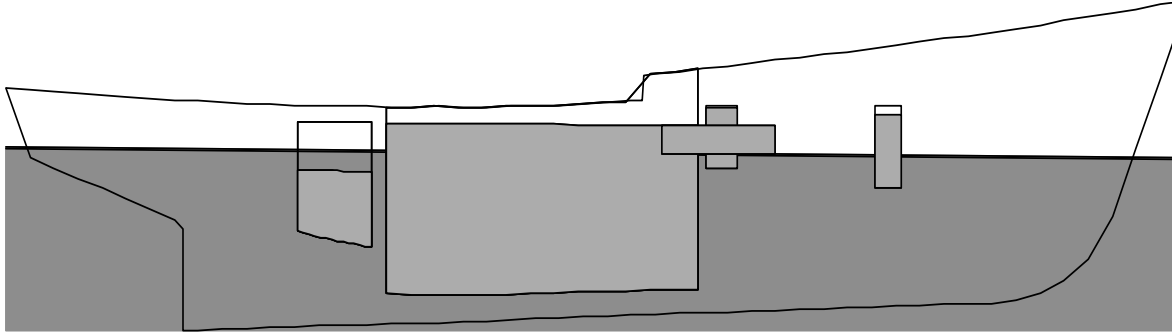
Energy in m-MT.

**REGLA IMO A168**





Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Area from 0.00 deg to 30.00	>0.0550 m-R	0.092	0.037	Yes
(2) Area from 0.00 deg to 40.00 or Flood	>0.0900 m-R	0.139	0.049	Yes
(3) Area from 30.00 deg to 40.00 or Flood	>0.0300 m-R	0.046	0.016	Yes
(4) Righting Arm at 30.00 deg	>0.200 m	0.274	0.074	Yes
(5) Angle from 0.00 deg to MaxRA	>25.00 deg	30.03	5.03	Yes
(7) GM at Equilibrium	>0.350 m	0.787	0.437	Yes



**ESTUDIO DE ESTABILIDAD PROYECTO DE TITULO  
CONDICION N°3 : SALIDA DE CALADERO 80% CARGA - 50% CONSUMIBLES**



**Fluid Legend**

Fluid Name	Legend	Weight (MT)	Load%
Petroleo		1.22	50.08%
Aceite-Hidraulico		.23	90.00%
Pesca		20.00	83.00%
Agua-Dulce		.26	50.00%

## 2.7.4 Reporte de Estabilidad, Condición N°4: 100% Carga - 50% Consumibles

### Floating Status

Draft FP	2.182 m	Heel	0.01 deg.	GM(Solid)	1.067 m
Draft MS	2.203 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.007 m
Draft AP	2.224 m	Wind	0.0 kn	GM(Fluid)	1.060 m
Trim	aft 0.043/13.463	Wave	No	KMT	3.051 m
LCG	7.421f m	VCG	1.984 m	TPcm	0.57

### Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	28.78	7.998f	0.000	1.830
Deadweight	28.89	6.847f	0.000	2.137
Displacement	57.67	7.421f	0.000	1.984

### Fixed Weight Status

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
LIGHT SHIP	28.78	7.998f	0.000	1.830u
PROVISIONES	0.10	10.000f	0.000	4.000u
RED DE PESCA	2.50	2.700f	0.000	3.820u
TRIPULACIÓN	0.50	10.880f	0.000	4.400u
<b>Total Fixed:</b>	<b>31.88</b>	<b>7.634f</b>	<b>0.000</b>	<b>2.033u</b>

### Tank Status

#### Petroleo (SpGr 0.870)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
FO-N°1BB.P	50.00%	0.07	9.473f	0.825p	2.175	0.980
FO-N°2EB.S	49.99%	0.56	4.399f	1.561s	1.665	0.980
FO-N°2BB.P	49.99%	0.56	4.399f	1.561p	1.665	0.980
<b>Subtotals:</b>	<b>49.99%</b>	<b>1.20</b>	<b>4.704f</b>	<b>0.050p</b>	<b>1.696</b>	

#### Aceite-Hidraulico (SpGr 0.924)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
HO-N°1EB.S	90.00%	0.23	11.737f	1.190s	2.188	0.980
<b>Subtotals:</b>	<b>90.00%</b>	<b>0.23</b>	<b>11.737f</b>	<b>1.190s</b>	<b>2.188</b>	

#### Pesca (SpGr 0.950)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
BODEGA-1BB.P	100.00%	12.05	7.211f	1.188p	1.892	0.800
BODEGA-1EB.S	100.00%	12.05	7.211f	1.188s	1.892	0.800
<b>Subtotals:</b>	<b>100.00%</b>	<b>24.10</b>	<b>7.211f</b>	<b>0.000</b>	<b>1.892</b>	

#### Agua-Dulce (SpGr 1.000)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
FW-N°1BB.P	50.00%	0.26	9.484f	0.750p	5.588	1.000
<b>Subtotals:</b>	<b>50.00%</b>	<b>0.26</b>	<b>9.484f</b>	<b>0.750p</b>	<b>5.588</b>	

**Displacer Status**

Item	Status	Spgr	Displ (MT)	LCB (m)	TCB (m)	VCB (m)	Eff /Perm
casco	Intact	1.025	57.68	7.420f	0.000	1.563	1.000
<b>SubTotals:</b>			<b>57.68</b>	<b>7.420f</b>	<b>0.000</b>	<b>1.563</b>	

**CALADOS HASTA LINEA DE BASE EN PERPENDICULARES****Hydrostatic Properties**

Draft is from Baseline.

Trim: aft 0.043/13.463, heel: 0.01 deg., VCG = 1.984

Draft at 8.270f (m)	Displ (MT)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPcm (MT/cm)	MTcm (MT-m /cm)	GML (m)	GM(Fluid) (m)
2.203	57.676	7.420f	1.563	6.842f	0.57	0.54	12.626	1.060

Water Specific Gravity = 1.025.

Trim is per 13.46m



**ESTUDIO DE ESTABILIDAD PROYECTO DE TITULO  
CONDICION N°4 : SALIDA DE CALADERO 100% CARGA - 50% CONSUMIBLES**

**Righting Arms vs Heel Angle**

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Righting Arm (m)	Area (m-Rad)	Trimming Moment (m-MT)	Flood Pt Height (m)
0.01s	0.18a	2.229	0.000	0.000	0.000	1.691 (1)
5.01s	0.18a	2.218	0.093	0.004	0.007a	1.516 (1)
10.01s	0.18a	2.183	0.184	0.016	0.025a	1.335 (1)
15.01s	0.18a	2.127	0.272	0.036	0.051a	1.150 (1)
20.01s	0.18a	2.059	0.335	0.063	0.066a	0.953 (1)
25.01s	0.18a	1.978	0.378	0.094	0.053a	0.745 (1)
30.01s	0.18a	1.885	0.405	0.128	0.021a	0.529 (1)
35.01s	0.18a	1.779	0.416	0.164	0.018a	0.307 (1)
36.68s	0.18a	1.742	0.417	0.176	0.031a	0.232 (1)
40.01s	0.18a	1.663	0.414	0.200	0.058a	0.080 (1)
41.77s	0.18a	1.620	0.411	0.213	0.072a	0.000 (1)
45.01s	0.18a	1.537	0.402	0.236	0.098a	-0.149 (1)
50.01s	0.18a	1.401	0.381	0.270	0.137a	-0.380 (1)
55.01s	0.18a	1.256	0.354	0.302	0.174a	-0.609 (1)
60.01s	0.18a	1.104	0.321	0.332	0.211a	-0.836 (1)

**Unprotected Flood Point**

Name	L,T,V (m)	Height (m)
(1) Trunk de Ventilacion	9.650f, 1.970s, 3.890	1.691

**INTERVALS OF AREA AND ENERGY**

From	To	Area	Energy
0.01s	30.01s	0.128	7.397
0.01s	40.01s	0.200	11.562
30.01s	40.01s	0.072	4.165
0.01s	41.77s*	0.213	12.290
30.01s	41.77s*	0.085	4.893

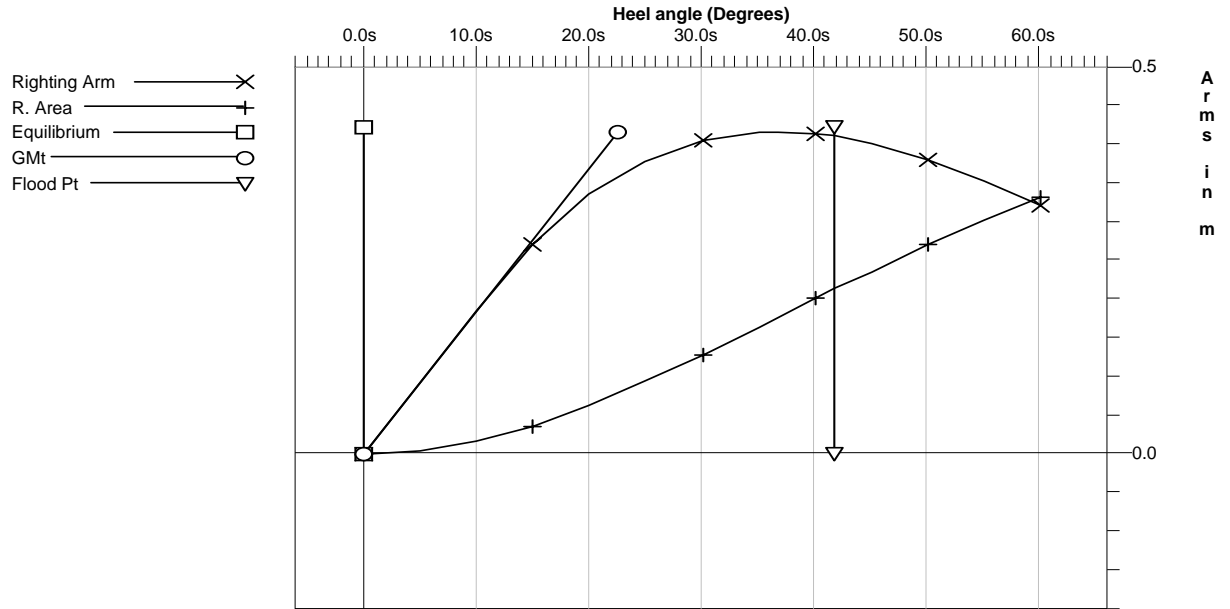
Energy in m-MT.

\* Flood pt. immersion.

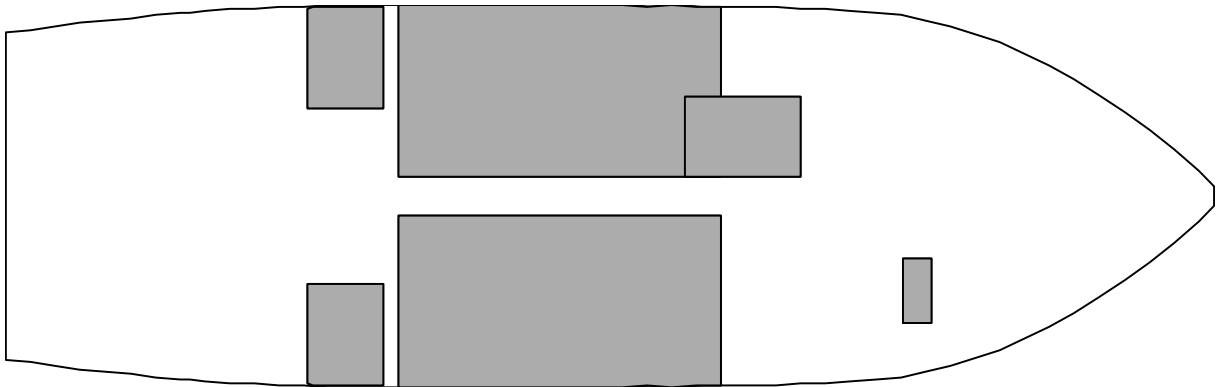
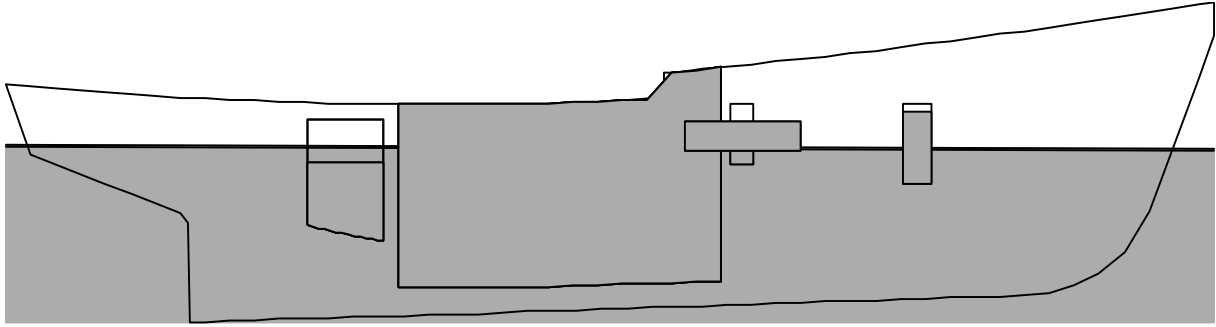
**REGLA IMO A168**

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Area from 0.00 deg to 30.00	>0.0550 m-R	0.128	0.073	Yes
(2) Area from 0.00 deg to 40.00 or Flood	>0.0900 m-R	0.200	0.110	Yes
(3) Area from 30.00 deg to 40.00 or Flood	>0.0300 m-R	0.072	0.042	Yes
(4) Righting Arm at 30.00 deg	>0.200 m	0.405	0.205	Yes
(5) Angle from 0.00 deg to MaxRA	>25.00 deg	36.67	11.67	Yes
(7) GM at Equilibrium	>0.350 m	1.060	0.710	Yes

### Righting Arms vs. Heel



**ESTUDIO DE ESTABILIDAD PROYECTO DE TITULO  
CONDICION N°4 : SALIDA DE CALADERO 100% CARGA - 50% CONSUMIBLES**



**Fluid Legend**

Fluid Name	Legend	Weight (MT)	Load%
Petroleo		1.20	49.99%
Aceite-Hidraulico		.23	90.00%
Pesca		24.10	100.00%
Agua-Dulce		.26	50.00%

## 2.7.5 Reporte de Estabilidad, Condición N°5: 100% Carga -10% Consumibles

### Floating Status

Draft FP	2.221 m	Heel	stbd 0.09 deg.	GM(Solid)	0.835 m
Draft MS	2.229 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.003 m
Draft AP	2.238 m	Wind	0.0 kn	GM(Fluid)	0.832 m
Trim	aft 0.017/13.463	Wave	No	KMT	3.046 m
LCG	7.432f m	VCG	2.211 m	TPcm	0.57

### Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	28.78	8.000f	0.000	2.255
Deadweight	30.25	6.891f	0.003s	2.170
Displacement	59.03	7.432f	0.001s	2.211

### Fixed Weight Status

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
LIGHT SHIP	28.78	8.000f	0.000	2.255u
LASTRE SOLIDO	1.00	12.570f	0.000	0.831u
PROVISIONES	0.09	10.000f	0.000	4.500u
RED DE PESCA	4.00	2.700f	0.000	3.800u
TRIPULACIÓN	0.50	10.000f	0.000	4.500u
<b>Total Fixed:</b>	<b>34.37</b>	<b>7.550f</b>	<b>0.000</b>	<b>2.432u</b>

### Tank Status

#### Petroleo (SpGr 0.870)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
FO-N°1BB.P	98.00%	0.19	9.523f	0.825p	2.355	0.980
FO-N°2EB.S	4.01%	0.05	4.505f	1.274s	1.242	0.980
FO-N°2BB.P	4.01%	0.05	4.505f	1.273p	1.242	0.980
<b>Subtotals:</b>	<b>11.40%</b>	<b>0.28</b>	<b>7.897f</b>	<b>0.557p</b>	<b>1.995</b>	

#### Aceite-Hidraulico (SpGr 0.924)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
HO-N°1EB.S	90.00%	0.23	11.737f	1.190s	2.188	0.980
<b>Subtotals:</b>	<b>90.00%</b>	<b>0.23</b>	<b>11.737f</b>	<b>1.190s</b>	<b>2.188</b>	

#### Pesca (SpGr 0.950)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
BODEGA-1BB.P	100.00%	12.05	7.211f	1.188p	1.892	0.800
BODEGA-1EB.S	100.00%	12.05	7.211f	1.188s	1.892	0.800
<b>Subtotals:</b>	<b>100.00%</b>	<b>24.10</b>	<b>7.211f</b>	<b>0.000</b>	<b>1.892</b>	

#### Agua-Dulce (SpGr 1.000)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
FW-N°1BB.P	10.00%	0.05	9.480f	0.746p	5.518	1.000
<b>Subtotals:</b>	<b>10.00%</b>	<b>0.05</b>	<b>9.480f</b>	<b>0.746p</b>	<b>5.518</b>	

**Displacer Status**

Item	Status	Spgr	Displ (MT)	LCB (m)	TCB (m)	VCB (m)	Eff /Perm
casco	Intact	1.025	59.03	7.431f	0.002s	1.579	1.000
<b>SubTotals:</b>			<b>59.03</b>	<b>7.431f</b>	<b>0.002s</b>	<b>1.579</b>	

**CALADOS HASTA LINEA DE BASE EN PERPENDICULARES****Hydrostatic Properties**

Draft is from Baseline.

Trim: aft 0.017/13.463, heel: stbd 0.09 deg., VCG = 2.211

Draft at 7.980f (m)	Displ (MT)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPcm (MT/cm)	MTcm (MT-m /cm)	GML (m)	GM(Fluid) (m)
2.230	59.030	7.431f	1.579	6.845f	0.57	0.54	12.284	0.832

Water Specific Gravity = 1.025.

Trim is per 13.46m

**ESTUDIO DE ESTABILIDAD PROYECTO DE TITULO  
CONDICION N°5 : LLEGADA A PUERTO 100% CARGA 10% CONSUMIBLES**

**Righting Arms vs Heel Angle**

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Righting Arm (m)	Area (m-Rad)	Trimming Moment (m-MT)	Flood Pt Height (m)
0.09s	0.07a	2.240	0.000	0.000	0.000	2.159 (1)
5.09s	0.07a	2.228	0.073	0.003	0.006a	1.982 (1)
10.09s	0.07a	2.194	0.145	0.013	0.023a	1.796 (1)
15.09s	0.07a	2.138	0.212	0.028	0.047a	1.600 (1)
20.09s	0.07a	2.071	0.255	0.049	0.058a	1.388 (1)
25.09s	0.07a	1.992	0.279	0.072	0.039a	1.161 (1)
30.09s	0.07a	1.900	0.288	0.097	0.004a	0.924 (1)
30.31s	0.07a	1.895	0.288	0.098	0.002a	0.913 (1)
35.09s	0.07a	1.796	0.282	0.122	0.036a	0.676 (1)
40.09s	0.07a	1.681	0.264	0.146	0.078a	0.421 (1)
45.09s	0.07a	1.556	0.237	0.168	0.118a	0.161 (1)
48.14s	0.07a	1.475	0.218	0.180	0.143a	0.000 (1)
50.09s	0.07a	1.421	0.204	0.187	0.158a	-0.103 (1)
55.09s	0.07a	1.278	0.166	0.203	0.196a	-0.368 (1)
60.09s	0.07a	1.126	0.123	0.216	0.233a	-0.632 (1)

**Unprotected Flood Point**

Name	L,T,V (m)	Height (m)
(1) Trunk de Ventilacion	9.650f, 1.970s, 4.390	2.159

**INTERVALS OF AREA AND ENERGY**

From	To	Area	Energy
0.09s	30.09s	0.097	5.731
0.09s	40.09s	0.146	8.613
30.09s	40.09s	0.049	2.882
0.09s	48.14s*	0.180	10.625
30.09s	48.14s*	0.083	4.894

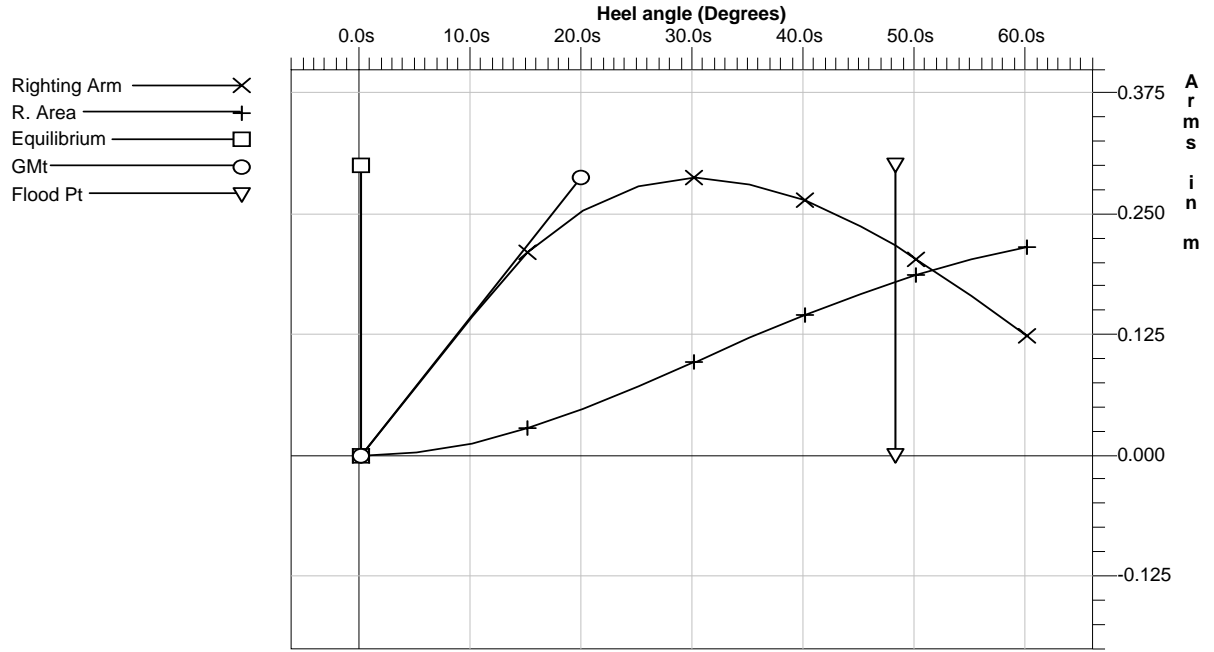
Energy in m-MT.

\* Flood pt. immersion.

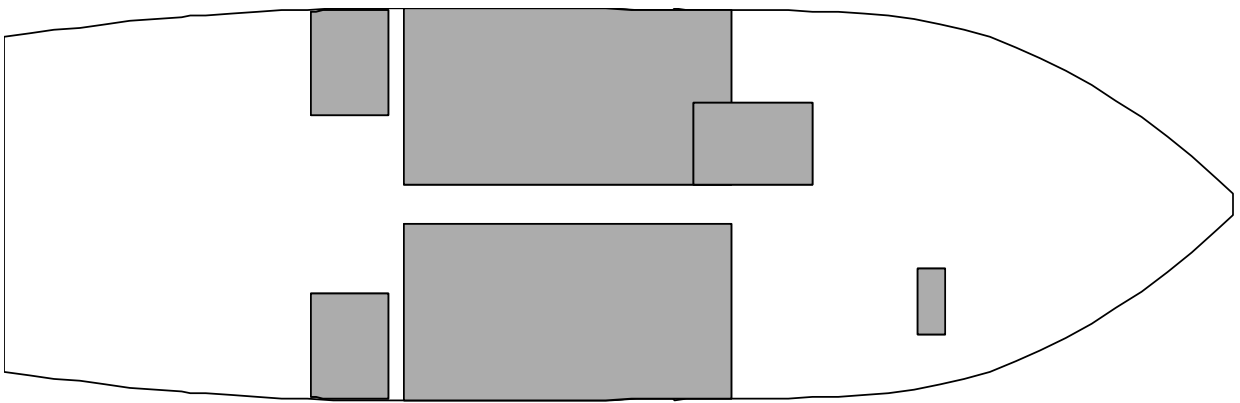
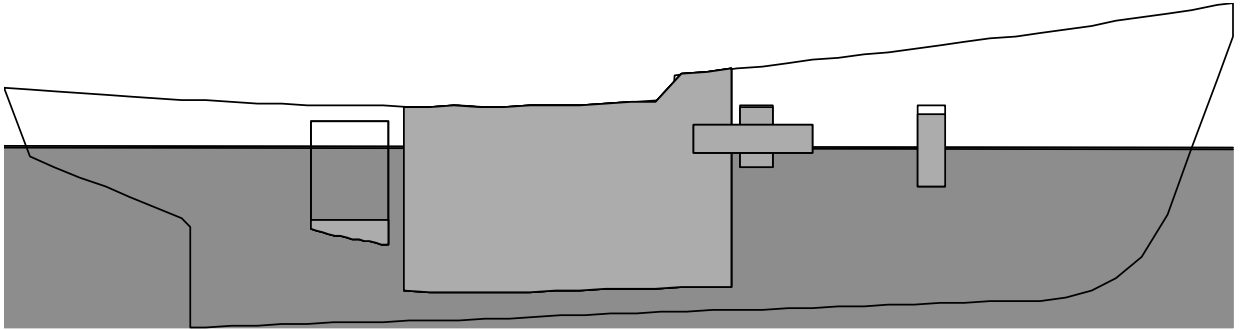
**REGLA IMO A168**

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Area from 0.00 deg to 30.00	>0.0550 m-R	0.097	0.042	Yes
(2) Area from 0.00 deg to 40.00 or Flood	>0.0900 m-R	0.146	0.056	Yes
(3) Area from 30.00 deg to 40.00 or Flood	>0.0300 m-R	0.049	0.019	Yes
(4) Righting Arm at 30.00 deg	>0.200 m	0.288	0.088	Yes
(5) Angle from 0.00 deg to MaxRA	>25.00 deg	30.22	5.22	Yes
(7) GM at Equilibrium	>0.350 m	0.832	0.482	Yes

### Righting Arms vs. Heel



**ESTUDIO DE ESTABILIDAD PROYECTO DE TITULO  
CONDICION N°5 : LLEGADA A PUERTO 100% CARGA 10% CONSUMIBLES**



**Fluid Legend**

Fluid Name	Legend	Weight (MT)	Load%
Petroleo		.28	11.40%
Aceite-Hidraulico		.23	90.00%
Pesca		24.10	100.00%
Agua-Dulce		.05	10.00%



### 2.7.6 Recomendación Adicional

Adicionalmente a lo analizado con las curvas de brazos adrizantes, existe una recomendación para los buques pesqueros de cerco que es evaluar el efecto producido por la red con pescado al costado del buque. Esta recomendación dice que la escora por efecto del tiro del equipo de pesca no será superior a  $10^\circ$ , es decir:

$$GZ_{10^\circ} \geq h$$

Donde:

$h$  = Brazo escorante producido por el tiro de la red y que puede ser calculado de la siguiente forma:

$$h = \frac{F_m}{\Delta} \sqrt{Y^2 + (Z - d)^2}$$

$F_m$  = Fuerza máxima de tiro del winche.

$Y$  = Distancia entre el plano de crujía y el punto de aplicación de la fuerza de tiro.

$Z$  = Distancia entre la línea base y el punto de aplicación de la fuerza de tiro.

$d$  = Calado medio del buque, medido desde la línea base, en la condición de carga estudiada.

La condición de carga analizada, bajo esta recomendación, será la condición de salida de puerto por ser ésta la más desfavorable para evaluar la escora producida por el tiro del winche. Por lo tanto tenemos que:

$$GZ_{10^\circ} = 0,113 \text{ m. (condición salida de puerto)}$$

$$F_m = 1000 \text{ kg. (información obtenida de tabla fabricante del winche a instalar)}$$

$$Y = 2,50 \text{ m.}$$

$$Z = 3,420 \text{ m.}$$

$$d = 1,811 \text{ m.}$$

$$h = \frac{1000}{37760} \sqrt{2,5^2 + (3,420 - 1,811)^2} = 0.082$$

$$h = 0.082 \text{ m.}$$

$$0,113 \geq 0,082 \quad \therefore \Rightarrow \text{Cumple.}$$

### 2.7.7 Conclusiones

Teniendo en cuenta los antecedentes de estabilidad adjuntos, para las distintas condiciones de carga analizadas, se puede concluir que el buque cumple con los criterios de estabilidad establecidos en la regla IMO A-168.

Además de cumplir con los criterios relacionados con el área bajo la curva de brazos adrizantes, la embarcación cumple satisfactoriamente con la recomendación que considera el efecto del tiro de los equipos de pesca cuando la red con pescado se encuentra al costado del buque. De esta recomendación se deduce que el máximo tiro, del equipo instalado, recomendable para esta embarcación en su condición de carga más desfavorable es de *1400 kg*.

Como normas generales de operación, las siguientes consideraciones deberán tenerse presentes:

- 1)- Se deberá mantener un detallado y estricto cumplimiento del control de los pesos a bordo, permitiendo de esta manera garantizar la buena estabilidad de la embarcación.
- 2)- En condiciones de mal tiempo, la escotilla de bodega no es recomendable que sea utilizada como bodega de carga, restringiendo la capacidad de bodega hasta la cubierta principal.

- 3)- Las bodegas siempre deberán ser llenadas de forma equilibrada, manteniendo ángulos de escoras aceptables y evitando corrimientos violentos de la carga de una banda a otra. Se deberá prestar especial atención en mantener las guillotinas, que comunican ambas bodegas, cerradas en las operaciones de carga y descarga, abriéndolas cuando se tenga suficiente certeza de que las bodegas están compensadas y que no existe peligro al comunicarlas.
- 4)- La tripulación deberá mantener limpios y operativos los portales de desagüe existentes en la cubierta superior.
- 5) En condiciones de mar agitado, la tripulación deberá mantener permanentemente cerradas todas las escotillas y accesos que comunican bajo la cubierta principal, incluida la escotilla de bodega.
- 6) En condiciones de mar agitado, las dos plumas y el pescante deberán ser puestos en posición baja, con las espías en suficiente tensión, para evitar que se produzcan movimientos transversales violentos.
- 7) Las sentinas deberán mantenerse permanentemente secas.

## 2.8 CALCULO DE LA POTENCIA EFECTIVA

### 2.8.1 Introducción

La resistencia total y la potencia efectiva del casco se calcularán utilizando como plataforma de trabajo el programa Navcad. El método numérico de predicción de potencia utilizado por el programa corresponde al propuesto por Holtrop J., en "*A Statistical Re-Analysis of Resistance and Propulsion Data*", *International Shipbuilding Progress*, Vol. 31, No. 363 Nov 1984.

Este método fue realizado de una colección de datos de 334 modelos de buques tanques, graneleros, pesqueros, remolcadores, porta contenedores y artefactos militares. Aplicable a buques de una y dos hélices será utilizado para predecir la resistencia total de nuestra embarcación para la condición de viaje de pruebas.

A continuación se muestran los parámetros y rangos de validez que restringen la aplicación de este método.

Parámetros:

- Número de Propulsores: 1 o 2
- Coeficiente Prismático: 0.55 - 0.85
- $L_{wl}/B_{wl}$ : 3.90 - 14.9
- $B_{wl}/T$ : 2.10 - 4.0
- Número de Froude: 0.10 - 0.80

### 2.8.2 Datos de Entrada

Los datos de entrada requeridos por el programa se resumen en la tabla mostrada a continuación. En esta tabla se especifica el método utilizado por el programa y las características del volumen sumergido de la embarcación para la condición de diseño.

Como el cálculo de la potencia efectiva corresponde a la condición de viaje de pruebas, no se considera en esta etapa el efecto del viento y el estado del mar.

<b>PREDICCIÓN DE POTENCIA EFECTIVA</b>			
<i>Ítem de cálculo</i>		<i>Método de Predicción</i>	
<i>Casco Desnudo</i>		<i>Holtrop 1984</i>	
<i>Apéndices del Casco</i>		<i>% Resistencia Casco Desnudo</i>	
<i>Resistencia por Viento</i>		<i>Método simple de Viento por Proa</i>	
<i>Estado de mar</i>		<i>Método simple de olas por Proa</i>	
<b>DATOS DE ENTRADA DEL CASCO</b>			
<i>Dimensiones Principales del Buque</i>		<i>Dimensiones Secundarias del Buque</i>	
$L_{WL}$	14,63 m.	<i>LCB (popa PPr)</i>	7,48 m.
$B_{WL}$	4,76 m.	<i>Área Bulbo (PPr)</i>	-----
$T_{MEDIO}$	1,85 m.	<i>Centro Bulbo</i>	-----
<i>Desplazamiento</i>	53321 Kg.	<i>Área Espejo Sum.</i>	0,00 m <sup>2</sup>
<i>Trimado</i>	0,06 m.	<i>Forma Secc. Popa</i>	<i>Normal</i>
$C_M$	0,665	<i>½ Ángulo Entrada</i>	34,0°
$C_{WL}$	0,785	<i>Correlación</i>	0,00076
<i>Sup. Mojada</i>	73,00 m <sup>2</sup>	<i>Modelo-Buque</i>	<i>(estimado)</i>
<b>DATOS DE ENTRADA ADICIONALES</b>			
<i>Resistencia por Apéndices</i>		<i>Resistencia por Estado de Mar</i>	
<i>Porcentaje Rbh</i>	5%		
<i>Resistencia por Viento</i>		<i>Estado de mar</i>	-----
<i>Velocidad del Viento</i>	0 Kn	<i>Dirección</i>	
<i>Dirección del Viento</i>	0°(proa popa)	<i>de las olas</i>	-----
<i>Área Transversal Exp.</i>	15,0 m <sup>2</sup>		

Nota: La resistencia por aire corresponde a la resistencia del viento para la velocidad de éste igual a cero nudos.

### 2.8.3 Resultados Obtenidos de la Predicción

A continuación se detallan los resultados entregados por el programa.

<b>RESULTADOS DE LA PREDICCIÓN</b>								
<i>Vel</i>	<i>Fn</i>	<i>Rn*1e7</i>	<i>SLR</i>	<i>Cf</i>	<i>Cr</i>	<i>Ct</i>		
3,00	0,129	1,900	0,433	0,002692	0,001162	0,004613		
4,00	0,172	2,533	0,577	0,002568	0,001124	0,004452		
5,00	0,215	3,167	0,722	0,002479	0,001246	0,004485		
6,00	0,258	3,800	0,866	0,002409	0,001890	0,005059		
7,00	0,301	4,434	1,010	0,002352	0,003927	0,007039		
8,00	0,344	5,067	1,155	0,002305	0,005955	0,009020		
8,50	0,365	5,384	1,227	0,002283	0,007594	0,010637		
9,00	0,387	5,700	1,299	0,002264	0,010585	0,013609		
9,50	0,408	6,017	1,371	0,002245	0,014158	0,017163		
10,0	0,429	6,334	1,443	0,002228	0,015287	0,018275		
10,5	0,451	6,650	1,516	0,002197	0,015602	0,018574		
<i>Vel</i>	<i>R-bh</i>	<i>Epwr-bh</i>	<i>R-app</i>	<i>Epwr-wa</i>	<i>R-wind</i>	<i>R-seas</i>	<i>R-total</i>	<i>Epwr-t</i>
<i>Kn</i>	<i>N</i>	<i>HP</i>	<i>N</i>	<i>HP</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>HP</i>
3,00	411	0,9	21	0,9	28	-----	460	1,0
4,00	706	1,9	35	2,0	50	-----	791	2,2
5,00	1111	3,8	56	4,0	78	-----	1245	4,3
6,00	1805	7,5	90	7,8	112	-----	2007	8,3
7,00	3418	16,5	171	17,3	153	-----	3742	18,1
8,00	5720	31,6	286	33,2	199	-----	6206	34,3
8,50	7616	44,7	381	46,9	225	-----	8222	48,2
9,00	10923	67,8	546	71,2	252	-----	11722	72,8
9,50	15350	100,6	767	105,6	281	-----	16399	107,5
10,0	18110	124,9	905	131,2	312	-----	19327	133,3
10,5	20293	147,0	1015	154,3	344	-----	21651	156,8

Además de los resultados obtenidos de la predicción de la potencia efectiva, el programa entrega un resumen con los significados de la simbología utilizada y la revisión de los parámetros y rangos de validez.

<b>REVISIÓN DE LOS PARÁMETROS</b>			
<i>Ítem</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Valor</i>
<i>Fn (mínimo)</i>	<i>0,1</i>	<i>0,8</i>	<i>0,13</i>
<i>Fn (máximo)</i>	<i>0,1</i>	<i>0,8</i>	<i>0,45</i>
<i>Lwl/Bwl</i>	<i>3,9</i>	<i>14,9</i>	<i>3,07 (*)</i>
<i>Cp</i>	<i>0,55</i>	<i>0,85</i>	<i>0,61</i>
<i>Bwl/T</i>	<i>2,1</i>	<i>4,0</i>	<i>2,57</i>
<i>(*) Resultado Fuera de Rango</i>			
<b>SIMBOLOGÍA</b>			
<i>Vel</i>	<i>Velocidad del Buque</i>		
<i>Fn</i>	<i>Número de Froude</i>		
<i>Rn</i>	<i>Número de Reynolds</i>		
<i>SLR</i>	<i>Relación Velocidad Longitud en Nudos/Pies<sup>0.5</sup></i>		
<i>Cf</i>	<i>Coeficiente de Fricción, basado en ITTC-1957</i>		
<i>Cr</i>	<i>Coeficiente de Resistencia Residual</i>		
<i>Ct</i>	<i>Coeficiente de Resistencia Total del Casco desnudo</i>		
<i>R – bh</i>	<i>Resistencia Casco Desnudo</i>		
<i>Epwr – bh</i>	<i>Potencia Efectiva Casco Denudo</i>		
<i>R – app</i>	<i>Resistencia Adicional por Apéndices</i>		
<i>Epwr – wa</i>	<i>Potencia Efectiva de Casco desnudo y Apéndices</i>		
<i>R – Wind</i>	<i>Resistencia Adicional por Viento</i>		
<i>R – Seas</i>	<i>Resistencia Adicional por Olas</i>		
<i>R – Total</i>	<i>Resistencia Total del Buque</i>		
<i>Epwr – t</i>	<i>Potencia Efectiva Total</i>		

A pesar de que uno de los parámetros se encuentra fuera de rango, este método es el que mejor se adapta a la geometría del volumen sumergido y por lo tanto se considerará válido para el cálculo de la potencia efectiva.

Como la potencia efectiva calculada anteriormente corresponde a los EHP requeridos para la condición de viaje de pruebas, se considerará un margen global de un 35% para obtener la potencia necesaria en la condición de servicio. Este margen representa los incrementos de potencia necesarios para compensar el efecto producido por el viento, mal tiempo, fouling y otros. Por lo tanto los EHP para la condición de servicio se obtendrán de la siguiente igualdad.

$$\text{EHP}_{cs} = \text{EHP}_{vp} * 1,35$$

Por otra parte sabemos que la velocidad de servicio considerada es de 9 nudos y que por lo tanto debemos obtener la potencia requerida para esta velocidad. De los resultados obtenidos con *Navcad* sabemos que la potencia requerida para 9 nudos en la condición de viaje de prueba es de 72,8HP. En consecuencia la potencia para obtener una velocidad de 9 nudos en condición de servicio es igual a:

$$\text{EHP}_{cs} = 72,8 * 1,35 = 98,3 \text{ HP}$$

A continuación se muestra un gráfico de potencia efectiva en función de la velocidad del buque para la condición de viaje de prueba y condición de servicio.

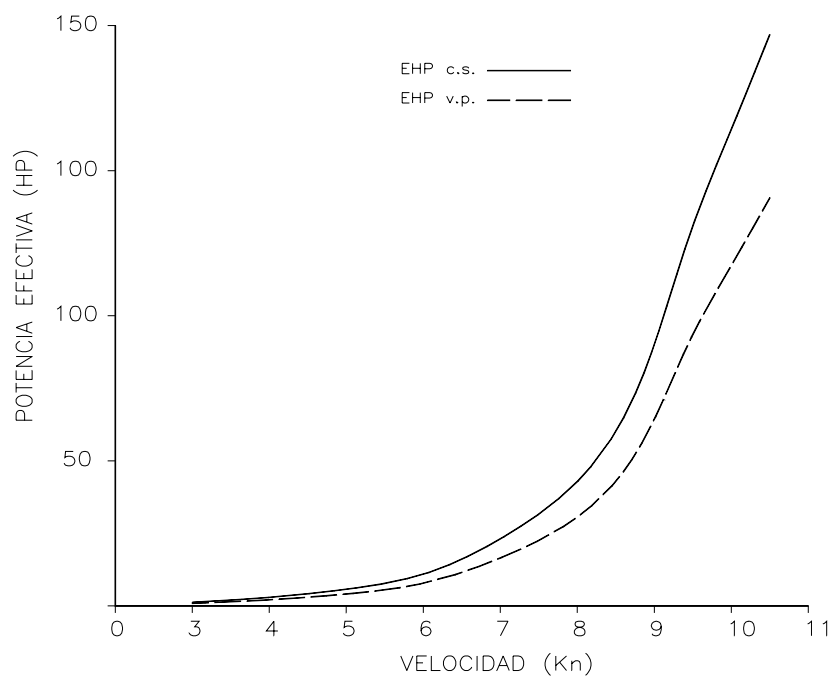


Gráfico de Velocidad v/s Potencia Efectiva



### 2.8.4 Elección del Motor

Para obtener la potencia requerida por el motor debemos considerar la siguiente igualdad.

$$\frac{EHP}{BHP} = \eta_H * \eta_0 * \eta_{rr} * \eta_m$$

Donde

$$\eta_H = \frac{1-t}{1-w} \rightarrow \text{Rendimiento del Casco.}$$

$w \rightarrow$  Coeficiente de Estela.

$t \rightarrow$  Coeficiente de Empuje.

$\eta_0 \rightarrow$  Rendimiento del Propulsor Aislado.

$\eta_{rr} \rightarrow$  Rendimiento Rotativo Relativo.

$\eta_m \rightarrow$  Rendimiento Mecánico.

Los coeficientes propulsivos y los rendimientos fueron estimados utilizando las herramientas del programa Navcad, sin embargo en el rendimiento mecánico se asumió un valor característico. Estos valores se detallan a continuación.

$$w = 0,1903$$

$$t = 0,2424$$

$$\eta_H = \frac{1-0,2410}{1-0,1864} = 0,9329$$

$$\eta_0 = 0,4887$$

$$\eta_{rr} = 1,0125$$

$$\eta_m = 0,97$$

Por lo tanto la potencia requerida por el motor será igual a

$$\frac{EHP}{BHP} = 0,9329 * 0,5161 * 1,0142 * 0,97 = 0,4736 \Rightarrow BHP \approx 190HP$$

Del cálculo de la potencia requerida por el motor, para navegar en condiciones de servicio a una velocidad de 9 nudos, se concluye que se deberá instalar un motor con una potencia continua de 198HP.

Dentro de las alternativas de motores marinos comerciales se ha elegido un motor Daewoo modelo MD136T de 200HP a 2200 RPM. Este motor, además de cumplir con los requerimientos de potencia representa la mejor alternativa de costo beneficio para el proyecto.

## **2.9 CALCULO DEL PROPULSOR**

Para obtener las características del propulsor se utilizará el módulo “análisis del propulsor óptimo” del programa *Navcad*, el cual nos entregará el diámetro, paso y la relación de áreas mínima no cavitante.

Para obtener las características del propulsor se probaron diferentes relaciones de reducción y se recalcularon los valores hasta dar con la hélice óptima, es decir la que entregó el mayor rendimiento.

Hay que mencionar que la hélice obtenida del cálculo no utilizaremos la máxima potencia continua del motor, dejando un resguardo de potencia de un 10%. Por consiguiente la potencia utilizada del motor es de 190 hp y la velocidad de servicio se restringe a 8,8 nudos, siendo este valor aún satisfactorio para los propósitos del proyecto.

Las condiciones y los parámetros del diseño requeridos por el programa se resumen en la siguiente tabla.

<b>CÁLCULO DEL PROPULSOR ÓPTIMO</b>			
<b>CONDICIONES Y PARÁMETROS DEL DISEÑO</b>			
<i>Serie del Propulsor</i>		<i>Serie-B Wageningen</i>	
<i>Método de Mínimo BAR</i>		<i>Burrill 10% de Cavitación</i>	
<i>Velocidad del Buque</i>	<i>8,8 Kn.</i>	<i>Coefficiente de Estela</i>	<i>0,1904</i>
<i>Diámetro Máximo</i>	<i>1,15 m.</i>	<i>Coefficiente de Empuje</i>	<i>0,2425</i>
<i>Potencia Motor</i>	<i>190 HP</i>	<i>Coef. Rotativo Relativo</i>	<i>1,1025</i>
<i>RPM Motor</i>	<i>2200 RPM</i>	<i>Relación de Reducción</i>	<i>1: 3,46</i>
<i>Prioridad de Ecuaciones</i>			
<i>1 Utilizar la Máxima Potencia</i>	<i>2 Max. Eficiencia</i>	<i>3 Límite de Cavitación</i>	
<i>Datos del Propulsor</i>			
<i>Número de Prop.</i>	<i>1</i>	<i>Rendimiento Mecánico</i>	<i>0,97</i>
<i>Número de palas</i>	<i>3</i>	<i>Inmersión idel Eje</i>	<i>1,22 m</i>

Una vez ingresados los valores mostrados en la tabla de arriba, se obtuvieron del programa los siguientes resultados.

<b>PROPULSOR ÓPTIMO</b>					
<i>Relación de Reducción</i>			<i>1 : 3,46</i>		
<i>Velocidad de Diseño del Propulsor</i>			<i>635,84 RPM</i>		
<i>Diámetro</i>			<i>1,04 m.</i>		
<i>Paso</i>			<i>0,62 m.</i>		
<i>Relación de Áreas</i>			<i>0,45 m.</i>		
<i>Condiciones del Análisis</i>					
<i>Prop-Rn</i>	<i>7,160 e6</i>	<i>Thr/pr</i>	<i>18097 N</i>	<i>Press</i>	<i>6,84 Psi</i>
<i>J</i>	<i>0,3321</i>	<i>Dthr-t</i>	<i>13710 N</i>	<i>Tau</i>	<i>0,164</i>
<i>Kt</i>	<i>0,1334</i>	<i>Epwr-mx</i>	<i>83,2 HP</i>	<i>Sigma</i>	<i>0,367</i>
<i>Kq</i>	<i>0,0144</i>	<i>Torque</i>	<i>2039 Nm</i>	<i>MinBar</i>	<i>0,4887</i>
<i>P-eff</i>	<i>0,4887</i>	<i>Dpwr/pr</i>	<i>179,8 HP</i>		
<i>OPC</i>	<i>0,4491</i>	<i>Spwr-t</i>	<i>185,3 HP</i>		

<b>SIMBOLOGÍA</b>	
<i>J</i>	<i>Coeficiente de Avance</i>
<i>Kt</i>	<i>Coeficiente de Empuje</i>
<i>Kq</i>	<i>Coeficiente de Torque</i>
<i>P-eff</i>	<i>Rendimiento del Propulsor Aislado</i>
<i>OPC</i>	<i>Coeficiente Propulsivo Total</i>
<i>Thr/pr</i>	<i>Empuje del Propulsor Aislado</i>
<i>Dthr-t</i>	<i>Empuje Total Entregado</i>
<i>Epwr-mx</i>	<i>Potencia Efectiva Total</i>
<i>Torque</i>	<i>Torque del Propulsor Aislado</i>
<i>Dpwr/pr</i>	<i>DHP por Propulsor</i>
<i>Spwr-t</i>	<i>Potencia Total en el Eje</i>
<i>Press</i>	<i>Presión en la Pala del Propulsor</i>
<i>Tau</i>	<i>Coeficiente de Carga-Empuje (Burrill)</i>
<i>Sigma</i>	<i>Numero de Cavitación Local (Burrill)</i>
<i>MinBar</i>	<i>Mínima Relación de Área Recomendada</i>

*Nota:* El diámetro máximo ingresado corresponde a la distancia total de la abertura del codaste menos un 15% para mantener un claro mínimo entre el extremo de las palas y la estructura del codaste.

## **2.10 CÁLCULO DEL TIMÓN Y SU MECHA**

Se ha considerado instalar un timón del tipo plancha plana donde sus dimensiones principales quedan definidas de la siguiente manera:

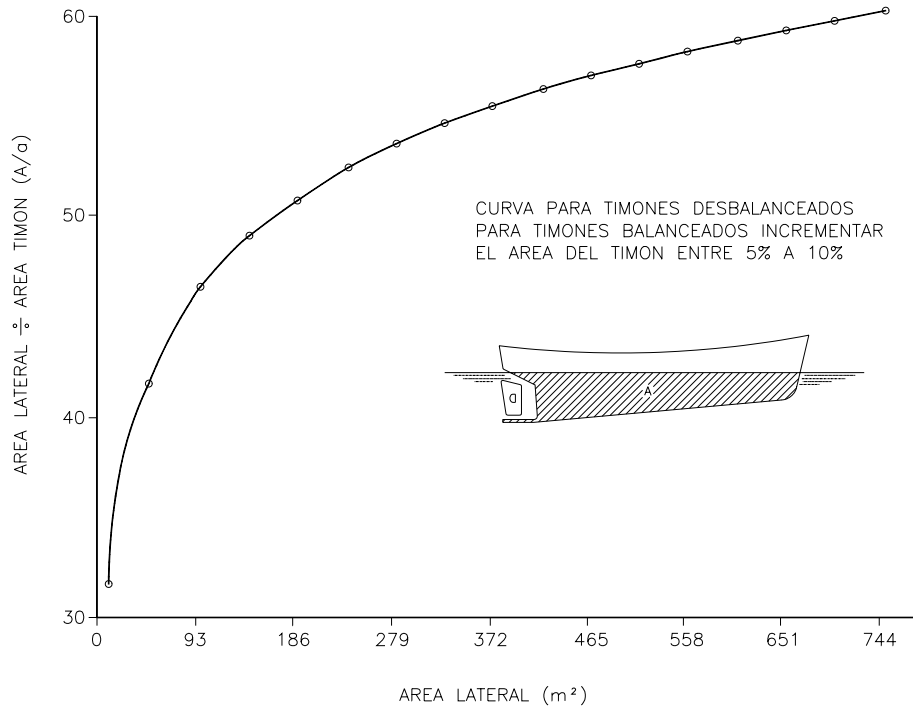
*E* → *Envergadura.*

*C* → *Cuerda.*

*t* → *Espesor.*

*d* → *Distancia del Borde de Entrada al Eje del Timón.*

Para obtener el área del timón utilizaremos el gráfico mostrado abajo, el cual relaciona el área del timón con el área del plano lateral del volumen sumergido.



### *Área Lateral & Área del Timón para buques pesqueros menores.*

El área de la pala es:

$$A_r = E * C$$

Del gráfico anterior sabemos que el área del timón corresponde a un 2,85% del área lateral proyectada del volumen sumergido  $A_L$ .

$$A_r = \frac{A_L}{37} = \frac{23}{37} \approx 0,62 \text{ m}^2$$

Para timones balanceados esta área será incrementada en un 10%.

$$A_r = 0,62 * 1,1 = 0,68 \text{ m}^2$$

De acuerdo a la forma del codaste, la envergadura admisible es de 1,18m, por lo tanto la cuerda será igual a:

$$C = \frac{A_r}{E} = \frac{0,68}{1,18} \approx 0,6 \text{ m}$$

La relación de aspecto  $a$  de la pala es:

$$a = \frac{E}{C} = \frac{1,18}{0,60} \approx 2$$

El ángulo de stall a babor  $[\alpha_s]_{BB}$  para hélice de giro derecho es igual a:

$$[\alpha_s]_{BB} = 34 - 4a = 34 - 4 * 2 = 26^\circ$$

El ángulo de stall a estribor  $[\alpha_s]_{EB}$  es igual a:

$$[\alpha_s]_{EB} = 45,6 - 5,2a = 45,6 - 5,2 * 2 = 35,2^\circ$$

La distancia del borde de ataque de la pala y el eje del timón  $d$  es igual a:

$$d = 0,20 * C = 0,2 * 0,6 = 0,12 \text{ m}$$

El diámetro del eje según Bureau Veritas es igual a:

$$D = D_1 + 10 * m * \frac{c}{b}$$

$D$  = Diámetro del eje del Timón.

$D_1$  = Diámetro Tabular.

$m$  = Factor de corrección diámetro Tabular (obtenido de tabla).

$c$  = Distancia del borde de ataque a la línea de eje.

$b$  = Distancia del borde de salida a la línea de eje.

$$D = 49 + 10 * 0,4 * \frac{0,12}{0,48} = 50 \text{ mm}$$

El espesor de la pala, según este reglamento, no deberá ser inferior a:

$$t = 9 \text{ mm (Obtenido de tabla).}$$

## 2.11 CÁLCULO DE ARQUEO

### 2.11.1 Identificación de la Nave

Nombre	: Francisco I
Matrícula	: Sin información
Armador	: Rodrigo Fernández Villarroel.
Rut	: 12.759.247-0
Domicilio	: Los Avellanos 78 – Calbuco
Año de Construcción	: 2004
Lugar de Construcción	: Calbuco
Material de Construcción	: Madera
Constructor	: Sin información

### 2.11.2 Dimensiones Principales

Eslora Total	: 16,040	m.
Eslora de Reglamento	: 16,040	m.
Manga Máxima	: 4,800	m.
Puntal	: 2,300	m.

### 2.11.3 Arqueo de la Nave

El cálculo se basa en el "Reglamento Nacional de Arqueo de Naves" publicado en el diario Oficial No. 36.884 del 9 de Febrero de 2001. Aprobado por decreto supremo No. 289 del 5 de diciembre de 2000.

### 2.11.4 Convenciones

Todas las medidas usadas en el cálculo de los volúmenes de los espacios cerrados corresponden al sistema métrico decimal las cuales fueron redondeadas al centímetro más próximo.

### 2.11.5 Planos de Referencia

Plano de Arreglo General	: N°P0010
Plano de Líneas	: N°P0020

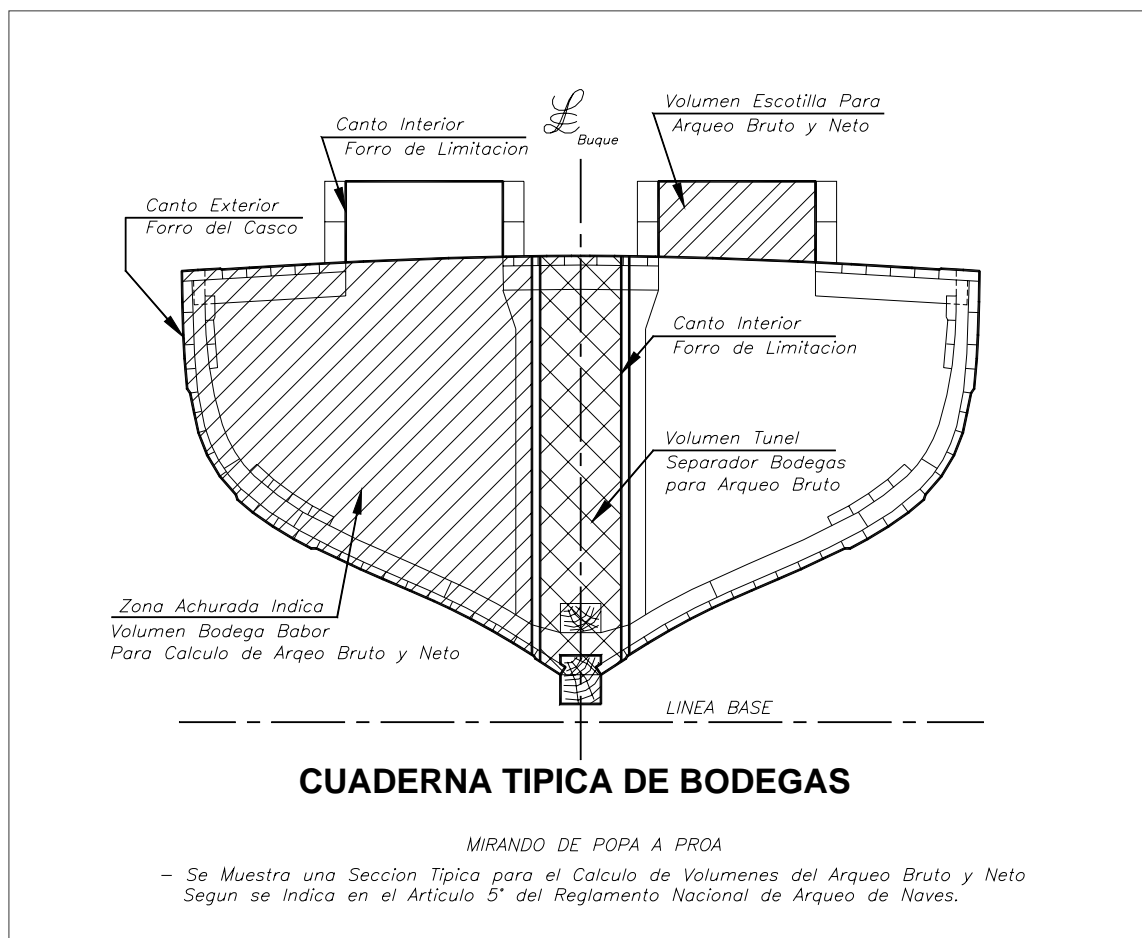
### 2.11.6 Medición de la Eslora

La eslora se ha determinado según el artículo 3 letra "l" para embarcaciones menores de 18 metros, correspondiente a la distancia longitudinal comprendida entre las perpendiculares trazadas tangencialmente al costado exterior de la proyección del buque en su plano longitudinal, sin incluir apéndices.

### 2.11.7 Cálculo de Volúmenes

Según se indica en el artículo 5° del reglamento de arqueo, todos los volúmenes incluidos en el cálculo del arqueo bruto y neto, de las embarcaciones que no son de metal, serán medidos hasta la superficie exterior del forro del casco o a la cara interior de los mamparos de limitación. Estos volúmenes fueron calculados utilizando el programa AUTOHYDRO por medio de modelos geométricos de todos los volúmenes involucrados en el cálculo.

En la figura mostrada a continuación se indica de forma gráfica los espacios involucrados en el cálculo de arqueo bruto y neto y hasta donde fueron medidos estos volúmenes. Para los espacios sobre la cubierta, los volúmenes fueron calculados hasta el canto interior de los mamparos de limitación.





### 2.11.8 Volumen Para Arqueo Bruto (V.A.B.)

Los volúmenes de los espacios cerrados incluidos en el cálculo del arqueo bruto se obtuvieron utilizando el programa AUTOHYDRO, por medio de modelos geométricos de los espacios involucrados en el cálculo.

Estos espacios están considerados hasta la superficie exterior del casco y hasta el interior de las chapas estructurales de limitación (mamparos). A continuación se muestra los resultados obtenidos del programa.

<b><u>VOLUMEN PARA EL CÁLCULO DE ARQUEO BRUTO</u></b>					
DESCRIPCION	Denominación Autohydro Part	Length (m)	Breadth (m)	Height (m)	Volume (m <sup>3</sup> )
BODEGA BABOR	BODEGA-1BB.P	3.835	2.149	2.739	14.62
BODEGA ESTRIBOR	BODEGA-1EB.S	3.835	2.149	2.739	14.62
SERVOMOTOR	SERVOMOTOR.C	5.172	4.798	2.661	27.66
SALA DE MAQUINAS	SALAMAQUINAS.C	2.885	4.760	3.038	26.90
ACOMODACIONES DE PROA	ACOMODACIONES.C	2.768	4.346	3.332	14.69
RASEL DE PROA	RASELPROA.C	0.729	1.504	2.071	0.46
TUNEL SEPARADOR BODEGAS	TUNEL.C	3.835	0.420	2.838	3.87
PUENTE Y HABITABILIDAD	PUENTE.C	5.073	3.600	2.488	33.67
ESCOTILLAS DE BODEGA (2)	ESCOTILLAS.C	1.200	2.900	0.495	1.14
ACCESO AL SERVOMOTOR	ACCESOSERVO.S	0.600	0.600	0.589	0.21
<b>Total Volume:</b>					<b>137.85</b>

### 2.11.9 Volumen Para Arqueo Neto (V.A.N.)

Los volúmenes de los espacios cerrados utilizados para el cálculo del arqueo neto, están medidos hasta el forro exterior del casco y hasta el canto interior de los mamparos de limitación transversal y longitudinal, según se indica en 2.11.7.

Para determinar el volumen se utilizó el programa AUTOHYDRO por medio de modelos geométricos de los espacios involucrados en el cálculo. A continuación se muestran los volúmenes obtenidos del programa.

<b><u>VOLUMEN PARA EL CÁLCULO DE ARQUEO NETO</u></b>					
DESCRIPCION	Denominación Autohydro Part	Length (m)	Breadth (m)	Height (m)	Volume (m <sup>3</sup> )
BODEGA BABOR	BODEGA-1BB.P	3.835	2.149	2.739	14.62
BODEGA ESTRIBOR	BODEGA-1EB.S	3.835	2.149	2.739	14.62
ESCOTILLAS DE BODEGA (2)	ESCOTILLAS.C	1.200	2.900	0.495	1.14
<b>Total Volume:</b>					<b>30.38</b>

### 2.11.10 Arqueo Bruto (AB)

El arqueo bruto de acuerdo con el artículo 8° del reglamento corresponde a:

$$AB = V * K1$$

$$K1 = (0,2 + 0,02 * \log_{10} V)$$

$V = 137,85$  (Volumen total de todos los espacios cerrados en  $m^3$ ).

$$AB = 137,85 * (0,2 + 0,02 * \log_{10} 137,85)$$

**AB: 33,47**

### 2.11.11 Arqueo Neto (AN)

El arqueo neto de acuerdo con el artículo 8° del reglamento corresponde a:

$$AN = K2 * V_C$$

$$K2 = (0,2 + 0,02 * \log_{10} V_C)$$

$V_C = 30,38$  (Volumen de todos los espacios de carga en  $m^3$ ).

$$AN = 30,38 * (0,2 + 0,02 * \log_{10} 30,38)$$

**AN: 6,97**

Sin embargo de acuerdo con lo establecido en el artículo 8 letra c) del presente reglamento, el Arqueo Neto no será inferior a 0,3 veces el Arqueo Bruto. Es decir:

$$AN = 0,3 * 32,73$$

**AN: 9,82**

### 2.11.12 Resumen de Arqueo

<b><u>RESUMEN DE ARQUEO BRUTO Y NETO</u></b>	
<b>VOLUMEN DE ARQUEO BRUTO</b> (V.A.B.)	<b>137.85 m<sup>3</sup></b>
<b>ARQUEO BRUTO</b> (A.B.)	<b>33.47</b>
<b>VOLUMEN DE ARQUEO NETO</b> (V.A.N.)	<b>30.38 m<sup>3</sup></b>
<b>ARQUEO NETO</b> (A.N.)	<b>9.82 *</b>

\* Corregido según artículo 8 letra c) del reglamento.

## **CAPITULO III: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA, ESTIMACIÓN DE COSTOS Y EVALUACIÓN ECONÓMICA**

### **3.1 ESPECIFICACION TECNICA GENERAL**

#### **3.1.1 GENERAL**

La presente especificación técnica describe la construcción y equipamiento para una embarcación de pesca multipropósito (cerco, arrastre o espinel) diseñada preferentemente para operar en la mar en la décima región del país. Su eslora será de 16 metros aproximados, de construcción en madera, con francobordo seguro en condición máxima carga y estabilidad de acuerdo a criterio IMO A-168.

Habitabilidad, sala de máquinas y puente de mando en proa.

El diseño es de preferencia para pesca de cerco, pudiéndose adaptar la cubierta para otros tipos de pesca (arrastre o espinel).

#### **3.1.2 Características Principales**

Eslora Total	16.04	m
Eslora entre PP.	14.51	m
Manga	4.80	m
Puntal Cubierta Trabajo	2.30	m
Motor Propulsor	200	HP
Velocidad servicio	9.0	Nudos
Generador	3.5	KW
Capacidad de combustible	2.0	m3
Capacidad agua dulce	0.6	m3
Arqueo	33.5	TRG
Estanqueidad	4 mamparos estancos transversales.	
Hélice	3 aspas, paso fijo, material bronce.	
Habitabilidad	5 personas, ubicada en proa de la nave.	

### **3.1.3 Arreglo General**

La disposición general de la nave estará de acuerdo al plano de Arreglo General N° P0010.

### **3.1.4 Puente de Mando**

Estará ubicado sobre la cubierta principal, con ventanas que permiten una visibilidad de 225 grados, puertas de acceso por el costado y a popa de la caseta. A través de este espacio se podrá acceder a la cocina comedor y a los camarotes de la cubierta inferior.

En el puente de mando está la consola de navegación con su instrumental y equipamiento de navegación y control de máquinas.

### **3.1.5 Habitabilidad sobre cubierta**

Esta ubicada sobre la cubierta principal, entre las cuadernas C-18 y C-24.

En esta se encuentran ubicados la mesa comedor para 5 personas, lavaplatos, cocina y baño. El acceso a este espacio es por proa a través del puente de gobierno o por el mamparo de popa de la caseta. Al baño se accede solo por el exterior por el costado de babor del buque.

### **3.1.6 Acomodaciones**

Las acomodaciones de toda la tripulación se encuentra ubicada bajo la cubierta principal, entre el mamparo de colisión y el mamparo de proa de sala de máquinas. Esta constará de cinco camas de dimensiones que cumplan con lo dispuesto por la reglamentación vigente.

El acceso de la habitabilidad es por el interior del puente de gobierno, en el sector de proa éste y por el costado de babor.

Las acomodaciones están pensadas para ofrecer el máximo confort y seguridad a la tripulación.

### **3.1.7 Rasel de Popa**

En este espacio se ubica el mecanismo hidráulico de gobierno que actúa sobre la mecha del timón. El rasel comprende el espacio cerrado ubicado entre el espejo y el mamparo de popa de la bodega de carga, por debajo de la cubierta principal.

### 3.1.8 ESTRUCTURA

El escantillonado de la estructura se calculó tomando como referencia las Reglas para construir y clasificar buques de menos de 30 metros de eslora, de construcción en madera, de la Sociedad Clasificadora de Naves Bureau Veritas del año 1963.

La madera empleada en esta construcción por parte del Astillero, será durable, de sustancia uniforme, de fibra derecha y de muy buena resistencia y elasticidad.

No se permitirá el uso de madera con sabia, nudos ni con fibras atravesadas o encontradas o que estén agrietadas o partidas.

La madera antes de ser usada deberá ser debidamente secada al aire libre en un lugar seco y al abrigo del sol. El contenido de humedad considerado para el cálculo del escantillonado es de un 15% de humedad.

#### 3.1.8.1 Estructura del Casco

El casco estará construido estructuralmente en forma transversal, la cubierta principal la soportan los mamparos transversales, los baos y las cuadernas. La nave tendrá fondo sencillo en toda su eslora y su casco será completamente estanco. El escantillonado mínimo y general de la nave es el siguiente:

Traca Forro del Casco	Tabla Ciprés	120x48	mm
Roda y Codaste	Eucaliptos ancho	240	mm
Trancanil	Tabla Ciprés	240x64	mm
Tracas Mamparos	Tabla Ciprés	120x50	mm
Quilla	Pieza Eucaliptos	270x240	mm
Sobrequilla	Pieza Ciprés	180x240	mm
Traca Túnel Separador de Bodegas	Tabla Ciprés	120x48	mm
Cuadernas	Pieza Coigue	100x150	mm
Baos	Pieza Ciprés	100x180	mm
Refuerzos de Mamparos	Pieza Ciprés	75x120	mm
Durmientes Cubierta	Pieza Ciprés	80x150	mm
Contra Durmientes	Pieza Ciprés	75x150	mm

### **3.1.8.2 Estructura General**

Se fabricarán e instalarán mamparos estructurales, cubiertas, cuadernas, baos, varengas, bordas, caseta, estanques y todas las estructuras de acuerdo a plano perfil estructural, cuaderna maestra, cubiertas, mamparos, cuadernas, detalles estructurales y de arreglo general del proyecto. La fabricación, procesos de montaje seguirán la mejor práctica naval y se utilizará como guía las normas DIN o Bureau Veritas del área construcción naval. Todas las tapas de registro, aberturas, circuitos de achique y lastre, desahogos, sondas, serán construidos de acuerdo a las normas antes mencionadas.

No se aceptará bajo ninguna circunstancia la instalación a bordo de madera de mala calidad, húmeda o en mal estado.

La estructura contemplará todos los misceláneos de la maniobra de pesca, como son bitas, cornamusas, groeras, cáncamos de maniobra, anillero, pluma auxiliar, bases y calzos de los equipos de pesca, desaguadores de bodega, pescante de pesca, desaguador de cubierta y otros propios de la maniobra de pesca.

### **3.1.9 PROPULSION**

#### **3.1.9.1 Sala de Máquinas**

Dentro de la sala de máquinas estará ubicado el motor propulsor completo, caja reductora, un generador auxiliar, bombas de achique y lavado, tablero eléctrico, fuente de poder hidráulica, estanques de combustible diario, y otros propios de este departamento.

#### **3.1.9.2 Maquinarias de Propulsión**

Se ha especificado un motor Marca Daewoo modelo MD136T de 200HP continuos a 2200 RPM, seis cilindros en línea, con una caja reductora incorporada al motor modelo DMT 70 T de una relación de reducción de 3.46:1.

El motor principal y su caja reductora, tendrán todos los accesorios para su correcta instalación, como son volante, cubre volante, polea de accesorios, soportes de contramarcha, soporte motor, campana de acople, codo de salida descarga de gases, flexible de escape, múltiple de escape, múltiple de admisión, filtro de aire, conexiones de entrada y salida de agua, filtro de agua, cárter de aceite con varilla de medición, set de alarmas, tablero de control del motor, sistema de arranque

motor, estanque de expansión del sistema de enfriamiento, alternador 24V, toma fuerza delantero, bomba de cárter y otros propios de la instalación.

### **3.1.9.3 Ejes, Chumaceras o Descansos y Hélices**

El sistema propulsor de la embarcación consta de los siguientes componentes:

1 eje de cola de acero SAE 1020 de 90mm diámetro, 2 ejes intermediarios de 90mm de diámetro con sus respectivos machones de acoplamiento, tuerca, contratuerca, seguros, chavetas – chaveteros, pernos de amarre con tuerca y golillas, pasadas de mamparos, cajas prensa, bocinas, descansos, bases de descansos, sistemas de lubricación, flange de acoplamiento al motor y caja.

Los descansos del tubo codaste, se han considerados en material polímero Thordon.

La hélice será de bronce de 3 palas y de paso fijo.

### **3.1.9.4 Sistema de Combustible**

El sistema de combustible consta de los siguientes componentes:

Estanques de combustible ubicados en el rasel de popa y un estanque diario ubicado en sala de máquinas, este último con sus respectivas válvulas de corte rápido y nivel.

Tubería hidráulica de diámetro ½” con conexiones mecánicas para toda la red de alimentación del motor.

Circuito de transferencia de cañería de acero negro de diámetro 1” sin costura de fabricación según norma ASTM A53 Gr B.

Válvulas de cierre rápido accionadas por un sistema de control remoto a los estanques de la sala de máquinas, de operación desde cubierta.

Filtro de combustible a la entrada del motor principal.

Válvulas de esferas en cantidades de acuerdo al fabricante del motor.

Bomba rotativa manual de transferencia.

Estanques con niveles, tapas de registro, sondas y desahogos con filtros y mallas contra llamas.

### **3.1.9.5 Enfriamiento del motor**

El motor principal y la caja serán enfriados indirectamente por agua de mar, con enfriamiento del tipo chaqueta, alimentado desde la caja de mar del sistema de lavado e incendio por medio de tubo diámetro 1 ½” de acero galvanizado en caliente y de fabricación según norma ASTM- A 123/89a. El agua de mar enfriará el agua dulce que circula por el motor por medio de un intercambiador de calor.

### **3.1.10 INSTALACION ELECTRICA**

El Sistema Eléctrico estará compuesto por un generador diesel auxiliar monofásico de 220VCA-3.5KVA, para alimentación de alumbrado exterior, alumbrado de cubierta y sistema eléctrico de 24VCC a través de un cargador estático de 24VCC-30AMP.

Un alternador 24 VCC acoplado al Motor Propulsor para consumos generales, iluminación, consumos domésticos y alimentación de equipos electrónicos.

Dos (2) Bancos de baterías 24VCC de acuerdo al siguiente detalle: Un (1) Banco de baterías para arranque de motor y consumos generales con una capacidad de 200 A-H, un (1) Banco de baterías para Equipos de Navegación y Comunicación (batería de 75 A-H en equipos de navegación y comunicación y batería de 45 A-H para las luces de navegación).

Las baterías serán montadas en cajas de madera revestidas en fibra de vidrio, con el fondo revestido en plomo de una pieza.

El Sistema eléctrico obtendrá la energía desde el generador de corriente alterna, que alimentará el cargador estático, o bien desde el alternador. En ambos casos cargarán los dos grupos de baterías que conforman el sistema.

#### **3.1.10.1 Grupos Electrógenos**

La generación eléctrica de CA será por medio de un generador de 3.5 KW 380/220V, 3 fases, 50HZ, accionado por un motor diesel, capaz de soportar la carga eléctrica total de la nave.

La generación eléctrica de CC será alimentada por medio de un alternador de 12 V 850 W acoplado uno al motor principal y el otro al grupo auxiliar.



### 3.1.10.2 Cuadros de Distribución de Fuerzas

El suministro de energía eléctrica a bordo será a través de un tablero de distribución eléctrico principal, el que tendrá el control y la canalización de la energía eléctrica proveniente del generador y el alternador.

El TEP (tablero eléctrico principal) estará ubicado en sala de máquinas y fabricado en plancha de acero y contendrá los equipos de protección, control y medición.

Los circuitos de salida serán protegidos mediante fusibles con capacidad de rotura compatible con la corriente de cortocircuito esperada. Los fusibles de los alternadores tendrán un comando manual y serán dimensionados para el nivel de corriente de cortocircuito.

Las barras conectores serán de cobre electrolítico dimensionadas para el nivel de corriente de carga y cortocircuito.

En caso de falta de alimentación del generador, sólo la barra de consumo de emergencia estará energizada por el grupo de baterías de emergencia.

Se instalarán los siguientes Tableros de Distribución:

- Un (1) Tablero de distribución de 220VAC
- Un (1) Tablero de Distribución de 24VCC para consumos generales, ubicado en sala de máquinas
- Un (1) Tablero de Distribución de 24VCC para Equipos de Navegación ubicado en Puente de Gobierno
- Un (1) Tablero de comando para Luces de Navegación 24VCC, ubicado en el puente de gobierno

Los tableros serán de material poliéster o metálicos, montaje mural sobrepuestos, grado de protección IP-44, con entradas y salidas de cables con prensas estopas plásticas.

Los tableros auxiliares de distribución serán instalados en sala de máquinas y puente de gobierno para suministrar electricidad a diversos equipamientos de la embarcación.

### **3.1.10.3 Redes de Alumbrado**

El sistema normal de alumbrado y el de emergencia será de 24 V CC.

La iluminación principal en espacios protegidos será por medio de lámparas fluorescentes y en espacios abiertos o a la intemperie serán del tipo marino, apropiado para esta actividad.

El alumbrado exterior, interior y de emergencia será de equipos incandescentes tipo tortuga. Los proyectores de trabajo estará compuesto por dos (2) Equipos halógenos de 250W.

### **3.1.10.4 Cables eléctricos**

Todos los cables eléctricos y su instalación estarán de acuerdo a lo exigido por la Autoridad Marítima Nacional para este tipo de embarcaciones. Los cables eléctricos a instalar serán del tipo aprobado por la Sociedad Clasificadora de Bureau Veritas, para uso marino, adecuados para una temperatura de trabajo de 85° C y especificados para una temperatura ambiente de 45° C.

Se deberá observar durante la instalación del cableado, cumplir con el requisito de mantener la condición de estanqueidad de la nave.

En general todo el cableado será por medio de cable protegido con aislamiento termoplástico resistente a la humedad y para uso marino.

### **3.1.11 COMUNICACION, NAVEGACION Y DETECCION DE PESCA**

Se instalarán a bordo los equipos de navegación, comunicación, detección e inventario de navegación, suministro completo para operar como sistema, de acuerdo a las exigencias de la Autoridad Marítima, tales como:

- 1 Compás magnético.
- 1 Navegador por satélite sistema G.P.S.
- 1 Radiobaliza automática.
- 1 Respondedor de radar.
- 1 Radio teléfono VHF.
- 1 Radio teléfono HF.
- 1 Sonar.
- 1 Video sonda

### **3.1.11.1 Luces de navegación**

Se instalará un conjunto de luces de navegación de acuerdo a los requerimientos de la Autoridad Marítima. Estas luces serán alimentadas con 24 VCC y su panel de control estará ubicado en la consola del puente de gobierno.

- Las luces de navegación a instalar serán las siguientes:
- Una (1) Luz de Tope
- Una (1) Luz de posición babor
- Una (1) Luz de posición estribor
- Una (1) luz de alcance
- Una (1) luz de ancla
- Dos(2) luces de buque sin gobierno

### **3.1.12 SERVICIOS AUXILIARES**

#### **3.1.12.1 Servicios de ventilación**

Toda la ventilación de la embarcación, como sala de máquinas y habitabilidad es del tipo natural, fabricada en ductos de latón de acero galvanizado y plancha acero de 1 y 4 mm espesor y de acuerdo al plano de arreglo general de la nave. Sus aberturas en cubierta tendrán cierres estancos.

Todos los ductos de ventilación y de descarga de gases estarán debidamente apernados a la estructura del casco.

#### **3.1.12.2 Servicios sanitarios**

Considera 1 WC completo y un lavamanos de acero inoxidable con una llave de agua y una ducha. La alimentación de agua será por medio de un hidrófobo de agua a presión.

#### **3.1.12.3 Sistema fijo contra incendio**

Del sistema achique y lastre saldrá el ramal para el circuito contra incendio. El sistema constará con copla de amarre rápido tipo Storz, mangueras y pitón en calidad y cantidad de acuerdo a lo dispuesto por la DGTM Y MM.

#### **3.1.12.4 Sistema portátil de incendio**

La nave dispondrá de un sistema portátil de 6 extintores de CO<sub>2</sub> en polvo, 4 en habitabilidad y puente de mando de 6 Kg. c/u y 2 en sala de máquinas de 12 Kg. cada uno.

#### **3.1.12.5 Servicios de Achique y Lavado**

El circuito de achique y lastre será confeccionado en cañería galvanizada de diámetro 2 ½", con flanges de unión, 2 bombas de diámetro 3" en la succión y 2 ½" en la salida, marca Voght modelo A 751 o similar, manifold de diámetro 3", válvulas, chupadores, caja de mar y descarga al costado.

#### **3.1.12.6 Servicios de agua dulce**

Tendrá un estanque en sala de máquinas que mediante un hidroneumático marca Pedrollo o similar enviará el fluido a la cocina y baño. El circuito contempla todas las válvulas, fittings, partes y piezas para la correcta operación del sistema.

#### **3.1.12.7 Instalaciones Higiénicas**

La descarga de aguas de los baños, duchas y cocina será canalizada por una matriz de cañerías galvanizada de 3" de diámetro y con redes de material de acero galvanizado de diámetro 1 ¼" de fabricación según norma ASTM A-53B. El circuito contempla todas las válvulas, fittings, partes y piezas.

#### **3.1.12.8 Servicios de Almacenamiento, Llenado, Sondas, Ventilación y Traspase de Combustibles.**

Los tanques de almacenamiento de combustible están ubicados a las bandas entre las cuadernas 6 a 9 con una capacidad total de 2000 lts. El tanque diario, está ubicado en sala máquinas con una capacidad de 300 lts. Todos los estanques tendrán tapones de drenaje en material acero inoxidable AISI-304 de 1 ½" de diámetro cada uno de ellos. Los circuitos de llenado y transvase contemplan todas las válvulas, filtros, fittings, partes y piezas para la correcta y segura operación del sistema. Las dimensiones de los desahogos estarán de acuerdo a la normativa actual vigente de la DIRECTEMAR para este tipo de naves.

Se ha contemplado el uso de tubos hidráulicos de acuerdo a DIN 2391-C entre el estanque de combustible diario y el motor principal y auxiliar.

### **3.1.12.9 Equipos de Gobierno**

La timonera estará ubicada en el puente de gobierno en la parte central con una rueda de gobierno acoplada al servomotor.

Será operado por medio de un sistema hidráulico, Kobelt, Marsili, Vetus, o similar, ubicado en el rasel de popa con un tanque de fluido hidráulico y bomba acoplada a la caña con todos sus componentes partes y piezas para el correcto funcionamiento operacional del sistema. El sistema de emergencia actuará directamente sobre la mecha del timón a través de una bomba hidráulica manual capaz de llevar el timón a un ángulo mínimo de 15° a BB y EB.

### **3.1.12.10 Timón**

El Timón será de plancha del tipo compensado de 10 mm de espesor. Estará acoplado a la mecha mediante unión desmontable. La mecha en el tubo limera llevará cojinetes de material polímero Thordon en la parte superior e inferior de ésta. Una prensa ubicada en la parte superior dará la estanqueidad al sistema. El timón y su mecha serán soportados por la zapata sobre un tintero y pinzote de acero. El cojinete del tintero también será de material polímero Thordon.

### **3.1.12.11 Cabrestante y equipo de fondeo**

Contempla un ancla de 80 Kg. tipo Hall fabricada en acero A-36, dos paños de cadena de 14 mm de diámetro más cable de acero y un cabrestante hidráulico con capacidad para operar el sistema.

### **3.1.12.12 Fluidos hidráulicos**

El sistema hidráulico será accionado por medio de una toma fuerza marca Twin Disc o similar, el que estará conectado en el eje delantero de salida del motor principal. En esta toma fuerza se conectará una bomba hidráulica marca Vickers modelo 4535 que accionará todos los equipos hidráulicos de la embarcación

Se instalará un estanque ubicado en sala de máquinas con una capacidad de 600 lts, con un separador interior para crear interferencia entre el flujo de entrada y de salida y tapa de registro circular de 400 mm de diámetro. Se deberá instalar además todos los componentes del circuito, como válvulas, filtros, fittings, partes y piezas, para permitir el correcto funcionamiento operacional y control del sistema.

Una consola hidráulica de control estará ubicada en la cubierta de trabajo cerca del winche principal.

El sistema alimentará un winche de pesca de 800 Kgf de tiro, una bomba de pescado Marco de 10", Power Blok Marco de 21" y un cabrestante hidráulico para ancla de 80 Kg con cadena de 14 mm de diámetro.

Todos los tubos del circuito cumplirán la norma DIN 2931-C.

Terminada la instalación a bordo, se deberá realizar la limpieza del circuito hidráulico completo, mediante "flushing", que garantice el cumplimiento de la norma ISO 17/15/13.

### **3.1.13 EQUIPOS Y HABILITACIÓN**

#### **3.1.13.1 Accesorios del Casco**

La embarcación tendrá 2 bitas, un bitón, portas de desagüe, dos cornamusas y pasamanos en proa todo de acuerdo al plano de arreglo general.

Se fabricará e instalará toda la señalética exigida por la DIRECTEMAR.

#### **3.1.13.2 Botes y Estiba**

La embarcación dispone de un bote auxiliar de servicios y para la faena de pesca y una balsa salvavidas para 6 personas. Se debe contemplar todas las bases y dispositivos de amarre o fijaciones de estos elementos de cubierta.

#### **3.1.13.3 Escaleras y Cáncamos**

Todas las escaleras verticales, peldaños, pasamanos, asideros, están ubicadas de acuerdo al plano de arreglo general de la nave.

Los cáncamos para la maniobra de pesca y de instalación de maquinarias y equipos serán del tipo normalizado según norma DIN.

#### **3.1.13.4 Mamparos no estructurales y puertas**

Todos los mamparos no estructurales y las puertas serán fabricados en madera de pino impregnada al vacío y con aditivo contra la formación de hongos. Su ubicación se muestra en el plano de arreglo general.

El trunk de la descarga de gases se fabricará en plancha de acero liso de 4 mm de espesor el cual irá apernado a la estructura del casco.

#### **3.1.13.5 Recubrimientos de Cubierta y Costado**

Las tabiquerías para los forros interiores serán de madera de pino impregnada al vacío y los forros serán de terciado marino de 6 mm de espesor, atornillados con tornillos de bronce a la tabiquería. Como aislante se usará lana mineral.

Los barnices y pinturas utilizados en los espacios de habitabilidad serán del tipo retardante al fuego.

Adicionalmente el techo de sala de máquinas, mamparo de proa de sala de máquinas y el ducto de descarga de gases deberán ser aislados de tal forma que resistan el ensayo estándar de exposición al fuego destinado a las divisiones de la clase "F" o "B-15".

Preferentemente también los mamparos y cubiertas que limitan los espacios de máquinas, deberán impedir el paso del humo y todos los accesos practicados en dichos espacios deberán ofrecer resistencia a los incendios equivalente a la estructura circundante.

El piso de la habitabilidad y puente será del tipo baldosa vinílica.

El área donde está ubicada la cocina llevará un revestimiento metálico de acero inoxidable de 1.5 mm espesor en los costados y en la cubierta.

#### **3.1.13.6 Equipo Salvavidas**

Contempla en la vituallas de la nave proveer 6 aros salvavidas reglamentarios y además deberá disponerse de un chaleco salvavidas reglamentario por cada persona a bordo de la embarcación más uno de respeto.

### 3.1.14 ESQUEMA DE PINTADO

Previo a la construcción, todo el material de acero nuevo a instalar será arenado según SA 2 ½ Norma Sueca y pintado con una capa de anticorrosivo epóxico.

El esquema de pintado de las piezas metálicas será epóxico y pintadas en conformidad con la especificación del fabricante de la pintura.

El esquema de pintado de las piezas de madera será epóxico, previa limpieza de la superficie a pintar, de acuerdo al siguiente detalle:

	Micras secas
<b>Casco Obra Viva</b>	
1 capa Imprimación epóxica AS 331	38
1 capa coaltar epoxy 388-99	200
1 capa antifouling long life TO 2.71-3S	100
<b>Casco Obra Muerta</b>	
1 capa imprimación epóxica AS 331	38
2 capas esmalte epóxico AS 331	2x50
<b>Interior Bodega y Rasel</b>	
1 capa imprimación epóxica AS 331	38
2 capas macropoxy 646	2x150
<b>Sala de Máquinas</b>	
1 capa imprimación epóxica AS 331	38
2 capas macropoxy 646	2x100
<b>Cubierta y Bordas Interiores</b>	
1 capa imprimación epóxica AS 331	38
1 capa transpoxy abrasion resistant TO 9.56	200
<b>Caserío</b>	
1 capa imprimación epóxica AS 331	38
2 capas esmalte epóxico AS 331	2x50



### **3.1.15 ELEMENTOS DE UNIÓN Y CALAFATEADO**

Todos los elementos de unión y calafateado serán de la mejor calidad y de uso marino, de tal forma que se garantice la integridad estructural y la estanqueidad del casco.

El escatillonado de los elementos de unión estará de acuerdo a lo exigido por el reglamento de construcción.

#### **3.1.15.1 Cabillas, Pernos y clavos**

Las cabillas o tirafondos y los pernos de unión tendrán un diámetro mínimo de ½ pulgada. Estos elementos serán de acero galvanizado.

Las cabillas serán de punta perdida y dispuestas en cola de milano. Estas deberán penetrar la última pieza al menos 12 veces el diámetro de la cabilla.

El apriete o diferencia de diámetro entre el agujero inicial y la cabilla será por lo menos un 10% del diámetro de la cabilla.

Los clavos serán de cobre y deberán tener una longitud de al menos 2,2 veces el espesor de la traca y penetrar la pieza soporte 1,5 veces el espesor del forro o 1,2 veces el espesor de los palmejares.

#### **3.1.15.2 Calafateado**

Los cantos de las tracas a calafatear deberán estar aproximadamente en contacto en la cara interior del casco y abiertos hacia el exterior, en proporción a su espesor. La estopa que se emplee será de la mejor calidad. Las juntas deberán quedar bien rellenas sin que la estopa las atraviese por completo.

Las costuras del casco y la cubierta deberán brearse o rellenarse con masilla, después de aplicar una capa de pintura.

Las pastas, breas y masillas que se empleen deberán ser compatibles unas con otras. Especialmente deberá evitarse la superposición de productos grasos a base de aceite de linaza y de productos bituminosos. Las breas y masillas deberán endurecerse después de su aplicación, sin llegar a ser demasiado quebradizas; deberán ser muy adherentes.

### 3.2 CALCULO DEL COSTO DE CONSTRUCCION

En el campo de los barcos de pesca pequeños, en donde la mayor parte de un programa de construcción está dirigido hacia los mercados locales, puede haber gran diferencia en los precios de un país a otro, dependiendo solamente de la estructura de los costos locales de los materiales, los impuestos de importación de partes, piezas y equipos tales como motores marinos, las variaciones en los costos locales de la mano de obra, etc. Cuando se prepara un cálculo del costo de construcción de un pequeño pesquero, se puede incurrir en un error considerable en el cálculo, si se emplean los costos de construcción de otro país. Por consiguiente se sugiere que el método general que se describe a continuación se emplee para el cálculo preliminar del costo, a menos que los astilleros locales ya hayan construido barcos similares y puedan facilitar un cálculo exacto.

Un cálculo de este tipo se basa sobre una medida del tamaño del barco. Una vez que se conoce el costo de un barco determinado, empleando la medida patrón se puede calcular el costo, con razonable precisión, de otros barcos de proporciones semejantes.

La mejor fórmula para calcular un tamaño, a efectos de costo, es partiendo de una medida de volumen. El método que se propone emplea el número cúbico (CUNO), al que se llega multiplicando la eslora máxima por la manga máxima y por el puntal en el centro del barco, desde la parte alta de la cubierta en la banda, hasta el punto correspondiente a la línea de alefriz.

Si se conoce el costo de construcción del casco y la cubierta para un tamaño de barco, entonces y mediante la comparación directa de los valores del CUNO de este barco con los de otros de diferente tamaño, pero de formas semejantes, se obtendrá una aproximación razonable del costo, suponiendo que la estructura de los costos básicos y los tipos de construcción sean similares en los lugares de construcción de los barcos.

El cálculo, por supuesto, no termina aquí, la construcción del casco y de la cubierta representa solamente el 30-45 % del costo total de un barco completamente equipado, según la complejidad del equipo que se instale.

A efectos de cálculo, el barco se dividirá en diez componentes diferentes.

Todos los cálculos de estos componentes se hacen de acuerdo con la información entregados por fabricantes, maestranzas y astilleros de la zona de operación de la embarcación y utilizando los detalles de costos de la publicación FAO “Documentos Técnicos de Pesca N° 188”.

A continuación se entrega un cuadro con el costo de cada grupo considerado y el detalle de los componentes incluidos en éstos.

<b>DESCRIPCION DE LOS GRUPOS DE COSTOS</b>	
<i>COMPONENTE</i>	<i>COSTO (Pesos)</i>
<i>Casco – Caseta – Bote Auxiliar</i>	<i>20.000.000</i>
<i>Maquinaria Principal y Auxiliar</i>	<i>25.000.000</i>
<i>Línea de Eje – Sistema de Gobierno</i>	<i>10.000.00</i>
<i>Equipos de Cubierta</i>	<i>13.000.00</i>
<i>Instalación Eléctrica</i>	<i>4.500.000</i>
<i>Trabajos en Acero</i>	<i>6.250.000</i>
<i>Trabajos Hidráulicos</i>	<i>3.500.000</i>
<i>Equipos Navegación y Detección de la Pesca</i>	<i>18.550.000</i>
<i>Equipos de Seguridad</i>	<i>1.750.000</i>
<i>Avituallamiento – Instalaciones Sanitarias</i>	<i>1.650.000</i>
<i>Costo Total Casco - Equipos</i>	<i>61.200.000</i>
<i>Costo Total Maquinaria e Instalaciones</i>	<i>43.000.000</i>

Los costos mostrados en el cuadro son con IVA incluido.

<b>DESCRIPCION DE LOS GRUPOS DE COSTOS</b>	
<b>COMPONENTE</b>	<b>DETALLE</b>
<i>Casco – Caseta – Bote Auxiliar</i>	<i>Estructura casco principal y caseta. Trabajos interiores y pertrechos. Incluye casco terminado con pintura. Bote Auxiliar completo.</i>
<i>Maquinaria Principal y Auxiliar</i>	<i>Motor Principal con caja, generadores, bombas, motor bote auxiliar. Incluye equipos instalados.</i>
<i>Línea de Eje – Sistema de Gobierno</i>	<i>Línea de eje y sistema gobierno instalado. Incluye todas las partes.</i>
<i>Equipos de Cubierta</i>	<i>Winche principal, Cabrestante, molinete, power block y bomba succión de pescado. Incluye instalación de los equipos.</i>
<i>Instalación Eléctrica</i>	<i>Instalación eléctrica completa. No considera equipos eléctricos o electrónicos.</i>
<i>Trabajos en Acero</i>	<i>Elementos de maniobra fondeo y de pesca (mástil, pescante desaguador), candeleros, escalas, timón, circuitos de cañerías metálicas y fitting, estanques, descarga de gases, refuerzos metálicos de la estructura del casco.</i>
<i>Trabajos Hidráulicos</i>	<i>Instalación hidráulica completa.</i>
<i>Equipos Navegación y Detección de la Pesca.</i>	<i>Sonar, Ecosonda equipos de navegación y comunicación exigidos por la DGTM YMM. Considera la instalación.</i>
<i>Equipos de Seguridad</i>	<i>Balsas, chalecos, aros, extintores, etc.</i>
<i>Avituallamiento Instalaciones sanitarias</i>	<i>Cocinas, lavaplatos, baños y circuito, elementos de cocina, etc.</i>

### 3.3 ESTUDIO ECONOMICO

#### 3.3.1 Introducción

Invertir en un buque pesquero, al igual que cualquier otra inversión, representa la utilización de un recurso económico, el cual necesita ser cuidadosamente evaluado antes de ser utilizado.

La tarea fundamental del economista, es contribuir directa o indirectamente en la asignación de los recursos disponibles, los cuales deberán proporcionar sus máximas ventajas al ser utilizados. Estas personas deberán determinar las prioridades entre proyectos de inversión, enfrentando el problema de forma directa y explícita, y cuando ya se ha recomendado que cierto proyecto pudiera ser llevado a cabo, ellos establecen que ciertos recursos deben ser prioritarios en preferencia de otros.

Para realizar tal recomendación, el significado de ventaja debe quedar bien definido a través de algún estándar o patrón, por medio del cual se pueda determinar si se le está dando un óptimo uso a los recursos asignados.

La evaluación del proyecto consiste precisamente en seleccionar y aplicar dichos patrones, para que el proyecto sea analizado. Esto podría ser innecesario si el proyecto en estudio requiere menos recursos del total disponible.

La evaluación económica consiste de una apreciación comparativa entre los posibles usos de los recursos, representados por el proyecto de inversión.

Los diversos criterios de evaluación, y su mayor o menor grado de complejidad, derivan en torno a la definición del método, de la selección de los diferentes estándares y tipos de cálculo.

Estos criterios están frecuentemente expresados en términos de coeficientes numéricos, y usualmente arreglados de tal forma que el mayor valor numérico corresponde a la mayor prioridad.

El propósito de esta sección es instruir al individuo relacionado con el diseño y construcción de pesqueros menores, en la evaluación económica.

Un diseñador de buques tiene como tarea principal estar siempre provisto de consejos expertos en la solución técnica aplicada al diseño.

En la creciente necesidad de integrar al trabajo meramente técnico con la realidad económica del desarrollo pesquero es altamente deseable para el diseñador tener algunos conocimientos de economía y análisis de inversión.

De esta manera estos conocimientos asistirán al diseñador en la búsqueda del pesquero que es técnica y económicamente óptimo, incrementando sus oportunidades para una vertiginosa cooperación con inversionistas, economistas y cualquier otro que tenga interés por el desarrollo pesquero.

### **3.3.2 Estudio Económico**

Antes de realizar los cálculos relacionados con el estudio económico debemos aclarar que se trabajará bajo la base de que el capital disponible es limitado y que por lo tanto el objetivo es maximizar el retorno del capital invertido, sin importar si éste es propio o prestado. Bajo este contexto el criterio de la tasa interna de retorno (TIR) en conjunto con el valor actual neto (VAN) determinará la rentabilidad de la inversión.

Para concluir con el estudio económico se podría seguir la siguiente secuencia de trabajo:

- Etapa 1: Recolección de datos en pesqueras existentes.
- Etapa 2: Definición de parámetros básicos para la nueva embarcación.
- Etapa 3: Utilización de dibujos preliminares en la obtención de la lista de materiales y equipos requeridos.
- Etapa 4: Cálculo del costo de inversión.
- Etapa 5: Realizar proyección del flujo de caja.
- Etapa 6: Determinar la rentabilidad del proyecto.
- Etapa 7: Realizar un análisis de sensibilidad.

Las etapas 1, 2, 3 y 4 ya se encuentran realizadas, por lo que corresponde continuar con las restantes etapas.

### 3.3.3 Proyección del Flujo de Caja

En la siguiente etapa del estudio corresponde determinar la proyección del flujo de caja del negocio. Para realizar esta tarea se ha consultado a dueños de embarcaciones pesqueras operantes en la zona donde operará nuestro pesquero, y se ha corroborado la información referente a las tasas de captura con la entregada por la Subsecretaría de Pesca.

Para facilitar el trabajo, hemos determinado los ingresos y egresos del proyecto separando los diferentes grupos de costos que intervienen en el flujo anual de caja.

a)- Ingresos por captura anual de peces: Considerado como un valor promedio de las diferentes especies que el pesquero podría capturar, los ingresos por captura anual de peces es el mostrado en la siguiente tabla:

<b>INGRESO POR CAPTURA ANUAL DE PECES</b>	
<i>Días de Navegación por Año</i>	<i>160 Días</i>
<i>Captura Promedio Anual Sardina</i>	<i>1.400 Ton</i>
<i>Captura promedio Anual Jurel</i>	<i>500 Tons</i>
<i>Precio Promedio por Ton Sardina</i>	<i>38.000 \$/Ton</i>
<i>Precio Promedio Jurel 3500 a 4000 la caja</i>	<i>21739 cajas anuales</i>
<i>Total Ingresos Anuales</i>	<i>\$129.286.500</i>

b)- Costos de Inversión: Este corresponde al determinado en la sección anterior. El costo total en pesos de la inversión será igual al mostrado en la siguiente tabla:

<b>COSTOS DE INVERSION</b>	
<i>Casco y Equipo</i>	<i>45.000.000</i>
<i>Maquinaria e Instalaciones</i>	<i>75.000.000</i>
<i>Total Casco y Máquinas</i>	<i>120.000.000</i>
<i>Margen Imprevistos 10% Inversión Total</i>	<i>12.000.000</i>
<i>Aparejo de Pesca</i>	<i>10.550.000</i>
<i>Inversión Total</i>	<i>142.550.000</i>

c)- Gastos Anuales Fijos: Los gastos anuales fijos de la embarcación son los mostrados a continuación.

<b>GASTOS ANUALES FIJOS</b>	
<i>Depreciación (10% Total Casco y Máquina)</i>	\$ 12.000.000
<i>Seguros (5% Total Casco y maquinas)</i>	\$ 6.000.000
<i>Mantenimiento Casco (5% Casco y Equipo)</i>	\$ 2.250.000
<i>Sueldo Básico Dotación (384.000 x Pers.)</i>	\$ 22.800.000
<i>Costo de Administración (5% Total Casco y maquinas)</i>	\$ 6.000.000
<b>Total Gastos Fijos</b>	<b>\$ 6.000.000</b>

d)- Gastos Anuales Variables: Los gastos anuales variables se detallan en la siguiente tabla:

<b>GASTOS ANUALES VARIABLES</b>	
Combustible (Consumo x 160 días)	\$ 14.400.000
Lubricante (10% de Combustible)	\$ 1.400.000
Revisión y Reparación Motor 6 % de Costo maquinaria e instalaciones	\$ 4.500.000
Reparación Casco 3% Costo casco y equipos	\$ 1.350.000
Reparación y Reemplazo de Aparejo 33% Costo aparejo de pesca	\$ 3.480.500
Gastos Varios (10% Reparación aparejo más costos por alimentación tripulación)	\$ 1.310.000
Gratificaciones Tripulación (15% Ingresos anuales-Gastos Combustibles/Varios).	\$ 14.175.000
<b>Total Gastos Variables</b>	<b>\$ 40.615.000</b>

A continuación se muestra una tabla resumen de los ingresos y egresos anuales del proyecto. Los flujos netos de caja netos de caja serán considerados constantes y evaluados por un periodo de 5 años.



<b>FLUJO NETO DE CAJA ANUAL</b>		
<b>AÑO</b>	<b>0</b>	<b>1-5</b>
<i>Costo de Inversión</i>	\$ 142.550.000	\$ 142.550.000
<i>Capital Trabajo</i>	\$ 26.825.271	\$ 26.825.271
<u><i>Ingresos de Caja</i></u>		
<i>Ingresos por Captura</i>		\$ 129.286.500
<i>Total Ingresos</i>		\$ 129.286.500
<i>Gastos Fijos</i>		\$ 46.000.000
<i>Gastos Variables</i>		\$ 40.615.000
<i>Ingresos-Egresos</i>		\$ 36.730.132
<i>Depreciación</i>		\$ 12.000.000
<b><i>Flujo Neto de Caja</i></b>	<b>\$ 169.375.271</b>	<b>\$ 48.730.132</b>

### 3.3.4 Sensibilización y Rentabilidad del Proyecto

En el cuadro siguiente se muestra el resumen con el valor del TIR y VAN calculado para un periodo de cinco años.

<b>DETERMINACION DE LA RENTABILIDAD</b>			
<b>PARAMETROS</b>		<b>DETALLES INGRESOS</b>	
<i>Inversión Capital</i>	\$ 26.825.271	<i>Días navegación año</i>	160 días
<i>Inversión Física</i>	\$ 142.550.000	<i>Captura anual sardina</i>	1.400 Ton
<i>Inversión Total</i>	\$ 169.375.271	<i>Captura anual sardina</i>	21.739 cajas
<i>Flujo neto Año 0</i>	\$ -169.375.271	<i>Precio tonelada sardina</i>	38.000 \$ /ton
<i>Flujo neto Año 1-5</i>	\$ 48.730.132	<i>Precio tonelada jurel</i>	3.500 \$ /caja
<b>TIR</b>		<b>VAN</b>	
<b>13.49%</b>		<b>5.00%</b>	<b>7.50%</b>
		<b>10.00%</b>	<b>13.49%</b>

Una vez concluidos los cálculos del TIR y VAN se acepta el proyecto de inversión como económicamente rentable para el periodo de vida útil considerado.

## CONCLUSIONES

1.- Tomando en cuenta los diferentes tipos de pesqueros menores encontrados en la bibliografía existente, se observa que los diseños propuestos ofrecen cascos finos con ángulos de astilla muerta pronunciados, logrando ventajas en aspectos como menor resistencia al avance, buen comportamiento en el mar y estabilidad suficiente par cumplir con la reglamentación actualmente vigente.

Sin embargo, de estas formas de casco se obtienen volúmenes de bodega de mucho menor tamaño si las comparamos con los pesqueros artesanales existentes en el país con características generales semejantes. Esto sugiere la idea de replantear factores de diseño como relación volumen de bodega versus desplazamiento, por ejemplo.

2.- Con un volumen de pesca cada vez más escaso, obliga a fortalecer el potencial pesquero de las embarcaciones y en consecuencia el tamaño de sus redes y equipos de pesca, incrementando los pesos por alto y produciendo una disminución significativa de su estabilidad inicial y a grandes ángulos. En definitiva el diseñador de buques pesqueros menores buscará sobredimensionar los buques para mejorar las condiciones de estabilidad, incrementando la resistencia y la potencia instalada. Finalmente, se produce un incremento en el consumo de combustible para desarrollar sus faenas de pesca.

3.- La reglamentación vigente en nuestro país limita el volumen y la eslora total de los casco para ser considerados como artesanales, produciendo una reducción significativa de los espacios destinados a habitabilidad y a reservas de flotabilidad para lograr un mayor volumen de bodegas.

4.- Desde un punto de vista económico las toneladas de pesca asignadas por embarcación artesanal, permite dar rentabilidad a un proyecto de construcción de un barco pesquero menor. Sin embargo, la solución pasa por dar un mayor valor agregado al producto transportado, como la pesca para consumo humano. Evitar de esta forma incrementar perjudicialmente la bodega. Es decir, un pesquero económico y seguro que permita transportar una carga de alto valor agregado.

5.- Finalmente, el uso de la madera aserrada como material de construcción es técnicamente aceptable si se utiliza de forma correcta y se toman medidas adecuadas de protección y preservación, pudiendo escantillonar la estructura del casco por medio de reglamentos de clasificación, utilizando maderas nacionales y, en consecuencia, mantener un oficio de años de tradición principalmente en la zona sur del país.

**BIBLIOGRAFIA**

- 1)- Design of small fishing vessels  
John Fyson, Senior Fishery Industry Officer (vessel), Fishery Industries Division FAO.  
Publicación Fishing News Books Ltd, Abril 1986.
- 2)- Fishing boats of the world.  
Jan-Olof Traung, Senior Fishery Industry Officer (vessel), Fishery Industries Division FAO.  
Publicación Fishing News Books Ltd, England 1955.
- 3)- Principles of naval architecture. Second revision. Volume I, Stability and Strength.  
Edward V. Lewis.  
Publicación SNAME, 1988.
- 4)- Construcción de embarcaciones pesqueras 1. Embarcaciones con cuadernas aserradas.  
FAO documento técnico de pesca N° 96, revisión 1. Roma 1988
- 5)- Proyecto de embarcaciones pesqueras 3. Arrastreros pequeños.  
FAO documento técnico de pesca N° 188. Roma 1982.
- 6)- Mecanismos de halar para embarcaciones pesqueras.  
FAO documento técnico de pesca N° 229. Roma 1983.
- 7)- Embarcaciones pesqueras de acero pequeñas.  
FAO documento técnico de pesca N° 239. Roma 1985.
- 8)- Definición y clasificación de las embarcaciones pesqueras.  
FAO documento técnico de pesca N° 267. Roma 1986.

- 9)- Maquinaria hidráulica en embarcaciones pesqueras pequeñas.  
FAO documento técnico de pesca N° 296. Roma 1988.
  
- 10)- Pesca con red de cerco de jareta. Diseño de cubiertas y equipos.  
Peter G. Schmidt, Jr.  
Marine Construction and Design Co MARCO. 1964.
  
- 11)- Guía del curso “Resistencia a la Propulsión” (Métodos de cálculo de potencia).  
Nelson Pérez M. Ing. (E) C. Naval, M.Sc. Oceánica.  
Universidad Austral de Chile. Facultad de ciencias de la ingeniería. Instituto de ciencias navales y marítimas.

**ANEXO I**  
**PLANOS DEL PROYECTO**