

## **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería Marítima, Ciencias Biológicas, Oceánicas y Recursos**

**Naturales**

### **“ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO PARA LA INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE PROPULSIÓN AZIMUTAL EN LA GABARRA BAHÍA DE CARÁQUEZ”**

**TESIS DE GRADO**

**Previa a la obtención del Título de:**

**INGENIERO NAVAL**

**Presentado por:**

**Cinthy Sthefanny Montalvo Freire**

**Guayaquil – Ecuador**

**2015**

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a Dios por el amor constante, por ser mi guía durante todo este camino para realizar este objetivo anhelado; A mis padres por su amor, apoyo y confianza; a mis hermanos por brindarme fortaleza y a mis amigos por su amistad sincera en estos años de estudio.

A mi director de tesis Ing. Alejandro Chanaba por compartir sus conocimientos y su ayuda en todo momento.

## DEDICATORIA

A mis abuelos (+),

A mis padres,

A mis hermanos,

A mis amigos sinceros,

Quienes en todo momento estuvieron junto a mí, brindándome su ayuda, confianza y amor, mostrándome siempre esa sonrisa que influía en mí positivamente, dándome fuerzas para cumplir este sueño que hoy es un objetivo concluido.

*Con amor Cinthya*

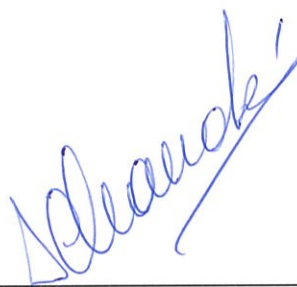
## TRIBUNAL DE GRADO



---

Ing. Eduardo Cervantes.

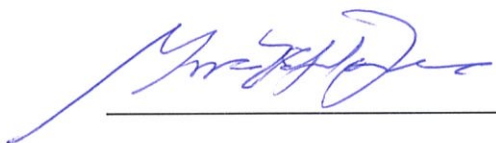
Presidente del Tribunal



---

Ing. Alejandro Chanaba, M.Sc

Director de Tesis



---

Ing. Marco Velarde, M.Sc.

Miembro Principal



## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.

(Reglamentos de exámenes y títulos profesionales de la ESPOL)

*Cinthyra Montalvo Freire*

Cinthyra Sthefanny Montalvo Freire

## RESUMEN

La empresa ASTINAVE E.P. actualmente brinda servicios industriales y logísticos para la actividad Costa Afuera, dando soporte específicamente a la Plataforma Amistad ubicada en el Golfo de Guayaquil a 65km de Puerto Bolívar.

La presente tesis desarrolla un análisis técnico – económico para la instalación de un sistema de propulsión azimutal en la Gabarra Bahía de Caráquez para obtener mayor maniobrabilidad, velocidad de servicio y capacidad de tripulación, al cambiar el sistema de propulsión actual (motor-eje-hélice).

Se describen las características, ventajas y desventajas de un sistema de propulsión azimutal, para definir el tipo de sistema a instalarse acorde al estudio técnico de las características actuales de la embarcación.

Se realizó el estudio técnico, modelando el casco de la gabarra en 3D con el software RhinoMarine, y luego ser importado al software Maxsurf donde se comprueba que la gabarra cumple con las condiciones náuticas necesarias en la nueva zona de operación (Puerto Bolívar – Plataforma Amistad) que tiene un estado de mar 4.

Después se procedió a realizar un estudio técnico para instalar un sistema azimutal hidráulico. Se conoce que la gabarra actualmente navega a 5 nudos por lo cual se debe aumentar su velocidad para el servicio que presta.

Primero se calculó la resistencia de la gabarra para obtener la potencia necesaria para alcanzar una velocidad de servicio de 12 nudos para lo cual se considera necesario instalar dos sistemas azimutales de 300 HP cada uno. Con el objetivo de ganar espacio en la embarcación, se propone quitar la superestructura actual y utilizar el espacio de sala de máquinas como área de habitabilidad debido a que el nuevo sistema de propulsión azimutal se instala en la cubierta principal. Con la nueva distribución de pesos, se procede a realizar los cálculos de resistencia longitudinal y análisis de estabilidad utilizando el software Maxsurf, se trabaja en las modificaciones necesarias para los diversos sistemas auxiliares asegurando la funcionalidad adecuada de la gabarra, cumpliendo con los requerimientos del armador.

Finalmente se determinó un costo de \$ 872.892,90 para la instalación del sistema azimutal y las modificaciones pertinentes en la gabarra para su buen funcionamiento, con este valor se realizó el análisis económico respectivo para determinar la viabilidad del proyecto a un periodo de 10 años, con un préstamo del 70% del valor inicial de la obra para un periodo de 4 años, obteniendo una Tasa Interna de Retorno mínimo del 31% y un Valor Actual Neto (VAN) de \$344.808,39. Con estos valores más el valor de Beneficio-Costo de 1,5 se define que el proyecto es rentable.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	VI
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS .....	XIV
INDICE DE ANEXOS .....	XVI
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO GENERAL .....	2

### CAPÍTULO 1

#### INFORMACIÓN GENERAL

1.1. Sistema de propulsión Azimutal, Características.....	4
1.2. Sistema Azimutal en Embarcaciones Ecuatorianas.....	11
1.3. Ventajas y Desventajas de Instalar un Sistema Azimutal en Gabarras. ....	15
1.3.1. Ventajas del Sistema Azimutal .....	17
1.3.2. Desventajas del Sistema Azimutal.....	19

### CAPÍTULO 2

## ANÁLISIS TÉCNICO DE LA EMBARCACIÓN ACTUAL

2.1.	Especificaciones Técnicas de la Gabarra.....	21
2.1.1.	Características Principales.....	22
2.1.2.	Compartimentos.....	23
2.1.3.	Estructura.....	25
2.1.4.	Accesorios del Casco.....	27
2.1.5.	Revestimiento Interior y Juntas de Mamparos.....	28
2.1.6.	Sistemas Auxiliares.....	29
2.2.	Modelización de la Embarcación en 3D.....	44
2.3.	Distribución de Cargas y Pesos.....	51

## CAPÍTULO 3

### ANÁLISIS TÉCNICO PARA LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA AZIMUTAL

3.1.	Cálculo de la Resistencia.....	54
	Método utilizando Serie NEWMANN.....	55
	Método de Coeficientes Específicos.....	57
3.2.	Cálculo de la Potencia y Número de Motores.....	58
3.3.	Modificación de los Sistemas Auxiliares.....	61
3.4.	Redistribución de Pesos.....	68
	Criterios de Estabilidad.....	69

Condiciones de Carga .....	70
Comportamiento en el Mar .....	71

## **CAPÍTULO 4**

### **ANÁLISIS ECONÓMICO**

4.1. Costos de Inversión en Modificaciones .....	73
4.2. Criterios de Evaluación .....	75
4.2.1. Cálculo del VAN y TIR .....	78
4.3. Análisis de resultados de la Evaluación Económica .....	84

<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>86</b>
---------------------------	-----------

<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>89</b>
------------------------------	-----------

<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>132</b>
---------------------------	------------

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Sistema de Propulsión Azimutal .....	5
Figura 1.2 Propulsión del Crucero Queen Mary 2.....	6
Figura 1.3 Propulsor Azimutal de Fijo .....	7
Figura 1.4 Propulsión Azimutal Retráctil .....	8
Figura 1.5 Propulsor Azimutal de Transmisión Mecánica L-Drive.....	9
Figura 1.6 Propulsor Azimutal de Transmisión Mecánica Z-Drive .....	9
Figura 1.7 Hélice Paso Fijo .....	10
Figura 1.8 Hélice de Paso Variable.....	11
Figura 1.9 Futuro Complejo Industrial Marítimo Astillero del Pacifico (CIMAP) .....	12
Figura 1.10 Distribución de Gabarras Ecuatorianas por Esloras .....	14
Figura 1.11 Distribución de Gabarras Ecuatorianas según su Sector.....	15
Figura 1.12 Plataforma Amistad del Ecuador.....	16
Figura 2.1 Gabarra Bahía de Caráquez.....	23
Figura 2.2 Superestructura de la Gabarra.....	23
Figura 2.3 Camarotes de Tripulantes.....	24
Figura 2.4 Literas acopladas en Sala de Máquina .....	25
Figura 2.5 Compuerta de la Gabarra Bahía de Caráquez .....	27
Figura 2.6 Puente de Gobierno con Acabados en Madera .....	29
Figura 2.7 Motor Instalado en la Gabarra .....	30

Figura 2.8 Diagrama de Bloques de Distribución de Poder AC Y DC.....	38
Figura 2.9 Puente de Mando de la Gabarra.....	41
Figura 2.10 Plano de Líneas de Forma.....	45
Figura 2.11 Plano de Distribución General .....	46
Figura 2.12 Plano de Rayado Estructural .....	47
Figura 2.13 Vista de perspectiva de las líneas de forma de la gabarra en Rhinoceros.....	48
Figura 2.14 Creación de la Superficie Nurbs, Modelado 3D .....	49
Figura 2.15 Modelado Estructural del Casco de la Gabarra .....	50
Figura 2.16 Modelado de la Superestructura .....	51
Figura 2.17 Modelo de la Gabarra en Maxsurf con ubicación de tanques y pesos .....	53
Figura 2.18 Curva de Pesos y Momentos .....	53
Figura 3.1 Curva Sistemática NEWMANN.....	56
Figura 3.2 Sistema Propulsor Azimutal Hidráulico .....	59
Figura 3.3 Especificaciones Técnicas de Sistema de Propulsión Azimutal ..	60
Figura 3.4 Esquema Unifilar de Combustible.....	63
Figura 3.5 Esquema Unifilar de Agua Dulce .....	64
Figura 3.6 Esquema unifilar de Aguas Servidas .....	66
Figura 3.7 Superestructura Modificada .....	68
Figura 3.8 Escala de Douglas .....	72
Figura 3.9 Comportamiento de la Gabarra en Estado de Mar .....	72



Figura B.1 Curvas de Coeficientes de Forma .....	94
Figura B.2 Curvas Hidrostáticas .....	95
Figura K.4 Condición Media Travesía 50% Consumibles sin Carga.....	117
Figura K.5 Condición Llegada a Puerto 10% Consumibles sin Carga. ....	118
Figura K.6 Condición Salida de Puerto 100% Consumibles + Carga.....	119
Figura K.7 Condición Media Travesía 50% Consumibles + Carga. ....	120
Figura K.8 Condición Llegada a Puerto 10% Consumibles + Carga.....	121

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I Características Principales .....	22
Tabla II División por Compartimentos.....	24
Tabla.III Datos Obtenidos en Maxsurf .....	49
Tabla IV Distribución de Pesos.....	52
Tabla V Cálculo de Resistencia utilizando Series NEWMANN.....	57
Tabla VI Cálculo de Resistencia utilizando Coeficientes Especificos.....	58
Tabla VII Valores de Potencia (HP).....	58
Tabla VIII Nueva Distribución de Pesos .....	69
Tabla IX Costo de Inversión .....	74
Tabla X Posibles Ingresos de la Gabarra Anualmente .....	78
Tabla XI Egresos Anuales .....	79
Tabla XII Desglose de Costos de Mantenimiento.....	79
Tabla XIII Desglose de Costos de Producción .....	79
Tabla XIV Amortización de la deuda .....	80
Tabla XV Cálculo del periodo de recuperación del Capital.....	81
Tabla XVI Razón de Beneficio-Costo .....	82
Tabla XVII. Cálculo del VAN y el TIR .....	83
Tabla XVIII Registro de Gabarras.....	91
Tabla XIX Resultados de Cálculos Hidrostáticos .....	93
Tabla XX Distribución de Pesos Inicial .....	96
Tabla XXI Cálculo de Inercia .....	98

Tabla XXII Calculo de Longitud Efectiva Sistema de Agua Dulce.....	105
Tabla XXIII Altura de línea base hasta puntos de descargas.....	105
Tabla XXIV Panel de distribución principal PD1 (220VAC/110VAC-3F) .....	108
Tabla XXV Panel de distribución secundario PD2 (220VAC/110VAC-3F)..	109
Tabla XXVI Panel de distribución de 12VDC P12.....	111
Tabla XXVII Distribución de Pesos Nueva .....	114
Tabla XXVIII Estabilidad en Condición 1 .....	115
Tabla XXIX Estabilidad en Condición 2 .....	116
Tabla XXX Estabilidad en Condición 3 .....	117
Tabla XXXI Estabilidad en Condición 4 .....	118
Tabla XXXII Estabilidad en Condición 5 .....	119
Tabla XXXIII Estabilidad en Condición 6 .....	120
Tabla XXXIV Estabilidad en Condición 7 .....	121
Tabla XXXV Estimación de Costos de Materiales Grupo 100.....	124
Tabla XXXVI Estimación de Costos de Equipos Grupo 200 .....	125
Tabla XXXVII Estimación de Costos de Materiales Grupo 300.....	125
Tabla XXXVIII Estimación de Costos de Materiales Grupo 600.....	127
Tabla XXXIX Estimación de costos en HH Grupo 100.....	129
Tabla XL Estimación de costos HH Grupo 200.....	130
Tabla XLI Estimación de Costos HH Grupo 300.....	130
Tabla XLII Estimación de Costos HH Grupo 500 .....	131
Tabla XLIII Estimación de Costos de HH Grupo 600.....	131

## INDICE DE ANEXOS

Anexo A Gabarras Registradas En Ecuador .....	91
Anexo B Curvas Hidrostáticas .....	93
Anexo C Distribución De Pesos Diseño Inicial .....	96
Anexo D Cálculo De La Cuaderna Maestra .....	97
Anexo E Método De Coeficientes Específicos, Resistencia Total .....	100
Anexo F Método De Newman, Resistencia Total .....	102
Anexo G Cálculo Del Sistema De Combustible .....	104
Anexo H Cálculo De Sistema De Agua Dulce .....	105
Anexo I Balance Eléctrico .....	108
Anexo J Distribución de Pesos.....	114
Anexo K Estabilidad .....	115
Anexo L Resistencia Longitudinal.....	122
Anexo M Análisis Económico .....	124

## INTRODUCCIÓN

Las Gabarras son un tipo de embarcación de fondo plano, utilizadas básicamente para transportar cargas con un costo muy bajo en relación a otras embarcaciones. La gabarra Bahía de Caráquez brindaba servicios de transporte de vehículos entre Bahía de Caráquez y San Vicente, en la costa central manabita. La empresa ASTINAVE E.P. compró esta gabarra, la misma que actualmente brinda servicios industriales y logísticos para la actividad Costa Afuera, y es utilizada por personal de la institución en los proyectos a ejecutarse en la Plataforma Amistad ubicada en el Golfo de Guayaquil a 65km de Puerto Bolívar, en la provincia fronteriza de El Oro.

Considerando el cambio en los servicios que brinda la gabarra y la zona de operación de la misma, se observan restricciones en su capacidad de dotación y velocidad de servicio. La empresa ASTINAVE E.P. ha considerado, como una de las soluciones al problema de la embarcación, la modernización de su sistema propulsor, que consiste en el cambio de este por un sistema de propulsión azimutal, dejando libre el área de sala de máquinas para aumentar el área de habitabilidad.

Esta tesis presenta el estudio técnico y económico para la instalación de un nuevo sistema de propulsión azimutal de la gabarra mencionada. En el estudio

técnico se realizan los cálculos de ingeniería para que la gabarra funcione adecuadamente cumpliendo con los requerimientos, mientras que el análisis económico permite determinar cuál es el costo de la inversión en la modificación y la rentabilidad para la ejecución del proyecto.

## **OBJETIVO GENERAL**

Realizar un estudio para la instalación de un sistema de propulsión azimutal en la Gabarra Bahía de Caráquez.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Definir los beneficios de un sistema azimutal frente al convencional
- Realizar un estudio técnico de las características actuales de la gabarra Bahía de Caráquez.
- Calcular la resistencia y potencia necesaria para la instalación de un sistema azimutal.
- Analizar los resultados obtenidos en el estudio económico de acuerdo a los criterios de evaluación

## **BENEFICIOS**

Al modernizar el sistema propulsor de la gabarra Bahía de Caráquez se espera obtener mayores beneficios, entre ellos, mayor maniobrabilidad y aumento de su autonomía. La embarcación podrá cumplir eficazmente los servicios industriales y logísticos para la Plataforma Amistad ubicada en el Golfo de Guayaquil, esto generara a su vez, la obtención de mayores ingresos con el uso de la misma.

## **HIPÓTESIS**

El estudio técnico-económico permitirá definir si la instalación de un sistema azimutal es factible para la gabarra en estudio.

# **CAPÍTULO 1**

## **INFORMACIÓN GENERAL**

### **1.1. Sistema de propulsión Azimutal, Características**

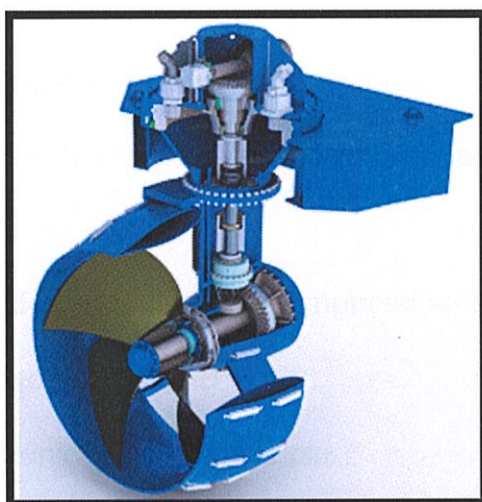
Se conoce como sistema de propulsión al conjunto de elementos que permiten que un buque se desplace de un lugar a otro a partir del empuje generado por ellos, venciendo todas las resistencias que se oponen a su marcha. Las embarcaciones pueden tener o no tener propulsión propia, es decir, pueden ser movidas por otras embarcaciones.

El sistema de propulsión azimutal se basa en una unidad integrada teniendo como componentes principales: un motor, un eje, y una hélice en un contenedor llamado Pod, donde la hélice puede ser de paso fijo o variable; esta configuración permite a la hélice realizar un giro completo (360°),



haciendo innecesario el uso de timón, eliminando de esta forma la fricción viscosa producida por este apéndice; además, se mejora la maniobrabilidad ya que la hélice puede proporcionar todo el empuje necesario en cualquier dirección. Este sistema es similar a los motores fuera de borda pero con mayor posibilidad de giro y tamaño, como se muestra en la Figura 1.1.

Figura 0.1 Sistema de Propulsión Azimutal



Fuente: [http://comarse.com/?portfolio\\_1369782175=propulsores-azimutales](http://comarse.com/?portfolio_1369782175=propulsores-azimutales)

El sistema azimutal se comienza a usar como opción al sistema tradicional de propulsión máquina-eje-hélice-timón desde 1960, bajo el nombre de la marca Schottel y se lo refiere desde entonces como propulsor azimutal. Las primeras empresas reconocidas en el desarrollo de este tipo de propulsión son: la alemana Schottel y la finlandesa Wärtsilä para buques comerciales y para buques de recreo se tiene a la empresa Volvo Penta [1].

La configuración de este tipo de sistema en las embarcaciones varía desde la ubicación en línea de crujía en la zona del codaste, hasta cuatro sistemas azimutales ubicados en paralelo, uno a cada banda de proa y popa y a la misma distancia de la línea de crujía. Este tipo de sistema propulsor es utilizado en embarcaciones como: remolcadores, ferries, buques offshore, buques de crucero y en especial en las que tienen que maniobrar mucho. Como ejemplo se tiene a los cruceros Freedom of the Seas (2006, puesta en servicio) y el Queen Mary 2 (puesto en servicio en 2004) el cual cuenta con cuatro propulsores azimutales, como se muestra en la Figura 1.2 [1].

Entre los fabricantes de renombre a nivel mundial se tiene a [2]:

- La empresa sueco-suiza ABB
- La empresa británica Rolls-Royce plc.
- La empresa alemana Siemens

Figura 0.2 Propulsión del Crucero Queen Mary 2



Fuente: <http://www.ebearing.com/news2009/011601.htm>

El sistema de propulsión azimutal se puede clasificar de la siguiente forma:

**De acuerdo a su Mecanismo de instalación**

- **Fijo.**\_ En la Figura 1.3. se observa un azimutal fijo el cual es utilizado principalmente en remolcadores.

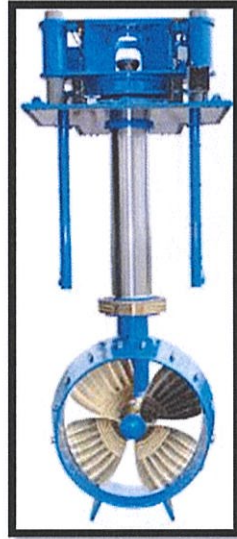
Figura 0.3 Propulsor Azimutal de Fijo



Fuente: [www.thrustmaster.net/azimuth-thrusters](http://www.thrustmaster.net/azimuth-thrusters)

- **Retráctil.**\_ Este tipo de instalación se utiliza para tener un posicionamiento dinámico, además es utilizado en embarcaciones de poco calado, como se muestra en la Figura 1.4

Figura 0.4 Propulsión Azimutal Retráctil



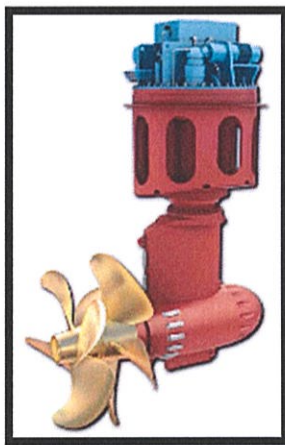
Fuente: [www.nauticexpo.es/fabricante-barco/propulsor-azimutal-20084.html](http://www.nauticexpo.es/fabricante-barco/propulsor-azimutal-20084.html)

#### De acuerdo a su Transmisión

- **Mecánica.**\_ Tiene un motor que puede ser eléctrico o diésel, ubicado dentro de la embarcación, conectado por engranajes al propulsor. Su montaje en este caso puede ser:

Montaje Vertical (L-Drive).\_ En la Figura 1.5 se muestra un modelo de azimutal de este tipo, este consta de dos ejes, uno de accionamiento y uno de salida, unidos por engranes que forman un ángulo recto.

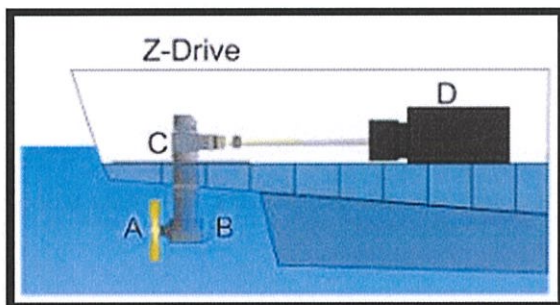
Figura 0.5 Propulsor Azimutal de Transmisión Mecánica L-Drive



Fuente: [www.nauticexpo.es/fabricante-barco/propulsor-azimutal-20084.html](http://www.nauticexpo.es/fabricante-barco/propulsor-azimutal-20084.html)

Montaje Horizontal (Z-Drive).\_ Este sistema tiene tres ejes, un horizontal de entrada, un eje horizontal de salida, unidos entre sí por un eje vertical por medio de engranes que forma un ángulo recto con ambos ejes, como se muestra en la Figura 1.6

Figura 0.6 Propulsor Azimutal de Transmisión Mecánica Z-Drive



Fuente: <http://en.wikipedia.org/wiki/Z-drive>

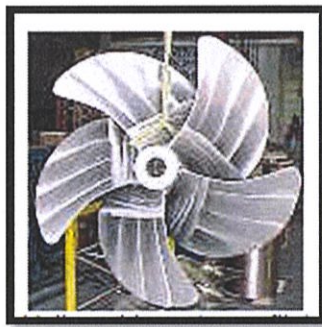


- **Eléctrica.** \_ Tiene un motor eléctrico que conecta a la hélice sin necesidad de engranes, esto se encuentra en una góndola, sin embargo; es necesario un motor a bordo que produzca la electricidad.

### De Acuerdo al Tipo de Hélice

- **Paso Fijo.** \_ Su paso no cambia, este tipo de propulsor es el más usado en el sistema tradicional de propulsión, como se muestra en la Figura 1.7

Figura 0.7 Hélice Paso Fijo



Fuente: [www.ricepropulsion.com/TNLS/SistemasdePropulsion.htm](http://www.ricepropulsion.com/TNLS/SistemasdePropulsion.htm)

- **Paso Variable.** \_ Los propulsores variables pueden girar sus palas alrededor de su eje para cambiar su ángulo de ataque como se observa en la Figura 1.8.

Muchas veces, estas hélices se utilizan para invertir el movimiento permitiendo el frenado o la marcha atrás sin necesidad de cambiar la dirección de rotación

Figura 0.8 Hélice de Paso Variable



Fuente: [http://marinewiki.org/index.php?title=Controllable\\_Pitch\\_Propellers](http://marinewiki.org/index.php?title=Controllable_Pitch_Propellers)

Finalmente se puede definir el sistema azimutal como una instalación mixta, ya que en algunos casos sería la combinación de propulsión diésel-eléctrica.

## **1.2. Sistema Azimutal en Embarcaciones Ecuatorianas.**

El gobierno ecuatoriano tiene algunos proyectos en desarrollo para contribuir al cambio de la matriz productiva. Entre los más relevantes se encuentra: La construcción de un Complejo Industrial Marítimo Astillero del Pacífico (CIMAP), y la construcción de la Refinería del Pacífico. En la Figura 1.9 se observa una propuesta de diseño del CIMAP.

Figura 0.9 Futuro Complejo Industrial Marítimo Astillero del Pacífico (CIMAP)



Fuente: [www.revistanaval.com/fotonoticia/20130716-050025-astillero-pacifico-astinave-ecuador](http://www.revistanaval.com/fotonoticia/20130716-050025-astillero-pacifico-astinave-ecuador)

Ambos proyectos enlazados, ayudaran en el desarrollo marítimo del Ecuador, permitiendo el desarrollo industrial en construcción y mantenimiento de buques, según la demanda que estos proyectos presenten para el encadenamiento comercial. Por lo tanto el desarrollo de estos proyectos mejorara la matriz productiva.

Ecuador debe iniciar con los preparativos para estos grandes proyectos como es el abastecimiento inmediato en tecnología, equipos y herramientas modernas, además de personal especializado; así como de buques que brinden los servicios logísticos necesarios. Entre los servicios logísticos que se deberán brindar, están los buques de apoyo para la Plataforma Amistad, los cuales deben permitir el llevar carga y suministros, transportar



herramientas y personal para realizar trabajos determinados en las plataformas entre otras.

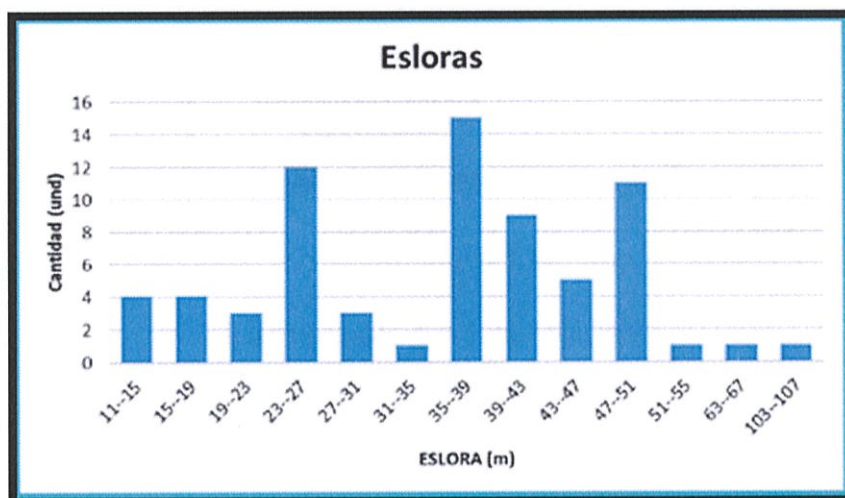
Para realizar estas tareas, este tipo de buques debe contar con una gran cubierta a popa, y por lo general se equipan con sistemas de posicionamiento dinámico para aumentar la seguridad en las operaciones de carga/descarga en las cercanías de las plataformas.

La mayoría de embarcaciones del Ecuador que dan servicios logísticos a la actividad Costa Afuera son gabarras y barcazas, estas embarcaciones deberían modernizarse para cumplir efectivamente con el servicio que brindan. La entidad que autoriza la matriculación de estas embarcaciones es la Subsecretaría de Transporte Marítimo y Fluvial (SPTMF) bajo bandera nacional, por lo cual esta institución tiene los registros y memorias técnicas de todas las embarcaciones matriculadas en Ecuador.

Actualmente no se encuentra registrada ninguna embarcación ecuatoriana con sistema de propulsión azimutal, dejando claro que en el país este tipo de sistema de propulsión no se ha llegado a desarrollar, como en otros países. La SPTMF tiene registradas 70 embarcaciones tipo gabarra, las cuales cuentan con sistema de propulsión tradicional (motor, eje, hélice) y algunas sin propulsión.

Las gabarras ecuatorianas en su mayoría, tienen esloras entre 35-39 metros. Se puede observar en la Figura 1.10 una distribución de las gabarras por su eslora. Véase anexo A

Figura 0.10 Distribución de Gabarras Ecuatorianas por Esloras

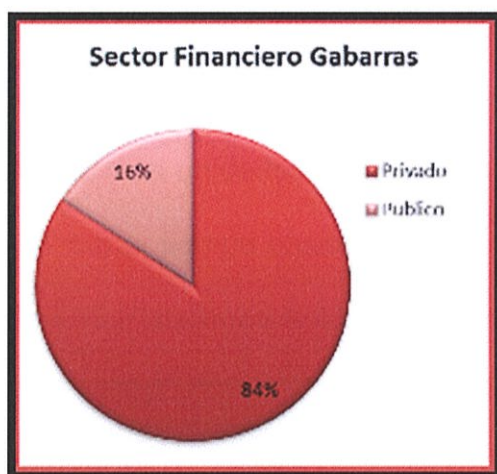


Fuente: Subsecretaria de Transporte Marítimo y Fluvial (SPTMF)

Elaboración: Cinthya Montalvo

Los sistemas de propulsión que presentan las gabarras ecuatorianas es el sistema tradicional (motor-eje-hélice), y pertenecen en gran parte a gabarras del sector privado, esto se representa en la Figura 1.11. [4]

Figura 0.11 Distribución de Gabarras Ecuatorianas según su Sector



Fuente: Subsecretaría de Transporte Marítimo y Fluvial (SPTMF)

Elaboración: Cinthya Montalvo

El sector público en Ecuador debe contar con su propio astillero y sus propios buques de apoyo, para potenciar la defensa, la seguridad y el desarrollo del sector marítimo industrial, con embarcaciones que cumplan los estándares internacionales, para brindar efectivamente sus servicios.

### **1.3. Ventajas y Desventajas de Instalar un Sistema Azimutal en Gabarras.**

Ecuador cuenta con una de las cuatro plataformas petroleras que el Gobierno está promoviendo en la industria Costa Afuera, generando de esta forma movimiento en la matriz productiva del país por medio del desarrollo de esta industria. En la Figura 1.12 se muestra la plataforma Amistad; es la primera

plataforma ubicada en la provincia de El Oro, a 65 kilómetros de Puerto Bolívar. Debido a la ubicación de la plataforma es necesario considerar los servicios industriales y logísticos marítimos para las actividades Costa Afuera, los cuales requieren cada vez más unidades marítimas que ofrezcan un servicio eficaz de transporte en el menor tiempo posible.

Figura 0.12 Plataforma Amistad del Ecuador



Fuente: [http://ec.geoview.info/plataforma\\_amistad,86244109p](http://ec.geoview.info/plataforma_amistad,86244109p)

Una solución podría ser la instalación de un sistema de propulsión azimutal en embarcaciones para servicios Costa Afuera del Ecuador, por lo cual es necesario conocer las ventajas y desventajas que tiene este sistema en gabarras, debido a que estas embarcaciones dan servicio logístico a la industria Costa Afuera, que operan transportando carga hacia la plataforma.

### **1.3.1. Ventajas del Sistema Azimutal**

Considerando un sistema tradicional de motor-eje-hélice, se puede definir ciertas ventajas que tendría un sistema azimutal como se muestra a continuación:

- **Máxima Maniobrabilidad**

En los sistemas azimutales se tiene excelente maniobrabilidad debido a que se obtiene en cualquier dirección un máximo empuje, es decir; los cambios de rumbo se realizan con mayor rapidez y los radios de giro del buque son muchos menores debido a la posibilidad de girar su hélice 360 ° sobre su propia longitud.

El barco puede mantenerse o posicionarse en altamar con facilidad lo cual permite un mejor amarre de la embarcación a la plataforma, y seguridad en las maniobras de carga y descarga.

- **Instalación para Ahorrar Espacio**

Debido a que las gabarras son utilizadas en el transporte de cargas es necesario ahorrar espacio, por lo cual el tener un sistema azimutal ahorraría espacio de los ejes largos y los elementos mecánicos en la embarcación, permitiendo ganar capacidad de carga, además, este tipo de sistema puede ser instalado en cualquier parte del barco.

Si se considera que la gabarra brindará servicios Costa Afuera, será necesario un mayor confort para la tripulación por lo cual los compartimentos destinados a maquinaria podrían ser utilizados para habitabilidad y espacio de carga.

- **Disminución Términos de la Cavitación y Vibración**

Debido a la eliminación de los timones, los largos ejes, reductores, servomotores, y hélices transversales, se disminuye el ruido dentro de la embarcación y se reducen las vibraciones ocasionadas por los mismos, aumentando de esta manera la seguridad en la instalación del sistema.

- **Diseño Fiable**

Este tipo de sistema permite aumentar con facilidad la potencia instalada, mediante nuevos generadores, o motores, además, dependiendo de donde esté ubicado el sistema, al ser reemplazado, no serán necesarios los cambios en el diseño del casco.

- **Operación Económica**

Este tipo de sistema puede trabajar con un motor diésel, eléctrico o hidráulico, por lo cual, si consideramos el consumo de combustible, como una variable del peso, se conoce que un motor eléctrico o hidráulico tiene un menor consumo que un motor a diésel, además este generara una menor contaminación ambiental.

Las ventajas del sistema azimutal presentadas son de mucha utilidad en las gabarras dependiendo del motor a instalar, ya que prestan servicios logísticos a la industria Costa Afuera, debido a la seguridad que se necesita en la explotación y desarrollo de los recursos de petróleo y gas. Cabe recalcar que las embarcaciones deben proveer en el menor tiempo posible insumos requeridos por la plataforma. Además, las gabarras deben cumplir con los requerimientos de seguridad y estabilidad en la mar, prestando confort a su tripulación, sin perder espacio de carga.

### **1.3.2. Desventajas del Sistema Azimutal**

Las desventajas que tendrían las gabarras con sistema azimutal serían:

- Altos costos técnicos de mantenimiento y reparación, debido a que en el país no hay empresas que brinden el servicio de mantenimiento para este sistema.
- Los repuestos no se encuentran disponibles en el país.

A pesar de las desventajas presentadas podemos decir que este sistema puede ser rentable para la industria Costa Afuera, debido a que esta industria maneja rubros altos.

Se debe considerar que la mayoría de maquinarias y elementos o accesorios necesarios para la industria naval se importa debido a que el país no cuenta

con estos recursos, por lo cual esta desventaja sería solo de tiempo de importación, y no vista como un problema para la industria naval ecuatoriana.



## **CAPÍTULO 2**

### **ANÁLISIS TÉCNICO DE LA EMBARCACIÓN ACTUAL**

#### **2.1. Especificaciones Técnicas de la Gabarra**

Las especificaciones técnicas que se muestran a continuación, describen el estado actual de la gabarra Bahía de Caráquez. Esta embarcación presta servicios industriales y logísticos para la actividad Costa Afuera de la empresa ASTINAVE E.P. Fue diseñada según los estándares descritos para el transporte de carga sobre cubierta y satisface los requerimientos de Seguridad y Estabilidad en la mar según los requerimientos de la Autoridad Marina Nacional (DIRNEA). [4]

### 2.1.1. Características Principales

En la Tabla I se muestran las características principales de la gabarra.

Tabla I Características Principales

Nombre de la Embarcación	BAHIA DE CARAQUEZ
Tipo de Embarcación	GABARRA
Armador	ASTINAVE EP
Material del Casco	Acero Naval
Material de la Superestructura	Acero naval
Eslora Total	37.50 m.
Eslora en cubierta	34.00 m.
Manga moldeada	9.20 m.
Puntal moldeado cubierta principal	1.40m
Calado de diseño	1.00 m.
Potencia instalada	Dos motores DETROIT DIESEL 6 IL Serie 71 Aspiración Natural, modelo 10625000 de 230 BHP a 1800 RPM. Dos Reductores ALLISON, Ratio: 2.95:1
Generador	Un Generador MARCA LOMBARDINI Monofásico de 10.5 KW, 330/120 VAC 60 Hz. Tres Bancos de Baterías de 12 VDC\ Dos bancos con dos baterías cada uno
Capacidad de combustible	4150 Glns.
Capacidad de agua dulce	3696 Glns

Fuente: Astilleros Navales del Ecuador

Elaboración: Cinthya Montalvo

En la Figura 2.1 se puede observar la Gabarra Bahía de Caráquez

Figura 0.1 Gabarra Bahía de Caráquez



Fuente: Elaboración Propia

### 2.1.2. Compartimentos

La gabarra se encuentra dividida de la siguiente manera: casco y superestructura, véase Figura 2.2

Figura 0.2 Superestructura de la Gabarra.



Fuente: Elaboración Propia

En la tabla II se detalla que contiene cada sección de la embarcación

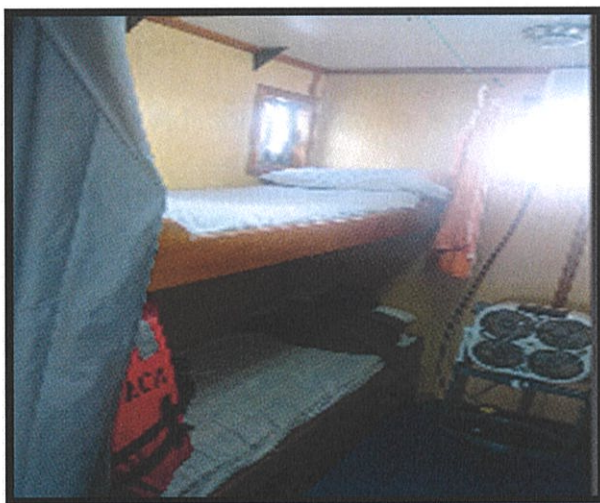
Tabla II División por Compartimentos

Casco	Superestructura
Su división es transversal, por medio de mamparos estancos y presenta la siguiente distribución de proa a popa:  Tanques de lastre  Sala de máquinas.  Pañol de cadenas	1 Cabina para la tripulación  Área de cocina.  Baño general  Puente de mando.

Fuente: Elaboración Propia

Los espacios habitables comprenden un baño completo, cocina y un camarote para cuatro tripulantes, en la Figura 2.3 se muestra las literas y el ventilador con el que cuenta el camarote.

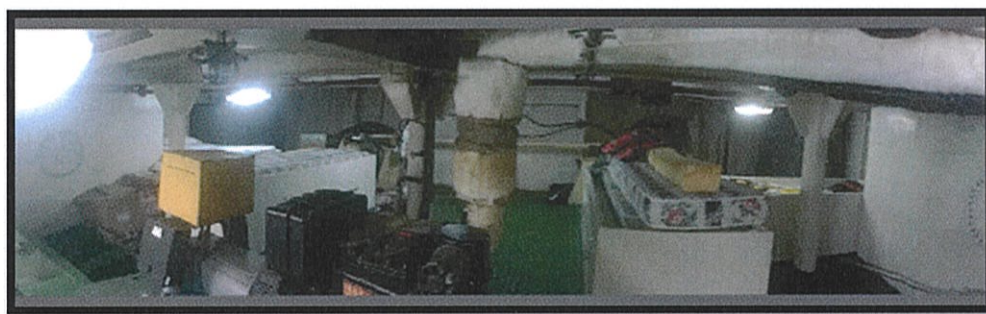
Figura 0.3 Camarotes de Tripulantes



Fuente: Elaboración Propia

En la actualidad la tripulación aumentó de 6 a 12 tripulantes por lo cual, se encuentra adaptada en sala de máquinas lo siguiente: 4 camas simples, 2 armarios metálicos dobles, 2 luces de techo de 110 VAC, y ventiladores, como se muestra en la Figura 2.4

Figura 0.4 Literas acopladas en Sala de Máquinas



Fuente: Elaboración Propia

### 2.1.3. Estructura

La estructura de la gabarra es de estructura mixta, posee 4 mamparos transversales y un mamparo longitudinal; formando de esta manera 8 compartimentos estancos. Adicionalmente la embarcación tiene cuadernas reforzadas (bulárcamas), que garantizan la resistencia transversal, todos los refuerzos y escuadras forman anillos transversales y longitudinales respectivamente y la soldadura es completa en planchaje y refuerzos.

La embarcación cuenta con 2 túneles de 3.25 m de longitud y el codaste es de 4.75 m. Las estibas a instalarse en sala de máquina se construyen con

planchas corrugadas de 6 mm empernadas sobre bases previamente instaladas.

El Planchaje y los refuerzos utilizados en la gabarra es acero naval ASTM Grado A-36, y el espesor utilizado se muestra a continuación:

- Fondo y Costado: Planchas 9mm
- Espejo: Planchas 9 mm
- Codaste: Planchas 9mm
- Compuerta: Planchas de 12,9,8 y 6 mm
- Mamparo: Plancha 9 m , Refuerzo L 51 x 51 x 7 mm
- Refuerzos de costado: FB 76 x 7 mm
- Refuerzos de cubierta y Fondo: 76 x 76 x 7 mm
- Cuadernas: Baos Principales T 250 x 200 x 6 mm,  
Baos y costados I 38 x 75 x 38 x 6 mm

La gabarra cuenta con una compuerta 6.20 m. x 5.46 m instalada en la proa, la cual está unida al casco mediante bisagras fabricadas de plancha de acero naval, eje de acero inoxidable y bocines de bronce, véase la Figura 2.5.

La compuerta se levanta mediante cables y poleas que son accionadas por el winche hidráulico ubicado en la banda de babor en la proa de la embarcación.



Figura 0.5 Compuerta de la Gabarra Bahía de Caráquez



Fuente: Elaboración Propia

La gabarra tiene un mástil de acero instalado sobre la superestructura, su estructura es de tubo de acero de diámetro 63.5 mm y plancha de 6 mm, y está sujeto mediante escuadras soldadas a su base. La base además, es usada como soporte para reflectores, luces y demás accesorios. Adicionalmente cuenta con un rudón en el contorno del casco a la altura de la traca de cinta. El rudón está construido con medios tubos de 152 mm. (6") de diámetro, SCH 80.

#### 2.1.4. Accesorios del Casco

Entre los accesorios del casco tenemos:

- Las puertas, que ayudan con la estanquidad de los compartimentos, como son, la puerta del puente de gobierno y la de cubierta principal, ambas de acero 1800 mm x 680mm x 6mm.

- Cubichete, que permite la remoción en la sala de máquinas de los motores principales, generadores y/o accesorios en caso de desperfectos o averías, se encuentran ubicados en cada banda, sus dimensiones son de 1850mm x 1500 mm x 6mm.
- Para la inspección y limpieza de los tanques de boyantes, combustible y agua cuenta con 12 tapas de registro de acero (550 mm x 760 mm x 6 mm )
- Dispone de barandales convenientemente distribuidos en la cubierta y magistral. Son de tubo galvanizado y están ubicados de acuerdo al plano de Distribución General.
- Cuenta con 5 claraboyas de tipo Ojo de Buey de bronce con un diámetro de 0.30 m
- Tiene bitas que sirven para sujetarlo al muelle, fabricados con tubos de acero de 6" de diámetro, SCH 80. (4 bitas dobles y 4 bitas simples).
- La gabarra cuenta con 5 escaleras verticales y 2 inclinadas de acero naval y 3 escaleras inclinadas de madera.
- Las ventanas son de aluminio con vidrio templado de 6mm de espesor asegurados con silicón y friso de caucho.

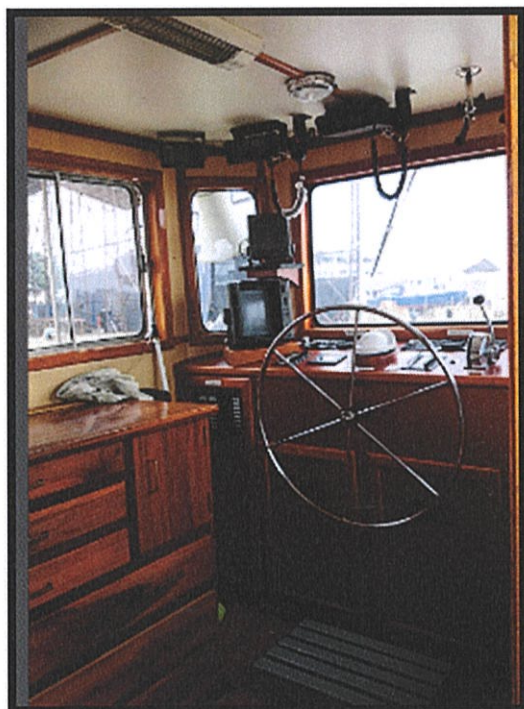
#### **2.1.5. Revestimiento Interior y Juntas de Mamparos**

Los mamparos de habitabilidad están revestidos con plywood marino, asegurado mediante una estructura interior de madera. El acabado es de



fórmica decorativa para garantizar su fácil limpieza y poca inflamabilidad, véase Figura 2.6. Los mamparos y tumbados del camarote, excepto el baño, son aislados contra el ruido y el calor con lana de vidrio de 25 mm de espesor y asegurados con malla metálica.

Figura 0.6 Puente de Gobierno con Acabados en Madera



Fuente: Elaboración Propia

### 2.1.6. Sistemas Auxiliares

Los principales sistemas instalados a bordo son los siguientes:

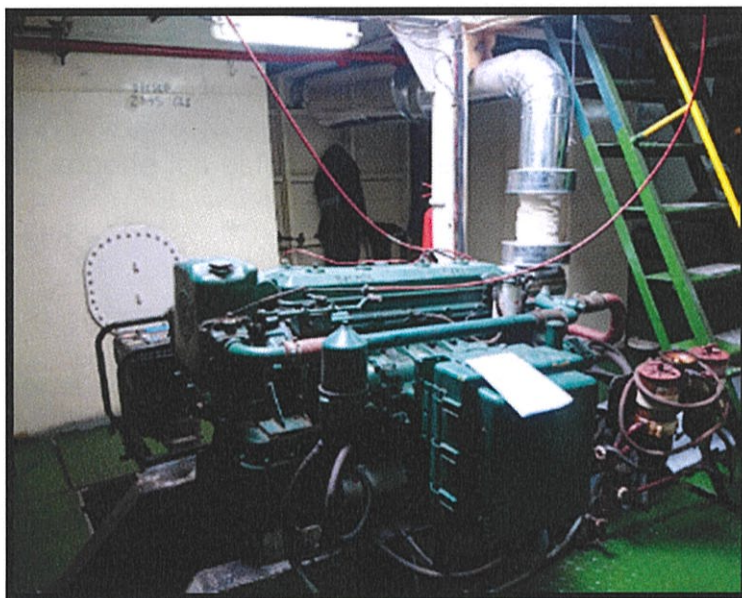
#### **Sistemas de Propulsión y Gobierno**

La sala de máquinas se encuentra bajo la cubierta principal en la popa de la embarcación. La gabarra tiene 2 motores marinos Detroit Diésel modelo

DETROIT DIESEL 6 IL Serie 71 aspiración natural, modelo 10625000 de 230 BHP a 1800 RPM y 2 reductores ALLISON, Ratio: 2.95:1, como se muestra en la Figura 2.7

Cada motor tiene todos los accesorios necesarios incluyendo: bomba de combustible, filtros o separadores de agua, bomba de aceite, alarma de bajo nivel de aceite, enfriador de aceite, filtro de aceite, bomba de agua dulce, gobernador mecánico, parada de emergencia, y un sistema de arranque de 12 VDC.

Figura 0.7 Motor Instalado en la Gabarra



Fuente: Elaboración Propia

Los reductores poseen un filtro de aceite interior cada uno, las plantas propulsoras son controladas desde el puente de gobierno.

Tiene 4 paneles de control de las máquinas principales, de los cuales 2 se localizan en la consola de gobierno del puente y 2 se ubican junto a los motores principales en sala de máquinas.

La línea de ejes está compuesta por 2 ejes de acero inoxidable AQUAMET 17 de diámetro 64 mm. y longitud aproximada de 6 m. cada una. En el extremo posterior de cada eje se acopla la hélice de las características descritas. Cada eje cuenta con una brida y está apoyado en dos bocines o cojinetes de bronce caucho lubricados por agua. Para dar la estanqueidad necesaria al sistema de ejes se instala una prensa estopa. La gabarra cuenta con 2 timones de plancha de acero naval, los refuerzos van en forma espaciada para asegurar que el sistema soporte los esfuerzos requeridos de acuerdo a la velocidad a que está sometido.

Existen 2 limeras o mechas, una para cada pala del timón. La limera está construida de un tubo de acero con una longitud aproximada de 300 mm, los bocines eje de cola son de Thordon, los prensa-estopas también son de bronce. El varón tiene un diámetro de 2 1/2", es de acero inoxidable aquamet-17 y su lubricación se hace mediante agua salada.

Los timones son accionados mediante dos cilindros hidráulicos tipo WAGNER N50 - 80. El sistema hidráulico es del tipo de presión constante. Cada uno de sus componentes: válvulas, manómetros, filtros, compensadores y depósitos

de aceite garantizan una operación segura. Las cañerías son de acero sin costura.

### **Sistema Contra Incendio**

El circuito contra-incendio es alimentado por la bomba portátil con motor a diésel YANMAR de 4.5 hp diámetro de succión y descarga 3" a 125 psi asegurada sobre 2 tomas en sala de máquinas, 2 tomas en la cubierta principal, una a cada banda, 1 toma en la popa de la cubierta principal.

Cada toma tiene una válvula de cierre rápido y termina con un neplo roscado para acoplar la manguera. Las válvulas en el manifold son de bronce de diámetro 50 mm. Las tuberías a utilizadas son de acero galvanizado de 38 mm. (1 1/2") SCH 40.

Además la embarcación cuenta con: 5 extintores de CO<sub>2</sub> de 15 libras de capacidad, 5 mangueras de 38 mm. (1 1/2") de lona y caucho ubicados en calzos adecuados, dos en cada banda y una en la popa.

La embarcación cuenta con los elementos apropiados para las tareas de rescate, salvataje y supervivencia. Este equipo es el siguiente:

- 6 Boyas salvavidas redondas.
- 6 Chalecos salvavidas.

- 1 Juego de luces de bengala con pistola de señales.
- 1 Bandera y código de señales.
- 1 Campana de bronce.

### **Sistema de Combustible**

La gabarra cuenta con 2 tanques de combustible. Tienen una capacidad total de 4.150 galones aproximadamente, además, cuenta con un tanque diario de 88 Gal.

El trasvasije de combustible al tanque diario se realiza por medio de una bomba eléctrica, y una bomba manual tipo reloj de 19 mm (3/4"), del tanque diario se suministra combustible a las máquinas principales y generador, a través de filtros dobles, las conexiones a las máquinas se realiza mediante acoples flexibles; en las líneas de suministro y retorno se disponen convenientemente de válvulas de compuerta y cheque.

Los tanques de combustible tienen líneas de venteo y pueden ser llenados desde la cubierta principal, ya sea del costado de babor o de estribor del buque.

Todas las tuberías y accesorios excepto las válvulas y acoples flexibles son de hierro negro.

### **Sistema de Agua Dulce**

La embarcación cuenta con 2 tanques de agua potable con una capacidad total mínima de 3696 galones aproximadamente. El trasvasije del agua al tanque diario se realiza mediante una bomba de agua eléctrica de 110 VAC, 1/2 HP, además existe una bomba manual tipo reloj de 25 mm. (1").

El tanque diario suministra agua al lavabo, ducha, sanitario y lavadero de la cocina. Toda la tubería de agua potable es de acero inoxidable y roscado, las válvulas son de bronce.

### **Sistema de Aceite Lubricante**

Se cuenta con un tanque de 55 galones de capacidad para aceite, no cuenta con sistema de tuberías.

### **Sistema de Enfriamiento de Máquinas**

Los motores son enfriados por agua de mar mediante intercambiadores de calor y tienen acoplado un alternador de 12 W VDC.

El suministro de agua salada para el enfriamiento de las máquinas principales y generador se hace por medio de 2 cajas de mar, con tuberías de diámetro 38 mm. (1 1/2"). Las cajas de mar tienen sus respectivas válvulas de fondo y

cheque las que son de bronce. Se disponen filtros dobles de 50 mm en cada máquina principal y generador.

### **Sistema de Gases de Escape**

La embarcación cuenta con un sistema de gases de escape seco para las máquinas propulsoras y para el generador. La descarga de los gases de escape se realiza por las bandas de la embarcación. Este circuito cuenta con acoples flexibles y silenciador; la tubería a emplearse es de hierro negro y todo el sistema está debidamente aislado para protección del personal.

### **Sistema de Fondeo y Amarre**

Está provisto de un ancla de 500 lbs ubicada a popa de la embarcación, cuenta con 32.0 m de cadena de acero de 3/4", Grado 1 y un cabrestante hidráulico para que pueda cumplir con las funciones de acuerdo al desplazamiento de esta embarcación.

La base para el ancla está confeccionada con tubo de 50 mm. (2") y está ubicada a popa. También se provee de 5 amarras de 35 de cabo de nylon de 32 mm (1 1/4").

### **Sistema Sanitario (Aguas Servidas)**

La descarga de los lavabos, duchas e inodoros se hacen por las bandas de la embarcación por medio de la gravedad. La tubería de descarga es de acero galvanizado, diámetro 50 mm (2") y 100 mm (4") SCH 40. Las uniones de este circuito son por medio de bridas y sellados con empaque de caucho y lona.

### **Sistema de Ventilación**

La ventilación de la Sala de Máquinas es de tipo natural y se efectúa mediante cachimbas de un diámetro de 120 mm, de acuerdo al plano.

### **Llenado, Venteo y Sondeo**

Todos los tanques integrales del casco tienen venteos. Los tanques de combustible cuentan con rejillas anti-llamas, mientras que los otros tanques tienen protecciones anti-ratas e insectos. Todos los tanques integrales al casco tienen tubos de sondeo.

Cada cachimba cuenta con trampas para evitar el ingreso de agua hacia la Sala de Máquinas.



## **Sistema Hidráulico**

Uno de los motores de propulsión, mueve una bomba hidráulica acoplada mediante toma fuerza y embrague. La bomba tiene un caudal de 50-80 GPM a 3 000 psi y es capaz de accionar el mecanismo de izado de compuerta y ancla. El control del motor hidráulico es mediante válvulas manuales tipo palanca. Los motores hidráulicos son operados por un sistema hidráulico de baja presión, 2.000 lbs/plg<sup>2</sup> max., y de baja velocidad, 650 RPM.

## **Sistema de Achique**

Este sistema sirve para achicar los tanques de boyantez, el peak de proa y el cuarto de máquinas, ubicándose en cada compartimento estanco su propia línea de succión, sólo en la sala de máquinas se ubican 2 tomas.

Las líneas de achique se acoplan a un manifold ubicado a proa de la sala de máquinas. Las tuberías son de acero galvanizado de 38 mm. (1 1/2") SCH 40, las válvulas de fondo son tipo globo y las válvulas de compuerta y las cheque con canastilla son de bronce.

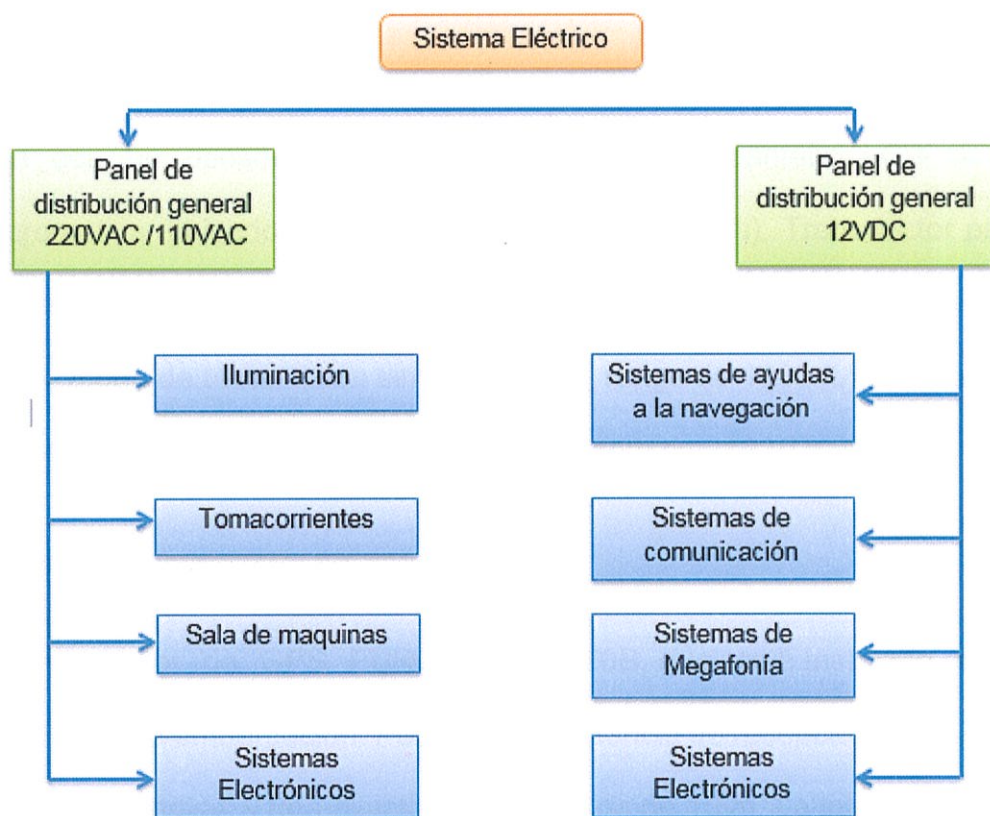
Las conexiones a través de los mamparos se hacen por medio de bridas. El achique se realiza con una bomba portátil a diésel.

## Sistema Eléctrico y Electrónico

El sistema eléctrico está dividido en 2 partes, véase la Figura 2.8:

- 220/110 VAC - Corriente alterna.\_ Panel de distribución con neutro (barra de cobre electrolítico) con capacidad de 100A (Amperios)
- 12VDC - Corriente Continúa.\_ Panel de distribución con capacidad de 50A (Amperios)

Figura 0.8 Diagrama de Bloques de Distribución de Poder AC Y DC



Fuente: Elaboración Propia

## Equipos de Navegación Electrónicos y Acústicos

### Radar

Un radar FURUNO 1932 MARK.2 con pantalla CRT de 10" monocromática, está instalado en la consola de mando (Bb). Cuenta con una antena de Arreglo Abierto con una potencia de 4 KW, un rango de 48 MN máximo, y un radiador de 1 m de longitud que ajusta su velocidad de rotación basado en su rango de uso. Se alimenta con 12 VDC.

### Ecosonda

Cuenta con un ecosonda FURUNO LS-6100 con pantalla LCD de 6" monocromática, ubicado sobre la consola de mando (Bb). Transductor pasa casco de acero inoxidable. Posee una potencia de 300 W, frecuencias de 50 y 200 KHz, modo de transmisión simple o doble, rango de 1000 ft, conectividad y compatibilidad con receptores GPS. Se alimenta con 12 VDC.

### Receptor GPS

Tiene un receptor de GPS FURUNO GP-320B, que está instalado en el mástil (Bb) de la embarcación. Posee una frecuencia de recepción de 1575.42 MHz, con 12 canales y una exactitud de posición de 10 m. La integración con el radar y el ecosonda se realiza mediante una caja de conexiones ubicada en el interior de la consola de mando. Se alimenta con 12 VDC.

## Equipos De Ayudas A La Navegación Eléctricos

### Luces De Navegación

La embarcación posee 5 luces de navegación distribuidas de la siguiente manera:

- Luz de mástil, 225°, blanca, 5 MN.
- Luz de banda de estribor, 112.5°, verde, 2 MN.
- Luz de banda de babor, 112.5°, roja, 2 MN.
- Cuatro Luces de estela, 135°, blanca, 2 MN.
- Cinco Luces de fondeo, 225°, blanca, 5 MN.

Las luces tienen una potencia de 25 W y se alimentan de 12 VDC.

### Luces De Búsqueda

Tiene un reflector de búsqueda PERKO 0314W0812V, con una potencia de 500 W, un alcance de 1-3/8 MN y una vida útil de 500 horas. Con un voltaje de alimentación de 120 VAC a 60 Hz.

### Luces de Maniobra

Dos luces de maniobra LUMENAC MAX1, con una potencia de 70/150 W, y voltaje de Alimentación de 120 VAC. Con un grado de protección IP65. Están ubicados en la cubierta de habitabilidad, una en la banda Babor y una en la banda de Estribor.

## Pito Eléctrico

Un pito eléctrico AFI 10106, tipo corneta de aire con doble trompeta, incluye un compresor de 121 dB, alimentación de 12 VDC y un consumo de 20 A.

En la Figura 2.9 se muestran algunos de los equipos de ayuda a la navegación eléctrica instalados en la superestructura

Figura 0.9 Puente de Mando de la Gabarra



Fuente: Elaboración Propia

## Equipos de Ayudas a La Navegación No-Eléctricos y No- Electrónicos.

### Compás Magnético

Un compás magnético RITCHIE FN-203 de montaje superficial, está instalado en la consola de mando paralelo a la línea de crujía. Cuenta con iluminación interna de 12 VDC y un control de encendido y apagado.

### Indicador de Ángulo de Caña

Un indicador de ángulo de caña SIMRAD RI35 MK2 con sender VDO, con exactitud de  $\pm 0.5^\circ$ , posee grado de protección IP56, está instalado sobre la consola de mando. Se alimenta con 12 VDC.

## Equipos de Comunicaciones Externas

### Radioteléfono VHF

Posee un radioteléfono marino VHF con DSC de 25/1W, FURUNO FM-4000. Con una frecuencia de transmisión de 156.025 a 157.425 MHz, una frecuencia de recepción de 156.050 a 163.275 MHz y una potencia de salida de audio de 4.5 W. Es una unidad compacta, y está situado bajo el techo del puente de mando. Utiliza una antena tipo látigo ubicada en la cubierta del puente (Eb). Se alimenta con 12 VDC.

### Receptor NAVTEX

Un receptor NAVTEX FURUNO NX-300 VHF con pantalla LCD de 4.5" monocromática. Posee una frecuencia de recepción 490 ó 518 KHz. Está situado bajo el techo del puente de mando. Posee una antena (NX-3H-D) ubicada en el mástil (Eb). Se alimenta con 12 VDC.

#### Radiobaliza de Localización de Siniestros

Una radiobaliza de localización de siniestros MCMURDO SMARTFIND PLUS/G5 con una frecuencia de transmisión de 406 MHz, resistencia al agua hasta 10 m, con una vida operacional de 48 horas y una batería de 5 años de vida útil. Está situado en el exterior del puente de mando (Eb).

#### Transponder de Búsqueda Y Rescate

Un Transponder de búsqueda y rescate MCMURDO S4 Rescue con un tiempo de operación de 8 horas y en modo Standby de 96 horas. Está situado en el puente de mando.

#### Equipo de Megafonía

##### Megáfono (Altoparlante)

Un megáfono STANDARD HORIZON LH10 está instalado bajo el techo del puente de mando. Posee tres salidas, 2 tienen una potencia de salida de 35 W para cornetas (Eb y Bb) y una potencia de 4.5 W para parlante (Habitabilidad).

Se alimenta con 12 VDC

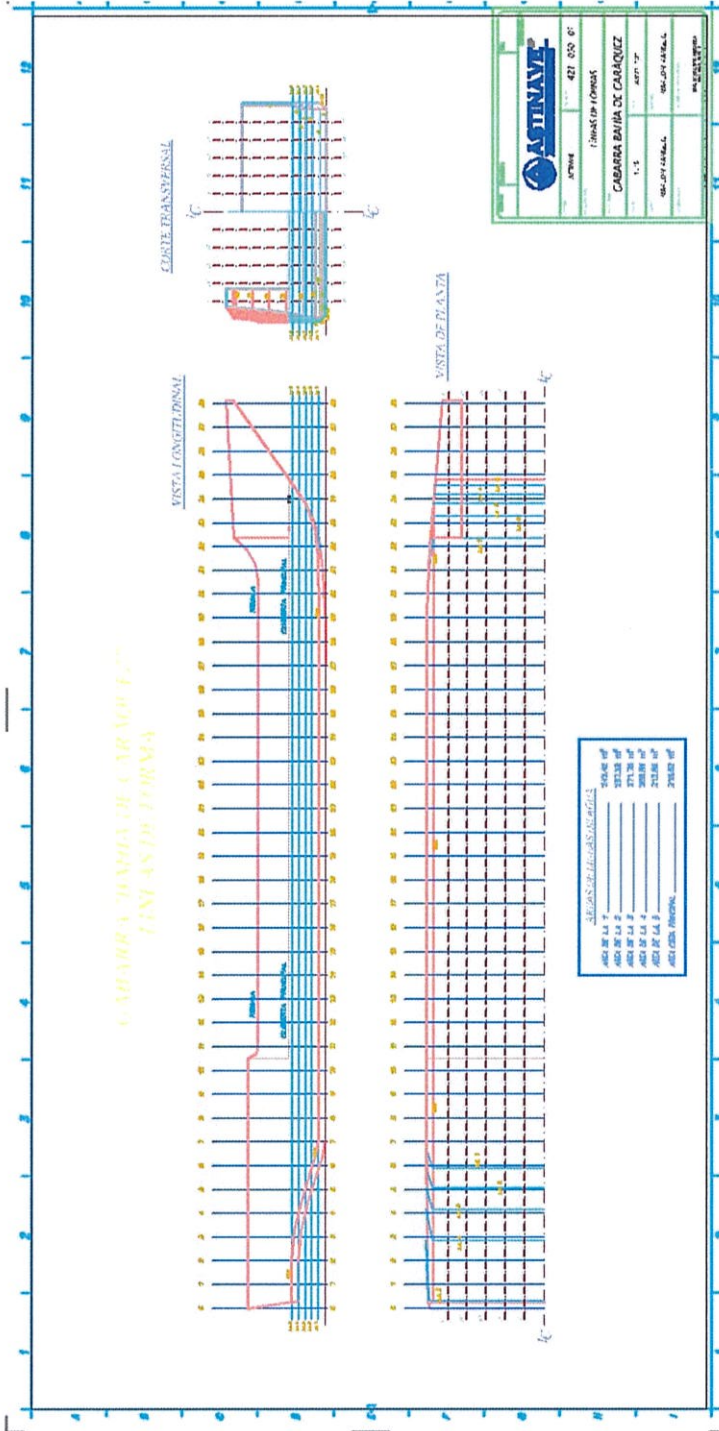
## 2.2. Modelización de la Embarcación en 3D

Es necesario realizar el modelado del casco en un software, tomando en consideración los planos y dimensiones principales de la gabarra; los cuales permitirán realizar el modelado en 3D, para efectuar los cálculos hidrostáticos, de resistencia y estabilidad de la embarcación.

A continuación se muestran los siguientes planos básicos provistos por ASTINAVE E.P [4]: Líneas de Formas Figura 2.10, Distribución General Figura 2.11, Estructural General Figura 2.12.

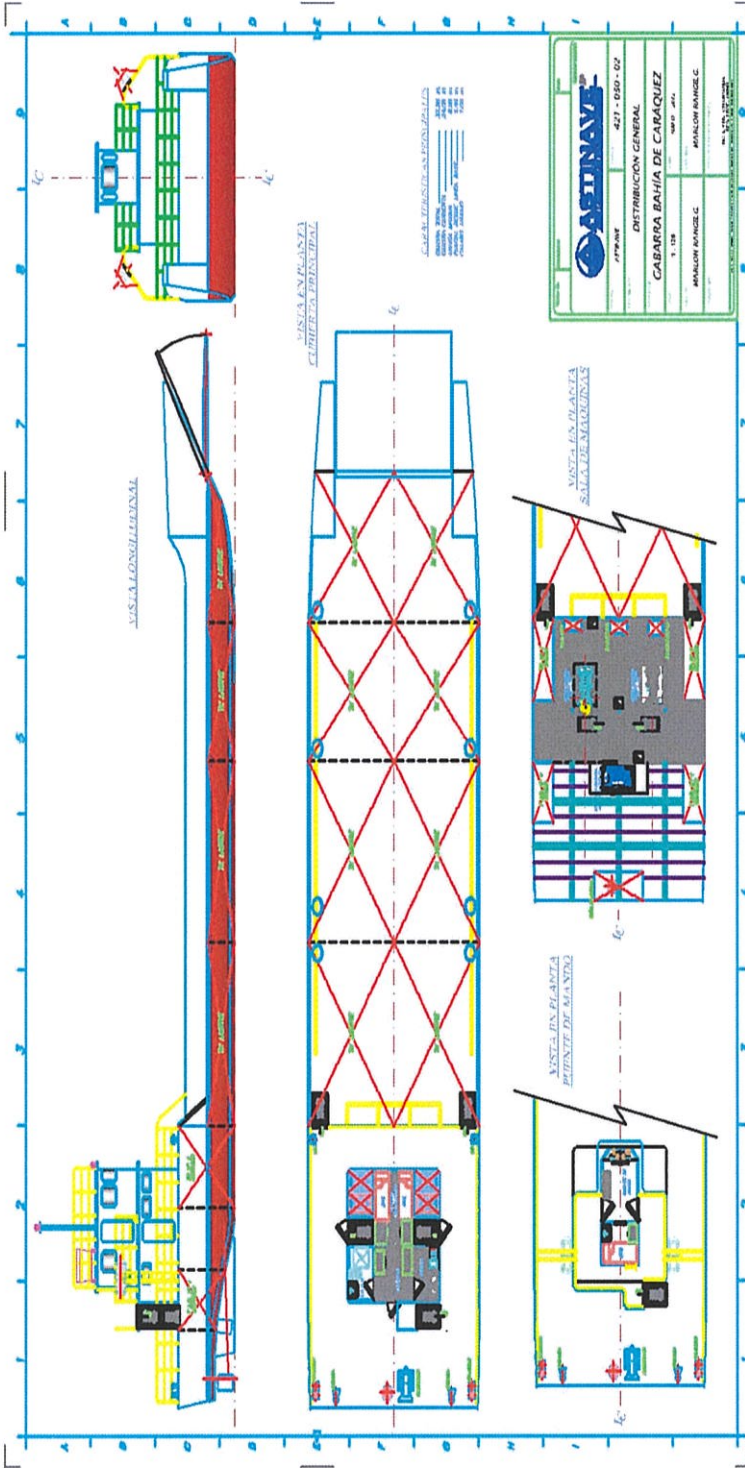


Figura 0.10 Plano de Líneas de Forma



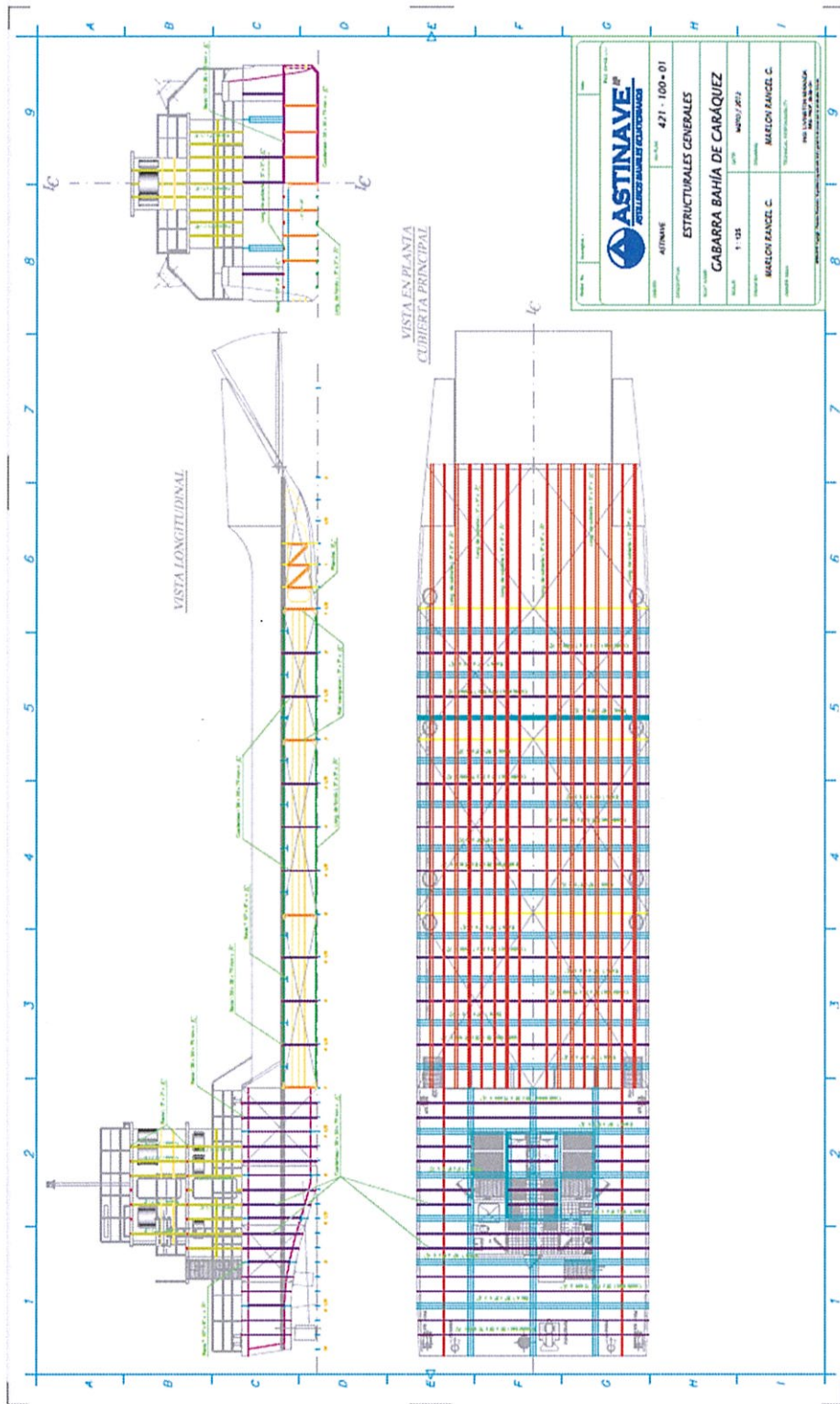
Fuente: ASTINAVE E.P.

Figura 0.11 Plano de Distribución General



Fuente: ASTINAVE E.P.

Figura 0.12 Plano de Rayado Estructural

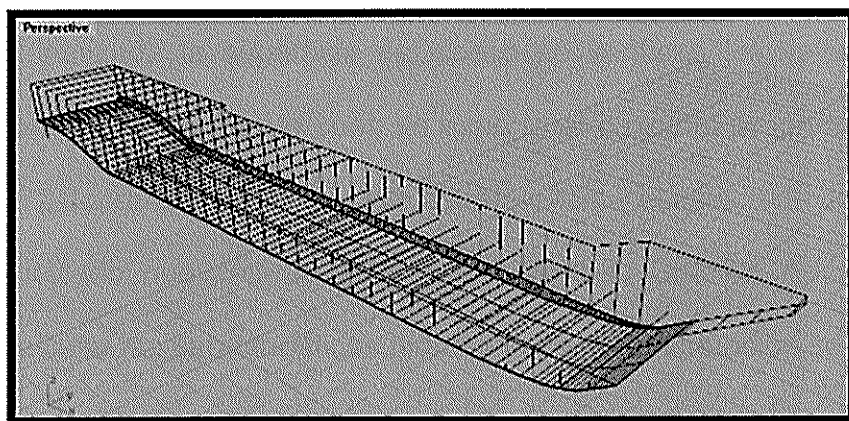


Fuente: ASTINAVE E.P.

Utilizando el software Rhinoceros [5] se realiza el modelado en 3D del casco de la gabarra con los datos proporcionados en los planos.

Con el plano de líneas de forma se empieza a dibujar la gabarra en el programa, definiendo por medio de cuadernas y perfiles la forma del casco, véase Figura 2.13

Figura 0.13 Vista de perspectiva de las líneas de forma de la gabarra en Rhinoceros

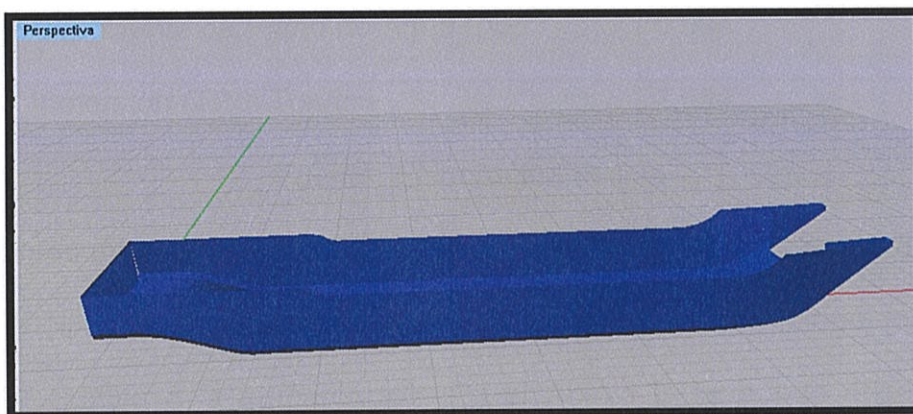


Fuente: Elaboración Propia

Luego se procede con la creación de una superficie NURBS Figura 2.14 (modelo matemático para generar curvas y superficies que se ajusten al modelo del buque) [6] para reconstruir y alisar la superficie que se acerque lo más posible al modelo, considerando realizar la menor cantidad de superficies para disminuir el peso del archivo.



Figura 0.14 Creación de la Superficie Nurbs, Modelado 3D



Fuente: Elaboración Propia

Una vez finalizada la superficie del casco se verifican los valores de los coeficientes de forma, por lo cual, se exporta el casco al programa Maxsurf Modeler [7], donde se define el punto de referencia y el calado de diseño, para luego exportarlo nuevamente al software Maxsurf Stability Advanced que permite calcular las características hidrostáticas. A continuación se presentan los valores:

Tabla.III Datos Obtenidos en Maxsurf

Calado (m)	1m
Desplazamiento (Ton)	257,4
Superficie Mojada (m <sup>2</sup> )	333,155
Plano de Flotación (m <sup>2</sup> )	286,268
Coefficiente Prismático Cp	0,882
Coefficiente Bloque Cb	0,870

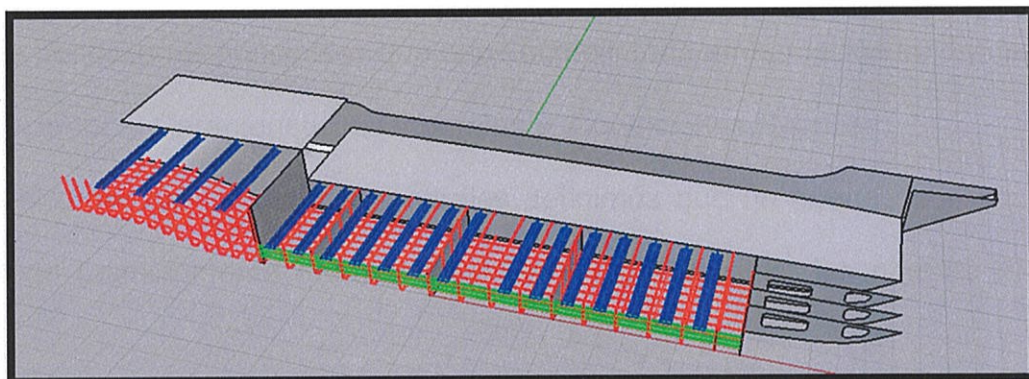
Coeficiente de Sección Media Cm	0,987
Coeficiente de Plano de Agua Cwp	0,994
Inmersión (TPc) Ton/cm	2,934

Fuente: Elaboración Propia

Los valores mostrados en la Tabla III son muy cercanos a los proporcionados por ASTINAVE EP, por lo tanto, se puede decir que las formas del modelado son semejantes a la embarcación. En el Anexo B se puede observar los resultados completos obtenidos en Maxsurf.

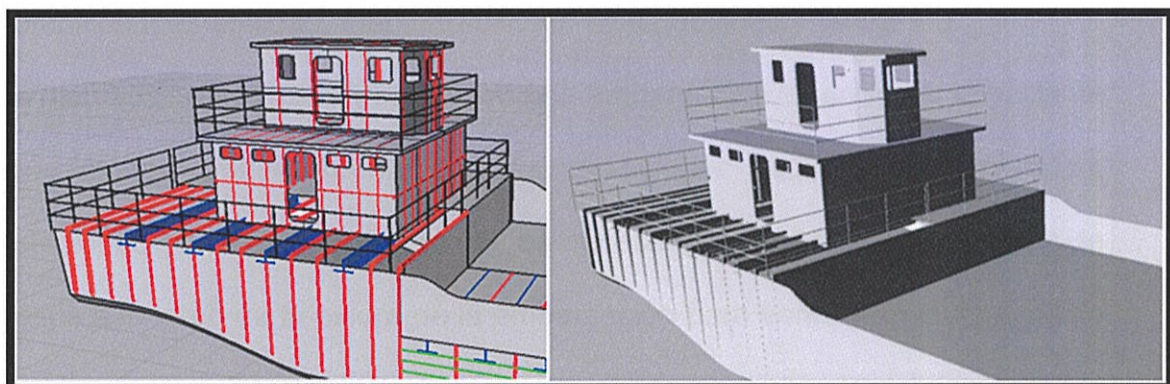
Una vez definido el casco se procede con el modelado de la superestructura de la embarcación y el diseño estructural en el programa RhinoMarine.; esto nos ayuda a obtener el peso de la embarcación y su centro de gravedad. Véase Figuras 2.15 y 2.16

Figura 0.15 Modelado Estructural del Casco de la Gabarra



Fuente: Elaboración Propia

Figura 0.16 Modelado de la superestructura



Fuente: Elaboración Propia

Los nuevos requerimientos del armador para este análisis técnico es la instalación de un sistema de propulsión azimutal que reemplace al sistema propulsor existente, permitiendo aumentar la velocidad (12 nudos) y la comodidad para la tripulación en la embarcación (12 personas) cumpliendo con las normas de las casas Clasificadoras.

### 2.3. Distribución de Cargas y Pesos

Las condiciones principales que debe cumplir toda embarcación se dividen en dos grupos: Características Generales y Condiciones Náuticas.

Dentro de características generales definimos que un buque debe ser útil, solido (estrictamente fuerte), y habitable (considerando las normas IMO<sup>1</sup>),

---

<sup>1</sup> Organización Marítima Internacional

mientras que referente a las condiciones náuticas un buque debe tener flotabilidad, estabilidad, maniobrabilidad, navegabilidad y velocidad.

La distribución de pesos y cargas en una embarcación es un factor importante para cumplir principalmente con las condiciones náuticas de flotabilidad, estabilidad y velocidad, por lo cual, es necesario presentar la distribución de pesos a lo largo de la eslora de la embarcación para verificar el cumplimiento de las mismas. En el Anexo C se puede observar el cálculo detallado de los desplazamientos mientras que en la Tabla IV se observa los resultados finales de los mismos.

Tabla IV Distribución de Pesos

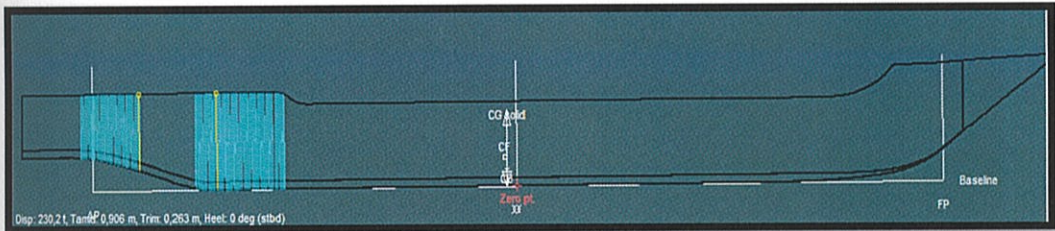
Ítems	Ton
Peso del Casco	89,793
Peso de Superestructura + Compuerta	19,85
Peso de Máquinas	4,38
Peso de Circuitos Y accesorios	12,904
Efecto de Consumo (Tanques)	25,03
Tripulación	0,9
Carga a Transportar	100
Desplazamiento total	252,857

Fuente: Elaboración Propia

Conociendo la distribución de pesos de la gabarra se puede obtener el centro de gravedad de la embarcación y la curva de Peso y Momentos. Esta se puede apreciar en las Figuras 2.174 y 2.18.



Figura 0.17 Modelo de la Gabarra en Maxsurf con ubicación de tanques y pesos

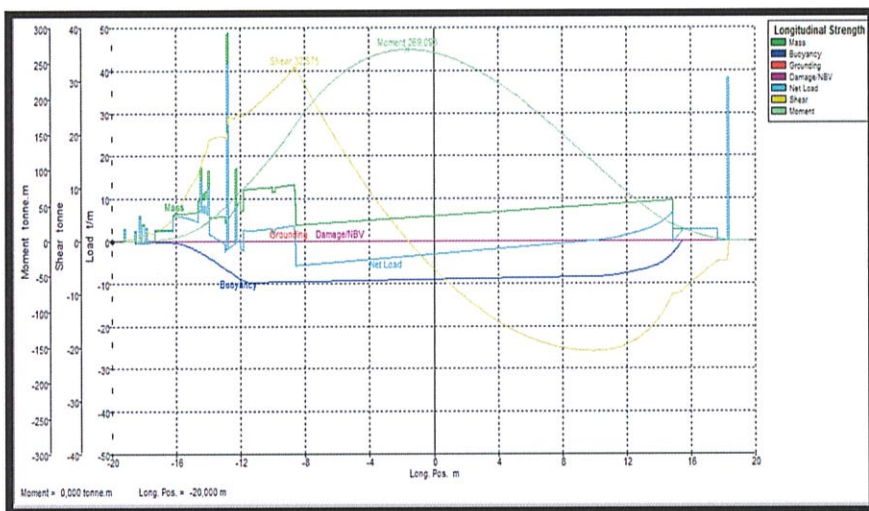


Fuente: Elaboración Propia

Con el máximo momento flector obtenido se puede verificar que la estructura soporta la distribución de pesos considerando los tanques llenos al 90%, e incluyendo las 100 toneladas de carga. Con la gráfica de esfuerzo longitudinal se comprueba que el esfuerzo no excede al esfuerzo calculado de la cuaderna maestra, en las condiciones de aguas tranquilas, arrufo y quebranto.

Ver Anexo D

Figura 0.18 Curva de Pesos y Momentos



Fuente: Programa de Naval Maxsurf

## **CAPÍTULO 3**

### **ANÁLISIS TÉCNICO PARA LA INSTALACION DEL SISTEMA AZIMUTAL**

#### **3.1. Cálculo de la Resistencia**

En este capítulo se procede a calcular la resistencia de la embarcación para definir la potencia de la maquinaria a instalar para obtener la velocidad de servicio requerida. Para el cálculo de la resistencia de un buque se deben conocer las variables de las que depende la resistencia total como: la velocidad, dimensiones principales, factores de forma de la carena, y las variables referentes al fluido en el que navega como son, la densidad, viscosidad y condiciones atmosféricas. La resistencia total de un buque se divide en resistencia friccional, que considera el movimiento del casco en un

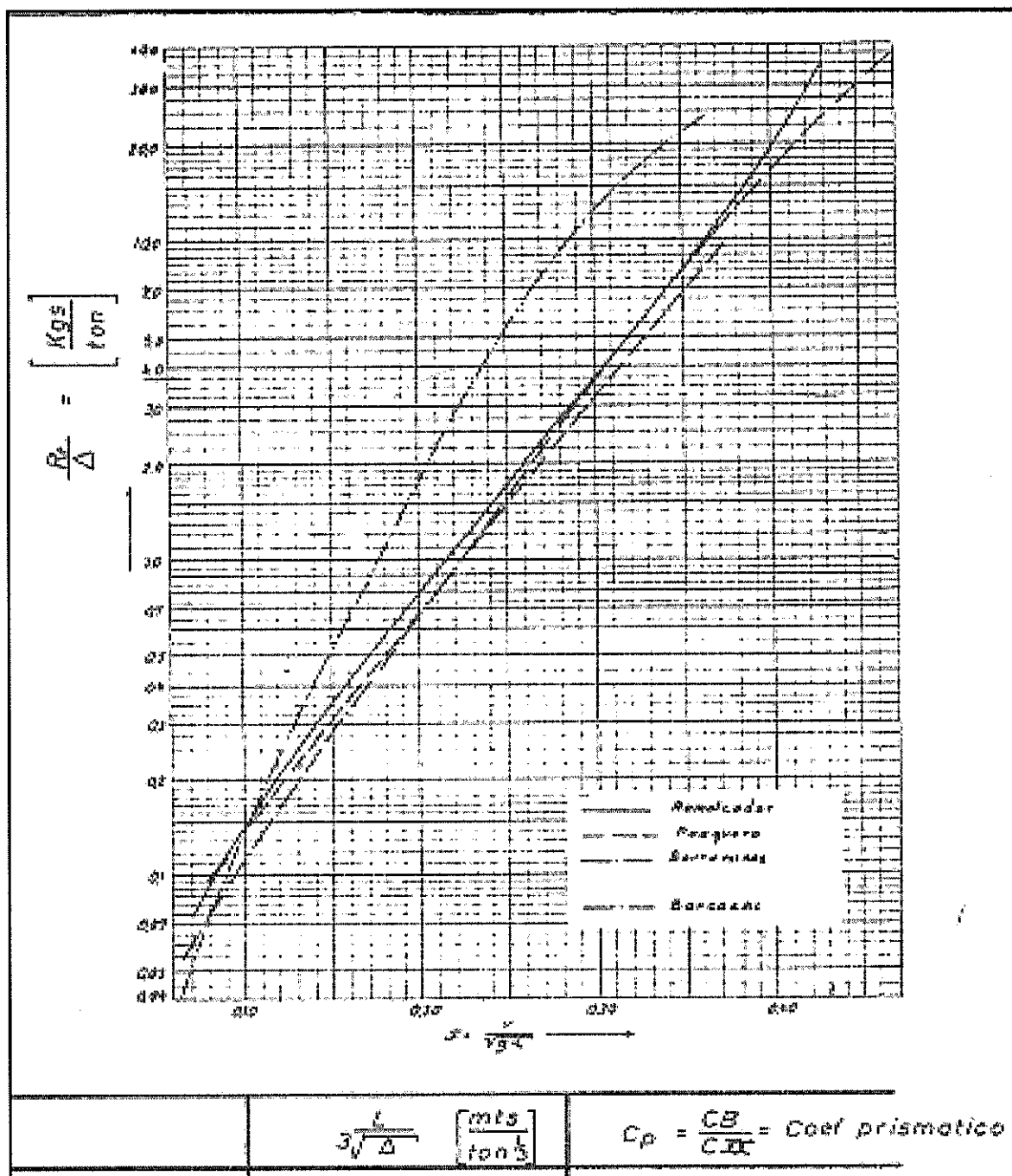
fluido viscoso y la aceleración de las partículas del fluido en sentido longitudinal; mientras que la resistencia residual considera el gasto de energía que entrega el cuerpo en sentido vertical. El cálculo de resistencia total se puede obtener mediante pruebas experimentales y formulaciones empíricas, estas últimas se han implementado en programas de ordenador. En esta tesis se procede a realizar los cálculos utilizando fórmulas empíricas.

### **Método utilizando serie NEWMANN**

Las series sistemáticas son un conjunto de curvas que son utilizadas para el cálculo de resistencia residual para buques de formas semejantes a través de datos estadísticos según la forma y características del casco, por lo cual en este caso se usa la serie NEWMANN para barcasas. [8]

Para ingresar a la curva de NEWMANN es necesario calcular el número de Froude obteniendo de la Figura 3.4, el resultado de la resistencia residual del buque.

Figura 0.1 Curva Sistemática NEWMANN



Fuente: Oviedo, Miguel E., Alargamiento de una Barcaza para el Transporte de Bins. Chile 2010

De la Figura 3.4 se obtiene el siguiente valor de resistencia residual

$$Fr = 0,337 \quad Rr/\Delta = 19$$

Con las fórmulas empíricas según la ITTC<sup>2</sup> se procede a calcular la resistencia a la fricción y la resistencia total del buque. (Véase Anexo E), a continuación se muestra los resultados de los cálculos en la Tabla V.

Tabla V Cálculo de Resistencia utilizando Series NEWMANN

Resistencia Residual Rr (kg)	4890,6
Resistencia Friccional Rf (kg)	1522,03
Resistencia por Apéndice Rap (kg)	320,63
Resistencia por Viento Ra (kg)	85,15
Resistencia Total Rt (kg)	6497,78

Fuente: Elaboración Propia

### Método de Coeficientes Específicos

Utilizando el método de coeficientes específicos, se procede a calcular la resistencia friccional de la embarcación por medio de fórmulas empíricas, donde el coeficiente por corrección y el coeficiente residual se obtienen de estadísticas de pruebas experimentales [9], estos valores dependen del número de Reynolds y Froude. Véase Anexo E

<sup>2</sup> ITTC\_ International Towing Tank Conference

En la Tabla VI se muestra los resultados de resistencia luego de realizar los cálculos necesarios.

Tabla VI Cálculo de Resistencia utilizando Coeficientes Específicos

Coeficiente Residual Cr	3,40E-03
Coeficiente Friccional Cf	0,002296249
Coeficiente de Corrección Ca	0,002
Coeficiente Total Ct	0,007696249
Resistencia Residual Rr (kg)	2253,625649
Resistencia Total Rt (kg)	5101,313301

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2. Cálculo de la Potencia y Número de Motores

Se estima la potencia a suministrar al buque para obtener la velocidad de servicio 12 nudos en relación a los cálculos de resistencia, definiendo a su vez el tipo y cantidad de sistemas propulsores que se va a instalar, de acuerdo a su zona de operación, espacio disponible y el peso del mismo.

De los cálculos de resistencia se obtuvieron dos valores diferentes (Tabla VII). Utilizando formulas empíricas se procede a calcular la potencia efectiva de la embarcación y considerar un factor de seguridad para motor hidráulico (eficiencia de un motor hidráulico de 85% [10]).

Tabla VII Valores de Potencia (HP)

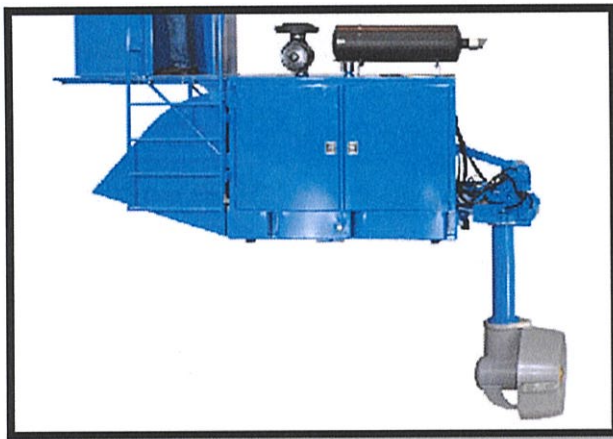
Métodos	Rt (kg)	HP	HP (Motor hidráulico)
Newmann	6497,78	527,35	620,61
Coeficientes Específicos	5101,31	413,85	487,04

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar de la Tabla VII que los valores de potencia (HP) son diferentes, por lo cual el motor a instalar deberá estar dentro de ese rango, de preferencia el mayor valor.

Debido a que la embarcación navega en zonas de poco calado se utilizara un sistema portátil de posicionamiento dinámico, retráctil con alimentación hidráulica, con hélice de paso fijo, tobera, mecanismos de inclinación, radiador refrigerado por motor diésel, control de mando y las bombas hidráulicas, enfriador de aceite y filtros como se muestra en la Figura 3.2. Este sistema es un equipo modular el cual se puede ubicar directamente en la cubierta de la embarcación ocupando un espacio mínimo.

Figura 0.2 Sistema propulsor Azimutal Hidráulico



Fuente: [www.thrustmaster.net/out-drive-propulsion-unit/thrustmaster/](http://www.thrustmaster.net/out-drive-propulsion-unit/thrustmaster/)

El proveedor considerado es Thrustmaster de Texas que posee un sistema portátil de posicionamiento dinámico con características similares al que se desea instalar, por lo cual por medio de sus especificaciones técnicas



(Figura 3.3), se selecciona un sistema de propulsión azimutal que entre en el rango de la potencia requerida.

Figura 0.3 Especificaciones Técnicas de Sistema de Propulsión Azimutal

Technical Specs							
Hydraulic Outboard Propulsion Units – Integrated with Depth Adjustment & Tilt							
Model	Motor HP	Motor kW	Max Stem Length ft.	Max Stem Length m	Thrust Weight lbs.	Thrust Weight kg	Drawing
OD100	100 hp	75 kW	12	4	7,450 lbs.	3,380 kg	B123943
OD100N	100 hp	75 kW	10	3	4,660 lbs.	2,110 kg	B123944
OD150	150 hp	112 kW	12	4	7,470 lbs.	3,390 kg	B103342
OD150N	150 hp	112 kW	10	3	7,740 lbs.	3,500 kg	B113163
OD300	300 hp	224 kW	12	4	10,000 lbs.	4,250 kg	B123941
OD300N	300 hp	225 kW	10	3	11,300 lbs.	5,120 kg	E104726

Fuente: <https://www.thrustmaster.net/out-drive-propulsion-unit/integrated-hydraulic-outboard-propulsion-units/>

El modelo a seleccionar es el OD300N que tiene una potencia de 300 HP, por lo cual, se considera instalar dos equipos para lograr completar una potencia total de 600 HP, distribuyendo el peso a ambas bandas de la manga de la gabarra. Las dimensiones del sistema seleccionado son apropiadas al espacio disponible en cubierta, estos equipos se instalan a la cubierta por medio de soldadura o ajustado con pernos.



### **3.3. Modificación de los Sistemas Auxiliares**

Los sistemas auxiliares son esenciales para la integralidad de la embarcación, principalmente en la sala de máquinas y habitabilidad. Estos sistemas permiten mantener el ciclo de operaciones que aseguren un funcionamiento continuo de la embarcación en la navegación. Al instalar el nuevo sistema propulsor y establecer la nueva distribución de los espacios habitables se realizarán cambios en la distribución general y en los sistemas auxiliares. [11]

#### **Distribución General**

Se ubican los sistemas azimutales en la cubierta principal en sección de popa a ambas bandas (babor y estribor), y la actual sala de máquinas se utiliza como área de habitabilidad, en esta área se pretende atender con el requerimiento del número de tripulantes.

#### **Sistema Contraincendios**

Este sistema no se modifica, sin embargo, como la tripulación aumentó es necesario aumentar también los elementos adecuados para las tareas de rescate, salvataje y supervivencia. Este equipo es el siguiente:

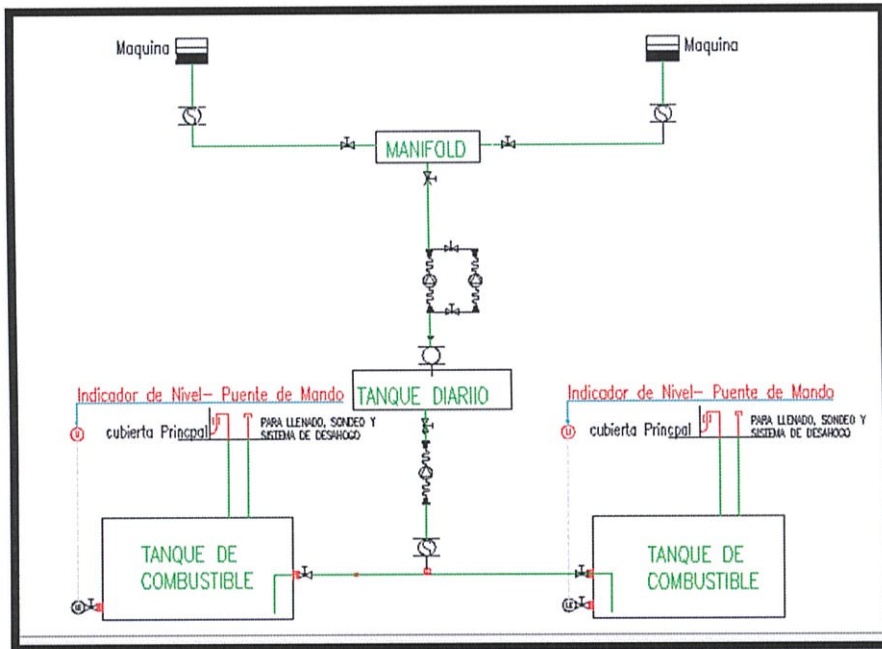
- 12 Boyas salvavidas redondas.
- 12 Chalecos salvavidas.

- 2 Juego de luces de bengala con pistola de señales.
- 1 Bandera y código de señales.
- 1 Campana de bronce.

### **Sistema de Combustible**

En la Figura 3.4 se muestra un esquema unifilar del sistema de combustible, este sistema está relacionado con la autonomía de la gabarra. Tiene como propósito alimentar al motor principal en cantidades precisas y almacenar el combustible para este sistema. El sistema de propulsión azimutal instalado es una unidad de potencia diésel-hidráulico. Es necesario reubicar el tanque diario de combustible. El rutado de tubería está de acuerdo con ubicación de los tanques de combustible

Figura 0.4 Esquema Unifilar de Combustible



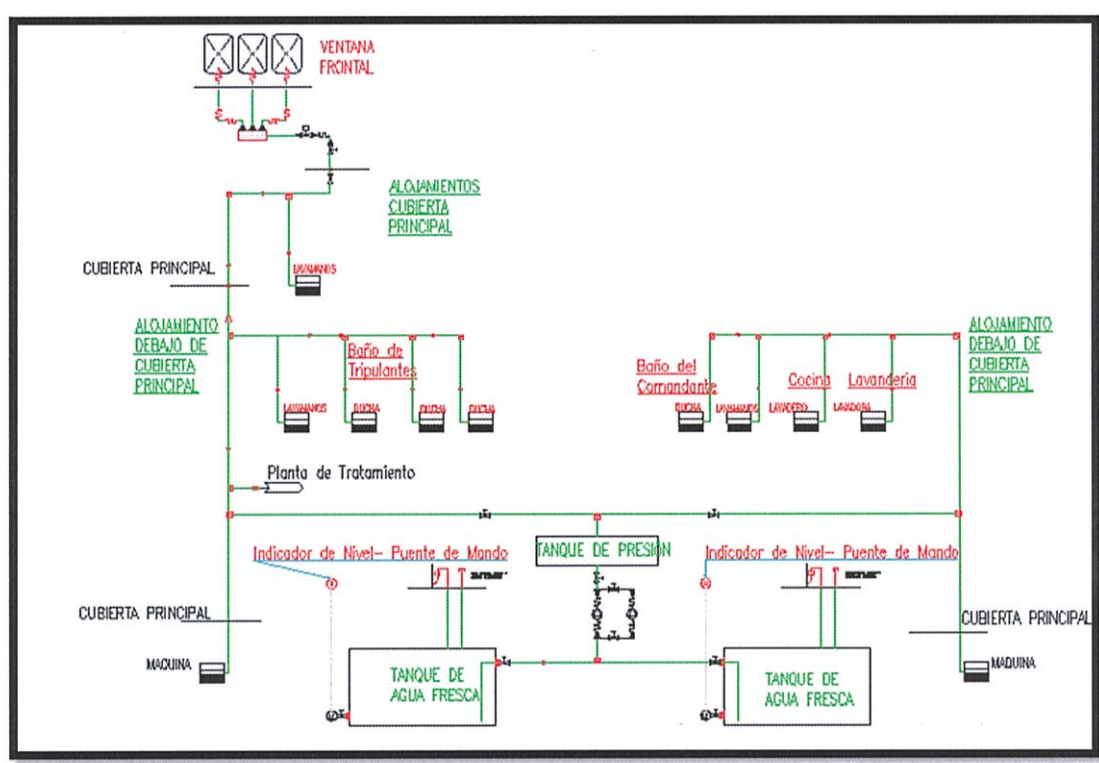
Fuente: Elaboración Propia

### Sistema de Agua Dulce

El agua potable es esencial para la vida, por lo cual la embarcación debe dotar a la tripulación de la cantidad necesaria de agua de acuerdo a los días de navegación. El agua que se encuentra a bordo debe ser apta para el consumo, limpieza y cocción de los alimentos, lavandería, aseo personal, y limpieza. Debido a que la distribución general se modificó, el rutado de este sistema varía en su totalidad, en la Figura 3.5 se muestra el esquema unifilar con las modificaciones realizadas.

La capacidad de tanques no varía.

Figura 0.5 Esquema Unifilar de Agua Dulce



Fuente: Elaboración Propia

### Sistema de Aceite Lubricante

Es necesario aumentar la capacidad de aceite, por lo cual se instalaría dos tanques de 100 galones. No cuenta con sistema de tuberías.

### Sistema de Enfriamiento de Máquinas

Se elimina este sistema debido a que el sistema propulsor instalado no necesita un sistema de enfriamiento.

### **Sistema de Gases de Escape**

Se elimina este sistema debido a que el sistema propulsor instalado no necesita un sistema de gases de escape

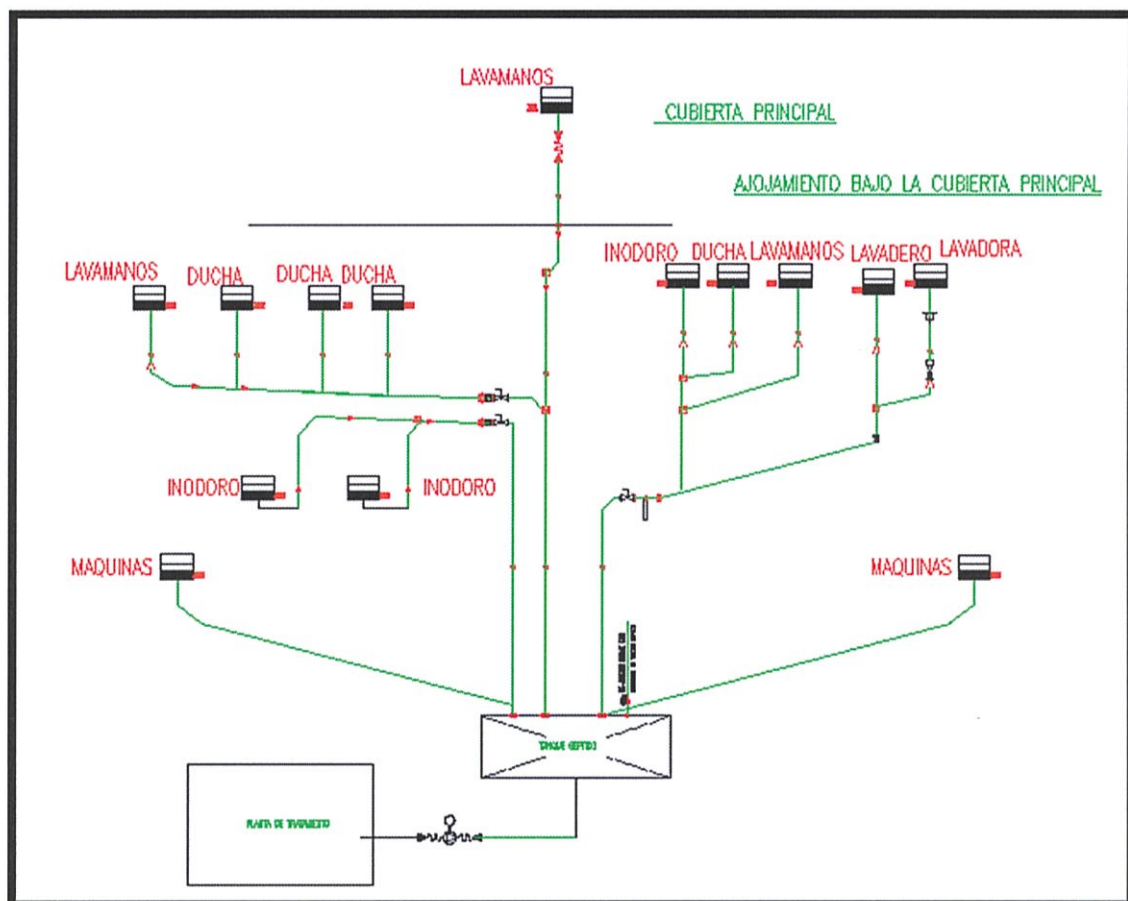
### **Sistema de Fondeo y Amarre**

El sistema de fondeo no se modifica.

### **Sistema Sanitario (Aguas Servidas)**

Con la nueva distribución de espacios sanitarios, lavandería y cocina se realiza un rutado para el tratamiento de aguas negras y un tanque de almacenamiento de las mismas. En la Figura 3.6 se aprecia el esquema unifilar modificado del sistema.

Figura 0.6 Esquema unifilar de Aguas Servidas



Fuente: Elaboración Propia

### Sistema de Ventilación

No es necesario un sistema de ventilación para máquinas, debido a que el sistema propulsor azimuthal se encuentra instalado en la cubierta principal, sin embargo; es necesario proporcionar confort a la tripulación, por lo cual se instalará un Split en el área de habitabilidad, esto permitirá minimizar costos y mantenimiento.

### **Llenado, Venteo y Sondeo**

Este sistema no se modifica.

### **Sistema Hidráulico**

La bomba hidráulica de este sistema se accionara por medio del generador. El resto del sistema no se modifica ya que es específico para el izaje de la compuerta de la proa.

### **Sistema de Achique**

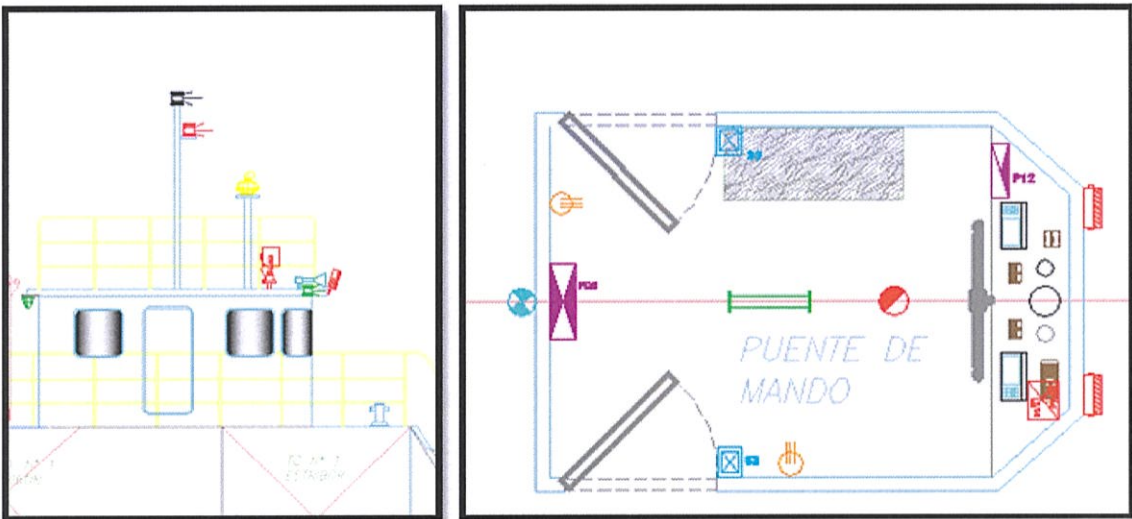
Este sistema no se modifica.

### **Sistema Eléctrico- Electrónico**

De acuerdo a la nueva distribución, este sistema depende de la estimación del consumo eléctrico de los equipos para conocer el balance eléctrico necesario, mientras que los equipos electrónicos se mantienen del diseño inicial. Ver Anexo I.

Se puede apreciar en la Figura 3.7 las modificaciones eléctricas de la superestructura.

Figura 0.7 Superestructura Modificada



Fuente: Elaboración Propia

### 3.4. Redistribución de Pesos

Para la distribución de pesos se tiene en cuenta los nuevos pesos y cambios que se realizan en la embarcación tanto en posición longitudinal, como en vertical y transversal.

Se procede a calcular el trimado de la embarcación a full carga para ubicar su centro de gravedad y se realiza el cálculo de la resistencia longitudinal de la gabarra según el nuevo plano de distribución general. Ver Anexo J

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla VIII.



Tabla VIII Nueva Distribución de Pesos

Ítems	Ton
Peso del Casco	89,793
Peso de Superestructura + Compuerta	9,274
Peso de Máquinas	5,65
Peso de Circuitos y accesorios	17,876
Efecto de Consumo (Tanques)	25,03
Tripulación	0,9
Carga a Transportar	100
Desplazamiento total	248,528

Fuente: Elaboración Propia

Una vez que se obtiene la distribución total de pesos es necesario verificar el cumplimiento de los criterios de estabilidad intacta de la gabarra de acuerdo a las regulaciones de la OMI.

### **Criterios de Estabilidad**

Los criterios de estabilidad a cumplir son los siguientes:

- I. El área bajo la curva de brazos adrizantes (curva GZ) no debe ser inferior a 0,055 metros-radianes (10,3 ft-grados) hasta  $\Theta = 30^\circ$  ángulo de escora y no inferior a 0,09 metros radianes (16,9 ft-grados) hasta  $\Theta = 40^\circ$  o el ángulo de inundación  $\Theta_f$ , si este ángulo es inferior a  $40^\circ$ . Además, el área bajo la

curva de brazos adrizantes (curva GZ) entre los ángulos de escora de  $30^\circ$  y  $40^\circ$  o entre  $30^\circ$  y  $\Theta_f$ , si este ángulo es inferior a  $40^\circ$ , no debe ser inferior a 0,03 metros radianes (5,6 ft-grados).

- II. El brazo adrizante GZ sera como mínimo de 0,20 m (0,66 pies) en un ángulo de escora igual o mayor que  $30^\circ$ .
- III. El máximo brazo adrizante se va a producir en un ángulo de escora no inferior a  $25^\circ$ .
- IV. La altura metacéntrica inicial,  $GM_0$ , no debe ser inferior a 0,15 m (0,49 pies).

### **Condiciones de Carga**

Las condiciones de carga de la gabarra cuando sale del Puerto sin carga son:

1. Ligerero.
2. Salida de Puerto 100% Consumibles sin carga.
3. Media Travesía 50% Consumibles sin carga.
4. Llegada a Puerto 10% Consumibles sin carga.

Y las siguientes condiciones cuando la gabarra llega a puerto y pone carga sobre Cubierta:

5. Salida de Puerto 100% Consumibles + CARGA.
6. Media Travesía 50% Consumibles + CARGA.
7. Llegada a Puerto 10% Consumibles + CARGA.

Definidos los criterios a cumplir se procede a realizar el cálculo en el programa computacional Maxsurf, para las diferentes condiciones de carga presentadas, donde se puede observar que los valores obtenidos en las diferentes condiciones cumplen con los requerimientos de estabilidad Intacta de la OMI. Véase Anexo K.

Es necesario verificar que la estructura soporta la nueva distribución de pesos considerando las condiciones de carga, para esto utilizamos el programa Maxsurf donde se puede comprobar, con la gráfica de esfuerzo longitudinal, que el esfuerzo no excede al esfuerzo calculado de la cuaderna maestra.

Ver Anexo L.

### **Comportamiento en el Mar**

Para verificar las condiciones náuticas de la embarcación se deberá considerar aptitudes de navegabilidad, adecuadas a la zona de operación en una velocidad de servicio de 12 nudos. Estas condiciones de mar y viento, las simularemos en el programa computacional Maxsurf, para analizar el casco de la gabarra con el módulo Motions Advanced.

La gabarra navega hacia la plataforma Amistad ubicada a 65 km de Puerto Bolívar donde el estado de mar es de 4 según la Escala de Douglas (Figura 3.8), que indica el estado de mar de acuerdo a la altura del oleaje. [12]

Figura 0.8 Escala de Douglas

Cifrado	Nombre	Altura en metros
0	Calma o llana	0
1	Rizada	0 a 0,1
2	Marejadilla	0,1 a 0,5
3	Marejada	0,5 a 1,25
4	Fuerte Marejada	1,25 a 2,5
5	Gruesa	2,5 a 4
6	Muy Gruesa	4 a 6
7	Arbolada	6 a 9
8	Montañosa	9 a 14
9	Enorme	Más de 14

Fuente: <http://6ayatedigo.wordpress.com/2014/01/04/el-tiempo-es-noticia-1/>

Una vez analizados los resultados en Motions Advanced Maxsurf, se observó que la gabarra no presenta problemas de aceleraciones excesivas (Cabeceo, Rolido y Levantamiento) en la sección de habitabilidad por ende, no tendría problemas de mareo. En la Figura 3.9 se observa parte del comportamiento de la gabarra en un estado de mar 4.

Figura 0.9 Comportamiento de la Gabarra en estado de mar



Fuente: Elaboración Propia

## **CAPÍTULO 4**

### **ANÁLISIS ECONÓMICO**

#### **4.1. Costos de Inversión en Modificaciones**

En este capítulo se obtendrá el coste de modificación e instalación del sistema de propulsión azimutal especificando los valores de mano de obra (HH horas hombre), maquinaria, transporte, y materiales que se necesitaran para la implementación de las modificaciones en la gabarra. Estos valores se manejaran como grupos, clasificados de acuerdo al sistema de desglose de trabajo de un buque (SWBS Ship Work Breakdown System).

Entre las modificaciones que se deben realizar a la embarcación se encuentra el cambio de la superestructura esto implica, corregir la cubierta, construir un

tanque de combustible diario y dos tanques pequeños de aceite, ubicar un mamparo para la división del servo con habitabilidad, modificación del área de habitabilidad, modificación de ciertos sistemas auxiliares y remplazar el sistema propulsor.

En la Tabla IX se muestra el desglose de costos de inversión.

Tabla IX Costo de Inversión

SWBS	Material	HH	Equipos	Transporte	Subtotal
GRUPO 100	\$ 20.163,30	\$5.480,00	\$ 274,00	\$ 604,90	\$ 26.522,20
GRUPO 200	\$ 730.000,00	\$ 133,12	\$ 6,66	\$ 21.900,00	\$ 752.039,78
GRUPO 300	\$ 25.224,20	\$2.964,00	\$ 148,20	\$ 756,73	\$ 29.093,13
GRUPO 500	\$ 25.345,00	\$ 599,04	\$ 29,95	\$ 760,35	\$ 26.734,34
GRUPO 600	\$ 33.175,15	\$4.126,72	\$ 206,34	\$ 995,25	\$ 38.503,46
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 872.892,90</b>

Fuente: Elaboración Propia

Finamente el costo del proyecto es de \$ 872.892,90 en un tiempo de 4 meses, este valor es menor a la Propuesta Económica de construcción de una nueva embarcación sin sistema propulsor para brindar los servicios industriales y logísticos a la industria Costa Afuera que realizó ASTINAVE E.P. de \$ 2500,000,00 en un tiempo de construcción de 12 meses.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Información proporcionada por el jefe de Ingeniería de ASTINAVE E.P. 2015

## 4.2. Criterios de Evaluación

El sistema propulsor debe cumplir una serie de requisitos técnicos y económicos que proporcionen buen rendimiento, seguridad y rentabilidad a la gabarra. Para esto, es necesario establecer los parámetros que permitan seleccionar el sistema propulsor apropiado bajo las condiciones de servicio de la gabarra.

Los criterios de evaluación permiten realizar tomas de decisiones por medio de un análisis que se anticipa al futuro, para definir valores a largo plazo. Es necesario identificar las ventajas y desventajas de instalar un sistema de propulsión azimutal en la gabarra Bahía de Caráquez, asociadas a la inversión antes de la implementación, esto permite analizar en base de costos y beneficios si el proyecto tendrá los fondos y apoyo necesario para su ejecución. El beneficio se define de acuerdo a la rentabilidad de una inversión realizada, por medio de cálculos matemáticos que involucran la vida útil y el tiempo necesario en el cual se ejecutara el proyecto, mientras que el costo se mide de acuerdo al capital que se requiere invertir.

Los principales indicadores de rentabilidad a utilizar son:

**Valor Actual Neto (VAN).** Es un criterio económico que permite estimar los flujos de caja a futuro, es decir, es el capital que a un tipo de interés dado, en

un periodo determinado se comparara equivalentemente con el desembolso inicial para la ejecución del proyecto. [13]

La fórmula para el cálculo del VAN es la siguiente:

$$VAN = -I + \sum_{n=1}^N \frac{Q_n}{(1+r)^n}$$

I: Es la inversión

Qn: Es el flujo de caja del año n

r: la tasa de interés con la que estamos comparando

n el número de años de la inversión

Si el valor del VAN es menor que cero, entonces se rechaza el proyecto; si es mayor que cero, se acepta el proyecto considerando que se realizara una buena inversión y cuando el valor es igual a cero, el proyecto es indiferente.

**Tasa Interna de Retorno (TIR).**\_ Mide el rendimiento de la inversión de un proyecto, es decir, el dinero que se genera año a año a una determinada tasa de interés sobre el saldo no recuperado de la inversión, y como este se reinvierte en su totalidad a favor de la empresa. Para poder evaluar el TIR es necesario utilizar una tasa mínima atractiva de rendimiento (TMAR), es decir, una tasa mínima de ganancia sobre la inversión propuesta, este valor es un referencial para analizar si el proyecto tiene ganancias además de compensar los efectos de inflación.



Si la TIR es mayor a la tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR), el proyecto se acepta, si el valor es menor el proyecto se rechaza ya que este no genera los beneficios necesarios, mientras que el valor del TIR es igual a la tasa mínima aceptable de rendimiento, el proyecto es indiferente y se considera que este solo pagará sus costos.

**Relación Beneficio Costo (B/C).**\_ Esta relación presenta los valores actuales de los ingresos y los egresos presentes netos del estado de resultado, para determinar cuáles son los beneficios por cada dólar que se invierte en el proyecto.

- Relación  $B/C > 1$  Índice que indica por cada dólar de costos se obtiene más de un dólar de beneficio. En consecuencia, si el índice es positivo o cero, el proyecto debe aceptarse.

- Relación  $B/C < 1$  Índice que indica que por cada dólar de costos se obtiene menos de un dólar de beneficio. Entonces, si el índice es negativo, el proyecto debe rechazarse.

El valor de la Relación Beneficio/Costo cambiará según la tasa de actualización seleccionada, o sea, que cuanto más elevada sea dicha tasa, menor será la relación en el índice resultante.

#### 4.2.1. Cálculo del VAN y TIR

Es necesario definir los ingresos y egresos anuales con los que contará la embarcación una vez realizada las modificaciones necesarias. Los ingresos que presentara la gabarra van a depender del número de veces que se alquila la embarcación al año. En la Tabla X, se presenta el ingreso anual de la gabarra de acuerdo a la proyección de viajes que tiene ASTINAVE E.P.

Tabla X Posibles Ingresos de la Gabarra Anualmente

Precio por alquiler (\$)	Número de viajes	(\$) TOTAL
\$ 120.000,00	6	\$ 720.000,00
<b>Ingreso Anual</b>		<b>\$ 720.000,00</b>

Fuente: Elaboración Propia

El cálculo de egresos se define con los gastos que genera la embarcación, donde se considera los costos de mantenimiento (25% Ingreso Anual), para alargar la vida útil y mantener su punto de eficiencia óptimo de los equipos, consumo de combustible, consumo de lubricantes y los costos de producción (15% Ingreso Anual) referentes a cantidad de personas a bordo que llevan a cabo las operaciones de la gabarra. A continuación en las Tablas se muestra en las siguientes tablas los valores de los egresos:

Tabla XI Egresos Anuales

<b>EGRESO ANUAL</b>	
COSTO DE PRODUCCION	\$ 208.800,00
COSTO DE MANTENIMIENTO	\$ 119.436,60
<b>Total de Egresos</b>	<b>\$ 328.236,60</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla XII Desglose de Costos de Mantenimiento

<b>Costo de Mantenimiento</b>	\$ 162.00,00
<b>Ítem</b>	<b>Valor (\$)</b>
Combustibles	\$ 58.352,40
Seguro	\$ 30.064,20
Gastos Administrativos Varios	\$ 3.843,80
Manten. de Máquinas y Equipos	\$ 25.880,20
Consumo de Agua	\$ 1.296,00
<b>Total</b>	<b>\$ 119.436,60</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla XIII Desglose de Costos de Producción

<b>Costo de Producción</b>	
<b>Ítem</b>	<b>Valor (\$)</b>
Pago Remuneración Fijos	\$ 208.800,00

Fuente: Elaboración Propia

La ejecución del proyecto se considera que el costo de inversión se obtendrá de un préstamo bancario que financiaría 70% del costo total de la obra y que el mismo sea pagado a un plazo de 4 años.

En la Tabla XIV se observa el cálculo de amortización.

Tabla XIV Amortización de la deuda

PRESTAMO %	70
VALOR DE DEUDA	\$ 611.025,03
TASA DEL BANCO	17,00%
AÑOS PRESTAMO	4
CUATO ANUAL	\$ 222.738,86

Vo	\$ 872.892,90
% Residual	30
Vr	\$ 261.868
N	10
Amortización	\$ 61.103

Semestre	Saldo Inicial	Cuotas	Interés	Capital	Saldo Final	PW (17,0)	FCP
1	\$ 611.025,03	\$ 222.738,86	\$ 103.874,26	\$ 118.864,60	\$ 492.160,43	0,8547	\$ 222.739,7118
2	\$ 492.160,43	\$ 222.738,86	\$ 83.667,27	\$ 139.071,58	\$ 353.088,84	0,7305	\$ 162.713,7535
3	\$ 353.088,84	\$ 222.738,86	\$ 60.025,10	\$ 162.713,75	\$ 190.375,09	0,6244	\$ 139.071,5842
4	\$ 190.375,09	\$ 222.738,86	\$ 32.363,77	\$ 190.375,09	\$ 0,00	0,5337	\$ 118.864,6018
						Valor Final	\$ 643.389,6513

Fuente: Elaboración Propia

El cálculo del periodo de la inversión permite medir el tiempo en que se recupera la inversión considerando los flujos netos de efectivo. La justificación favorable o no del proyecto, dependerá del criterio de la empresa, es decir, si el tiempo de recuperación obtenido es menor al esperado. A continuación en la Tabla XV se presenta el tiempo de recuperación del capital para el proyecto, mientras que en la Tabla XVI se muestra el cálculo de la relación Costo/Beneficio y finalmente, en la Tabla XVII se presenta el valor del VAN Y TIR los cuales ayudarán a la tomar una decisión beneficiosa.

Tabla XV Calculo del periodo de recuperación del Capital

PERIODO RECUP. DE CAPITAL		
AÑOS	Flujo de Caja	FLUJO ACUMULADO
0	\$ (261.867,87)	-\$ 261.867,87
1	\$ 391.763,40	\$ 129.895,53
2	\$ 391.763,40	\$ 521.658,93
3	\$ 391.763,40	\$ 913.422,33
4	\$ 391.763,40	\$ 1.305.185,73
5	\$ 391.763,40	\$ 1.696.949,13
6	\$ 391.763,40	\$ 2.088.712,53
7	\$ 391.763,40	\$ 2.480.475,93
8	\$ 391.763,40	\$ 2.872.239,33
9	\$ 391.763,40	\$ 3.264.002,73
10	\$ 391.763,40	\$ 3.655.766,13

CAMBIA DE SIGNO EN EL FLUJO ACTUAL	3
FLUJO ACTUAL AÑO PREVIO N	\$ 521.658,93
FLUJO EN AÑO N	\$ 391.763,40

PRC	3,3
-----	-----

Fuente: Elaboración Propia

Tabla XVI Razón de Beneficio-Costo

AÑO	RAZÓN BENEFICIO-COSTO				
	CAPITAL	INGRESOS	EGRESOS	FVA	VALOR PRESENTE
0	\$ 872.892,90			15,00%	INGRESOS EGRESOS
1		\$ 720.000,00	\$ 328.236,60	0,870	872892,90 285.423
2		\$ 720.000,00	\$ 328.236,60	0,756	626.087 248.194
3		\$ 720.000,00	\$ 328.236,60	0,658	544.423 215.821
4		\$ 720.000,00	\$ 328.236,60	0,572	473.412 187.670
5		\$ 720.000,00	\$ 328.236,60	0,497	411.662 163.192
6		\$ 720.000,00	\$ 328.236,60	0,432	357.967 141.906
7		\$ 720.000,00	\$ 328.236,60	0,376	311.276 123.396
8		\$ 720.000,00	\$ 328.236,60	0,327	270.675 107.301
9		\$ 720.000,00	\$ 328.236,60	0,284	235.369 93.305
10	\$ 261.868	\$ 720.000,00	\$ 328.236,60	0,247	204.669 81.135
					177.973 2.520.236
					3.875.381 <b>RAZON B/C</b>
					<b>1,5</b>

Fuente: Elaboración Propia

La razón de costo beneficio es mayor que 1, por lo que se puede asegurar en un primer criterio que el proyecto es viable, debido a que se recupera el capital invertido.

Tabla XVII. Cálculo del VAN y el TIR

Años	Capital	Ingresos	Costos	Utilidad a.i	Impuesto 25%	Utilidad d.i	Deprecia	Beneficio	FVA		FCD	FCD	
									22%	23%			
0	-872.892,901								1		-872.892,901	1	-872.892,901
1		\$ 720.000,00	\$ 328.236,60	\$ 391.763,40	\$ 97.940,85	\$ 293.822,55	\$ 16.563,40	\$ 310.385,95	0,819672	0,813008	\$ 254.414,71	0,813008	\$ 252.346,30
2		\$ 720.000,00	\$ 328.236,60	\$ 391.763,40	\$ 97.940,85	\$ 293.822,55	\$ 16.563,40	\$ 310.385,95	0,671862	0,660982	\$ 208.536,65	0,660982	\$ 205.159,59
3		\$ 720.000,00	\$ 328.236,60	\$ 391.763,40	\$ 97.940,85	\$ 293.822,55	\$ 16.563,40	\$ 310.385,95	0,550707	0,537384	\$ 170.931,68	0,537384	\$ 166.796,42
4		\$ 720.000,00	\$ 328.236,60	\$ 391.763,40	\$ 97.940,85	\$ 293.822,55	\$ 16.563,40	\$ 310.385,95	0,451399	0,438897	\$ 140.107,93	0,438897	\$ 135.606,84
5		\$ 720.000,00	\$ 328.236,60	\$ 391.763,40	\$ 97.940,85	\$ 293.822,55	\$ 16.563,40	\$ 310.385,95	0,369999	0,355201	\$ 114.842,57	0,355201	\$ 110.249,47
6		\$ 720.000,00	\$ 328.236,60	\$ 391.763,40	\$ 97.940,85	\$ 293.822,55	\$ 16.563,40	\$ 310.385,95	0,303278	0,288781	\$ 94.133,25	0,288781	\$ 89.633,71
7		\$ 720.000,00	\$ 328.236,60	\$ 391.763,40	\$ 97.940,85	\$ 293.822,55	\$ 16.563,40	\$ 310.385,95	0,248589	0,234782	\$ 77.158,40	0,234782	\$ 72.872,94
8		\$ 720.000,00	\$ 328.236,60	\$ 391.763,40	\$ 97.940,85	\$ 293.822,55	\$ 16.563,40	\$ 310.385,95	0,203761	0,190879	\$ 63.244,59	0,190879	\$ 59.246,29
9		\$ 720.000,00	\$ 328.236,60	\$ 391.763,40	\$ 97.940,85	\$ 293.822,55	\$ 16.563,40	\$ 310.385,95	0,167017	0,155187	\$ 51.839,83	0,155187	\$ 48.167,72
10		\$ 720.000,00	\$ 328.236,60	\$ 391.763,40	\$ 97.940,85	\$ 293.822,55	\$ 16.563,40	\$ 310.385,95	0,136899	0,126168	\$ 42.491,66	0,126168	\$ 39.160,74
									VAN1=		\$ 344.808,39	VAN2=	306.347,122
									TIR=				31,0%

Fuente: Elaboración Propia

### **4.3. Análisis de resultados de la Evaluación Económica**

En base a los cálculos realizados se define si el proyecto es rentable con los ingresos y egresos que se generen luego de realizar las inversiones necesarias. Los criterios de evaluación dependerán de los costos de inversión, el mantenimiento, la producción incluyendo dentro de estos rubros los gastos administrativos, y comerciales, es decir todo valor negativo al flujo de caja, mientras que los ingresos se generaran del alquiler de la embarcación.

El presupuesto de la inversión inicial se define de acuerdo a las siguientes variables; cambio del sistema propulsor, la nueva distribución del área de habitabilidad, y los costos referentes a modificaciones adicionales consecuentes de los cambios.

Para la ejecución del proyecto se considera un financiamiento del 70% del valor por medio de préstamos bancarios y una amortización en un periodo de 10 años, considerando ingresos netos del 54,51% por alquiler de la gabarra. Es decir, la inversión económica se recuperará al tercer o cuarto año, según se define en el cálculo con los valores de ingresos de cada año menos el costo de la inversión.



En el análisis económico se obtuvo un Valor Actual Neto (VAN) de \$ 344.808,39 lo cual indica, que si se invierte en este momento se recupera la inversión, debido a que el valor del VAN es mayor que cero.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) calculada es de 31%, a una tasa mínima aceptable de rendimiento del 20% como la opción más conservadora de mercado, este porcentaje se considera según expectativas que la empresa espera obtener, mientras que, el beneficio-costo económico determinado es de 1,50 indicando que por cada dólar invertido se obtiene 0.50 centavos de dólares adicional.

Con los valores obtenidos en el flujo de caja se verifica que se obtiene utilidades netas favorables para la empresa y que estas se incrementarán acorde al tiempo. Con estos criterios se considera que la inversión realizada a la gabarra es económicamente viable, y que la rentabilidad promedio anual es aceptable.

## CONCLUSIONES

No se encuentran registradas las embarcaciones ecuatorianas con sistema de propulsión azimutal, dejando claro que en el país este tipo de sistema de propulsión no sea llegado a desarrollar, como en otros países.

Se concluye que el sistema azimutal mejora la maniobrabilidad de la gabarra, y que la potencia requerida es menor que la del sistema convencional.

El estudio técnico realizado a la gabarra Bahía de Caráquez permitió comprobar que cumple con las condiciones náuticas necesarias para navegar en la nueva zona de operación. Actualmente la embarcación tiene un sistema convencional (motor-eje-hélice) y navega a 5 nudos con una carga máxima en cubierta de 100 Ton. La potencia de los dos motores es de 250 HP respectivamente. La capacidad de la gabarra es de 5 tripulantes, sin embargo, la tripulación actual es de 12 personas

Para el cálculo de la resistencia se utilizaron los Métodos de Series Sistemáticas y Coeficientes Específicos, obteniendo los valores de 6.497,78 kg y 5.101,31 kg respectivamente. Para lograr la velocidad de servicio de 12 nudos, es necesario instalar dos sistemas propulsores azimutales de 300 HP. Para cumplir con el confort requerido para 12 tripulantes, fue necesario modificar la distribución general de la embarcación, eliminando la superestructura y el sistema de propulsión convencional del diseño inicial con el objetivo de aumentar los espacios habitables e instalar el sistema de propulsión azimutal propuesto.

Considerando todas estas modificaciones, se realizaron los cálculos de estabilidad intacta sin avería con el software Maxsurf, donde se obtuvo como resultado que la gabarra es estable en todas sus condiciones de operación aprobando los criterios de la OMI exigidos por la SPTMF.

Debido al costo de ingeniería, horas hombre, materiales y el tiempo que ASTINAVE E.P. emplea en la construcción de una nueva embarcación para brindar los servicios industriales y logísticos a la industria Costa Afuera, se considera factible la modificación del sistema propulsor de una embarcación ya existente disminuyendo los costos y el tiempo de producción.

La proyección de los ingresos de la gabarra por viajes fue realizada en base a la demanda que actualmente posee el negocio de alquiler de la gabarra en la empresa. Analizadas las variables que intervienen en la ejecución de un proyecto de inversión, y al realizar los cálculos se obtiene una relación costo - beneficio mayor a 1, ofreciendo una Tasa de Retorno (TIR) superior a la Tasa Mínima Atractiva de Rendimiento (TMAR) de 31% y un valor actual neto favorable (VAN) de \$ 571.564,27 permitiéndole a la empresa tener mayor rentabilidad, lo cual indica que el proyecto es viable para su implementación en la gabarra Bahía de Caráquez.

## **RECOMENDACIONES**

La modernización de las embarcaciones del Ecuador que dan servicios logísticos a la actividad Costa Fuera para cumplir efectivamente con el servicio que brindan.

Con el propósito de evitar cualquier accidente es necesario se realice un estudio de amare y atraque de las embarcaciones en la plataforma Amistad.

Debido a la aplicación del plan de sustitución estratégica de importaciones implementada por el Estado Ecuatoriano, es necesario verificar los costos de inversión de acuerdo al año de ejecución del proyecto, ya que el costo de la mayoría de materiales de importación puede estar afectados por las medidas de salvaguardia decretadas en los últimos meses por el gobierno.

## **ANEXOS**

## ANEXO A

## GABARRAS REGISTRADAS EN ECUADOR

Tabla XVIII Registro de Gabarras

N	NOMBRE	L (m)	B (m)	D (m)	T (m)	TRB	TRN	USO
1	A/F CAMISEA VIII	48,84	11,5	2,5	1	228,1	186,36	Privado
2	A/F CAMISEA XX	49,35	12,71	2,46	1	330,21	325,5	Privado
3	A/F CAMISEA XXVIII	49,4	12,8	2,44	0,9	357,21	352,1	Privado
4	ANTONIO I	36	7	1,2	0,33	210,63	210,63	Privado
5	AUCAYO	41,27	9,52	2,5	8,33	34,08	31,52	Privado
6	AVENTURA	18,29	6	1,22	0,8	49,8	27,54	Publico
7	AZALEIA	37,52	10	1,8	1	176	52	Privado
8	BIBI III	37	8,4	1,7	1	121	36	Privado
9	CAMISEA XIV	49	12,83	2,45	2,4	313,9	255	Privado
10	CAMISEA XIX	49,3	12,72	2,45	1,2	345,32	305	Privado
11	CAMISEA XV	49	12,83	2,45	1,2	313,9	255	Privado
12	CAMISEA XXIII	49,4	12,75	2,75	1,2	335,24	255	Privado
13	CAMISEA XXIV	49,3	49,3	12,75	2,45	334,14	280	Privado
14	CAMISEA XXV	49,38	12,75	2,45	1,45	336	320	Privado
15	CARMEN I	15,5	6,97	1,8	1,22	84,57	1,22	Privado
16	CAROLINA	27,09	7,5	1,4	1	283,5	283,5	Privado
17	CEBRA I	23,25	5	1,05	0,5	49,59	14,88	Privado
18	CIDADE DE MURERU	48	12	2,6	2,5	363	108	Privado
19	CLEIA	39,98	10,02	2,22	0,75	195,77	154,3	Privado
20	COBELLPA I	23,76	11,9	2,5	1,25	253,17	75,95	Privado
21	COLUMBIA II	36	10,84	1,83	1	145,24	115,16	Privado
22	COLUMBIA V	36,06	9	1,83	0,5	157,87	120,62	Privado
23	COSEDA II	47,86	10,79	2,59	2	317,88	159,41	Privado
24	CYNTHIA	41,98	11,03	2,03	0,75	217,92	11,03	Privado
25	D.LUIZA	23,8	7,3	1,05	1	69	69	Privado
26	D.LUIZA	23,8	7	1,05	1	69	69	Privado
27	DON GREGORIO	24	4,85	2,1	0,9	85	54	Privado
28	DON HENRY	37,7	7,5	1,9	1,14	152,9	45,87	Privado
29	DONA LEONARDA	37,52	10	2,1	1	176	52	Privado
30	EL CISNE	44,03	7,43	1,84	0,75	181,42	120	Privado
31	EL GRAN FIFI	23	6,62	1,81	0,9	113,94	34,18	Privado
32	EL MORRO	42	11	2,4	1,2	348,56	104,57	Publico
33	GOBIERNO PROV. NAPO#1	17,15	5,4	1,5	1	34,72	10,41	Privado
34	LA PRINCESA	28,07	6,4	1,2	0,6	54,96	16,49	Publico
35	MANTARRAYA I	30,16	6,67	1,8	1	99,23	29,77	Privado
36	MARTIN	12	4	1,2	0,92	23,25	6,97	Publico
37	ORELLANA I	36	8,5	1,22	0,61	104,82	31,45	Publico

N	NOMBRE	L (m)	B (m)	D (m)	T (m)	TRB	TRN	USO
38	ORELLANA II	42	12	1,2	0,6	163,34	49	Privado
39	ORELLANA III	42	11,95	1,2	0,6	163,34	49	Privado
40	ORELLANA IV	36	9,6	1,22	0,61	117,25	35,18	Publico
41	HERMES	25	6	1,5	1,12	66,38	20,1	Privado
42	SAN FRANCISCO	22	6	1,2	0,8	47,02	37,61	Privado
43	SAN FRANCISCO 3	25,75	7,3	1,55	1,3	92,7	27,81	Privado
44	SAN FRANCISCO I	24,6	7,35	1,22	0,7	88,27	26,48	Privado
45	SAN FRANCISCO V	21,9	6,13	1,29	1	114,83	34,45	Privado
46	SAN JOSE	26,7	7,45	2,05	1	90,4	27,12	Publico
47	SAN LUIS	24,62	6,04	1,56	0,6	57,37	17,21	Publico
48	SAN MIGUEL	18,15	5,3	1,25	0,75	38,35	11,5	Publico
49	SAO GALVAO	43	11	2,2	2,2	245	73	Privado
	STAR							
50	CHALLENGER IV	25	6	1,32	1	45,47	31,56	Privado
51	TATITA	104	20	9,6	3	5775	4125	Privado
52	TECNAC NO. 2	33,8	10,4	3,2	2,6	257,31	179,3	Publico
53	TITANIC IV	65	13	2,68	0,56	537,75	354,56	Privado
54	TOLIMA	13,12	3,4	1,22	0,69	18,97	18,97	Privado
55	TRANSGLOBAL V	46	4	0,85	0,92	240	72	Privado
56	VICTORIA	25,33	6,25	1,61	1,31	102,27	30,68	Publico
57	PACIFIC	11,02	3,2	0,82	1	7218	2165	Privado
58	PACIFICO	40	0,33	2,28	1	202,99	142,18	Privado
59	PC 10	54	12	2,8	0,75	43,85	256,54	Privado
60	POSEIDON	15	6	1,5	0,75	51,65	35,26	Privado
61	REINA BEATRIZ	23,85	6,55	1,55	0,75	93,63	28,09	Privado
62	ROCIO	36,57	9,14	2,13	0	192,56	160,2	Privado
63	ROSA AGUSTINA	45	10	21,03	0	283,49	263,89	Privado
64	ROSA AGUSTINA III	37	6	1,83	1	326,82	300	Privado
65	ROSA AGUSTINA IV	37	10,84	1,83	1	326,82	283	Privado
66	ROSA AGUSTINA XI	45	10	2,6	8,66	34,08	31,52	Privado
67	NAZIB	36,06	9	1,83	0,6	146,04	116,09	Privado
68	NAZIB IV	36	10,84	1,83	1	145,24	115,16	Privado
69	MOROCHITA II	45,9	7,55	1,8	0,7	168,67	76,77	Privado
70	MOROCHITA III	42,92	7,34	1,8	0,7	130,34	105,82	Privado

Fuente: Subsecretaria de Transporte Marítimo y Fluvial [4]



## ANEXO B

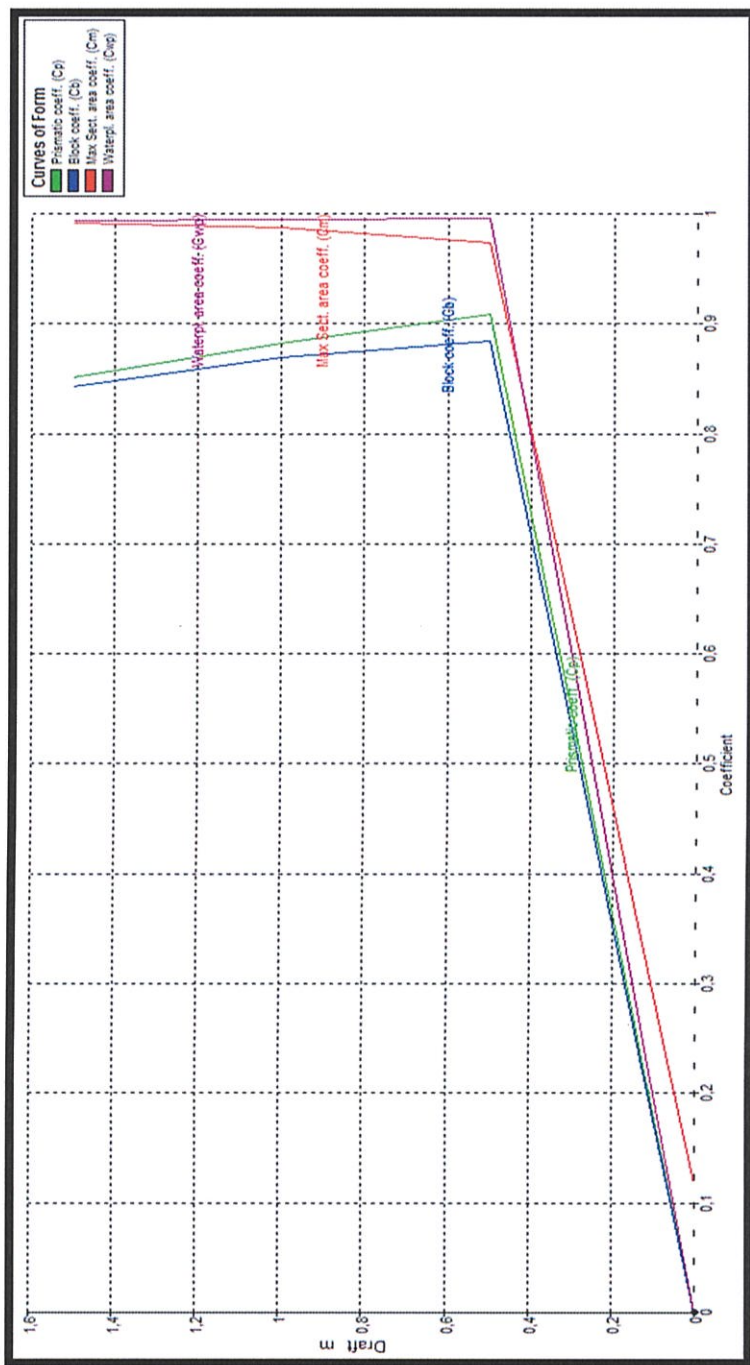
### CURVAS HIDROSTÁTICAS

Tabla XIX Resultados de Cálculos Hidrostáticos

<b>DRAFT AMIDSHIPS M</b>	<b>0,000</b>	<b>0,500</b>	<b>1,000</b>	<b>1,500</b>
DISPLACEMENT T	0,0008	118,3	257,4	417,9
HEEL DEG	0,0	0,0	0,0	0,0
DRAFT AT FP M	0,000	0,500	1,000	1,500
DRAFT AT AP M	0,000	0,500	1,000	1,500
DRAFT AT LCF M	0,000	0,500	1,000	1,500
TRIM (+VE BY STERN) M	0,000	0,000	0,000	0,000
WL LENGTH M	0,000	28,175	31,280	34,936
BEAM MAX EXTENTS ON WL M	8,707	9,204	9,203	9,202
WETTED AREA M <sup>2</sup>	0,584	276,122	333,155	403,549
WATERPL. AREA M <sup>2</sup>	0,583	258,303	286,268	319,404
PRISMATIC COEFF. (CP)	0,000	0,909	0,882	0,852
BLOCK COEFF. (CB)	0,000	0,884	0,870	0,844
MAX SECT. AREA COEFF. (CM)	0,118	0,974	0,987	0,992
WATERPL. AREA COEFF. (CWP)	0,000	0,996	0,994	0,994
LCB FROM ZERO PT. (+VE FWD) M	-11,112	0,439	0,414	-0,179
LCF FROM ZERO PT. (+VE FWD) M	-11,110	0,641	0,002	-1,119
KB M	-0,001	0,266	0,530	0,807
KG M	1,011	1,011	1,011	1,011
BMT M	12292,193	15,681	7,960	5,461
BML M	7,232	147,225	92,187	78,958
GMT M	12291,181	14,936	7,479	5,258
GML M	6,221	146,481	91,706	78,755
KMT M	12292,192	15,947	8,490	6,268
KML M	7,232	147,491	92,717	79,765
IMMERSIÓN (TPC) TONNE/CM	0,006	2,648	2,934	3,274
MTC TONNE.M	0,000	5,520	7,520	10,484
RM AT 1DEG = GMT.DISP.SIN(1) TONNE.M	0,164	30,836	33,599	38,343
MAX DECK INCLINATION DEG	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
TRIM ANGLE (+VE BY STERN) DEG	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

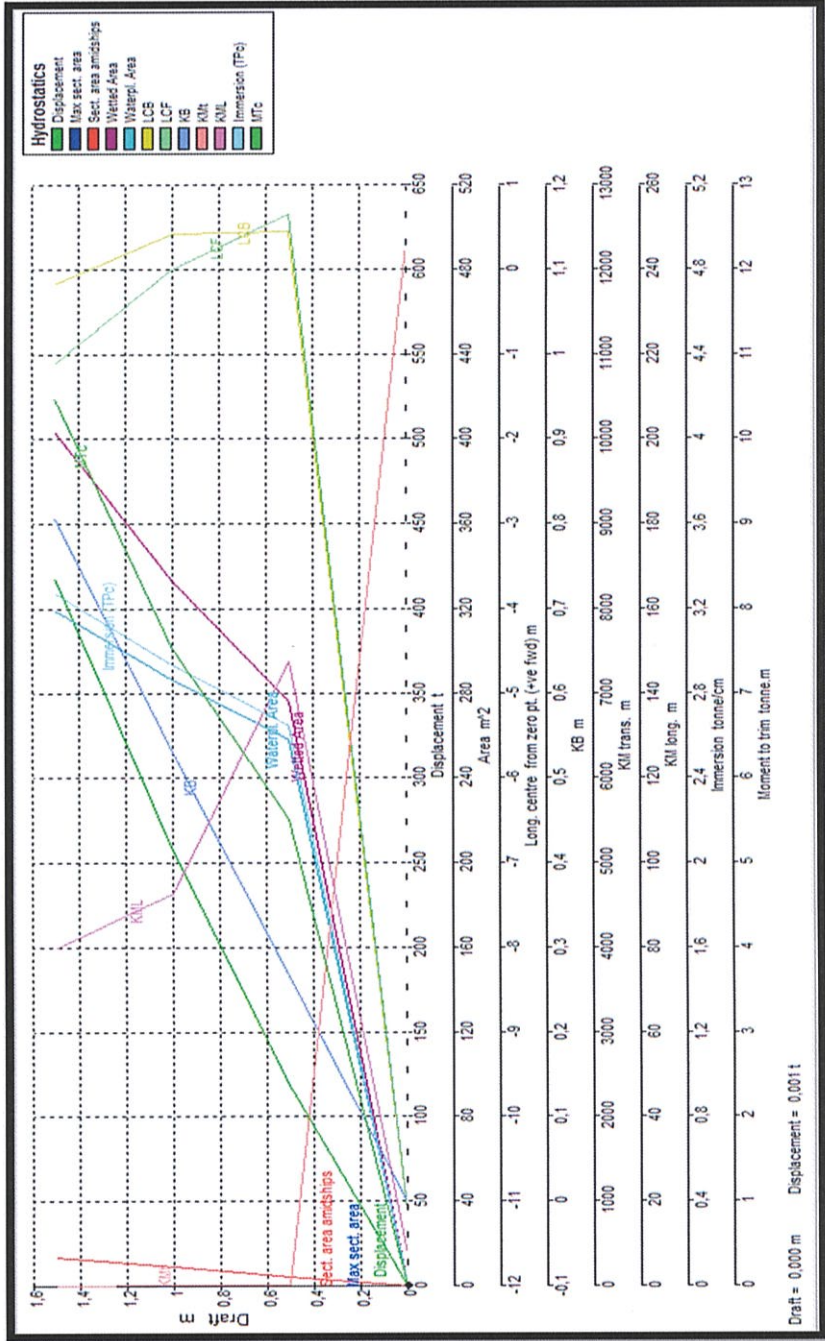
Fuente: Elaboración Propia

Figura B.1 Curvas de coeficientes de Forma



Fuente: Elaboración Propia

Figura B.2 Curvas Hidroestáticas



Fuente: Elaboración Propia

## ANEXO C

## DISTRIBUCIÓN DE PESOS DISEÑO INICIAL

Tabla XX Distribución de Pesos Inicial

ITEM	PESO (TON)	LCG	TCG	VCG
CASCO	89,793	0,232	0	1,186
CIRCUITO DE A. D.	1,21	-12,81	0	2,81
CIRCUITO DE A. NEGRAS Y GRISES	0,54	-12,81	0	1,99
CIRCUITO DE COMBUSTIBLE	1,251	-12,81	0	0,31
CIRCUITO HIDRAULICO	0,842	-12,81	0	0,31
FRIGORÍFICO	0,75	-14,45	-1,11	3,8
GENERADOR	0,139	-14,31	0	1,36
SISTEMA CONTRA INCENDIO	0,27	-12,81	0	4,94
SISTEMA DE ACHIQUE	0,25	-12,81	0	0,31
VIVERES	0,65	-14	1,7	4,2
ZODIC BB	0,091	-14,19	-3,76	6,16
ZODIAC EB	0,091	-14,19	3,76	6,16
CARGA	100	5,59	0	1,97
ANCLA	0,28	-19,2	0	1
CABRESTANTE	0,6	-18,27	0	3,68
CADENA	0,24	-18,55	0	2,025
EJE BB	0,32	-15,18	-2,75	0,452
EJE EB	0,32	-15,18	2,75	0,452
HÉLICE BB	0,16	-17,85	-2,75	0,495
HÉLICE EB	0,16	-17,85	2,75	0,495
MOTOR BB	1,09	-11,02	-1,72	0,807
MOTOR EB	1,09	-11,02	1,72	0,807
PALA BB	0,2	-18,05	-2,75	0,495
PALA EB	0,2	-18,05	2,75	0,495
REDUCTOR BB	0,42	-12,50	-1,72	0,807
REDUCTOR EB	0,42	-12,50	1,72	0,807
SUPERESTRUCTURA	16,03	-11,39	0	6,367
TRIPULACIÓN	0,9	-12,3	0	4,12
HABITABILIDAD	5,7	-11,39	0	6,367
COMPUERTA	3,82	18,32	0	2,73
COMBUSTIBLE EB (90%)	7,964	-10,198	4,043	1,367
COMBUSTIBLE BB (90%)	7,964	-10,198	-4,043	1,367
AGUA DULCE EB (90%)	4,551	-15,004	4,033	1,842
AGUA DULCE BB (90%)	4,551	-15,004	-4,033	1,842
Total Loadcase	252,857	-0,260	0,001	2,033
FS correction				0,004
VCG fluid				2,037

Fuente: Elaboración Propia

## ANEXO D

### CÁLCULO DE LA CUADERNA MAESTRA

El esfuerzo de la cuaderna maestra debe ser menor al esfuerzo permisible del acero.

$$\sigma = \frac{M}{MS} \qquad MS = \frac{I}{C}$$

I= Inercia

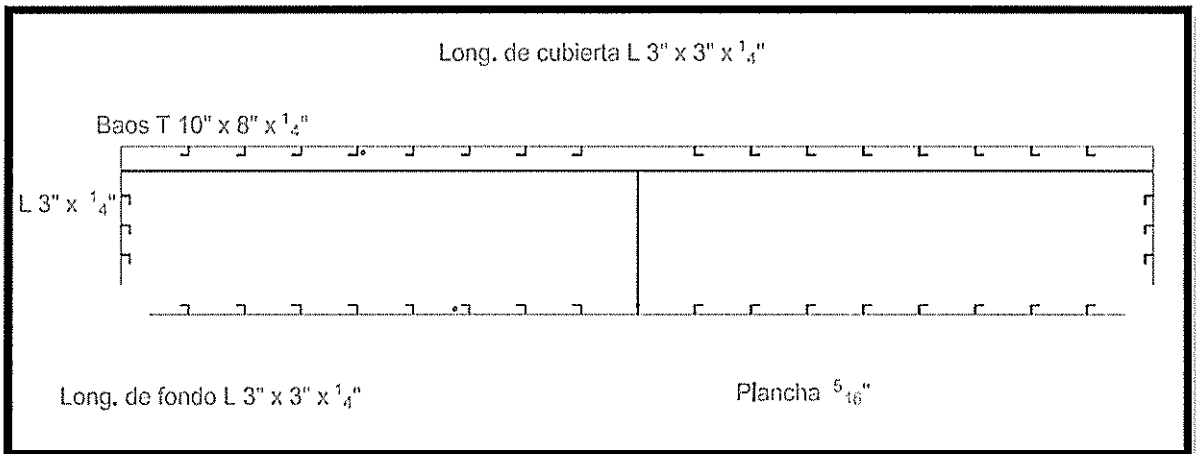
$\sigma$ = Esfuerzo

C= Distancia a la fibra más alejada

M= momento flector

MS= Modulo seccional

Figura D.1 Cuaderna Maestra



Fuente: Elaboración Propia

Tabla XXI Cálculo de Inercia

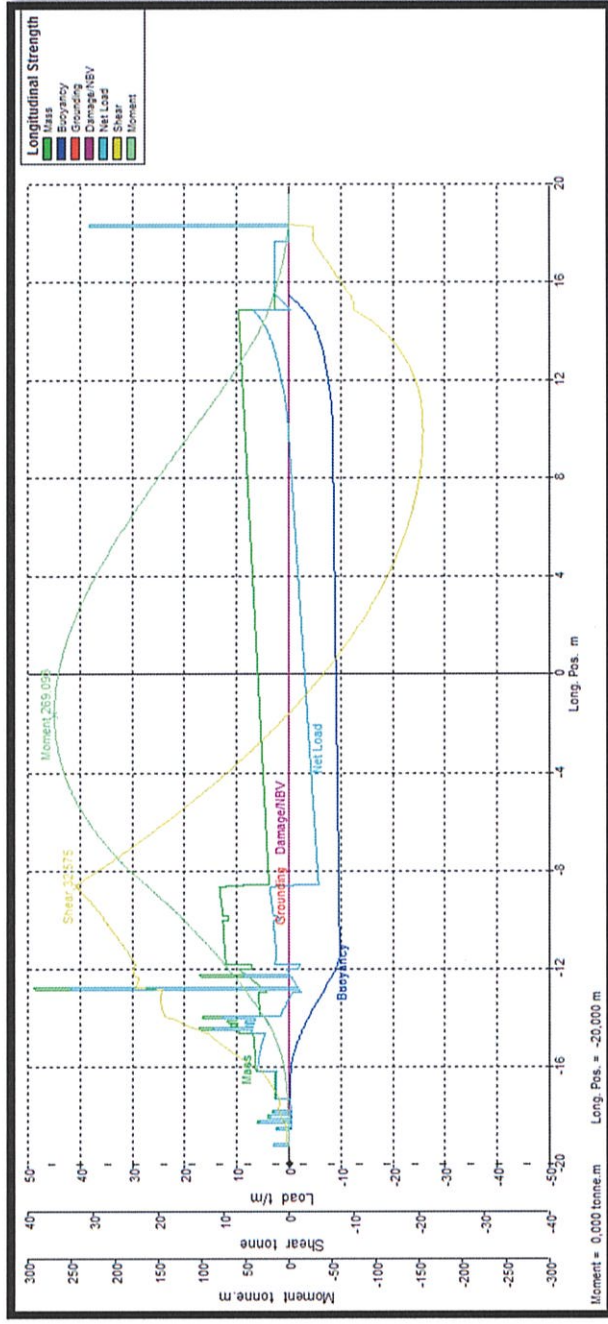
#	ELEMENTO(I)	$\Theta$	zi(mm)	A(mm <sup>2</sup> )	A*Zi(mm <sup>3</sup> )	A*Z <sup>2</sup> (mm <sup>4</sup> )	Io(mm <sup>4</sup> )
1	MAMPARO LONGITUDINAL	90	700	12600	8820000	6174000000	1,2348E+10
2	PLANCHA DE FONDO 1	0	4,5	14400	64800	291600	129600
1	PLANCHA DE FONDO 2	45	200	2118,6	423720	84744000	11009270,5
2	PLANCHA DE COSTADO 1	90	710	14400	10224000	7259040000	51840000000
2	CUBIERTA 1	0	1400	82800	115920000	1,62288E+11	1676700
16	REFUERZOS L. L1 (FONDO)	0	60	13824	829440	49766400	2649672
16	REFUERZOS L. L1(CUBIERTA)	0	1350	13824	18662400	25194240000	9053734,5
2	REFUERZOS L. L1(COSTADO)	90	1100	1728	1900800	2090880000	331209
2	REFUERZOS L. L2 (COSTADO)	90	860	1728	1486080	1278028800	331209
2	REFUERZOS L. L3 (COSTADO)	90	610	1728	1054080	642988800	331209
<b>Sumatorios</b>				159150,6	159385320	2,05062E+11	1,7558E+10

Fuente: Elaboración Propia

CENTRO DE GRAVEDAD VERTICAL  
 INERCIA RESPECTO AL CENTRO DE GRAVEDAD  
 MODULO SECCIONAL CUBIERTA  
 MODULO SECCIONAL FONDO

1,001 m  
 0,063 m<sup>4</sup>  
 0,022 m<sup>3</sup>  
 0,063 m<sup>3</sup>

Figura D. 2 Resistencia Longitudinal



Fuente: Programa Naval Maxsurf

CONDICIÓN	ESFUERZO DE FLUENCIA	TON /M2
TRANQUILA	ESFUERZO	27556,12
QUEBRANTO	ESFUERZO	4277,677625
ARRUFO	ESFUERZO	7324,461633
	ESFUERZO	8939,640903

## ANEXO E

### MÉTODO DE COEFICIENTES ESPECIFICOS, RESISTENCIA TOTAL

#### Datos

Eslora Total L (m)	37,5
Eslora de la línea de Flotación LwL (m)	34
Manga Moldeada B (m)	9,2
Puntal Moldeado D (m)	1,4
Calado De Diseño T (m)	1
Desplazamiento $\Delta$ (Ton)	257,4
Superficie Mojada $S_m$ (m <sup>2</sup> )	333,155
Coefficiente Prismático $C_p$	0,882
Coefficiente Bloque $C_b$	0,87
Coefficiente De Sección Media $C_m$	0,987
Coefficiente De Plano De Agua $C_{wp}$	0,994
Velocidad V (Nudos)	12
Viscosidad Cinemática $\nu$ (m <sup>2</sup> /seg)	1,18893E-06
Densidad $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	1025

#### Formulas

$$R_t = C_t * \frac{1}{2} * \rho * S_m * V^2$$

$C_t$  = Coeficiente Total

$R_t$  = Resistencia Total

$$C_T = C_r + C_f + C_a$$

$C_r$  = Coeficiente Residual

$C_f$  = Coeficiente Friccional

$C_a$  = Coeficiente de seguridad

$$F_n = \frac{V}{\sqrt{LwL}}$$

$F_n$  = Número de Froude



$$R_n = \frac{VL}{\gamma}$$

$$CV = \frac{\Delta}{L^3}$$

$$CWS = \frac{S}{\Delta^{2/3}}$$

$R_n$  = Número de Reynolds

$CV$  = Coeficiente Volumétrico

$CWS$  = Coeficiente de Superficie mojada

## Resultados

CV	0,004762016
RN	194544439,1
CWS	8,369956819
FR	0,337902861
L/B	4,076086957
B/T	9,2
CR *	3,40E-03
CF	0,002296249
CA	0,002
CT	0,007696249
Rr (Kg)	2253,625649
<b>Rt (Kg)</b>	<b>5101,313301</b>

*\* Valor obtenido Del paper Tables of Residuary Resistance Coefficient for Barges with and without notches.*

## ANEXO F

### MÉTODO DE NEWMAN, RESISTENCIA TOTAL

#### Datos

Desplazamiento $\Delta$ (Ton)	257,4
Superficie Mojada $S_m$ (m <sup>2</sup> )	333,155
Velocidad $V$ (Nudos)	12
Viscosidad Cinemática $\gamma$ (m <sup>2</sup> /seg)	1,18893E-06
Densidad $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	1025

#### Fórmulas

$$R_t = R_r + R_f + R_a + R_{ap}$$

$R_t$  = Resistencia Total

$R_a$  = Resistencia por Aire

\*  $R_r$  = Resistencia Residual

$R_{ap}$  = Resistencia por

$R_f$  = Resistencia Friccional

Apéndice

*\* De la Figura 3.4 se obtiene el valor de  $R_r$ .*

Fórmulas según ITTC para el cálculo de resistencia:

$$R_f = C_f * \frac{1}{2} * \rho * S_m * V^2 \quad C_f = \text{Coeficiente Total}$$

$$C_f = \frac{0.075}{(\log Rn - 2)^2}$$

$$R_n = \frac{VL}{\gamma}$$

$R_n$  = Número de Reynolds

$$R_f = 1/2 * \rho_a * C_a * A * V^2$$

$C_a$  = Coeficiente de aire  $\approx 0,7$

$\rho_a$  = Densidad del aire

$A$  = Área seccional expuesta al aire

## Resultados

Resistencia Residual (kg)	4890,6
Resistencia Friccional (kg)	1522,03
Resistencia por Viento (kg)	101,77
Resistencia Total (kg)	6514,39

## ANEXO G

### CÁLCULO DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE

#### Datos

Metros lineales de Tubería L (cm)	583
Accesorios (metros lineales) (cm)	167,68
Viscosidad del líquido $\gamma$	9,00E-03
Diámetro de la tubería D (cm)	5,08

#### Fórmulas

$$V = 0,18\sqrt{D}$$

$V$  = Velocidad del flujo

$$Q = A \times V$$

$Q$  = Caudal

$A$  = Área

$$R_n = \frac{VD}{\gamma}$$

$R_n$  = Número de Reynolds

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log\left(\frac{\varepsilon}{3.7D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}}\right)$$

$f$  = Factor de Fricción para flujo turbulento

$\varepsilon$  = Factor de Rugosidad Relativa

$$\Delta p = -f \left(\frac{V^2}{2}\right) \frac{L}{D}$$

$\Delta p$  = Caída de Presión

$$he = dp + gz + \frac{V^2}{2}$$

$gz$  = Cabezal de altura

$he$  = cabezal

#### Resultados

Le (cm)	1253,73	f3	0,020
V (cm/s)	128,29	f4	0,020
Área	20,27	f5	0,020
Q (cm <sup>3</sup> /s)	2600,29	dp (cm <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> )	40689,85
Q (l/min)	156,017	gz (cm <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> )	196000
Re	7,24E+04	v <sup>2</sup> /2	8229,6
f0	0,033	he (cm <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> )	244919,45
f1	0,019	he (psi)	3,57
f2	0,020		

## ANEXO H

### CÁLCULO DE SISTEMA DE AGUA DULCE

#### Datos

Se debe conocer el rutado, para estimar los metros lineales y la longitud efectiva de la tubería y sus accesorios.

Tabla XXII Cálculo de Longitud Efectiva Sistema de Agua Dulce

Longitud efectiva Le							
	Descargas	Longitud (m)	Codos (m)	T (m)	Válvula (m)	Llaves (m)	Total (m)
1	Cocina	4,3	0,838415	1,52439	9,14634146	0,082317	15,89146
2	Lavadero Puente	3	2,515244	3,04878	9,14634146	0,082317	17,79268
3	Lavandería	4,45	0,838415	0	9,14634146	0,082317	14,51707
4	Lavadero	1,989	0	1,52439	9,14634146	0,082317	12,74205
5	Ducha	1,225	0,838415	0	9,14634146	0,082317	11,29207
6	Lavadero	3,409	0,838415	1,52439	9,14634146	0,082317	15,00046
7	Ducha	2,172	2,515244	1,52439	9,14634146	0,082317	15,44029
8	Ducha	1,9	1,676829	1,52439	9,14634146	0,082317	14,32988
9	Ducha	1,9	1,676829	0	9,14634146	0,082317	12,80549
<b>Total (m)</b>							<b>129,8115</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla XXIII Altura de línea base hasta puntos de descargas

	Descargas	Altura (m)
1	Cocina	1,4
2	Lavadero puente	4,7
3	Lavandería	1,7
4	Lavadero	1,2
5	Ducha	2
6	Lavadero	1,2
7	Ducha	2
8	Ducha	2
9	Ducha	2

Fuente: Elaboración Propia

Tripulación	12
Consumo de Tripulación (ltrs)	50
Tiempo (min)	10
Factor de Simultaneidad	50%
Longitud Equivalente (m)	129,8115
Altura Estática (m)	4,7

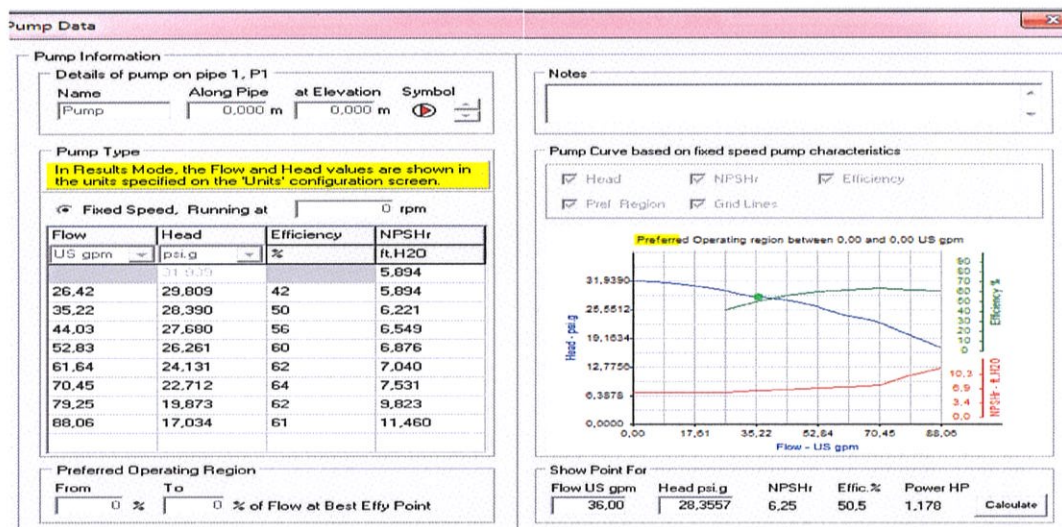
## Fórmulas

$$\text{Caudal efectivo} = \frac{\text{Tripulación} \times \text{Consumo} \times \text{Factor de simultaneidad}}{\text{Tiempo} \times 3,35}$$

$$\text{Potencia} = \frac{3,28 \times \text{Caudal efectivo} \times \text{Pérdida} \times \text{Peso específico}}{3960 \times \text{Eficiencia}}$$

## Resultados

Figura H.1 Resultados obtenidos en Pipe flow



Fuente: Elaboración Propia

## Resultados

Cabezal (m)	134,5115
Eficiencia	0,8

Peso Específico (kg/m <sup>3</sup> )	1
Caudal Efectivo (GPM)	8,955224
Potencia (HP)	1,247166

# ANEXO I

## BALANCE ELÉCTRICO

Tabla XXIV Panel de distribución principal PD1 (220VAC/110VAC-3F)

Código	Circuito	Conexión			Carga Instalada			Disyuntor		Cable	Sección (AWG)
		L1	L2	L3	N	Voltaje (V)	Corriente (A)	Potencia (W)	Polo		
PD1-01	Alimentación de panel PD2	X	X	X	X	220	39,18	8619,00	3	63	3x8 + 1x6 N
PD1-02	Planta de Aguas Negras	X		X	X	220	10	2200	2	16	3x12
PD1-03	Bomba Servomotor		X		X	110	12	1320	2	20	2x12
PD1-04	Bomba de Combustible			X	X	110	9,09	1000	2	16	2x12
PD1-05	Bomba de Agua Dulce	X			X	110	8,18	900	2	16	2x12
PD1-06	Bomba Hidráulica	X	X		X	220	12,27	2700	2	20	3x12
PD1-07	Bomba de Hidroforo		X	X	X	110	8,64	950	2	16	2x12
							99,36	17689,0			
							F.U	0,85			
							<b>POTENCIA (KW)</b>	<b>26,01</b>			

Fuente: Elaboración Propia



Tabla XXV Panel de distribución secundario PD2 (220VAC/110VAC-3F)

Código	Circuito	Conexión			Carga Instalada			Disyuntor		Cable	Sección (AWG)
		L1	L2	L3	N	Voltaje (V)	Corriente Nominal (A)	Potencia Instalada(W)	Polos		
PD2-01	Alumbrado Puente, Baño, Pasillo y Sala de Máquina		X		X	110	8,36	920	2	10	2x14
PD2-02	Alumbrado de Camarote de Tripulante, Camarote Oficial, Cocina, Lavandería, Camarote y Baño comandante	X			X	110	5,09	560	2	10	2x14
PD2-03	Reflectores de Maniobra		X	X	X	110	9,09	1000	2	16	Amer Cable LSHF
PD2-04	Rectificador Cargador	X		X	X	220	4,55	1000	2	10	2x12
PD2-05	Luces Exteriores		X		X	110	0,55	60	2	10	2x14
PD2-06	Tomacorrientes Puente de Gobierno	X			X	110	2,73	300	2	10	2x14
PD2-07	Tomacorrientes Camarotes Tripulantes y Baño		X		X	110	16,36	1800	2	20	2x12
PD2-08	Tomacorrientes Cocina, camarote y baño comandante	X			X	110	12,73	1400	2	16	2x12

Código	Circuito	Conexión				Carga Instalada			Disyuntor		Cable	Sección (AWG)
		L1	L2	L3	N	Voltaje (V)	Corriente Nominal (A)	Potencia Instalada(W)	Polos	Capacidad (A)		
D2-09	Tomacorriente Refrigeradora	X			X	110	7,27	800	2	16		2X12
PD2-10	Tomacorriente Lavandería			X	X	110	7,27	800	2	16	Amer Cable LSHF	2X12
PD2-11	Tomacorriente Cocina	X		X	X	220	6,82	1500	2	16	Amer Cable LSHF	2X12
<b>CARGA INSTALADA</b>												
						80,82	10140					
						F.U	0,85					
						<b>POTENCIA</b>	<b>8619,00</b>					

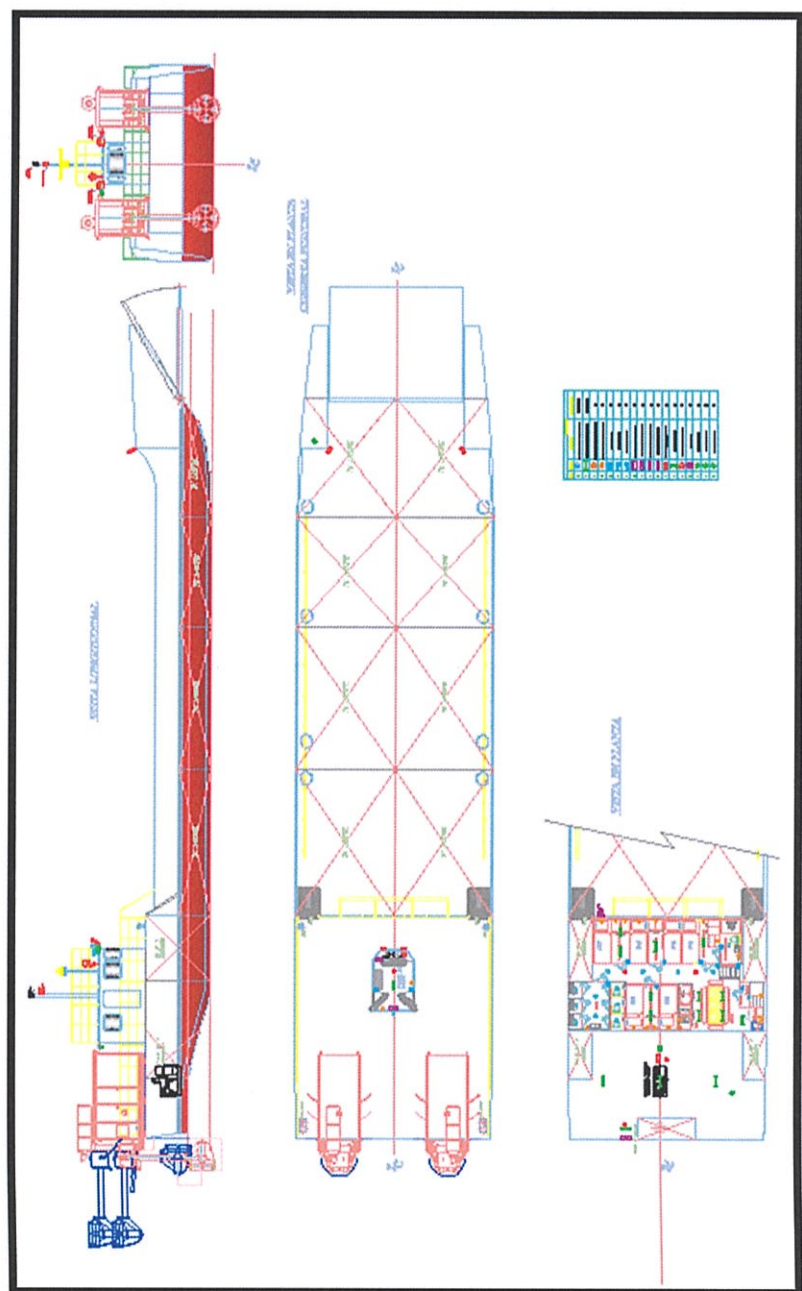
Fuente: Elaboración Propia

Tabla XXVI Panel de distribución de 12VDC P12

Código	Circuito	Carga Instalada			Cable	Sección (AWG)
		Voltaje (V)	Corriente Nominal (A)	Potencia Instalada(W)		
P12-01	Indicador de ángulo de caña	12	0,25	3		2x14
P12-02	Ecosonda Furuno, Navtex, GPS furuno GP 330B	12	1,2	14,4	Amer Cable LSHF	2x14
P12-03	Compas Magnético	12	0,2	2,4		2x18
P12-04	Reserva	12	8,33	100		
P12-05	Radar Furuno	12	8,8	105,6		2x12
P12-06	Limpiaparabrisas	12	1	12		2x14
P12-07	Megáfono	12	7	84		2x14
P12-08	Pito Eléctrico	12	4	48		2x14
P12-09	Radio FM/VHF modelo FM400	12	5	60		2x14
P12-10	Luces de Navegación	12	12,5	150		2x12
P12-11	Reflector de Búsqueda	12	20,8	250		2x10
P12-12	Luces de Emergencia	12	11,67	140		2x14
<b>CARGA INSTALADA</b>			<b>80,75</b>	<b>969,4</b>		

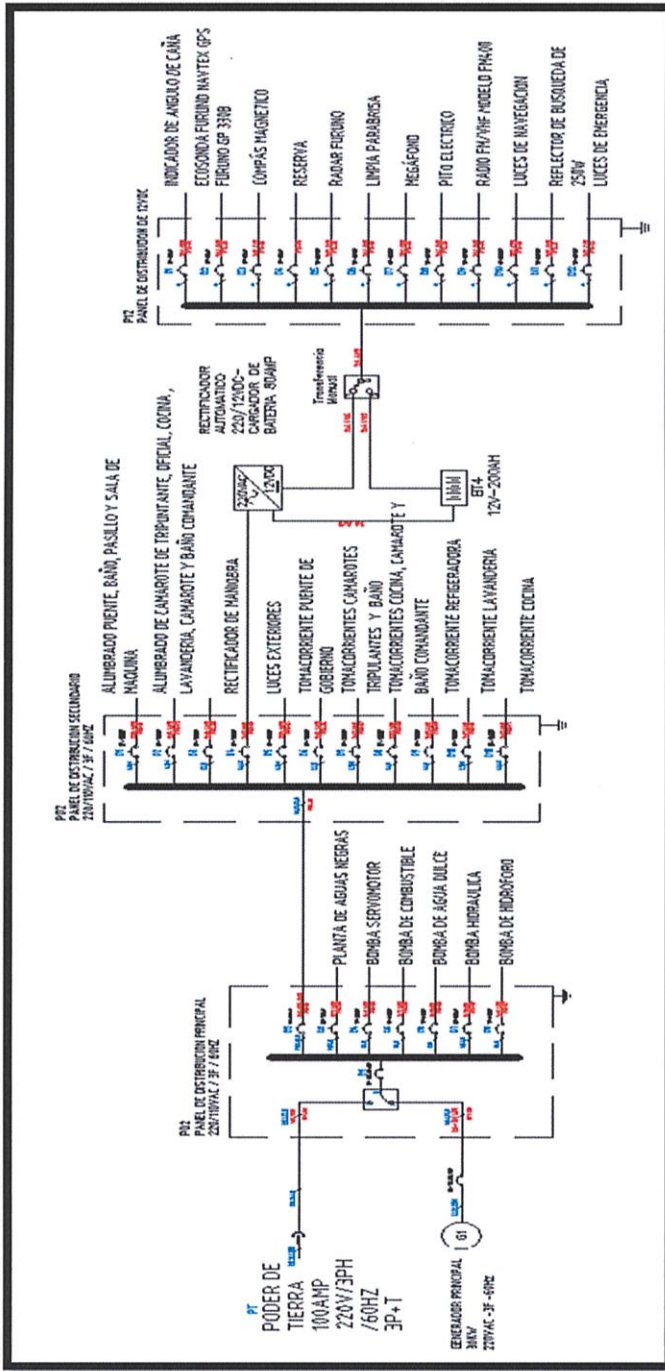
Fuente: Elaboración Propia

Figura I.0.1 Plano de Distribución Eléctrica



Fuente: Elaboración Propia

Figura I.0.2 Esquema de Conexión



Fuente: Elaboración Propia

## ANEXO J

## DISTRIBUCIÓN DE PESOS

Tabla XXVII Distribución de Pesos Nueva

	PESO (TON)	LCG	TCG	VCG
CASCO	89,793	0,232	0	1,186
CIRCUITO DE A. D.	1,98	-11,83	0	1,91
CIRCUITO DE A. NEGRAS Y GRISES	0,872	-11,23	0	1,72
CIRCUITO DE COMBUSTIBLE	1,251	-13,25	0	1,87
CIRCUITO HIDRAULICO	0,842	-12,81	0	0,31
GENERADOR	0,139	-14,31	0	1,36
SISTEMA CONTRAINCENDIO	0,27	-12,81	0	4,94
SISTEMA DE ACHIQUE	0,25	-12,81	0	0,31
VIVERES	0,65	-11,7	-3,14	1,82
ZODIC BB	0,091	-18	-3,76	3,3
ZODIAC EB	0,091	-18	3,76	3,3
CARGA	100	5,59	0	1,97
ANCLA	0,28	-19,2	0	1
CABRESTANTE	0,6	-18,27	0	3,68
CADENA	0,24	-18,55	0	2,025
MOTOR BB	2,825	-15,7	2,54	0,807
MOTOR EB	2,825	-15,7	-2,54	4,35
SUPERESTRUCTURA	5,459	-11,53	0	5,109
TRIPULACIÓN	0,9	-11,53	0	5,109
HABITABILIDAD	10,32	-9,16	0	1,82
COMPUERTA	3,82	18,32	0	2,73
COMBUSTIBLE EB	7,964	-10,198	4,043	1,367
COMBUSTIBLE BB	7,964	-10,198	-4,043	1,367
AGUA DULCE EB	4,551	-15,004	4,033	1,842
AGUA DULCE BB	4,551	-15,004	-4,033	1,842
Total Loadcase	248,528	-0,027	-0,008	1,740

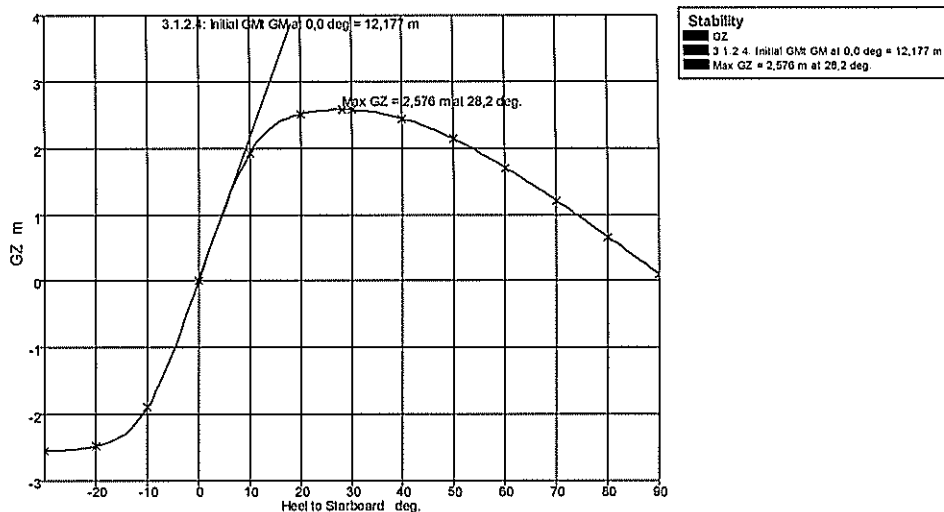
Fuente: Elaboración Propia

## ANEXO K

### ESTABILIDAD

Estabilidad en Condición 1

Figura K.1 Condición Ligera



Fuente: Elaboración Propia

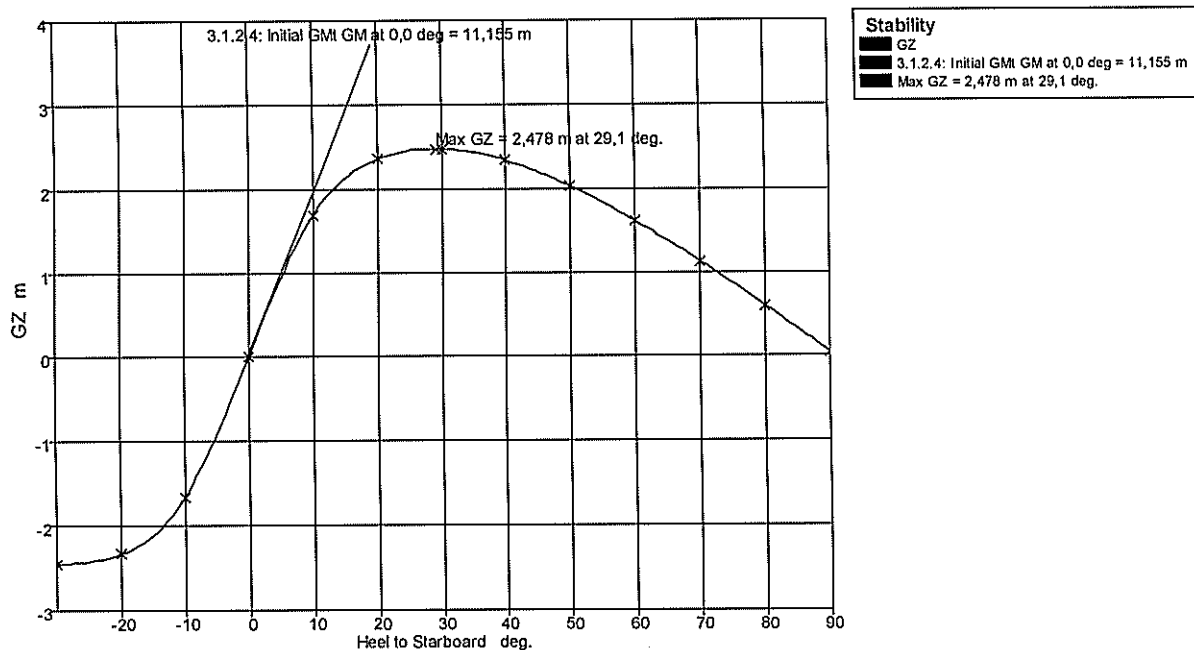
Tabla XXVIII Estabilidad en Condición 1

Criterio	Value	Units	Actual	Status	Margin %
Área 0 to 30	3,1513	m.deg	59,0534	Pass	+1773,94
Área 0 to 40	5,1566	m.deg	84,2622	Pass	+1534,06
Área 30 to 40	1,7189	m.deg	25,2088	Pass	+1366,57
Angle of maximum GZ	25,0	Deg	28,2	Pass	+12,73
Initial GMt	0,150	M	12,177	Pass	+8018,00
Max GZ at 30 or greater	0,200	M	2,573	Pass	+1186,50

Fuente: Elaboración Propia

## Estabilidad en Condición 2

Figura K.2 Condición Salida de Puerto 100% Consumible sin carga.



Fuente: Elaboración Propia

Tabla XXIX Estabilidad en Condición 2

Critério	Value	Units	Actual	Status	Margin %
Área 0 to 30	3,1513	m.deg	54,4378	Pass	+1627,47
Área 0 to 40	5,1566	m.deg	78,6579	Pass	+1425,38
Área 30 to 40	1,7189	m.deg	24,2200	Pass	+1309,04
Angle of maximum GZ	25,0	Deg	29,1	Pass	+16,36
Initial GMt	0,150	M	11,155	Pass	+7336,67
Max GZ at 30 or greater	0,200	M	2,476	Pass	+1138,00

Fuente: Elaboración Propia



## Estabilidad en Condición 3

Figura K.3 Condición Media Travesía 50% Consumible sin carga.



Fuente: Elaboración Propia

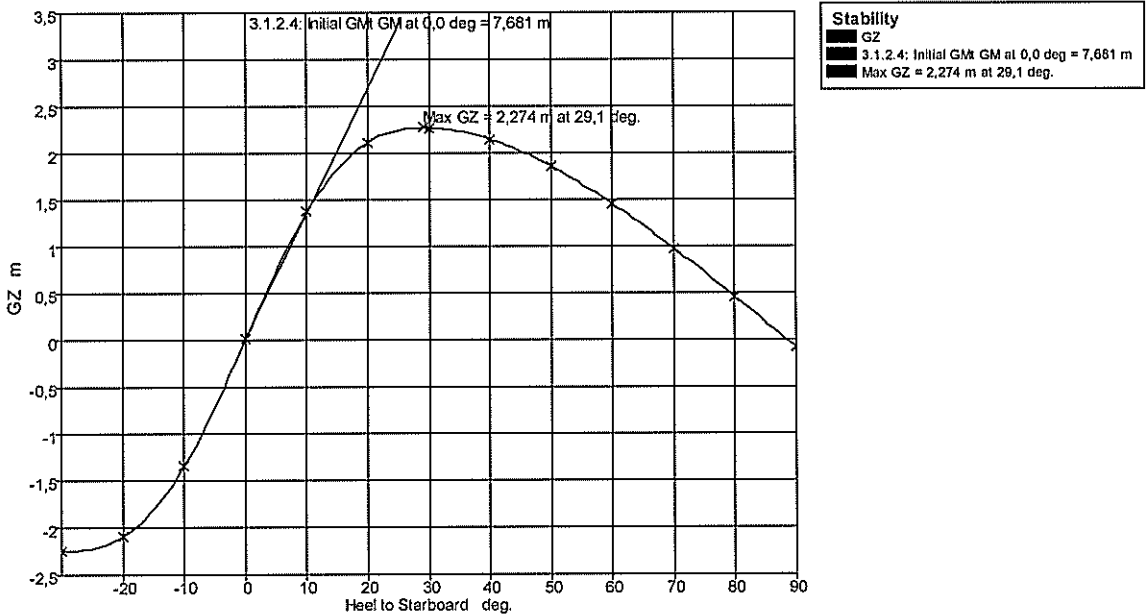
Tabla XXX Estabilidad en Condición 3

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
Área 0 to 30	3,1513	m.deg	57,1244	Pass	+1712,73
Área 0 to 40	5,1566	m.deg	82,1890	Pass	+1493,86
Área 30 to 40	1,7189	m.deg	25,0646	Pass	+1358,18
Angle of maximum GZ	25,0	Deg	29,1	Pass	+16,36
Initial GMt	0,150	M	12,235	Pass	+8056,67
Max GZ at 30 or greater	0,200	M	2,554	Pass	+1177,00

Fuente: Elaboración Propia

## Estabilidad en Condición 4

Figura K.4 Condición Llegada a Puerto 10% Consumibles sin carga.



Fuente: Elaboración Propia

Tabla XXXI Estabilidad en Condición 4

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
Área 0 to 30	3,1513	m.deg	47,4913	Pass	+1407,04
Área 0 to 40	5,1566	m.deg	69,7449	Pass	+1252,54
Área 30 to 40	1,7189	m.deg	22,2535	Pass	+1194,64
Angle of maximum GZ	25,0	Deg	29,1	Pass	+16,36
Initial GMt	0,150	M	7,681	Pass	+5020,67
Max GZ at 30 or greater	0,200	M	2,273	Pass	+1036,50

Fuente: Elaboración Propia

## Estabilidad en Condición 5

Figura K.5 Condición Salida de Puerto 100% Consumibles + CARGA.



Fuente: Elaboración Propia

Tabla XXXII Estabilidad en Condición 5

Critério	Value	Units	Actual	Status	Margin %
Área 0 to 30	3,1513	m.deg	45,7151	Pass	+1350,67
Área 0 to 40	5,1566	m.deg	67,4426	Pass	+1207,89
Área 30 to 40	1,7189	m.deg	21,7275	Pass	+1164,03
Angle of maximum GZ	25,0	Deg	29,1	Pass	+16,36
Initial GMt	0,150	M	7,732	Pass	+5054,67
Max GZ at 30 or greater	0,200	M	2,226	Pass	+1013,00

Fuente: Elaboración Propia

## Estabilidad en Condición 7

Figura K.7 Condición Llegada a Puerto 10% Consumibles + CARGA.



Fuente: Elaboración Propia

Tabla XXXIV Estabilidad en Condición 7

Crterios	Value	Units	Actual	Status	Margin %
Área 0 to 30	3,1513	m.deg	47,4913	Pass	+1407,04
Área 0 to 40	5,1566	m.deg	69,7449	Pass	+1252,54
Área 30 to 40	1,7189	m.deg	22,2535	Pass	+1194,64
Angle of maximum GZ	25,0	deg	29,1	Pass	+16,36
Initial GMt	0,150	M	7,681	Pass	+5020,67
Max GZ at 30 or greater	0,200	M	2,273	Pass	+1036,50

Fuente: Elaboración Propia

## ANEXO L

### RESISTENCIA LONGITUDINAL

Centro De Gravedad Vertical	1,001	M
Inercia Respecto Al Centro De Gravedad	0,063	M <sup>4</sup>
Modulo Seccional Cubierta	0,022	M <sup>3</sup>
Modulo Seccional Fondo	0,063	M <sup>3</sup>

#### Ligero

Condición	Esfuerzo De Fluencia	27556,12	Ton /M2
Tranquila	Esfuerzo	3287,93621	Ton /M2
Quebranto	Esfuerzo	4357,59009	Ton /M2
Arrufo	Esfuerzo	5717,88245	Ton /M2

#### Salida De Puerto 100% Consumibles Sin Carga.

Condición	Esfuerzo De Fluencia	27556,12	Ton /M2
Tranquila	Esfuerzo	3943,975	Ton /M2
Quebranto	Esfuerzo	4722,641	Ton /M2
Arrufo	Esfuerzo	6511,078	Ton /M2

#### Media Travesía 50% Consumibles Sin Carga.

Condición	Esfuerzo De Fluencia	27556,12	Ton /M2
Tranquila	Esfuerzo	3768,79402	Ton /M2
Quebranto	Esfuerzo	4598,217705	Ton /M2
Arrufo	Esfuerzo	6184,353792	Ton /M2

#### Llegada A Puerto 10% Consumibles Sin Carga.

Condición	Esfuerzo De Fluencia	27556,12	Ton /M2
Tranquila	Esfuerzo	3389,945023	Ton /M2
Quebranto	Esfuerzo	4414,913417	Ton /M2
Arrufo	Esfuerzo	5816,489381	Ton /M2

## Salida De Puerto 100% Consumibles + Carga.

Condición	Esfuerzo De Fluencia	27556,12	Ton /M2
Tranquila	Esfuerzo	260,523	Ton /M2
Quebranto	Esfuerzo	465,229	Ton /M2
Arrufo	Esfuerzo	545,115	Ton /M2

## Media Travesía 50% Consumibles + Carga.

Condición	Esfuerzo De Fluencia	27556,12	Ton /M2
Tranquila	Esfuerzo	236,081	Ton /M2
Quebranto	Esfuerzo	468,438	Ton /M2
Arrufo	Esfuerzo	510,114	Ton /M2

## Llegada A Puerto 10% Consumibles + Carga.

Condición	Esfuerzo De Fluencia	27556,12	Ton /M2
Tranquila	Esfuerzo	207,966	Ton /M2
Quebranto	Esfuerzo	468,54	Ton /M2
Arrufo	Esfuerzo	471,496	Ton /M2

## ANEXO M

## ANÁLISIS ECONÓMICO

Tabla XXXV Estimación de Costos de Materiales Grupo 100

GRUPO 100					
	Descripción	Cant.	Unidad	Unit	Total
1	Ángulo de acero 1/4 x 3 x 3	12	Mt	\$ 9,60	\$ 115,20
2	Ángulo de acero 5/16 x 3 x 3	12	Mt	\$ 7,00	\$ 84,00
3	Boquilla p/cortar Víctor	20	Und	\$ 14,00	\$ 280,00
4	Boquilla plástica para foco	12	Und	\$ 1,30	\$ 15,60
5	Cable para soldar 2/0 (70mm <sup>2</sup> ) 155G	25	Mt	\$ 12,50	\$ 312,50
6	Cable sucre para extensión 2 X 10	25	Mt	\$ 3,00	\$ 75,00
7	Caretas para esmerilar	12	Und	\$ 10,00	\$ 120,00
8	Caretas para soldar	12	Und	\$ 15,00	\$ 180,00
9	Cepillo de Acero 5 Hileras	12	Und	\$ 2,80	\$ 33,60
10	Cinta maskinstape de 2"	12	Und	\$ 0,50	\$ 6,00
11	Dado de ¾	8	Und	\$ 8,00	\$ 64,00
12	Disco de Corte Cónico 1/8 x 4 1/2	50	Und	\$ 1,25	\$ 62,50
13	Disco de Corte Cónico 1/8 x 7 A30	50	Und	\$ 3,00	\$ 150,00
14	Disco de Esmeril cónico 1/4 x 4 ½	50	Und	\$ 2,00	\$ 100,00
15	Disco de Esmeril cónico 1/4 x 7 A30 Arrows	50	Und	\$ 3,00	\$ 150,00
16	Encendedor o Yesquero	25	Und	\$ 2,50	\$ 62,50
17	Escuadra metálica de 12"	2	Und	\$ 7,00	\$ 14,00
18	Escuadra metálica de 24"	2	Und	\$ 12,00	\$ 24,00
19	Gas Acetileno	155	Kg	\$ 10,00	\$ 1.550,00
20	Gas Oxígeno Industrial	155	Mt3	\$ 3,50	\$ 542,50
21	Lija de Hierro G/Grueso	12	Und	\$ 0,50	\$ 6,00
22	Lija de Hierro G/medio	12	Und	\$ 0,40	\$ 4,80
23	Marcador para metal	5	Und	\$ 6,00	\$ 30,00
24	Plancha de acero ASTM 570 Gr. 50 6 mm	2	Und	\$2.304,00	\$ 4.608,00
25	Plancha de acero ASTM 570 Gr. 50 8 mm	3	Und	\$3.100,50	\$ 9.301,50
26	Plástico transparente de 0.35 mm	20	Lb	\$ 2,25	\$ 45,00

27	Porta electrodo de 500 AMP	25	Und	\$ 35,00	\$ 875,00
28	Silicón negro	12	Und	\$ 15,00	\$ 180,00
29	Soldadura 6011 de 1/8	100	Lb	\$ 0,80	\$ 80,00
30	Soldadura 6011 de 5/32	100	Lb	\$ 1,00	\$ 100,00
31	Soldadura 6013 de 5/32	100	Lb	\$ 1,00	\$ 100,00
32	Soldadura 7018 de 1/8	100	Lb	\$ 1,00	\$ 100,00
33	Soldadura 7018 de 3/32	100	Lb	\$ 1,80	\$ 180,00
34	Soldadura 7018 de 5/32	100	Lb	\$ 1,00	\$ 100,00
35	Soldadura Indura 7818 - Ar de 1/8	200	Lb	\$ 1,45	\$ 290,00
36	Suplex de ½	3	Und	\$ 18,00	\$ 54,00
37	Tiza de cera	12	Und	\$ 0,30	\$ 3,60
38	Tubo de acero ced. 80 de 5	5	Mt	\$ 30,00	\$ 150,00
39	Wippe Hilo blanco	14	Lb	\$ 1,00	\$ 14,00
					\$ 20.163,30

Fuente: Elaboración Propia

Tabla XXXVI Estimación de Costos de Equipos Grupo 200

GRUPO 200					
Ítem	Descripción	Cant.	Unidad	Unit	Total
1	Motor Azimutal	2	UND	\$ 365.000,00	\$ 730.000,00
TOTAL					\$ 730.000,00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla XXXVII Estimación de Costos de Materiales Grupo 300

GRUPO 300					
Ítem	Descripción	Cantidad	Unidad	Unit	Total
1	Cable naval 4x4AWG	20,00	m	\$ 8,75	\$ 175,00
2	Cable naval 3x2AWG	10,00	m	\$ 2,45	\$ 24,50
3	Cable naval #4AWG	25,00	m	\$ 5,16	\$ 129,00
4	Cable naval 3x6AWG	15,00	m	\$ 2,18	\$ 32,70



5	Cable naval 3x12AWG	80,00	m	\$ 1,88	\$ 150,40
6	Cable naval 2x14AWG	100,00	m	\$ 1,08	\$ 108,00
7	Spaguetti de vidrio 6mm	12,00	m	\$ 1,40	\$ 16,80
8	Spaguetti de vidrio 8mm	10,00	m	\$ 1,61	\$ 16,10
9	Luminaria tipo canastilla 115V	13,00	und	\$ 75,00	\$ 975,00
10	Luminaria 115V	15,00	und	\$ 90,00	\$ 1.350,00
11	Tomacorrientes 115V	15,00	und	\$ 30,00	\$ 450,00
12	Interruptor 115V 15A	10,00	und	\$ 18,00	\$ 180,00
13	Tomacorrientes 220V	2,00	und	\$ 30,00	\$ 60,00
14	Capuchones para cable #12	200,00	und	\$ 0,07	\$ 14,00
15	Terminal tipo U para cable #10-12	300,00	und	\$ 0,11	\$ 33,00
16	Terminal tipo ojo para cable #10-12	300,00	und	\$ 0,07	\$ 21,00
17	Terminales de punta cable #10-12	300,00	und	\$ 0,07	\$ 21,00
18	Caja rectangular	27,00	und	\$ 2,54	\$ 68,58
19	Caja octogonal	12,00	und	\$ 5,14	\$ 61,68
20	Tapa de caja octogonal	12,00	und	\$ 1,21	\$ 14,52
21	Correas plastica de 30cm	600,00	und	\$ 0,09	\$ 54,00
22	Correas plástica de 50cm	100,00	und	\$ 0,10	\$ 10,00
23	Breaker 2P-16 <sup>a</sup>	6,00	und	\$ 10,94	\$ 65,64
24	Breaker 2P-20 <sup>a</sup>	2,00	und	\$ 10,94	\$ 21,88
25	Breaker 3P-150 <sup>a</sup>	2,00	und	\$ 160,00	\$ 320,00

26	Cinta aislante	8,00	und	\$ 3,45	\$ 27,60
27	Reflector de maniobra 110V 500W	2,00	und	\$ 248,00	\$ 496,00
28	Generador eléctrico de 30KW	1,00	und	\$ 15.000,00	\$ 15.000,00
29	Canaleta 7.5cm	6,00	und	\$ 38,00	\$ 228,00
30	Canaleta 10cm	30,00	und	\$ 46,00	\$ 1.380,00
31	Perno cabeza de coco 1/4 x 1	500,00	und	\$ 0,19	\$ 95,00
32	Perno de acero inox 1/4 x 1	800,00	und	\$ 0,13	\$ 104,00
33	Anillo de presión de ¼	1300,00	und	\$ 0,10	\$ 130,00
34	Anillo de plano de 1/4	1300,00	und	\$ 0,10	\$ 130,00
35	Tuerca de acero inox de ¼	1300,00	und	\$ 0,03	\$ 39,00
36	Varilla de Acero 3/4	10,00	m	\$ 18,52	\$ 185,20
37	Platina de Acero 1x ¼	10,00	m	\$ 3,66	\$ 36,60
38	Tablero eléctrico principal	1,00	und	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00
					\$ 25.224,20

Fuente: Elaboración Propia

Tabla XXXVIII Estimación de Costos de Materiales Grupo 600

GRUPO 600					
Ítem	Descripción	Cant.	Unidad	Unit	Total
1	Plywood 18 mm	50	M2	\$ 90,00	\$ 4.500,00
2	SYLOMER O-12.5, PU, orange, 20x12.5mm	50	M	\$ 7,39	\$ 369,50
3	SYLOMER L-25, PU, green, L-25 40x25mm, medium	110	M	\$ 18,90	\$ 2.079,00

4	SYLOMER R-12.5, PU, blue, 20x12.5mm, soft	110	M	\$ 7,94	\$ 873,40
5	Sonivibro R8, T=4.4mm, INSULATION DETAIL 58	65	M	\$ 6,83	\$ 443,95
6	Insulation Material, Fire retardant insulation, FireMaster Marine Plus Blanket, 40mm, 70 kg/m <sup>3</sup> , 2.98 m <sup>2</sup>	30	und	\$ 112,20	\$ 3.365,92
7	Thermal Insulation, Paroc Marine FireSlab 40, 50 mm + 50µm Alu foil pack a 7,2 m <sup>2</sup> , T-006, Material: Synthetic	20	Und	\$ 113,06	\$ 2.261,10
8	Paroc Marine Slab 40 50 mm + Black glasscloth pack a 7,2 m <sup>2</sup>	15	Und	\$ 156,07	\$ 2.341,07
11	Panel, Wheelhouse Walls, Formica K 5583 - M, backing, Poplar 2420 x 600 x 19.6mm, 18mm with 2x laminate 0.8mm	20	Und	\$ 120,00	\$ 2.400,00
12	Perfil en T, equal, W=20mm, H=20mm, T=2mm	15	M	\$ 13,73	\$ 205,99
13	Insulation Material, Alu/St Welding pins, 3x60 mm	6	Und	\$ 411,04	\$ 2.466,26
14	Literas de madera	13	Und	\$ 350,00	\$ 4.550,00
15	Colchones	13	Und	\$ 65,00	\$ 845,00
16	Escritorios de madera	2	Und	\$ 125,00	\$ 250,00
17	Juego de Comedores de madera	1	Und	\$ 897,54	\$ 897,54
18	Inodoros FV	4	Und	\$ 89,98	\$ 359,92
19	Lavamanos con accesorios FV	3	Und	\$ 75,00	\$ 225,00
20	Accesorios de Baño	4	Und	\$ 35,00	\$ 140,00
21	Armarios de madera	13	Und	\$ 120,00	\$ 1.560,00
22	Juego de sábanas	30	Und	\$ 25,50	\$ 765,00
23	Silicón gris	30	Und	\$ 17,50	\$ 525,00
24	Silicón blanco	30	Und	\$ 12,50	\$ 375,00
25	Ángulo de Aluminio	50	M	\$ 6,75	\$ 337,50
26	Anaqueles de cocina	2	Und	\$ 120,00	\$ 240,00

27	Puertas de Madera	5	Und	\$ 55,80	\$ 279,00
28	Puertas de Baño	8	Und	\$ 65,00	\$ 520,00
					\$33.175,15

Fuente: Elaboración Propia

Tabla XXXIX Estimación de costos en HH Grupo 100

<b>GRUPO 100</b>					
<b>Rubros</b>	<b>Personas</b>	<b>Horas</b>	<b>HH</b>	<b>Valor HH</b>	<b>Costo Total</b>
Cambio de Superestructura	5	200	1000	\$ 5,00	\$ 5.000,00
Mamparo	3	16	48	\$ 5,00	\$ 240,00
Tanque Diario de Combustible	2	16	32	\$ 5,00	\$ 160,00
Confección y Montaje de bases	2	8	16	\$ 5,00	\$ 80,00
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>240</b>	<b>1096</b>	<b>\$ 5,00</b>	<b>\$ 5.480,00</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla XL Estimación de costos HH Grupo 200

<b>GRUPO 200</b>					
<b>RUBROS</b>	<b>PERSONAS</b>	<b>HORAS</b>	<b>HH</b>	<b>VALOR HH</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Instalación de Motores	4	16	64	\$ 2,08	\$ 133,12
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>16</b>	<b>64</b>	<b>\$ 2,08</b>	<b>\$ 133,12</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla XLI Estimación de Costos HH Grupo 300

<b>GRUPO 300</b>					
<b>Rubros</b>	<b>Personal</b>	<b>Horas</b>	<b>HH</b>	<b>Valor HH</b>	<b>Costo Total</b>
Confección y Montaje de bases y caminos eléctricos	3	64	192	\$ 3,25	\$ 624,00
Cableado eléctrico	3	80	240	\$ 3,25	\$ 780,00
Montaje y conexión de accesorios eléctricos	3	160	480	\$ 3,25	\$ 1.560,00
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>304</b>	<b>912</b>	<b>\$ 3,25</b>	<b>\$ 2.964,00</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla XLII Estimación de Costos HH Grupo 500

<b>GRUPO 500</b>					
<b>Rubros</b>	<b>Personas</b>	<b>Horas</b>	<b>HH</b>	<b>Valor HH</b>	<b>Costo Total</b>
Sistema De Combustible	3	32	96	\$ 2,08	\$ 199,68
Sistema De Aguas Negras	3	32	96	\$ 2,08	\$ 199,68
Sistema De Agua Dulce	3	32	96	\$ 2,08	\$ 199,68
Sistema Contraincendios	3	16	48	\$ 2,08	\$ 99,84
Modificaciones Varias	3	16	48	\$ 2,08	\$ 99,84
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>128</b>	<b>384</b>	<b>\$ 2,08</b>	<b>\$ 599,04</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla XLIII Estimación de Costos de HH Grupo 600

<b>GRUPO 600</b>					
<b>Rubros</b>	<b>Personas</b>	<b>Horas</b>	<b>HH</b>	<b>Valor HH</b>	<b>Costo Total</b>
Aislamiento	4	120	480	\$ 2,08	\$ 998,40
División De Paredes	12	120	1440	\$ 2,08	\$ 2.995,20
Piso	4	16	64	\$ 2,08	\$ 133,12
Instalación De Muebles	12	120	1440	\$ 2,08	\$ 2.995,20
Acabados Finales	4	32	128	\$ 2,08	\$ 266,24
<b>TOTAL</b>	<b>36</b>	<b>408</b>	<b>1984</b>	<b>\$ 2,08</b>	<b>\$ 4.126,72</b>

Fuente: Elaboración Propia

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] [http://es.wikipedia.org/wiki/Propulsor\\_azimutal](http://es.wikipedia.org/wiki/Propulsor_azimutal)
- [2] [http://www.sectormaritimo.com/lista/detalle.asp?id\\_contenido=582](http://www.sectormaritimo.com/lista/detalle.asp?id_contenido=582)
- [3] Subsecretaría de Puertos y Transporte Marítimo y Fluvial, Listado de Gabarras y Barcazas Registradas. Ecuador 2014
- [4] Astilleros Navales Ecuatorianos, Memoria Técnica y Planos de Gabarra Bahía de Caráquez, ASTINAVE EP 2014
- [5] Rhinoceros Advanced Training Series. Marine Design Copyright © 2000 - 2002 Robert McNeel & Associates and Cliff W. Estes.
- [6] <http://www.protojewel.com/introduccion.pdf>
- [7] Maxsurf. Version 13. User Manual. Formation Design Systems Pty Ltd. 1984 – 2007.
- [8] Oviedo, Miguel E., Alargamiento de una Barcaza para el Transporte de Bins. [Tesis]. Chile 2010

[9] Cohen S.B. - Universidad de Michigan, Tables of Residuary Resistance Coefficient for Barges with and without notches. The Society of Naval Architects and Marine Engineers One World Trade Center, Suite 1369. New York 10048.

[10]

[www.oceanica.ufrj.br/deno/prod\\_academic/relatorios/atuais/LuizEduardo/relat1/sistprop.htm](http://www.oceanica.ufrj.br/deno/prod_academic/relatorios/atuais/LuizEduardo/relat1/sistprop.htm)

[11] Marín, José R. Notas de clase de "Maquinaria Maritima II". FIMCBOR-ESPOL, 2012.

[12] [http://www.inocar.mil.ec/docs/ACTAS/OCE12/OCE1201\\_9.pdf](http://www.inocar.mil.ec/docs/ACTAS/OCE12/OCE1201_9.pdf)

[13] Mariscal, Cristóbal, Formulación y Evaluación de Proyectos, Ecuador 2005