



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

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

“ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO DEL REDISEÑO DE UNA EMBARCACIÓN MULTIPROPÓSITO DE 34 METROS PARA OPERACIONES LOGÍSTICAS Y DE INVESTIGACIÓN OCEANOGRÁFICA E HIDROGRÁFICA EN LAS ISLAS GALÁPAGOS”

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO NAVAL

Presentada por:

Hugo José Jama Aveiga

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2012

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Jerry Landivar Zambraco
DECANO FIMCM
PRESIDENTE

Ing. Alejandro Chanabá Ruiz
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Bolívar Vaca Romo
VOCAL PRINCIPAL

AGRADECIMIENTO

Agradezco a DIOS por la oportunidad de estudiar que me brindó.

A mi director de tesis Ing. Alejandro Chanabá por su colaboración en esta tesis.

A Ing. Livinstong Miranda por su apoyo.

DEDICATORIA

A MI QUERIDA ESPOSA MIREYA

A MIS ADORABLES HIJAS MARIA JOSE,
MARIA PIA Y MARIA EMILIA

A MIS HERMANOS STANLEY, EDUARDO,
OMAR Y TERE

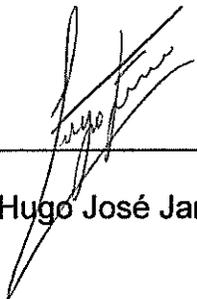
A MI PADRE HUGO JAMA BONE

A LA MEMORIA DE MI ADORABLE MADRE
TERESA AVEIGA.

1 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”.

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Hugo José Jama Aveiga

RESUMEN

Actualmente, Instituciones Ecuatorianas como: Parque Nacional Galápagos, Instituto Nacional de Pesca e Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador, tienen la necesidad de embarcaciones con operaciones de logística y de investigación oceanográfica e hidrográfica.

En esta tesis se plantea analizar el diseño de una embarcación multipropósito que podría ser requerida por las Instituciones mencionadas con anterioridad.

El presente trabajo consiste principalmente, en el análisis técnico-económico de la información y requerimiento entregado por un Armador de una Embarcación Multipropósito de 34 metros, para desarrollar actividades Logísticas de Investigación Oceanográfica e Hidrográfica.

Se modelara las formas de la embarcación para cumplir con los requerimientos de estabilidad de la International Marine Organization, IMO, posteriormente se realizaran cálculos estructurales utilizando la Norma de la Sociedad Clasificadora American Bureau Shipping, ABS (para embarcaciones menores a 90 metros). Adicionalmente, de acuerdo a las Normas MARPOL 73/78 Y SOLAS se diseñara los circuitos y sistemas auxiliares requeridos por la embarcación.

Utilizando los software SHCP, FREESHIP, AUTOSHIP y AUTOPOWER se diseñara el casco Multipropósito, los resultados de los cálculos estructurales de las cuadernas y Mamparos son comprobados con el programa SAP2000. Se presenta un análisis de Costo y Beneficio del Diseño y ejecución del proyecto.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	I
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	VII
SIMBOLOGÍAS.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE TABLAS.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPITULO 1

1.	ANALISIS TECNICO DE UN DISEÑO INICIAL DE UNA EMBARCACION MULTIPROPOSITO DE 34 METROS	4
1.1	Presentación de Especificaciones Técnicas del Diseño Inicial	4
1.2	Modelización de Formas en 3D del Diseño Inicial	47
1.3	Distribución de Cargas y Pesos del Diseño Inicial	50
1.4	Modelización computacional del Comportamiento en Olas del Diseño Inicial	52

CAPITULO 2

2. REDISEÑO DE UNA EMBARCACION MULTIPROPOSITO DE 34 METROS	55
2.1 Nuevas Consideraciones en el Diseño	55
2.2 Reestructuración del Diseño	56
2.3 Modelización de Líneas de Formas	57
2.4 Revisión de Formas con Modelo Computacional	73
2.5 Cálculo de Resistencia y Propulsión.....	75
2.6 Cálculo Estructural General, según Normas ABS	86
2.7 Cálculo y Selección de Sistemas de Circuitos Principales y Auxiliares de Acuerdo a NORMAS ABS, REGULACIONES OMI, MARPOL 73/78 Y NORMAS SOLAS	87
2.7.1 Selección de Sistema de Propulsión	87
2.7.2 Selección de Sistema de Gobierno	90
2.7.3 Selección de Sistema de Fondeo	90
2.7.4 Selección de Sistema de Combustible	91
2.7.5 Selección de Sistema de Agua Dulce y Planta Desalinizadora	92
2.7.6 Selección de Sistema de Aguas Negras , Aguas Grises y Planta de Aguas Negras	92
2.7.7 Selección de Sistema de Achique y Contra Incendio	93
2.7.8 Selección de Sistema de Gases de Escape de	

Motores Propulsores	93
2.7.9 Selección de Sistema de Aire Acondicionado.	94
2.7.10 Selección de Trusther de Proa	94
2.7.11 Selección de Equipos y Accesorios sobre Cubierta	95
2.7.12 Selección de Sistema Electrico	95
2.8 Selección de Protección: Catódica y Pinturas	95
2.9 Distribución de Cargas y Pesos	96
2.10 Presentación del Diseño Final de la Embarcación Multipropósito	97

CAPITULO 3

3. ANALISIS TECNICO DEL REDISEÑO DE UNA EMBARCACION MULTIPROPOSITO DE 34 METROS	98
3.1 Revisión de las estructuras de la Embarcación con Programa de Análisis Estructural	98
3.2 Revisión de la Estabilidad Final de la Embarcación con programa computacional	103
3.3 Revisión de Resistencia y propulsión de la Embarcación con programa computacional	109
3.4 Presentación de especificaciones Técnicas de la Embarcación Multipropósito	116

CAPITULO 4

4.	ANALISIS COSTO-BENEFICIO PARA EL CONSTRUCTOR DE UNA EMBARCACION MULTIPROPOSITO DE 34 METROS	124
4.1	Determinación de Costos del Diseño Inicial	124
4.2	Determinación de Costos del Diseño Final	126
4.2.1	Determinación de Costos de Casco y Estructuras ...	126
4.2.2	Determinación de Costos de equipos y Maquinarias	130
4.2.3	Determinación de Costos de Accesorios de Habitabilidad	131
4.2.4	Determinación de Costos de Mano de Obra	123
4.3	Evaluación de la Rentabilidad Económica del Diseño y Construcción de la embarcación	135
4.3.1	Descripción del Método de Análisis de la Rentabilidad	135
4.3.2	Calculo del VAN y TIR	137
4.3.3	Análisis de Resultados	140

CAPITULO 5

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	142
-----------	--	------------

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

BTU	Unidad Térmica de medida
cm	Centímetros
cm ²	Centímetros cuadrados
m	Metro
m ²	Metros cuadrado
m ³	Metros cúbicos
Hp	Caballos de Fuerza (Horse power)
J	Joule
KJ	Kilojoule
Kcal	Kilocalorías
KW	Kilowattios
Seg	Segundos
Kg	Kilogramos
Mpa	Megapascal
Pulg	Pulgadas
RPM	Revoluciones por minuto
Ton	Toneladas
N	Newton

SIMBOLOGÍA

L	Eslora Total
LWL	Eslora de Flotación
Lpp	Eslora entre perpendiculares
B	Manga
D	Puntal
H	Calado
Hl	Calado Ligero
Hm	Calado Máximo
Cb	Coefficiente Block
Cp	Coefficiente Prismático
Cx	Coefficiente de Área Seccional
Δ_{ad}	Desplazamiento en Agua Dulce
Δ_{as}	Desplazamiento en Agua Salada
Δ_{lg}	Desplazamiento Ligero
Δ_f	Desplazamiento a Máxima Carga
V	Velocidad
V_a	Velocidad de Avance
P	Potencia
RT	Resistencia Total
Rf	Resistencia Friccional
Rw	Resistencia Por Olas
t	Espesor
ρ	Densidad

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.1	Líneas de Formas de Lancha Multipropósito.....	6
Figura 1.2	Distribución General Lancha Multipropósito.....	7
Figura 1.3	Estructurales Lancha Multipropósito.....	8
Figura 1.4	Circuitos Básicos de Lancha Multipropósito.....	9
Figura 1.5	Desarrollo de Superficie Modelo Tridimensional en FreeShip.....	47
Figura 1.6	Modelización de Casco en 3D.....	48
Figura 1.7	Vista Transversal del Modelo Tridimensional.....	48
Figura 1.8	Modelo Tridimensional del Diseño inicial.....	49
Figura 1.9	Distribución de Pesos y Cargas-Eslora Inundable.....	52
Figura 1.10	Entrada de Agua a Cubierta por Proa.....	53
Figura 1.11	Cabeceo del Buque en la Ola.....	53
Figura 2.1	Estaciones de Casco adicionando castillo de Proa.....	59
Figura 2.2	Casco adicionando castillo de Proa.....	59
Figura 2.3	Cortes del Casco en 03 Vistas.....	60
Figura 2.4	Bulbos Integrado.....	61
Figura 2.5	Bulbos Postizo.....	62
Figura 2.6	Bulbos Elípticos.....	63
Figura 2.7	Bulbos Gota de Agua.....	63
Figura 2.8	Bulbos Tipo Peonza.....	64
Figura 2.9	Sistemas de Olas Generadas por el Bulbo.....	65

Figura 2.10	Parámetros de Bulbos de Proa.....	71
Figura 2.11	Bulbo de Proa formas 3D	73
Figura 2.12	Casco con Castillo Proa y Bulbo de Proa.....	74
Figura 2.13	Diagrama de Descomposición de la Resistencia al Avance.....	79
Figura 2.14	Diseño Final de la Embarcación.....	97
Figura 3.1	Casco Multipropósito 3D Lateral.....	99
Figura 3.2	Casco Multipropósito 3D Proa.....	100
Figura 3.3	Casco Multipropósito Cuaderna Maestra.....	100
Figura 3.4	Casco Multipropósito Cuaderna Proa	101
Figura 3.5	Casco Multipropósito Mamparo M1.....	101
Figura 3.6	Casco Multipropósito Mamparo M2	102
Figura 3.7	Casco Multipropósito Mamparo M3	102
Figura 3.8	Casco Multipropósito Mamparo M4	103
Figura 3.9	Curvas Hidrostáticas de Embarcación Multipropósito ...	105
Figura 3.10	Grafico de Brazo Adrizante Según OMI	106
Figura 3.11	Grafico de Estabilidad Intacta	108
Figura 3.12	Resistencia de Casco por Varios Métodos.....	109
Figura 3.13	Potencia Efectiva Vs. Velocidad Varios Métodos.....	110
Figura 3.14	Resistencia y Empuje Vs. Velocidad - Holtrop	110
Figura 3.15	Casco Multipropósito en MaxsurfPro	111
Figura 3.16	Resistencia Vs. Velocidad Holtrop Fung	112
Figura 3.17	Formación de Olas Vista Lateral	112

Figura 3.18	Formación de Olas Vista Frontal	113
Figura 3.19	Formación de Olas Vista Superior	113
Figura 3.20	Movimiento del Buque en la Ola	115
Figura 3.21	Buque en la Ola de 4m por proa	116
Figura 3.22	Plano de Líneas de Formas	119
Figura 3.23	Plano de Distribución General 1.....	119
Figura 3.24	Plano de Distribución General 2	120
Figura 3.25	Plano de Circuito de Agua.....	120
Figura 3.26	Plano de Circuito de Achique.....	121
Figura 3.27	Plano de Circuito de Contraincendios	121
Figura 3.28	Plano de Aire Acondicionado	122
Figura 3.29	Plano de Circuito Sanitario	122
Figura 3.30	Plano de Circuito de Descarga de Gases de Motores ..	123
Figura 3.31	Plano de Circuito de Combustible	123

INDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	Planchaje del Casco	12
Tabla 2	Refuerzos Estructurales	13
Tabla 3	Estructurales de Cuadernas	13
Tabla 4	Estructurales Varios	13
Tabla 5	Cargas Eléctricas del generador de Emergencia	19
Tabla 6	Equipos de Comunicación Interna	21
Tabla 7	Ubicación de Parlantes y Cornetas del Anunciador General	22
Tabla 8	Ubicación de Equipos de Comunicación externa	23
Tabla 9	Ubicación de Equipos de Navegación	24
Tabla 10	Escala de Douglas y Beaufort	54
Tabla 11	Recomendaciones Generales para Reducir la Resistencia al Avance	81
Tabla 12	Limites de Aplicación del Método de Holtrop Mennen	86
Tabla 13	Brazo Adrizante Vs. Angulo de Escora	107
Tabla 14	Cumplimiento de Criterios de Estabilidad OMI A.167	108
Tabla 15	Costos de Diseño Inicial	125
Tabla 16	Resumen de Costos de Diseño Inicial	125
Tabla 17	Costo de Material Grupo Constructivo 100	127
Tabla 18	Costo de Material Grupo Constructivo 200	127
Tabla 19	Costo de Equipo/Material Grupo Constructivo 300	128
Tabla 20	Costo de Equipo/Material Grupo Constructivo 400	128

Tabla 21	Costo de Equipo/Material Grupo Constructivo 500	129
Tabla 22	Costo de Equipo/ Material Grupo Constructivo 600.....	130
Tabla 23	Costo de Mano de Obra Grupo Constructivo 100	131
Tabla 24	Costo de Mano de Obra Grupo Constructivo 200	131
Tabla 25	Costo de Mano de Obra Grupo Constructivo 300	132
Tabla 26	Costo de Mano de Obra Grupo Constructivo 400	132
Tabla 27	Costo de Mano de Obra Grupo Constructivo 500	132
Tabla 28	Costo de Mano de Obra Grupo Constructivo 600	133
Tabla 29	Costo de Mano de Obra Grupo Constructivo 900	134
Tabla 30	Resumen de Costo del Diseño Final	138
Tabla 31	Resumen del precio del Diseño Final	139
Tabla 32	Resultados de Análisis Según Escenarios	140

INTRODUCCIÓN

En nuestro País existe la necesidad de contar con diseños para promover la construcción de embarcaciones con casco multipropósito para el desarrollo de la Ingeniería Naval.

En la etapa precontractual todos los constructores navales revisan los Diseños de prototipos entregados por ingenieros navales que asesoran técnicamente a los armadores y según la Espiral de Diseño para analizar la viabilidad técnica y económica y no esperar terminar la construcción para ver si funciona lo construido y principalmente si es negocio construirlo.

En este trabajo hemos desarrollado el proceso de análisis técnico y económico que se deben realizar en toda etapa precontractual que deben considerar los constructores navales. Como en nuestro país no contamos en

la actualidad con un Canal de Prueba por lo que se debe recurrir a los análisis computacionales con márgenes de errores mínimos.

Se Presenta un diseño entregado al Astillero para la construcción de una Lancha Hidrográfica y Oceanográfica para las Islas Galápagos de 34 metros de eslora. Se revisa la parte estructural con las formulaciones de la American Bureau Shipping [1], Se revisa que cumpla con la Regulaciones IMO, controladas y reguladas por la DIRNEA. Se revisa el efecto de la Ola según la zona en la que la embarcación navegara. Luego de obtener estos resultados se procede a rediseñar la Lancha y hacer cumplir todas las regulaciones referenciadas con anterioridad, Obteniéndose una nueva embarcación con características versátil, estable y maniobrable.

CAPÍTULO 1

1. ANALISIS TECNICO DE UN DISEÑO INICIAL DE UNA EMBARCACION MULTIPROPOSITO DE 34 METROS

Las siguientes especificaciones técnicas, describen la construcción de una Lancha Oceánica Multipropósito para Galápagos, en la cual se incluyen todos los sistemas componentes de la construcción. La mencionada Lancha servirá para apoyo logístico entre islas. Se considera construirla bajo las Reglas de clasificación de la Sociedad Clasificadora American Bureau Shipping, sin que ello signifique que la Lancha esté Clasificada.

El casco será de Acero Naval y la Superestructura de Aluminio, el Sistema de Propulsión constara de dos motores, existen Cinco compartimentos,

separados por cuatro mamparos estancos, el diseño estructural de la embarcación se realizó según las normas del American Bureau Shipping para Embarcaciones de Acero Menores de 90 m [1].

La embarcación tiene la Resistencia Estructural necesaria para soportar los esfuerzos originados por el servicio que prestará y además deberá satisfacer los requerimientos de Seguridad y Estabilidad en la mar según los requerimientos de la Autoridad Marina Nacional (DIRNEA).

1.1 Presentación de Especificaciones Técnicas del Diseño Inicial

En un proceso precontractual para la construcción de una embarcación que cuenta con un Diseño Preliminar, el Constructor Naval ó Astillero, solicita al Armador asesorado por Consultores de Ingeniería Naval las Especificaciones Técnicas de la Embarcación con sus respectivos planos, las mismas que para el análisis técnico se detallan a continuación.

Características Principales

Eslora Máxima	32.50 m. +/- 5%
Manga Máxima	8.00 m. +/- 2%
Puntal Moldeado	3.5 m. +/- 2%
Calado de Diseño	2.00 m.

Propulsión	Dos Motores CAT C18 670 BHP, 2100 RPM RATING B.
Generador	Un Generador Principal CAT C4.4 99KW Un Generador de Respeto CAT C4.4 99KW Un Generador/Emergencia CAT C4.4 44KW

Capacidades de Tanques

Estos valores de capacidades de tanques son calculados en función de la autonomía y la capacidad de tripulantes

Diesel	12300 glns.
Lubricante	100 glns.
Hidráulico	50 glns.
Agua dulce	8000 glns.
Aguas grises	100 glns.
Acomodación	13 Personas
Autonomía	2000 millas
Velocidad	12 nudos para mal calmo y moderado con condiciones normales de navegación

Planos

Para el análisis técnico el Armador entrega al Constructor Naval los siguientes Planos Básicos:

- Plano de Líneas de Formas

- Plano de Distribución General
- Plano Estructural General
- Plano de Circuitos Principales

Circuito Achique y Contraincendios

Circuito Sanitario

Circuito Aguas Servidas

Circuito de Agua Dulce

Circuito de Combustible

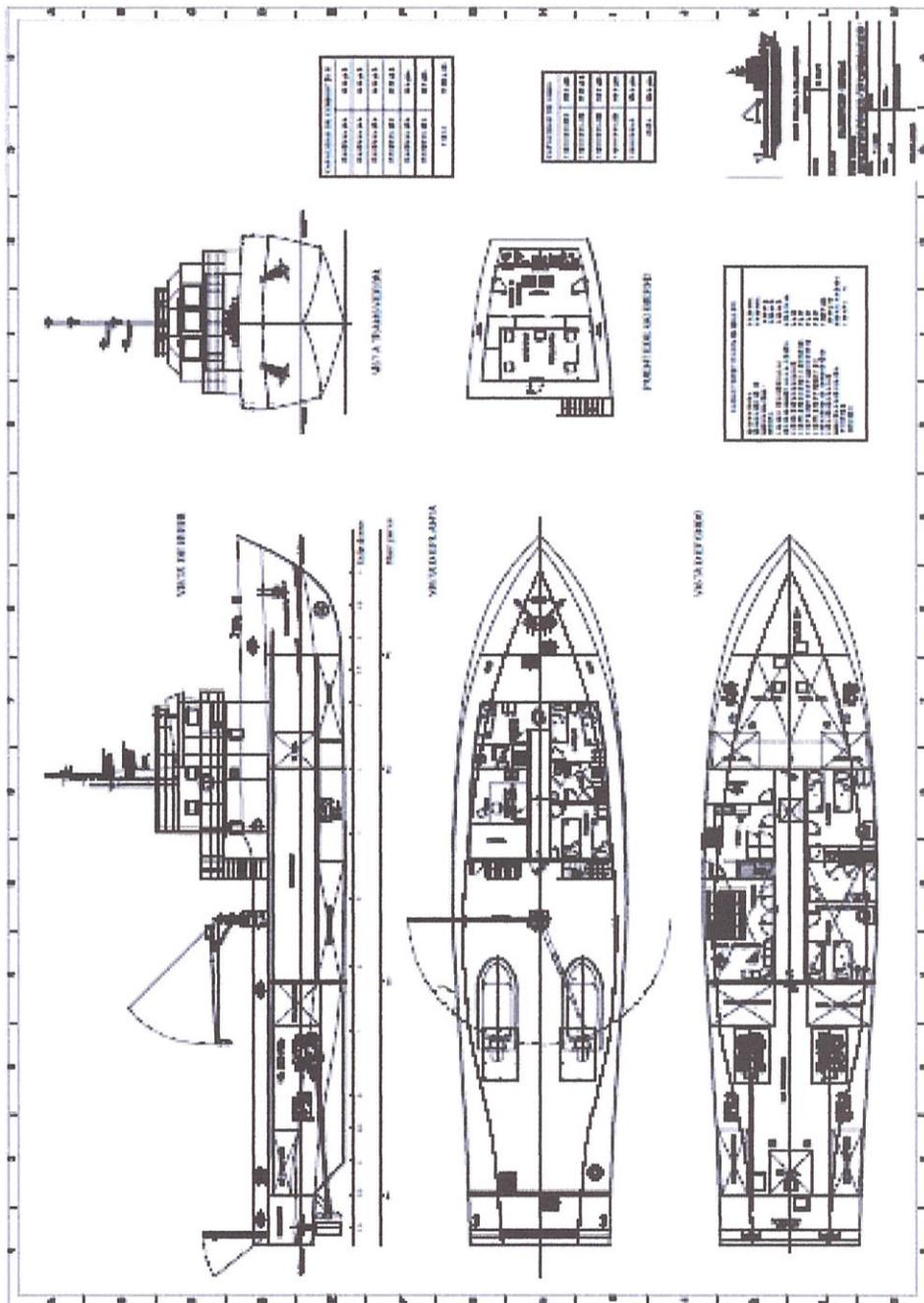


FIGURA 1.2: DISTRIBUCION GENERAL LANCHA MULTIPROPOSITO

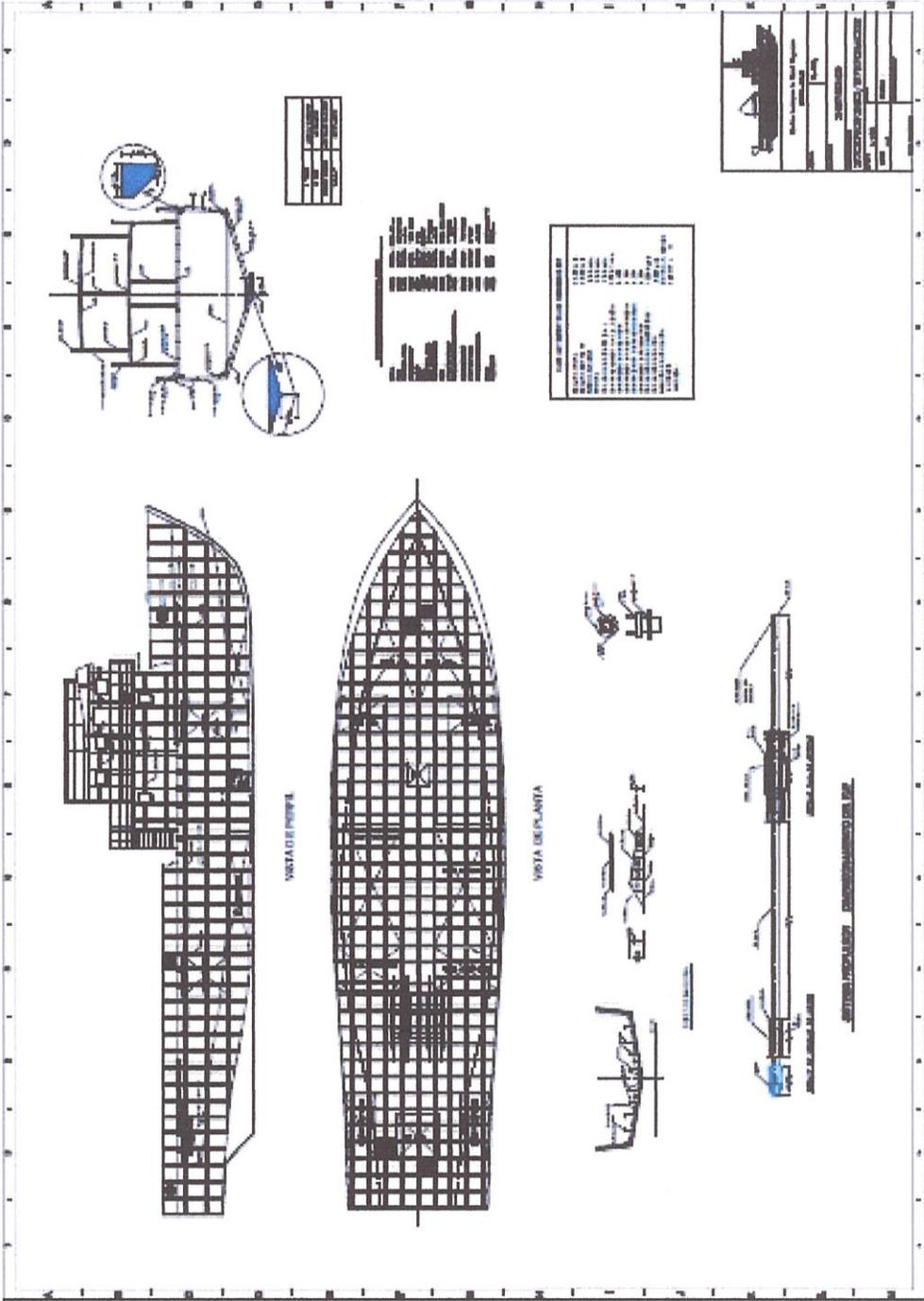


FIGURA 1.3: ESTRUCTURALES DE LANCHA MULTIPROPOSITO

Estructura del Casco

El diseño estructural de la embarcación según indican los planos está calculado de acuerdo a las Guías de la Sociedad Clasificadora American Bureau Shipping, para embarcaciones menores a 90 m [1].

El tipo de construcción será mixta, asociada con cuadernas reforzadas, en el fondo, costado y cubierta. Lo cual garantiza la resistencia transversal, puesto que las cuadernas reforzadas forman anillo con los baos.

En lo posible se conservará la continuidad de los elementos que integran la estructura del buque viga.

La Superestructura será construida de Aluminio Naval 5086 y soldada a la estructura de la cubierta principal por medio de una barra bimetálica.

El Planchaje del Casco será completamente soldado en sus costuras, uniéndose igualmente por soldadura a la quilla.

En las zonas de tomas de mar, el Planchaje del Casco estará protegido mediante placas de mayor espesor, con el objeto de reforzar estas áreas

En aquellos elementos estructurales que atraviesen cordones de soldadura del planchaje del forro, se practicarán los correspondientes aligeramientos, para evitar la concentración de esfuerzos.

Se dispondrán los refuerzos necesarios para obtener la resistencia local suficiente contra los efectos de golpes por las bandas (costados), y para distribuir convenientemente y equitativamente la concentración de cargas durante las maniobras de varamiento.

Detalles Estructurales

Los Refuerzos Verticales de todos los Mamparos serán amarrados por medio de escuadras a los Refuerzos Longitudinales del fondo y de la Cubierta.

Los mamparos, el planchaje del fondo o de la cubierta y los refuerzos longitudinales del fondo o de la cubierta estarán amarrados por medio de escuadras.

El casco tiene cuatro (05) compartimentos estancos, separados por cuatro (04) mamparos transversales estancos.

Las características de los elementos estructurales del casco son como se indican a continuación en la Tabla 1 y Tabla 2.

Tabla 1
Planchaje del Casco

Planchaje	Material
Fondo	Plancha de 8 mm, Acero ASTM A-131
Costados	Plancha de 6 mm, Acero ASTM A-131
Roda y Codaste	Plancha de 18 mm, Acero ASTM A-131
Cubierta Principal	Plancha de 5 mm, Acero ASTM A-131
Mamparos Estancos	Plancha de 5 mm, Acero ASTM A-131
Espejo	Plancha de 6 mm, Acero ASTM A-131
Mamparo de Colisión	Plancha de 6 mm, Acero ASTM A-131
Estiba	Plancha de 4 mm, Acero estriada
Escuadras	Plancha de 6 mm, Acero ASTM A-131
Regala	Plancha de 6 mm, Acero ASTM A-131

Tabla 2**Refuerzos Estructurales**

Refuerzos Longitudinales	Material
Longitudinales Fondo	Platina de 100 x 10 mm Acero ASTM A-36
Longitudinales Costado	Platina de 100 x 8 mm Acero ASTM A-36
Longitudinales Cubierta	Platina de 100 x 8 mm Acero ASTM A-36
Refuerzos de Mamparos	Ángulo de 50x50x 6 mm Acero ASTM A-36
Rudon	Tubo de 8" Cedula 40 Acero, ½ caña

Tabla 3**Estructurales de Cuadernas**

Cuadernas	Material
Fondo	Angulo de 100 x 100 x 8 mm Acero ASTM A-36
Costado	Angulo de 100 x 100 x 8 mm Acero ASTM A-36
Baos	Angulo de 100 x 100 x 8 mm Acero ASTM A-36

Tabla 4**Estructurales Varios**

Varios	Material
Bitá	Tubo de 8" Cedula 40 acero inoxidable
Estiba	Plancha Estriada colocado sobre ángulos de acero de 2"x2"x1/4"
Base de Maquina	Plancha 3/8", con platina de 1"x6"

SUPERESTRUCTURA

La Superestructura estará construida con planchas de Aluminio Naval 5086, con espesor de 4 mm, como refuerzos se utilizarán ángulos de 2"x2"x3/16" de Aluminio 5086, los mismos que garantizan la necesaria rigidez de la estructura.

Los espesores de los elementos estructurales descritos pueden tener ligeras diferencias, con una variación de no más del $\pm 5\%$, pudiendo ser remplazados por espesores que conserven la seguridad estructural, pero que mantengan similares características, en función de la disponibilidad del material en el mercado. La superestructura estará con la cubierta principal por medio de una barra bimetálica.

TUNELES Y ARBOTANTES

La embarcación contará con un túnel en cada línea de propulsión, éste estará construido con un tubo de acero ASTM A36 ó similar, de cédula 80, cuyo diámetro será el apropiado para alojar el eje propulsor así como los prensa estopa y los bocines de proa que será lubricados por agua de mar.

Los arbotantes de sección en "V," serán pasantes al casco y formarán una sola estructura con los refuerzos del fondo en esa área. Para su confección se utilizará platinas con perfil hidrodinámico de Acero de 10"x 1" o similar, en su extremo inferior se soldará una barra maquinada de acero que alojará en su interior el bocín de popa del eje propulsor.

INSTALACIÓN PROPULSORA

Se instalarán 02 motores marinos estacionarios a Diesel, Caterpillar, modelo C18, encendido neumático ó eléctrico de acuerdo a las necesidades del Armador, con una potencia individual de 670 BHP, 2100 RPM, rating B. A cada motor se le acoplará una transmisión marina, la cual tendrá una relación de reducción eficiente para el buen funcionamiento del conjunto motor-reductor-hélice.

Los motores serán enfriados por agua de mar mediante intercambiadores de calor.

Cada motor tiene todos los accesorios necesarios, incluyendo: bomba de combustible, filtros o separadores de agua, bomba de aceite, alternador de 12V DC y un banco de baterías. Además los motores

contarán con un sistema de protección de paro automático por: baja presión de aceite, alta temperatura de agua y sobre velocidad.

Las plantas propulsoras podrán ser gobernadas mediante un sistema de control en el puente de mando. Los paneles de control de las máquinas principales son cuatro (04), dos (02) se localizarán en la consola de gobierno del puente, y dos (02) adyacentes a los motores principales en sala de máquinas.

Los instrumentos de medición principales que contiene el panel de control son:

- Tacómetro
- Horómetro
- Manómetro
- Amperímetro
- Termómetro

Existirá un sistema de parada de emergencia en el puente de mando, ubicado en la popa de la embarcación.

LÍNEA DE EJES

Las líneas de ejes estarán compuestas por dos (02) ejes de acero inoxidable AQUA 19 ó 17 de diámetro entre 4.5 a 5". En el extremo posterior de cada eje se acopla la hélice de las características descritas en el siguiente numeral 3.3. Cada línea de eje cuenta con una brida y está apoyado en dos bocines. Para dar la estanqueidad necesaria al sistema de ejes se acopla un prensa estopa por eje.

Los bocines serán maquinables, autolubricados y de material de polímeros o similar, con ranuras de lubricación. Cada línea de eje cuenta con dos bocines, uno en el túnel y otro en el arbotante de la hélice. El prensa estopa será de bronce y tipo estándar y será ubicado en la proa del túnel.

HÉLICES

Se instalarán dos (02) hélices de bronce, de cuatro (04) palas cada una, de un diámetro aproximado de 40". Las hélices serán de giro izquierdo y derecho.

THRUSTER

La lancha constará de un thruster en Proa, de diámetro 15" de accionamiento hidráulico, con una potencia de entrega no menor de 35 HP, presión máxima de trabajo 2250 PSI, ubicado en la proa, el mismo que servirá para dar mayor maniobrabilidad a la embarcación.

INSTALACIÓN ELÉCTRICA

SUMINISTRO DE PODER

El principal suministro eléctrico será de 110-220 V AC de 60Hz, además de corriente DC con tres bancos de baterías triples, de 180 amperios, dos para arranque de los generadores y uno para iluminación, equipos de navegación y emergencia.

GENERADORES

Esta lancha contará con tres generadores a diesel; dos principales Caterpillar C4.4 de 99 KW, trifásicos, 60 Hz, ubicados en la sala de maquinas con capacidad de trabajar de manera individual y un

tercero o de emergencia Caterpillar C4.4 de 44 KW, trifásico, de 60 Hz, ubicado sobre cubierta principal, a popa de la caseta en el sector de estribor, de inyección directa, de gobierno electrónico; en la tabla 5 los ítems con carga para ser habilitado al generador de emergencia.

Tabla 5

Cargas Eléctricas del generador de Emergencia

Ítems	Cargas 220 VAC 3 fases	PT(nominal
1	Bomba C/I y Achique	7,46
2	Motor del Hidráulico Gobierno	5,59
3	Convertidor de AC a DC	9
4	Panel L2 (Habitabilidad y Puente)	8

CAJA DE CONEXIÓN O TOMA DE TIERRA

Una caja de conexión con tapa, enchufe y un indicador de fase será situada en la popa de la superestructura del lado de estribor pero cerca de la crujía, bajo la escala de acceso hacia el puente de gobierno.

TABLERO ELECTRICO PRINCIPAL

El tablero principal suministrará el control y la distribución principal de corriente eléctrica desde los generadores y la caja de conexión internacional.

TABLEROS DE DISTRIBUCION

Contara con al menos 3 tableros de distribución, uno para 220 VAC, otro para 110VAC y el tercero para 12/24VDC, todos con estándares internacionales.

CABLEADO

Todos los cables a instalarse serán del tipo blindado para ambiente marino que cumpla con los requerimientos de la clasificadora y la buena práctica de la construcción naval, sobre bandejas hechas de plancha de acero galvanizado aseguradas por correas metálicas.

SISTEMA DE ALUMBRADO

El alumbrado principal será de corriente AC 110 v, con lámparas fluorescentes, dobles con protectores plásticos ahorradoras de consumo eléctrico, además de un sistema de emergencia basado en un circuito 12VDC, ubicado estratégicamente a los largo de la embarcación para proveer de luz alterna en caso de emergencia, todo basado en las normas internacionales vigentes.

EQUIPOS DE COMUNICACIÓN

COMUNICACIÓN INTERNA

En la tabla 6 se detallan los equipos que serán instalados para el servicio de comunicación interna.

Tabla 6

Equipos de Comunicación Interna

DESCRIPCION	CANT.
Central Telefónica ubicada en Puente de Mando	1
Ubicación de Terminales	
1. Comedor y Cocina	1
2. Sala de maquinas	1
3. Bodega de Proa	1
4. Servo	1
5. Camarote de tripulante A y B (bajo cubierta principal)	2

6. Camarote de tripulante C y D (sobre cubierta principal)	2
7. Camarote del Capitán	1
8. Laboratorio Oceanográfico (cubierta principal)	1
9. Laboratorio Hidrográfico (cubierta alta)	1
10. Bodega del lado Babor	1
11. Portalón Babor y Estribor	1
12. Portalón Babor y Estribor	1
Sistema Autoexcitado Este sistema consistirá de la caja de Interconexiones y sus teléfonos Autoexcitados se ubicaran en: Puente - Sala de maquinas - Servomotor	3

SISTEMA DE ORDENES COLECTIVAS (Anunciador General)

Este sistema consistirá del Amplificador de Audio (Principal, y Emergencia), con sus parlantes y cornetas, generación de alarmas. El amplificador de Audio se ubicara en el Puente de Mando. Los Parlantes y Cornetas se ubicaran de acuerdo a la ubicación detallada en la Tabla 7:

Tabla 7

Ubicación de Parlantes y Cornetas de Anunciador General

1. Comedor	1
2. Cocina	1

3. Sala de Maquinas	1
4. Bodega de Proa	1
5. Servo	1
6. Camarote de tripulante A y B (Bajo Cubierta Principal)	2
8. Camarote de tripulante C y D (Sobre Cubierta Principal)	2
10. Camarote del Capitán	1
11. Laboratorio Oceanográfico (Cubierta Principal)	1
12. Laboratorio Hidrográfico (Cubierta Superior)	1
13. Bodega del lado Babor	1
14. Puente	1
15. Pasillos Interiores	1
16. Pasillos Exteriores	1

COMUNICACIÓN EXTERNA

En la Tabla 8, se detallan los equipos que serán instalados para el servicio de comunicación externa.

Tabla 8**Equipos de Comunicación Externa**

1. Un radioteléfono con DMS, FURUNO MF/HF MODELO FS-2570, Tx/Rx MF/HF de 250 W. Ó similar.
2. Un radioteléfono RHODE SACHWARZ DE 150 W, 01 TX/Rx MF/HF de 125 Vattios con estándares militares, para los sistemas de transferencia de datos XMP/ZEUS/c31. Ó similar.
3. Dos radioteléfono con DMS (principal), FURUNO VHF MODELO FM-8800S, Tx/Rx VHF-FM. O similar.
4. Tres equipos VHF-FM portátiles bidireccionales (canal 6, 13, 16)
5. Dos equipos respondedores de radar (SART).
6. Un EPIRB de 406 MHz (COSPAS-SARSAT):
7. Un receptor NAVTEX.
8. Un equipo de radiocomunicaciones bidireccionales utilizando frecuencia aeronáuticas de 121,5 MHz y 123,1 MHz

EQUIPOS DE NAVEGACION

La embarcación contará con siguiente equipo de navegación, ubicados de acuerdo a lo que se detalla en la Tabla 9:

Tabla 9

Ubicación de Equipos de Navegación

AYUDAS DE NAVEGACIÓN	CANT.
COMPAS MAGMETICO	
Marca RICHIE, Modelo D615X	1
GIRO COMPAS	
SPERRY MARINE NAVIGAT X MK 3 - C.PLATH	1
RADAR DE NAVEGACIÓN PRINCIPAL	
FURUNO, Modelo 1954C/-BB, Potencia 12 Kw, con antena abierta de 6 pies, Banda X, con ARPA, Display de 12 pulgadas mínimo, Alcance de 72 millas náuticas	1
RADAR DE NAVEGACIÓN ALTERNO	
FURUNO, Modelo 1734C, Potencia 4kw, Antena Radomo de 24 pulgadas, Banda X, con ARPA, display de 7 pulgadas, Alcance de 36 millas náuticas	1
ECOSONDAS	
FURUNO, Modelo FE-700	1
Transducer de bronce modelo 50B-6B	1
ODOMETRO	
FURUNO, Modelo WS-2000	1
MEDIDOR DE VIENTO	
Display FI-50	1
SISTEMA DE POSICIONAMIENTO SATELITAL	

FURUNO, Plotter GP-7000f	1
Transducer de bronce modelo 520-5PSD	1
FURUNO GPS -320B	1
Display multifunción RD-30	1
OTROS EQUIPO	
Sistema Automático de Identificación	1
AIS FURUNO, Modelo FA-50	1
Antena GPA-017S	1

CIRCUITOS

Los circuitos estarán instalados de tal manera que se encuentren protegidos y sean accesibles para efectuar inspección y mantenimiento. Las tuberías estarán pintadas con colores para diferenciar los circuitos y se marcará la dirección del flujo

Todos los circuitos se limpiarán oportuna y convenientemente antes de la entrega.

VENTILACIÓN Y EXTRACCIÓN

La ventilación en la Sala de Máquinas, será del tipo de circulación forzada, para lo cual se instalará (01) ventilador eléctrico de 17". La extracción de escape de gases del tipo forzado se efectúa con (01) extractor eléctricos de 17", para una correcta evacuación del aire se colocaran ductos construidos con plancha de acero naval de 3/16"

CIRCUITOS DE AGUAS SANITARIAS Y SERVIDAS

El Circuito de Servicio Sanitario empleara agua de mar, la cual será suministrada a los tanques de los servicios higiénicos por medio de un sistema que consta de una bomba de 1HP con tanque de presión

La descarga de los inodoros, los lavamanos, un lavaplatos y la ducha, se la realizará a un tanque de aguas negras con una capacidad de 100 galones ubicado en sala de maquinas

La tubería a utilizarse es de acero galvanizado de 4" y de 2" cedula 40.

SISTEMA DE ACHIQUE Y CONTRAINCENDIO

El sistema de achique de los compartimentos estancos de la embarcación serán construidos con tuberías de acero galvanizado, con diámetros de 4" y 2" Cedula 40, las válvulas de compuerta y cheque serán de acero inoxidable. El sistema tendrá dos tomas de mar, dos filtros GRACCO ó similar de 4" y dos bombas de 10 HP.

El Sistema Contraincendio estará conectado a las mismas tomar de mar del sistema de achique. Se dispondrá de estaciones Contraincendio en diferentes partes de la embarcación, se utilizaran tubos de 4" hasta cubierta, desde donde se acoplaran ramales de 2" para finalizar con un neplo roscado para acoplar una manguera de diámetro 1½".

Para la lucha contra incendio se contará con cuatro (04) hidrantes, los cuales, estarán ubicados en cubierta principal, uno en zona de Popa hacia babor, otro en sección media en la banda de estribor, y el último en Proa a estribor y el último en el pasillo de la habitabilidad junto a la escala de acceso.

Además se colocará un separador de aceite para el achique de Sala de Maquinas. El sistema de achique tendrá una descarga en cada banda (Babor, Estribor), ubicado en Sala de máquinas.

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE MAQUINAS PRINCIPALES Y AUXILIARES

El suministro de agua salada para el enfriamiento de las maquinas principales se realizará por medio de una (01) toma de mar que estará ubicada al costado de la embarcación.

El sistema de enfriamiento de los generadores se lo realizará por medio de un intercambiador de calor, el cual estará conectado a una caja de mar, el circuito estará compuesto por tuberías de 2" de acero inoxidable. Las líneas de succión tienen sus respectivos filtros GRACCO, ó similares, las válvulas de fondo y cheque serán de acero inoxidable.

SISTEMA DE AGUA POTABLE

La embarcación tendrá una capacidad de almacenamiento de 8000 galones de agua dulce o de bebida, distribuidos en 5 tanques, 4 de los cuales están ubicados en la bodega de proa y el quinto en popa de la sala de maquinas, en llenado de los tanques se lo realizará por medio de tomas ubicadas en la cubierta principal a la altura del mamparo M2 a cada banda y será distribuida por gravedad por medio de las cañerías de 1½" para el resto de los tanques, el servicio de agua dulce será entregado hacia el uso domestico de lavabos, cocina duchas, laboratorio y una toma en cubierta principal para uso de la máquina de hidroblasting, por medio del circuito correspondiente, que tendrá 2 bombas eléctricas de no menos de 2 HP con tanque de presión de no menos 25 galones y 80 PSI, con sus respectivos presostatos

Además se instalarán dos plantas desalinizadoras que suplirán la necesidad de falta de líquido vital en caso de necesidades adicionales, estarán ubicadas en sala de maquinas, una de 1.5 GPM ó similar, y otra de 2.5 GPM ó similar, de 110 VAC, 60HZ

SISTEMA DE DESCARGA DE GASES

La descarga de los gases combustibles de las máquinas principales y generador es será del tipo húmedo y tendrán desfogue por el espejo de la embarcación para las máquinas principales y por una banda para el generador.

Los ductos se confeccionarán con tubo ASTM A53-61B de diámetros de 6" cedula 80, los que estarán forrados con lona de asbesto, este circuito contará además con acoples flexibles de acero inoxidable de diámetro 6", y manguera de caucho con alma de acero resistente al calor.

SISTEMA DE COMBUSTIBLE

La embarcación cuenta tendrá una capacidad de almacenamiento de 12300 galones de combustible, distribuidos en 6 tanques, de los cuales 4 se encuentran en Sala de Máquinas y los otros dos bajo el área de habitabilidad, los cuales el llenado se realizará por trasvasije de un tanque a otro, las tomas respectivas se encuentran en cubierta entre el mamparo M2 y M3, ubicados a cada banda de la lancha, la

tubería a emplear es de 1¼", se contará con una bomba de no menos de 3 HP.

La lancha contará con dos (2) tanques diarios de combustible, ubicados en a proa de sala de máquinas, tanques N° 3 Estribor y Babor con una capacidad de 620 GAL cada uno.

SISTEMA DE AGUAS OLEOSAS

Las aguas de sentina serán recogidas en un tanque de aguas oleosas ubicado en la sala de maquinas, este sistema contará con un separador de agua aceitosas y una bomba de 1 HP para su descarga.

SISTEMA NEUMATICO

El sistema de aire comprimido estará formado por dos compresores, la misma tendrá una potencia aproximada de 3.5 Hp, los compresores serán del tipo Pressure Air Cooled Compressor ó similar. El sistema contará con dos tanques de almacenamiento, válvulas, filtro y cañería construida con acero galvanizado reforzado. El sistema será capaz de proveer el aire comprimido para el arranque de las maquinas principales, en caso de ser requerido, y de proveer las necesidades de aire comprimido de la embarcación.

SISTEMA HIDRAULICO

El sistema hidráulico de la unidad tendrá las siguientes características.

- Para el funcionamiento de la grúa y del pórtico se instalará una central hidráulica que estará compuesta por una bomba principal y una bomba de emergencia, con la potencia suficiente para el accionamiento de estos componentes. Estará ubicada bajo cubierta principal y en la proa de la embarcación
- Una bomba hidráulica para el accionamiento de la hélice de proa.
- Una bomba hidráulica que proveerá el poder para el gobierno e la embarcación.

PLANTA TRATAMIENTO AGUAS NEGRAS

Para el tratamiento se empleará el sistema con capacidad mínima de 88 GPD, que tiene un promedio de tratamiento de agua para 12 personas/día.

Éste sistema estará ubicado entre el mamparo M2 y M3 bajo la zona de habitabilidad a proa de la misma.

SEPARADOR DE AGUA DE SENTINA

Contara con un equipo con capacidad de separar el agua de las sentinas, principalmente por ser una plataforma oceánica que operara en las Islas Galápagos, del tipo centrifuga. Además de un sensor que accione una alarma de nivel de sentinas.

PURIFICADOR DE COMBUSTIBLE

Con la finalidad de asegurar el correcto funcionamiento de la maquinaria, deberá contar con un equipo purificador de diesel, del tipo centrifugo, con capacidad de cubrir la necesidad de abordo.

AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACION

Se instalará una planta de aire acondicionado de ambiente marino, con potencia suficiente para climatizar las siguientes áreas: habitabilidad, laboratorios y puente de gobierno. La central de aire será ubicada en la bodega de proa de la embarcación.

En sala de máquinas y en la bodega de proa existirá ventilación forzada, para lo cual se instalarán un ventilador eléctrico de 220 VAC en cada área, los mismos que serán ubicados sobre cubierta principal en cajas metálicas con su respectiva trampa de agua.

FRIGORIFICO Y DESPENSA DE VIVERES

Se instalará en la cocina de la embarcación un frigorífico para ambiente marino de 220 VAC, tres ambientes: temperaturas de congelación para cárnicos, temperaturas de 5 grados para lácteos y víveres y temperaturas de 10 grados para hortalizas

SISTEMA DE GOBIERNO

La embarcación contará con un sistema electo - hidráulico, los controles se ubican en el puente de gobierno. Es sistema de gobierno es accionado por un bomba hidráulica acoplada a la rueda del timón en el puente de gobierno, en el que existirá un indicador de ángulo de caña. El máximo ángulo de la pala será 35°. (35° Bb – 35° Eb)

Los timones son accionados mediante dos cilindros hidráulicos. En caso de emergencia se instalará un mecanismo manual para poder accionar los timones en el servo.

TIMONES, MECHA DE GOBIERNO Y PRENSA-ESTOPA

La embarcación cuenta con dos (02) timones armados 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 de servicio.

Existen (02) limeras o mechas, una para cada pala del timón, la limeras está construida con tubo de acero.

Los bocines son de bronce y caucho. Los prensa estopa también son de bronce. El barón tiene un diámetro de 3 ½", de acero AQUA 19 O 17, y su lubricación es realizada con agua de mar.

SISTEMA DE FONDEO Y AMARRE

La embarcación estará provista de un ancla tipo Danforth de 420 kg, ubicada en la proa de la embarcación, contará con 50 pies de cadena de acero especial grado 2 de 5/8", y un cabrestante eléctrico.

También se proveerá de (04) amarras de 100 pies cada una, de cabo de nylon de ¾"

ESPACIOS HABITABLES

La zona de habitabilidad bajo cubierta principal va a estar ubicada entre M2 a M3, y constará de: Área de comedor de 15 m², cocina de 7.70 m² y pañol de alimentos de 4.5 m², todos ubicado a Babor. Además se hallan 2 camarotes para con capacidad de 8 tripulantes (4 tripulantes por camarote), ubicados a Estribor teniendo un área de 11.00 m² (hacia popa) y 10.10 m² (hacia proa) aproximadamente, y contando con un baño general de 7.30 m² aproximadamente.

El mamparo M3 del lado de sala de maquinas se forrará con un asilamiento térmico, y del lado de los camarotes con una protección contra el ruido, para evitar el ruido excesivo de motores y generadores cuando están en funcionamiento.

Sobre cubierta principal en la superestructura se encuentran ubicados 02 camarotes con capacidad para dos tripulantes en cada uno, ubicados en la zona de Estribor, además del camarote del capitán, el laboratorio oceanográfico y una bodega del lado de Babor.

Todos los acabados serán debidamente aprobados por la clasificadora en materiales anti inflamables, de acuerdo a los estándares modernos de construcción de barcos

REVESTIMIENTO INTERIOR Y JUNTAS DE MAMPARO

El revestimiento de los mamparos de la cabina de tripulantes, del Puente y del área de habitabilidad bajo cubierta principal será de revestimiento de alucobon de aluminio, la cual será asegurada a la estructura de los compartimentos mediante pernos.

Se cubrirán las juntas en los sectores donde terminan los paneles, lámparas o tomacorrientes; dándose un buen acabado.

AISLAMIENTO

Los mamparos y tumbados de la cabina de tripulantes y del Puente de Gobierno, serán debidamente aislados contra el ruido y el calor con recubrimiento de lamina de aluminio con lana vidrio de 1" de espesor.

LABORATORIOS

La embarcación contara con dos laboratorios, el primero para trabajos de hidrografía, ubicado en la cubierta alta a popa de puente de gobierno, con mobiliario capaz de soportar equipos propios de sus labores; otro de carácter oceanográfico ubicado en la cubierta principal con consola con lavaderos de acero inoxidable y tomas de corriente para equipos.

EQUIPAMIENTO Y ACCESORIOS

ACCESORIOS DEL CASCO

Los siguientes accesorios estarán ubicados sobre la cubierta principal:

- Seis (06) bitas dobles, fabricados con tubo de acero de diámetro 3" cedula 80. Se distribuyen tres a cada banda y una en la proa, soldadas sobre una placa de refuerzo y a nivel de un elemento estructural. Las bitas atravesarán la cubierta y se fijaran al casco por los costados.

- Existirá (04) cáncamos de amarre en la cubierta de popa, los cuales serán utilizados para asegurar los cabos de amarre, distribuidos a ambos bandas
- Se instalará una grúa para el embarque y desembarque de pesos, con la siguiente capacidad de levante: 9.3 tons. a 2.60m, 3.83 tons. a 6.18m, 2.86ton a 7.8m.
- Se instalará un pórtico hidráulico con una capacidad de levante máxima de 5 tons.
- Escala de acceso construida en aluminio.
- Dos botes inflables de 5m con motor fuera de borda de 40 hp

NOMBRE Y MARCAS DE CALADO

El nombre de la embarcación será pintado en la proa del casco en ambas bandas, y también en el espejo en popa.

Se pintarán de igual forma las marcas de calado a cada banda en proa y popa.

ESCALERAS Y BARANDALES

La embarcación tendrá una (01) escalera para el acceso al puente de mando y una escala para el acceso a la sala de maquinas

Las escalas serán construidas con tubo de acero de diámetro 1" cedula 40. Las escaleras se confeccionarán con ángulos de acero de 2" x 2" x 3/16" y plancha corrugada de 3/16".

Los barandales estarán ubicados en la cubierta 01, y en la cubierta principal sobre la regala. Se utilizarán tubos de acero de 1" cedula 40.

VENTANAS Y CLARABOYAS

Las ventanas serán del tipo fijas con friso de caucho y con vidrio templado de 8 mm. de espesor.

Se instalarán las ventanas de la siguiente manera:

- (06) ventanas en superestructura de nivel 100
- (06) ventanas en superestructura de nivel 200
- (04) ventanas para puerta estanca.
- (06) claraboyas

PUERTAS EXTERIORES, ESCOTILLAS, CUBICHETES Y TAPAS REGISTROS

Las puertas estancas exteriores y puertas interiores que se instalarán son las siguientes:

- (02) puertas estancas para acceso a habitabilidad en superestructura.
- (02) puertas estancas para acceso a puente de mando
- (02) puertas estancas para acceso a compartimiento de habitabilidad y sala de maquinas bajo cubierta principal.
- (06) puertas interiores de madera en habitabilidad sobre cubierta principal.
- (06) Puertas interiores en habitabilidad bajo cubierta principal.

Las escotillas que se instalarán en la embarcación son:

- (02) escotillas estancas, una para el Peak de proa y otra para el Lazareto.
- (01) escotilla estanca para acceso a sala de maquinas.
- (01) escotilla estanca para acceso a área de tanques en proa.

Además la embarcación contará con:

- (02) cubichetes uno a cada banda, que permitirán la remoción de los motores principales y accesorios de la sala de máquinas en caso de desperfectos o averías.
- Todos los tanques de agua y combustible tendrán una tapa registro para inspección y limpieza de los mismos.

EQUIPO CONTRAINCENDIO

La embarcación contará con el equipamiento mínimo necesario para efectuar tareas de Contraincendio, exigidos por la Marina Mercante, tales como:

- (02) extintores de CO₂ de 15 libras
- (04) extintores de CO₂ de 5 libras
- (01) extintores de Polvo Químico de 10 libras.
- (04) botellas de CO₂ de 100 libras de capacidad ubicado en sala de máquinas
- (06) Mangueras de diametro 1 ½" de lona con su pitón.
- (04) hacha de bombero.

- (02) traje de bombero.

EQUIPO DE SALVATAJE Y SUPERVIVENCIA

La embarcación contará con el equipamiento mínimo necesario para efectuar tareas de rescate, salvataje y supervivencia, exigidos por la DIRNEA, tales como:

- (02) Balsas salvavidas para 10 personas.
- (06) Boyas salvavidas estándares, con línea de vida y luz de señalización.
- (06) Chalecos salvavidas para mar.
- (01) Juego de luces de bengala con pistola de señales.
- (01) Bandera y código de señales.
- (01) Campana de bronce.
- (01) Binoculares.
- (01) Botiquín de primeros auxilios.
- (01) Radiobaliza.
- (02) Botes Salvavidas con motor fuera de borda de 50 HP

PLAN DE PINTURA

Previo a iniciar el plan de pintura para las diferentes áreas, la lancha será sometida a un arenado ligero e inmediatamente el siguiente plan de pintura:

PLAN DE PINTURA OBRA VIVA

- (01) capa de pintura Imprímante
- (02) capas de pintura Anti corrosiva
- (01) capas de pintura Anti incrustante
- (02) capas de pintura Antifouling

PLAN DE PINTURA OBRA MUERTA EXTERIOR E INTERIOR Y ACCESORIOS:

- (01) capa de pintura con zinc inorgánico.
- (01) capa de pintura Epoxica Primer.
- (02) capas de pintura de poliuretano

TUBERÍAS:

- (01) capa de pintura Imprímante.
- (01) capa de pintura Anticorrosivo

SALA DE MAQUINAS:

- (01) capa de pintura con zinc inorgánico.
- (01) capa de pintura Epoxica Primer
- (01) capa de pintura blanco brillante

ANCLAS Y CADENAS:

- (01) capa de pintura epòxica.

PROTECCIÓN CATÓDICA

En la obra viva de la embarcación se colocarán los siguientes ánodos de sacrificio:

- (02) ánodos de zinc de 5.0 Lbs., para las palas.
- (10) ánodos de zinc de 23.0 Lbs., distribuidos convenientemente en el casco.

- (04) ánodos de zinc de 3.0 Lbs., para las cajas de mar

Estos ánodos se sujetarán mediante pernos de acero inoxidable al casco de la embarcación.

En todos los circuitos de tuberías, cuando exista contacto de metales diferentes, se aislarán estos mediante cinta y empaque de neopreno.

1.2 Modelización de Formas en 3D del Diseño Inicial

Con el plano de líneas de formas provisto por el Diseñador contratado por el Armador, procedemos a editar las mismas utilizando el Programa AUTOCAD 3D Versión 2009 [2], luego, se importa el archivo al programa FREESHIP [3], en donde se trabaja el modelo hasta obtener en el Casco superficies que no presenten cambios bruscos de pendientes (Cambios de Pendiente Positiva a Pendiente Negativa o Viceversa), estos cambios de pendientes, pueden estar ubicados en Zonas de Proa, Popa y China, el resultado de esta modelización en FreeShip, se observa en la Figura 1.5.

Finalmente exportamos el Casco de la Lancha al programa computacional AUTOSHIP Version 9.0 [4], para su respectiva modelización de Formas Finales del Diseño Inicial. En la Figura 1.6; Figura 1.7 y Figura 1.8, se observa las formas del Buque Multiproposito del Diseño Inicial, entregado por el Armador para dar el aval técnico de parte del Constructor Naval y poder definir la parte técnica precontractual en lo que se refiere a las formas de la embarcación para la construcción del Casco analizado.

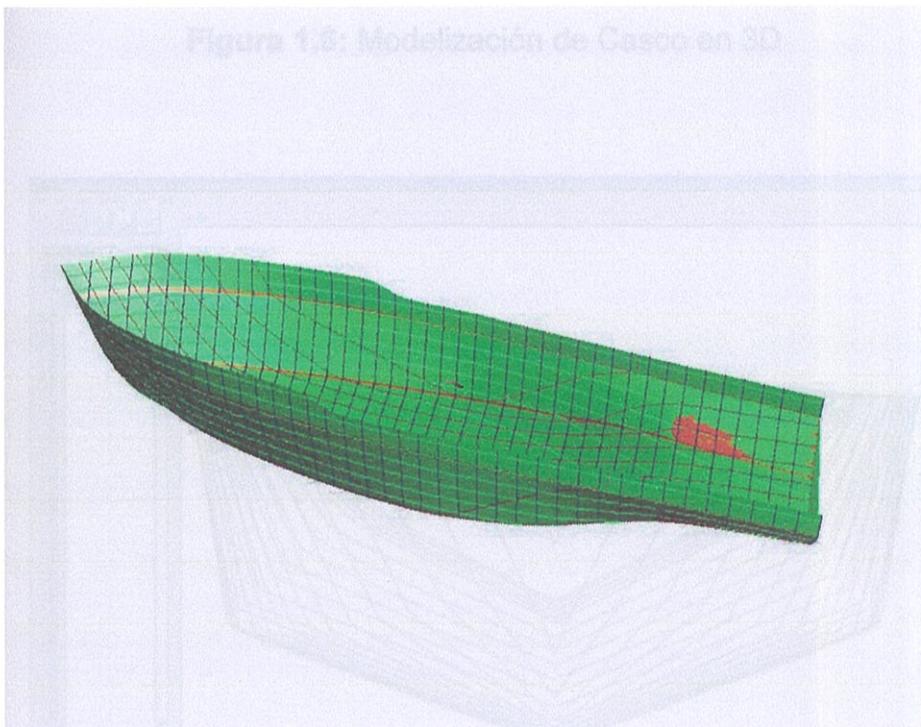


Figura 1.5: Desarrollo de Superficie de Modelo Tridimensional en FreeShip

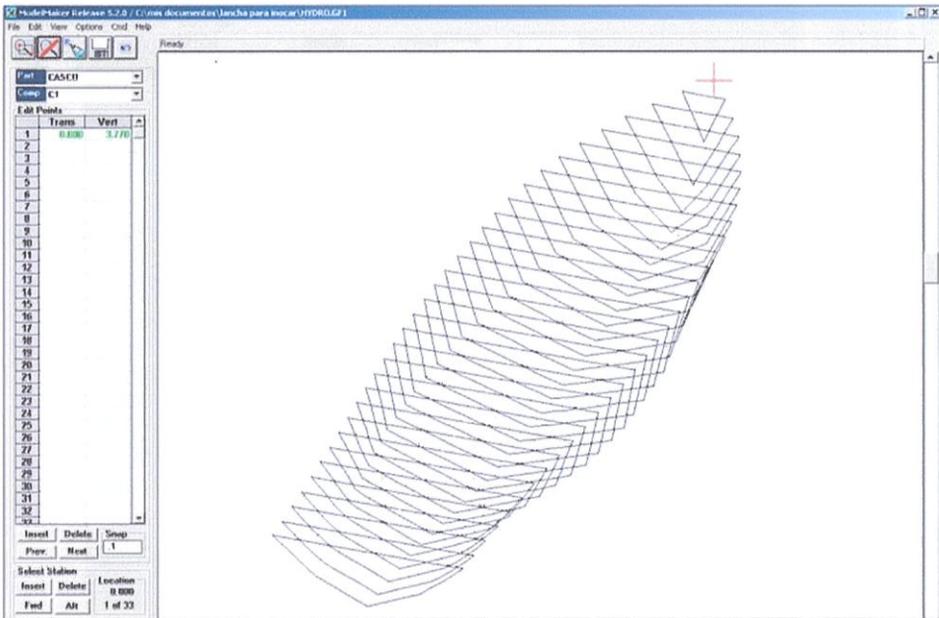


Figura 1.6: Modelización de Casco en 3D

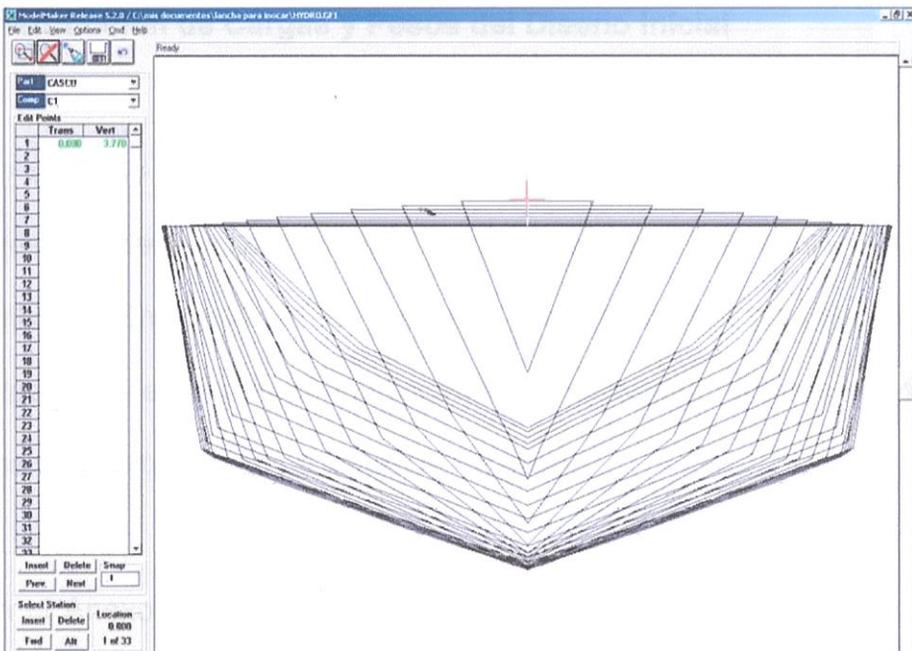


Figura 1.7: Vista Transversal de Modelo Tridimensional

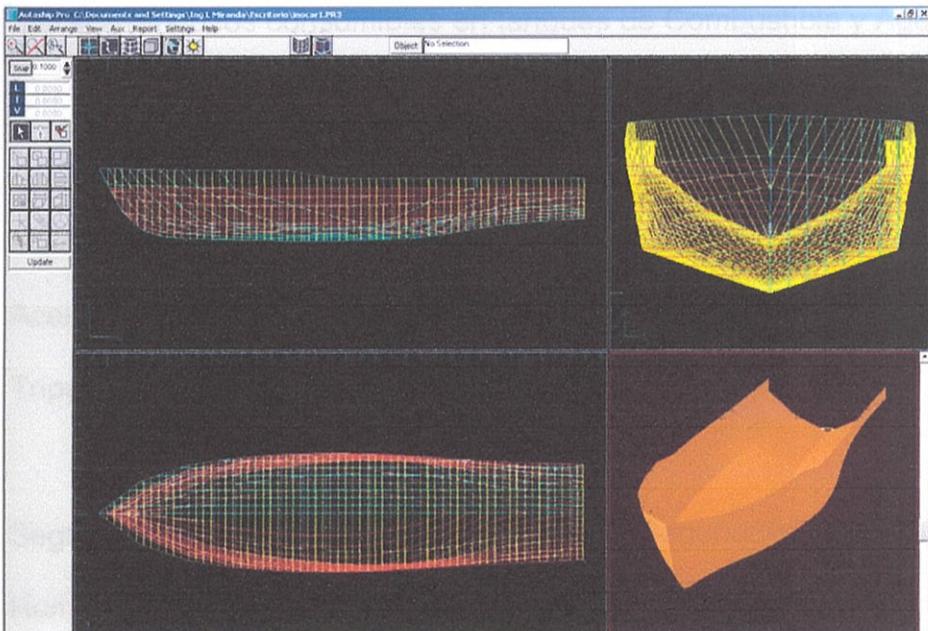


Figura 1.8: Modelo tridimensional del Diseño Inicial

1.3 Distribución de Cargas y Pesos del Diseño Inicial

De acuerdo a todos los espesores de planchaje, estructurales y equipos detallados en las especificaciones técnicas de la embarcación requerida se presenta una distribución de peso a lo largo de la eslora de la embarcación considerando el buque como una viga, procedemos a distribuir los pesos.

En el Anexo I, podemos confirmar de acuerdo a la distribución de pesos que el peso de la embarcación a full carga es de 202,05 Ton.

Considerando los consumibles en tanques de Combustible y Agua a full Carga, distribuidos de la siguiente Manera:

Combustible 12000 Glns.

Agua 8000 Glns.

Aceite Hidráulico 100 Glns.

Tripulantes 13 personas

Según el Convenio Internacional de la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, 1960 [5], la compartimentación estanca de un Buque se la puede determinar mediante el cálculo de eslora inundable que está definida por la Regla 3 del referido Convenio. En donde se indica que para el cálculo de la eslora inundable se tendrá en cuenta las formas, calado y demás características del buque que se trate o diseñe. Para lo cual, se utiliza el Método de Shirokauer, el mismo que es aplicado en el AUTOSHIP Versión 9.0 [4], esto se observa en la Figura 1.9.

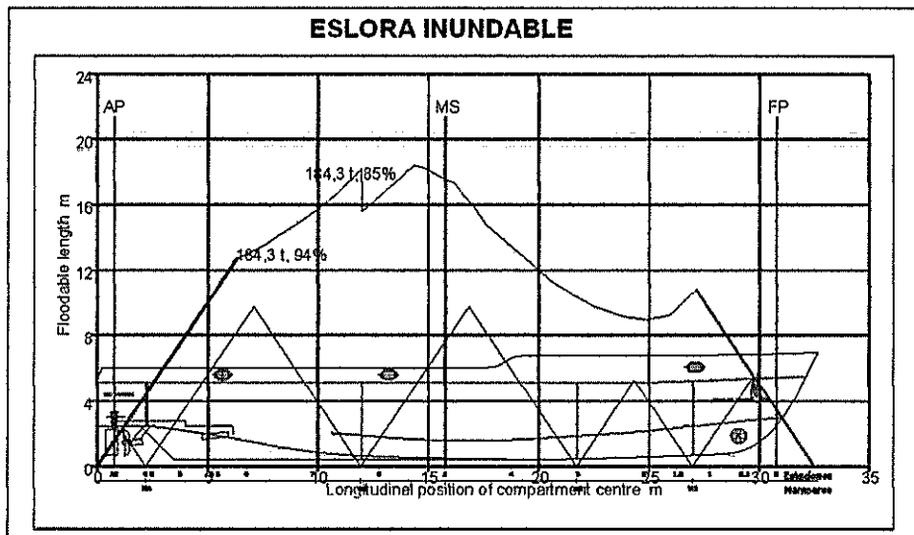


Figura 1. 9: Distribución de Pesos y Cargas - Eslora Inundable

1.4 Modelización computacional del Comportamiento en Olas del Diseño Inicial.

Como ya se tiene modelada la embarcación Tridimensionalmente se procede a utilizar el programa computacional MAXSURF [6], para analizar el Buque con el modulo SEAKEEPER, cabe indicar que el este modulo utiliza las formulaciones de Salvensen [7].

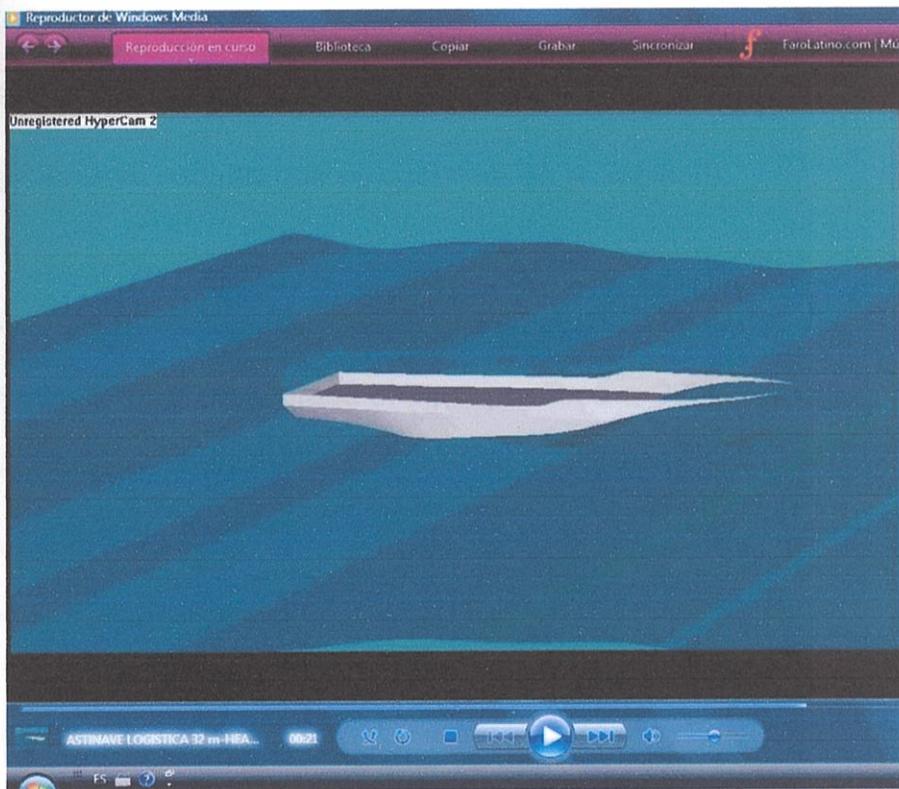


Figura 1.10: Entrada de agua a Cubierta por Proa

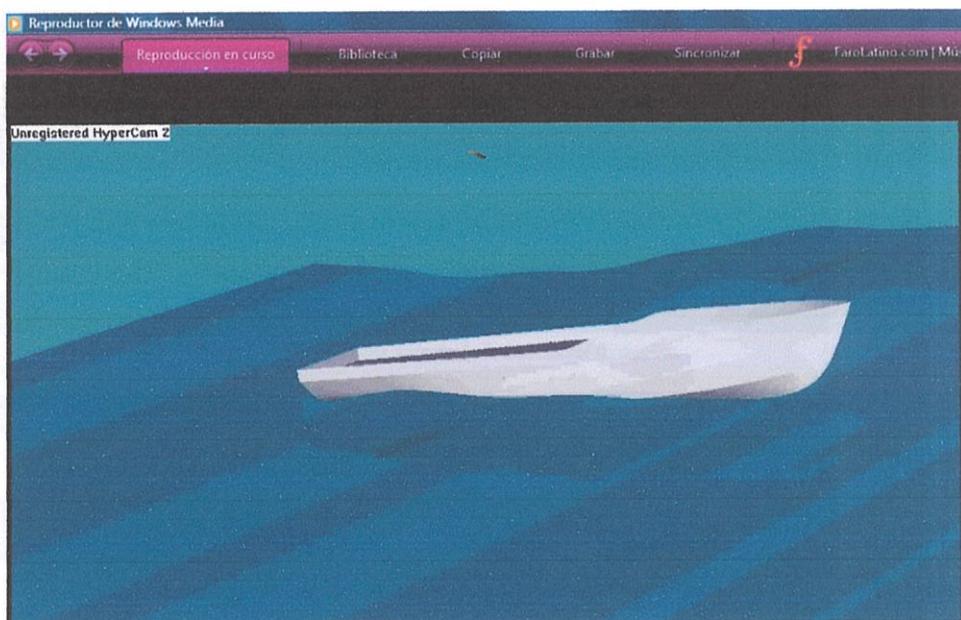


Figura 1.11: Cabeceo del Buque en la Ola

Como el buque navegara en la zona de Galápagos, analizamos el comportamiento del Buque en Ola en un Mar 4 de acuerdo a la escala de Douglas y Beaufort, escalas que se observan en la Tabla 10.

Lo que se observa en las Figuras 1.10 y 1.11 es el resultado de como el casco del diseño inicial, le ingresa el agua por Proa a Cubierta principal, y el Casco en la zona de Proa Fondo cabecea sobre el agua. Con estos resultados preliminares, se presenta la necesidad de rediseñar el Casco Multipropósito Objetivo de este trabajo de Tesis.

Tabla 10

Escala de Douglas y Beaufort

Escala de Douglas

La escala de Douglas nos indica el estado de la mar de acuerdo a la altura del oleaje:

Grado	Denominación	Altura de las olas	Aspectos del mar	Equivalencia Beaufort
0	CALMA	0 metros	La mar está como un espejo.	0
1	RIZADA	0-0.2	Mar rizada con pequeñas <u>crestas</u> pero sin espuma	1 y 2
2	MAREJADILLA	0.2-0.5	Pequeñas ondas cuyas <u>crestas</u> empiezan a romper	3
3	MAREJADA	0.5-1.25	<u>Olas</u> pequeñas que rompen. Se forman frecuentes borreguillos.	4
4	FUERTE MAREJADA	1.25-2.5	<u>Olas</u> moderadas de forma alargada. Se forman muchos borreguillos.	5
5	GRUESA	2.5-4	Se forman grandes <u>olas</u> con <u>crestas</u> de espuma blanca por todas partes	6
6	MUY GRUESA	4-6	La mar empieza a armontarse y la espuma blanca de las <u>crestas</u> es impulsada por el viento.	7
7	ÁRBOLADA	6-9	<u>Olas</u> altas. Densas bandas de espuma en la dirección del viento y la mar empieza a romper. El agua pulverizada dificulta la visibilidad.	8 y 9
8	MONAÑOSA	9-14	<u>Olas</u> muy altas con <u>crestas</u> largas y rompientes. La espuma va en grandes masas en la dirección del viento y la superficie del mar aparece casi blanca. Las olas rompen brusca y pesadamente. Escasa visibilidad.	10 y 11
9	ENORME	+ de 14	El aire está lleno de espuma y agua pulverizada. La mar completamente blanca. Visibilidad prácticamente nula.	12

CAPÍTULO 2

2. REDISEÑO DE UNA EMBARCACION MULTIPROPOSITO DE 34 METROS

2.1 Nuevas Consideraciones en el Diseño

En el Capitulo Anterior se pudo evidenciar que hay que rediseñar la embarcación Multipropósito, debido a que no es un casco que este diseñado para cumplir con operaciones logísticas y de Investigación Hidrográfica y Oceanográfica y navegar sin novedad alguna en la Región Insular de Galápagos. Por lo tanto, hay que considerar lo siguiente:

- ✓ Diseñar un casco con Mayor Puntal en Proa (Incluyendo un Castillo en Proa).

- ✓ El nuevo diseño, probablemente incremente su desplazamiento, por lo cual, necesitaremos mejorar la resistencia y propulsión del mismo.
- ✓ Cambiar las formas del fondo del casco, cambiarlas de rectas a formas hidrocónicas.
- ✓ Rediseñar Estructuralmente el Casco
- ✓ Redistribuir pesos y analizar la estabilidad transversal del Nuevo casco

2.2 Reestructuración del Diseño

En la reestructuración del Diseño de la Embarcación, como en todo proyecto de Ingeniería Naval se realiza la reingeniería. Para ello se modela unañ nuevas líneas de formas, luego, se realiza los respectivos cálculos hidrostáticos y análisis de estabilidad transversal, se prosigue con el cálculo estructural general, a continuación se procede a calcular la Resistencia y Propulsión. A continuación, se realiza el Cálculo y Selección de Sistemas de Circuitos Principales y Auxiliares de Acuerdo a NORMAS ABS [1], REGULACIONES OMI. MARPOL 73/78 [9] Y NORMAS SOLAS [5].

Se procede a seleccionar la Protección catódica y pinturas de las Áreas del casco Interior y exterior. Luego, con los resultados obtenidos, se procede a distribuir los pesos y cargas de la embarcación, sin dejar de analizar la Estabilidad de la embarcación, principalmente, tratando de que no navegue encabuzada, para evitar problemas con la resistencia del Casco.

2.3 Modelización de Líneas de Formas

Como se conoce el AUTOSHIP [4], es un Programa de modelado de superficie, combina la interface gráfica de usuario de Windows con la destreza de NURBS (racionales no uniformes, B- Spline matemáticas), modelo matemático para representación grafica de superficies, esto sirve para darle las herramientas y crear rápida y eficientemente cualquier forma del casco.

En el resultado del análisis del Diseño Inicial del Casco Multipropósito de 32.5 metros que se presentó en el capítulo 1, se observó en la Figura 1.10 y Figura. 1.11, que la

embarcación tiene un comportamiento hidrodinámico no aceptable para las operaciones logísticas a realizar en las costas de la Región Insular de Galápagos. Por lo cual, vamos a rediseñar el casco.

Formas Hidrocónicas

Las formas de la embarcación las a rediseñamos Hidrocónicas, basándonos en el Método de Kilgore y de acuerdo a lo explicado en la Tesis de Generación Automática de las Formas de Casco Hidrocónicos [10], cabe indicar que diseñar y construir cascos con formas hidrocónicas mejoran los costos de producción en la construcción naval. Porque minimizan los errores de construcción, puesto que el constructor podrá realizar el trazado y corte de gálibos sin temor de que luego del montaje y acabado de la superficie del casco se vea afectada.

Castillo de Proa

Por el efecto de ingreso de agua sobre cubierta por proa, se propone adicionar un volumen sobre cubierta en proa, por lo cual, se rediseña con el aumento del puntal en Proa, Para esta

variación de díselo se considera adicionar un Castillo de Proa en la embarcación. Aumento el puntal 2.3 metros sobre cubierta principal, desde la Proa hasta la cuaderna C9. Esto se observa en la Figura 2.1.

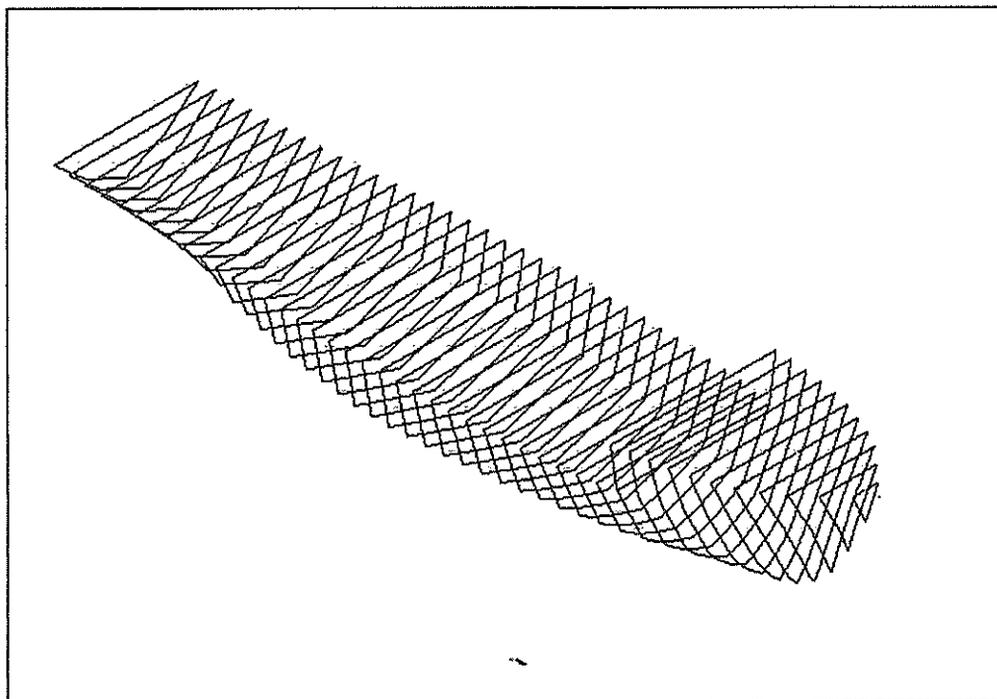


Figura 2.1: Estaciones de Casco adicionado Castillo de Proa

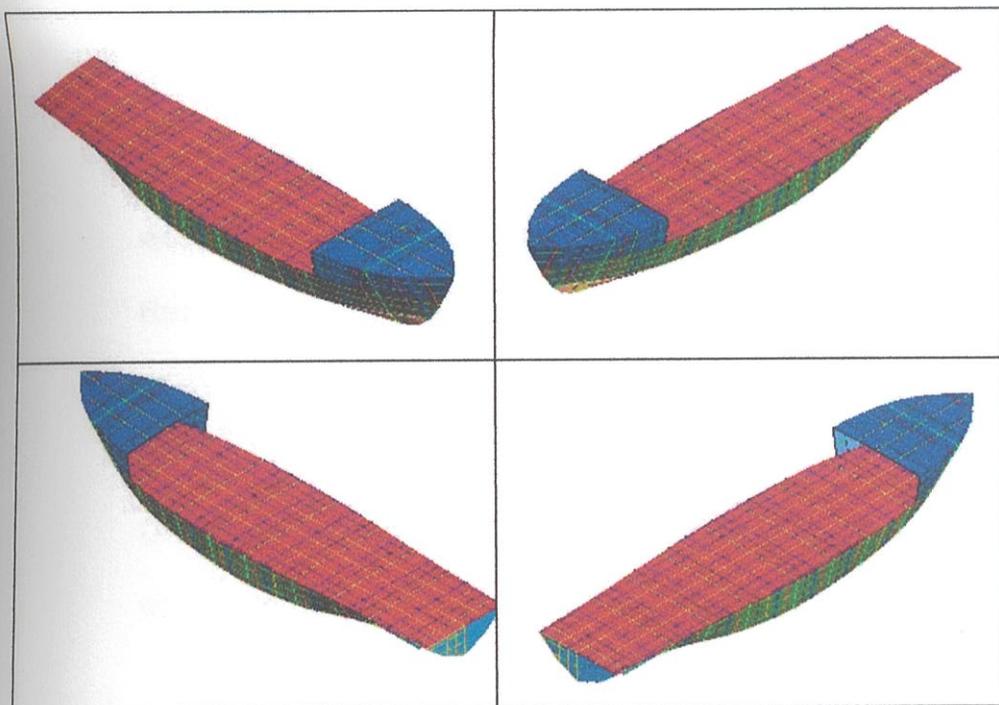


Figura 2.2: Casco adicionado Castillo de Proa

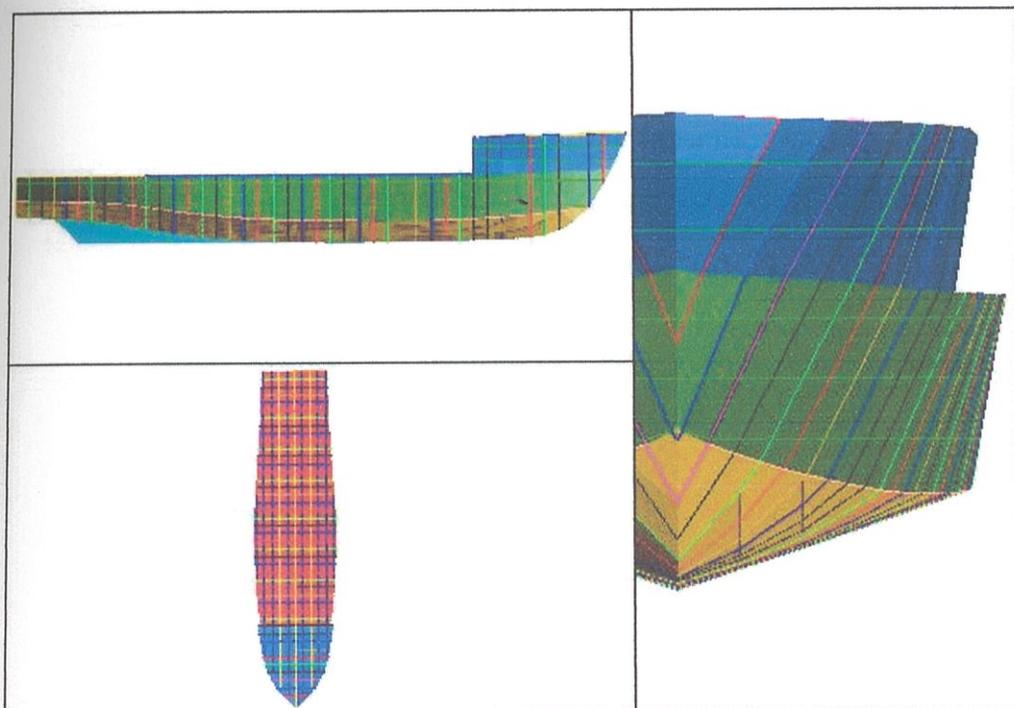


Figura 2.3: Cortes del Casco en 03 Vistas

Bulbo de Proa

Con la adición del Castillo de Proa, se aumenta el desplazamiento de la embarcación y por tanto, aumenta la Resistencia al Avance del Casco, que se podría mejorar con la adición de un bulbo.

Dentro de las consideraciones de teorías de bulbos podemos citar lo siguiente.

Definición de Bulbo de Proa

Se define Bulbo de proa todo engrosamiento de volumen situado en la proa, sea o no protuberante mas allá de la curva de la roda, sin importar su forma y tamaño.

Tipos Básicos de Bulbos de Proa

- Según su intersección con la Carena
- Según el Aspecto de las Secciones

Tipos de Bulbo de proa Según su Intersección con la

Carena

Bulbos Integrados: Son los que se unen con la carena con continuidad y suavidad.

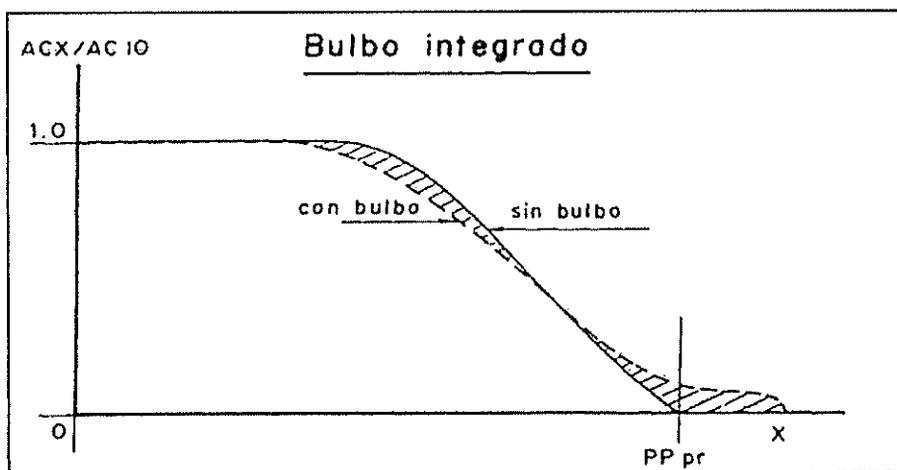


Figura 2.4 Bulbo Integrado

Bulbos Postizos: Son aquellos que han sido añadidos a una carena previa sin bulbo, de forma tal que en intersección del bulbo con la carena existe una línea de discontinuidad.

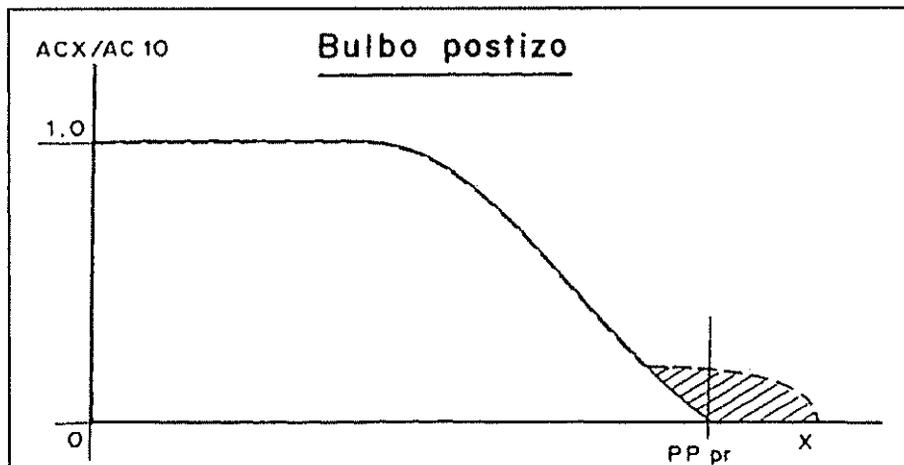


Figura 2.5 Bulbo Postizo

Es evidente que al dotar a un buque de un bulbo postizo, todo el resto de la carena permanece invariable, por lo que no resulta difícil comprender que en ciertos casos exista una ventaja significativa a favor de los bulbos íntegros al casco. No obstante, y en general, los bulbos postizos resultan más económicos de construcción en Nuevas construcciones y Remodelaciones de Casco, y su comportamiento hidrodinámico puede ser excelente si han sido bien diseñados y proyectados.

Clasificación de Bulbo de Proa Según el aspecto de las Secciones

Según el aspecto de las secciones los Bulbos pueden clasificarse en Elípticos, En Gota de Agua y En Peonza.

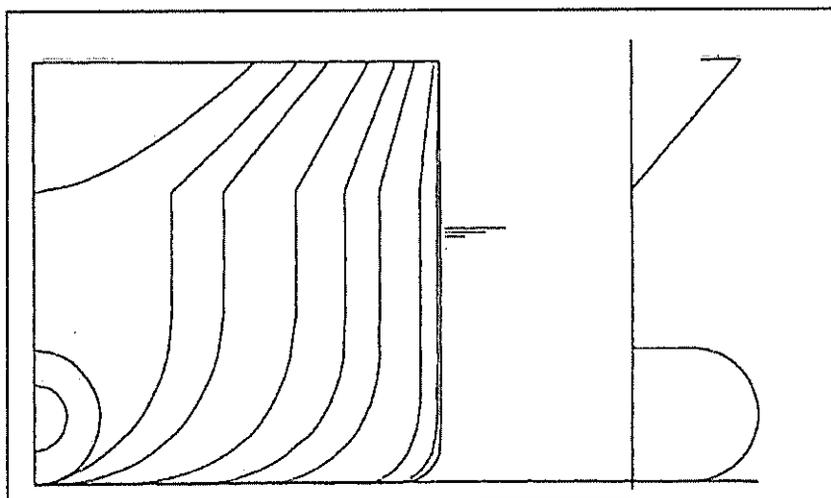


Figura 2.6 Bulbos Elípticos

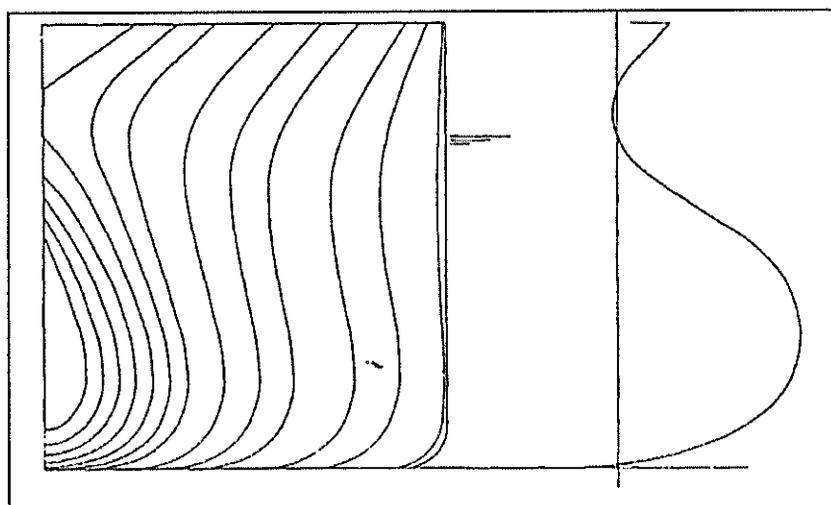


Figura 2.7 Bulbos Gota de Agua

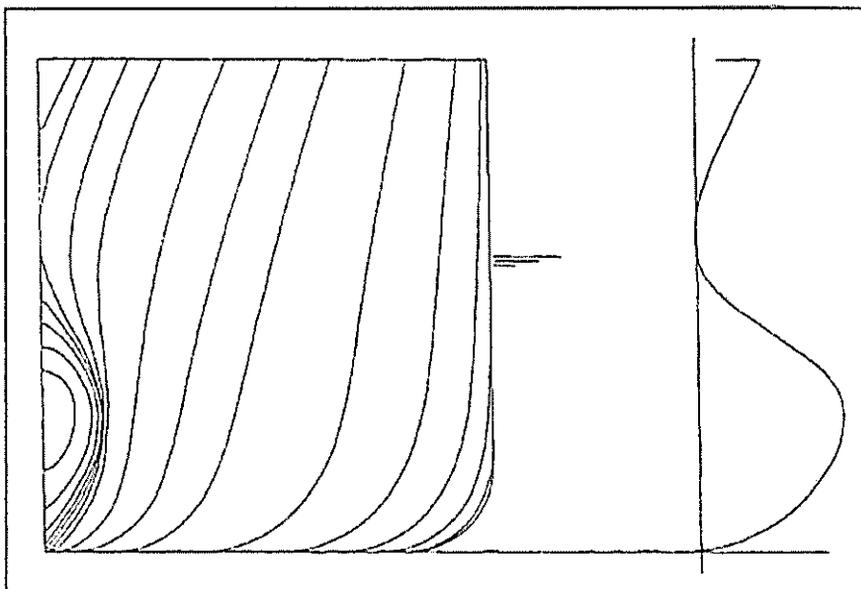


Figura 2.8: Bulbos Tipo Peonza

Una diferencia local entre estos tres tipos de bulbos se debe a la forma local de sus cuadernas en el fondo. Cuanto más plana sea esta, tanto mayor será el riesgo del SLAMMING si llega a emerger el pie de roda. Por tanto, las secciones tipo gota de agua y elípticas deben descartarse para buques de pequeño porte, en la cual el riesgo de emersión de la proa es más alto. Podrán, sin embargo, utilizarse en buques de mayor tamaño o que navegan en aguas por lo general muy poco agitadas.

Consideraciones para el diseño de Bulbos

La teoría del efecto de los bulbos se desarrolló en el año 1934, gracias a las investigaciones realizadas por Thomas Harvelock, sobre la resistencia por formación de olas, estas investigaciones fueron básicas para los estudios de Wigley y Weinblun, los cuales, a partir de la teoría linealizada de la resistencia por formación de olas, contribuyeron a la atenuación del sistema de olas de proa del buque, por la superposición con el sistema de olas generado por el propio bulbo como se observa en la Figura 2.9.

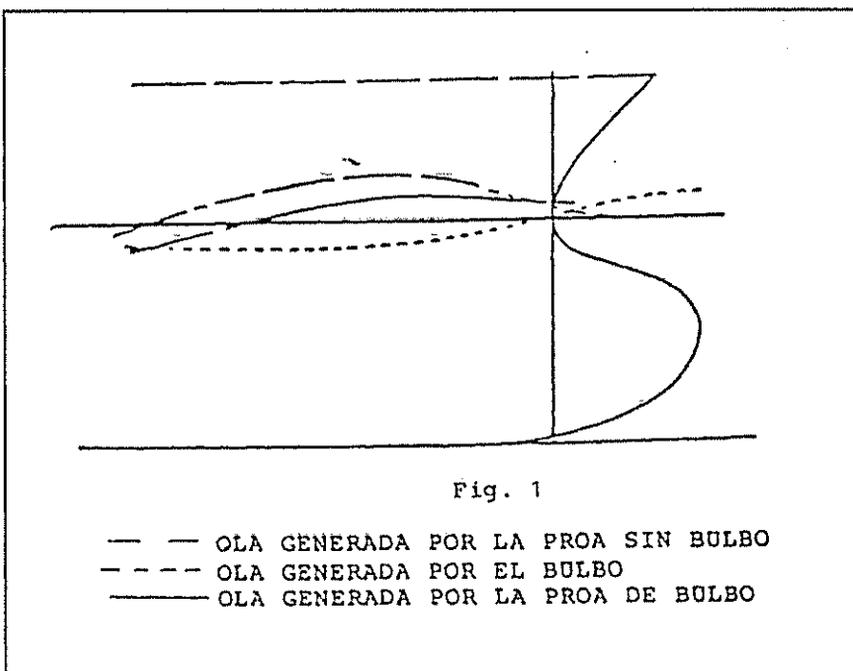


Figura 2.9: Sistemas de Olas Generado por el Bulbo

Efectos del Bulbo de Proa

De acuerdo al tipo de buque son las acciones y efectos del bulbo de Proa. Así tenemos

- En los buques rápidos actúa por atenuación del sistema de olas de proa y reducción, por tanto, de la resistencia por formación de olas.
- En los buques lentos, en la situación de lastre, pueden obtenerse grandes beneficios del bulbo, ya que este disminuye radicalmente la resistencia por olas rompientes, que en estos casos buques supone porcentajes en torno al 20% de la resistencia total. En la situación de plena carga el ahorro obtenido es menor, ya que la incidencia de las olas rompientes en la resistencia total es igualmente mucho más baja, en el orden de que el coeficiente de resistencia por formación olas no supera el 5% del coeficiente de resistencia total.

La influencia del bulbo sobre la resistencia viscosa nominal de buques llenos (Buques con pantoque) debe considerarse despreciable.

- En Buques que operan a valores relativamente altos del Numero de Froude, F_n , en los que, por lo general, la resistencia por formación de olas, supone un porcentaje de la total, el bulbo origina un sistema de olas que se superpone con el generado por la proa del buque, dando origen a un sistema de olas resultante de menor amplitud. Ello origina una reducción de Resistencia por olas.
- La mayor atenuación conseguida depende de que las amplitudes de los dos sistemas de olas mencionadas sean más o menos iguales y del desfase entre los mismos. En determinadas condiciones, el bulbo podría incluso ocasionar una mayor resistencia por formación de olas si la posición longitudinal relativa carena – bulbo es tal que la superposición de los dos sistemas fuese a sumarse.
- La amplitud del sistema de olas generado por una perturbación, así como su longitud de onda y ángulo de fase., es decir, su retraso longitudinal respecto a punto perturbador, dependen considerablemente, entre otros factores, de la velocidad de desplazamiento de la perturbación. En general, la superposición

óptima de los sistemas de olas producidos por bulbo carena, en igualdad de amplitud y desfase de 180 grados solo podrá conseguirse para un determinado valor de velocidad. Por tanto. El funcionamiento de cualquier proyecto de bulbo dependerá sensiblemente de la velocidad. Otro parámetro de gran influencia sobre la amplitud de olas de proa es el ángulo de entrada de la flotación.

- Amplitud: es función, básicamente de tres factores: la velocidad de la fuente perturbadora (F_n), la intensidad de la misma (Volumen del bulbo, dado por su protuberancia y sección transversal) y su proximidad a la superficie libre (que es en función para un calado dado, de la altura del bulbo).
- Desfase entre ambos sistemas: depende principalmente de la posición longitudinal relativa de las dos fuentes perturbadoras, es decir, de la protuberancia del bulbo.

Se deduce la gran importancia de que la variación de la velocidad con la profundidad tiene en la generación torbellinos en herradura en la proa de los buques. Evitar el frenado

superficial del flujo sería la clave para la reducción de los torbellinos.

El bulbo de proa actúa precisamente homogenizando el perfil de velocidades en la proa, puesto que frena el fluido bajo la flotación y lo acelera cerca de esta, reduciendo, por lo tanto, la propensión a la generación de torbellinos y olas rompientes.

Las secciones de tipo "peonza" que suavizan la entrada de la roda en el agua, por su forma en V en la zona baja, mientras que el volumen desplazado hacia arriba y la forma plana del bulbo en su parte superior tienen un efecto amortiguador del cabeceo. Con este tipo de bulbos no sólo se evitaron los problemas anteriormente señalados, sino que se mejoraron en la mayoría de los casos las cualidades marineras, en comparación con el correspondiente buque sin bulbo.

PARÁMETROS UTILIZADOS PARA CARACTERIZAR LOS BULBOS

Con el fin de realizar un análisis geométrico cuantitativo, es preciso definir algunos parámetros que definan

geométricamente al bulbo. Aunque se han propuesto muchas alternativas para ello, más o menos completas, en lo que sigue se emplearán básicamente los siguientes tres parámetros

Ver Figura 2.10.

- **Altura, h :** es la ordenada sobre la línea de base del punto de protuberancia máxima. La línea de agua correspondiente se designará como l.d.a. x . Para adimensionalizarla, el parámetro más conveniente es el Calado, T , bien sea el de trazado, T_m , o, mejor aún, el calado en proa en una situación de calados determinada. La relación h/T está íntimamente relacionada con la efectividad del bulbo.

- **Protuberancia, X :** es la abcisa del punto más a proa del contorno longitudinal del bulbo, referida a la perpendicular de proa (medida sobre la Línea de Agua). Se adimensionaliza con la eslora (normalmente L_{pp} , para mayor sencillez): x/L_{pp} .

- **Área, SC_{20} :** es el área de la sección transversal del bulbo por la perpendicular de proa (cuaderna 20). Para obtener un parámetro adimensional, se divide por el área de la cuaderna maestra (cuaderna 10 en general).

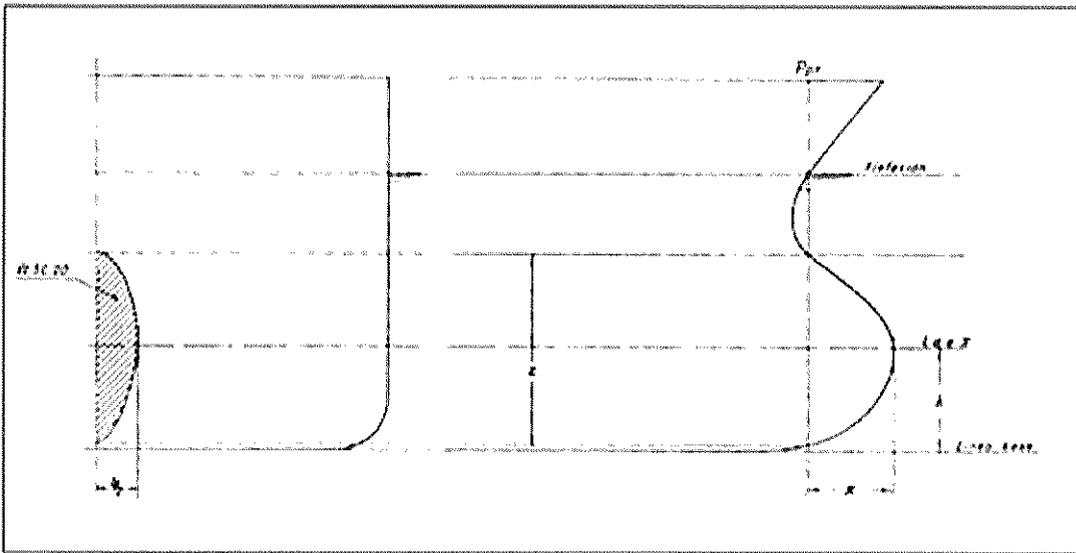


Figura 2.10: Parámetros de Bulbo de Proa

Para mayor sencillez, los parámetros adimensionales del bulbo

Se designarán en la forma siguiente:

$$H = h/T_{pr}$$

$$X = x/L_{pp}$$

$$S_b = SC20/SC10$$

L_{pp}: Eslora entre perpendiculares

Parámetros adicionales, de menor peso en cuanto a su influencia en la acción del bulbo, pero que se emplearán en el proceso de proyecto del mismo, son los siguientes:

- **Manga del bulbo, b:** definida como la manga máxima de la sección transversal del bulbo por la perpendicular de proa

- **Altura total, Z:** es la altura de la sección transversal del bulbo por la perpendicular de proa.

- **Coefficiente de afinamiento de la sección del bulbo, C820:** es el cociente $SC20/b*Z$.

- **Coefficiente t de Taylor:** utilizado con frecuencia en el proyecto de bulbos para buques rápidos. Se define como:

$$t = (L_{pp} * P) / 2 * (SC10 - SC20)$$

P: pendiente de la tangente a la curva de áreas de cuadernas, en proa.

Luego, de establecer los parámetros para diseñar el Bulbo de Proa para la Embarcación Multipropósito, el Bulbo será Tipo Peonza de las siguientes características principales.

Sección: Tipo Peonza

Longitud: 2.40 metros

Manga: 1.10 metros

Altura: 2.0 metros

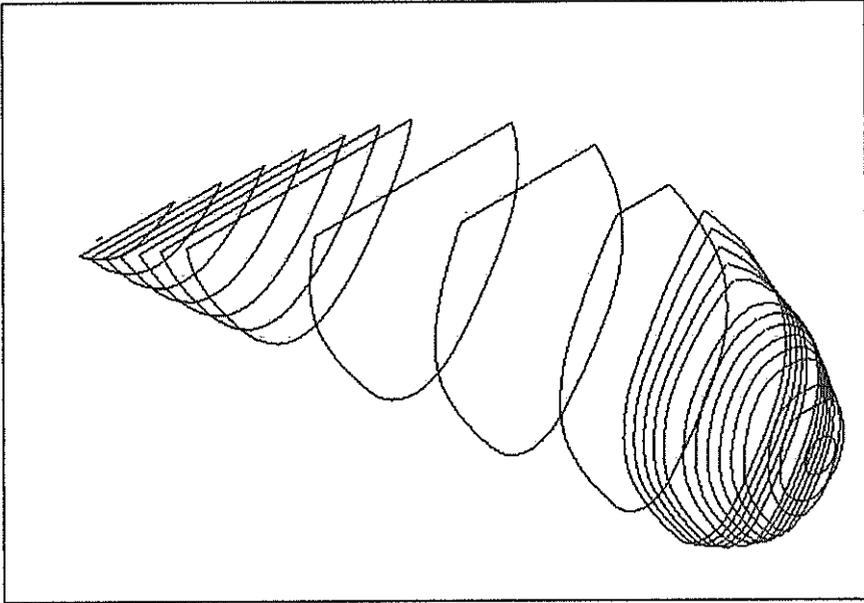


Figura 2.11: Bulbo de Proa Formas 3D

2.4 Revisión de formas con Modelo Computacional

Una vez obtenidos las formas hidroconicas, Castillo de Proa y Bulbo de Proa, unifico las formas y obtengo las siguientes formas de la embarcación, como se presenta en la Figura 2.12. Para luego este modelo revisarlo con el programa AUTOSHIP [4].

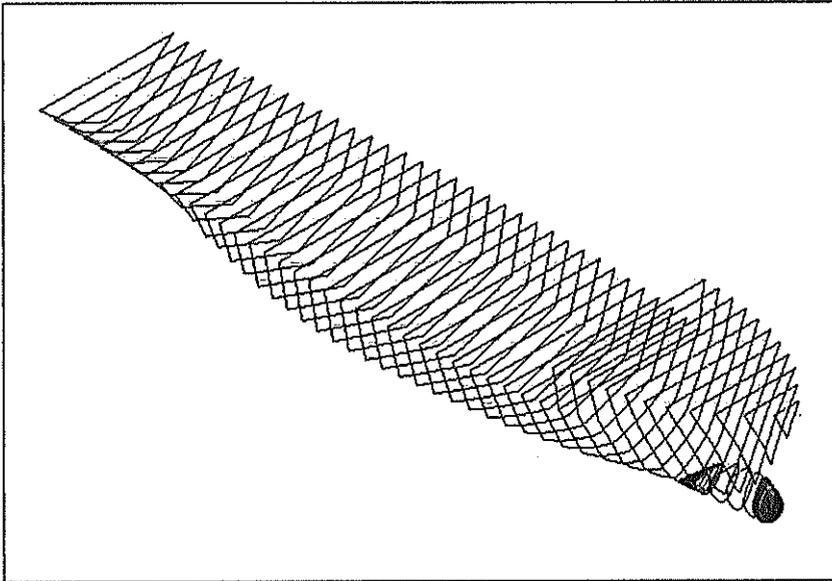


Figura 2.12: Casco con Castillo Proa y Bulbo de Proa

Como se indico el análisis técnico lo realizaremos con la ayuda de Software de Ingeniería Naval para embarcaciones menores a 100 metros, En lo que se refiere a Calculo Hidrostáticos y estabilidad se lo realiza con el Programa AUTOSHIP [4].

Cálculos Hidrostáticos Y Estabilidad Transversal

Para los cálculos hidrostáticos se utilizo el Software AUTOSHIP [4], con su modulo AUTOHULL producido por AUTODESK. En el cual, ingresamos el modelo en el modulo para el respectivo análisis.

Datos de Entrada

Formas de la embarcación

Eslora entre Perpendiculares 30.40 m.

Manga: 8.0 m.

Puntal: 3.5 m.

Obteniéndose los siguientes resultados

Resultados

Coefficiente Block (CB): 0.419

Coefficiente Prismático (CP): 0.567

Coefficiente Área Seccional (Cx): 0.67

Analizamos la estabilidad transversal de la embarcación, para confirmación de que las formas de la embarcación cumplan con las regulaciones OMI [11], las mismas que están controladas por la Autoridad Marítima que en nuestro país, se denomina DIRNEA. Ver Apéndice B.

2.5 Cálculos de Resistencia Y Propulsión

Para los cálculos propulsivo utilizamos el Software AUTOSHIP [4] con su modulo AUTOPOWER, como el casco es de

Desplazamiento, escogemos el Método de HOLTROP. Adicional, le calculamos el mismo modelo con el software MAXSURF con el Modulo HULLSPEED y comparamos resultados de cada uno de los Software, Ver Apéndice C. Cabe recordar que la Resistencia Total de una embarcación tiene varias componentes, las cuales la podemos presentar

$$R_t = R_f + R_\omega + R_r$$

Ecuación 2.1: Resistencia Total al Avance de Casco

R_t: Resistencia Total

R_f: Resistencia Friccional

R_ω: Resistencia por Olas

R_r: Resistencia residual

Aunque el cálculo de la resistencia por fricción de un casco requiere el uso de técnicas experimentales o numéricas, existen fórmulas experimentales, obtenidas para placas planas y otros cuerpos geométricos simples, que pueden ser de utilidad. La más conocida de ellas es la línea de fricción ITTC 57. Según esta curva, es posible calcular la resistencia friccional para flujo laminar de una placa plana, mediante la fórmula:

$$C_F = \frac{0.075}{(\log_{10}(Rn) - 2)^2}$$

Ecuación 2.2. Línea de fricción ITTC 57

Donde C_F es el coeficiente adimensional de fricción, definido a partir de la resistencia por fricción R_F , por la relación:

$$C_F = \frac{R_F}{\frac{1}{2} \rho S V^2}$$

Ecuación 2.3. Definición del coeficiente de fricción

Por su parte, la resistencia de presión por fricción del casco se debe a un desequilibrio en las fuerzas de presión sobre el casco que se produce por fenómenos viscosos.

Es muy importante tener en cuenta que el coeficiente de forma del buque que más influye en la resistencia viscosa es el coeficiente Block C_b . A medida que aumenta, más llenas son las formas del casco, y en particular las de popa. Este efecto, junto con el consiguiente aumento de las curvaturas de las líneas de agua del casco, influye de manera muy significativa en el aumento de la resistencia de presión por fricción.

Es habitual descomponer la resistencia viscosa, definida por el coeficiente adimensional C_v , en función del coeficiente de fricción de una placa plana, en la forma:

$$C_v = (1+k)C_f = (1+k) \frac{0.075}{(\log_{10}(Rn) - 2)^2}$$

Ecuacion 2.4. Descomposición típica de la resistencia viscosa

Donde k es el denominado factor de forma que se asume depende exclusivamente de la geometría del casco y que toma en consideración la resistencia de presión por fricción y la variación de resistencia por fricción debida a las diferencias geométricas entre una placa plana de superficie igual al barco y el propio barco. Esta descomposición tridimensional (k , Rn , F_n) se atribuye a Hughes.

La segunda más importante componente de la resistencia al avance es la *resistencia por formación de olas*, cuya aparición se debe a la energía empleada en generar las olas y que es transportada por ellas.

En la práctica la resistencia por formación de olas no puede calcularse de manera experimental, por lo que suele hablarse

en su lugar de la denominada resistencia residual que engloba a la resistencia por formación de olas y a los efectos de interacción de la resistencia de presión por fricción con el resto de componentes.

Existen otras componentes de la resistencia, que en la mayoría de los casos prácticos son de mucha menor importancia que las descritas anteriormente, entre ellas

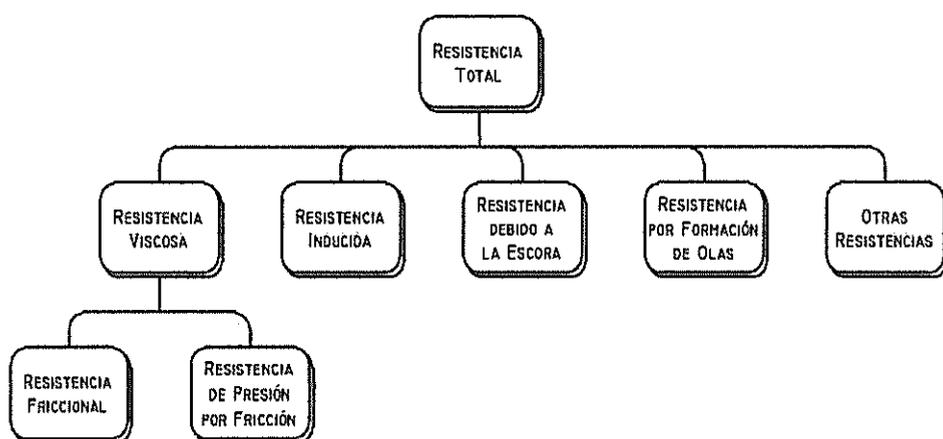


Figura 2.13. Diagrama de descomposición de la resistencia al avance.

Las relaciones de la resistencia total y la resistencia friccional, la podemos observar que de acuerdo al F_n (Numero de Froude) varían lo podemos presentar en la Tabla 11.

Tabla 11

Recomendaciones generales para reducir la resistencia al avance

F_n	RV/RT	Acciones
0.19	70%	Mantener CP en un valor mínimo (reduce RV) Reducir superficie mojada –formas en V- (reduce RV) Formas finas en popa (reduce RV)
0.23	60%	Mantener CP en un valor mínimo (reduce RV) Formas finas en popa (reduce RV)
0.25	60%	Mantener CP en un valor mínimo (reduce RV) Formas finas en popa (reduce RV)
0.29-0.31	50%	Mantener CP en un valor mínimo (reduce RV) Disponer una popa con el espejo en ligera inmersión, llevando hacia popa el LCB (reduce R_w) Aumentar ligeramente CP sobre todo en popa (reduce R_w)
0.33-0.36	40%	Disponer una popa con el espejo con inmersión significativa, llevando hacia popa el LCB

		(reduce R_{ω}) Aumentar CP sobre todo en popa (reduce R_{ω})
0.50	30-35%	Disponer una popa con el espejo con inmersión significativa, llevando hacia popa el LCB (reduce R_{ω}) Aumentar CP sobre todo en popa (reduce R_{ω}) Fondo plano en la zona de popa para facilitar el planeo (reduce R_{ω}) Reducir relación $L/\Delta 1/3$ (reduce R_{ω})
> 0.50	> 35%	Reducir superficie mojada –formas en V y spray rails- (reduce R_{ω}) Disponer flaps, steps o interceptores para reducir el trimado dinámico (reduce R_{ω}) Disponer una popa con el espejo con gran inmersión (reduce R_{ω})

Estimación del comportamiento de la embarcación: por Método de Holtrop

Como en todo proceso de diseño, es necesario disponer de un método de evaluación del comportamiento de las formas. Este método debe servir para decidir cuál es la mejor alternativa. Se puede decir que existen tres tipos de métodos que pueden ayudarnos en esta tarea:

- ✓ Métodos Experimentales: (Pruebas de Modelos): Aunque en muchos casos, la experimentación resulta un proceso costoso y lento, por lo que normalmente se realiza en las últimas fases del proyecto, con el objeto de validar las expectativas sobre el proyecto final.

- ✓ Métodos numéricos: En los últimos años han aparecido diferentes herramientas de simulación por ordenador que permiten estudiar el comportamiento de unas formas. La ventaja de estos métodos reside en la posibilidad de evaluar los efectos de modificaciones en un diseño, a medida que se van realizando. Por otro lado, la complejidad de estas herramientas, aplicada al diseño de formas, requiere de un usuario experto, aunque su uso está generalizado en problemas bidimensionales como el diseño de perfiles hidrodinámicos. En general, puede decirse que existen dos familias de métodos, una basada en la teoría del flujo potencial, que permiten calcular la resistencia por formación de olas y otra basada en las ecuaciones de Reynolds que reproducen el comportamiento de los fluidos reales.

- ✓ Métodos estadísticos: Estos métodos se basan en análisis de regresión sobre ensayos sobre modelos y mediciones de

velocidad en barcos reales. La gran ventaja de estos métodos es su sencillez, pues permiten evaluar la resistencia al avance o potencia necesaria, mediante la aplicación de unas fórmulas muy sencillas. Su desventaja está en la imprecisión de los resultados obtenidos, que en algunos casos es muy importante.

En Febrero de 1977, la revista "Internacional Ship Progress" publicó un artículo firmado por J. Holtrop, investigador del centro MARIN (Wageningen, Holanda) que explicaba un procedimiento estadístico de predicción de potencia, que puede considerarse, aún hoy en día, como el más general y complejo de cuantos existen en la actualidad.

En 1978, 1982 y 1984, y en colaboración con G.G.J. Mennen, J. Holtrop publicó en la misma revista diversas versiones mejoradas del procedimiento original, incluyendo diversas ventajas en la predicción del comportamiento de buques finos de alta velocidad y buques llenos lentos, así como una formulación para la estimación del rendimiento propulsivo.

La compleja formulación del método ha sido elaborada efectuando análisis de regresión de una muestra básica

constituida por 1707 ensayos de remolque y 1287 ensayos de autopropulsión. Las últimas revisiones del método han complementado la muestra básica incluyendo buques de características extremas.

La correlación entre las predicciones y la realidad ha sido establecida analizando más de un centenar de pruebas de velocidad a bordo de unos 60 buques de nueva construcción. El rango de aplicación de este método se presenta en la Tabla 12.

La predicción de la resistencia de remolque por el método que nos ocupa se basa en el procedimiento tridimensional de Hughes, utilizando la línea básica de fricción de la ITTC.

Tabla 12

Límites de aplicación del método de Holtrop y Mennen.

Característica	Mínimo	Máximo
<i>Fn</i>	0.00	0.85
<i>Cp</i>	0.55	0.85
<i>L_{pp}/B</i>	3.90	9.50

Para el diseño actual de la embarcación multipropósito

Tenemos:

$$Fn = 0.6$$

$$Cp = 0.67$$

$$Lpp/B = 4.07$$

2.6 Cálculo Estructural General, según Normas ABS

Para el cálculo estructural de la Embarcación Multipropósito nos basamos en las formulaciones de la casa clasificadora ABS "AMERICAN BUREAU SHIPPING" SECTION 3.9. [1]. Ver Apéndice D.

:

2.7 Cálculo y Selección de Sistemas de Circuitos Principales y Auxiliares de Acuerdo a NORMAS ABS, REGULACIONES OMI. MARPOL 73/78 Y NORMAS SOLAS.

Para los cálculos de los diferentes circuitos de la Embarcación se realizaron de acuerdo a las regulaciones OMI, MARPOL 73/78 [9] Y NORMAS SOLAS [5], considerando que el área de navegación es en la región Insular de Galápagos.

2.7.1 Selección de Sistema Propulsor

De acuerdo a los resultados obtenidos del Modulo de AUTOPOWER DE AUTOSHIP [4] y el Modulo de HULLSPEED DE MAXSURF [6], que están basados en el Método de Holtrop, para el desplazamiento de 250 toneladas a máxima carga a la velocidad de 12 Nudos , se necesitan vencer la Resistencia Total de 34000 Newton con una potencia predictiva de 1000KW. En el Mercado encontramos Motores de 500KW (671BHP) @ 2100RPM de Rating B, esto es en la Marca Caterpillar, por lo cual, seleccionamos 02 Motores Caterpillar Modelo C18 de 671BHP @ 2100RPM.

Con el Modulo AUTOPOWER se calcula 02 hélice propulsora de las siguientes características que se detallan a continuación.

CARACTERISTAS DE HELICES PROPULSORAS

Hélice de 04 palas de la serie de Wagenigen con diámetro de 54" (1371 mm) y un Paso de 47" con una eficiencia propulsiva de 0,67 @ 478 RPM.

Para comprobar resultados calculamos los RPM con la siguiente fórmula:

$$\text{RPM} = 101 \sqrt[3]{P/D^5}$$

Ecuación 2.5: Calculo de RPM de Hélice, según ABS [1]

P = Potencia de Motor = 500 Kw

D = Diámetro de Hélice = 1,371 m

RPM = Revoluciones Por Minuto = 473,05 RPM

SELECCIÓN DE TRASMISION

Con el Motor Propulsor y la Hélice Propulsora seleccionada escogemos la Trasmisión acoplada al Motor.

El motor seleccionado Gira a 2100 RPM y la hélice a 478 RPM, con esto obtenemos una relación de reducción 4.393:1. En el mercado podemos encontrar una Caja reductora en la Marca ZF con relación de reducción 4,393:1 Modelo ZF 360 tipo Heavy Dutty.

SELECCIÓN DEL EJE PROPULSOR

El sistema de ejes es el enlace entre la hélice y el motor principal, este debe ser operable en todas las condiciones de

trabajo sin que falle, durante toda la vida del buque. El sistema de ejes tiene el equipamiento necesario para convertir el movimiento rotacional del Motor principal, en potencia de empuje, necesario para lograr la propulsión de la embarcación. Este sistema debe cumplir las siguientes condiciones:

- ❖ Transmitir la potencia desde la maquinaria principal a la hélice.
- ❖ Soportar a la hélice.
- ❖ Estar libre de formar vibraciones perjudiciales.
- ❖ Transmitir el empuje desarrollado por la hélice al casco.
- ❖ Soportar con seguridad las cargas de operaciones transitorias (Cambios de marcha, maniobras a alta velocidad).

Con el torque del motor C18 y la transmisión ZF calculamos el Diámetro del Eje Propulsor. Ver Apéndice E.

Diámetro del Eje es de 4.5 Pulgadas, para garantizar la vida útil del sistema propulsor se escoge que el material del eje propulsor debe ser acero del Tipo Aquamet 19.

2.7.2 Selección de Sistema de Gobierno

Para el cálculo del sistema de gobierno se utilizó la Fórmula de ABS [1], Ver Anexo F.

El sistema de Gobierno contará con:

Sistema de Brazos Hidráulicos con un Par de 1700 Lb-pies, interconectados con una Barra, para giros a Babor o Estribor.

02 Palas con área de 1 m² c/u. Este sistema contará con un sistema auxiliar Manual Mecánico.

2.7.3 Selección de Sistema de Fondeo

Para calcular el sistema de fondeo se consideró el cálculo del número cúbico, el cual, requiere de la información de área expuesta a la acción del viento y con esta información utilizando las fórmulas de ABS [1], el ancla y cadena, luego con estos resultados, seleccionamos el cabrestante con el debido tiro máximo. Ver Apéndice G.

El sistema de Fondeo contará con

02 Ancla de 360 Kg

09 Paños de Cadena de 17 mm de Eslabón

Cabrestante de 4 Toneladas de Tiro Máximo

2.7.4 Selección de Sistema de Combustible

De acuerdo a la autonomía calculada de la embarcación con los consumos requeridos por los motores, se calcula que la capacidad de los tanques de combustible es de 12000 Galones de Diesel. De acuerdo a las succiones de entradas de los motores y el flujo másico respectivo calculamos la capacidad de la Bomba de Combustibles requerida, se diseña el recorrido de tubería de acuerdo a la ubicación de los tanques de combustible con los accesorios necesarios para el funcionamiento del sistema de combustible. Ver Apéndice H.

2.7.5 Selección de Sistema de Agua Dulce y Planta desalinizadora

De acuerdo la organización mundial de la Salud OMS el consumo humano diario de agua de un ser humano es de 150 Litros/día, y por los días que la embarcación estará en navegación. Considerando que a bordo la lancha multipropósito contara con un sistema de hidrolavado para mantenimiento a

flote de equipos, boyas, etc. Se ha considerado el sistema de agua potable, con una capacidad de tanques de almacenaje de 8000 galones. Y con la prevención de que la embarcación no dependa de un abastecimiento restringido de agua, se instalara planta desalinizadora a bordo. Ver Apéndice I.

2.7.6 Selección de Sistema de Aguas Negras, Aguas Grises y Planta de Aguas Negras

De acuerdo a la normativa del Parque Nacional de Galápagos, y a las reglamentación de la vida en el Mar, la embarcación deberá contar con Planta de Tratamiento de Aguas Negras y tanques de almacenaje de aguas negras y Aguas Grises, considerando los 13 tripulantes de la Embarcación, se calcula los volumen de los tanques y diseño de acuerdo a la disponibilidad de espacios y ubicación para la función a cumplir, adicional, se considera tanques reservorios para almacenaje de residuos de la planta de tratamiento de aguas negras. Ver Apéndice J.

2.7.7 Selección de Sistema de Achique y Contraincendios

El sistema de Achique y Contraincendios se calcula de acuerdo a los cajetines de contraincendios a bordo y a las aéreas de fondo del casco que deben ser evacuadas. Ver Apéndice K.

2.7.8 Selección de Sistema de Gases de Escape de Motores Propulsores

Como se selecciono el Motor Propulsor de la embarcación en 2.8.3, procedo a diseñar el sistema de gases de escape del Motor, que para el diseño es escape húmedo de acuerdo a las consideraciones del manual de instalación de motores Caterpillar [12]. Ver Apéndice L

2.7.9 Selección del Sistema de Aire Acondicionado

Con las formulaciones para sistema de cuartos cerrados, teniendo en cuenta la cantidad de personas en los compartimentos, aislamientos de mamparos, ventanas en las

áreas respectivas, calculamos y diseñamos el sistema de aire acondicionado, con sistema de chillers con su respectivo evaporadores en las diferentes áreas a enfriar. Ver Apéndice M.

2.7.10 Selección del Trusther de Proa

Para facilitar el sistema de acoderamiento en muelle de la embarcación he considerado calcular un sistema de empuje lateral, para ello seleccionamos un trusther de proa, lo cual es muy utilizado para embarcaciones multipropósito, para ello, considero el desplazamiento de la embarcación y la posición longitudinal de la embarcación Ver Apéndice N.

2.7.11 Selección de Equipos y Accesorios sobre Cubierta

En lo que se refiere a equipos de cubierta en una embarcación multipropósito para estudios oceanográfico e hidrográficos, se necesita seleccionar Pórtico de Popa y Grúa con Boom Retráctil. Ver Apéndice Ñ.

2.7.12 Selección de Sistema Eléctrico

Con toda la información de las Bombas y equipos eléctricos se realiza el respectivo Balance eléctrico. Y se realiza el respectivo ruteo de cables eléctricos. Ver Apéndice O.

2.8 Selección de Protección catódica y Pinturas

De acuerdo al área de superficie mojada y a la cantidad de años que se realizara el respectivo mantenimiento de diques de la embarcación se calcula la cantidad de zines electrolíticos a bordo. Al mismo tiempo selecciono el plan de pintura de acuerdo al tiempo y a la velocidad de la embarcación. Ver Apéndice P.

2.9 Distribución de Cargas y Pesos

Para la distribución de pesos en la embarcación multipropósito se tiene en cuenta los resultados de los cálculos obtenidos y se recopila información técnica de los equipos que podemos encontrar en el mercado y consideramos los pesos respectivos de los mismos. Realizamos una estimación de pesos y posición

Longitudinal, Vertical y Transversal para calcular el centro de gravedad de la embarcación. Ver Apéndice Q.

Desplazamiento: 253,82 Toneladas

LCG: 16,35 metros

VCG: 2.53 metros

TCG: 0.0 metros

2.10 Presentación del Diseño Final de la Embarcación Multipropósito

Con los resultados obtenidos presento el diseño final de la embarcación Multipropósito, el cual es Maniobrable, Seguro y Estable:

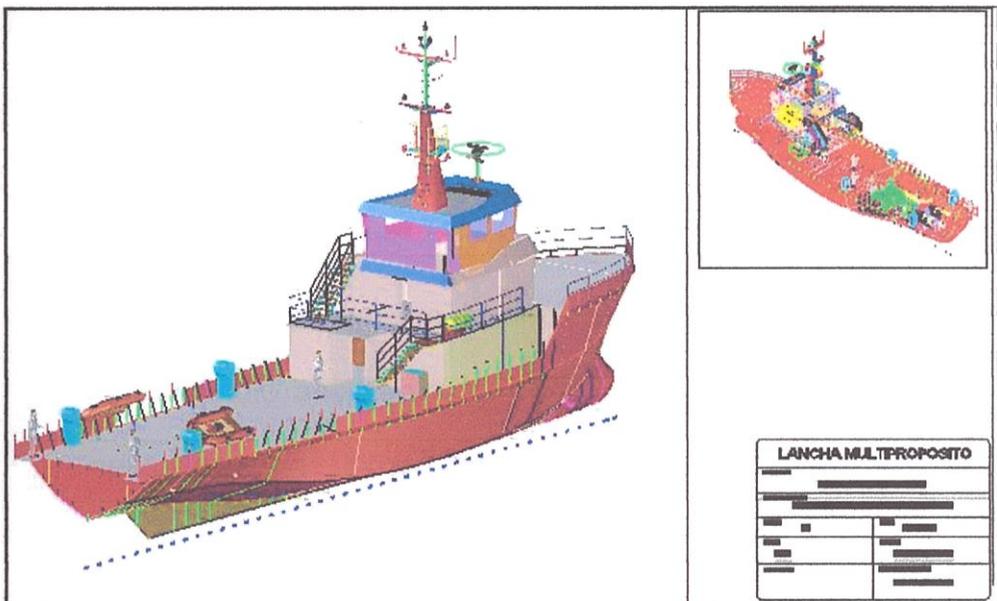


Fig. 2.14: Diseño Final de Embarcación Multipropósito

CAPÍTULO 3

3. ANALISIS TECNICO DEL REDISEÑO DE UNA EMBARCACION MULTIPROPOSITO DE 34 METROS

3.1 Revisión de las Estructuras de la Embarcación con programa de Análisis Estructural

Como ya se obtuvo un modelo de Embarcación multipropósito con las reglas ABS [1], para que realice operaciones de investigación en la zona de la región Insular de Galápagos, en este capítulo analizaremos las estructuras de la embarcación aplicando un programa de análisis estructural para embarcaciones como es el SAP2000 [13].

Descripción del Programa SAP

SAP2000 [13], se trata de un programa de cálculo estructural en tres dimensiones mediante elementos finitos. Es el descendiente directo de la familia SAP90, muy conocida hace algunos años. En este caso, el programa está totalmente renovado. Tal vez lo más visible sea su nueva interfaz, totalmente integrada en Windows y realmente sencilla de utilizar. Mediante SAP2000 [13] es posible modelar complejas geometrías, definir diversos estados de carga, generar pesos propios automáticamente, asignar secciones, materiales, así como realizar cálculos estructurales. Los elementos con los que se trabaja en este análisis es Shell (Planchaje)

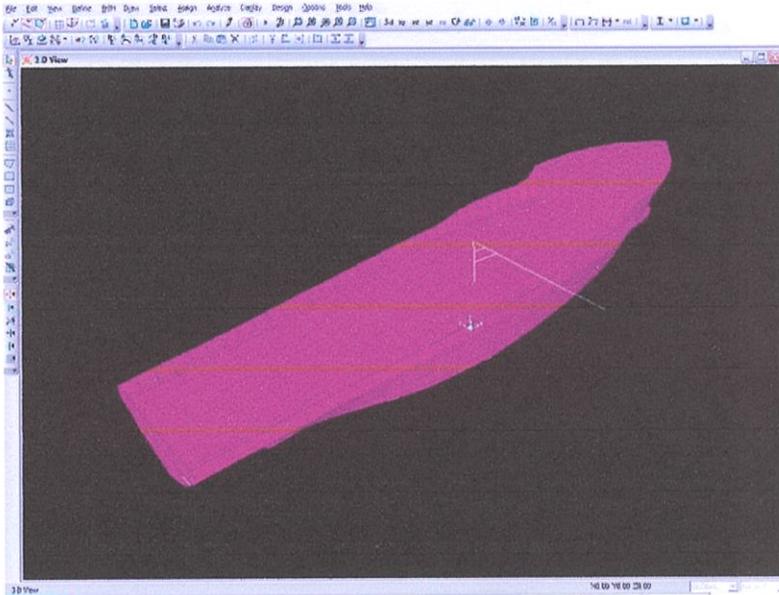


Figura 3.1. Casco Multiproposito 3D Lateral

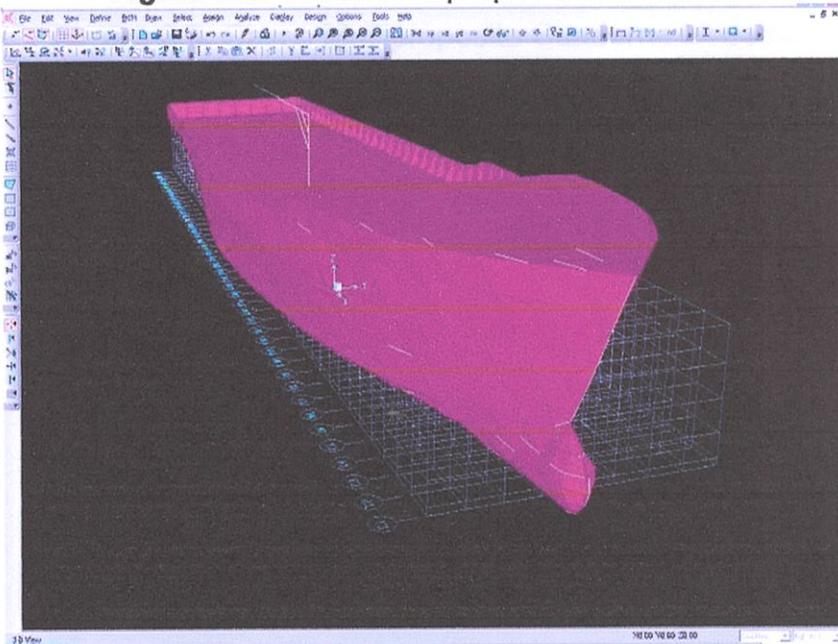


Figura 3.2. Casco Multiproposito 3D Proa

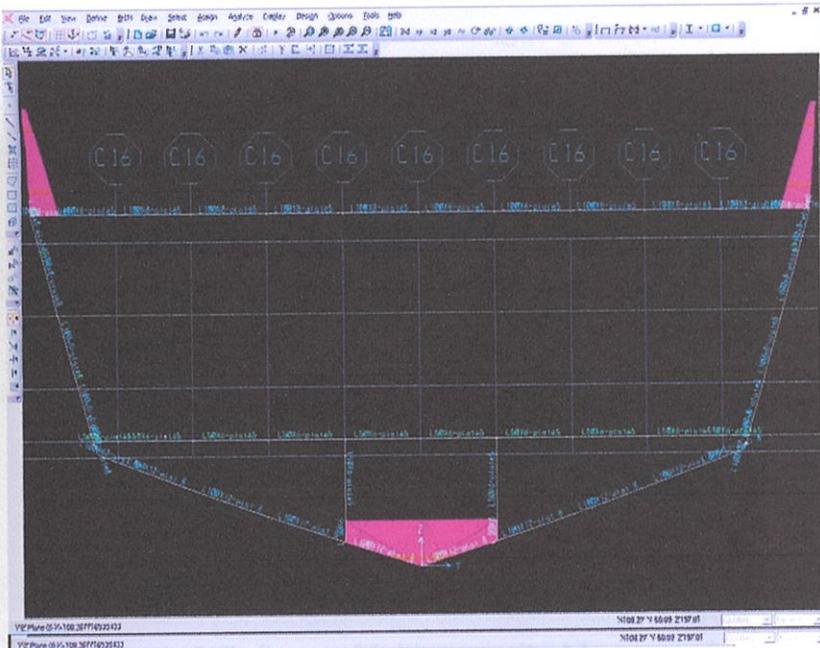


Figura 3.3. Casco Multiproposito Cuaderna Maestra

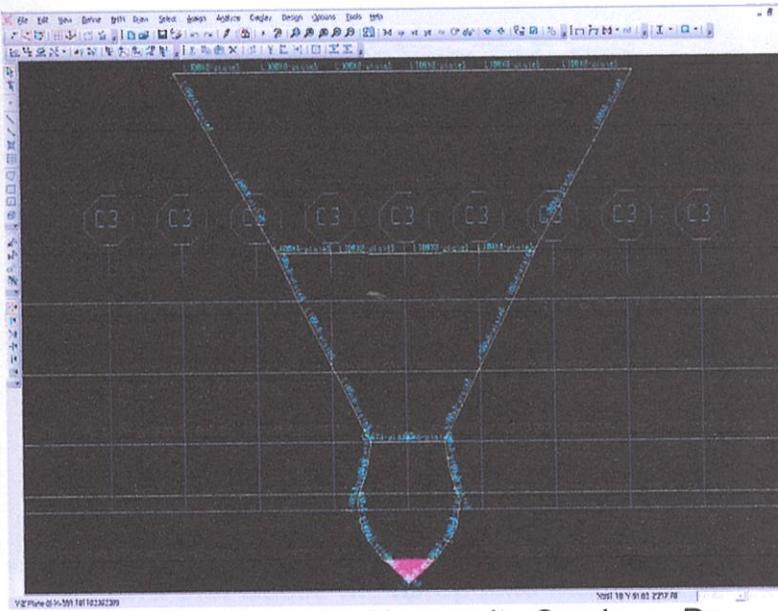


Figura 3.4. Casco Multiproposito Cuaderna Proa

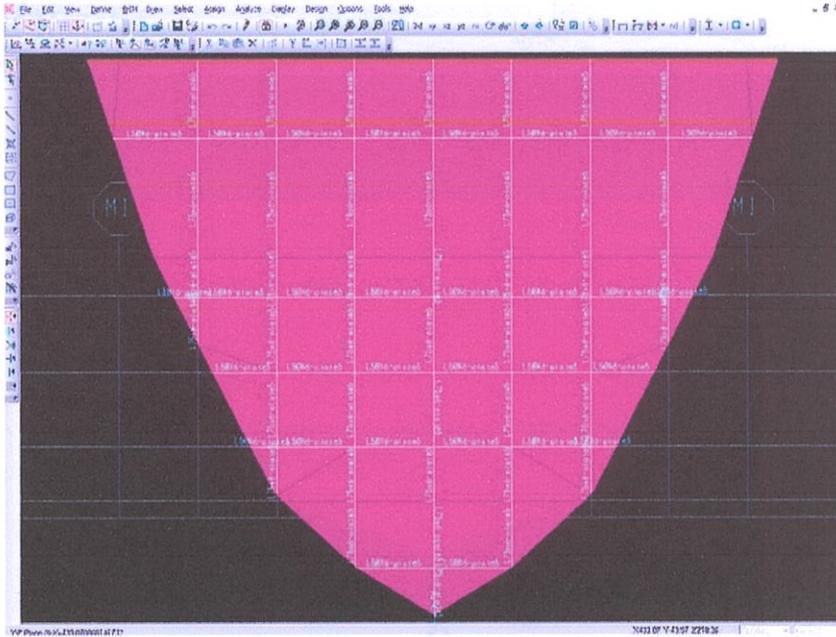


Figura 3.5. Casco Multiproposito Mamparo M1

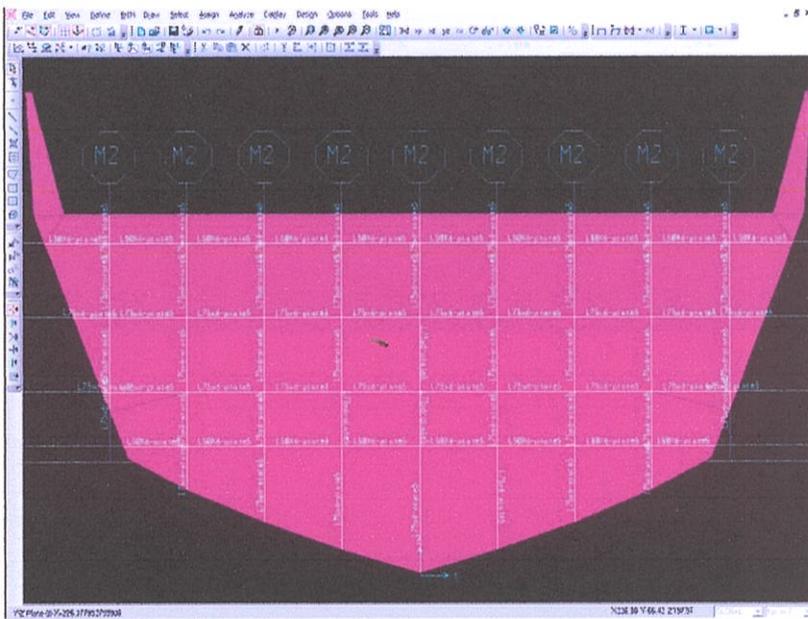


Figura 3.6. Casco Multiproposito Mamparo M2

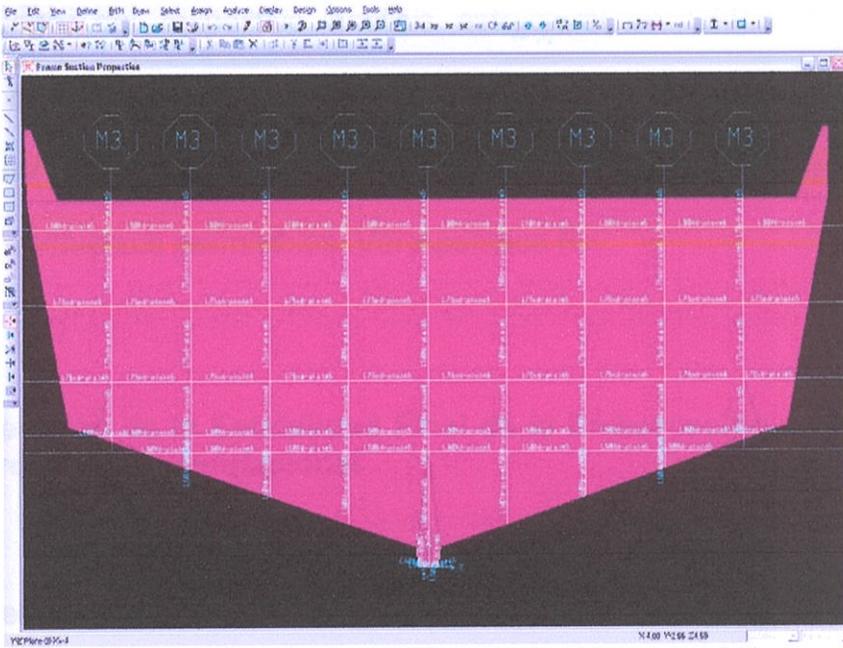


Figura 3.7. Casco Multiproposito Mamparo M3

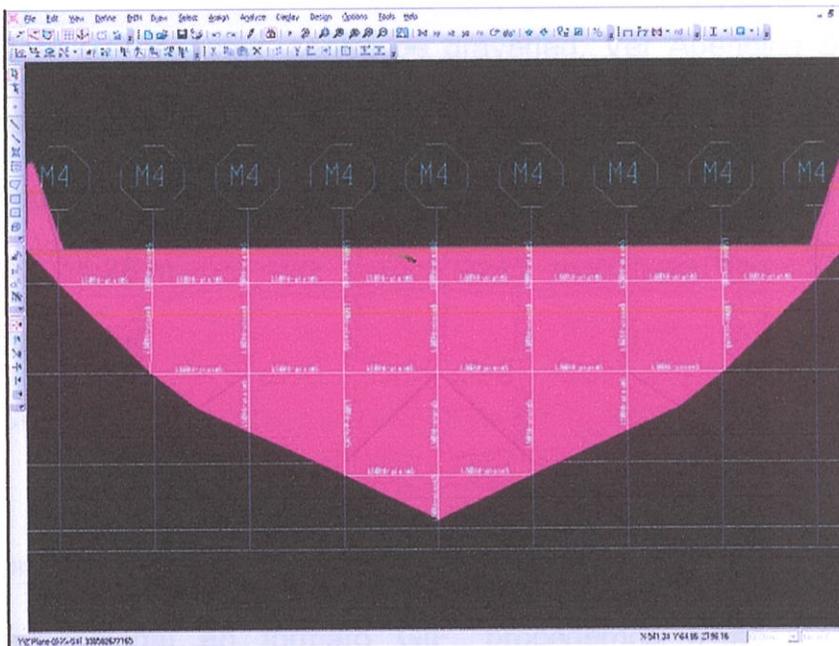


Figura 3.8. Casco Multiproposito Mamparo M4

Luego, del respectivo análisis estructural en SAP2000, se comprueba que los resultados de las formulaciones de ABS para embarcaciones menores de 90 metros [1], cumplen con los esfuerzos permisibles. Ver Apendice R.

3.2 Revisión de la Estabilidad Final de la Embarcación con un programa computacional

Después de obtener nuestros pesos distribuidos de estructuras, tanques, sistemas principales y auxiliares, procedemos a calcular el desplazamiento de la embarcación a full carga, para ubicar su respectivo centro de gravedad, Ver Apendice S. El desplazamiento de la Embarcación con full carga es:

Desplazamiento: 253,82 toneladas

LCG: 16,35 m

TCG: 0.0 m

VCG: 2,53 m

Con esta información y con el modelo ya diseñado tridimensional en formato GIF, procedemos a analizar la estabilidad de la embarcación de acuerdo a las Regulación OMI

resolución A.167 [11], para verificar el cumplimiento de los criterios de Estabilidad Intacta.

Para lo cual, primero calculamos las curvas hidrostáticas de la embarcación, para lo cual presentamos las respectivas curvas hidrostáticas.

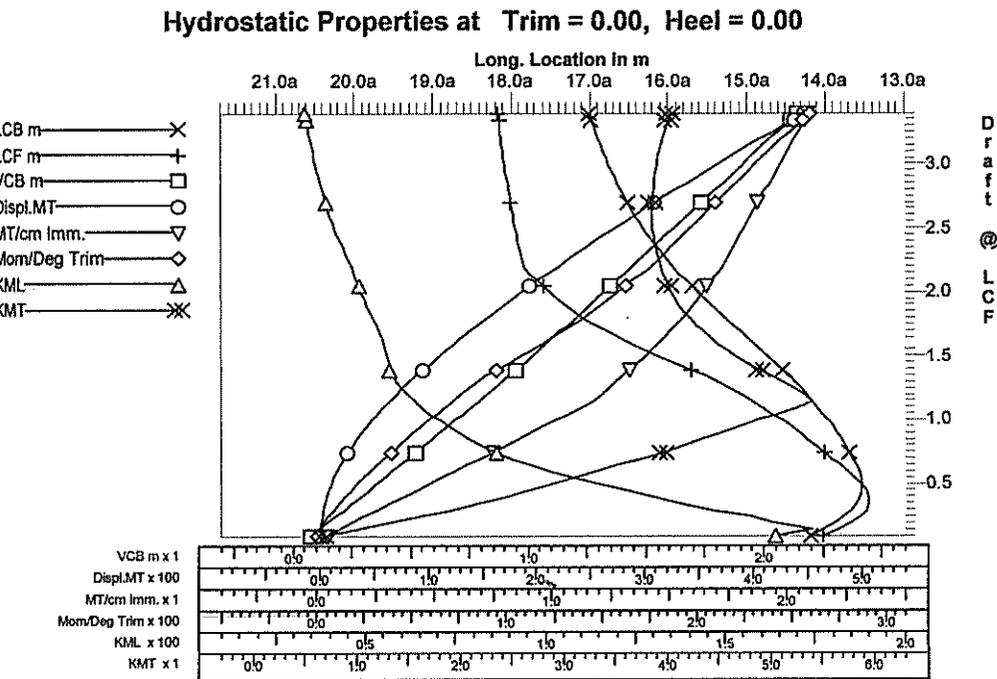


Figura 3.9: Curvas Hidrostáticas de Embarcación Multipropósito

La Organización Marítima Internacional, (**OMI**) fijó un criterio de orden mundial para los buques de pesca, carga y pasajeros

menores a 100 m de eslora. Como lo indica la Resolución A.167.

Este criterio puede ser resumido en las siguientes pautas:

- La altura metacéntrica corregida por superficies libres debe ser mayor a 0,15 m
- El máximo valor de la curva de brazos GZ será para las escoras de 30° o más
- La curva de brazos GZ a partir de 30° deberá tener brazos mayores de 0,20 m
- El área encerrada por la curva de brazos GZ y la ordenada de 40° será igual o mayor a de 0,090 m*radián.
- El área encerrada por la curva GZ y las ordenadas de 30° y 40° de escora y/o la ordenada correspondiente al ángulo de inundación (si fuera menor a 40°) deberá ser mayor de 0.030 m*radián.
- El área encerrada por la curva de brazos GZ y la ordenada de la escora de 30° será igual o mayor a 0,055 m*radián.

La OMI fija además la forma en que debe corregirse la altura metacéntrica por la acción de superficies libres.

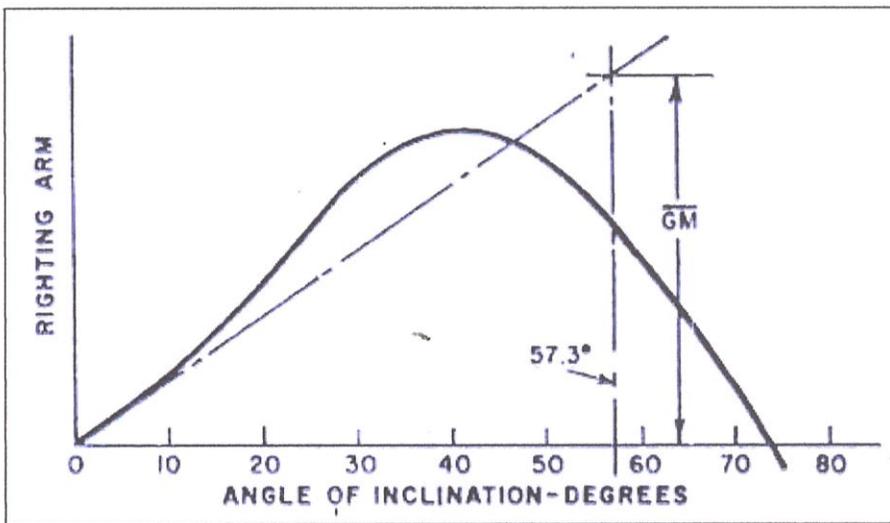
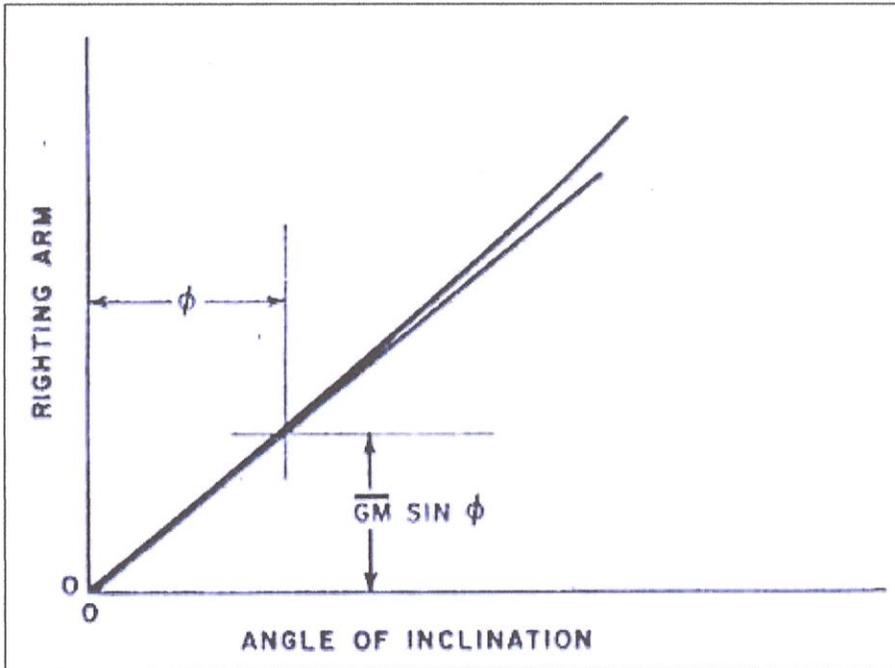


Fig 3.10 Grafico de Brazo Adrizante

De acuerdo al análisis realizado con el AUTOSHIP se obtienen los siguientes resultados que se detallan a continuación, en Tabla 13. Y graficados en Figura 3.11.

Tabla 13

Brazo Adrizante Versus Angulo de Escora

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Righting Arm (m)	Area (m-Rad)
0.00	0.62a	2.204	0.000	0.000
5.00s	0.61a	2.194	0.136	0.006
10.00s	0.57a	2.164	0.277	0.024
15.00s	0.50a	2.116	0.426	0.055
20.00s	0.39a	2.056	0.570	0.098
25.00s	0.30a	1.983	0.647	0.152
30.00s	0.26a	1.891	0.676	0.210
33.16s	0.25a	1.819	0.680	0.247
35.00s	0.26a	1.772	0.679	0.269
40.00s	0.31a	1.622	0.666	0.328
45.00s	0.43a	1.438	0.647	0.385
50.00s	0.59a	1.231	0.620	0.440
55.00s	0.76a	1.013	0.582	0.493
60.00s	0.92a	0.790	0.537	0.542
65.00s	1.08a	0.564	0.486	0.586
70.00s	1.22a	0.337	0.426	0.626
75.00s	1.35a	0.111	0.362	0.661

Righting Arms vs. Heel - IMO RESOLUTION A.167

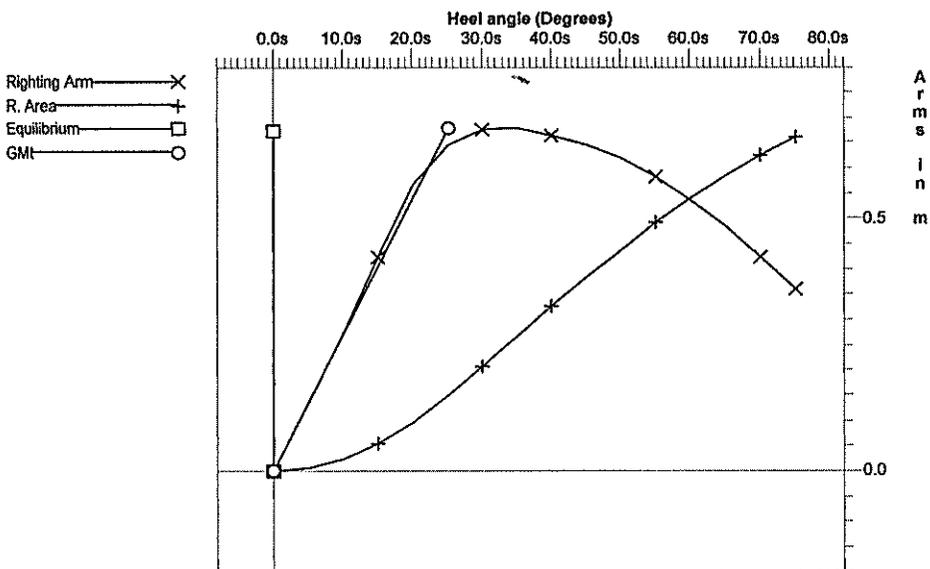


Figura 3.11: Grafico de Estabilidad Intacta de Embarcación

Tabla 14

CUMPLIMIENTO DE CRITERIOS DE ESTABILIDAD OMI A.167

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Area from 0.00 deg to 30.00	>0.0550 m-R	0.210	0.155	Yes
(2) Area from 0.00 deg to 40.00	>0.0900 m-R	0.328	0.238	Yes
(3) Area from 30.00 deg to 40.00	>0.0300 m-R	0.118	0.088	Yes
(4) Righting Arm at 30.00 deg	>0.200 m	0.676	0.476	Yes
(5) Angle from 0.00 deg to MaxRA	>25.00 deg	33.16	8.16	Yes
(6) GM at Equilibrium	>0.150 m	1.549	1.399	Yes

En la Tabla 14, podemos verificar que el Diseño Final Cumple con Los Criterios de Estabilidad.

3.3 Revisión de Resistencia y Propulsión con Programa Computacional

Con el respectivo modelado de la embarcación multipropósito, procedo a realizar la revisión de Resistencia y propulsión con el método Holtrop. El modulo del AUTOSHIP [4] a utilizar es el AUTOPOWER. Los resultados lo podemos verificar en el Apendice T.

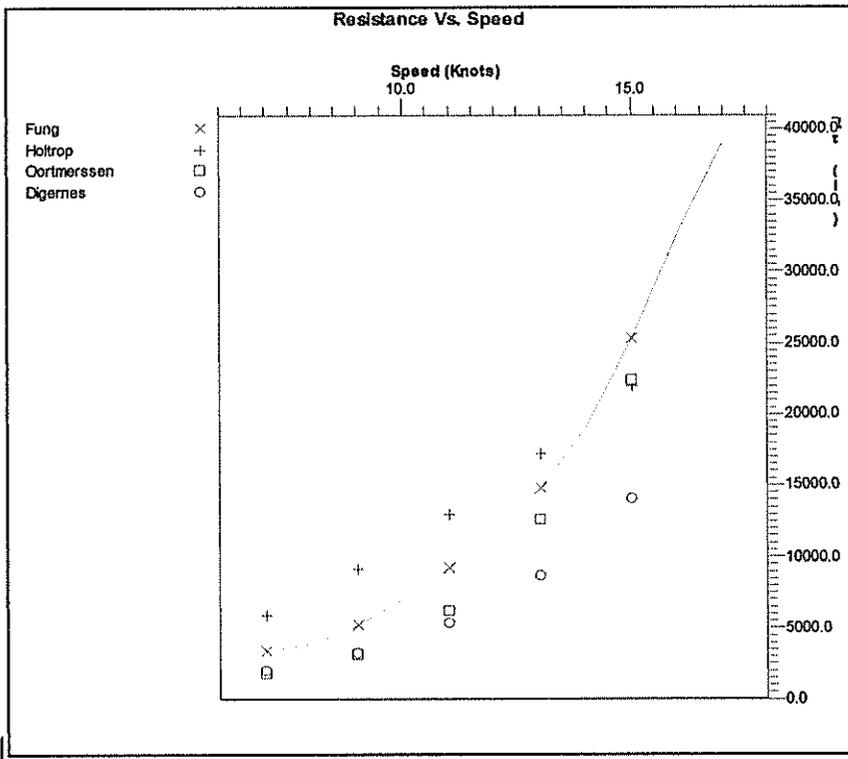


Figura 3.12. Resistencia de Casco por Varios Metodos

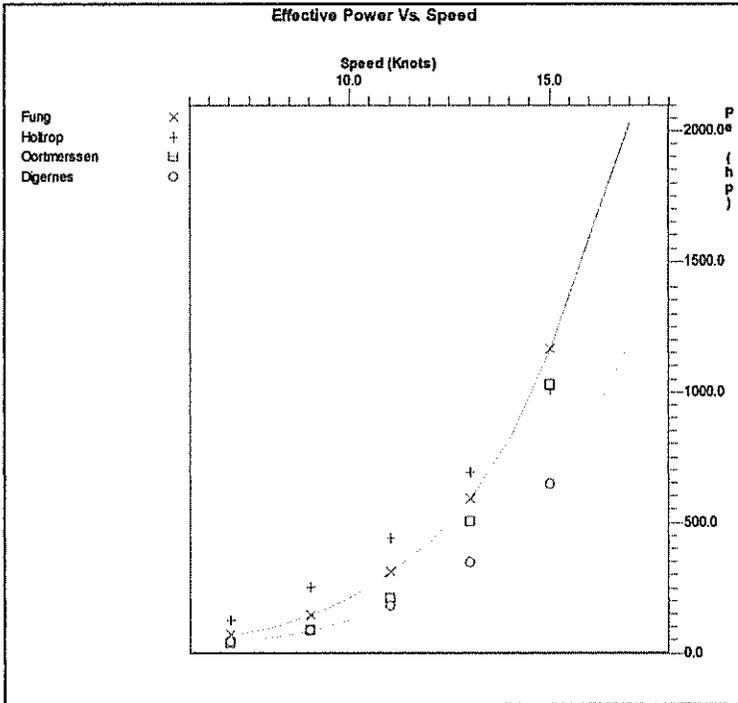


Figura 3.13. Potencia efectiva Vs Velocidad varios métodos

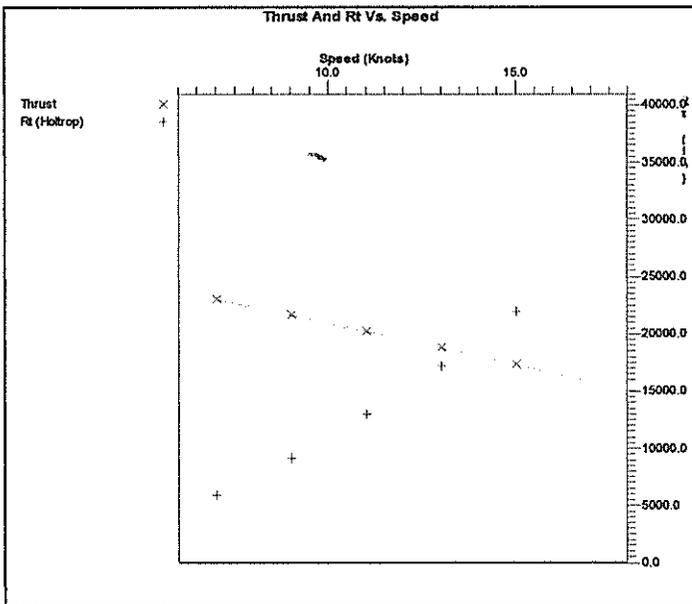


Figura 3.14. Resistencia y Empuje Vs Velocidad - Holtrop

Adicional, he utilizado otro programa computacional, conocido como MAXSURF [6], para la comprobación de resultados, con el modulo de HullSpeed [6], calculamos la resistencia del Casco, considerando una eficiencia de formas del casco de 100%. Para lo cual, he modelado el casco en MaxsurfPro [6].

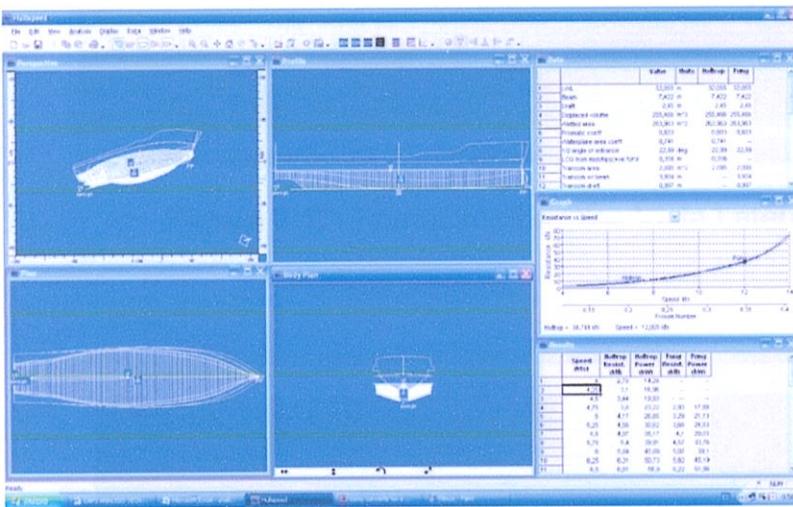


Figura 3.15: Casco Multiproposito en MaxsurfPro

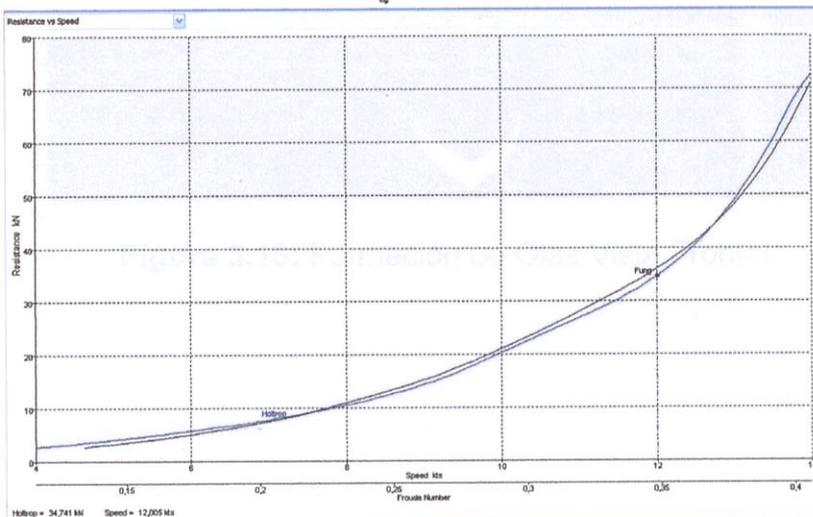


Figura 3.16. Resistencia Vs Velocidad HOLTROP Y FUNG

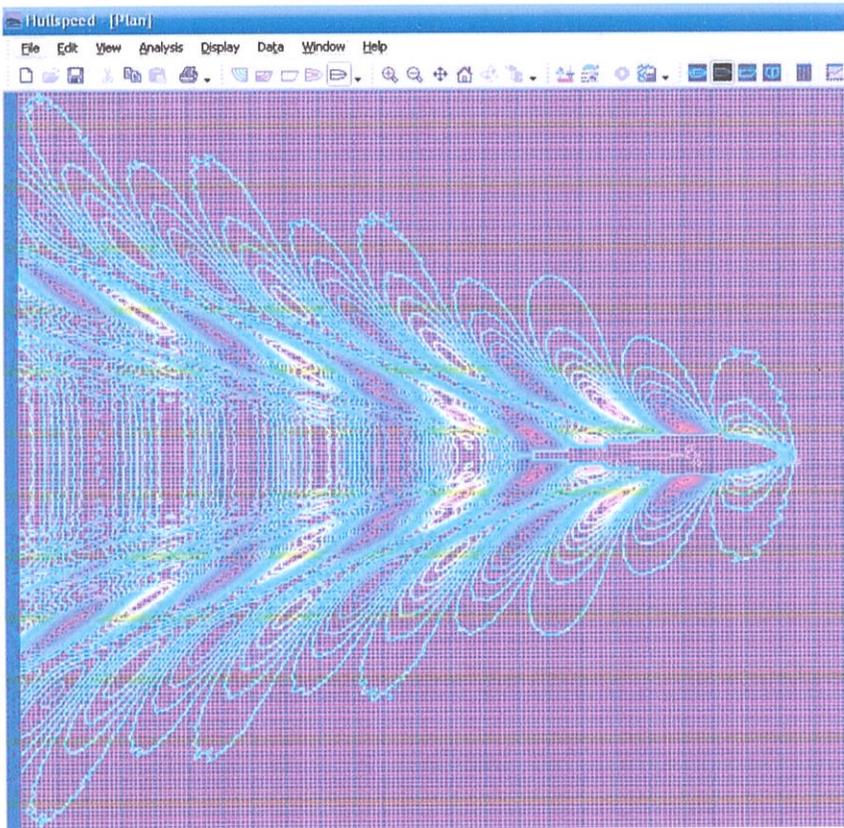


Figura 3.19: Formación de Olas Vista Superior

Los resultados obtenidos se refleja lo siguiente:

Para un desplazamiento de 253 toneladas, a una velocidad máxima de 12 nudos necesitamos instalar 02 Motores de 670BHP @2100RPM cada uno.

Hélice de 04 palas de diámetro 54 pulgadas y paso de 52 pulgadas, con una Relación de Área 0,64 y una eficiencia de la helice de 65%. Ver Apéndice T.

Revisión de comportamiento del Buque en Olas con Seakeeper

El comportamiento del buque en olas, es un tema técnicamente comprobable con varios métodos. Entre ellos podemos indicar la prueba de modelos, que resulta extremadamente costoso y que en nuestro país no hay canal de pruebas. Otro método, es el analisis computacional, como el Modulo del Seakeeper de MAXSURF [6], que lo he utilizado en este tema de tesis para una seguridad en la comprobación del diseño y que tendría una seguridad mas cerca a la realidad del comportamiento del buque en olas.

Por teoría de Dinámica del Buque, se sabe que hay 6 grados de libertad del movimiento del buque en la ola. Pero el más importante es el Movimiento de Cabeceo por entrada de ola por proa, como se puede indicar en la figura 3.18.

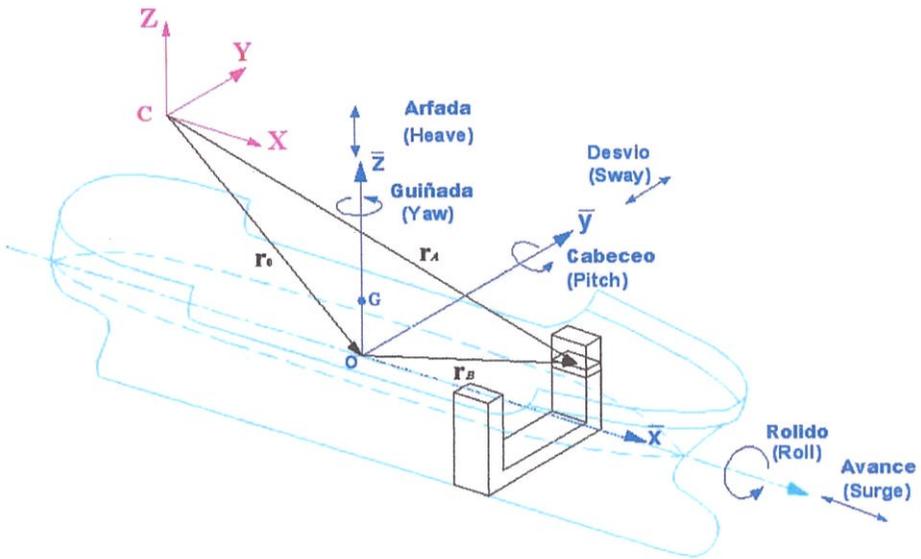


Figura 3.20: Movimiento del Buque en la Ola

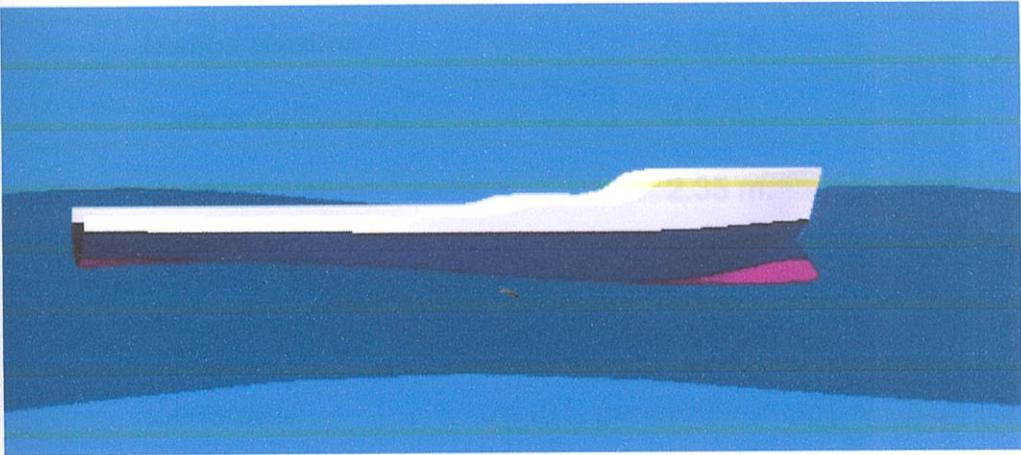


Figura 3.21: Buque en la Ola de 4m por proa

El Índice de Confort de la tripulación (MSI) también la podemos verificar con el Modulo de HullSpeed de MAXSURF [6]. Ver Apendice T.

3.4 Presentación de las Especificaciones Técnicas de la Embarcación Multipropósito

Dentro de las especificaciones técnicas podemos citar la característica principal de la embarcación, planos y Motores principales y auxiliares a ser instalados en la embarcación, producto de este tema de tesis.

CARACTERISTICAS PRINCIPALES

Eslora Máxima	34 m.
Manga Máxima	8.00 m.
Calado de Diseño	3.5 m.
Calado Diseño	2.35 m.
Propulsión	Dos (02) motores Caterpillar C18 670 BHP, 2100 RPM RATING B.
Generador	Un (01) generador principal Caterpillar C4.4 de 99 KW Un (01) generador de respeto Caterpillar C4.4 de 99 KW Un (01) generador de emergencia Caterpillar C4.4 de 44 KW

Capacidades

Diesel	12560 glns
Hidráulico	50 glns
Agua dulce	8020 glns.
Aguas grises	100 glns
Acomodación	13 Personas
Autonomía	2000 millas
Velocidad	12 nudos para mal calmo y moderado con condiciones normales de navegación

PLANOS

A la entrega de la embarcación, se entregarán los siguientes planos.

- Líneas de Formas
- Distribución General
- Estructural General

- Circuitos Principales (Contraincendio, Sanitario, Aguas Servidas, Achique, Agua Dulce, Agua Potable, Combustible).

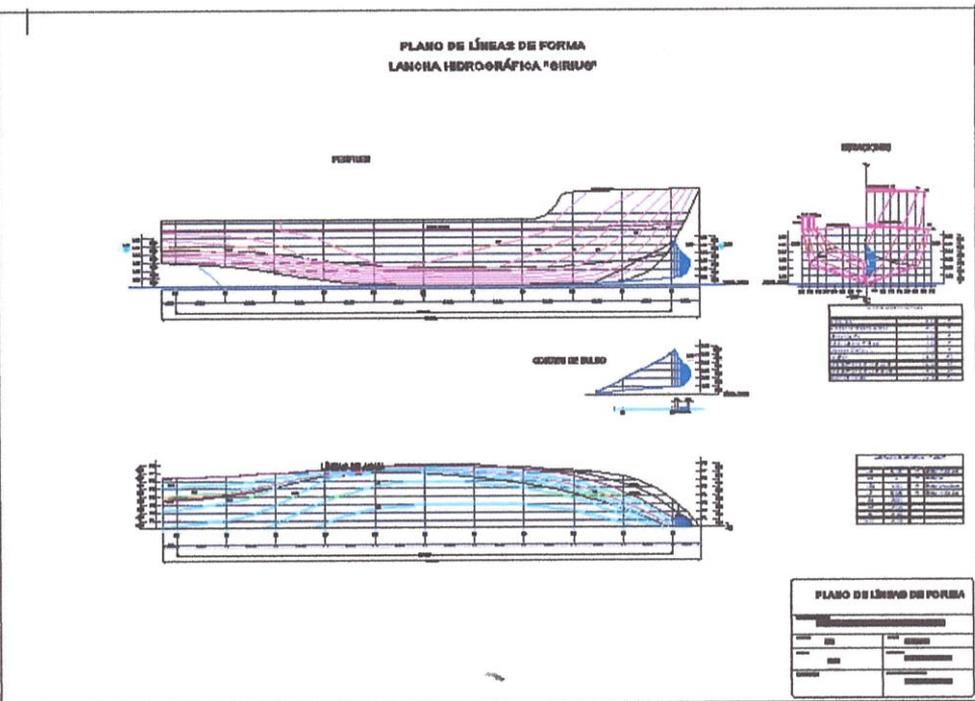


Figura 3.22: Plano de Líneas de Formas

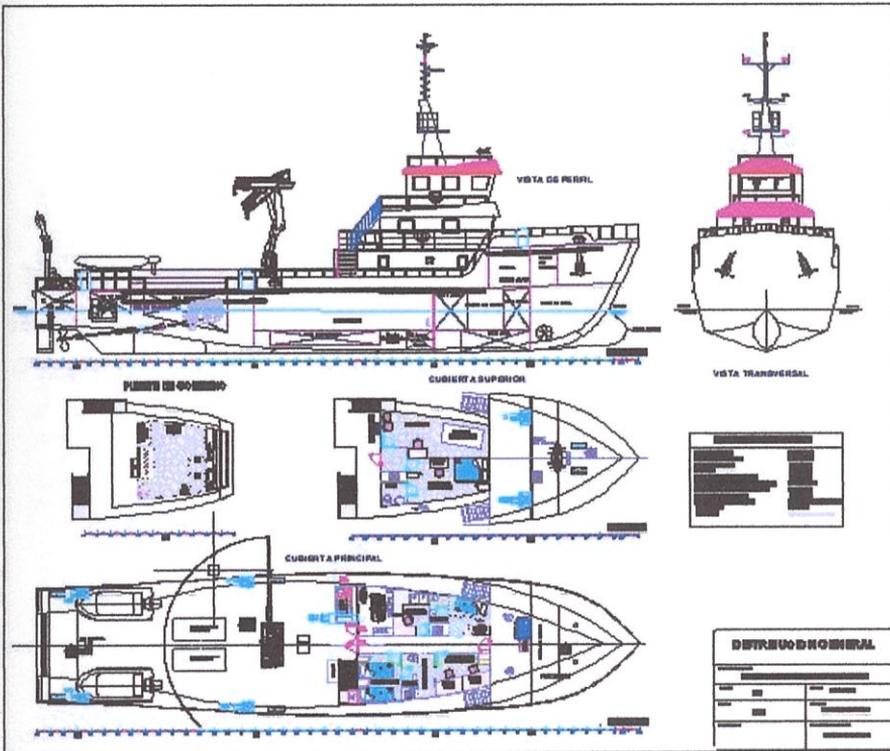


Figura 3.23: Plano de Distribución General 1

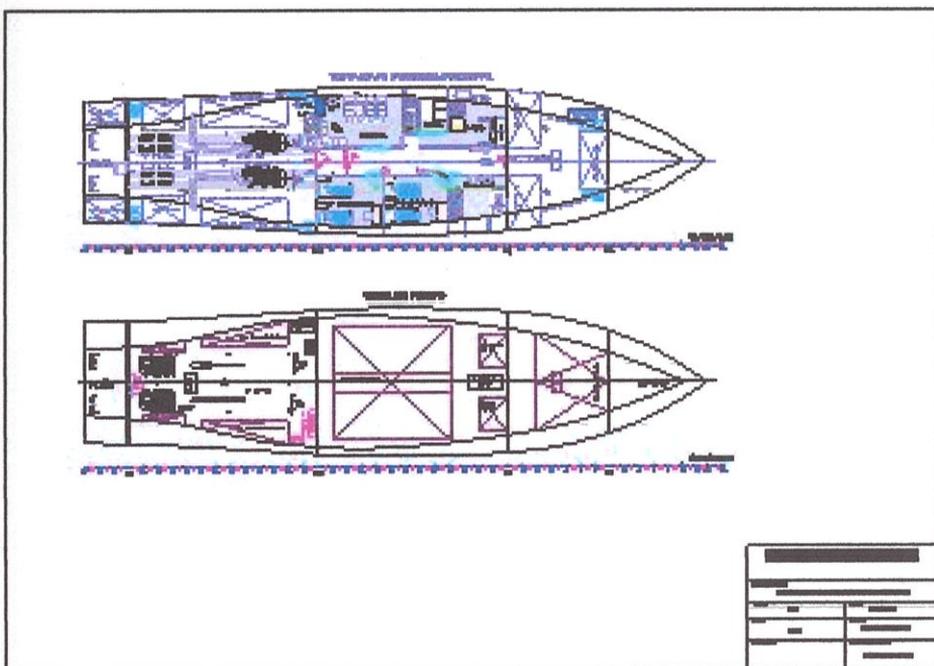


Figura 3.24: Plano de Distribución General 2

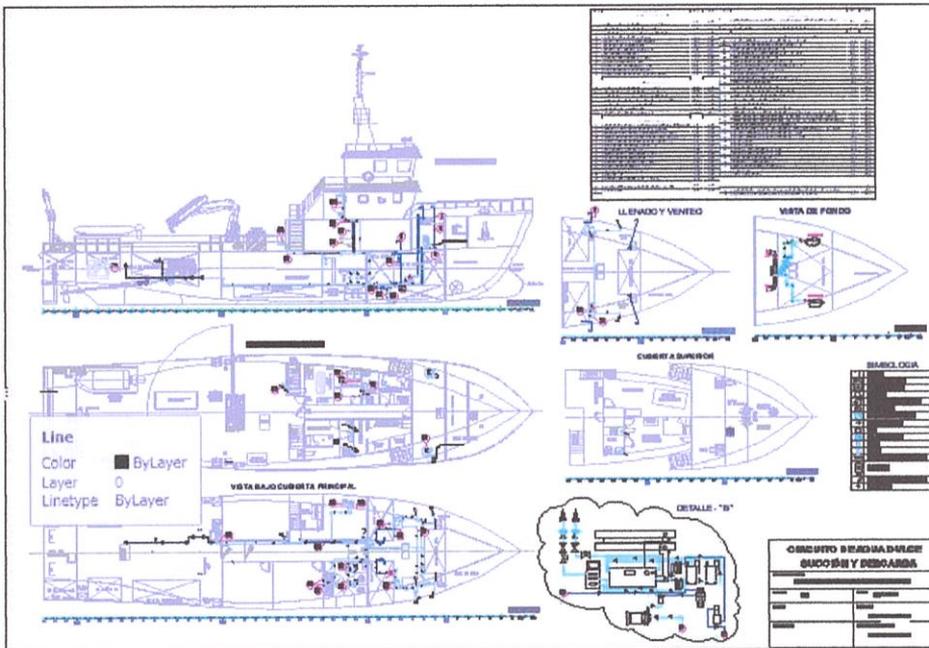


Figura 3.25: Plano de Circuito de Agua

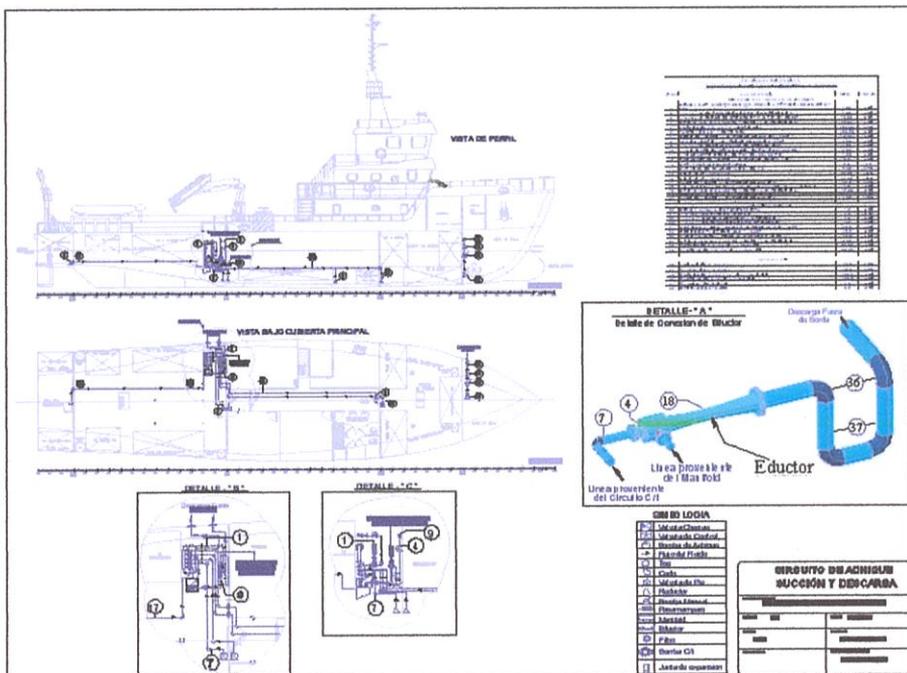


Figura 3.26: Plano de Circuito de Achique

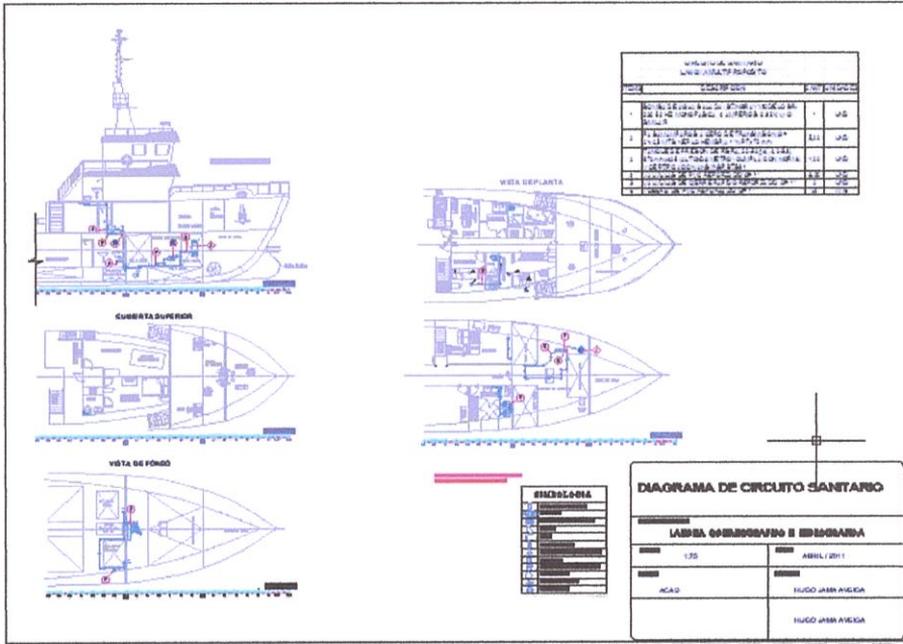


Figura 3.29: Plano de Circuito Sanitario

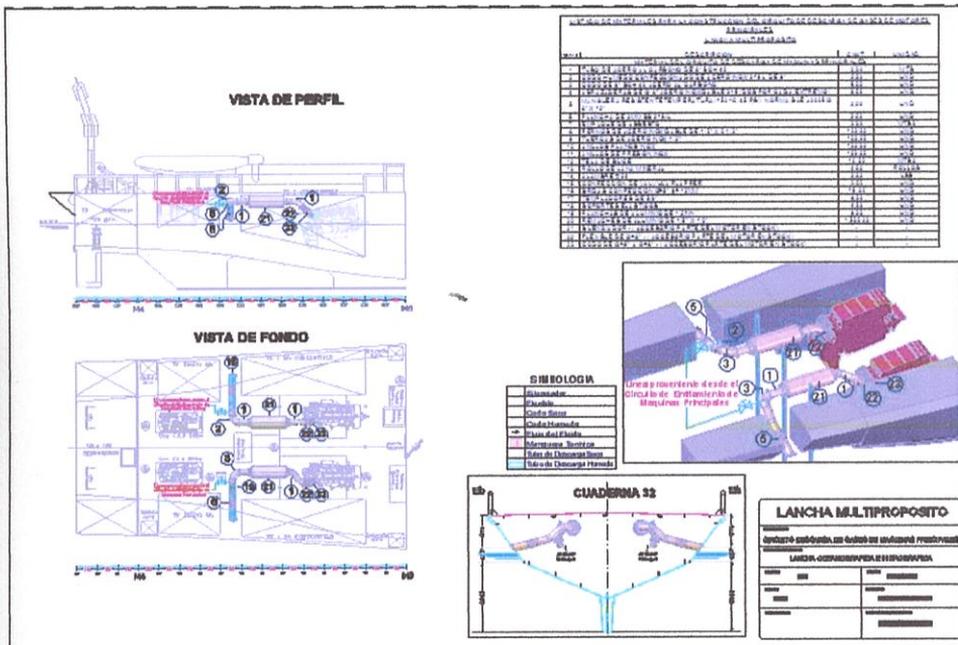


Figura 3.30: Plano de Circuito de Descarga de Gases de Motores

CAPÍTULO 4

4. DETERMINACION DE COSTO-BENEFICIO DEL CONSTRUCTOR DE UNA LANCHA MULTIPROPOSITO DE 34 METROS

4.1 Determinación de Costos del Diseño Inicial

De acuerdo al Diseño Inicial, se pueden establecer los costos de construcción constructivos y conformes los precios del mercado nacional.

En la Tabla 15 y Tabla 16, podemos verificar que los costos de la construcción considerando Casco y estructura, Sistema de Propulsión y Gobierno, Sistemas Auxiliares (Circuitos, Motores y Bombas), Sistemas de Comunicación y Navegación. Ascende a un valor de USD 2'680.539 (Dos Millones Seiscientos Ochenta Mil Quinientos Treinta y Nueve con 60/100 Dólares Americanos).

Tabla 15
Costos de Diseño Inicial

RESUMEN DE COSTOS DE DISEÑO INICIAL			
GRUPOS CONSTRUCTIVOS	EQUIPO MATERIAL	CONSUMIBLE	HH
GRUPO 100 CASCO Y ESTRUCTURAS	\$ 93.200	\$ 13.980	\$ 84.900
GRUPO 200 PROPULSION Y GOBIERNO	\$ 307.000	\$ 30.700	\$ 86.796
GRUPO 300 ELECTRICO	\$ 288.000	\$ 28.800	\$ 49.935
GRUPO 400 ELECTRONICO COMUNICACIONES	\$ 93.000	\$ 9.300	\$ 46.815
GRUPO 500 SISTEMA AUXILIARES	\$ 359.550	\$ 35.955	\$ 94.224
GRUPO 600 HABITABILIDAD Y PINTURA	\$ 103.500	\$ 10.350	\$ 38.698
GRUPO 900 ADMINISTRACION Y DISEÑO	\$ 13.500	\$ 1.350	\$ 40.830
SUBTOTALES	\$ 1.257.750	\$ 130.435	\$ 442.198

Tabla 16
Resumen de Costos Diseño Inicial

PRECIO TOTAL DISEÑO INICIAL	
SUBTOTAL DE CONSTRUCCION	\$ 1.830.383
ADMINISTRATIVO	\$ 86.400
INFRAESTRUCTURA	\$ 317.000
TOTAL DE COSTO	\$ 2.233.783
UTILIDAD BRUTA	\$ 446.756,60
PRECIO TOTAL	\$ 2.680.539,60

4.2 Determinación de Costos del Diseño Final

Como ya se obtuvo un Diseño Final de Embarcación multipropósito utilizando reglas ABS [1] y Normas SOLAS [5], puedo indicar que tengo la seguridad de haber obtenido una embarcación que cumple con las siguientes características:

Estanqueidad, Estabilidad, Maniobrabilidad, Navegabilidad y Velocidad. Con esta información podemos determinar los costos de construcción del Diseño Final de la Lancha Multipropósito.

4.2.1 Determinación de Costos de Casco y Estructuras

Con el escantillonado de la embarcación del Planchaje y las Estructuras y considerando precios de Mercado del material a 1,1 \$/kg de Acero y 3,6 \$/kg de Aluminio, obtengo que el Casco y Superestructura tiene costo de material y consumibles de \$ 141.128 (Ciento Cuarenta y Un Mil Ciento Veintiocho Dólares Americanos). En la tabla 17 se identifica este costo, como Grupo Constructivo 100.

Tabla 17

Costos de Material Grupo Constructivo 100

GRUPO 100 \$ 141.128	KG	MATERIAL	CONSUMIBLE
CASCO	45000	\$ 49.500,00	\$ 7.425,00
TANQUES	15000	\$ 16.500,00	\$ 2.475,00
BASES DE MAQUINA	8000	\$ 8.800,00	\$ 1.320,00
ARBOTANTE	2000	\$ 2.200,00	\$ 330,00
CASTILLO	4500	\$ 16.200,00	\$ 2.430,00
BULBO	1700	\$ 6.120,00	\$ 918,00
SUPERESTRUCTURA	6500	\$ 23.400,00	\$ 3.510,00
		\$ 122.720,00	\$ 18.408,00

4.2.2 Determinación de Costos de equipos y Maquinarias

De acuerdo a los planos de diseño final y a los costos de Materiales, Consumibles Equipo y Maquinarias Determino los Costos de Equipos y Maquinarias según cada Grupo Constructivo de la Embarcación.

Tabla 18

Costos de Material de Grupo Constructivo 200

GRUPO 200 \$ 337.700,00	EQUIPO MATERIAL	CONSUMIBLES
MOTORES PROPULSORES	\$ 175.000,00	\$ 17.500,00
TRASMISIONES MARINAS	\$ 60.000,00	\$ 6.000,00
PRENSAESTOPA	\$ 10.000,00	\$ 1.000,00
BOCINES	\$ 6.000,00	\$ 600,00
PORTABOCINES	\$ 12.000,00	\$ 1.200,00
HELICES	\$ 11.400,00	\$ 1.140,00
EJES	\$ 22.000,00	\$ 2.200,00
PALAS	\$ 4.300,00	\$ 430,00
BOCIN Y PORTABOCIN	\$ 3.500,00	\$ 350,00
BARON	\$ 2.800,00	\$ 280,00
	\$ 307.000,00	\$ 30.700,00

Tabla 19

Costos de Equipo/Material de Grupo Constructivo 300

GRUPO 300 \$ 316.800,00	EQUIPO	CONSUMIBLES
GENERADOR ELECTRICO 99KW	\$ 75.000,00	\$ 7.500,00
GENERADOR ELECTRICO 99KW	\$ 75.000,00	\$ 7.500,00
GENERADOR ELECTRICO 45KW	\$ 55.000,00	\$ 5.500,00
CABLEADO ELECTRICO	\$ 35.000,00	\$ 3.500,00
TABLEROS ELECTRICOS	\$ 30.000,00	\$ 3.000,00
BATERIAS	\$ 18.000,00	\$ 1.800,00
	\$ 288.000,00	\$ 28.800,00

Tabla 20

Costos de Equipo/Material de Grupo Constructivo 400

GRUPO 400 \$ 102.300,00	EQUIPO MATERIAL	CONSUMIBLES
GPS	\$ 7.000,00	\$ 700,00
ECOSONDA	\$ 7.500,00	\$ 750,00
RADAR 1	\$ 14.300,00	\$ 1.430,00
EPIRB	\$ 22.000,00	\$ 2.200,00
COMPAS MAGNETICO	\$ 7.500,00	\$ 750,00
CABLEADO 12/24 VOLTIOS	\$ 10.000,00	\$ 1.000,00
TABLEROS 12/24 VOLTIOS	\$ 6.000,00	\$ 600,00
RADAR 2	\$ 18.700,00	\$ 1.870,00
	\$ 93.000,00	\$ 9.300,00

Tabla 21

Costos de Equipo/Material Grupo Constructivo 500

GRUPO 500 \$ 425.205,00	EQUIPO MATERIAL	CONSUMIBLES
SISTEMA COMBUSTIBLE	\$ 8.500,00	\$ 850,00
BOMBA DE COMBUSTIBLE	\$ 1.500,00	\$ 150,00
SEPARADOR DE SENTINA	\$ 6.500,00	\$ 650,00
SISTEMA DE AGUA DULCE	\$ 6.300,00	\$ 630,00
BOMBA DE AGUA DULCE	\$ 1.700,00	\$ 170,00
DESALINIZADORA	\$ 50.000,00	\$ 5.000,00
SISTEMA SANITARIO	\$ 7.500,00	\$ 750,00
BOMBA PARA ALTOS SOLIDOS	\$ 4.350,00	\$ 435,00
PLANTA DE AGUAS NEGRAS	\$ 27.000,00	\$ 2.700,00
SISTEMA DE ACHIQUE Y CONTRAINCENDIO	\$ 5.500,00	\$ 550,00
BOMBAS DE ACHIQUE Y CONTRAINCENDIO	\$ 12.000,00	\$ 1.200,00
SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	\$ 8.500,00	\$ 850,00
03 PLANTAS DE AIRE CHILLERS	\$ 19.500,00	\$ 1.950,00
SPLIT	\$ 11.000,00	\$ 1.100,00
SISTEMA DE VENTILACION	\$ 7.900,00	\$ 790,00
VENTILADORES Y EXTRACTORES	\$ 4.500,00	\$ 450,00
SISTEMA HIDRAULICO	\$ 15.000,00	\$ 1.500,00
GRUA	\$ 32.000,00	\$ 3.200,00
PORTICO DE POPA	\$ 13.000,00	\$ 1.300,00
WINCHE DE POPA	\$ 12.000,00	\$ 1.200,00
MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	\$ 5.000,00	\$ 500,00
CABRESTANTE DE PROA	\$ 25.000,00	\$ 2.500,00
SISTEMA DE GOBIERNO	\$ 7.400,00	\$ 740,00
SISTEMA DE MANDOS MORSE	\$ 15.000,00	\$ 1.500,00
SISTEMA DE CO2 Y EXTINTORES	\$ 6.500,00	\$ 650,00
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO MOTORES	\$ 3.400,00	\$ 340,00

TRUSTHER	\$ 30.000,00	\$ 3.000,00
SISTEMA DE GASES DE ESCAPE	\$ 13.000,00	\$ 1.300,00
SISTEMA DE SALVATAJE	\$ 27.000,00	\$ 2.700,00
	\$ 386.550,00	\$ 38.655,00

4.2.3 Determinación de Costos de Accesorios de Habitabilidad

Como toda embarcación debe mantener un confort para la tripulación que en este diseño debe considerarse habitabilidad para trece personas, a continuación se detalla los costos materiales, consumibles y accesorios del Grupo de habitabilidad.

Tabla 22

Costos de Equipo/Material de Grupo Constructivo 600

GRUPO 600 \$ 113.850,00	EQUIPO MATERIAL	CONSUMIBLES
SANDBLASTING	\$ 6.700,00	\$ 670,00
PINTURA	\$ 13.500,00	\$ 1.350,00
FORRO DE MAMPAROS	\$ 24.000,00	\$ 2.400,00
COCINA	\$ 12.000,00	\$ 1.200,00
REFRIGERADOR /CONGELADOR	\$ 11.000,00	\$ 1.100,00
ASILAMIENTOT ERMICO	\$ 8.000,00	\$ 800,00
AISLAMIENTO ACUSTICO	\$ 12.000,00	\$ 1.200,00
LITERAS	\$ 7.500,00	\$ 750,00
PUERTAS	\$ 2.500,00	\$ 250,00
COMEDOR	\$ 1.800,00	\$ 180,00
VENTANAS	\$ 4.500,00	\$ 450,00
	\$ 103.500,00	\$ 10.350,00

4.2.4 Determinación de Costos de Mano de Obra

Considerando estándares de Construcción Naval procedo a calcular las Horas Hombres para cada grupo constructivo de la Lancha Multipropósito.

Tabla 23

Costos de Mano de Obra de Grupo Constructivo 100

GRUPO 100 \$ 112.380,00	KG	HH
CASCO	45000	\$ 26.010,00
TANQUES	15000	\$ 17.010,00
BASES DE MAQUINA	8000	\$ 14.910,00
ARBOTANTE	2000	\$ 13.110,00
CASTILLO	4500	\$ 13.860,00
BULBO	1700	\$ 13.020,00
SUPERESTRUCTURA	6500	\$ 14.460,00
		\$ 112.380,00

Tabla 24

Costos de Mano de Obra de Grupo Constructivo 200

GRUPO 200 \$ 86.796,00	HH
MOTORES PROPULSORES	\$ 12.495,00
TRASMISIONES MARINAS	\$ 9.375,00
PRENSAESTOPA	\$ 7.413,00
BOCINES	\$ 7.503,00
PORTABOCINES	\$ 7.503,00
HELICES	\$ 7.503,00
EJES	\$ 7.503,00
PALAS	\$ 9.583,00
BOCIN Y PORTABOCIN LIMERA	\$ 8.751,00
BARON	\$ 9.167,00
	\$ 86.796,00

Tabla 25

Costos de Mano de Obra Grupo Constructivo 300

GRUPO 300 \$ 49.935,00	HH
GENERADOR ELECTRICO 99KW	\$ 9.360,00
GENERADOR ELECTRICO 99KW	\$ 9.360,00
GENERADOR ELECTRICO 45KW	\$ 3.900,00
CABLEADO ELECTRICO	\$ 11.700,00
TABLEROS ELECTRICOS	\$ 12.495,00
BATERIAS	\$ 3.120,00
	\$ 49.935,00

Tabla 26

Costos de Mano de Obra Grupo Constructivo 400

GRUPO 400 \$ 46.815,00	HH
GPS	\$ 8.320,00
ECOSONDA	\$ 8.320,00
RADAR 1	\$ 5.200,00
EPIRB	\$ 4.160,00
COMPAS MAGNETICO	\$ 2.080,00
CABLEADO 12/24 VOLTIOS	\$ 4.160,00
TABLEROS 12/24 VOLTIOS	\$ 10.415,00
RADIOS VHF UHF	\$ 4.160,00
	\$ 46.815,00

Tabla 27

Costos de Mano de Obra Grupo Constructivo 500

GRUPO 500 \$ 98.384,00	HH
SISTEMA COMBUSTIBLE	\$ 5.200,00
BOMBA DE COMBUSTIBLE	\$ 2.080,00
SEPARADOR DE SENTINA	\$ 4.160,00
SISTEMA DE AGUA DULCE	\$ 2.080,00
BOMBA DE AGUA DULCE	\$ 1.248,00

DESALINIZADORA	\$ 1.040,00
SISTEMA SANITARIO	\$ 8.320,00
BOMBA PARA ALTOS SOLIDOS	\$ 1.040,00
PLANTA DE AGUAS NEGRAS	\$ 3.120,00
SISTEMA DE ACHIQUE Y CONTRAINCENDIO	\$ 5.200,00
BOMBAS DE ACHIQUE Y CONTRAINCENDIO	\$ 2.080,00
SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	\$ 6.240,00
03 PLANTAS DE AIRE CHILLERS	\$ 6.240,00
SPLIT	\$ 2.080,00
SISTEMA DE VENTILACION	\$ 6.240,00
VENTILADORES Y EXTRACTORES	\$ 4.160,00
SISTEMA HIDRAULICO	\$ 6.240,00
GRUA	\$ 2.080,00
PORTICO DE POPA	\$ 2.080,00
WINCHE DE POPA	\$ 2.080,00
MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	\$ 2.080,00
CABRESTANTE DE PROA	\$ 2.080,00
SISTEMA DE GOBIERNO	\$ 3.120,00
SISTEMA DE MANDOS MORSE	\$ 3.120,00
SISTEMA DE CO2	\$ 3.120,00
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO MOTORES	\$ 2.080,00
TRUSTHER	\$ 1.456,00
SISTEMA DE GASES DE ESCAPE	\$ 4.160,00
SISTEMA DE SALVATAJE	\$ 4.160,00
	\$ 98.384,00

Tabla 28

Costos de Mano de Obra Grupo Constructivo 600

GRUPO 600 \$ 38.698,00	HH
SANDBLASTING	\$ 6.250,00
PINTURA	\$ 5.200,00
FORRO DE MAMPAROS	\$ 6.240,00
COCINA	\$ 4.160,00
REFRIGERADOR CONGELADOR	\$ 2.080,00

ASILAMIENTOT ERMICO	\$ 4.160,00
AISLAMIENTO ACUSTICO	\$ 4.160,00
LITERAS	\$ 2.288,00
PUERTAS	\$ 1.040,00
COMEDOR	\$ 1.040,00
VENTANAS	\$ 2.080,00
	\$ 38.698,00

Tabla 29

Costos de Mano de Obra Grupo Constructivo 900

GRUPO 900 \$ 40.830,00	HH
INGENIERIA DE DISEÑO	\$ 16.650,00
INGENIERIA DE DETALLES CONSTRUCTIVOS	\$ 18.980,00
CAMA DE CONSTRUCCION	\$ 5.200,00
	\$ 40.830,00

Sumando todas los Hombres Horas para la ejecución del proyecto de construcción se genera un costo de \$ 473.838 (Cuatrocientos Setenta y Tres Mil Ochocientos Treinta y Ocho Dólares Americanos).

4.3 Evaluación de la Rentabilidad Económica del Diseño y Construcción de la embarcación

4.3.1 Descripción del Método de Análisis de la Rentabilidad

A continuación se procede a efectuar un análisis de la rentabilidad del proyecto de inversión de implantación de la unidad productiva que es capaz de fabricar conjuntos soldados análogos al tomado como pieza tipo a efectos de cálculo.

Se entiende como rentable aquella inversión en la que el valor de los rendimientos que proporciona es superior al de los recursos que utiliza. Para determinar la rentabilidad de una inversión, o para decidir entre varias inversiones alternativas en términos de rentabilidad, se emplean indicadores de rentabilidad tales como el Valor Actual Neto, la Tasa Interna de Rentabilidad o el periodo de retorno.

El Valor Actual Neto (VAN) surge de sumar los flujos de fondos que tienen lugar durante el horizonte de la inversión incluyendo el desembolso inicial actualizados según una tasa de interés determinada. De este modo se mide la

riqueza que aporta el proyecto medida en moneda del momento inicial. (En inglés Net Present Value), cuyo acrónimo es VAN (en inglés NPV), es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual (es decir, actualizar mediante una tasa) todos los flujos de caja futuros del proyecto. A este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido es el valor actual neto del proyecto.

La regla de decisión es $VAN > 0$ implica proyecto rentable, $VAN < 0$ proyecto no rentable, y cuanto mayor es el VAN más rentable es el proyecto. El VAN mide la rentabilidad en términos monetarios.

La Tasa Interna de Rentabilidad **TIR** es la tasa de interés tal que para un proyecto de inversión determinado hace su VAN sea nulo. La regla de decisión es aceptar como rentables los proyectos con $TIR > i$ siendo i la tasa de interés previamente definida.

El periodo de retorno es el tiempo que tarda en conseguirse que la suma de movimientos de fondos actualizados sea nula.

4.3.2 Cálculo del VAN y TIR

El método de valor presente neto es uno de los criterios económicos más ampliamente utilizados en la evaluación de proyectos de inversión. Consiste en determinar la equivalencia en el tiempo 0 de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto y comparar esta equivalencia con el desembolso inicial. Cuando dicha equivalencia es mayor que el desembolso inicial, entonces, es recomendable que el proyecto sea aceptado.

La fórmula que nos permite calcular el Valor Actual Neto es:

$$\text{VAN} = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

Ecuación 4.1: Formulación de Cálculo del VAN

V_t : representa los flujos de caja en cada periodo t .

I_0 es el valor del desembolso inicial de la inversión.

n : es el número de períodos considerado.

El tipo de interés es k . Si el proyecto no tiene riesgo, se tomará como referencia el tipo de la renta fija, de tal manera que con el VAN se estimará si la inversión es mejor que invertir en algo seguro, sin riesgo específico.

Para el proceso de cálculo edite tablas electrónicas y con la información del Diseño Final obtengo los costos de construcción que se detallan en las Tabla 30 y Tabla 31.

Tabla 30

Resumen de Costos del Diseño Final

RESUMEN DE COSTOS DISEÑO FINAL			
GRUPOS CONSTRUCTIVOS	EQUIPO MATERIAL	CONSUMIBLES	HH
GRUPO 100 CASCO Y ESTRUCTURAS	\$ 122.720	\$ 18.408	\$ 112.380
GRUPO 200 PROPULSION Y GOBIERNO	\$ 307.000	\$ 30.700	\$ 86.796
GRUPO 300 ELECTRICO	\$ 288.000	\$ 28.800	\$ 49.935
GRUPO 400 ELECTRONICO COMUNICACIONES	\$ 93.000	\$ 9.300	\$ 46.815
GRUPO 500 SISTEMA AUXILIARES	\$ 386.550	\$ 38.655	\$ 98.384
GRUPO 600 HABITABILIDAD Y PINTURA	\$ 103.500	\$ 10.350	\$ 38.698
GRUPO 900 ADMINISTRACION Y DISEÑO	\$ 13.500	\$ 1.350	\$ 40.830
SUBTOTALES	\$ 1.314.270	\$ 137.563	\$ 473.838

Tabla 31

Resumen de Precio del Diseño Final

RESUMEN PRECIO DE DISEÑO FINAL	
SUBTOTAL DE CONSTRUCCION	\$ 1.925.671
ADMINISTRATIVO	\$ 86.400
INFRAESTRUCTURA	\$ 317.000
TOTAL DE COSTO	\$ 2.329.071
UTILIDAD BRUTA	\$ 465.814,20
PRECIO TOTAL	\$ 2.794.885,20

El diseño Final tiene un precio total de **\$ 2'794.885,20** (Dos Millones Setecientos Noventa y Cuatro Mil Ochocientos Ochenta Y Cinco con 20/100 Dólares Americanos). Planteo tres escenarios para proceder a analizar resultados según el VAN y el TIR y con los resultados tomar la decisión de proceder a negociar con el cliente para construir la embarcación.

En el primer escenario considero un Anticipo del 95% del Precio Total y el Saldo del 5% Contra entrega de la embarcación. Con tasa de Interés fija del 25%.

En el Segundo Escenario considero un Anticipo del 80% del Precio Total y el Saldo del 20% Contra entrega de la Embarcación. Con Tasa de Interés fija del 25%.

Y un Tercer Escenario con un Anticipo del 70% del Precio Total y el Saldo del 30% Contra entrega de la Embarcación. Con tasa de Interés Fija del 25%

Todos estos cálculos y resultados lo pueden verificar en los Apéndice U.

4.3.3 Análisis de Resultados

De acuerdo a los valores que obtengo por la Metodología del Van y el TIR, podemos verificar que tenemos una rentabilidad para construir la Embarcación Multipropósito en el tiempo planificado de 18 meses, con los escenarios establecidos en el presente análisis económico.

Tabla 32

Resultados de Análisis según Escenarios

Escenarios de Análisis	VAN	TIR
Escenarios 1 Anticipo 95% Contra entrega 5%	540939,03	251,76%
Escenarios 2 Anticipo 80% Contra entrega 20%	295063,5	184,41%
Escenarios 1 Anticipo 70% Contra entrega 30%	131146,53	136,91%

Como se observa en la Tabla 32, el Escenario de Mayor Rentabilidad es El Escenario 1, con un VAN Positivo y con una Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) de 251,76%.

CAPITULO 5

1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Después de haber realizado el Análisis Técnico Económico del Diseño Inicial de la Embarcación Multipropósito de 34 metros se puede indicar las siguientes conclusiones:

1. El Diseño Inicial de la Embarcación Multipropósito de 34 metros después de ser revisado con los Modelos Tridimensionales, generados en AutoShip [4] y Maxsurf [6] y considerando las condiciones de Mar en las Zona de Galapagos (Region Insular) se observa que presenta entrada de agua por cubierta en proa y Movimiento de Cabeceo.

2. Para minimizar el efecto del cabeceo, rediseño las formas del Casco, en particular el Fondo, siguiendo las recomendaciones de Formas de Casco Hidroconicas [10].
3. Se establece la necesidad de añadir un Castillo de Proa a la Embarcación, esto incrementa el Desplazamiento Inicial que es de 202 Toneladas, aumentando la Resistencia al Avance del Casco y Disminuyendo la velocidad de avance de la Embarcacion.
4. Para contrarrestar el Incremento de la Resistencia, se considera añadir al Casco un Bulbo de Proa, para lo cual, diseño un bulbo Tipo Peonza con Altura 1,2 m.
5. Se realiza una Redistribución de Pesos de Tanques y Readequación de Espacios en Habitabilidad y Sala de Maquina, con lo cual, se obtuvo una posición de Centro de Gravedad $LCG=16,5m$ desde proa y $VCG = 2,2 m$.
6. Con las Normas ABS [1]. Calculamos las Estructuras de Casco de la Embarcación. Ver Apéndice M.

7. Se selecciona los diferentes sistemas auxiliares con las Formulaciones de Marine Engineering [16] y de acuerdo a la operación del la embarcación y a las Nomas SOLAS [5]. Obteniéndose sistemas funcionalmente operativos, Y con estos datos de acuerdo a equipos y materiales del mercado se calculo el desplazamiento Final de la Embarcación en 250 Ton.

8. Con la Información técnica y el diseño final de la Embarcación Multipropósito de 34 metros, analizamos:
 - Comportamiento dinámico en Maxsurf [6] con el Modulo Seakeeper, considerando el régimen de olas en la región Insular [17]. Analizamos olas de 0,5 m. por proa; 1 m por proa, 2m por proa y 2,8m. por proa. Y se puede constatar una navegación estable, confortable y sin entrada de agua por proa. Manteniendose la velocidad de avance a 12 nudos.

 - Analizamos la estabilidad intacta de la embarcación, cumpliendo con todos los parámetros de la Resolución A167 de la OMI [11] y manteniendo los Principios de la Arquitectura Naval [14].

- Se Calculo con Normas ABS [1] y Formulaciones para Estructuras de Buques [15], las estructuras del Casco y Se reviso con SAP2000 [13], que el casco soporte los esfuerzos permisibles de acuerdo al material del casco, que para este Diseño se considera utilizar Acero Naval ASTM A131 para el Casco (8mm), Cubiertas (6mm) y Mamparos (6mm) y Acero ASTM A36 para los Estructurales de Casco, Mamparos y Cubiertas.

9. Con la seguridad de que el Diseño Final cumple con los parámetros de Estanqueidad, Estabilidad, Maniobrabilidad, Navegabilidad y Velocidad. Y cumple principalmente con los requerimientos del Armador. Podedo a analizar el Costo Beneficio como Constructor, ya que debido a los cambios en el Diseño esto involucra costos adicionales. El Proyecto del Diseño Inicial tiene un Precio de \$ 2.680.539,60 (ver Tabla 16) y El Diseño Final alcanza un precio de \$ 2.794.885,20 (Ver Tabla 31). Es decir, hay una diferencia de \$114.345,60.

10. Con la información de Costos y Precios, Establecemos tres escenarios de negocios y calculamos el VAN y TIR que se resume en la Tabla 32 se analizan los resultados y se puede

concluir que el Escenario 1, refleja un mayor beneficio con un VAN=131146,53 (Positivo) y TIR= 251,76%. Con esta información el Constructor y el Armador pueden establecer un acuerdo de negocio viable.

11. En la Ingeniería Naval Local, tenemos acceso actualmente a herramientas informáticas, que dan un alto nivel de confianza en lo referentes a cálculos, de acuerdo a las lecciones aprendidas en la FIMCM.

RECOMENDACIONES

Como recomendación general se establece que todo proyecto de ingeniería debe tener sus respectivos análisis técnicos económicos como una medida de prevención, antes de llegar a etapas contractuales y evitar posibles contratiempos. Adicional se recomienda lo siguiente:

1. Este tipo de análisis es requerido en todo proyecto de construcción naval o afines, para respaldar técnicamente que lo que se vaya a ejecutar cumpla con las expectativas del Armador (Dueño del Proyecto).

2. Que en toda etapa precontractual de un Proyecto de Construcción Naval o afines, el constructor naval o Ingeniero Naval, analicé el Costo y Beneficio del proyecto, con los escenarios que se puedan plantearse, para evitar pérdidas económicas.

3. Que los Ingenieros Navales y Constructores Navales, en nuestro mercado local, deben utilizar las herramientas informáticas existentes cumpliendo con los cálculos y normativas de la Construcción Naval y así construir embarcaciones seguras, que con ello salvaguardan la imagen de los profesionales del Área.

4. Debemos unir esfuerzos para tener en ECUADOR un Canal de Pruebas para Modelos de Casco y proceder a dar servicios Locales e Internacionales y con ello constatar nuestros cálculos.

APENDICES

APENDICE A

DISTRIBUCION DE PESOS DE DISEÑO INICIAL

DISTRIBUCION DE PESOS DE DISEÑO INICIAL					32,5 m		
Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	MT (m)	ML (m)	MV (m)
LIGHT SHIP	62,45	16,48	0,000	1,081	0	1027,9	67,50845
ACEITE HIDRAULICO	0,14	30,462	0,000	2,41	0	4,2647	0,3374
AGUAS GRISES	0,29	12,093	0,000	1,129	0	3,507	0,32741
ANCLA BB	0,42	2,092	2,270	3,09	0,9534	0,8786	1,2978
ANCLA EB	0,42	2,092	-2,270	3,09	-0,9534	0,8786	1,2978
ASIENTO	0,03	8,962	0,000	6,86	0	0,2689	0,2058
BALSAS SALVAVIDAS	0,15	12,232	-2,250	8,5	-0,3375	1,8348	1,275
BARON	0,16	31,372	0,000	2,07	0	5,0195	0,3312
BOCIN POPA BB	0,1	30,162	1,750	1,11	0,175	3,0162	0,111
BOCIN POPA EB	0,1	30,162	-1,750	1,11	-0,175	3,0162	0,111
BOCIN PROA BB	0,1	26,622	1,750	1,39	0,175	2,6622	0,139
BOCIN PROA EB	0,1	26,622	-1,750	1,39	-0,175	2,6622	0,139
BOCINES BRONCE CAUCHO 3,5	0,1	31,372	0,000	1,8	0	3,1372	0,18
BOMBAS CIRCUITO DE AGUA DULCE	1	6,762	0,000	2,06	0	6,762	2,06
BOMBAS CIRCUITO DE AGUAS GRISES	0,2	12,093	0,000	1,129	0	2,4186	0,2258
BOMBAS CIRCUITO DE AGUAS NEGRAS	0,2	12,093	0,000	1,129	0	2,4186	0,2258
BOMBAS CIRCUITO DE COMBUSTIBLE	1,2	22,462	0,000	1,99	0	26,954	2,388
BOMBAS CIRCUITO HIDRAULICO	0,2	31,162	0,000	2,5	0	6,2324	0,5
BOTES AB 4 5 M BB	0,13	20,912	1,940	4,27	0,2522	2,7186	0,5551
BOTES AB 4 5 M EB	0,13	20,912	-1,940	4,27	-0,2522	2,7186	0,5551
BOW TRUSTER	1,5	2,892	0,000	1,41	0	4,338	2,115
BRIDAS	1,2	31,372	0,000	1,8	0	37,646	2,16
CABRESTANTE ELECTRICO	0,2	3,562	0,000	4,5	0	0,7124	0,9
CADENAS	0,24	4,462	0,000	2,2	0	1,0709	0,528
CAJONERAS	0,3	13,112	0,000		0	3,9336	0
CATERPILLAR C18 ACERT BB	1,09	23,062	1,805	2,091	1,96745	25,138	2,27919
CATERPILLAR C18 ACERT EB	1,09	23,062	-1,805	2,091	-1,9675	25,138	2,27919
CENTRAL DE AIRE	1,5	5,842	0,000	2,23	0	8,763	3,345
CIRCUITO DE AGUA DULCE	2,24	15,012	0,000	2,25	0	33,627	5,04
CIRCUITO DE AGUAS GRISES	0,67	10,762	0,000	2,73	0	7,2105	1,8291
CIRCUITO DE AGUAS NEGRAS	0,67	10,762	0,000	2,73	0	7,2105	1,8291
CIRCUITO DE COMBUSTIBLE	3,37	23,062	0,000	2,23	0	77,719	7,5151
CIRCUITO HIDRAULICO	1,44	31,162	0,000	2,5	0	44,873	3,6
COCINA	0,4	13,322	2,230	2,3	0,892	5,3288	0,92

DISTRIBUCION DE PESOS EN DISEÑO INICIAL

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	MT (m)	ML (m)	MV (m)
COMBUSTIBLE TK1 BB	3,14	20,902	2,230	2,51	7,0022	65,632	7,8814
COMBUSTIBLE TK1 EB	3,14	20,902	-2,230	2,51	-7,0022	65,632	7,8814
COMBUSTIBLE TK2 BB	2,13	17,302	2,045	1,03	4,35585	36,853	2,1939
COMBUSTIBLE TK2 EB	2,13	17,302	-2,045	1,03	-4,3559	36,853	2,1939
COMBUSTIBLE TK3 BB	1,04	28,552	2,580	3,14	2,6832	29,694	3,2656
COMBUSTIBLE TK3 EB	1,04	28,552	-2,580	3,14	-2,6832	29,694	3,2656
COMEDOR	0,05	17,562	2,050	2,7	0,1025	0,8781	0,135
COMPAS MAGNETICO	0,02	7,942	0,946	6,86	0,01892	0,1588	0,1372
COMPUTADORES DESK	0,07	11,822	0,000	6,97	0	0,8275	0,4879
DESPENSA	1	10,982	1,800	2,87	1,8	10,982	2,67
CAMAROTE CP NRO 1	0,4	11,92	-2,320	2,75	-0,928	4,768	1,1
BAÑOS	0,3	14,7	-2,320	2,75	-0,696	4,41	0,825
CAMAROTE CP NRO2	0,4	17,82	-2,320	2,75	-0,928	7,128	1,1
EJE BB	0,64	26,622	1,750	1,39	1,12	17,038	0,8896
EJE EB	0,64	26,622	-1,750	1,39	-1,12	17,038	0,8896
ENSERES	0,1	12,022	2,230	3,44	0,223	1,2022	0,344
EQUIPOS DE NAVEGACION	0,03	7,772	0,946	6,86	0,02838	0,2332	0,2058
EQUIPOS DE RADIO	0,03	7,942	-0,946	6,86	-0,0284	0,2383	0,2058
FB 40 HP BB	0,08	23,302	1,940	4,27	0,1552	1,8642	0,3416
FB 40 HP EB	0,08	23,302	-1,940	4,27	-0,1552	1,8642	0,3416
FRIGORIFICO	0,8	10,982	0,546	2,67	0,4368	8,7856	2,136
GENERADOR CATERPILLAR C4,4 99 KW BB	1,03	25,732	2,464	2,31	2,53792	26,504	2,3793
GENERADOR CATERPILLAR C4,4 99 KW EB	1,03	25,732	-2,464	2,31	-2,5379	26,504	2,3793
GENERADOR AUXILIAR C4,4 55 KW EB	0,9	25,732	2,000	4,221	1,8	23,159	3,7989
CAMAROTE 3	0,4	8,53	-1,650	4,87	-0,66	3,412	1,948
BAÑOS SUPERESTRUCTURA	0,3	11,05	-1,800	4,87	-0,54	3,315	1,461
CAMAROTE 4	0,4	13,18	-1,850	4,87	-0,74	5,272	1,948
GIRO COMPAS	0,02	7,942	-0,946	6,86	-0,0189	0,1588	0,1372
GRUA T-25500M2 (ESTÁNDAR)	3,03	17,802	0,000	5,9	0	53,94	17,877
HELICES BB	0,19	30,562	1,750	1,06	0,3325	5,8068	0,2014
HELICES EB	0,19	30,562	-1,750	1,06	-0,3325	5,8068	0,2014
MASTIL	0,09	10,71	0,000	10	0	0,9639	0,9
MODULARES	0,08	11,822	0,000	6,97	0	0,9458	0,5576
PALA	0,2	31,372	0,000	1,21	0	6,2744	0,242
RADARES	0,15	7,772	0,940	7,86	0,141	1,1658	1,179
SILLAS	0,05	11,822	0,000	6,97	0	0,5911	0,3485
SUPERESTRUCTURA	10	10,18	0,000	6,46	0	101,8	64,6

DISTRIBUCION DE PESOS EN DISEÑO INICIAL

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	MT (m)	ML (m)	MV (m)
TABLEROS ELECTRICOS / PANELES/CABLEADO/VA RIOS	2,1	24,482	0,000	2,74	0	51,412	5,754
TIMON	0,01	7,942	0,000	6,86	0	0,0794	0,0686
TK AGUA 1 PROA BB	1,43	9,322	2,470	2,66	3,5321	13,33	3,8038
TK AGUA 1 PROA EB	1,43	9,322	-2,470	2,66	-3,5321	13,33	3,8038
TK AGUA 2 PROA BB	1,92	6,432	0,972	1,047	1,86624	12,349	2,01024
TK AGUA 2 PROA EB	1,92	6,432	-0,972	1,047	-1,8662	12,349	2,01024
TK AGUA 3 CENTRAL S,MAQ,	1,49	28,062	0,000	3,14	0	43,302	4,6786
TRASMISION MARINA ZF W650 5,357 BB	0,56	24,183	1,805	1,67	1,0108	13,542	0,9352
TRASMISION MARINA ZF W650 5,357 EB	0,56	24,183	-1,805	1,67	-1,0108	13,542	0,9352
VALVULAS CIRCUITO DE AGUA DULCE	0,6	6,762	0,000	2,06	0	4,0572	1,236
VALVULAS CIRCUITO DE AGUAS GRISES	0,12	12,093	0,000	1,129	0	1,4512	0,13548
VALVULAS CIRCUITO DE AGUAS NEGRAS	0,12	12,093	0,000	1,129	0	1,4512	0,13548
VALVULAS CIRCUITO DE COMBUSTIBLE	0,72	22,462	0,000	1,99	0	16,173	1,4328
VALVULAS CIRCUITO HIDRAULICO	0,12	31,162	0,000	2,5	0	3,7394	0,3
VENTILACION / EXTRACCION	0,35	22,852	0,000	2,89	0	7,9982	1,0115
WINCHE DE POPA + PLUMA	4	28,952	0,000	3,8	0	116,81	15,2
ZINES CAJA DE MAR	0,01	20,452	0,000	0,5	0	0,2045	0,005
ZINES CASCO	0,1	16,062	0,000	2,3	0	1,6062	0,23
Base Maquina EB	8,5						
Base Maquina BB	8,5						
ZINES PALAS	0,01	31,372	0,000	1,21	0	0,3137	0,0121
Total Weight:	153,42		-2,714		0,566	2325,44	296,458
		LCG	15,157 m				
		TCG	0,0037 m				
		VCG	1,932 m				
	Weight	LCG	TCG	VCG	MT	ML	MV
	(MT)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
Peso de Casco y Maquina	153,42	15,157	0,003688	1,932	2325,44	0,5658	296,45788
Consumibles	47,65	17	0	1,78	810,05	0	84,817
Pasajeros	0,975	12	0	5	11,7	0	4,875
	202,05				3147,19	0,5658	386,14988
	Weight	LCG	TCG	VCG			
	(MT)	(m)	(m)	(m)			
	202,05	15,58	0,00	1,91			

APENDICE B

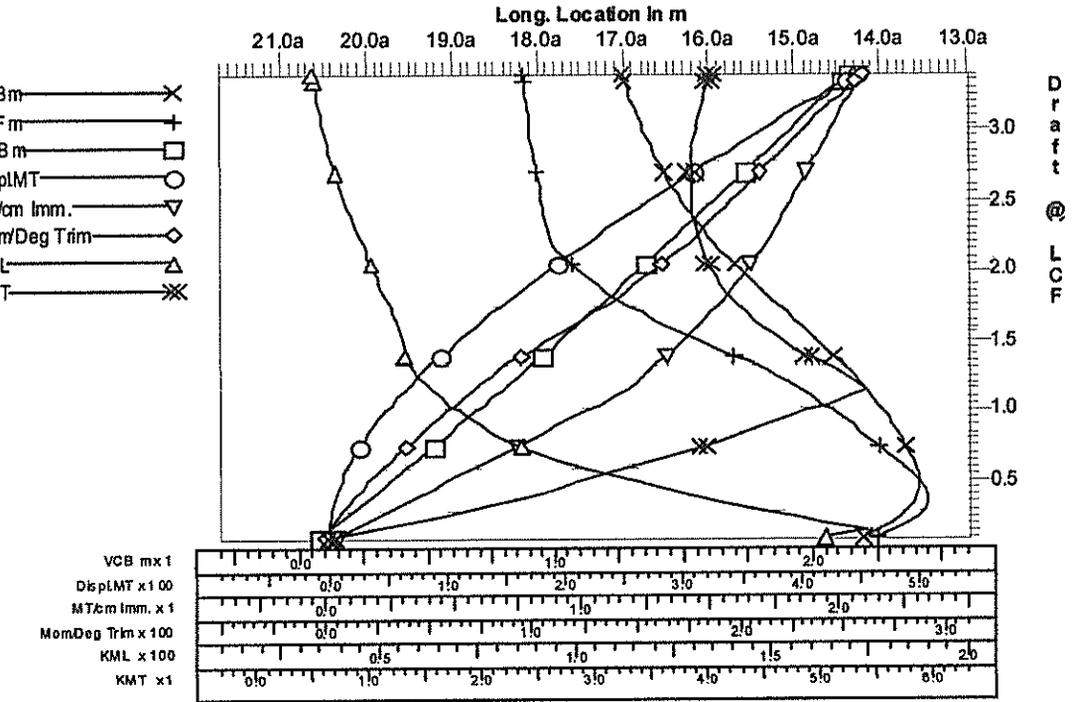
HIDROSTATICAS DE CASCO DISEÑO INICIAL

Hydrostatic Properties

Draft is from Baseline.
No Trim, No heel, VCG = 0.000

LCF Draft (m)	Displ (MT)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPcm (MT/cm)	MTcm (MT-m /deg)	KML (m)	KMT (m)
0.100	0.214	14.205a	0.071	14.057a	0.052	0.612	164.037	0.665
0.150	0.579	14.043a	0.107	13.850a	0.096	1.761	174.163	0.987
0.200	1.175	13.893a	0.142	13.694a	0.143	3.349	163.237	1.292
0.250	2.024	13.776a	0.178	13.560a	0.197	5.529	156.509	1.614
0.300	3.145	13.687a	0.213	13.493a	0.251	6.056	146.737	1.889
0.350	4.536	13.622a	0.248	13.472a	0.305	10.940	138.160	2.140
0.400	6.208	13.585a	0.282	13.469a	0.363	14.152	130.608	2.417
0.450	8.159	13.562a	0.317	13.504a	0.418	17.541	123.168	2.637
0.500	10.392	13.557a	0.351	13.560a	0.474	20.877	115.094	2.882
0.550	12.890	13.565a	0.385	13.646a	0.528	24.212	107.543	3.092
0.600	15.678	13.587a	0.419	13.741a	0.582	27.641	101.001	3.311
0.650	18.728	13.621a	0.453	13.838a	0.637	31.173	95.362	3.523
0.700	22.049	13.662a	0.486	13.936a	0.692	34.820	90.472	3.744
0.750	25.648	13.709a	0.520	14.038a	0.746	38.559	86.131	3.955
0.800	29.515	13.759a	0.553	14.145a	0.800	42.422	82.345	4.139
0.850	33.650	13.813a	0.587	14.252a	0.854	46.482	79.103	4.320
0.900	38.056	13.870a	0.620	14.354a	0.906	50.437	75.925	4.523
0.950	42.735	13.928a	0.654	14.465a	0.961	54.469	73.019	4.701
1.000	47.679	13.990a	0.687	14.574a	1.014	58.591	70.402	4.873
1.050	52.881	14.053a	0.721	14.695a	1.067	62.632	67.853	5.062
1.100	58.350	14.119a	0.754	14.815a	1.120	66.851	65.636	5.254
1.150	64.085	14.187a	0.787	14.943a	1.171	71.141	63.598	5.394
1.200	70.033	14.258a	0.820	15.090a	1.208	75.323	61.617	5.337
1.250	76.155	14.332a	0.853	15.239a	1.241	79.603	59.884	5.238
1.300	82.435	14.407a	0.885	15.392a	1.272	84.115	58.457	5.118
1.350	88.869	14.484a	0.917	15.558a	1.302	88.030	57.384	4.990
1.400	95.457	14.564a	0.949	15.735a	1.332	94.485	56.707	4.884
1.450	102.198	14.648a	0.980	15.927a	1.363	100.552	56.368	4.776
1.500	109.092	14.735a	1.011	16.123a	1.394	106.924	56.151	4.675
1.550	116.132	14.824a	1.043	16.306a	1.422	112.908	55.699	4.578
1.600	123.313	14.918a	1.074	16.481a	1.450	118.598	55.100	4.482
1.650	130.629	15.008a	1.105	16.646a	1.476	124.012	54.388	4.413
1.700	138.079	15.100a	1.135	16.801a	1.502	129.250	53.627	4.342
1.750	145.656	15.182a	1.166	16.946a	1.526	134.321	52.832	4.278
1.800	153.350	15.283a	1.197	17.084a	1.551	139.352	52.061	4.225
1.850	161.161	15.373a	1.227	17.200a	1.573	143.988	51.185	4.185
1.900	169.079	15.462a	1.258	17.314a	1.595	148.565	50.339	4.116
1.950	177.105	15.548a	1.288	17.421a	1.617	153.196	49.556	4.075
2.000	185.243	15.633a	1.318	17.523a	1.639	157.867	48.823	4.041
2.050	193.492	15.716a	1.348	17.615a	1.661	162.471	48.105	4.012
2.100	201.850	15.796a	1.378	17.700a	1.682	167.047	47.412	3.987
2.150	210.312	15.874a	1.409	17.778a	1.703	171.579	46.739	3.965
2.200	218.874	15.950a	1.439	17.840a	1.722	175.892	46.039	3.948
2.250	227.529	16.023a	1.469	17.880a	1.739	179.801	45.273	3.926
2.300	236.285	16.092a	1.498	17.901a	1.755	183.141	44.409	3.906
2.350	245.077	16.157a	1.528	17.917a	1.770	186.455	43.586	3.890
2.400	253.965	16.219a	1.558	17.932a	1.785	189.785	42.812	3.878
2.450	262.929	16.277a	1.587	17.948a	1.800	193.130	42.081	3.868
2.500	271.970	16.333a	1.617	17.963a	1.815	196.491	41.390	3.861
2.550	281.088	16.386a	1.646	17.977a	1.831	199.870	40.736	3.857
2.600	290.282	16.436a	1.676	17.992a	1.848	203.264	40.116	3.854
2.650	299.552	16.485a	1.705	18.006a	1.861	206.674	39.527	3.854
2.700	308.900	16.531a	1.735	18.019a	1.876	210.100	38.966	3.856
2.750	318.324	16.575a	1.764	18.033a	1.892	213.543	38.432	3.860
2.800	327.825	16.617a	1.793	18.046a	1.907	217.003	37.923	3.866
2.850	337.404	16.657a	1.823	18.058a	1.922	220.480	37.437	3.873
2.900	347.059	16.696a	1.852	18.071a	1.937	223.973	36.972	3.882
2.950	356.789	16.734a	1.881	18.086a	1.952	227.270	36.493	3.892
3.000	366.589	16.770a	1.911	18.098a	1.968	230.784	36.067	3.904
3.050	376.468	16.805a	1.940	18.110a	1.983	234.315	35.658	3.916

Hydrostatic Properties at Trim = 0.00, Heel = 0.00



APENDICE C

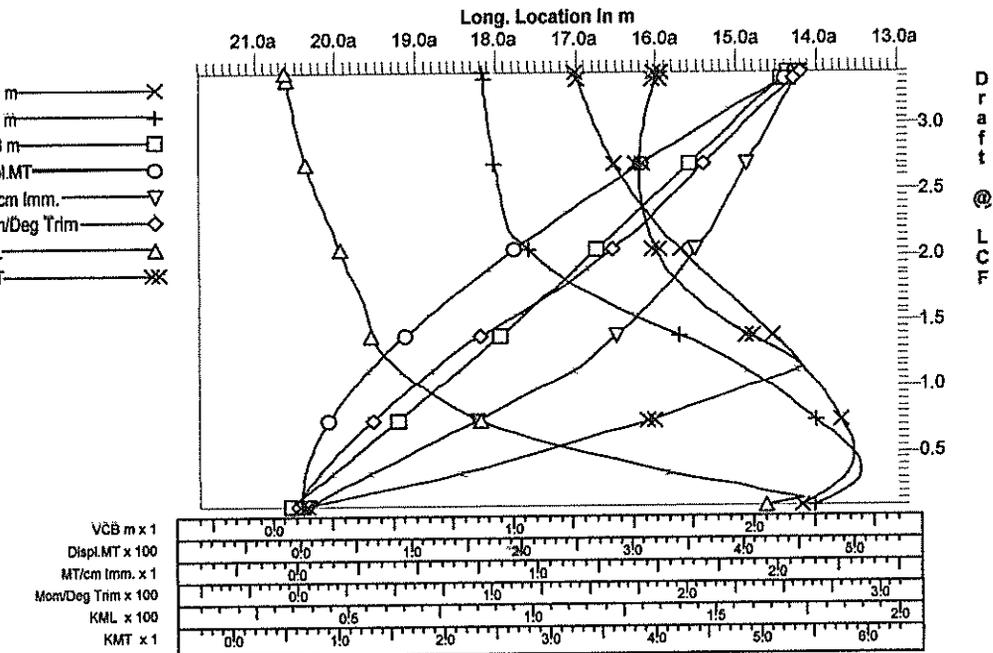
HIDROSTATICAS DE CASCO REDISEÑADO

Hydrostatic Properties

from Baseline.

Trim, No heel, VCG = 0.000

Hydrostatic Properties at Trim = 0.00, Heel = 0.00



Hydrostatic Properties

LCF Draft (m)	Displ (MT)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPcm (MT/cm)	MTcm (MT-m/deg)	KML (m)	KMT (m)
0.100	0.214	14.205a	0.071	14.057a	0.052	0.812	164.037	0.655
0.150	0.579	14.043a	0.107	13.850a	0.096	1.761	174.163	0.987
0.200	1.175	13.893a	0.142	13.694a	0.143	3.349	163.237	1.292
0.250	2.024	13.776a	0.178	13.560a	0.197	5.529	156.509	1.614
0.300	3.145	13.687a	0.213	13.493a	0.251	8.058	146.737	1.889
0.350	4.536	13.622a	0.248	13.472a	0.305	10.940	138.160	2.140
0.400	6.208	13.585a	0.282	13.469a	0.363	14.152	130.608	2.417
0.450	8.159	13.562a	0.317	13.504a	0.418	17.541	123.168	2.637
0.500	10.392	13.557a	0.351	13.560a	0.474	20.877	115.094	2.882
0.550	12.898	13.565a	0.385	13.646a	0.528	24.212	107.543	3.092
0.600	15.678	13.587a	0.419	13.741a	0.582	27.641	101.001	3.219
0.650	18.728	13.621a	0.453	13.838a	0.637	31.173	95.362	3.523
0.700	22.049	13.662a	0.486	13.936a	0.692	34.820	90.472	3.744
0.750	25.648	13.709a	0.520	14.038a	0.746	38.559	86.131	3.955
0.800	29.515	13.759a	0.553	14.145a	0.800	42.422	82.345	4.139
0.850	33.650	13.813a	0.587	14.252a	0.854	46.462	79.103	4.320
0.900	38.058	13.870a	0.620	14.354a	0.908	50.437	75.925	4.523
0.950	42.735	13.928a	0.654	14.465a	0.961	54.468	73.019	4.701
1.000	47.879	13.990a	0.687	14.574a	1.014	58.591	70.402	4.873
1.050	52.881	14.053a	0.721	14.695a	1.067	62.632	67.853	5.062
1.100	58.350	14.119a	0.754	14.815a	1.120	66.851	65.636	5.254
1.150	64.085	14.187a	0.787	14.943a	1.171	71.141	63.598	5.394
1.200	70.033	14.258a	0.820	15.090a	1.208	75.323	61.617	5.537
1.250	76.155	14.332a	0.853	15.239a	1.241	79.603	59.884	5.238
1.300	82.435	14.407a	0.885	15.392a	1.272	84.115	58.457	5.118
1.350	88.869	14.484a	0.917	15.558a	1.302	89.030	57.394	4.999
1.400	95.457	14.564a	0.949	15.735a	1.332	94.485	56.707	4.884
1.450	102.198	14.648a	0.980	15.927a	1.363	100.552	56.368	4.776
1.500	109.092	14.735a	1.011	16.123a	1.394	106.824	56.161	4.675
1.550	116.132	14.824a	1.043	16.306a	1.422	112.908	55.699	4.678
1.600	123.313	14.916a	1.074	16.481a	1.450	118.598	55.100	4.492
1.650	130.629	15.008a	1.105	16.646a	1.476	124.012	54.388	4.413
1.700	138.079	15.100a	1.135	16.801a	1.502	129.250	53.627	4.342
1.750	145.656	15.192a	1.166	16.946a	1.526	134.321	52.832	4.278
1.800	153.350	15.283a	1.197	17.084a	1.551	139.352	52.061	4.225
1.850	161.161	15.373a	1.227	17.200a	1.573	143.988	51.185	4.165
1.900	169.079	15.462a	1.258	17.314a	1.595	148.565	50.339	4.116
1.950	177.105	15.548a	1.288	17.421a	1.617	153.196	49.556	4.075
2.000	185.243	15.633a	1.318	17.523a	1.639	157.867	48.823	4.041
2.050	193.492	15.716a	1.348	17.615a	1.661	162.471	48.105	4.012
2.100	201.850	15.796a	1.378	17.700a	1.682	167.047	47.412	3.987
2.150	210.312	15.874a	1.409	17.776a	1.703	171.579	46.739	3.965
2.200	218.874	15.950a	1.439	17.840a	1.722	175.892	46.039	3.946
2.250	227.529	16.023a	1.469	17.880a	1.739	179.801	45.273	3.926
2.300	236.265	16.092a	1.498	17.901a	1.755	183.141	44.409	3.906
2.350	245.077	16.157a	1.526	17.917a	1.770	186.455	43.566	3.890
2.400	253.965	16.219a	1.555	17.932a	1.785	189.785	42.812	3.878
2.450	262.929	16.277a	1.587	17.948a	1.800	193.130	42.081	3.868
2.500	271.970	16.333a	1.617	17.963a	1.815	196.491	41.390	3.861
2.550	281.088	16.386a	1.646	17.977a	1.831	199.870	40.736	3.857
2.600	290.282	16.436a	1.676	17.992a	1.846	203.284	40.116	3.854
2.650	299.552	16.485a	1.705	18.006a	1.861	206.674	39.527	3.854
2.700	308.900	16.531a	1.735	18.019a	1.876	210.100	38.966	3.856
2.750	318.324	16.575a	1.764	18.033a	1.892	213.543	38.432	3.860
2.800	327.825	16.617a	1.793	18.048a	1.907	217.003	37.923	3.866
2.850	337.404	16.657a	1.823	18.058a	1.922	220.480	37.437	3.873
2.900	347.059	16.696a	1.852	18.071a	1.937	223.973	36.972	3.882
2.950	356.789	16.734a	1.881	18.086a	1.952	227.270	36.493	3.892
3.000	366.589	16.770a	1.911	18.098a	1.968	230.784	36.067	3.904
3.050	376.466	16.805a	1.940	18.110a	1.983	234.315	35.656	3.916
3.100	386.420	16.839a	1.969	18.122a	1.998	237.862	35.265	3.930
3.150	396.450	16.871a	1.998	18.133a	2.014	241.427	34.888	3.946
3.200	406.558	16.903a	2.028	18.144a	2.029	245.010	34.526	3.962
3.250	416.743	16.933a	2.057	18.154a	2.045	248.611	34.177	3.979
3.300	427.005	16.963a	2.086	18.165a	2.060	252.230	33.841	3.997

APENDICE D

CALCULO DE ESTRUCTURAS DE CASCO

CALCULO DE ESCANTILLONADO DE LANCHA MULTIPROPOSITO

LONGITUD TOTAL DE CUADERNA(COSTADO +FONDO)/LONGITUD MENOR(PUEDE SER DE COSTADO O FONDO) PARA HALLAR K EN MAMPARO
 000/32000 MAMPAROS, del esfuerzo de cedencia
 depende del valor de alfa si es mayor o menor a 2
 una constante que depende si es o no de colision

CONVERSIÓN valor dado en mm
 5,661 h
 1,23 t

L= 30 m
 B= 8 m
 P= 3,5 m
 s= 750 mm
 Df= 1,5 m

DESCRIPCION	FORMULAS	t mm	MS cm ³	AREA cm ²	h(dado) m	w(hallado) mm	C1	K1	S	I m	q N/mm ²
ALA	t=0.625L+12.5 mm h=1.46*L+100 mm	31,25				143,80					
ALA DE QUILLA SECCION MEDIA	A=0.168L ^{3/2} -8 cm ² t=0.063L+5 mm	6,89		19,61							
ALA DE QUILLA AL FINAL	A=0.127*L ^{3/2} -1 cm ² t=0.85*C18 mm	5,86		19,87							
	t=0.625L+6.35 mm h=1.25*L+90 mm	25,10				127,50					
ASTE	t=0.73L+10 mm h=1.283*L+87.4 mm	31,90				125,89					
REFORZOS DEL PLANCHAJE											
CHAJE DEL FONDO	t=s*(P) ^{1/2} /254+2.5	8,02									
CHAJE DEL COSTADO	t=s*(P) ^{1/2} /268+2.5	7,74									
CHAJE DE LA CUBIERTA	t=s*(P) ^{1/2} /254+2.54	6,16			1,50						
REFORZOS DE CUADERNAS											
CUADERNA FONDO	SM=7.8*c*h*s ^{1/2}		168,69		3,52		0,80		0,75	3,20	
CUADERNA TRANSVERSAL COSTADO	SM=7.8*c*h*s ^{1/2}		63,95		1,50		0,92		0,75	2,82	
REFORZOS DE FONDO											
REFORZOS LONGITUDINALES FONDO (vagrás)			36,54		3,46		0,92		1,14	1,14	
REFORZOS LONGITUDINALES COSTADO	SM=7.8*c*h*s ^{1/2}		10,54		1,79		0,80		0,78	1,10	
REFORZOS DE LA CUBIERTA											
REFORZOS Y REFUERZOS DE CUBIERTA	h=0.02*L+0.46 m		37,49		1,06		0,60		0,61	3,52	
			11,92		1,06		0,70		8,24	0,50	
REFORZOS DE LOS ESTANCOS											
REFORZOS DE ESTANCOS, ESPESOR NORMALES	t=sk(qh) ^{1/2} /c+1.5 mm	5,68			2,16		290,00	1,00	800,00		1,06
REFORZOS DE ESTANCOS, ESPESOR COLISION	t=sk(qh) ^{1/2} /c+1.5 mm	5,08			2,16		254,00	1,00	600,00		1,06
REFORZOS VERTICALES			28,75		1,50		0,30		0,80	3,20	
REFORZOS HORIZONTALES			5,84		1,50		1,00		0,78	0,80	

DESCRIPCION	ESPEJOR CALCULADO(mm)
QUILLA	31,25
RODA	25,10
CODASTE	31,90
PLANCHAJE DEL FONDO	8,02
PLANCHAJE DELCOSTADO	6,00
PLANCHAJE DE CUBIERTA	5,45
PLANCHAS, ESPEJOR NORMALES para mamparo	5,68
PLANCHAS, ESPEJOR COLISION para mamparo	5,08

Part 3 Hull Construction and Equipment
Chapter 1 General
Section 2 General Requirements

3-1-2

**TABLE 3
Brackets**

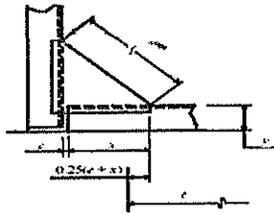
Metric

Length of Face <i>l</i> , mm	Thickness, mm		Width of Flange, mm
	Thin	Flanged	
Not exceeding 400	5.0		
Over 400 to 225	6.5	5.0	30
Over 225 to 600	7.0	6.5	50
Over 600 to 915	9.5	8.0	65
Over 915 to 1370	11.0	9.5	75

Inch

Length of Face <i>l</i> , in	Thickness, mm		Width of Flange, in
	Thin	Flanged	
Not exceeding 12	7/16		
Over 12 to 18	1/4	3/16	1 1/2
Over 18 to 24	5/16	1/4	2
Over 24 to 36	3/8	5/16	2 1/2
Over 36 to 54	7/16	3/8	3

**FIGURE 1
Bracket**



BRACKETS STELL

$x = 1,4y + 30 \text{ mm}$

$x = 1,4y + 1,2 \text{ in}$

y alto del refuerzo en mm o en pulg

x longitud sobrepuesta en el refuerzo del bracket o escuadra

Datos de entrada

y	100	mm
---	-----	----

x=	170
----	-----

Planchaje de Quilla

El planchaje de la traca de quilla no debeseer menor que el espesor del fondo a lo largo de toda embarcacion

RODA

$t = 0,0625L + 12,5 \text{ mm}$

$w = 1,25L + 90$

Datos de entrada

L	32,5	m			
t=	32,8125	mm	w=	130,625	mm

Escogido

w/t no debe ser mayor 5.5

t 38 mm

w= 200 mm

w/t 5,26315789

FIGURE 2
Round Bottom Floors with Deadrise

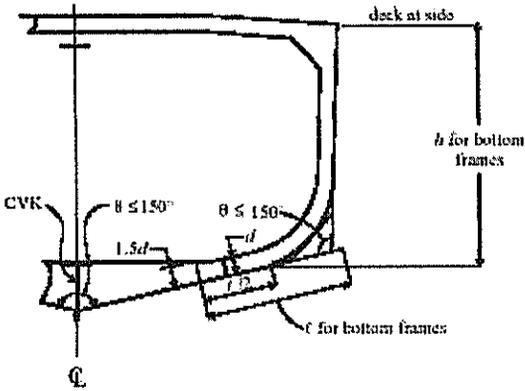
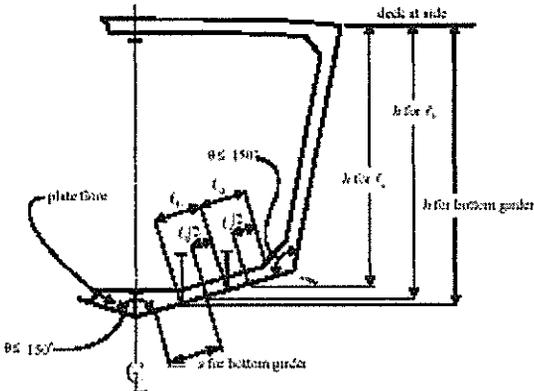


FIGURE 3
Transverse Bottom Frames with Longitudinal Side Girders



APENDICE E

CALCULO DE DIAMETRO DEL EJE PROPULSOR

part 4 chapter 3 section 1 item 7

diámetro del eje

$$D = 100k \left(\frac{H}{R} \right) \left(\frac{C1}{u+C2} \right)^{1/3}$$

C1 560 para buques 45,7 m en eslora o mayor

472,5 buques entre 20m y 45 m el material del eje es grado 2 y protegido

540 entre 20m y 45,7 para todo material sin protección grado 2

416,4 para buques bajo 20 metros

c2 160

D DIAMETRO DE EJE EXCEPTO EJES HUECOS

K FACTOR DE DISEÑO VER TABLAS 4-3-1 TABLA 1 Y 2

H POTENCIA DE LA MAQUINA EN VELOCIDAD

R RPM

U MÍNIMO ESFUERZO PERMISIBLE

415 N/m² EJE CARBÓN Y ACERO INOXIDABLE LUBRICADO CON AGUA SALADA

600 N/m² EJE CARBÓN ACERO INOXIDABLE LUBRICADO CON ACEITE

930 N/m² PARA EJES EN OTROS MATERIALES Y PARA OTRAS SECCIONES DE EJES

En general el esfuerzo debe estar entre 400 y 930 N/m²

c1	472,5	
c2	160	
k	0,95	
H	550	kw
R	478,359909	RPM
U	415	EJE ACERO LUBRICADO POR AGUA SALADA
D=	93,2189556	mm
D=	3,67003762	PULGADAS

Part 3 Chapter 2 section 10 ABS

strut

Arbotantes en V y en l

Inercia arbotantes en V

$$I = 0,0044 \cdot d^4$$

d diametro del eje de cola

$$d = 101,6 \text{ mm}$$

I=	468843,0778	mm ⁴
----	-------------	-----------------

Modulo Seccional arbotantes en V

$$SM = 0,024 \cdot d^3$$

SM=	2,72496E+14	mm ³
-----	-------------	-----------------

LONGITUD DEL STRUT 10,6*d

La longitud del arbotante no debe exceder 10,6 veces el d del eje de cola

$$L = 1076,96 \text{ mm}$$

part 4 chapter 3 section 1 item 13

Longitud del bearing

No debe ser menor que 4 veces el diametro del eje

$$LB = 372,875822 \text{ mm}$$

$$LB = 14,6801505 \text{ pulgadas}$$

part 4 chapter 3 section 1 item 11

Espesor del bearing

$$t = T/25 + 5,1$$

T=	diámetro del eje
----	------------------

T=	93,2189556	mm
----	------------	----

t=	8,82875822	mm
----	------------	----

t=	0,34758891	pulgada
----	------------	---------

espesor del bearing

APENDICE F

CALCULO DEL SISTEMA DE GOBIERNO

Part 3 section 5 ABS

Rudders

Material del Timon y Mecha del Timon

Rudder and rudder stock

$$K = (N_y / Y) e$$

n_y 235 N/mm²

Y Mínimo del ultimo esfuerzo permisible del material
pero no debese considerado mayor que 0,7U o 450 N/mm²

U Mínimo esfuerzo de tension del material usado

e 1 para Y menor que 235 N/mm² y 0.75 para Y Mayor 235 N/mm²

Datos de Entrada

$N_y =$ 235

$Y =$ 450

$e =$ 0,75

Calculos

$k =$ 0,61431555

part 3 chapter 2 section 11/ 3

FUERZA DEL TIMON

CR

Cr	Fuerza del timon
n	0,132
Kr	$(b^2/At + 2)/3$ pero no mayor que 1,33
b	altura media del area del timon, en metros (pies), como se veen figura 3-2-14,
At	Suma de las areas de la pala del timon, como se ilustra figura 3-2-14
A	Area proyectada de la pala como lo ilustra la figura 3-2-14
Ke	coeficiente dependiente de seccion de la pala segun tabla 1A y 1B
kf	coeficiente especificada en 3-2-14/ tabla 2
Vr	velocidad de la embarcacion en nudos Para condicon de cabeceo Vr=Vd o Vmin Para condicon de asentado (apopado) Vr = Vd o 0,5Vd o 0,5Vmin
Vd	Velocidad de diseño, en nudos con embarcion corriendo cabeceo en maximo rango continuo de rpm del eje y linea de agua de verano
Va	Velocidad maxima asentado, en nudos
Vmin	$(Vd+20)/3$

Datos de entrada

Vr	12	nudos
Vd	10	nudos
A	0,234804	m
At	0,77722	m
Vmin	10	nudos
b	1,393	m
n	0,132	

Calculos

$$Kr = (b^2(At+2)/3)$$

Kr	1,79635126	
Kc	1	3-2-14 tabla 1
kf	1,1	3-2-14 tabla 2
Cr	$n(Kr)(kc)(A)(Vr^2)$	
Cr	37,5595492	KN

ño del torque del timon para el escantillonado

Pala del Timon

$QR=CR(r)$

QR Torque de timon

CR Fuerza del timon calculado con 3-2-11/3

r α (α -Af/A) (pero no menor que 0,1 para condicon de cabeceo

c Ancho medio del area del timon en m (ft) según figura 3-2-11/figure 1

α 0,33 cabeceo 0,66 asentado

Af Area de pala del timon situadao a proa de linea central de la mecha del timon e como se define en 3-2-11/3

Af	0,234804	m2
A	0,77722	m2
α	0,66	
r	0,23620904	

QR	8,87190515	KN
----	------------	----

os de Entrada

CE	D	54	PULGADAS	D	54	PULGADAS
CULO						
CE	R	27	PULGADAS	R	27	PULGADAS
CE	0,7R	18,9	pulgadas	0,85R	22,95	pulgadas
		480,06	mm		582,93	mm
	ANCHO DE P.	836,957361	mm	ANCHO DE P.	1016,30537	mm

c=	926,631364	mm
b=	52,92	pulgadas
b=	1344,168	mm

$$S = N(Qr * Ks)^{1/3}$$

S **Diametro requerido para mecha del timon superior**

N	42
QR	8,87190515 KN
KS	0,61431555

S=	73,9126473 mm	diametro requerido
S=	2,90994674 Pulgadas	

Cr	Fuerza del timon
n	0,132
Kr	$(b^2/At + 2)/3$ pero no mayor que 1,33
b	altura media del area del timon, en metros (pies), como se veen figura 3-2-14/f
At	Suma de las areas de la pala del timon, como se ilustra figura 3-2-14
A	Area proyectada de la pala como lo ilustra la figura 3-2-14
Ke	coeficiente dependiente de seccion de la pala segunlatabla 1A y 1B
kf	coeficiente especificada en 3-2-14/ tabla 2
Vr	velocidad de la embarcacion en nudos Para condicon de cabeceo Vr=Vd o Vmin Para condicon de asentado (apopado) Vr = Vd o 0,5Vd o 0,5Vmin
Vd	Velocidad de diseño, en nudoscon embarcion corriendo cabeceo en maximo rango continuo de rpm del eje y linea de agua de verano
Va	Velocidad maxima asentado, en nudos
Vmin	$(Vd+20)/3$

Datos de entrada

Vr	12	nudos
Vd	10	nudos
A	0,234804	m
At	0,77722	m
Vmin	10	nudos
b	1,393	m
n	0,132	

Cálculos

$$Kr = (b^2(At+2))/3$$

Kr	1,79635126
Kc	1
kf	1,1
Cr	$n(Kr)(kc)(A)(Vr^2)$
Cr	37,5595492 KN

3-2-14tabla 1

3-2-14tabla 2

Espesor de la pala de timon simple

tb espesor de la pala

s espaciamento de refuerzos; no debe exceder 1000 mm

Vr Velocidad de la embarcacion en nudos

$$tb = 0,0015(s)(Vr) + 2.5mm$$

$$tb = 0,0015(s)(Vr) + 0.1pulg$$

Datos de Entrada

s	750	Vr	12
---	-----	----	----

tb	13,5	mm	Calculado
----	------	----	-----------

Escogido

15,875 mm

5/8"

zoz del timon

Arms

El espesor no debes ser menor que el espesor de la pala

Modulo seccional

Distancia horizontal medida desde la popa del timon hasta la linea central del timon en metros (Pies)

1.0 ESFUERZO ORDINARIO para casco de acero, sino como define 3-2-1/5.5 para esfuerzos elevados en planchas de acero

$$SM = 0,0005(s)(C1)^2(Vr)^2(Q)$$

Datos de Entrada

C1	0,45	m	s	750	mm
Q	1				
Vr	12	nudos			

$$SM = 10,935 \text{ cm}^3$$

APENDICE G

CALCULO DEL SISTEMA DE FONDEO

$NE = K \cdot DESP \cdot 2/3 + m \cdot b \cdot h + n \cdot A$			
Desplazamiento=	225 Tons		
k=	1		
m=	2		
b=	8 m		
n=	0,1		
h=	5,6		
a=	Francobordo		
a=	1,2 m		
A=	Area del perfil de la superestructura del casco		
A=	26,38 m ²	RELACION	0,2041303
NE=	129,231181		
De acuerdo a la tabla 3/22.1 de ABS 2006			
El ancla escogida es			
NE	130		140
cantidad	2		2
masa	340 kg		390 kg

NUMERO DE EQUIPO	ABS		
	Cantidad	Peso	Unidad
		132,754715	
Ancla	2	390	kg
Cadena	2		m
Cable			
Pala			

APENDICE H

CALCULO DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE

LANCHA MULTIPROPOSITO OCEANOGRAFICA E HIDROGRAFICA			
Calculo de Potencia de Bomba TRASVASIJE DE COMBUSTIBLE			
Longitud de Tuberia			
Cantidad de Puntos de Descarga	3		
Cubierta Principal	1	3,5	m
Cubierta Superior	1	5	m
Cañño de Capitan cubierta Superior	1	7	m
AUDAL NECESARIO			
Audal en cada Tuberia	30	GPM	
Cantidad de Tuberia Requerida	1		
Audal en Cada Manguera x			
Cantidad de Manguera requerida	30	GPM	0,0018925 m3/seg
ALTURA DINAMICA O CARGA DE BOMBA			
Presion de Salida de Tuberia	75	PSI	517841,94 N/m2
Velocidad de Flujo de Agua a la salida de la Tuberia			
Altura de Descarga respecto a la bomba	1	m	
Presion en nivel Toma de Fondo	0	PSI	0,00 N/m2
Velocidad del agua en la toma de fondo	0	m/seg	
Altura de toma de fondo respecto de la bomba	0,5	m	
Densidad del Combustible	0,87	g/cm3	870 kg/m3
Viscosidad	9,8	m/seg2	
CALCULO DE LA VELOCIDAD A LA SALIDA DEL PUNTO			
Audal			0,0018925 m3/seg
Velocidad a la salida de manguera			
Area de seccion de Tuberia			
Diametro de Tuberia	1	pulg	0,0254 m
A=	0,7854	pulg2	0,0005067 m2
V2 =	3,73	m/seg	
CALCULO DE NUMERO DE REYNOLDS			
Numero de Reynolds			
Diametro interior de la Tuberia	1	pulg	0,0254 m
Velocidad del agua de la amanguera			3,73 m/seg
Densidad			0,001 cp
Densidad del Combustible	0,87	g/cm3	870 kg/m3
NRE=	82533,798		
Diametro de Tuberia(mm)		Rugosidad Absoluta (mm)	Rugosidad Relativa
25,4	0,1		0,003937
Rugosidad relativa tuberia 1,5 pulgadas cero	0,003937		
Coeficiente de friccion dearcy-Weisbach para Reynolds <100000			
Coeficiente de friccion del Nomograma	0,0186672		
f = 0,3164 * Re^-0,25	0,0186672		

CALCULO DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE

LONGITUD EQUIVALENTE

Leq Longitud equivalente

Ltuberia Longitud lineal de Tuberias

Leq accesorios Longitud equivalente de accesorios

n cantidad de accesorios

	6	
Ltuberia=	7	m
Leq 1 accesorio = Ltuberia*D=	0,1778	m
Leq total accesorios =	1,0668	m
Leq	8,0668	m
hftotal=	4,2193713	m

$H_f = f \cdot Leq \cdot V^2 / (2 \cdot D \cdot g)$

$HB = h_{ftotal} + P_2 + V^2 / 2 \rho g + Z_2 - P_1 - V^2 / 2 \rho g - Z_1$

HB= 66,17

m

LANCHA MULTIPROPOSITO OCEANOGRAFICA E HIDROGRAFICA

Calculo de Potencia de Bomba TRASVASIJE DE COMBUSTIBLE

POTENCIA

$hb \cdot \rho \cdot G \cdot Q$

POTENCIA

1,433089951 hp

85%

1,685988177 hp

Motor trifasico 1,3*Potencia real	2,1917846	hp
Motor trifasico 1,5*Potencia real	2,5289823	hp
Potencia de la Bomba a Instalar - Motor Trifasico	2	HP
Potencia de la Bomba a Instalar- Motor Monofasico	3	HP

ELABORADO POR: HUGO JAMA AVEIGA

APENDICE I

CALCULO DEL SISTEMA DE AGUA DULCE

LANCHA MULTIPROPOSITO OCEANOGRAFICA E HIDROGRAFICA

Calculo de Potencia de Bomba Agua

Dulce	Longitud de Tuberia	
Cantidad de Puntos de Descarga	2	
Cubierta Principal	1	3,713 m
Cubierta Superior	1	30 m

CAUDAL NECESARIO

Caudal en cada Tuberia	30	GPM
Cantidad de Manguera Tuberia	1	

Caudal en Cada Tuberia x Cantidad de Tuberia Requerida 30 GPM 0,0018925 m3/seg

ALTURA DINAMICA O CARGA DE BOMBA

P2	Presion de Salida de Tuberia	75	PSI	517841,94	N/m2
V2	Velocidad de Flujo de Agua a la salida de la Tuberia				
Z2	Altura de Descarga respecto a la bomba	9	m		
P1	Presion en nivel Toma de Fondo	0	PSI	0,00	N/m2
V1	Velocidad del agua en la toma de fondo	0	m/seg		
Z1	Altura de toma de fondo respecto de la Bomba	-0,638	m		
p	Densidad del Agua	1	g/cm3	1000	kg/m3
g	Gravedad	9,8	m/seg2		

CALCULO DE LA VELOCIDAD A LA SALIDA DEL PUNTO

Q Caudal 0,0018925 m3/seg

V2 Velocidad a la salida de manguera

A Area de seccion de Tuberia

D Diametro de Tuberia	1	pulg	0,0254	m
A=	0,7854	putg2	0,0005067	m2
V2 =	3,73	m/seg		

CALCULO DE NUMERO DE REYNOLDS

NRE Numero de Reynolds

D Diametro interior de la Tuberia	1	pulg	0,0254	m
V2 Velocidad del agua de la amanguera			3,73	m/seg
μ Viscosidad			0,001	cp
p Densidad del Agua	1	g/cm3	1000	kg/m3

NRE= 94866,434

Diametro de Tuberia(mm)	Rugosidad Absoluta (mm)	Rugosidad Relativa
38,1	0,0015	3,94E-05

E/D Rugosidad relativa tuberia 1,5 pulgadas PVC 3,937E-05

Darcy-Welsbach para Reynolds <100000

f Coeficiente de friccion del Nomograma 0,0180284
 $f = 0,3164 * Re^{-0,25}$ 0,0180284

CALCULO DEL SISTEMA DE AGUA DULCE

LONGITUD EQUIVALENTE

Leq Longitud equivalente
Ltuberia Longitud lineal de Tuberias
Leq total Longitud equivalente de accesorios
n cantidad de accesorios

	10
Ltuberia=	30 m
Leq 1 accesorio = Ltuberia*D=	0,762 m
Leq total accesorios =	7,62 m
Leq	37,62 m
hftotal=	19,004001 m

$$H_f = f \cdot Leq \cdot V^2 / (2 \cdot D \cdot g)$$

$$HB = h_{ftotal} + P_2 + V^2 / pg + Z_2 - P_1 - V^2 / pg - Z_1$$

$$HB = 82,19$$

m

LANCHA MULTIPROPOSITO OCEANOGRAFICA E HIDROGRAFICA

Calculo de Potencia de Bomba Agua Dulce

POTENCIA

Potencia	$hb \cdot \rho \cdot G \cdot Q$		
	1524,429021	Joule/seg	Wattios
	2,04621345		hp
	85%		
	2,407309942		hp

Motor trifasico 1,3*Potencia real	3,1295029	hp
Motor trifasico 1,5*Potencia real	3,6109649	hp
Potencia de la Bomba a Instalar - Motor Trifasico	3	HP
Potencia de la Bomba a Instalar - Motor Monofasico	4	HP

ELABORADO POR: HUGO JAMA AVEIGA

CALCULO DEL SISTEMA DE SANITARIO

LONGITUD EQUIVALENTE

Leq Longitud equivalente

Ltuberia Longitud lineal de Tuberias

Leq Total Longitud equivalente de accesorios

n cantidad de accesorios

	10	
Ltuberia=	30	m
Leq 1 accesorio =		
Ltuberia*D=	1,524	m
Leq total accesorios		
=	15,24	m
Leq	45,24	m
hftotal=	0,8440641	m

$$Hf = f \cdot Leq \cdot V^2 / (2 \cdot D \cdot g)$$

$$HB = hftotal + P2 + V^2 / \rho g + Z2 - P1 - V^2 / \rho g - Z1$$

$$HB = 48,93$$

m

LANCHA MULTIPROPOSITO OCEANOGRAFICA E HIDROGRAFICA

Calculo de Potencia de Bomba Sanitario

POTENCIA

teorica $hb \cdot \rho \cdot G \cdot Q$

	930,176	Joule/seg Wattios
--	---------	-------------------

POTENCIA

teorica $1,248558389$ hp

eficiencia 85%

potencia real $1,468892223$ hp

Motor trifasico 1,3*Potencia real	1,9095599	hp
-----------------------------------	-----------	----

Motor trifasico 1,5*Potencia real	2,2033383	hp
-----------------------------------	-----------	----

Potencia de la Bomba a Instalar - Motor Trifasico	2	HP
Potencia de la Bomba a Instalar - Motor Monofasico	2	HP

ELABORADO POR: HUGO JAMA AVEIGA

APENDICE K

CALCULO DEL SISTEMA ACHIQUE Y CONTRAINCENDIO

LANCHA MULTIPROPOSITO OCEANOGRAFICA E HIDROGRAFICA			
Calculo de Potencia de Bomba			
CONTRAINCENDIO		Longitud de Tuberia	
Cantidad de Puntos de Descarga	3		
Cubierta Principal	1	12	m
Cubierta Superior	1	22	m
Baño de Capitan cubierta Superior	1	26,5	m
CAUDAL NECESARIO			
Caudal en cada Manguera	125	GPM	
Cantidad de Manguera Requerida	1		
Caudal en Cada Manguera x			
Cantidad de Manguera requerida	125	GPM	0,0078854
ALTURA DINAMICA O CARGA DE BOMBA			
Presion de Salida de Manguera	75	PSI	517841,94
Velocidad de Flujo de Agua a la salida de la Manguera			
Altura de Descarga respecto a la bomba	5,5	m	
Presion en nivel Toma de Fondo	0	PSI	0,00
Velocidad del agua en la toma de fondo	0	m/seg	
Altura de toma de fondo respecto de la Bomba	-1	m	
Densidad del Agua	1,025	g/cm3	1025
Gravedad	9,8	m/seg ²	
CALCULO DE LA VELOCIDAD A LA SALIDA DEL PUNTO			
Caudal			0,0078854
Velocidad a la salida de manguera			0,0078854
Area de seccion de Tuberia			
Diametro de Tuberia	2,5	pulg	0,0635
	A= 4,90875	pulg ²	0,0031669
	V2 = 2,49	m/seg	
CALCULO DE NUMERO DE REYNOLDS			
Numero de Reynolds			
Diametro interior de la Tuberia	2,5	pulg	0,0635
Velocidad del agua de la amanguera			2,49
Viscosidad			0,001
Densidad del Agua	1,025	g/cm3	1025
	NRE= 162063,49		
Diametro de Tuberia(mm)		Rugosidad Absoluta (mm)	Rugosidad Relativa
63,5	0,1	0,001575	
Rugosidad relativa tuberia 2,5 pulgadas acero	0,0015748		
Darcy-Weisbach para Reynolds <100000			
Coficiente de friccion del Nomograma	0,0157694		
f = 0,3164 * Re ^{-0,25}	0,0157694		

CALCULO DEL SISTEMA ACHIQUE Y CONTRAINCENDIO

LONGITUD EQUIVALENTE

Leq Longitud equivalente

Ltuberia Longitud lineal de Tuberias

Leq Total Longitud equivalente de accesorios

n cantidad de accesorios

	10	
Ltuberia =	26,5	m
Leq 1 accesorio = Ltuberia*D =	1,68275	m
Leq total accesorios =	16,8275	m
Leq	43,3275	m
hftotal =	3,4034879	m

$$H_f = f \cdot Leq \cdot V^2 / (2 \cdot D \cdot g)$$

$$HB = h_{ftotal} + P_2 + V^2 / 2g + Z_2 - P_1 - V^2 / 2g - Z_1$$

$$HB = 61,77$$

m

LANCHA MULTIPROPOSITO OCEANOGRAFICA E HIDROGRAFICA Calculo de Potencia de Bomba CONTRAINCENDIO

POTENCIA

Potencia teorica $hb \cdot \rho \cdot G \cdot Q$

	4892,91462	Joule/seg Wattios
--	------------	-------------------

POTENCIA

Potencia teorica $6,56767063$ hp

eficiencia 85%

Potencia real $7,72667133$ hp

Motor trifasico 1,3*Potencia real	~10,044673	hp
-----------------------------------	------------	----

Motor trifasico 1,5*Potencia real	11,590007	hp
-----------------------------------	-----------	----

Potencia de la Bomba a Instalar - Motor Trifasico	10	HP
--	----	----

Potencia de la Bomba a Instalar- Motor Monofasico	12	HP
--	----	----

ELABORADO POR: HUGO JAMA AVEIGA

CALCULO DEL SISTEMA ACHIQUE

LANCHA MULTIPROPOSITO OCEANOGRAFICA E HIDROGRAFICA Calculo de Potencia de Bomba ACHIQUE

Longitud de Tuberia

Cantidad de Puntos de Descarga	3	
Cubierta Principal	1	5 m
Cubierta Superior	1	8 m
Baño de Capitan cubierta Superior	1	11 m

CAUDAL NECESARIO

Caudal en cada Tuberia	75	GPM
Cantidad de Tuberia Requerida	1	

Caudal en Cada Tuberia x Cantidad de Tuberia requerida 75 GPM 0,0047313 m3/seg

ALTURA DINAMICA O CARGA DE BOMBA

P2	Presion de Salida de Tuberia	75	PSI	517841,94	N/m2
V2	Velocidad de Flujo de Agua a la salida de la Tuberia				
Z2	Altura de Descarga respecto a la bomba	2	m		
P1	Presion en nivel Toma de Fondo	0	PSI	0,00	N/m2
V1	Velocidad del agua en la toma de fondo	0	m/seg		
Z1	Altura de toma de fondo respecto de la Bomba	-0,5	m		
p	Densidad del Agua	1,025	g/cm3	1025	kg/m3
g	Gravedad	9,8	m/seg2		

CALCULO DE LA VELOCIDAD A LA SALIDA DEL PUNTO

Q	Caudal			0,0047313	m3/seg
V2	Velocidad a la salida de Tuberia				
A	Area de seccion de Tuberia				
D	Diametro de Tuberia	2,5	pulg	0,0635	m
	A=	4,90875	pulg2	0,0031669	m2
	V2 =	1,49	m/seg		

CALCULO DE NUMERO DE REYNOLDS

NRE	Numero de Reynolds				
D	Diametro interior de la Tuberia	2,5	pulg	0,0635	m
V2	Velocidad del agua de la amanguera			1,49	m/seg
μ	Viscosidad			0,001	cp
p	Densidad del Agua	1,025	g/cm3	1025	kg/m3

NRE= 97238,095

Diametro de Tuberia(mm)	63,5	Rugosidad Absoluta (mm)	0,1	Rugosidad Relativa	0,001675
-------------------------	------	-------------------------	-----	--------------------	----------

E/D Rugosidad relativa tuberia 2 pulgadas acero 0,0015748

Darcy-Weisbach para Reynolds <100000

f Coeficiente de friccion del Nomograma 0,0179175
 $f = 0,3164 * Re^{-0,25}$ 0,0179175

CALCULO DEL SISTEMA ACHIQUE

LONGITUD EQUIVALENTE

Leq Longitud equivalente

Ltuberia Longitud lineal de Tuberias

Leq Total Longitud equivalente de accesorios

n cantidad de accesorios

	10
Ltuberia =	11 m
Leq 1 accesorio =	
Ltuberia*D =	0,6985 m
Leq total accesorios	
=	6,985 m
Leq	17,985 m
hftotal =	0,5778774 m

$$H_f = f \cdot Leq \cdot V^2 / (2 \cdot D \cdot g)$$

$$HB = h_{ftotal} + P_2 + V^2 / \rho g + Z_2 - P_1 - V^2 / \rho g - Z_1$$

$$HB = 54,74$$

m

LANCHA MULTIPROPOSITO OCEANOGRAFICA E HIDROGRAFICA

Calculo de Potencia de Bomba ACHIQUE

POTENCIA

Potencia Teorica $hb \cdot p \cdot G \cdot Q$

	2601,736752	Joule/seg Wattios
--	-------------	-------------------

POTENCIA

Potencia Teorica 3,492264097 hp

Eficiencia 85%

Potencia Real 4,108545996 hp

Motor trifasico 1,3*Potencia real	5,3411098	hp
-----------------------------------	-----------	----

Motor trifasico 1,5*Potencia real	6,162819	hp
-----------------------------------	----------	----

Potencia de la Bomba a Instalar - Motor Trifasico	5	HP
--	---	----

Potencia de la Bomba a Instalar - Motor Monofasico	6	HP
---	---	----

ELABORADO POR: HUGO JAMA AVEIGA

APENDICE M

CALCULO DE SISTEMA AIRE ACONDICIONADO

LISTADO DE REJILLAS Y DUCTO FLEXIBLE PARA SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO EN EMBARCACION MULTIPROPOSITO

CAPACIDAD EQUIPOS [Btu/h]	CANTIDAD	SUMINISTRO	RETORNO	CANTIDAD DIFUSORES	CANTIDAD REJILLAS RETORNO	DUCTO FLEXIBLE	CANTIDAD DUCTO [Mts]
24,000	3	140	240	4	3	8	10
12,000	3	70	130	3	3	6	7,5
9,000	2	49	98	2	2	6	7,5
6,000	1	35	70	1	1	5	4

SUMINISTRO Y RETORNO: ÁREA MÍNIMA DE ENTRADA O SALIDA DE AIRE PARA REJILLAS [Pulg²]

CANTIDAD DE DIFUSORES: NÚMERO DE REJILLAS O DIFUSORES PARA SUMINISTRO DE AIRE

CANTIDAD DE REJILLAS DE RETORNO: NÚMERO DE REJILLAS O DIFUSORES PARA RETORNO DE AIRE

DUCTO FLEXIBLE: DIÁMETRO DE MANGUERA [Pulg]

APENDICE N

CALCULO DE TUNEL DE THRUSTER

PART 3 CHAPTER 2 SECTION 2

SHELL PLATING THRUSTER TUNNELS

Tuneles de thruster

$$t = 0,008d + 3.3$$

d diametro del tunnel en mm , pero se lo considera no menor que 968 mm

datos de Entrada

d	970	mm
---	-----	----

datos de salida

t	11,06	mm
---	-------	----

BILGE KEEL

- 1 La quilla de balance debe ser considerada del mismo espesor del fondo del casco
- 2 Debe ser instalado con un doble en el casco
- 3 La coneccion del doble al casco y de la quilla de balance al doble debe ser con doble continuo
- 4 El doble y la quilla de balance deben ser continuos

APENDICE O: BALANCE ELECTRICO

BALANCE ELECTRICO POR AREA

LANCHA MULTIPROPOSITO									
BALANCE DE CARGAS ELECTRICAS									
UBICACIONES									
SALA DE MAQUINAS									
SALA DE SERVO									
CUERTO DE BOMBAS									
BODEGA									
COCINA									
SA									
Potencia Inst.									
	Cargas AC trifásicas	HP	PI Entregada (Nominal) Kw.	R %	Potencia consumida	Factor de coincidencia -Fc	Pe (adsorbida)	Cantidad Instalada	Real
P1-1	1P-01	10	7,45	0,86	8,662790698	0,8	6,93	1	6,93
P1-2	1P-02	0,3	0,24585	0,9	0,273166667	0,7	0,19	1	0,19
P1-3	1P-03	0,3	0,2235	0,89	0,251123596	0,7	0,18	1	0,18
P1-4	1P-04	1	0,745	0,86	0,86627907	0,8	0,69	1	0,69
P1-5	1P-05	2	1,49	0,86	1,73255814	0,8	1,39	1	1,39
P1-6	1P-06	2	1,49	0,86	1,73255814	0,8	1,39	1	1,39
P1-7	1P-07	7,5	5,5875	0,89	6,278093988	0,8	5,02	1	5,02
P1-8	1P-09	2	1,49	0,86	1,73255814	0,8	1,39	1	1,39
P1-10	1P-10	3	2,235	0,86	2,598837209	0,8	2,08	1	2,08
P1-11	1P-11	2	1,49	0,86	1,73255814	0,8	1,39	1	1,39
P1-12	1P-12	7,5	5,5875	0,8	6,984375	0,8	5,59	1	5,59
P1-13	1P-13	6,5	4,8425	0,86	5,630813953	0,8	4,5	1	4,5
P1-14	1P-14	3	2,235	0,86	2,598837209	0,8	2,08	1	2,08

PANEL P1-440

BALANCE ELECTRICO POR AREA

BALANCE DE CARGAS ELECTRICAS									
	Cargas AC trifásicas	HP	Pt Entregada (Nominal) Kw.	R %	Potencia consumida	Factor de coincidencia - Fc	Pe (adsorbida)	Cantidad Instalada	Real
P1-15	1P-15	3	2,235	0,86	2,598837209	0,8	2,08	1	2,08
P1-16	1P-16	0,3	0,24585	0,89	0,276235955	0,7	0,19	1	0,19
P1-17	1P-17	3	2,235	0,89	2,511235955	0,7	1,76	1	1,76
P1-18	1P-18	13	9,685	0,86	11,26162791	0,8	9,01	1	9,01
P1-19	1P-19	18	13,41	0,8	16,7625	0,7	11,73	1	11,73
P1-20	1P-20	0,3	0,2235	0,89	0,251123596	0,7	0,18	1	0,18
P1-21	1P-21			0,89		0,8	0	1	0
P1-22									
P2-1	2P-22	5	3,725	0,86	4,331395349	0,8	3,47	1	3,47
P2-2	2P-23	5	3,725	0,86	4,331395349	0,8	3,47	1	3,47
P2-3	2P-24		0	0,9	0	0,8	0	1	0
			0						
	Panel P3-220		0						
P3-1	3P-25	3	2,235	0,86	2,598837209	0,8	2,08	1	2,08
P3-2	3P-26	3	2,235	0,89	2,511235955	0,8	2,01	1	2,01
P3-3	3P-27	3	2,235	0,89	2,511235955	0,8	2,01	1	2,01
	Panel PE-440		0						
PE-1	EP-28	5	3,725	0,89	4,18539258	0,7	2,93	1	2,93
PE-2	EP-29	1	0,745	0,86	0,86627907	0,8	0,69	1	0,69
PE-3	EP-30	10	7,45	0,86	8,662790698	0,8	6,93	1	6,93
PE-4	EP-31	7,5	5,875	0,8	6,984375	0,8	5,59	1	5,59
PE-5			0						

CABLES ELECTRICOS

CABLES ELECTRICOS			
Calibre de Cable	Longitud	Unidad	Tipo de Cable
3X10 AWG	210	m	37-102 - 308 BS
3X14 AWG	1300	m	37-102 - 508 BS
3X12 AWG	90	m	37-102 - 508 BS
3X2/0 AWG	40	m	37-102 - 317 BS
2X14 AWG	2200	m	37-102 - 507 BS
2X12 AWG	650	m	37-102 - 515 BS
3X1 AWG	25	m	37-102 - 315 BS
3X4 AWG	80	m	37-102 - 312 BS
3X8 AWG	41	m	37-102 - 309 BS
2/0 AWG	130	m	CABLE DE BATERIA SUPERFLEX
2X8 AWG	15	m	37-102 - 109 BS
3X2 AWG	30	m	
	4811	m	

APENDICE P

PINTURA Y PROTECCION CATODICA

AREAS DE PINTURAS CASCO INTERIOR		
SERVOMOTOR		75,68239
Planchaje	47,874922	M2
Estructurales	12,272208	M2
C37-C38	15,53526	M2
		75,68239 M2
SALA DE MAQUINA		634,37783
COSTADO/ TECHO	108,28665	M2
SENTINA	87,719746	M2
BASES DE MAQUINA	226	M2
Estructurales	109,44237	M2
C25-C36	102,92907	M2
		634,37783 M2
HABITABILIDAD CUBIERTA 100		
COCINA		101,22419
Planchaje	52,583931	M2
Estructurales	21,033572	M2
C13-C18	27,606682	M2
		101,22419 M2
COMEDOR		103,12221
Planchaje	59,355854	M2
Estructurales	23,742342	M2
C25-C36	20,024018	M2
		103,12221 M2
CAMAROTE EB CUB100 POPA		83,117915
Planchaje	47,949309	M2
Estructurales	19,179723	M2
C21-C24	15,988883	M2
		83,117915 M2
CAMAROTE EB CUB100 PROA		86,649424
Planchaje	50,422086	M2
Estructurales	20,168834	M2
C17-C20	16,058504	M2
		86,649424 M2
BAÑOS CUB100 EB		70,785816
Planchaje	42,255867	M2
Estructurales	16,902347	M2
C13-C15	11,627602	M2
		70,785816 M2

FONDO DE HABITABILIDAD C100			171,30646
Planchaje	68,4	M2	
C13-C25	102,9064616	M2	
			171,3064616 M2
PASILLO CENTRAL C100			63,117246
Planchaje	55,802046	M2	
C13-C25	7,3152	M2	
			63,117246 M2
CUARTO DE BOMBAS			71,470147
Planchaje	9,848283	M2	
Estructurales	37,62186393	M2	
C13-C15	24	M2	
			71,47014693 M2
COFERDAM C12-M2			15,95
Planchaje	15,95	M2	
C13-C25	0	M2	
			15,95 M2
FORE PEAK			147,9407
Planchaje	98,05001175	M2	
Estructurales	15,94697069	M2	
C1-C6	33,94371333	M2	
			147,9406958 M2
BODEGA (PROA)			119,53315
Planchaje	77,62234867	M2	
Estructurales	10,03378883	M2	
M1-C9	31,87700917	M2	
			119,5331467 M2
PAÑOL DE CADENA			137,08481
Planchaje	64,17852039	M2	
Estructurales	40,81563744	M2	
C5-C3	32,09064891	M2	
			137,0848067 M2
CUARTO DE COMPRESORES			162,32643
Planchaje	84,0092101	M2	
Estructurales	43,79042621	M2	
C5-C3	34,52679347	M2	
			162,3264298 M2

Area de Casco de Acero Exterior		
Obra Viva	271,02	M2
Obra Muerta Incluye Castillo	219,4	M2
Cubierta Principal	210	M2
Cubierta Superior	42	M2
Regala	70,56	M2

APENDICE Q

DISTRIBUCION DE PESOS DEFINITIVA

LANCHA MULTIPROPOSITO OCEANOGRAFICA E HIDROGRAFICA		LANCHA MULTIPROPOSITO OCEANOGRAFICA E HIDROGRAFICA						
Distribucion de Pesos y Cargas		Distribucion de Pesos y Cargas						
Item	Weight (Tons)	LCG (m)	TCG (m)	WCG (m)	Item	ML Ton-m	MT Ton-m	MV Ton-m
CASCO	86.43	16.84	0.00	1.88	LIGHT SHIP	1455.50	0.00	162.06
ANCLA BB	0.36	3.10	-1.27	4.70	ANCLA BB	1.12	-0.46	1.69
ANCLA EB	0.36	3.10	1.27	4.70	ANCLA EB	1.12	0.46	1.69
ASIEN TO PILOTO	0.06	8.96	0.00	8.60	ASIEN TO PILOTO	0.54	0.00	0.52
BALSAS Y AROS SALVAVIDAS	0.15	12.23	-2.25	4.27	BALSAS Y AROS SALVAVIDAS	1.83	-0.34	0.64
BALSAS Y AROS SALVAVIDAS	0.15	12.23	2.25	4.27	BALSAS Y AROS SALVAVIDAS	1.83	0.34	0.64
BAÑO SUP	0.30	11.05	1.80	4.87	BAÑO SUP	3.32	0.54	1.46
BAÑOS	0.46	14.70	2.32	2.75	BAÑOS	6.76	1.07	1.27
BARON	0.16	31.37	0.00	2.07	BARON	5.02	0.00	0.33
TIMON	0.75	7.94	0.00	6.66	TIMON	5.94	0.00	5.13
PALA	0.45	31.37	0.00	1.21	PALA	14.12	0.00	0.54
BOCIN POPA BB	0.10	30.16	-1.75	1.11	BOCIN POPA BB	3.02	-0.18	0.11
BOCIN POPA EB	0.10	30.16	1.75	1.11	BOCIN POPA EB	3.02	0.18	0.11
BOCIN PROA BB	0.10	26.62	-1.75	1.39	BOCIN PROA BB	2.66	-0.18	0.14
BOCIN PROA EB	0.10	26.62	1.75	1.39	BOCIN PROA EB	2.66	0.18	0.14
BOCINES THORDON 3.5	0.10	31.37	0.00	1.80	BOCINES THORDON 3.5	3.14	0.00	0.18
BOMBAS CIRCUITO DE AGUA DULCE	0.30	6.76	0.00	2.06	BOMBAS CIRCUITO DE AGUA DULCE	2.03	0.00	0.62
BOMBAS CIRCUITO DE AGUAS GRISES	0.20	12.09	0.00	1.13	BOMBAS CIRCUITO DE AGUAS GRISES	2.42	0.00	0.23
BOMBAS CIRCUITO DE AGUAS NEGRAS	0.20	12.09	0.00	1.13	BOMBAS CIRCUITO DE AGUAS NEGRAS	2.42	0.00	0.23
BOMBAS CIRCUITO DE COMBUSTIBLE	1.20	22.46	0.00	1.99	BOMBAS CIRCUITO DE COMBUSTIBLE	26.95	0.00	2.39

DISTRIBUCION DE PESOS DEFINITIVA

Item	Weight (Tons)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Item	ML Ton-m	MT Ton-m	MV Ton-m
BOMBAS CIRCUITO HIDRAULICO	0,20	31,16	0,00	2,50	BOMBAS CIRCUITO HIDRAULICO	6,23	0,00	0,50
BOTES AB 4,5 MBB	0,43	27,92	-1,94	4,27	BOTES AB 4,5 MBB	11,87	-0,82	1,81
BOTES AB 4,5 MEB	0,43	27,92	1,94	4,27	BOTES AB 4,5 MEB	11,87	0,82	1,81
BOW TRUSTER	0,60	2,89	0,00	1,41	BOW TRUSTER	1,74	0,00	0,85
BRIDAS	1,20	31,37	0,00	1,80	BRIDAS	37,65	0,00	2,16
CABRESTANTE ELECTRICO	0,60	3,56	0,00	6,50	CABRESTANTE ELECTRICO	2,14	0,00	3,90
UNIDAD HIDRAULICA CABRESTANTE	0,34	6,40	0,00	6,50	UNIDAD HIDRAULICA CABRESTANTE	2,18	0,00	2,21
CADENAS	0,24	4,46	0,00	2,20	CADENAS	1,07	0,00	0,53
CAJONERAS	0,30	13,11	0,00	3,81	CAJONERAS	3,93	0,00	1,14
CAMAROTE 3	0,40	8,53	1,65	4,87	CAMAROTE 3	3,41	0,66	1,95
CAMAROTE 4	0,40	13,18	1,65	4,87	CAMAROTE 4	5,27	0,74	1,95
CAMAROTE CP 1	0,40	11,92	2,25	2,75	CAMAROTE CP 1	4,77	0,90	1,10
CAMAROTE CP 2	0,40	17,82	2,32	2,75	CAMAROTE CP 2	7,13	0,93	1,10
ASLAMIENTO	1,37	11,20	0,00	4,54	ASLAMIENTO	15,37	0,00	6,23
FORRO HABITABILIDAD	1,14	11,20	0,00	4,54	FORRO	12,74	0,00	5,16
CATERPILLAR C18 ACERT BB	1,72	23,06	-1,81	2,09	CATERPILLAR C18 ACERT BB	39,62	-3,10	3,59
CATERPILLAR C18 ACERT EB	1,72	23,06	1,81	2,09	CATERPILLAR C18 ACERT EB	39,62	3,10	3,59
TUNEL DE PROPULSION EB	1,35	26,06	1,81	1,72	TUNEL DE PROPULSION EB	35,18	2,44	2,32
TUNEL DE PROPULSION BB	1,35	26,06	1,81	1,72	TUNEL DE PROPULSION BB	35,18	2,44	2,32
CENTRAL DE AIRE	0,50	5,84	0,00	2,23	CENTRAL DE AIRE	2,92	0,00	1,12
CIRCUITO DE AGUA DULCE	1,50	15,01	0,00	2,25	CIRCUITO DE AGUA DULCE	22,52	0,00	3,38

DISTRIBUCION DE PESOS DEFINITIVA

Item	Weight (Tons)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	ML Ton-m	MT Ton-m	MV Ton-m
CIRCUITO DE AGUAS GRISES	0,55	10,76	0,00	2,73	5,92	0,00	1,50
CIRCUITO DE AGUAS NEGRAS	0,35	10,76	0,00	2,73	3,77	0,00	0,96
CIRCUITO DE COMBUSTIBLE	3,50	23,06	0,00	2,23	80,72	0,00	7,81
CIRCUITO HIDRAULICO	1,25	31,16	0,00	2,50	38,95	0,00	3,13
CIRCUITO CONTRA INCENDIO	2,25	19,90	0,00	1,26	44,78	0,00	2,83
CIRCUITO CONTRAACHIQUE	1,15	19,90	0,00	1,26	22,89	0,00	1,44
CIRCUITO DE AIRE ACONDICIONADO	2,00	8,24	0,00	4,23	16,48	0,00	8,46
CIRCUITO DE CO2	0,50	14,00	0,00	4,70	7,00	0,00	2,35
COCINA	0,40	13,32	-2,23	2,30	5,33	-0,89	0,92
TANQUE HIDRAULICO	0,40	16,70	2,23	4,27	6,68	0,88	1,71
TK RESERVORIO EB	0,28	31,90	-2,58	3,29	8,93	-0,72	0,92
TK DE AGUAS OLEOSAS	0,28	31,90	2,58	3,29	8,93	0,72	0,92
TK DIARIO EB	0,64	27,92	2,47	2,86	17,87	1,58	1,83
TK DIARIO BB	0,64	27,92	-2,47	2,86	17,87	-1,58	1,83
TK COMBUSTIBLE SALA DE MAQUINA EB	1,93	24,37	2,68	2,63	47,03	5,18	5,08
TK COMBUSTIBLE SALA DE MAQUINA BB	1,93	24,37	-2,68	2,63	47,03	-5,18	5,08
TK COMBUSTIBLE BAJO HABITABILIDAD	7,63	16,18	0,00	0,85	123,47	0,00	6,50
TK AGUA PROA EB	2,20	9,35	2,19	2,32	20,57	4,81	5,10
TK AGUA PROA BB	2,20	9,35	-2,19	2,32	20,57	-4,81	5,10
TK COMBUSTIBLE PROA	2,20	5,77	0,00	2,40	12,69	0,00	5,27
TK AGUA BAJO CUARTO BOMBAS	1,11	6,80	0,00	0,68	7,55	0,00	0,76

DISTRIBUCION DE PESOS DEFINITIVA

Item	Weight (Tons)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Item	ML Ton-m	MT Ton-m	MV Ton-m
TK DE AGUAS GRISAS	0,70	11,00	1,67	0,72	TK DE AGUAS GRISAS	7,70	1,17	0,50
TK DE AGUAS NEGRAS	0,70	11,00	-1,67	0,72	TK DE AGUAS NEGRAS	7,70	-1,17	0,50
COMEDOR	0,22	17,56	-2,05	2,70	COMEDOR	3,86	-0,45	0,59
COMPAS MAGNETICO	0,02	7,94	0,95	6,86	COMPAS MAGNETICO	0,16	0,02	0,14
COMPUTADORES DESK	0,14	10,60	0,00	4,80	COMPUTADORES DESK	1,48	0,00	0,67
PANOL DE ALIMENTOS	1,00	14,91	-1,80	2,67	PANOL DE ALIMENTOS	14,91	-1,80	2,67
EJE BB	0,64	26,62	-1,75	1,39	EJE BB	17,04	-1,12	0,89
EJE EB	0,64	26,62	1,75	1,39	EJE EB	17,04	1,12	0,89
ENSERES	0,23	12,02	-2,23	3,44	ENSERES	2,77	-0,51	0,79
EQUIPOS DE NAVEGACION	0,03	7,77	-0,94	6,86	EQUIPOS DE NAVEGACION	0,23	-0,03	0,21
EQUIPOS DE RADIO	0,03	7,94	0,95	6,86	EQUIPOS DE RADIO	0,24	0,03	0,21
FB 50 HP BB	0,12	26,00	-1,94	4,27	FB 50 HP BB	3,12	-0,23	0,51
FB 50 HP EB	0,12	26,00	1,94	4,27	FB 50 HP EB	3,12	0,23	0,51
FRIGORIFCO CARNES	0,25	14,36	-2,15	2,67	FRIGORIFCO CARNES	3,59	-0,54	0,67
FRIGORIFCO LEGUMBRES Y BEBIDAS	0,50	10,98	-1,55	2,67	FRIGORIFCO LEGUMBRES Y BEBIDAS	5,49	-0,77	1,34
GENERADOR AUXILIAR CATERPILLAR C4.4	0,85	13,65	-2,00	4,22	GENERADOR AUXILIAR CATERPILLAR C4.4	11,60	-1,70	3,59
GENERADOR CATERPILLAR C4.4 99 KW BB	1,03	25,73	-2,46	2,31	GENERADOR CATERPILLAR C4.4 99 KW BB	26,50	-2,54	2,38
GENERADOR CATERPILLAR C4.4 99 KW EB	1,03	25,73	2,46	2,31	GENERADOR CATERPILLAR C4.4 99 KW EB	26,50	2,54	2,38
GRO COMPAS	0,05	7,94	0,95	6,86	GRO COMPAS	0,40	0,05	0,34
GRUA T-2550M2 (ESTANDAR)	3,70	19,86	0,00	5,90	GRUA T-2550M2 (ESTANDAR)	73,48	0,00	21,83
HELICES BB	0,48	30,56	-1,02	1,06	HELICES BB	14,67	-0,49	0,51

DISTRIBUCION DE PESOS DEFINITIVA

Item	Weight (Tons)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Item	ML Ton-m	MT Ton-m	MV Ton-m
HELICES EB	0,48	30,56	1,02	1,06	HELICES EB	14,67	0,49	0,51
MASTIL	0,80	10,99	0,00	13,32	MASTIL	8,79	0,00	10,82
MODULARES	0,50	11,82	0,00	6,97	MODULARES	5,91	0,00	3,49
RADARES	0,20	7,77	-0,94	7,86	RADARES	1,55	-0,19	1,57
SILLAS	0,35	11,82	0,00	6,97	SILLAS	4,14	0,00	2,44
SUPERESTRUCTURA	6,00	10,18	0,00	6,46	SUPERESTRUCTURA	61,08	0,00	33,76
NUOVO PUNTE DE MANDO	0,80	10,25	0,00	9,07	NUOVO PUNTE DE MANDO	8,20	0,00	7,26
TABLEROS ELECTRICOS PANELES VARIOS	0,12	29,77	0,00	2,90	TABLEROS ELECTRICOS PANELES VARIOS	3,61	0,00	0,35
TABLEROS ELECTRICOS PANELES VARIOS	0,22	20,00	-2,46	2,11	TABLEROS ELECTRICOS PANELES VARIOS	4,50	-0,56	0,47
BATERIAS DE ARRANQUE DE MAQUINAS	0,24	20,65	-1,20	0,92	BATERIAS DE ARRANQUE DE MAQUINAS	5,04	-0,29	0,22
TABLEROS ELECTRICOS PASILLO CORREI	0,44	14,21	0,00	2,56	TABLEROS ELECTRICOS PASILLO CORREI	6,28	0,00	1,13
TABLEROS ELECTRICOS CABINA DE MANDO	0,16	10,45	1,82	8,91	TABLEROS ELECTRICOS CABINA DE MANDO	1,67	0,29	1,43
TABLERO PRINCIPAL 220V/MODULO 1 Y 2	0,22	20,24	2,13	0,85	TABLERO PRINCIPAL 220V/MODULO 1 Y 2	4,51	0,47	0,19
TABLERO PRINCIPAL 220V/MODULO 3	0,17	21,04	3,09	0,85	TABLERO PRINCIPAL 220V/MODULO 3	3,51	0,51	0,14
TRANSFORMADOR DE AISLAMIENTO	0,27	14,99	-1,43	5,27	TRANSFORMADOR DE AISLAMIENTO	4,05	-0,39	1,42
TABLEROS EQUIPOS CUBERTA 100	0,30	12,90	-0,82	5,18	TABLEROS EQUIPOS CUBERTA 100	3,87	-0,28	1,55
BANCO DE BATERIAS BODEGA	0,23	7,12	-1,93	4,33	BANCO DE BATERIAS BODEGA	1,67	-0,45	1,01
TABLEROS / EQUIPOS BODEGA-CASTILLO	0,25	6,85	0,64	4,70	TABLEROS / EQUIPOS BODEGA-CASTILLO	1,71	0,16	1,18
TABLEROS / CONSOLA EN CABINA DE MANDO	0,28	8,47	0,00	8,87	TABLEROS / CONSOLA EN CABINA DE MANDO	2,33	0,00	2,44
CABLES ELECTRICOS GRUESO CALIBRE	0,88	20,83	0,00	3,34	CABLES ELECTRICOS GRUESO CALIBRE	18,45	0,00	2,96
CABLES ELECTRICOS CALIBRES PEQUEÑO	0,38	28,79	0,00	3,40	CABLES ELECTRICOS CALIBRES PEQUEÑO	10,80	0,00	1,28

DISTRIBUCION DE PESOS DEFINITIVA

Item	Weight (Tons)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Item	ML Ton-m	MT Ton-m	MV Ton-m
CABLES ELECTRICOS CALBRES MEDIANOS	0,86	13,53	0,00	5,71	CABLES ELECTRICOS CALBRES MEDIANOS	11,59	0,00	4,89
CABLES ELECTRICOS CALBRES PEQUEÑOS	0,85	13,53	0,00	5,71	CABLES ELECTRICOS CALBRES PEQUEÑOS	11,53	0,00	4,66
CABLES ELECTRICOS CALBRES PEQUEÑOS	0,37	8,47	0,00	8,87	CABLES ELECTRICOS CALBRES PEQUEÑOS	3,16	0,00	3,31
CABLES ELECTRONICOS	0,10	8,47	0,00	8,87	CABLES ELECTRONICOS	0,85	0,00	0,89
CABLE DE PODER DE TERRA	0,35	15,58	-2,25	3,57	CABLE DE PODER DE TERRA	5,45	-0,79	1,25
BANCO DE BATERIAS MASTIL BB	0,12	10,42	-0,91	10,38	BANCO DE BATERIAS MASTIL BB	1,22	-0,11	1,21
BANCO DE BATERIAS MASTIL BE	0,12	10,42	0,91	10,38	BANCO DE BATERIAS MASTIL BE	1,22	0,11	1,21
TRASMISION MARINA ZF W650.5.357 BB	0,56	24,18	-1,81	1,67	TRASMISION MARINA ZF W650.5.357 BB	13,54	-1,01	0,94
TRASMISION MARINA ZF W650.5.357 EB	0,56	24,18	1,81	1,67	TRASMISION MARINA ZF W650.5.357 EB	13,54	1,01	0,94
VALVULAS CIRCUITO DE AGUA DULCE	0,60	6,76	0,00	2,06	VALVULAS CIRCUITO DE AGUA DULCE	4,06	0,00	1,24
VALVULAS CIRCUITO DE AGUAS GRISES	0,12	12,09	0,00	1,13	VALVULAS CIRCUITO DE AGUAS GRISES	1,45	0,00	0,14
VALVULAS CIRCUITO DE AGUAS NEGRAS	0,12	12,09	0,00	1,13	VALVULAS CIRCUITO DE AGUAS NEGRAS	1,45	0,00	0,14
VALVULAS CIRCUITO DE COMBUSTIBLE	0,72	22,46	0,00	1,99	VALVULAS CIRCUITO DE COMBUSTIBLE	16,17	0,00	1,43
VALVULAS CIRCUITO HIDRAULICO	0,12	31,16	0,00	2,50	VALVULAS CIRCUITO HIDRAULICO	3,74	0,00	0,30
VENTILACION / EXTRACCION	0,35	22,85	0,00	2,89	VENTILACION / EXTRACCION	8,00	0,00	1,01
WINCHE DE POPA	0,80	29,95	0,00	3,90	WINCHE DE POPA	23,96	0,00	3,12
PORTICO DE POPA	1,20	32,40	0,00	6,08	PORTICO DE POPA	38,88	0,00	7,30
ZINES CAJA DE MAR	0,00	20,45	0,00	0,50	ZINES CAJA DE MAR	0,09	0,00	0,00
ZINES CASCO	0,23	16,06	0,00	2,30	ZINES CASCO	3,72	0,00	0,53
ZINES PALAS	0,01	31,37	0,00	1,21	ZINES PALAS	0,29	0,00	0,01
CAMARA PLAZA HIPERBARICA	1,00	8,75	-0,98	6,50	CAMARA PLAZA HIPERBARICA	8,75	-0,98	6,50

DISTRIBUCION DE PESOS DEFINITIVA

Item	Weight (Tons)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Item	ML Ton-m	MT Ton-m	MV Ton-m	
CABOS	0,40	13,53	-1,85	4,76	CABOS	5,41	-0,74	1,90	
MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	0,15	18,31	0,00	4,25	MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	2,75	0,00	0,64	
CABLE DE PODER DE TIERRA	0,35	17,00	-3,80	3,70	CABLE DE PODER DE TIERRA	5,95	-1,33	1,30	
LASTRE FLUO	1,00	30,00	0,00	2,20		30,00	0,00	2,20	
FORRO ALUCOBON SUPERESTRUCTURA	3,90	9,00	0,00	7,00		35,10	0,00	27,30	
CHALECOS-BOYAS	0,30	13,53	1,85	4,76	CHALECOS-BOYAS	4,06	0,56	1,43	
ACERO Y MAQUINARIA TOTAL		183,04				SUMADE MOMENTOS	3086,70	0,00	497,05
					POSICION CENTRO DE GRAVEDAD	16,86	0,00	2,72	
Resumen de pesos y centro de gravedad									
LIGERO	183,04	16,86	0,00	2,72	SUMA MOMENTOS PESOS	3086,70	0,00	497,05	
DEADWEIGT	70,78	15,02	0,00	2,06	SUMA DE MOMENTOS CARGA	1063,37	0,00	145,38	
TOTAL	253,82	16,35	0,00	2,53	SUMATORIA TOTAL DE MOMENTOS	4150,07	0,00	642,62	
					POSICION FINAL DE CENTRO DE GRAVED	16,35	0,00	2,53	

APENDICE R

CALCULO DE ESFUERZOS PERMISIBLES

Inercia cuaderna 16									
#	descripción	b	h	d	area (b*h)	A*d	A*d ²	1/12*b*h ³	
2	lon fondo 1	8	100	298,7952	8,00E+02	2,39E+05	7,14E+07	1,33E+06	
2	lon fondo 2	8	100	553,162	8,00E+02	4,43E+05	2,45E+08	1,33E+06	
2	lon fondo 3	8	100	823,7584	8,00E+02	6,59E+05	5,43E+08	1,33E+06	
2	lon fondo 4	8	100	1104,5785	8,00E+02	8,84E+05	9,76E+08	1,33E+06	
2	escuadras	270,6815	284,0505	1246,7053	7,69E+04	9,59E+07	1,20E+11	1,03E+09	
2	long costado 1	100	8	1791,8768	8,00E+02	1,43E+06	2,57E+09	8,53E+03	
2	long costado 2	100	8	2510,3765	8,00E+02	2,01E+06	5,04E+09	8,53E+03	
2	long costado 3	100	8	3228,8762	8,00E+02	2,58E+06	8,34E+09	8,53E+03	
1	long sup L 1 alm	8	100	3514,6649	8,00E+02	2,81E+06	9,88E+09	6,67E+05	
1	ala	100	8	3468,9995	8,00E+02	2,78E+06	9,63E+09	4,27E+03	
2	long sup 2	8	100	3501,1846	8,00E+02	2,80E+06	9,81E+09	1,33E+06	
2	long sup L 3 alm	8	100	3487,648	8,00E+02	2,79E+06	9,73E+09	1,33E+06	
2	ala	100	8	3441,9849	8,00E+02	2,75E+06	9,48E+09	8,53E+03	
2	long sup 4	8	100	3474,1408	8,00E+02	2,78E+06	9,66E+09	1,33E+06	
2	long sup 5	8	100	3460,6335	8,00E+02	2,77E+06	9,58E+09	1,33E+06	
2	long sup 6	8	100	3447,1262	8,00E+02	2,76E+06	9,51E+09	1,33E+06	
2	escuadras sup	294,4915	197,805	3358,4752	5,83E+04	1,99E+08	6,57E+11	3,80E+08	
1	varenga	1492,0032	458,9139	309,3955	6,85E+05	2,12E+08	6,55E+10	1,20E+10	
1	quilla	38	225,4926	87,636	8,57E+03	7,51E+05	6,58E+07	3,63E+07	
					8,40E+05	5,35E+08	9,37E+11	1,35E+10	

Inercia inclinados

#	descripción	b	h	q (Grad)	Iuu
1	fondo	3373,142	100	17,81	6,04E+10
1	fondo	3373,142	100	162,19	6,04E+10
1	costado	2287,6946	100	74,11	1,85E+11
1	costado	2287,6946	100	105,89	1,85E+11
1	bao	3841	100	1	9,28E+08
1	bao	3841	100	179	9,28E+08
					4,92E+11

$$I_{uu} = \cos^2 \theta \left[\frac{bh^3}{12} \right] + \sin^2 \theta \left[\frac{hb^3}{12} \right]$$

Inercia Y Modulo Seccional cuaderna 16

MULTIPROPOSITO

d= 636,09 mm

c= 2883,00 mm fibra mas alejada

IZZ = $A*d^2 + (1/12*b*h^3)+Iuu$

IZZ 1,44E+12 mm4

Io= $IZZ - (b*h)*d^2$

Io 1,10244E+12 mm4 | 1,1024436 m4

SM= Io/c

SM= 3,82E+08 mm3 | 0,3823947 m3

- IZZ** Inercia de Elemento
- Iuu** Inercia de Elementos inclinados
- Io** Inercia Polar
- SM** Modulo Seccional
- A** Area Seccional
- d** Distancia al Eje Neutro
- b** Base de elemento
- h** Altura de Elemento

inercia cuaderna 17									
#	descripción	b	h	d	area (b*h)	A*d	A*d ²	1/12*b*h ³	
2	lon fondo 1	8	100	299,7743	8,00E+02	2,40E+05	7,19E+07	1,33E+06	
2	lon fondo 2	8	100	552,6209	8,00E+02	4,42E+05	2,44E+08	1,33E+06	
2	lon fondo 3	8	100	815,9478	8,00E+02	6,53E+05	5,33E+08	1,33E+06	
2	lon fondo 4	8	100	1088,2827	8,00E+02	8,71E+05	9,47E+08	1,33E+06	
2	escuadras	265,0804	282,3619	1254,0958	7,51E+04	9,42E+07	1,18E+11	9,98E+08	
2	long costado 1	100	8	1791,8768	8,00E+02	1,43E+06	2,57E+09	8,53E+03	
2	long costado 2	100	8	2510,3765	8,00E+02	2,01E+06	5,04E+09	8,53E+03	
2	long costado 3	100	8	3228,8762	8,00E+02	2,58E+06	8,34E+09	8,53E+03	
1	long sup L 1 alm	8	100	3516,8988	8,00E+02	2,81E+06	9,89E+09	6,67E+05	
1	ala	100	8	3468,8988	8,00E+02	2,78E+06	9,63E+09	4,27E+03	
2	long sup l 2	8	100	3501,5905	8,00E+02	2,80E+06	9,81E+09	1,33E+06	
2	long sup L 3 alm	8	100	3490,1217	8,00E+02	2,79E+06	9,74E+09	1,33E+06	
2	ala	100	8	3442,1217	8,00E+02	2,75E+06	9,48E+09	8,53E+03	
2	long sup l 4	8	100	3474,666	8,00E+02	2,78E+06	9,66E+09	1,33E+06	
2	long sup l 5	8	100	3461,2273	8,00E+02	2,77E+06	9,58E+09	1,33E+06	
2	long sup l 6	8	100	3447,7885	8,00E+02	2,76E+06	9,51E+09	1,33E+06	
2	escuadras sup	294,9289	198,963	3357,9379	5,87E+04	1,97E+08	6,62E+11	3,87E+08	
1	varenga	1500	460,2574	309,7303	6,90E+05	2,14E+08	6,62E+10	1,22E+10	
1	quilla	38	225,5973	87,3	8,57E+03	7,48E+05	6,53E+07	3,64E+07	
					8,45E+05	5,36E+08	9,41E+11	1,36E+10	

inercia inclinados

#	descripción	b	h	q (Grad)	luu
1	fondo	3446,7106	100	17,77	6,41E+10
1	fondo	3446,7106	100	162,23	6,41E+10
1	costado	2260,0243	100	75,41	1,80E+11
1	costado	2260,0243	100	104,59	1,80E+11
1	bao	3864,8584	100	1	9,37E+08
2	bao	3864,8584	100	179	9,37E+08
					4,90E+11

$$I_{uu} = \cos^2 \theta \left[\frac{bh^3}{12} \right] + \sin^2 \theta \left[\frac{hb^3}{12} \right]$$

Inercia Y Modulo Seccional cuaderna 17**MULTIPROPOSITO**

d=	634,87 mm
-----------	-----------

c=	2883,00 mm	fibra mas alejada
-----------	------------	-------------------

IZZ =	$A*d^2 + (1/12*b*h^3)+Iuu$
--------------	----------------------------

IZZ	1,45E+12 mm ⁴
------------	--------------------------

Io=	$IZZ - (b*h)*d^2$
------------	-------------------

Io	1,10476E+12 mm ⁴	1,1047643 m ⁴
-----------	-----------------------------	--------------------------

SM= Io/c

SM=	3,83E+08 mm ³	0,3831996 m ³
------------	--------------------------	--------------------------

- IZZ** Inercia de Elemento
- Iuu** Inercia de Elementos inclinados
- Io** Inercia Polar
- SM** Modulo Seccional
- A** Area Seccional
- d** Distancia al Eje Neutro
- b** Base de elemento
- h** Altura de Elemento

inercia cuaderna 18

#	descripcion	b	h	d	area (b*h)	A*d	A*d2	1/12*b*h^3
2	lon fondo 1	8	100	297,2023	8,00E+02	2,38E+05	7,07E+07	1,33E+06
2	lon fondo 2	8	100	546,4155	8,00E+02	4,37E+05	2,39E+08	1,33E+06
2	lon fondo 3	8	100	804,8622	8,00E+02	6,44E+05	5,18E+08	1,33E+06
2	lon fondo 4	8	100	1071,7165	8,00E+02	8,57E+05	9,19E+08	1,33E+06
2	escuadras	263,0374	292,9015	1263,6206	7,41E+04	9,37E+07	1,18E+11	1,06E+09
2	long costado 1	100	8	1791,8748	8,00E+02	1,43E+06	2,57E+09	8,53E+03
2	long costado 2	100	8	2510,3745	8,00E+02	2,01E+06	5,04E+09	8,53E+03
2	long costado 3	100	8	3228,8742	8,00E+02	2,58E+06	8,34E+09	8,53E+03
1	long sup L 1 alm	8	100	3516,9972	8,00E+02	2,81E+06	9,90E+09	6,67E+05
1	ala	100	8	3468,9993	8,00E+02	2,78E+06	9,63E+09	4,27E+03
2	long sup l 2	8	100	3501,5957	8,00E+02	2,80E+06	9,81E+09	1,33E+06
2	long sup L 3 alm	8	100	3490,2197	8,00E+02	2,79E+06	9,75E+09	1,33E+06
2	ala	100	8	3442,2196	8,00E+02	2,75E+06	9,48E+09	8,53E+03
2	long sup l 4	8	100	3474,797	8,00E+02	2,78E+06	9,66E+09	1,33E+06
2	long sup l 5	8	100	3461,4084	8,00E+02	2,77E+06	9,59E+09	1,33E+06
2	long sup l 6	8	100	3448,0365	8,00E+02	2,76E+06	9,51E+09	1,33E+06
2	escuadras sup	295,4112	200,1315	3357,2977	5,91E+04	1,98E+08	6,66E+11	3,95E+08
1	varanga	1496,002	458,979	306,5571	6,87E+05	2,10E+08	6,45E+10	1,21E+10
1	quilla	38	225,6131	87,3	8,57E+03	7,48E+05	6,53E+07	3,64E+07
					8,40E+05	5,34E+08	9,44E+11	1,36E+10

inercia inclinados

#	descripcion	b	h	q (Grad)	Iuu
1	fondo	3511,7972	100	18,2876	7,16E+10
1	fondo	3511,7972	100	161,7124	7,16E+10
1	costado	2240,2609	100	76,56	1,77E+11
1	costado	2240,2609	100	103,44	1,77E+11
1	bao	3880,622	100	1	9,43E+08
1	bao	3880,622	100	1	9,43E+08
					5,00E+11

$$I_{uu} = \cos^2 \theta \left[\frac{bh^3}{12} + \text{sen}^2 \theta \left[\frac{hb^3}{12} \right] \right]$$

Inercia Y Modulo Seccional cuaderna 18

MULTIPROPOSITO

d= 635,17 mm

c= 2929,83 mm fibra mas alejada

IZZ = $A*d^2 + (1/12*b*h^3)+Iuu$

IZZ 1,46E+12 mm4

Io= $IZZ - ((b*h)*d^2)$

Io 1,11847E+12 mm4 | 1,1184719 m4

SM= Io/c

SM= 3,82E+08 mm3 | 0,3817535 m3

- IZZ** Inercia de Elemento
- Iuu** Inercia de Elementos inclinados
- Io** Inercia Polar
- SM** Modulo Seccional
- A** Area Seccional
- d** Distancia al Eje Neutro
- b** Base de elemento
- h** Altura de Elemento

Inercia cuaderna 19

#	descripción	b	h	d	area (b*h)	A*d	A*d2	1/12*b*h^3
2	lon fondo 1	8	100	303,9339	8,00E+02	2,43E+05	7,39E+07	1,33E+06
2	lon fondo 2	8	100	550,905	8,00E+02	4,41E+05	2,43E+08	1,33E+06
2	lon fondo 3	8	100	804,6184	8,00E+02	6,44E+05	5,18E+08	1,33E+06
2	lon fondo 4	8	100	1065,9364	8,00E+02	8,53E+05	9,09E+08	1,33E+06
2	escuadras	259,1346	278,9087	1264,1937	7,23E+04	9,14E+07	1,16E+11	9,37E+08
2	long costado 1	100	8	1791,8768	8,00E+02	1,43E+06	2,57E+09	8,53E+03
2	long costado 2	100	8	2510,3765	8,00E+02	2,01E+06	5,04E+09	8,53E+03
2	long costado 3	100	8	3228,8762	8,00E+02	2,58E+06	8,34E+09	8,53E+03
1	lon sup L 1 alma	8	100	3514,9992	8,00E+02	2,81E+06	9,88E+09	6,67E+05
1	ala	100	8	3468,9992	8,00E+02	2,78E+06	9,63E+09	4,27E+03
2	long sup 2	8	100	3501,5969	8,00E+02	2,80E+06	9,81E+09	1,33E+06
2	long sup L 3	8	100	3490,2814	8,00E+02	2,79E+06	9,75E+09	1,33E+06
2	ala	100	8	3442,2814	8,00E+02	2,75E+06	9,48E+09	8,53E+03
2	long sup 4	8	100	3474,9054	8,00E+02	2,78E+06	9,66E+09	1,33E+06
2	long sup 5	8	100	3461,4531	8,00E+02	2,77E+06	9,59E+09	1,33E+06
2	long sup 6	8	100	3448,1706	8,00E+02	2,76E+06	9,51E+09	1,33E+06
2	escuadra sup	295,7608	200,9001	3356,877	5,94E+04	1,99E+08	6,70E+11	4,00E+08
1	varenga	1492,0001	535,9533	267,9766	8,00E+05	2,14E+08	5,74E+10	1,91E+10
1	quilla	38	225,612	90,3285	8,57E+03	7,74E+05	7,00E+07	3,64E+07
					9,52E+05	5,36E+08	9,38E+11	2,05E+10

Inercia inclinados

#	descripción	b	h	q (Grad)	Iuu
1	fondo	3568,8957	100	18,767	7,89E+10
1	fondo	3568,8957	100	161,233	7,89E+10
1	costado	2223,9338	100	77,6564	1,75E+11
2	costado	2223,9338	100	102,3436	1,75E+11
1	bao	3892,2423	100	1	9,48E+08
1	bao	3892,2423	100	-1	9,48E+08
					5,10E+11

$$I_{uu} = \cos^2 \theta \left[\frac{bh^3}{12} + \sin^2 \theta \left[\frac{hb^3}{12} \right] \right]$$

Inercia Y Modulo Seccional cuaderna 19**MULTIPROPOSITO**

$$d = 563,43 \text{ mm}$$

$$c = 3001,57 \text{ mm} \text{ fibra mas alejada}$$

$$I_{zz} = A \cdot d^2 + (1/12 \cdot b \cdot h^3) + I_{uu}$$

$$I_{zz} = 1,47E+12 \text{ mm}^4$$

$$I_o = I_{zz} - ((b \cdot h) \cdot d^2)$$

$$I_o = 1,16562E+12 \text{ mm}^4 \quad 1,1656 \text{ m}^4$$

$$SM = I_o / c$$

$$SM = 3,88E+08 \text{ mm}^3 \quad 0,3883 \text{ m}^3$$

I_{zz}	Inercia de Elemento
I_{uu}	Inercia de Elementos inclinados
I_o	Inercia Polar
SM	Modulo Seccional
A	Area Seccional
d	Distancia al Eje Neutro
b	Base de elemento
h	Altura de Elemento

inercia cuaderna 20

#	descripción	b	h	d	area (b*h)	A*d	A*d2	1/12*b*h^3
2	lon fondo 1	8	100	315,2937	8,00E+02	2,52E+05	7,95E+07	1,33E+06
2	lon fondo 2	8	100	559,1488	8,00E+02	4,47E+05	2,50E+08	1,33E+06
2	lon fondo 3	8	100	809,4832	8,00E+02	6,48E+05	5,24E+08	1,33E+06
2	lon fondo 4	8	100	1066,121	8,00E+02	8,53E+05	9,09E+08	1,33E+06
2	escuadras	229,2508	277,2541	1280,4836	6,36E+04	8,14E+07	1,04E+11	8,14E+08
2	long costado 1	100	8	1791,8768	8,00E+02	1,43E+06	2,57E+09	8,53E+03
2	long costado 2	100	8	2510,3765	8,00E+02	2,01E+06	5,04E+09	8,53E+03
2	long costado 3	100	8	3228,8762	8,00E+02	2,58E+06	8,34E+09	8,53E+03
1	lon sup L 1 alma	8	100	3516,9992	8,00E+02	2,81E+06	9,90E+09	6,67E+05
1	ala	100	8	3468,9992	8,00E+02	2,78E+06	9,63E+09	4,27E+03
2	long sup l 2	8	100	3501,6199	8,00E+02	2,80E+06	9,81E+09	1,33E+06
2	long sup L 3	8	100	3490,2657	8,00E+02	2,79E+06	9,75E+09	1,33E+06
2	ala	100	8	3442,2657	8,00E+02	2,75E+06	9,48E+09	8,53E+03
2	long sup l 4	8	100	3474,882	8,00E+02	2,78E+06	9,66E+09	1,33E+06
2	long sup l 5	8	100	3461,5152	8,00E+02	2,77E+06	9,59E+09	1,33E+06
2	long sup l 6	8	100	3448,1485	8,00E+02	2,76E+06	9,51E+09	1,33E+06
2	escuadra sup	296,079	201,5555	3362,1489	5,97E+04	2,01E+08	6,75E+11	4,04E+08
1	varenga	1492	460,0055	331,9807	6,86E+05	2,28E+08	7,56E+10	1,21E+10
1	quilla	38	225,4027	105,842	8,57E+03	9,07E+05	9,60E+07	3,63E+07
					8,30E+05	5,41E+08	9,50E+11	1,34E+10

inercia inclinados

#	descripción	b	h	q (Grad)	Iuu
1	fondo	3611,3659	100	18,4455	7,91E+10
1	fondo	3611,3659	100	161,5545	7,91E+10
1	costado	2201,2242	100	78,7034	1,71E+11
1	costado	2201,2242	100	101,2966	1,71E+11
1	bao	3886,5883	100	1	9,46E+08
1	bao	3886,5883	100	-1	9,46E+08
					5,02E+11

$$I_{uu} = \cos^2 \theta \left[\frac{bh^3}{12} + \text{sen}^2 \theta \left[\frac{hb^3}{12} \right] \right]$$

Inercia Y Modulo Seccional cuaderna 20			
MULTIPROPOSITO			
d=	652,01 mm		
c=	2917,99 mm	fibra mas alejada	
lzz =	$A*d^2 + (1/12*b*h^3)+Iuu$		
lzz	1,46E+12 mm4		
lo=	$Izz - (b*h)*d^2$		
lo	1,11209E+12 mm4	1,1121	m4
SM= lo/c			
SM=	3,81E+08 mm3	0,3811	m3
lzz	Inercia de Elemento		
Iuu	Inercia de Elementos inclinados		
lo	Inercia Polar		
SM	Modulo Seccional		
A	Area Seccional		
d	Distancia al Eje Neutro		
b	Base de elemento		
h	Altura de Elemento		

inercia cuaderna 21									
#	descripción	b	h	d	area (b*h)	A*d	A*d ²	1/12*b*h ³	
2	lon fondo 1	8	100	333,5373	8,00E+02	2,67E+05	8,90E+07	1,33E+06	
2	lon fondo 2	8	100	574,3863	8,00E+02	4,60E+05	2,64E+08	1,33E+06	
2	lon fondo 3	8	100	822,1702	8,00E+02	6,58E+05	5,41E+08	1,33E+06	
2	lon fondo 4	8	100	1075,4677	8,00E+02	8,60E+05	9,25E+08	1,33E+06	
2	escuadras	249,8377	274,1411	1303,3833	6,85E+04	8,93E+07	1,16E+11	8,58E+08	
2	long costado 1	100	8	1791,8768	8,00E+02	1,43E+06	2,57E+09	8,53E+03	
2	long costado 2	100	8	2510,3765	8,00E+02	2,01E+06	5,04E+09	8,53E+03	
2	long costado 3	100	8	3228,8762	8,00E+02	2,58E+06	8,34E+09	8,53E+03	
1	lon sup L 1 alima	8	100	3516,9992	8,00E+02	2,81E+06	9,90E+09	6,67E+05	
1	ala	100	8	3468,9992	8,00E+02	2,78E+06	9,63E+09	4,27E+03	
2	long sup l 2	8	100	3501,584	8,00E+02	2,80E+06	9,81E+09	1,33E+06	
2	long sup L 3	8	100	3490,1945	8,00E+02	2,79E+06	9,75E+09	1,33E+06	
2	ala	100	8	3442,1945	8,00E+02	2,75E+06	9,48E+09	8,53E+03	
2	long sup l 4	8	100	3474,7752	8,00E+02	2,78E+06	9,66E+09	1,33E+06	
2	long sup l 5	8	100	3461,3728	8,00E+02	2,77E+06	9,58E+09	1,33E+06	
2	long sup l 6	8	100	3447,9705	8,00E+02	2,76E+06	9,51E+09	1,33E+06	
2	escuadria sup	249,8377	274,1411	1303,3833	6,85E+04	8,93E+07	1,16E+11	8,58E+08	
1	varenga	1492,0006	458,9839	350,1756	6,85E+05	2,40E+08	8,40E+10	1,20E+10	
1	quilla	38	240,9629	120,6005	9,18E+03	1,10E+06	1,33E+08	4,43E+07	
					8,43E+05	4,50E+08	4,12E+11	1,38E+10	

inercia inclinados

#	descripción	b	h	q (Grad)	Iuu
1	fondo	3644,3168	100	17,7474	7,55E+10
1	fondo	3644,3168	100	162,2526	7,55E+10
1	costado	2179,9836	100	79,9525	1,67E+11
1	costado	2179,9836	100	100,0475	1,67E+11
1	ba0	3880,3852	100	1	9,43E+08
1	ba0	3880,3852	100	179	9,43E+08
					4,88E+11

$$I_{uu} = \cos^2 \theta \left[\frac{bh^3}{12} \right] + \sin^2 \theta \left[\frac{hb^3}{12} \right]$$

Inercia Y Modulo Seccional cuaderna 21

MULTIPROPOSITO

d= 533,79 mm

c= 3036,21 mm fibra mas alejada

IZZ = $A*d^2 + (1/12*b*h^3)+I_{uu}$

IZZ 9,13E+11 mm⁴

Io= $IZZ - ((b*h)*d^2)$

Io 6,73239E+11 mm⁴ 0,6732 m⁴

SM= Io/c

SM= 2,22E+08 mm³ 0,2217 m³

- IZZ** Inercia de Elemento
- Iuu** Inercia de Elementos inclinados
- Io** Inercia Polar
- SM** Modulo Seccional
- A** Area Seccional
- d** Distancia al Eje Neutro
- b** Base de elemento
- h** Altura de Elemento

Inercia cuaderna 22

#	descripción	b	h	d	area (b*h)	A*d	A*d2	1/12*b*h^3
2	lon fondo 1	8	100	359,2646	8,00E+02	2,87E+05	1,03E+08	1,33E+06
2	lon fondo 2	8	100	603,0191	8,00E+02	4,82E+05	2,91E+08	1,33E+06
2	lon fondo 3	8	100	849,112	8,00E+02	6,79E+05	5,77E+08	1,33E+06
2	lon fondo 4	8	100	1101,0807	8,00E+02	8,81E+05	9,70E+08	1,33E+06
2	escuadras	249,823	274,6006	1328,5661	6,86E+04	9,11E+07	1,21E+11	8,62E+08
2	long costado 1	100	8	1791,8768	8,00E+02	1,43E+06	2,57E+09	8,53E+03
2	long costado 2	100	8	2510,3765	8,00E+02	2,01E+06	5,04E+09	8,53E+03
2	long costado 3	100	8	3188,8762	8,00E+02	2,55E+06	8,14E+09	8,53E+03
1	lon sup L 1 alma	8	100	3516,9992	8,00E+02	2,81E+06	9,90E+09	6,67E+05
1	ala	100	8	3468,9992	8,00E+02	2,78E+06	9,63E+09	4,27E+03
2	long sup 2	8	100	3501,4922	8,00E+02	2,80E+06	9,81E+09	1,33E+06
2	long sup L 3	8	100	3490,0719	8,00E+02	2,79E+06	9,74E+09	1,33E+06
2	ala	100	8	3442,0719	8,00E+02	2,75E+06	9,48E+09	8,53E+03
2	long sup 4	8	100	3474,5912	8,00E+02	2,78E+06	9,66E+09	1,33E+06
2	long sup 5	8	100	3461,1276	8,00E+02	2,77E+06	9,58E+09	1,33E+06
2	long sup 6	8	100	3447,664	8,00E+02	2,76E+06	9,51E+09	1,33E+06
2	escuadra sup	296,6971	202,7169	3356,9082	6,01E+04	2,02E+08	6,78E+11	4,12E+08
1	varenga	1492,0001	460,2574	373,7463	6,87E+05	2,57E+08	9,59E+10	1,21E+10
1	quilla	38	263,8224	131,9638	1,00E+04	1,32E+06	1,75E+08	5,81E+07
					8,37E+05	5,82E+08	9,90E+11	1,35E+10

Inercia inclinados

#	descripción	b	h	q (Grad)	Iuu
1	fondo	3659,0521	100	18,152	7,98E+10
1	fondo	3659,0521	100	161,848	7,98E+10
1	costado	2141,5727	100	80,1207	1,59E+11
1	costado	2141,5727	100	99,8793	1,59E+11
1	bao	3858,5908	100	1	9,35E+08
1	bao	3858,5908	100	179	9,35E+08
					4,79E+11

$$I_{uu} = \cos^2 \theta \left[\frac{bl^3}{12} + \text{sen}^2 \theta \left[\frac{lb^3}{12} \right] \right]$$

Inercia Y Modulo Seccional cuaderna 22

MULTIPROPOSITO

d= 694,45 mm

c= 2875,05 mm fibra mas alejada

IZZ = $A*d^2 + (1/12*b*h^3)+I_{uu}$

IZZ 1,48E+12 mm⁴

Io= $I_{zz} - ((b*h)*d^2)$

Io 1,07878E+12 mm⁴ 1,0788 m⁴

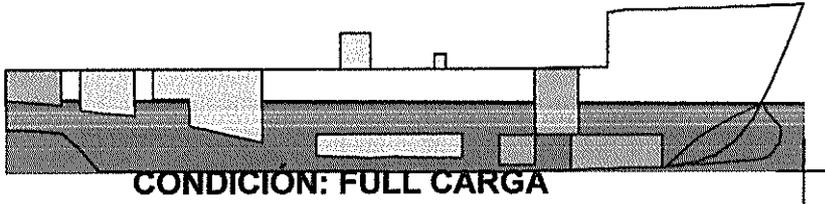
SM= I_o/c

SM= 3,75E+08 mm³ 0,3752 m³

- IZZ** Inercia de Elemento
- Iuu** Inercia de Elementos inclinados
- Io** Inercia Polar
- SM** Modulo Seccional
- A** Area Seccional
- d** Distancia al Eje Neutro
- b** Base de elemento
- h** Altura de Elemento

APENDICE S

ANALISIS DE ESTABILIDAD INTACTA DISEÑO FINAL



Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	183.00	16.582a	0.001p	3.229
Deadweight	70.77	16.373a	0.049s	1.915
Displacement	253.77	16.524a	0.013s	2.863

Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	183.00	16.582a	0.001p	3.229
Deadweight	70.77	16.373a	0.049s	1.915
Displacement	253.77	16.524a	0.013s	2.863

Fixed Weight Status

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
LIGHT SHIP	183.00	16.582a	0.001p	3.229u
PESO MUERTO	1.00	28.000a	0.000	1.000u
Total Fixed:	184.00	16.644a	0.001p	3.217u

Work Status

SEIL OIL

Work Item	Spgr	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	FSM (MT-m)
COMB1.S	0.870	100.00%	7.25	24.185a	2.598s	2.649	0.00
COMB2.P	0.870	100.00%	7.25	24.185a	2.598p	2.649	0.00
COMB3	0.870	100.00%	14.95	17.072a	0.000	0.943	0.00
COMB4	0.870	<empty>					
COMBCUB.S	0.870	100.00%	1.22	18.520a	3.250s	4.120	0.00
COMBDIARIO.P	0.870	100.00%	1.63	28.702a	2.273p	2.947	0.00
COMBDIARIO.S	0.870	100.00%	1.63	28.702a	2.273s	2.947	0.00
COMBGENAUX.P	0.870	100.00%	0.17	15.035a	2.732p	3.750	0.00
Totals:		80.22%	34.10	21.247a	0.103s	1.988	0.00

FRESH WATER

Work Item	Spgr	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	FSM (MT-m)
AGUA1.S	1.000	100.00%	9.46	10.236a	1.979s	2.434	0.00
AGUA2.P	1.000	100.00%	9.46	10.236a	1.979p	2.434	0.00
AGUA3.S	1.000	100.00%	5.48	7.957a	0.803s	0.841	0.00
AGUA4.P	1.000	100.00%	5.48	7.957a	0.803p	0.841	0.00
Totals:		100.00%	29.88	9.400a	0.000	1.849	0.00

WEDGE

Work Item	Spgr	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	FSM (MT-m)
AGRISSES.P	1.025	100.00%	1.47	11.875a	1.506p	0.890	0.00
ANEGRAS.S	1.025	100.00%	1.47	11.875a	1.506s	0.890	0.00
AOLEOSAS.S	1.025	100.00%	1.42	31.734a	2.370s	3.121	0.00
SEDIMENTOS.P	1.025	100.00%	1.42	31.734a	2.370p	3.121	0.00
Totals:		100.00%	5.78	21.650a	0.000	1.988	0.00

Oil Tanks

Work Item	Spgr	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	FSM (MT-m)
Totals:		89.24%	69.77	16.206a	0.050s	1.929	0.00

Displacer Status

Work Item	Status	Spgr	Displ (MT)	LCB (m)	TCB (m)	VCB (m)	Eff /Perm
ASCO	Intact	1.025	249.15	16.784a	0.031s	1.561	1.000
ULBO	Intact	1.025	4.61	2.987a	0.000	1.095	1.000
Totals:			253.77	16.533a	0.030s	1.552	

Tank Weight Moments about Center of Gravity (m-MT)

Part	Weight	Lo	Tran. (m-MT)	Vert. (m-MT)
TQCOMB1.S	7.25	55	18.731s	-1.549
TQCOMBDIARIO.S	1.63	19	3.679s	0.138
TQCOMB2.P	7.25	55	18.921p	-1.549
TQCOMBDIARIO.P	1.63	19	3.721p	0.138
TQCOMB3	14.95	8.192a	0.196p	-28.709
TQAGUA3.S	5.48	46.936f	4.326s	-11.079
TQAGUA1.S	9.46	59.494f	18.599s	-4.060
TQAGUA2.P	9.46	59.494f	18.847p	-4.060
TQANEGRAS.S	1.47	6.826f	2.192s	-2.897
TQAGRIS.S.P	1.47	6.826f	2.231p	-2.897
TQAOLEOSAS.S	1.42	21	3.355s	0.367
TQSEDIMENTOS.P	1.42	21	3.393p	0.367
TQAGUA4.P	5.48	46.936f	4.470p	-11.079
TQCOMBCUB.S	1.22	2.444a	3.963s	1.539
TQCOMBGENAUX.P	0.17	0.260f	0.479p	0.155

Hull Data (with appendages)

Baseline Draft: 2.273 at Origin
 Trim: aft 0.39 deg.
 Heel: stbd 0.74 deg.

DIMENSIONS

Length Overall: 32.930 m LWL: 31.970 m Beam: 7.860 m BWL: 7.437 m
 Volume: 247.577 m³ Displacement: 253.767 MT

COEFFICIENTS

Prismatic: 0.605 Block: 0.432 Midship: 0.713 Waterplane: 0.735

RATIOS

Length/Beam: 4.189 Displacement/length: 216.438 Beam/Depth: 3.260
 MT/ cm Immersion: 1.792

AREAS

Waterplane: 174.792 m² Wetted Surface: 243.279 m²
 Under Water Lateral Plane: 71.336 m² Above Water Lateral Plane: 51.734 m²

CENTROIDS (Meters)

Buoyancy: LCB = 16.533 aft TCB = 0.030 stbd VCB = 1.552
 Flotation: LCF = 18.094 aft
 Under Water LP: 16.276 aft of Origin, 1.117 below waterline.
 Above Water LP: 13.046 aft of Origin, 1.086 above waterline.

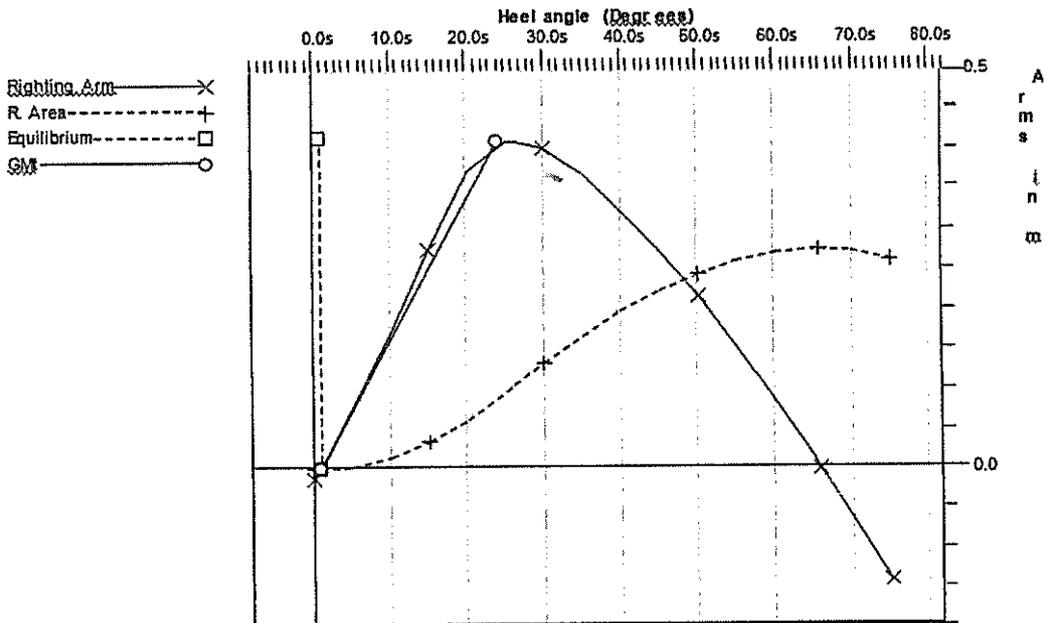
Note: Coefficients calculated based on waterline length at given draft

Righting Arms vs. Heel - IMO RESOLUTION A.167

Righting Arms vs Heel Angle

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Righting Arm (m)	Area (m-Rad)
0.00	0.39a	2.273	-0.013	0.000
0.73s	0.39a	2.273	0.000	0.000
5.00s	0.38a	2.263	0.077	0.003
10.00s	0.35a	2.232	0.172	0.014
15.00s	0.28a	2.183	0.275	0.033
20.00s	0.16a	2.124	0.375	0.061
25.00s	0.05a	2.058	0.412	0.096
26.12s	0.03a	2.040	0.413	0.104
30.00s	0.02f	1.970	0.403	0.132
35.00s	0.04f	1.853	0.370	0.166
40.00s	0.00a	1.704	0.323	0.196
45.00s	0.11a	1.519	0.273	0.222
50.00s	0.26a	1.312	0.217	0.244
55.00s	0.42a	1.093	0.153	0.260
60.00s	0.58a	0.868	0.083	0.270
65.00s	0.73a	0.643	0.013	0.274
65.85s	0.75a	0.605	0.000	0.275
70.00s	0.86a	0.418	-0.064	0.272
75.00s	0.99a	0.191	-0.141	0.263

Righting Arms vs. Heel - IMO RESOLUTION A.167

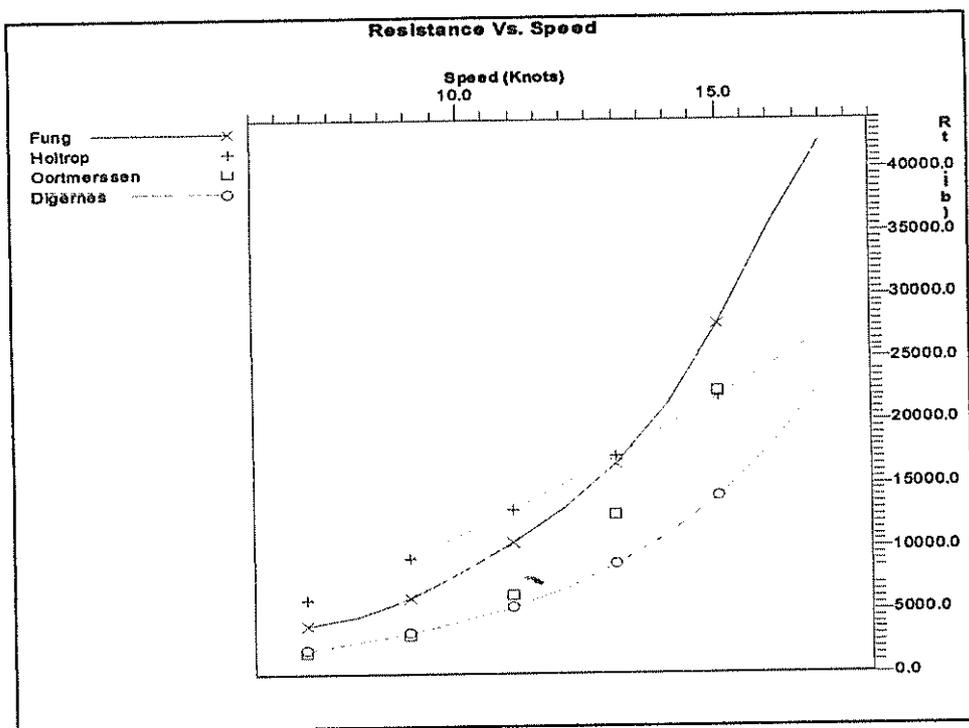


APENDICE T

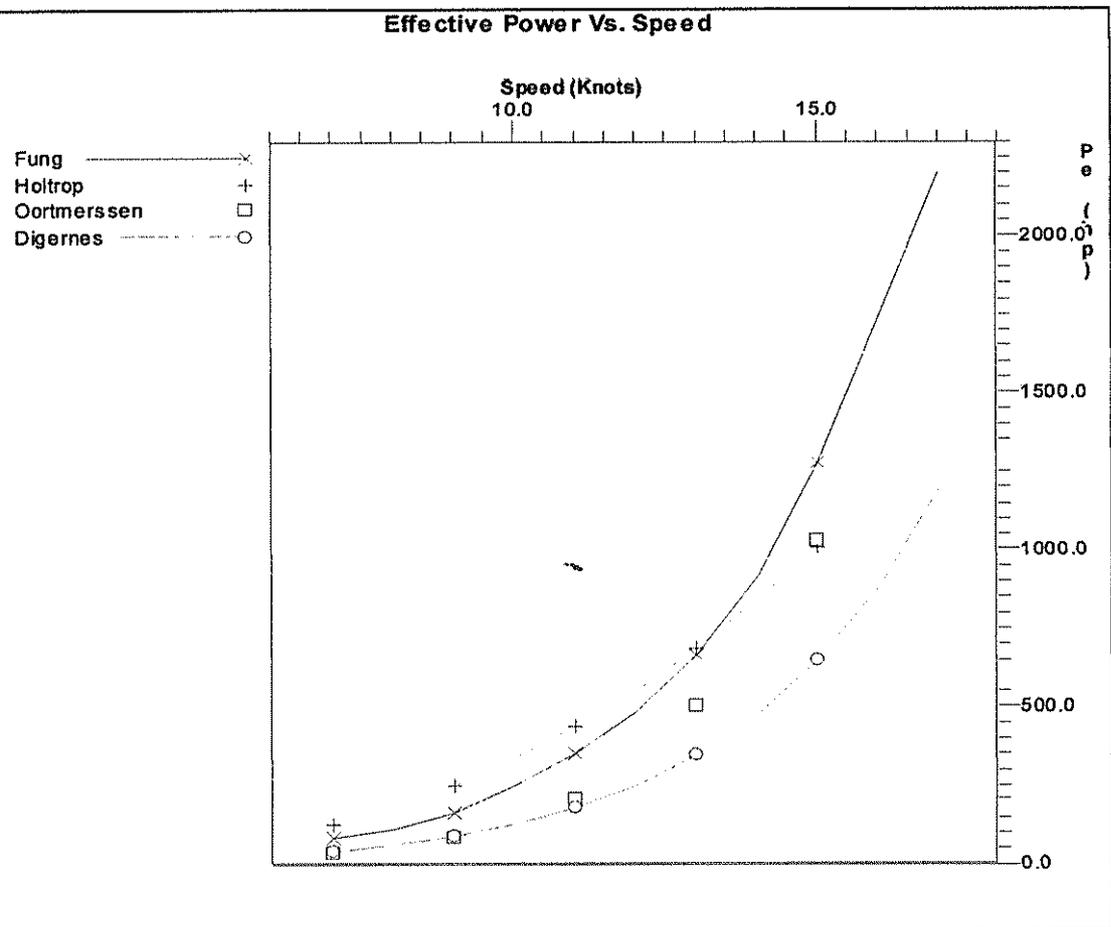
CALCULO DE RESISTENCIA Y PROPULSION

Resistance and Power Prediction from AutoPower V3.1.1	
Project:	LANCHA MULTIPROPOSITO
Date:	20 Septiembre 11
Hull Type:	Displacement
Hull Data	
LWL	104.56ft
Breadth	24.41ft
Draught (F)	7.25ft
Draught (A)	8.40ft
Displacement	251.1LT
LCB	-0,50%
Cwp	0,740
Cm	0,720
(1+K)	1,340
Wetted Hull Area	2,476.1ft2
Wetted Appendages Area	204.5ft2
Wetted Transom Area	161.5ft2
Transom Width	24.4ft
Half Angle of Entrance	23.9deg
Half Angle of Run	0.0deg
Angle at 1/4 Buttock	0.0deg
Bulbous Bow	YES
Transverse Bulb Area	26.9ft2
Bulb Centroid Location	4.23ft
Body Type - Fwd:	V-Shaped
Body Type - Aft:	U-Shaped
Service Margin	0,10%
Appendage Allowance	0,10%
Appendage Form Factor	0,1
Cb	0,440
Cp	0,611
Service Speed	12.0knots

Total Resistance, Rt (lb)						
Speed (kt)	Fn	Fung	Holtrop	Oortmerssen	Digemes	
7,00	0,20	3944,59	5920,58	1789,63	1973,30	
8,00	0,23	4606,10	7498,89	2356,83	2547,11	
9,00	0,26	6106,08	9213,75	3126,59	3272,50	
10,00	0,29	8159,59	11063,65	4334,76	4189,77	
11,00	0,32	10536,27	13021,83	6236,19	5350,89	
12,00	0,35	13255,46	15082,66	9001,45	6822,88	
13,00	0,38	16672,53	17282,72	12673,43	8692,11	
14,00	0,41	21371,84	19629,83	17183,14	11069,99	
15,00	0,44	27799,35	21995,24	22391,69	14100,17	
16,00	0,47	35546,91	24423,77	28131,62	17967,87	
17,00	0,49	42212,44	26900,95	34236,67	22912,04	

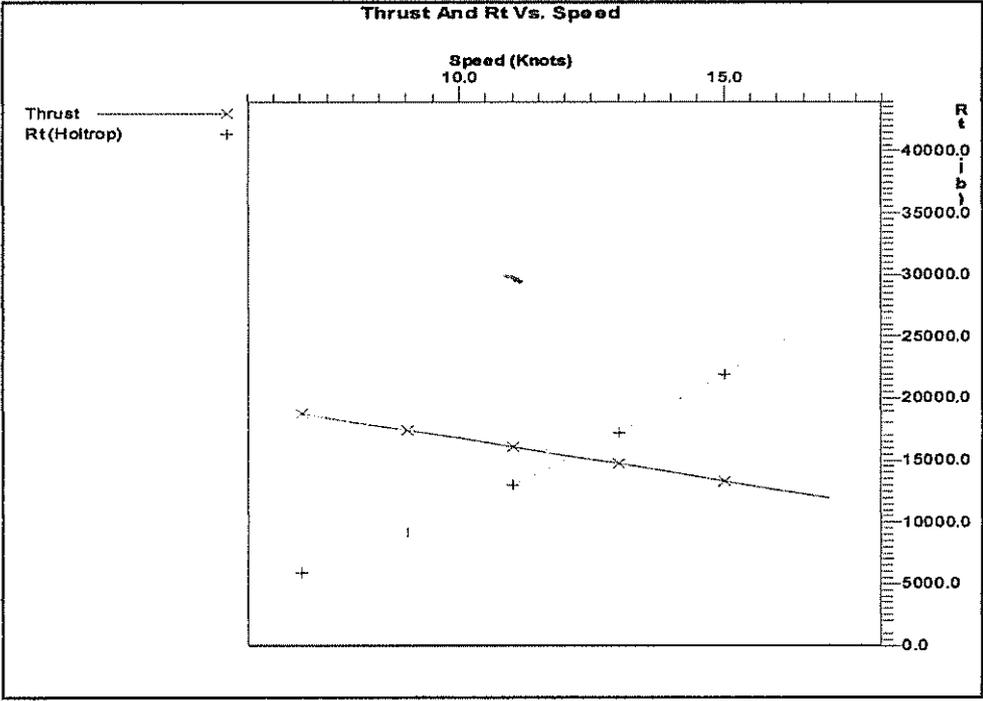


Effective Power, PE (hp)						
Speed (kt)	F _n	Fung	Holtrop	Oortmerssen	Digemes	
7,00	0,20	84,73	127,18	38,44	42,39	
8,00	0,23	113,08	184,09	57,86	62,53	
9,00	0,26	168,64	254,47	86,35	90,38	
10,00	0,29	250,39	339,51	133,02	128,57	
11,00	0,32	355,66	439,56	210,51	180,62	
12,00	0,35	488,12	555,41	331,47	251,25	
13,00	0,38	665,12	689,46	505,58	346,75	
14,00	0,41	918,17	843,33	738,22	475,59	
15,00	0,44	1279,62	1012,45	1030,70	649,04	
16,00	0,47	1745,32	1199,19	1381,24	882,21	
17,00	0,49	2202,13	1403,36	1786,05	1195,27	



Power Plant Data	
Shaft Power:	604 hp
RPM:	478
Percent MCR:	100.0
Operating Speed	11.7 Knots

Thrust and Resistance (lb)				
Speed (kt)	Fn	Thrust	Rt (Holtrop)	
7,00	0,20	18789,54	5920,58	
8,00	0,23	18142,88	7498,89	
9,00	0,26	17481,97	9213,75	
10,00	0,29	16810,07	11063,65	
11,00	0,32	16130,03	13021,83	
12,00	0,35	15444,32	15082,66	
13,00	0,38	14755,08	17282,72	
14,00	0,41	14064,08	19629,83	
15,00	0,44	13372,81	21995,24	
16,00	0,47	12682,42	24423,77	
17,00	0,49	11993,80	26900,95	



Propeller Parameters

Resist. Method:	Holtrop		
Design Speed	12.0 knots		
Design Resistance	15096 lb		
Design Pe	555 hp		
Number Props	▼ 2	Wake	0.134
Pitch:	Fixed	Thrust	0.123
Number Blades:	▼ 4	Hull Eff.	▼ 1.013
Diameter	4.50 (ft)	Rot Eff.	0.986
Open Water Eff.	0.592	Shaft Eff.	0.700
PD Ratio:	0.893		
Area Ratio:	0.640	Pd (hp)	▼ 470
RPM:	379.7	Ps (hp)	▼ 671

APENDICE U CALCULO DEL VAN Y TIR

ESCENARIO 1 ABONO 95% SALDO 5% CONTRAENTREGA

COSTOS DEL PROYECTO POR GRUPO CONSTRUCTIVO

CONSTRUCCION		LANCHA MULTIPROPOSITO		HH	
MATERIAL	COSTO	CONSUMIBLES	COSTO	Grupo	COSTO
Grupo 100	\$122.720,00	Grupo 100	\$18.408,00	Grupo 100	\$112.380,00
Grupo 200	\$307.000,00	Grupo 200	\$30.700,00	Grupo 200	\$86.796,00
Grupo 300	\$288.000,00	Grupo 300	\$28.800,00	Grupo 300	\$49.935,00
Grupo 400	\$93.000,00	Grupo 400	\$9.300,00	Grupo 400	\$46.815,00
Grupo 500	\$386.550,00	Grupo 500	\$38.655,00	Grupo 500	\$98.384,00
Grupo 600	\$103.500,00	Grupo 600	\$10.350,00	Grupo 600	\$38.698,00
Grupo 900	\$13.500,00	Grupo 900	\$1.350,00	Grupo 900	\$40.830,00
Subtotal	\$1.314.270,00	Subtotal	\$137.563,00	Subtotal	\$473.838,00
TOTAL DE MATERIAL		ADMINISTRATIVOS		Subtotal	
\$1.451.833,00		\$86.400,00		\$31.124,33	
TOTAL MANO DE OBRA DIRECTA		INFRAESTRUCTURA		COSTO DE MANO OBRA MENSUA	
\$473.838,00		\$317.000,00		\$31.124,33	
PRECIO SIN IVA		PRECIO SIN IVA			
\$2.794.885,20		\$2.794.885,20			

ESCENARIO 1 ABONO 95% SALDO 5% CONTRAENTREGA

DESGLOSE INGRESOS Y EGRESOS

ABONO	95%	\$ 2.655.140,94
SALDO	5%	\$ 139.744,26

INGRESOS

Mes	COSTO
1	\$2.655.140,94
2	\$0,00
3	\$0,00
4	\$0,00
5	\$0,00
6	\$0,00
7	\$0,00
8	\$0,00
9	\$0,00
10	\$0,00
11	\$0,00
12	\$0,00
13	\$0,00
14	\$0,00
15	\$0,00
16	\$0,00
17	\$0,00
18	\$139.744,26
	\$2.794.885,20

EGRESOS

Mes	COSTO
1	\$189.863,44
2	\$386.435,44
3	\$365.535,44
4	\$151.035,44
5	\$473.940,44
6	\$162.585,44
7	\$63.585,44
8	\$48.735,44
9	\$48.735,44
10	\$48.735,44
11	\$48.735,44
12	\$48.735,44
13	\$48.735,44
14	\$48.735,44
15	\$48.735,44
16	\$48.735,44
17	\$48.735,44
18	\$48.735,44
	\$2.329.071,00

ESCENARIO 1 ABONO 95% SALDO 5% CONTRAENTREGA

ESCENARIO SIN COMPROMISO DE PRESTAMOS

PRESTAMO		\$0,00				
INTERES BANCO		16%				
1	2	3	4	5	6	7
Año	Pagos del prestamo	Prestamo pendiente	Interes en prestamo	Flujo de Caja	PW 25%	DCF 25%
1	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	0,800	\$0,00
2	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	0,640	\$0,00
3	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	0,512	\$0,00
4	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	0,410	\$0,00
5	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	0,328	\$0,00
6	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	0,262	\$0,00
					TOTAL	\$0,00

ESCENARIO 1 ABONO 95% SALDO 5% CONTRAENTREGA

CALCULO DE VAN Y TIR CON IMPUESTOS

IMPUESTO A LA RENTA	25%	5			6	7	8	9	10
		Flujo antes de impuestos	Rebaja de impuestos	Amortizacion					
Año	Capital	Flujo antes de impuestos	Interes	Beneficio	Impuesto	Flujo despues de impuestos	PW	DCF	
							25%	25%	
0	-\$403.400,00	-\$403.400,00				-\$403.400,00	1,000	-\$403.400,00	
1		\$2.465.277,50	\$0,00	\$2.442.866,38	\$610.716,60	\$1.854.560,90	0,800	\$1.483.648,72	
2		-\$386.435,44	\$0,00	-\$408.846,56	-\$102.211,64	-\$284.223,81	0,640	-\$181.903,24	
3		-\$365.535,44	\$0,00	-\$387.946,56	-\$96.986,64	-\$268.548,81	0,512	-\$137.496,99	
4		-\$151.035,44	\$0,00	-\$173.446,56	-\$43.361,64	-\$107.673,81	0,410	-\$44.103,19	
5		-\$473.940,44	\$0,00	-\$496.351,56	-\$124.087,89	-\$349.852,56	0,328	-\$114.639,69	
6		-\$162.585,44	\$0,00	-\$184.996,56	-\$46.249,14	-\$116.336,31	0,262	-\$30.496,86	
7		-\$63.585,44		-\$85.996,56	-\$21.499,14	-\$42.086,31	0,210	-\$8.826,14	
8		-\$48.735,44		-\$71.146,56	-\$17.786,64	-\$30.948,81	0,168	-\$5.192,35	
9		-\$48.735,44		-\$71.146,56	-\$17.786,64	-\$30.948,81	0,134	-\$4.153,88	
10		-\$48.735,44		-\$71.146,56	-\$17.786,64	-\$30.948,81	0,107	-\$3.323,10	
11		-\$48.735,44		-\$71.146,56	-\$17.786,64	-\$30.948,81	0,086	-\$2.658,48	
12		-\$48.735,44		-\$71.146,56	-\$17.786,64	-\$30.948,81	0,069	-\$2.126,79	
13		-\$48.735,44		-\$71.146,56	-\$17.786,64	-\$30.948,81	0,055	-\$1.701,43	
14		-\$48.735,44		-\$71.146,56	-\$17.786,64	-\$30.948,81	0,044	-\$1.361,14	
15		-\$48.735,44		-\$71.146,56	-\$17.786,64	-\$30.948,81	0,035	-\$1.088,91	
16		-\$48.735,44		-\$71.146,56	-\$17.786,64	-\$30.948,81	0,028	-\$871,13	
17		-\$48.735,44		-\$71.146,56	-\$17.786,64	-\$30.948,81	0,023	-\$696,91	
18		\$91.008,82		\$68.597,70	\$17.149,43	\$73.859,39	0,018	\$1.330,53	

VAN	\$340.939,03
TIR	251,76%

ESCENARIO 2 ABONO 80% SALDO 20% CONTRAENTREGA

COSTOS DEL PROYECTO POR GRUPO CONSTRUCTIVO

DESGLOSE INGRESOS Y EGRESOS

ABONO	80%	\$ 2.235.908,16
SALDO	20%	\$ 558.977,04

INGRESOS		EGRESOS	
Mes	COSTO	Mes	COSTO
1	\$2.235.908,16	1	\$189.863,44
2	\$0,00	2	\$386.435,44
3	\$0,00	3	\$365.535,44
4	\$0,00	4	\$151.035,44
5	\$0,00	5	\$473.940,44
6	\$0,00	6	\$162.585,44
7	\$0,00	7	\$63.585,44
8	\$0,00	8	\$48.735,44
9	\$0,00	9	\$48.735,44
10	\$0,00	10	\$48.735,44
11	\$0,00	11	\$48.735,44
12	\$0,00	12	\$48.735,44
13	\$0,00	13	\$48.735,44
14	\$0,00	14	\$48.735,44
15	\$0,00	15	\$48.735,44
16	\$0,00	16	\$48.735,44
17	\$0,00	17	\$48.735,44
18	\$558.977,04	18	\$48.735,44
	\$2.794.885,20		\$2.329.071,00

ESCENARIO 2 ABONO 80% SALDO 20% CONTRAENTREGA

CALCULO DEL VAN SIN IMPUESTOS

TASA	25%				
1	2	3	4	5	6
Mes	Capital	Ingresos	Egresos	Flujo de Caja	Flujo de Caja Acumulado
0	-\$403.400,00			-\$403.400,00	-\$403.400,00
1		\$2.235.908,16	\$189.863,44	\$2.046.044,72	\$1.642.644,72
2		\$0,00	\$386.435,44	-\$386.435,44	\$1.256.209,27
3		\$0,00	\$365.535,44	-\$365.535,44	\$890.673,83
4		\$0,00	\$151.035,44	-\$151.035,44	\$739.638,38
5		\$0,00	\$473.940,44	-\$473.940,44	\$265.697,94
6		\$0,00	\$162.585,44	-\$162.585,44	\$103.112,49
7		\$0,00	\$63.585,44	-\$63.585,44	\$39.527,05
8		\$0,00	\$48.735,44	-\$48.735,44	-\$9.208,40
9		\$0,00	\$48.735,44	-\$48.735,44	-\$57.943,84
10		\$0,00	\$48.735,44	-\$48.735,44	-\$106.679,28
11		\$0,00	\$48.735,44	-\$48.735,44	-\$155.414,73
12		\$0,00	\$48.735,44	-\$48.735,44	-\$204.150,17
13		\$0,00	\$48.735,44	-\$48.735,44	-\$252.885,62
14		\$0,00	\$48.735,44	-\$48.735,44	-\$301.621,06
15		\$0,00	\$48.735,44	-\$48.735,44	-\$350.356,51
16		\$0,00	\$48.735,44	-\$48.735,44	-\$399.091,95
17		\$0,00	\$48.735,44	-\$48.735,44	-\$447.827,40
18		\$558.977,04	\$48.735,44	\$510.241,60	\$62.414,20
				\$62.414,20	\$124.828,40

VAN	25,00%	\$498.541,52
RAZ. RET.	17,88	MESES

ESCENARIO 2 ABONO 80% SALDO 20% CONTRAENTREGA

ESCENARIO SIN COMPROMISO DE PRESTAMOS

PRESTAMO		\$0,00				
INTERES BANCO		16%				
1	2	3	4	5	6	7
Año	Pagos del prestamo	Prestamo pendiente	Interes en prestamo	Flujo de Caja	PW 25%	DCF 25%
1	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	0,800	\$0,00
2	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	0,640	\$0,00
3	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	0,512	\$0,00
4	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	0,410	\$0,00
5	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	0,328	\$0,00
6	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	0,262	\$0,00
					TOTAL	\$0,00

ESCENARIO 2 ABONO 80% SALDO 20% CONTRAENTREGA

CALCULO DE VAN Y TIR CON IMPUESTOS

IMPUESTO A LA RENTA	25%										
		1	2	3	4		5	6	7	8	9
Año	Capital	Flujo antes de impuestos	Rebaja de impuestos		Beneficio	Impuesto	Flujo después de impuestos	PW	DCF		
			Interes	Amortización				25%	25%		
0	-\$403.400,00	-\$403.400,00					-\$403.400,00	1,000	-\$403.400,00		
1		\$2.046.044,72	\$0,00	\$22.411,11	\$2.023.633,60	\$05.908,40	\$1.540.136,31	0,800	\$1.232.109,05		
2		-\$386.435,44	\$0,00	\$22.411,11	-\$408.846,56	-\$102.211,64	-\$284.223,81	0,640	-\$181.903,24		
3		-\$365.535,44	\$0,00	\$22.411,11	-\$387.946,56	-\$96.986,64	-\$268.548,81	0,512	-\$137.496,99		
4		-\$151.035,44	\$0,00	\$22.411,11	-\$173.446,56	-\$43.361,64	-\$107.673,81	0,410	-\$44.103,19		
5		-\$473.940,44	\$0,00	\$22.411,11	-\$496.351,56	-\$124.087,89	-\$349.852,56	0,328	-\$14.639,69		
6		-\$162.585,44	\$0,00	\$22.411,11	-\$184.996,56	-\$46.249,14	-\$116.336,31	0,262	-\$30.496,86		
7		-\$63.585,44		\$22.411,11	-\$85.996,56	-\$21.499,14	-\$42.086,31	0,210	-\$8.826,14		
8		-\$48.735,44		\$22.411,11	-\$71.146,56	-\$17.786,64	-\$30.948,81	0,168	-\$5.192,35		
9		-\$48.735,44		\$22.411,11	-\$71.146,56	-\$17.786,64	-\$30.948,81	0,134	-\$4.153,88		
10		-\$48.735,44		\$22.411,11	-\$71.146,56	-\$17.786,64	-\$30.948,81	0,107	-\$3.323,10		
11		-\$48.735,44		\$22.411,11	-\$71.146,56	-\$17.786,64	-\$30.948,81	0,086	-\$2.658,48		
12		-\$48.735,44		\$22.411,11	-\$71.146,56	-\$17.786,64	-\$30.948,81	0,069	-\$2.126,79		
13		-\$48.735,44		\$22.411,11	-\$71.146,56	-\$17.786,64	-\$30.948,81	0,055	-\$1.701,43		
14		-\$48.735,44		\$22.411,11	-\$71.146,56	-\$17.786,64	-\$30.948,81	0,044	-\$1.361,14		
15		-\$48.735,44		\$22.411,11	-\$71.146,56	-\$17.786,64	-\$30.948,81	0,035	-\$1.088,91		
16		-\$48.735,44		\$22.411,11	-\$71.146,56	-\$17.786,64	-\$30.948,81	0,028	-\$871,13		
17		-\$48.735,44		\$22.411,11	-\$71.146,56	-\$17.786,64	-\$30.948,81	0,023	-\$696,91		
18		\$510.241,60		\$22.411,11	\$487.830,48	\$121.957,62	\$388.283,97	0,018	\$6.994,70		
										\$295.063,53	

VAN	\$295.063,53
TIR	18,41%

ESCENARIO 3 ABONO 70% SALDO 30% CONTRAENTREGA

DESGLOSE INGRESOS Y EGRESOS

ABONO	70%	\$ 1.956.419,64
SALDO	30%	\$ 838.465,56
INGRESOS		
Mes	COSTO	
1	\$1.956.419,64	
2	\$0,00	
3	\$0,00	
4	\$0,00	
5	\$0,00	
6	\$0,00	
7	\$0,00	
8	\$0,00	
9	\$0,00	
10	\$0,00	
11	\$0,00	
12	\$0,00	
13	\$0,00	
14	\$0,00	
15	\$0,00	
16	\$0,00	
17	\$0,00	
18	\$838.465,56	
	\$2.794.885,20	
EGRESOS		
Mes	COSTO	
1	\$189.863,44	
2	\$386.435,44	
3	\$365.535,44	
4	\$151.035,44	
5	\$473.940,44	
6	\$162.585,44	
7	\$63.585,44	
8	\$48.735,44	
9	\$48.735,44	
10	\$48.735,44	
11	\$48.735,44	
12	\$48.735,44	
13	\$48.735,44	
14	\$48.735,44	
15	\$48.735,44	
16	\$48.735,44	
17	\$48.735,44	
18	\$48.735,44	
	\$2.329.071,00	

ESCENARIO 3 ABONO 70% SALDO 30% CONTRAENTREGA

ESCENARIO SIN COMPROMISO DE PRESTAMOS

PRESTAMO						
	\$0,00					
INTERES BANCO						
	16%					
1	2	3	4	5	6	7
Año	Pagos del prestamo	Prestamo pendiente	Interes en prestamo	Flujo de Caja	PW	DCF
					25%	25%
1	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	0,800	\$0,00
2	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	0,640	\$0,00
3	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	0,512	\$0,00
4	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	0,410	\$0,00
5	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	0,328	\$0,00
6	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	0,262	\$0,00
					TOTAL	\$0,00

