Instituto Tecnológico de Mazatlán
División de Estudios Profesionales

DIMENSIONAMIENTO, ANALISIS HIDRODINAMICO Y DE ESTABILIDAD DE UN BUQUE PALANGRERO PARA EL AHORRO ENERGETICO

TITULACIÓN INTEGRAL
TESIS

que para obtener el título de
INGENIERO EN NAVAL

presenta
JESUS ANTONIO MORENO PERAZA

No. de Control: 131000334

Mazatlán, Sin., Febrero de 2022

AGRADECIMIENTOS

"A mi Sra. Madre Elsy Victoria

Peraza Burgueño por ser

lo más valioso que

tengo es mi vida,

soy todo por ella,

a la memoria de mi

Sr. Padre Octavio Moreno Rodríguez y

a mi hermano Octavio Moreno Peraza"

INDICE

LISTA DE TABLAS ii
LISTA DE FIGURAS iii
RESUMEN 4
1. INTRODUCCION 5
2. JUSTIFICACION 7
3 HIPOTESIS 7
4. OBJETIVO 8
5. FUNDAMENTO TEÓRICO 9
5.1 Definición de la forma de la embarcación 9
5.2 Resistencia al avance 10
5.3 Estabilidad 11
5.4 Consumo Energético 12
6. HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS 13
7. DESARROLLO DEL PROYECTO 14
7.1 Dimensionamiento de la Embarcación 14
7.2. Forma del casco 21
7.3. Estimación de la potencia propulsora 23
7.3.4. Comparación de resistencia al avance y la potencia efectiva de los tres diseños 31
7.4. Estudio de estabilidad del buque 33
Resumen del peso en rosca 46
7.4.2. Hidrostáticas 47
7.4.3. Curva KN 51
7.4.5. Condición de peso en rosca 54
7.4.6. Condición 1, Salida De Puerto Con 100% Consumibles 58
7.4.7. Condición 2 Salida de caladero con 40% de consumibles y captura completa 62
7.5 Ahorro Energético 67
8. CONCLUSIONES 69
9. RECOMENDACIONES 73
10. REFRENCIAS 74
11. ANEXOS 75

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Resumen del Dimensionamiento 21
Tabla 2 Ingreso de datos en software NavCad para cálculo de resistencia al avanece “A”..... 24
Tabla 3 Resultados del cálculo de resistencia al avanece a distintas velocidades..... 25
Tabla 4 Resultados Calculo de Potencia Efectiva Casco "A" 25
Tabla 5 Resultados de resistencia total y potencia efectiva casco "A" 26
Tabla 6 Ingreso de datos en software NavCad para cálculo de resistencia al avanece “B”..... 27
Tabla 7 Resultados del Cálculo de resistencia al avanece a distintas velocidades 28
Tabla 8 Resultados Calculo de Potencia Efectiva Casco "B"..... 28
Tabla 9 Resultados de resistencia total y potencia efectiva casco "B" 28
Tabla 10 Ingreso de datos en software NavCad para cálculo de resistencia al avanece “C”..... 29
Tabla 11 Resultados del cálculo de resistencia al avanece a distintas velocidades..... 30
Tabla 12 Resultados cálculo de potencia efectiva casco "C" 30
Tabla 13 Resultados de resistencia total y potencia efectiva casco "C" 30
Tabla 14 Comparación de Resistencia al avance y potencia efectiva de cascos "A", “B” y “C” .. 31
Tabla 15 Características principales de casco "C" 33
Tabla 16 Concentrado de pesos y cg..... 46
Tabla 17 Resumen de peso y cg 46
Tabla 18 Hidrostáticas de 0.1 a 1 m 47
Tabla 19 Hidrostáticas de 1.1 a 2 m 48
Tabla 20 Hidrostáticas de 2.1 a 3 m 49
Tabla 21 Hidrostáticas de 3.1 a 3.5 m 50
Tabla 22 Datos KN 51
Tabla 23 Capacidad de tanques 52
Tabla 24 Concentrado de datos de estabilidad peso en rosca..... 54
Tabla 25 Datos Hidrostáticos condición en rosca 55
Tabla 26 Datos de curva GZ a diferentes grados condición en rosca 56
Tabla 27 Comparación de la condición vs resultados obtenidos en condición en rosca 57
Tabla 28 Concentrado de datos condición salida de puerto..... 58
Tabla 29 Datos hidrostáticos condición salida de puerto 59
Tabla 30 Datos de curva GZ a diferentes grados salida de puerto..... 60
Tabla 31 Comparación de condición vs resultados obtenidos en condición salida de puerto ... 61
Tabla 32 Concentrado de datos condición salida de caladero..... 62
Tabla 33 Datos hidrostáticos condición salida de caladero 64
Tabla 34 Datos de curva GZ a diferentes grados salida de caladero..... 65
Tabla 35 Comparación de la condición vs resultados obtenidos en condición salida de caladero 66
Tabla 36 Resumen de comparación de cascos..... 67
Tabla 37 Comparación de consumo de diésel marino 68
Tabla 38 Resumen de Dimensionamiento 69

Tabla 39 Comparación de Resistencia al avance y potencia efectiva de cascos "A", “B” y “C” .. 70
Tabla 40 Comparación de la condición vs resultados obtenidos en condición en rosca 71
Tabla 41 Comparación de condición vs resultados obtenidos en condición salida de puerto ... 71
Tabla 42 Comparación de la condición vs resultados obtenidos en condición salida de caladero 72
Tabla 43 Resumen comparación de litros consumidos..... 72

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Regresión lineal de la relación de eslora entre perpendiculares y arqueo de barcos palangreros españoles 15
Figura 2 Regresión lineal de la relación de manga respecto al calado y puntal respecto del arqueo 16
Figura 3 Regresión lineal de la relación de coeficiente de block y arqueo de barcos palangreros españoles 18
Figura 4 Regresión lineal de la relación de puntal a cubierta principal y arqueo de barcos palangreros españoles de la zona de Vigo. 19
Figura 5 Casco “A” 21
Figura 6 Casco “B” 22
Figura 7 Casco “C” 23
Figura 8 Estela generada por embarcación a 8 nudos vista general..... 31
Figura 9 Estela generada por embarcación a 8 nudos vista submarina..... 32
Figura 10 Estela generada por embarcación a 10 nudos vista popa..... 32
Figura 11 Espacio bajo cubierta modelados vista general 53
Figura 12 Espacios bajo cubierta modelados vista planta 53
Figura 13 Modelo 3D condición en rosca, barco asentado..... 56
Figura 14 Grafica de curva GZ condición en rosca 57
Figura 15 Modelo 3d de condición salida de puerto..... 60
Figura 16 Grafica de curva GZ condición salida de puerto..... 61
Figura 17 Modelo 3d de condición salida de caladero..... 65
Figura 18 Grafica de curva GZ condición salida de caladero..... 66
Figura 19 Catalogo de Motor Seleccionado 68
Figura 20 Casco “A” 69
Figura 21 Casco “B” 70
Figura 22 Casco “C” 70

RESUMEN

Este proyecto se realizó para dar respuesta a los resultados de la auditoria energética realizada por la Confederación Española de Pesca como búsqueda y estudio de posibles soluciones para el ahorro en el gasto de combustible, el control y reducción de emisiones contaminantes.

Se encontraron puntos específicos para logar estos ahorros y uno de ellos fue la hidrodinámica. Por eso se optó por realizar un estudio teórico del dimensionamiento de un nuevo modelo de embarcación que sea altamente eficiente en las formas del casco y que cumpla con los criterios de estabilidad de este tipo de embarcaciones.

1. INTRODUCCION

En las últimas décadas han surgido nuevos retos, a los que se ha enfrentado el sector pesquero y que se pueden resumir en tres puntos fundamentales:

- Reducción o limitación de las capturas.
- Incremento del precio del combustible.
- Mayores requerimientos ambientales.

Estos tres retos son las principales dificultades para la rentabilidad del sector a corto plazo. Puesto que el volumen de capturas está ligado a factores externos, tales como limitaciones medioambientales o la imposición de cuotas, es en el consumo de combustible donde puede actuar el sector industrial.

El incremento en el precio del crudo en los últimos años ha ido incrementado los costes de explotación ligados al combustible. Esto último, aunado a los precios de las capturas, que se mantienen prácticamente constantes, y a la reducción o estabilización de estas, ha hecho que los beneficios del sector pesquero se hayan visto reducidos en gran medida.

Ante estas nuevas circunstancias, son las medidas de ahorro energético, que buscan obtener un menor consumo de energía y un mejor aprovechamiento de la misma, las que se plantean como la mejor alternativa para conseguir una reducción en el consumo y por lo tanto en las emisiones del buque.

Las ventajas del ahorro energético y de la mejora de la eficiencia energética no pueden considerarse únicamente desde el ahorro económico directo, sino que también hay que considerar el coste medioambiental que cada vez demanda más, una reducción en las emisiones de los buques (Wilson,2005)

Los buques presentan una capacidad de generación energética, que debe satisfacer las necesidades propulsivas del mismo (travesía y operación) y abastecer a los equipos destinados a cubrir los servicios del buque.

La rentabilidad económica de la operación del buque pesquero está íntimamente ligada a los costes de operación en actividad, destacando entre ellos los debidos al consumo del buque, que además de relevantes se pueden considerar como fijos. La correcta gestión energética del buque pesquero (para propulsión y servicios), así como la selección coherente de los equipos productores y consumidores, integrados y dimensionados de acuerdo con las necesidades reales de operación, conducen a ahorros significativos en inversión inicial, en mantenimiento y por supuesto de consumo energético en operación. Todo ello se traduce, finalmente, en un descenso en costes y, por tanto, en un aumento de la rentabilidad económica del buque como entidad empresarial. (Wilson, 2005)

Por lo anterior y tratando de resolver la problemática, la Confederación Española de Pesca realizó una auditoria energética a los barcos palangreros para las mejoras energéticas, ambientales y una mayor eficiencia de las embarcaciones.

Por ello, se realizó el diseño y pruebas teóricas para la mejora hidrodinámica en las formas del casco de un buque pesquero con palangre de máxima eficiencia energética, con el consiguiente ahorro de combustible y la reducción de contaminantes.

2. JUSTIFICACION

La auditoría energética realizada por CEPESCA (Confederación Española de Pesca), asociaciones y entidades, consistió es una serie de auditorías energéticas, para ser específicos a 27 buques palangreros de superficie de la flota española, como búsqueda y estudio de posibles soluciones para el ahorro en el gasto de combustible, para el control y reducción de emisiones contaminantes

Se encontraron puntos claves para aumentar la eficiencia energética en buques palangrero de superficie de dichos puntos, uno de ellos fue realizar un nuevo diseño del casco y realizar el estudio hidrodinámico. En el presente trabajo se optó por contribuir con un nuevo diseño y el estudio hidrodinámico de una embarcación de pesca con palangre. Que cumpla con las mejoras para el ahorro en el gasto de combustible, para el control y reducción de emisiones contaminantes, además de que la embarcación cumpla con la estabilidad. Para ello se modificaron las formas del casco en su obra viva y se realizó un estudio hidrodinámico.

3 HIPOTESIS

Se pueden comparar varios cascos para llegar a ver cuál es el más eficiente.

Modificando las formas del casco es posible tener un ahorro energético en los gastos de consumo comparando la resistencia al avance. Actualmente existen softwares que ayudan a modificar las formas de diseño y con ello calcular el comportamiento de la embarcación de forma digital.

4. OBJETIVO

4.1 Objetivo general

Realizar el diseño una embarcación altamente efectiva en el consumo energético, tomando la hidrodinámica de las formas del casco como base, y cumpliendo las normas de estabilidad necesarias para este tipo de embarcación.

4.2 Objetivos específicos

1- Determinar las dimensiones principales de una embarcación de pesca con palangre.

2- Estudiar tres diseños de cascos para la comparación hidrodinámica.

3- Analizar la resistencia al avance de los tres cascos de forma teórica, numérica e informáticamente, por medio del software NavCad y Maxsurf.

4- Comparar el ahorro energético que se obtuvo al estudiar tres diseños de cascos distintos.

5- Elaborar de la distribución y optimización de los espacios de carga del buque, empleando para ello el módulo Stability del programa Maxsurf

6- Evaluar la estabilidad del buque tomando en cuenta la normativa de CÓDIGO INTERNACIONAL DE ESTABILIDAD SIN AVERIA, 2008 (CÓDIGO IS 2008). Tomando en cuenta los criterios generales de estabilidad para embarcaciones pesqueras.

5. FUNDAMENTO TEÓRICO

5.1 Definición de la forma de la embarcación

La definición de la forma de una embarcación, se pueden abordar mediante distintos procedimientos:

- Generando la forma propia partiendo de cero, que se ajustan a las dimensiones y coeficientes calculados con anterioridad, que tendrían que ser estudiadas y probadas en un canal de experiencias hidrodinámicas.

- Generando la forma a partir de series sistemáticas, ajustadas a las dimensiones y coeficientes obtenidos previamente.

Generar la forma adecuada para cualquier barco, es un proceso que implica la búsqueda de una solución a un compromiso de exigencias de proyecto, como puede ser la resistencia al avance frente a capacidad de carga. Esto hace que, en un proyecto, la forma de la embarcación se priorice.

La resistencia al avance en el caso de la embarcación del presente proyecto, se relaciona con la velocidad que se exige al barco en las especificaciones iniciales. Una forma adecuada permitirá que, para alcanzar la velocidad requerida, no sea necesario un sistema propulsor excesivo, ahorrando en el costo de adquisición, combustible y espacio.

En el caso de buques pesqueros, la capacidad de carga suele entenderse como la capacidad de bodegas, junto con la capacidad de combustible, agua dulce y aceites necesarios. Es por lo antes mencionado que, la capacidad de carga es considera como una condicionante a tomar en cuenta al crear la forma de la embarcación. (Piñeiro, 2015).

5.2 Resistencia al avance

En la actualidad, los estudios de la resistencia al avance de un buque son fundamentales en la fase de diseño del mismo para obtener embarcaciones más eficientes desde los puntos de vista hidrodinámico y energético.

La resistencia al avance de un buque se puede considerar, como la fuerza que opone el fluido al movimiento y se denomina como resistencia total (R_T). La resistencia está asociada con la potencia y el consumo de combustible a las distintas velocidades de navegación (Vs), por ello interesa conocerla con exactitud. También permite definir y rediseñar las dimensiones y formas de la carena que consiga que la potencia necesaria para la navegación sea mínima

La RW es la fuerza que se opone al movimiento del buque. Cuando un buque navega en una superficie libre agua-aire, la variación de presiones sobre el cuerpo genera olas que acompañan al buque en su movimiento. Las olas modifican el campo de presiones sobre el buque. En algunas zonas aumenta la presión sobre la que había sin olas y en otras disminuye, por lo que, al integrarlas, el resultado no es nulo, sino que aparece una fuerza que se opone al movimiento. El valor de esta resistencia depende de la velocidad y de las características principales y carena del buque.

La RV es la resistencia de presión de origen viscoso. Dicho de otra forma, cuando un buque se encuentra sumergido en un fluido viscoso, se establece alrededor del buque una capa límite y presión sobre el casco. Esta capa deja de ser continua a la altura de la popa, debido a que las líneas de popa son menos finas y la curvatura del casco grande. En la zona de popa se forman unos remolinos que incrementan la resistencia al avance. Por lo tanto, la velocidad y presión del fluido en proa es mayor que en popa.

La RA es la resistencia al avance debido a al flujo del aire sobre la estructura del buque. Cuanto mayor sea la obra muerta del buque, mayor será el efecto de ésta.

Este parámetro en la resistencia total no es muy notable, su valor se encuentra en torno al 8%. (De Lavalle, 1985)

5.3 Estabilidad

La estabilidad es la propiedad que tienen los buques de recuperar su posición inicial cuando la pierde por causas externas. Varios son los conceptos que influyen en el estudio de la estabilidad como centro de gravedad (G), metacentro (M), centro de carena (C), entre otros.

Un barco pesquero tiene unas características en su explotación que hacen que su seguridad pueda verse comprometida por cuestiones de estabilidad, siendo estas cuestiones:

- Variación de las situaciones de carga a lo largo de la marea.
- Aparición de fuerzas transversales que se separen de la situación de equilibrio en la maniobra de izado del arte.
- Necesidad de mantener un rumbo que comprometa la estabilidad durante el largado y el izado del arte.

La estabilidad se evalúa por medio de los cálculos de estabilidad inicial. Estos cálculos no garantizan que los buques pesqueros tengan suficiente estabilidad a grandes ángulos de escora para una navegación segura.

La estabilidad a pequeños ángulos de escora se evalúa en función del radio metacéntrico tanto transversal como longitudinal y la estabilidad es mayor cuanto mayor sea la inercia de la flotación de manera que se busca una flotación con la mayor área posible.

Como norma general se busca evitar secciones en V muy extremas ya que estas secciones son poco favorables desde el punto de vista de la estabilidad al facilitar el embarque de agua en popa.

El uso de popas de espejo además de dar una mayor superficie de trabajo en la zona de lanzamiento del arte, mejora la estabilidad del buque. (De Lavalle,1985).

5.4 Consumo Energético

El consumo energético es el gasto total de la energía, y normalmente incluye más de una fuente energética, asociados al gasto de luz, de energía eléctrica, gas, el gasoil o la biomasa. Además, el consumo de energía está conectado a la eficiencia energética. De esta forma, a mayor consumo energético, menor es la eficiencia, y, por lo tanto, menor es también el ahorro en las facturas. La Iniciativa de ahorro ("iniciativa de ahorro") fue una de las primeras conjunto de proyectos impulsados por la Confederación Española de Pesca CEPESCA, en cooperación con otros pescadores organizaciones como ARVI, la asociación de armadores Vigo. La iniciativa está destinados a obtener datos operativos reales de seis tipos diferentes de buques pesqueros, incluidos dos palangreros de superficie. Esto altamente datos valiosos incluyen el par real y la velocidad medida en el eje de la hélice, potencia eléctrica, consumo de combustible del motor, barco velocidad, etc ..

El consumo energético se mide en kilovatios por hora o kWh.

6. HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS

En el mercado existe un número elevado de programas informáticos de diseño naval. Ejemplo de ello son el software Foram o Cintranaval, que son empleados en la arquitectura naval, que son herramientas que facilitan y dan rapidez a la elaboración de información y cálculos.

El programa informático utilizado para el desarrollo del trabajo ha sido Maxsurf, NavCad, Rhinoceros y AutoCad. Estos programas y otro más son utilizados actualmente por los ingenieros navales para la elaboración de los proyectos de barcos, tanto de recreo, yates, veleros, buques mercantes, petroleros, graneleros, remolcadores, etc.

Con software Rhinoceros se realizó el modelo 3D de casco, Maxsurf y NavCad utilizado para el cálculo de resistencia al avance, posteriormente se diseñó la distribución de la embarcación con la herramienta AutoCad. Y por último en el software Maxsuft se calculó la estabilidad de la embarcación.

7. DESARROLLO DEL PROYECTO

7.1 Dimensionamiento de la Embarcación

Para desarrollar el buque se partió de un arqueo promedio ya que es considerado un valor importante en la vida de una embarcación para el pago de tarifas portuarias y servicios, y encontrando el promedio de este tipo de embarcaciones y su eslora se decidió partir del valor 450 GT.

- *Tipo de Buque: Pesquero Palangrero Congelador*
- *Arqueo: 450 GT*

A la hora de plantearse el dimensionamiento de cualquier barco, existen diversos procedimientos para su realización. Lo más habitual es recurrir a métodos partiendo de la información de una base de datos de barcos similares al barco objeto del diseño. Con este procedimiento se busca ajustar las dimensiones con el menor error posible gracias al volumen de datos trazados. De este modo, a mayor tamaño de datos mayor exactitud en los resultados. (Piñeiro, 2015).

Para el dimensionamiento de este proyecto se recurrió al método estadístico de Regresión Lineal. Con los requerimientos específicos del buque proyecto (Arqueo bruto de 450 GT) se realizó la investigación de embarcaciones similares, por lo que se elaboró la base de datos con la cual se partió para realizar el dimensionamiento.

En la tabla “Base de Datos Palangreros Españoles” en anexos se muestra los datos de 98 embarcaciones de la zona del noroeste de España del puerto de Vigo, que corresponden al 70% de la flota de palangrero de esta región.

Eslora entre perpendiculares (Lpp)

La eslora se puede considerar la dimensión principal ya que una vez conocida, pueden determinarse otras características principales. Se estimó a partir de un valor de arqueo bruto de 450 GT.

A continuación de muestra en la Figura 1 con la relación entre eslora entre perpendiculares (Lpp^3) y Arqueo Bruto (GT), de la flota de palangreros de la zona de Vigo, España.

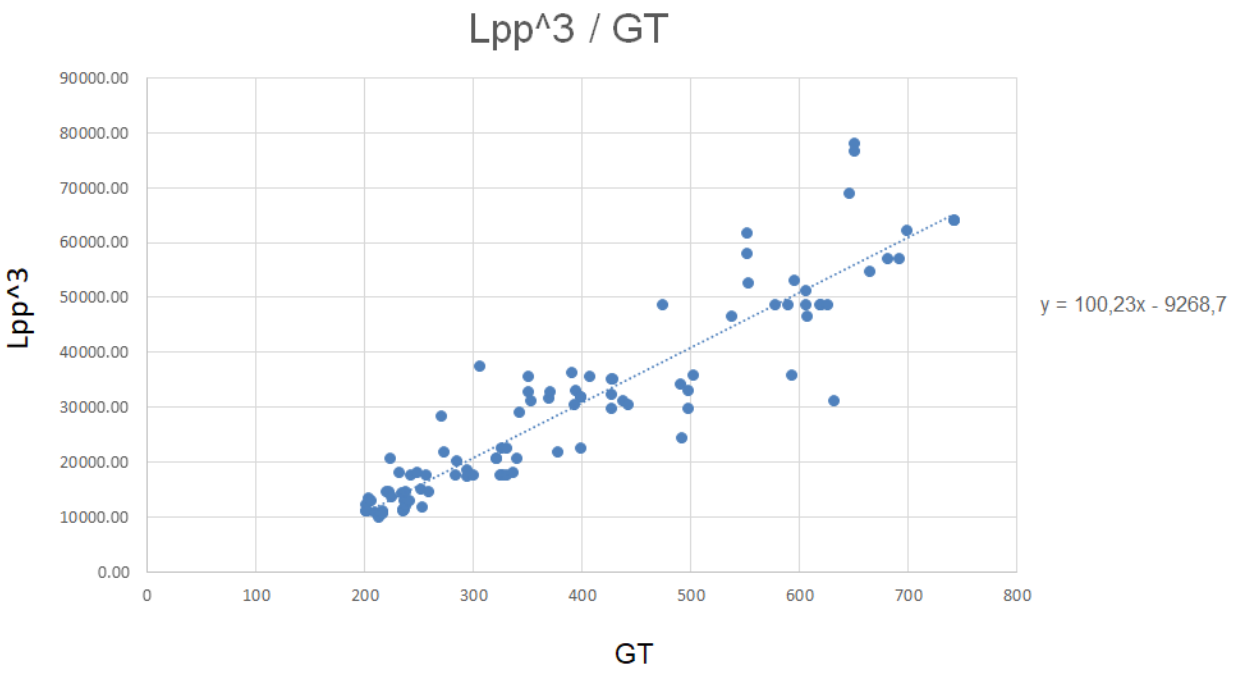


Figura 1 Regresión lineal de la relación de eslora entre perpendiculares y arqueo de barcos palangreros españoles

Partiendo de la regresión lineal figura 1, se obtiene la siguiente fórmula:

$$y = 100.23\ (x) - 9268.7$$

Donde:

x = Valor de GT

Sustitución de la fórmula:

$$y = 100.23\ (x) - 9268.7$$

$$y = 100.23\ (450) - 9268.7 = 35834.8$$

$$\therefore\ Lpp3 = \sqrt[3]{35834.8} = 32.968\ m$$

$$\therefore Lpp3 = 33\ m$$

Por tanto, la Lpp del buque proyecto será de 33 m, al comparar este dato con la figura 1 se infiere que dicho valor se encuentra dentro del margen.

Manga (B) y Calado (T)

De igual manera se realizó una regresión línea de los valores de manga (B) y calado (T), respecto del GT como se muestra en la figura 1.

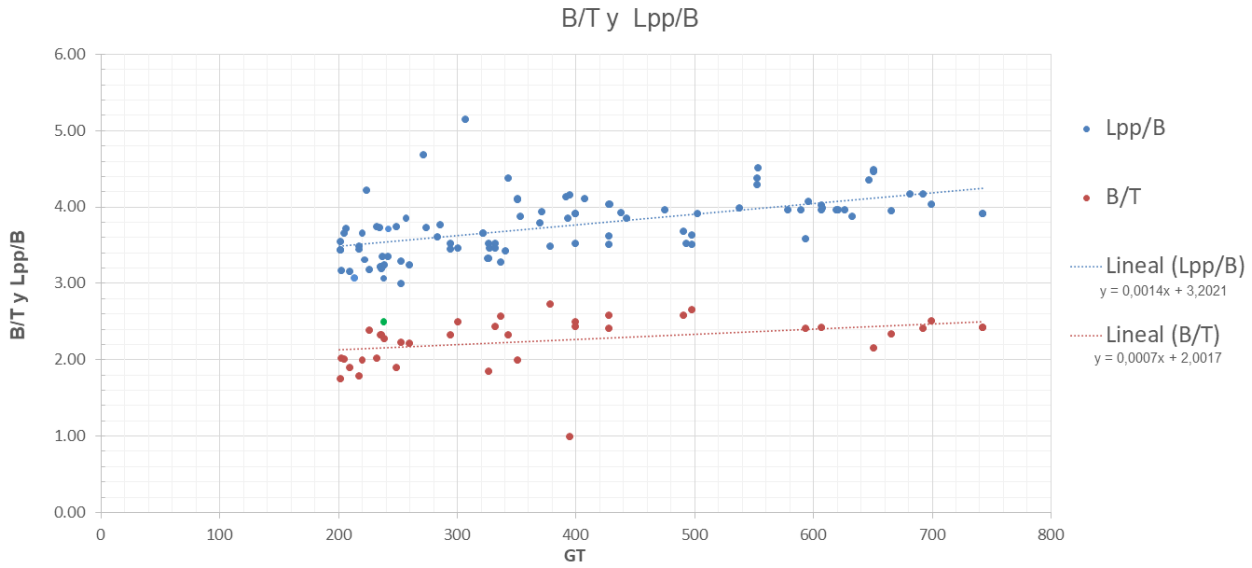


Figura 2 Regresión lineal de la relación de manga respecto al calado y puntal respecto del arqueo

Manga (B)

Partiendo de la regresión lineal de la figura 2, se obtiene la siguiente fórmula:

$$y = 0.0014\ (x) + 3.2021$$

Donde:

x = Valor de GT

Sustitución de la fórmula

$$y = \ 0.0014\ (x) + 3.2021$$

$$y = 0.0014\ (450) + 3.2021 = 3.8321$$

$$\therefore\ B = \ 33/3.8321 = 8.6114\ m$$

$$\therefore B = 8.60\ m$$

Calado (T)

Partiendo de la regresión lineal B/T GT, se obtiene la siguiente fórmula:

$$y = 0.0007\ (x) + 2.0017$$

Donde:

x = Valor de GT de nuestra especificación técnica

Sustitución de la fórmula:

$$y = \ 0.0007\ (x) + 2.0017$$

$$y = 0.0007\ (450) + 2.0017 = 2.3167$$

$$\therefore\ T = \ 8.60/2.3167 = 3.7121\ m$$

$$\therefore T = 3.70\ m$$

Coeficiente de Block (Cb)

A continuación de muestra en la Figura 3 la regresión lineal de la relación de coeficiente de block (CB) relación con el arqueo, en los anexos se muestra la tabla de relaciones de barcos de la zona de Vigo.

Regresión polinómica para el cálculo de Cb para 450 GT.

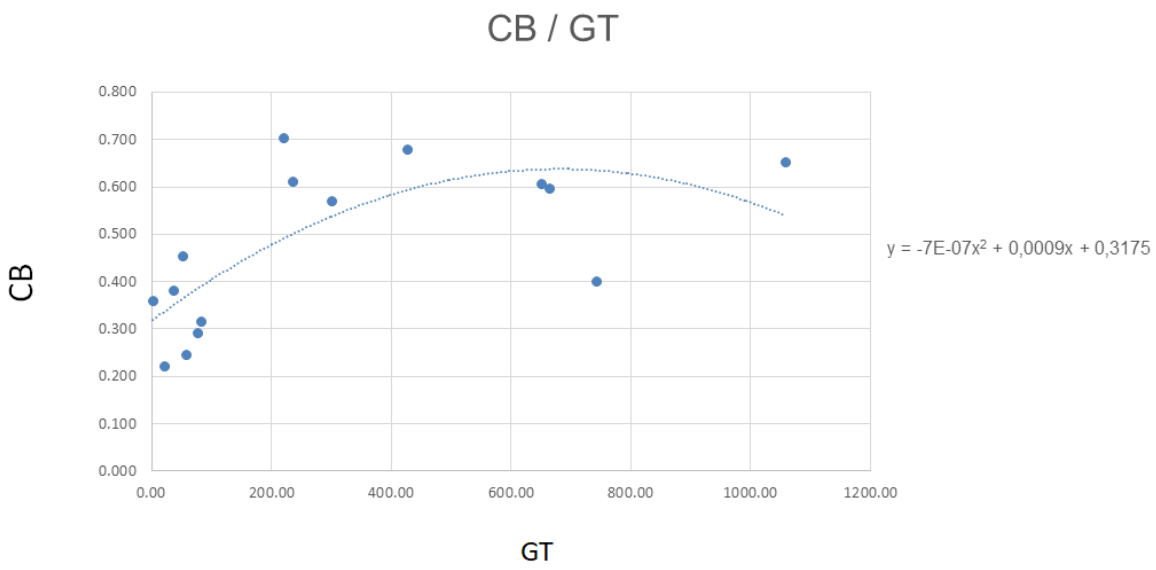


Figura 3 Regresión lineal de la relación de coeficiente de block y arqueo de barcos palangreros españoles

Partiendo de la regresión polinómica grafica 3, se obtiene la siguiente fórmula:

$$y = -7_E^{-07}\, x^2 + 0{,}0009\, x + 0{,}3175$$

Donde:

x = Valor de GT

Sustitución la fórmula:

$$y = -7_E^{-07}\, x^2 + 0{,}0009\, x + 0{,}3175$$

$$y = -7_E^{-07}\, (450)^2 + 0{,}0009\, (450) + 0{,}3175$$

$$\therefore Cb = 0.58075$$

$$\therefore Cb = 0.58$$

Puntal a cubierta principal (D)

En la siguiente figura 4 se muestra la regresión polinómica para el cálculo de Puntal (D) relación con el arqueo.

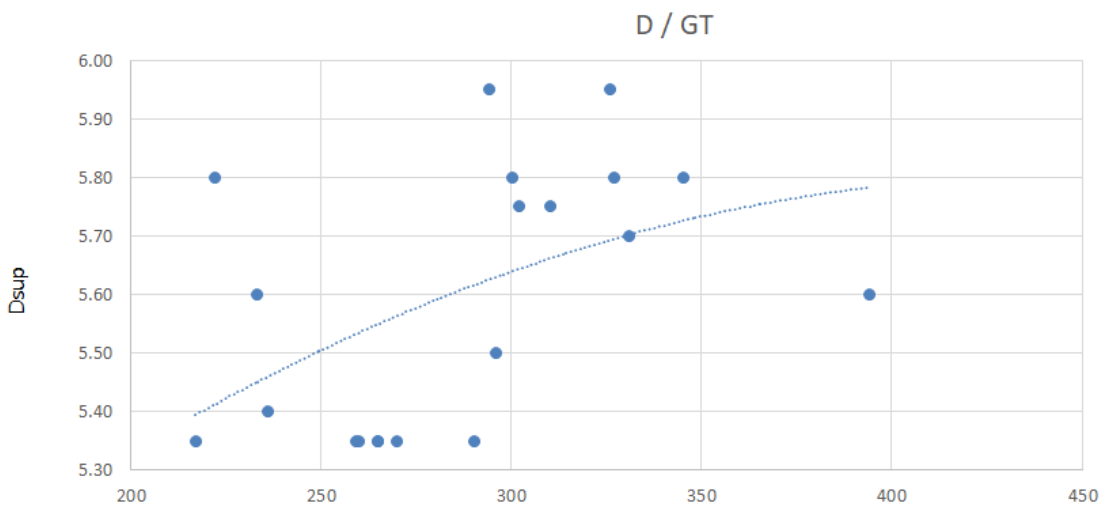


Figura 4 Regresión lineal de la relación de puntal a cubierta principal y arqueo de barcos palangreros españoles de la zona de Vigo.

Partiendo de la regresión polinómica figura 4, se obtiene la siguiente fórmula:

$$y = -8_{E}^{-06}\, x^2 + 0.0071\, x + 4.2258$$

Donde:

x = Valor de GT

Sustitución de la fórmula:

$$y = -8_{E}^{-06}\, x^2 + 0{,}0071\, x + 4{,}2258$$

$$y = -8_{E}^{-06}\, (450)^2 + 0{,}0071\, (450) + 4{,}2258$$

$$\therefore D = 5.8008\ m$$

$$\therefore D = 5.80\ m$$

7.2. Forma del casco

7.2.1. Diseño A

Con el dimensionamiento preliminar se obtienen las siguientes características del buque.

Tabla 1 Resumen del Dimensionamiento

Características del dimensionamiento		
Lpp	33	M
B	8.6	M
D	5.8	M
T	3.7	M
CB	0.58	

Con estas características se realizó el primer casco “A” en el programa Rhinoceros Orca 3D obteniendo una forma que se muestra en la figura 5.

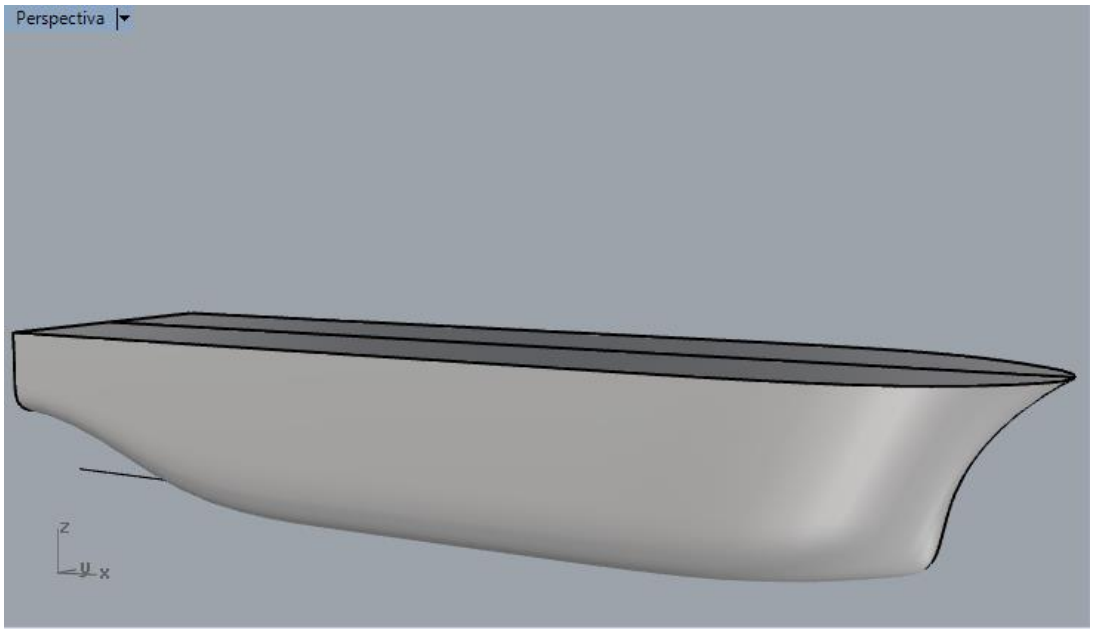


Figura 5 Casco “A”

7.2.2 Diseño B

A partir del diseño preliminar A de la embarcación, se realizó la modificación hidrodinámica del casco para mayor eficiencia en resistencia al avance y la propulsión, obteniendo así el diseño B. Al cual se le agregó un bulbo en proa, un bulbo en popa, una roda pronunciada y formas lineales. En la figura 6 se muestra el casco B.

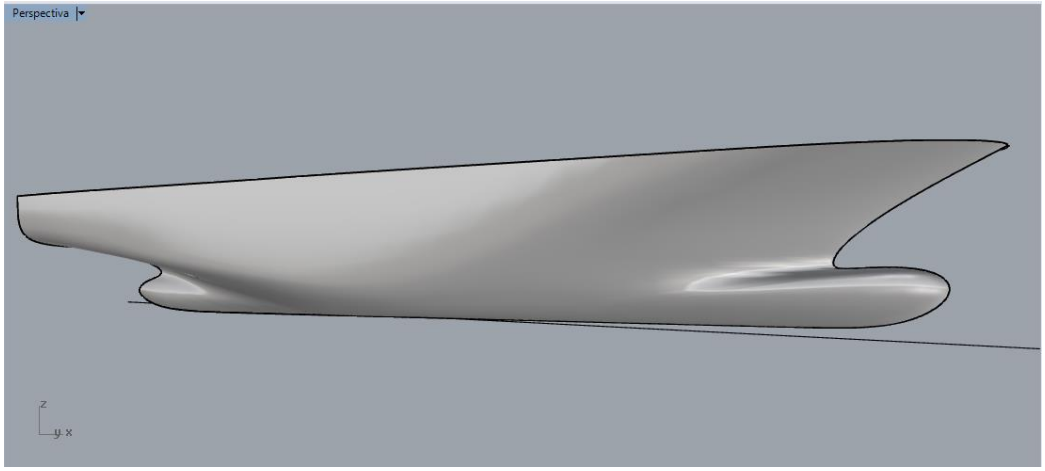


Figura 6 Casco “B”

7.2.3 Diseño C

A partir del diseño B, se realizó un nuevo diseño (Diseño C) con el vano modificado para albergar una hélice de 3,000 mm con su tolerancia de 15 % como lo piden las casas clasificadoras. Así mismo, se modificó el bulbo y roda como se muestra en la figura 7.

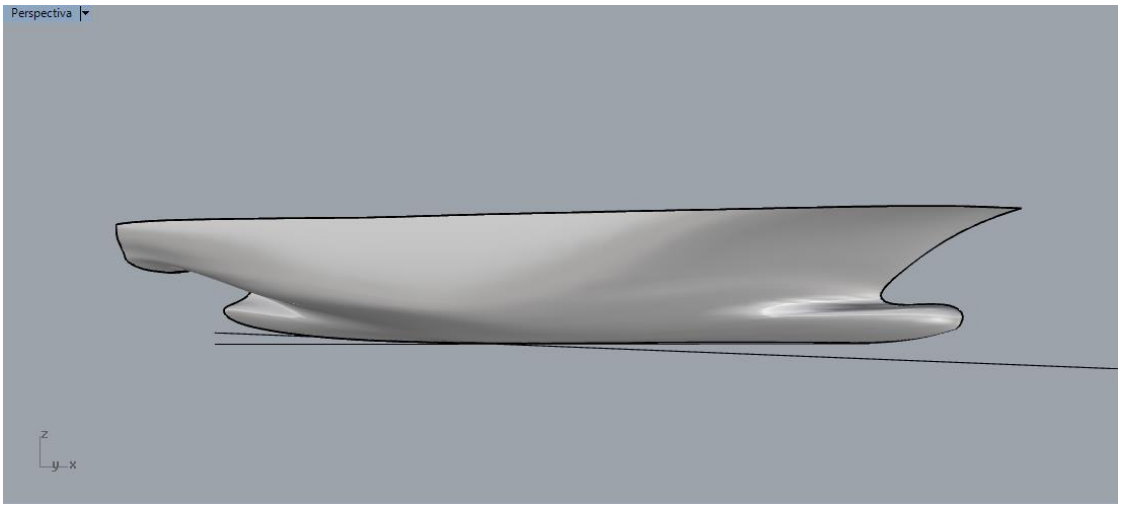


Figura 7 Casco “C”

Teniendo estos tres modelos de cascos que cumplen con las dimensiones y características antes dichas se realizara el estudio hidrodinámico para tener la mejor eficiencia energética.

7.3. Estimación de la potencia propulsora

Para realizar la estimación de la potencia propulsora de estas estimaciones se tomó información del buque 3D en Rinconeros “A”, “B”, y “C” y con ayuda del software NavCad 2015.

Debido a que se cuenta con tres diferentes diseños de cascos, cada uno de ellos con distintas formas, se realizaron tres cálculos de estimación propulsora a cada una de ellas para comparar los resultados.

7.3.1 Resistencia al avance (Diseño “A”)

Partiendo de esta forma “A” se calculó la Resistencia al avance y la potencia requerida. En la figura 4, se muestra la hoja de cálculo inicial del software NavCad en donde se ingresaron los datos principales para realizar el cálculo.

Tabla 2 Ingreso de datos en software NavCad para cálculo de resistencia al avanece “A”

Project		
Project ID:	Proyecto Palangre...	
Description:	1 aproximacion	
Summary		
Scope:	ITTC-78 (CT)	
Configuration:	Monohull	
Chine type:	Round/multiple	
Length on WL:	38,910	m
Displacement:	718,10	t
Propulsor type:	Propeller	
Count:	1	
Water properties		
Water type:	Salt	
Density:	1026,00	kg/m3
Viscosity:	1,18920e-6	m2/s
Speeds		
Speed [01]	4,00	kt
Speed [02]	5,00	kt
Speed [03]	6,00	kt
Speed [04]	7,00	kt
Speed [05]	8,00	kt
Speed [06]	9,00	kt
Speed [07]	10,00	kt
Speed [08]	11,00	kt
Speed [09]	12,00	kt
Speed [10]	13,00	kt
Design condition		
Design speed:	8,00	kt

Hull		
Configuration:	Monohull	
Chine type:	Round/multiple	
General		
Length on WL:	38,910	m
Max beam on WL:	8,600	m
Max molded draft:	3,700	m
Displacement:	718,10	t
Wetted surface:	527,320	m2
Demi-hull spacing:		m
ITTC-78 (CT)		
LCB fwd TR:	19,450	m
LCF fwd TR:	18,820	m
Max section area:	30,830	m2
Waterplane area:	332,350	m2
Bulb section area:	0,000	m2
Bulb ctr below WL:	0,000	m
Bulb nose fwd TR:	0,000	m
Imm transom area:	6,800	m2
Transom beam WL:	8,580	m
Transom immersion:	0,850	m
Half entrance angle:	85,00	deg
Bow shape factor:	0,0	[AVG flow]
Stern shape factor:	0,0	[AVG flow]

Con los datos de entrada que se ingresaron anteriormente, se calculó la potencia efectiva total para un intervalo de velocidades de 4 nudos a 13 nudos. Por su parte, la velocidad de crucero es de 10 nudos, como se aprecia en la figura 2.

Tabla 3 Resultados del cálculo de resistencia al avanece a distintas velocidades

	RESISTANCE AND EFFECTIVE POWER									
SPEED [kt]	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RTOWED [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]
4,00	6,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,93	7,15	12,8	14,7
5,00	9,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,43	10,93	24,5	28,1
6,00	14,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,21	16,96	45,5	52,4
7,00	27,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	31,92	100,0	115,0
8,00	64,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,66	74,06	265,1	304,8
9,00	152,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,89	175,45	706,4	812,3
10,00	352,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	52,85	405,17	1812,5	2084,4
11,00	718,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	107,79	826,40	4066,5	4676,5
12,00	1126,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	168,95	1295,29	6953,3	7996,3
13,00	1705,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	255,89	1961,80	11408,8	13120,1

Potencia Efectiva (EHP)

La potencia efectiva (EHP) se define como:

$$EHP = \frac{R_t \cdot v}{75}$$

El valor de la potencia efectiva es calculado por el programa NavCad de forma automática. La tabla 3, muestra el valor de la potencia efectiva a las diferentes velocidades calculadas.

Tabla 4 Resultados Calculo de Potencia Efectiva Casco "A"

	RESISTANCE AND EFFECTIVE POWER									
SPEED [kt]	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RTOWED [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]
4,00	6,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,93	7,15	12,8	14,7
5,00	9,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,43	10,93	24,5	28,1
6,00	14,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,21	16,96	45,5	52,4
7,00	27,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	31,92	100,0	115,0
8,00	64,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,66	74,06	265,1	304,8
9,00	152,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,89	175,45	706,4	812,3
10,00	352,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	52,85	405,17	1812,5	2084,4
11,00	718,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	107,79	826,40	4066,5	4676,5
12,00	1126,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	168,95	1295,29	6953,3	7996,3
13,00	1705,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	255,89	1961,80	11408,8	13120,1

El resumen, para la velocidad de crucero son los siguientes, que se presentaron en la tabla 4.

Tabla 5 Resultados de resistencia total y potencia efectiva casco "A"

Velocidad	V	10 kt
Resistencia total	R_{Total}	405.17kn
Potencia efectiva total	P_{ETota}	2084.4 kw

7.3.2 Resistencia al avance (Diseño “B”)

Partiendo de esta forma “B” se calculó la Resistencia al avance y la potencia requerida. En la tabla 5 se muestra la hoja de cálculo inicial del software NavCad en donde se ingresaron los datos principales para realizar el cálculo.

Tabla 6 Ingreso de datos en software NavCad para cálculo de resistencia al avanece “B”

Project		
Project ID:	Palagrero	
Description:	Segunda Aproxim...	
Summary		
Scope:	ITTC-78 (CT)	
Configuration:	Monohull	
Chine type:	Round/multiple	
Length on WL:	39,880	m
Displacement:	778,80	t
Propulsor type:	Propeller	
Count:	0	
Water properties		
Water type:	Salt	
Density:	1026,00	kg/m3
Viscosity:	1,18920e-6	m2/s
Speeds		
Speed [01]	4,00	kt
Speed [02]	5,00	kt
Speed [03]	6,00	kt
Speed [04]	7,00	kt
Speed [05]	8,00	kt
Speed [06]	9,00	kt
Speed [07]	10,00	kt
Speed [08]	11,00	kt
Speed [09]	12,00	kt
Speed [10]	13,00	kt
Design condition		
Design speed:	10,00	kt

Hull		
Configuration:	Monohull	
Chine type:	Round/multiple	
General		
Length on WL:	39,880	m
Max beam on WL:	9,100	m
Max molded draft:	3,700	m
Displacement:	778,80	t
Wetted surface:	254,880	m2
Demi-hull spacing:		m
ITTC-78 (CT)		
LCB fwd TR:	19,940	m
LCF fwd TR:	18,210	m
Max section area:	30,440	m2
Waterplane area:	321,360	m2
Bulb section area:	3,110	m2
Bulb ctr below WL:	2,120	m
Bulb nose fwd TR:	42,385	m
Imm transom area:	5,820	m2
Transom beam WL:	8,300	m
Transom immersion:	0,934	m
Half entrance angle:	40,00	deg
Bow shape factor:	0,0	[AVG flow]
Stern shape factor:	0,0	[AVG flow]

Con los datos de entrada que se ingresaron anteriormente, se calculó la potencia efectiva total para un intervalo de velocidades de 4 nudos a 13 nudos. Por su parte, la velocidad de crucero es de 13 nudos, como se muestra en la tabla 6.

Tabla 7 Resultados del Cálculo de resistencia al avanece a distintas velocidades

SPEED COEFS			RESISTANCE AND EFFECTIVE POWER									
SPEED [kt]	FN	FV	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RTOWED [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]
4,00	0,104	0,218	3,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,88	8,0	8,0
5,00	0,130	0,272	5,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,80	14,9	14,9
6,00	0,156	0,326	8,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,06	24,9	24,9
7,00	0,182	0,381	10,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,76	38,7	38,7
8,00	0,208	0,435	14,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,28	58,8	58,8
9,00	0,234	0,490	19,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,38	89,7	89,7
10,00	**0,260**	**0,544**	**27,10**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**27,10**	**139,4**	**139,4**
11,00	0,286	0,598	40,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40,87	231,3	231,3
12,00	0,312	0,653	57,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57,76	356,6	356,6
13,00	0,338	0,707	74,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	74,08	495,4	495,4

Potencia Efectiva (EHP)

La potencia efectiva (EHP) se define como:

$$EHP = \frac{R_t \cdot v}{75}$$

El valor de la potencia efectiva es calculado por el programa NavCad de forma automática. La tabla 7, muestra el valor de la potencia efectiva a las diferentes velocidades calculadas.

Tabla 8 Resultados Calculo de Potencia Efectiva Casco "B"

SPEED COEFS			RESISTANCE AND EFFECTIVE POWER									
SPEED [kt]	FN	FV	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RTOWED [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]
4,00	0,104	0,218	3,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,88	8,0	8,0
5,00	0,130	0,272	5,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,80	14,9	14,9
6,00	0,156	0,326	8,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,06	24,9	24,9
7,00	0,182	0,381	10,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,76	38,7	38,7
8,00	0,208	0,435	14,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,28	58,8	58,8
9,00	0,234	0,490	19,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,38	89,7	89,7
10,00	**0,260**	**0,544**	**27,10**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**27,10**	**139,4**	**139,4**
11,00	0,286	0,598	40,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40,87	231,3	231,3
12,00	0,312	0,653	57,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57,76	356,6	356,6
13,00	0,338	0,707	74,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	74,08	495,4	495,4

El resumen, para la velocidad de crucero son los siguientes, que se presentaron en la tabla 8.

Tabla 9 Resultados de resistencia total y potencia efectiva casco "B"

Velocidad	V	13 kt
Resistencia total	R_{Total}	74.08
Potencia efectiva total	P_{ETota}	495.4 kw

7.3.3 Resistencia al avance (Diseño “C”)

Partiendo de esta forma “C” se calculó la Resistencia al avance y la potencia requerida. En la tabla 9 se muestra la hoja de cálculo inicial del software NavCad en donde se ingresaron los datos principales para realizar el cálculo.

Tabla 10 Ingreso de datos en software NavCad para cálculo de resistencia al avanece “C”

Project		
Project ID:	Palangrero	
Description:	Formas Finales	
Summary		
Scope:	ITTC-78 (CT)	
Configuration:	Monohull	
Chine type:	Round/multiple	
Length on WL:	39,360	m
Displacement:	710,00	t
Propulsor type:	Propeller	
Count:	1	
Water properties		
Water type:	Salt	
Density:	1026,00	kg/m3
Viscosity:	1,18920e-6	m2/s
Speeds		
Speed [01]	4,00	kt
Speed [02]	5,00	kt
Speed [03]	6,00	kt
Speed [04]	7,00	kt
Speed [05]	8,00	kt
Speed [06]	9,00	kt
Speed [07]	10,00	kt
Speed [08]	11,00	kt
Speed [09]	12,00	kt
Speed [10]	13,00	kt
Design condition		
Design speed:	10,00	kt

Hull		
Configuration:	Monohull	
Chine type:	Round/multiple	
General		
Length on WL:	39,360	m
Max beam on WL:	9,100	m
Max molded draft:	3,700	m
Displacement:	710,00	t
Wetted surface:	247,950	m2
Demi-hull spacing:		m
ITTC-78 (CT)		
LCB fwd TR:	19,680	m
LCF fwd TR:	18,210	m
Max section area:	30,450	m2
Waterplane area:	311,770	m2
Bulb section area:	3,020	m2
Bulb ctr below WL:	2,220	m
Bulb nose fwd TR:	41,780	m
Imm transom area:	2,020	m2
Transom beam WL:	7,420	m
Transom immersion:	0,300	m
Half entrance angle:	39,47	deg
Bow shape factor:	0,0	[AVG flow]
Stern shape factor:	0,0	[AVG flow]

Con los datos de entrada que se ingresaron anteriormente, se calculó la potencia efectiva total para un intervalo de velocidades de 4 nudos a 13 nudos. Por su parte, la velocidad de crucero es de 13 nudos tabla 10.

Tabla 11 Resultados del cálculo de resistencia al avanece a distintas velocidades

SPEED COEFS			RESISTANCE AND EFFECTIVE POWER									
SPEED [kt]	FN	FV	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RTOWED [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]
4,00	0,105	0,221	2,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,36	2,75	4,9	5,7
5,00	0,131	0,276	3,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54	4,11	9,2	10,6
6,00	0,157	0,331	4,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,74	5,70	15,3	17,6
7,00	0,183	0,387	6,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	7,66	24,0	27,6
8,00	0,209	0,442	9,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,36	10,41	37,3	42,8
9,00	0,236	0,497	12,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,92	14,75	59,4	68,3
10,00	0,262	0,552	19,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,92	22,37	100,1	115,1
11,00	0,288	0,608	30,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,59	35,17	173,1	199,0
12,00	0,314	0,663	43,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,47	49,61	266,3	306,3
13,00	0,340	0,718	60,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	69,01	401,4	461,6

Potencia Efectiva (EHP)

La potencia efectiva (EHP) se define como:

$$EHP = \frac{R_t \cdot v}{75}$$

El valor de la potencia efectiva es calculado por el programa NavCad de forma automática. La tabla 11, muestra el valor de la potencia efectiva a las diferentes velocidades calculadas.

Tabla 12 Resultados cálculo de potencia efectiva casco "C"

SPEED COEFS			RESISTANCE AND EFFECTIVE POWER									
SPEED [kt]	FN	FV	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RTOWED [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]
4,00	0,105	0,221	2,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,36	2,75	4,9	5,7
5,00	0,131	0,276	3,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54	4,11	9,2	10,6
6,00	0,157	0,331	4,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,74	5,70	15,3	17,6
7,00	0,183	0,387	6,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	7,66	24,0	27,6
8,00	0,209	0,442	9,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,36	10,41	37,3	42,8
9,00	0,236	0,497	12,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,92	14,75	59,4	68,3
10,00	0,262	0,552	19,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,92	22,37	100,1	115,1
11,00	0,288	0,608	30,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,59	35,17	173,1	199,0
12,00	0,314	0,663	43,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,47	49,61	266,3	306,3
13,00	0,340	0,718	60,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	69,01	401,4	461,6

El resumen, para la velocidad de crucero son los siguientes, que se presentaron en la tabla 12.

Tabla 13 Resultados de resistencia total y potencia efectiva casco "C"

Velocidad	V	13 kt
Resistencia total	R_{Total}	69.01kn
Potencia efectiva total	P_{ETota}	461 kw

7.3.4. Comparación de resistencia al avance y la potencia efectiva de los tres diseños

Tabla 14 Comparación de Resistencia al avance y potencia efectiva de cascos "A", “B” y “C”

	Velocidad	Resistencia Total (R_{Total})	Potencia Efectiva Total (P_{ETota})
Diseño “A”	10 kt	405,17 KN	2084,4 KW
Diseño “B”	13 kt	74.08 KN	495 KW
Diseño “C”	13 kt	69.01 KN	461 KW

Al comparar los valores de resistencia y potencia de cada forma del casco, se observa la importancia de realizar el cálculo de hidrodinámica al momento del diseño preliminar de una embarcación, a las tres posibles formas del casco de la embarcación, se optó por seleccionar el diseño “C”, esto debido a con esta forma se tiene menor resistencia al avance 22,37KN y menor potencia efectiva 115,1 KW.

Se sometió a una simulación de navegación en un canal en software Maxsuft para ver la estela generada al navegar.

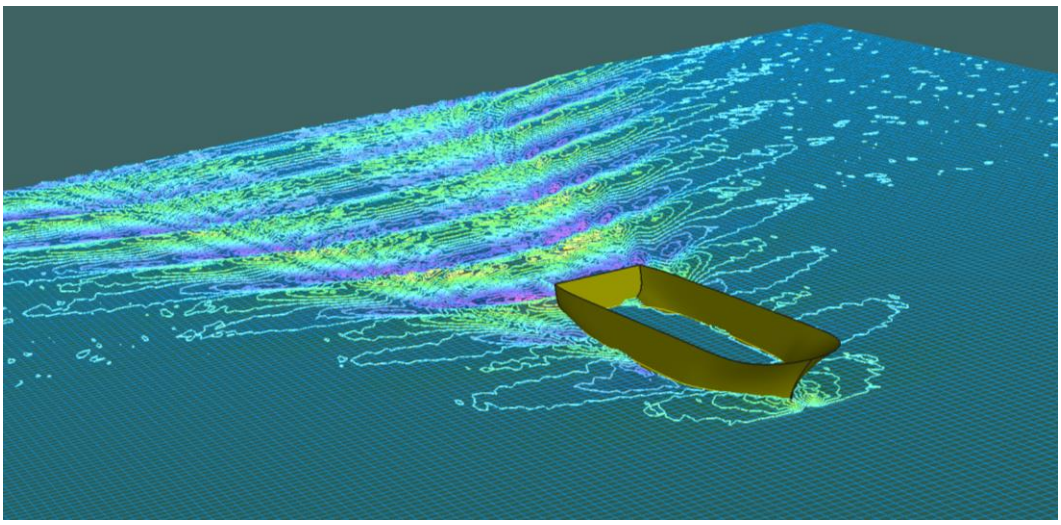


Figura 8 Estela generada por embarcación a 8 nudos vista general

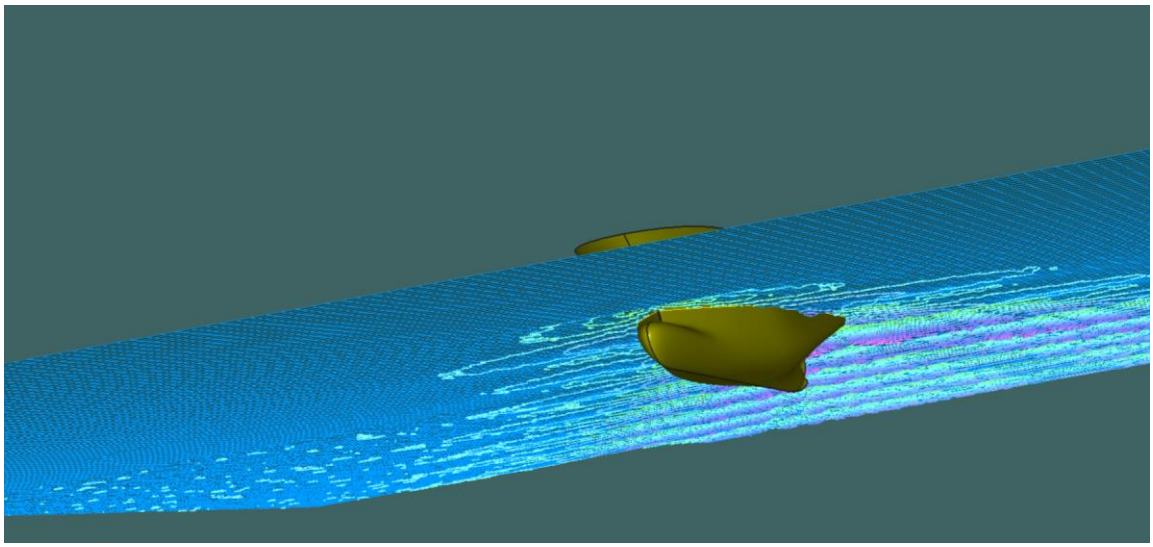


Figura 9 Estela generada por embarcación a 8 nudos vista submarina

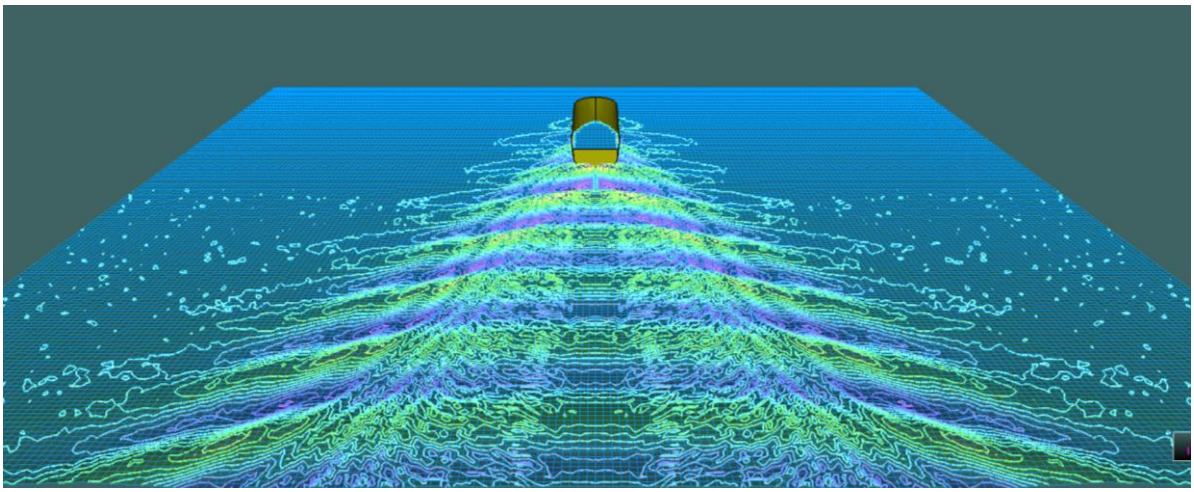


Figura 10 Estela generada por embarcación a 10 nudos vista popa

7.4. Estudio de estabilidad del buque

Para estudio de la estabilidad del buque es necesario el peso en rosca, su centro de gravedad y las condiciones de estudio, por lo que se realizó la estimación del peso en rosa y centro de gravedad, y se tomó el código internacional de estabilidad sin avería, 2008 (código 2008) para tomar las condiciones de estudio. Se realizó el estudio de estabilidad del casco “C”.

7.4.1 Estimación de peso en rosca y centro de gravedad

El peso en rosca se define como la suma de todos los pesos del buque excluyendo carga, consumos, pasaje y pertrechos. En este apartado se estimó dicho peso, apoyado en fórmulas de aproximación.

Las características de la embarcación “C” son:

Tabla 15 Características principales de casco "C"

Lt(m)	32.5 m
Lpp(m)	27.17 m
B(m)	7.5 m
Dcp(m)	3.70 m
Dsup(m)	5.90 m
Cb	0.58
Δ (Tn)	356

Cálculo del peso en rosca desglosado

El peso en rosca se compone de:

$$PR = Pacero + Pmaquinaria + Pequipos + Phabilitación$$

Peso del Acero

Se realizó un promedio posterior al cálculo del peso del acero con métodos Watson, método de A. Osorio y método García Garcés, los cuales son válidos para todo tipo embarcaciones.

Método de Watson

El peso del acero (Ps) se calcula del siguiente modo:

$$Ps = K \times E1{,}36 \times (0{,}65 + 0{,}5Cb80\%D)$$

Donde:

Ps= Peso del cero

K= Constante que toma el valor 0,0425 (valor obtenido de la fig. 9.4.36 del libro “Cálculo del desplazamiento”, correspondiente a embarcaciones pesqueras).

D= Puntal

$$E = Lpp \times (B + T) + 0{,}85Lpp \times (D - T) + 0{,}85(ls \times hs) + 0{,}75\ (lc \times hc)$$

Donde:

B= Manga

T= Calado

D= Puntal

ls= longitud de superestructura. Según la disposición preliminar es 9.5 m

hs= altura de superestructura, midiendo en el plano tiene un valor de 4.4m

hc= longitud y altura de casetas que es 0 ya que el buque carece de ella.

Sustituyendo la fórmula se obtiene:

$$E = 27.71 \times (7.3 + 3.2) + 0{,}85(27.71) \times (5.9 - 3.2) + 0{,}85(9.5 \times 4.4) + 0{,}75\ (0 \times 0)$$

$$\therefore E = 390$$

Cb80%D se calculó de la siguiente manera:

$$CBp = CB + (1 - CB) \times ((0{,}8D - T) / (3T))$$

$$CBp = 0.58 + (1 - 0.58) \times ((0{,}8(5.9) - 3.2) / (3(3.2))$$

$$\therefore CBp = 0.1583$$

Sustituyendo estos valores el peso del acero nos queda:

$$Ps = K \times E1{,}36 \times (0{,}65 + 0{,}5Cb80\%D)$$

$$Ps = 0.0425 \times 390^{1{,}36} \times (0{,}65 + 0{,}5(0.1583))$$

$$\therefore Ps = 103.52\ Tn$$

Método de A. Osorio

$$Ps = \left(\frac{Lpp}{10}\right)^{1.3760} \text{ x } \left(\frac{B\ x\ Dsup}{100}\right)^{0.7449} \text{ x } (0.0542 - 0.0017Cb) \text{ x } 1000$$

Donde:

Ps= Peso del acero

Lpp= Eslora entre perpendiculares

B= Manga

Dsup= Puntal a cubierta superior

Cb= Coeficiente de Block

Al sustituir la fórmula:

$$Ps = \left(\frac{27.71}{10}\right)^{1.3760} \text{ x } \left(\frac{7.5\ x\ 5.9}{100}\right)^{0.7449} \text{ x } (0.0542 - 0.0017(0.58)) \text{ x } 1000$$

$$\therefore Ps = 117.83\ Tn$$

Método de García Garcés

$$Ps = 0{,}0304L^{1{,}5} \text{ x } B \text{ x } Dsup0{,}5$$

Donde:

L= Eslora

B= Manga

Dsup= Puntal a cubierta superior

Al sustituir la fórmula:

$$Ps = 0{,}0304\ (32.5)^{1,5} \times 7.5 \times (5.9)0{,}5$$

$$\therefore Ps = 124.61\ Tn$$

El valor final de Ps será a media aritmética dada de las tres fórmulas utilizadas anteriormente:

$$\frac{103.52 + 117.83 + 124.61}{3} = 115.32$$

$$\therefore PsFinal = 115.32\ Tn$$

Estimación del centro de gravedad del peso final

Las coordenadas del centro de gravedad se estimaron del modelo “C” en el software Rhinoceros 3D:

Xcg = 18.025 m

Ycg = 3.65 m

$$Zcg = 0.0\ m$$

Peso de Maquinaria

Se eligió un motor de la marca MITSUBISHI MARINE ENGINE S6R-T2MPTK, Motor diésel de 6 cilindros y 4 ciclos, refrigerado por agua, inyección directa, filtro de aire turboalimentado, refrigerador de aire.

El centro de gravedad del motor está situado en:

$$Xg = 6\ m$$

$$Zg = 1.13\ m$$

Hélice Propulsora

La hélice es de paso controlable, y tiene un diámetro de 4,5 m. Con la siguiente formula se calcula el peso de la hélice

$$Ph = 0{,}12 \times D3 = 10{,}94\ Tn$$

El centro de gravedad de la hélice estará situado en:

$$Xg = 1.5\ m$$

$$Zg = .573\ m$$

Grupo de emergencia

Se considero un grupo de emergencia de 250 kVA, que pesa un total de:

$$P_{EG} = \frac{7.45\ x\ (kVA-30)+756}{1000} =$$

$$P_{GE} = \frac{7.45\ x\ (250-30)+756}{1000} = 2.4\ Tn$$

Situado en:

Xcg = 18.025 m

Ycg = 3.65 m

Tanques no estructurales de cámara de maquinas

Por tener una potencia superior a 736 kW, el peso de estos tanques no estructurales se calcula:

PTcm = 1,2 + 0,00073 × Pot. motor (kW) × 1,3587 =

PTcm = 1,2 + 0,00073 × 520 × 1,3587 = 0.85 Tn

Situado en:

Xg = 7 m

Yg = 1.5 m

Zg = 3 m

Equipos contra incendios de cámara de maquinas

PcIcm = 0.125 x (0.0046 x Pot. Motor (kW) + 0.0088 x L x B)

P_{clcm} = 0.125 x (0.0046 x 520 kW + 0.0088 x 32.5 x 7.5) =

$$\therefore PcLcm = 0.56\,Tn$$

Situado en:

Xg = 7 m

Yg = 1.5 m

Peso de la instalación eléctrica

Se realizó con la siguiente fórmula

$$Pie = \frac{\left(\frac{L}{60}\ x\ lc\right) + Pot.motor(\ kW)}{1000}$$

Siendo lc la longitud de cables en km, que se estima a partir de:

lc = 9.82 + 0.268 x Lpp + 0,000597 x Lpp^2

lc = 9.82 + 0.268 x 27.17 + 0,000597 x 27.7^2 =

$$\therefore lc = 21.03\ km$$

Entonces, se sustituyó la fórmula

$$Pie = \frac{\left(\frac{32.5}{60}\ x\ 21.03\right) + 520}{1000}$$

$$\therefore Pie = 0.53\ km$$

Considerado el centro de gravedad del acero:

Xcg = 18.025 m

Ycg = 3.65 m

Zcg = 0.0 m

Peso chimenea

El peso de la chimenea se calculo

Pch = 0.0034 x Lpp x B

Pch = 0.0034 x 27.17 x 7.5 =

$$\therefore Pch = 0.69\ Tn$$

Las coordenadas del centro de gravedad son:

Xcg = 4.5 m

Ycg = 9.2 m

Peso de tubería y bombas

$$P_{TBC} = 0.047 \times Lpp \times \sqrt{Lpp} \times B$$

$$P_{TBC} = 0.047 \times 27.17 \times \sqrt{27.17} \times 7.5$$

$$\therefore PTBC = 0.49\ Tn$$

Y se consideró el centro de gravedad del acero:

Xcg = 18.025 m

Ycg = 3.65 m

Zcg = 0.0 m

Peso de Pintura

Puede estimarse con el valor del peso del acero con la siguiente expresión:

$$Ppi = 0{,}008 \times PS$$

$$Ppi = 0{,}008 \times 117.83$$

$$\therefore Ppi = 0.94\ Tn$$

Su centro de gravedad se consideró el mismo que el del acero:

Xcg = 18.025 m

Ycg = 3.65 m

Zcg = 0.0 m

Peso de la protección catódica del casco

Se estimó con la siguiente expresión:

$$P\text{pc} = 0{,}0004 \times S\text{m} \times a \times y$$

Siendo:

• Sm: Es la superficie mojada del casco, la cual es Sm = 414.8 m2

• a: Es función del tipo de ánodo, se usó a = 1, que es el

Correspondiente a ánodos de Zinc.

• y: Es el número de años de protección. Considerando la duración de

estos ánodos de dos años.

Sustitución de la fórmula:

$$P\text{pc} = 0{,}0004 \times 414.8 \times 1 \times 2$$

$$\therefore Ppc = 0.33\, Tn$$

El centro de gravedad se aplicó en la abscisa del centro de gravedad del acero y a una altura de la mitad del calado.

Xcg = 18.025 m

Ycg = 1.2 m

Zcg = 0.0 m

Peso del equipo de Gobierno

El peso del equipo de gobierno se calculó mediante la siguiente expresión.

PEG = 0,0224 × A × v2/3 + 2

Donde A es el área de la pala del timón que se calculado como:

$$\mathrm{A} = \frac{\mathrm{L\ x\ T\ x\ (1.1} + \frac{\mathrm{25B2}}{\mathrm{L2}}}{100}$$

$$\mathrm{A} = \frac{\mathrm{32.5\ x\ 3.2\ x\ (1.1} + \frac{\mathrm{25(7.5)2}}{\mathrm{(32.5)2}}}{100}$$

$$\therefore A = \ 2.52\ m2$$

v es la velocidad en pruebas a plena carga en nudos, que se obtiene a partir de la velocidad de crucero

$$\mathrm{v = 1.06\ x\ vs}$$

$$\mathrm{v = 1.06\ x\ 12\ nudos}$$

$$\therefore v = \ 12.72\ nudos$$

Con los valores de las variantes encontrados se pudo sustituir la fórmula:

PEG = 0,0224 × 2.52 × $12.72^{2/3}$ + 2

$$\therefore Peg = \ 3.15\ Tn$$

El centro de gravedad se encuentra en:

$$Xcg = 0 \text{ m}$$

$$Ycg = 0.530 \text{ m}$$

Peso del equipo de salvamento

Se cálculo a partir del número de tripulantes a bordo:

$$PL = 9{,}5 + (n - 35) \times 0{,}1$$

$$\therefore PL = 2\ Tn$$

Siendo n el número de tripulantes. Para tripulaciones menores de 35 personas, como es el caso, el peso no disminuye, por lo que obtendremos un peso de 2 Tn, que lo vamos a considerar aplicado la altura media de la habilitación

El centro de gravedad se encuentra en:

$$Xg = 12 \text{ m}$$

$$Zg = 4.5 \text{ m}$$

Peso del equipo contra incendios

$$PCI = 0.0025 \times Vbodega$$

Siendo Vbodega el volumen de la mayor bodega, que corresponde al situado en la Bodega que tiene un volumen de 234.25 m^3:

PCI =0.58 Tn

Resumen del peso en rosca

Tabla resumen del peso en rosca:

Tabla 16 Concentrado de pesos y cg

Nombre	Peso (Tn)	CGX (m)	CGY(m)	CGZ(m)	MX(Tn.m)	MY(Tn.m)	MZ(Tn.m)
PESO DEL ACERO	115.32	14.24	2.74	0.00	1642.16	315.98	0.00
PESO CASETA	14.25	11.00	5.80	0.00	156.75	82.65	0.00
PESO MAQUINARIA	2.95	7.37	1.13	0.00	21.74	3.33	0.00
HELICE PROPULSORA	3.24	1.50	0.57	0.00	4.86	1.86	0.00
GRUPO DE EMERGENCIA	2.40	14.24	2.74	0.00	34.18	6.58	0.00
TQ. NO ESTRUCTURALES	0.85	7.00	1.50	3.00	5.95	1.28	2.55
EQUIPO CONTRA INCENDIO C.M.	0.56	7.00	1.50	0.00	3.92	0.84	0.00
PESO INSTALACION ELECTRICA	0.53	14.24	2.74	0.00	7.55	1.45	0.00
PESO CHIMENEA	0.69	4.50	9.20	0.00	3.11	6.35	0.00
PESO DE TUBERIA Y BOMBAS	0.49	14.24	2.74	0.00	6.98	1.34	0.00
PESO PINTURA	0.94	14.24	2.74	0.00	13.39	2.58	0.00
PESO PROTECCION CATODICA	0.33	14.24	1.50	0.00	4.70	0.50	0.00
PESO EQUIPO DE GOBIERNO	3.15	1.50	0.53	0.00	4.73	1.67	0.00
PESO EQUIPO DE SALVAMENTO	2.00	12.00	4.50	0.00	24.00	9.00	0.00
PESO EQUIPO CONTRA INCENDIO	0.58	14.24	2.74	0.00	8.26	1.59	0.00
	148.28				1942.25	436.98	2.55

Tabla 17 Resumen de peso y cg

W =	148.28	Tn
CGX =	13.10	m
CGY =	2.95	m
CGZ =	0.02	m

En la parte de anexos se agrega el plano de ubicación de CG en la vista de perfil de la embarcación.

7.4.2. Hidrostáticas

A continuación en la tabla 17 se muestran los datos hidrostáticos del casco “C”, cálculo realizado en el softwate Maxsuft Estability, en anexos de añade la gráfica hidrostática

Trim: 0 m

Tabla 18 Hidrostáticas de 0.1 a 1 m

Draft Amidships	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
Displacement t	1.173	3.116	6.482	11.23	17.13	23.97	31.60	39.94	48.89	58.43
Heel deg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Draft at FP m	0.000	0.100	0.200	0.300	0.400	0.500	0.600	0.700	0.800	0.900
Draft at AP m	0.000	0.100	0.200	0.300	0.400	0.500	0.600	0.700	0.800	0.900
Draft at LCF m	0.000	0.100	0.200	0.300	0.400	0.500	0.600	0.700	0.800	0.900
Trim (+ve by stern) m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WL Length m	14.351	18.238	22.105	25.871	28.239	28.853	29.243	29.541	29.760	29.979
Beam max extents on WL m	1.532	2.701	3.618	4.215	4.699	5.109	5.449	5.745	5.989	6.200
Wetted Area m^2	14.494	27.662	43.240	56.893	68.893	79.410	89.085	98.272	106.932	115.391
Waterpl. Area m^2	13.017	25.421	39.992	52.257	62.425	70.742	77.925	84.412	90.182	95.573
Prismatic coeff. (Cp)	0.636	0.562	0.487	0.442	0.430	0.437	0.444	0.451	0.457	0.463
Block coeff. (Cb)	0.182	0.160	0.163	0.171	0.184	0.202	0.218	0.233	0.246	0.259
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.537	0.554	0.586	0.620	0.642	0.658	0.671	0.681	0.690	0.697
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.592	0.516	0.500	0.479	0.470	0.480	0.489	0.497	0.506	0.514
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	8.964	10.498	11.865	12.928	13.729	14.325	14.776	15.128	15.410	15.639
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	10.383	12.209	13.809	14.854	15.577	16.024	16.344	16.594	16.755	16.888
KB m	-0.069	0.009	0.084	0.155	0.223	0.288	0.351	0.414	0.475	0.537
KG m	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
BMt m	1.319	2.704	3.644	3.841	3.771	3.642	3.506	3.379	3.259	3.144
BML m	117.695	124.372	129.539	121.713	110.606	96.231	84.063	74.679	66.483	60.265
GMt m	-1.750	-0.287	0.728	0.996	0.993	0.929	0.858	0.793	0.735	0.681
GML m	114.626	121.381	126.623	118.868	107.829	93.518	81.415	72.093	63.959	57.802
KMt m	1.250	2.713	3.728	3.996	3.993	3.929	3.858	3.793	3.735	3.681
KML m	117.626	124.381	129.623	121.868	110.829	96.518	84.415	75.093	66.959	60.802
Immersion (TPc) tonne/cm	0.133	0.261	0.410	0.536	0.640	0.725	0.799	0.865	0.924	0.980
MTc tonne.m	0.045	0.127	0.276	0.449	0.621	0.754	0.865	0.968	1.051	1.135
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	-0.036	-0.016	0.082	0.195	0.297	0.389	0.473	0.553	0.627	0.694
Max deck inclination deg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Trim angle (+ve by stern) deg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

NOTA: SE AGREGA GRAFICA EN LA PARTE ANEXOS

Tabla 19 Hidrostáticas de 1.1 a 2 m

Draft Amidships	**1.1**	**1.2**	**1.3**	**1.4**	**1.5**	**1.6**	**1.7**	**1.8**	**1.9**	**2**
Displacement t	79.10	90.17	101.7	113.7	126.1	139.0	152.3	165.9	180.0	194.4
Heel deg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Draft at FP m	1.100	1.200	1.300	1.400	1.500	1.600	1.700	1.800	1.900	2.000
Draft at AP m	1.100	1.200	1.300	1.400	1.500	1.600	1.700	1.800	1.900	2.000
Draft at LCF m	1.100	1.200	1.300	1.400	1.500	1.600	1.700	1.800	1.900	2.000
Trim (+ve by stern) m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WL Length m	30.335	30.471	30.607	30.723	30.816	30.908	30.972	31.108	31.288	31.482
Beam max extents on WL m	6.541	6.678	6.797	6.899	6.981	7.038	7.073	7.093	7.105	7.112
Wetted Area m^2	131.824	139.843	147.805	155.780	163.742	171.715	179.790	188.192	196.517	205.084
Waterpl. Area m^2	105.521	110.092	114.532	118.860	123.038	127.097	131.037	134.717	138.336	141.769
Prismatic coeff. (Cp)	0.473	0.478	0.483	0.488	0.494	0.499	0.505	0.510	0.514	0.518
Block coeff. (Cb)	0.281	0.291	0.301	0.310	0.320	0.331	0.341	0.352	0.361	0.371
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.712	0.719	0.726	0.734	0.743	0.752	0.763	0.773	0.784	0.793
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.532	0.541	0.551	0.561	0.572	0.584	0.598	0.611	0.622	0.633
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	15.984	16.110	16.212	16.291	16.350	16.390	16.413	16.419	16.410	16.386
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	17.033	17.046	17.025	16.967	16.880	16.762	16.609	16.446	16.236	15.998
KB m	0.658	0.718	0.779	0.839	0.899	0.959	1.019	1.080	1.140	1.200
KG m	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
BMt m	2.948	2.858	2.778	2.702	2.630	2.561	2.493	2.427	2.362	2.298
BML m	51.115	47.626	44.754	42.395	40.393	38.695	37.226	35.772	34.553	33.383
GMt m	0.606	0.577	0.557	0.541	0.529	0.520	0.512	0.507	0.502	0.498
GML m	48.772	45.345	42.533	40.234	38.292	36.654	35.246	33.851	32.693	31.583
KMt m	3.606	3.577	3.557	3.541	3.529	3.520	3.512	3.507	3.502	3.498
KML m	51.772	48.345	45.533	43.234	41.292	39.654	38.246	36.851	35.693	34.583
Immersion (TPc) tonne/cm	1.082	1.128	1.174	1.218	1.261	1.303	1.343	1.381	1.418	1.453
MTc tonne.m	1.297	1.375	1.454	1.538	1.624	1.713	1.804	1.888	1.978	2.064
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	0.836	0.908	0.989	1.074	1.165	1.261	1.361	1.467	1.576	1.689
Max deck inclination deg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Trim angle (+ve by stern) deg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

NOTA: SE AGREGA GRAFICA EN LA PARTE ANEXOS

Tabla 20 Hidrostáticas de 2.1 a 3 m

Draft Amidships	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3
Displacement t	209.1	223.6	238.8	254.3	270.0	286.3	303.0	320.2	337.9	356.1
Heel deg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Draft at FP m	2.100	2.200	2.300	2.400	2.500	2.600	2.700	2.800	2.900	3.000
Draft at AP m	2.100	2.200	2.300	2.400	2.500	2.600	2.700	2.800	2.900	3.000
Draft at LCF m	2.100	2.200	2.300	2.400	2.500	2.600	2.700	2.800	2.900	3.000
Trim (+ve by stern) m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WL Length m	31.796	32.066	32.258	32.248	30.551	30.748	30.902	30.971	31.022	31.073
Beam max extents on WL m	7.116	7.119	7.120	7.122	7.123	7.124	7.124	7.125	7.125	7.126
Wetted Area m^2	214.384	220.603	231.017	242.290	251.798	261.168	270.655	280.324	290.082	299.372
Waterpl. Area m^2	144.712	147.347	150.059	152.150	155.856	160.574	165.388	170.377	175.457	179.698
Prismatic coeff. (Cp)	0.520	0.521	0.525	0.532	0.568	0.571	0.576	0.582	0.589	0.597
Block coeff. (Cb)	0.378	0.384	0.392	0.402	0.435	0.442	0.450	0.459	0.468	0.478
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.803	0.811	0.819	0.826	0.833	0.839	0.845	0.850	0.855	0.860
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.640	0.646	0.653	0.663	0.716	0.733	0.751	0.772	0.794	0.812
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	16.346	16.332	16.267	16.185	16.091	15.990	15.884	15.773	15.658	15.540
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	15.758	15.485	15.129	14.715	14.418	14.182	13.947	13.702	13.458	13.283
KB m	1.260	1.319	1.378	1.437	1.496	1.556	1.616	1.677	1.739	1.801
KG m	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
BMt m	2.237	2.184	2.130	2.080	2.034	1.993	1.954	1.918	1.884	1.851
BML m	31.964	30.530	29.185	27.380	27.119	27.782	28.512	29.363	30.257	30.651
GMt m	0.496	0.502	0.508	0.517	0.530	0.549	0.571	0.595	0.622	0.651
GML m	30.224	28.849	27.563	25.817	25.615	26.338	27.128	28.040	28.995	29.452
KMt m	3.496	3.502	3.508	3.517	3.530	3.549	3.571	3.595	3.622	3.651
KML m	33.224	31.849	30.563	28.817	28.615	29.338	30.128	31.040	31.995	32.452
Immersion (TPc) tonne/cm	1.483	1.510	1.538	1.560	1.598	1.646	1.695	1.746	1.798	1.842
MTc tonne.m	2.125	2.168	2.213	2.207	2.325	2.535	2.763	3.018	3.294	3.526
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1.811	1.959	2.116	2.293	2.500	2.744	3.018	3.324	3.671	4.048
Max deck inclination deg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Trim angle (+ve by stern) deg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

NOTA: SE AGREGA GRAFICA EN LA PARTE ANEXOS

Tabla 21 Hidrostáticas de 3.1 a 3.5 m

Draft Amidships	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5
Displacement t	374.7	393.6	412.7	432.0	451.5
Heel deg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Draft at FP m	3.100	3.200	3.300	3.400	3.500
Draft at AP m	3.100	3.200	3.300	3.400	3.500
Draft at LCF m	3.100	3.200	3.300	3.400	3.500
Trim (+ve by stern) m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WL Length m	31.123	31.174	31.225	31.275	31.326
Beam max extents on WL m	7.126	7.126	7.127	7.127	7.127
Wetted Area m^2	307.380	314.809	321.912	328.896	335.819
Waterpl. Area m^2	182.869	185.362	187.429	189.257	190.943
Prismatic coeff. (Cp)	0.604	0.611	0.618	0.624	0.630
Block coeff. (Cb)	0.487	0.496	0.505	0.513	0.521
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.864	0.868	0.872	0.876	0.879
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.825	0.834	0.842	0.849	0.855
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	15.426	15.318	15.218	15.127	15.044
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	13.196	13.165	13.164	13.188	13.228
KB m	1.863	1.924	1.986	2.047	2.107
KG m	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
BMt m	1.814	1.772	1.727	1.681	1.635
BML m	30.491	30.046	29.460	28.854	28.246
GMt m	0.676	0.696	0.713	0.728	0.742
GML m	29.354	28.970	28.446	27.901	27.353
KMt m	3.676	3.696	3.713	3.728	3.742
KML m	32.354	31.970	31.446	30.901	30.353
Immersion (TPc) tonne/cm	1.874	1.900	1.921	1.940	1.957
MTc tonne.m	3.698	3.833	3.947	4.052	4.152
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	4.423	4.783	5.137	5.486	5.850
Max deck inclination deg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Trim angle (+ve by stern) deg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

NOTA: SE AGREGA GRAFICA EN LA PARTE ANEXOS

7.4.3. Curva KN

- Datos de curva KN del casco “C”, cálculo realizado en el softwate Maxsuft Estability, en anexos de añade la gráfica KN. Las curvas cruzas las cuales son el brazo adrizante en función de un desplazamiento y un ángulo de escora.

Tabla 22 Datos KN

Displacement (intact) Tonne	Draft Amidships m	Trim (+ve by stern) m	LCG m	TCG m	Assumed VCG m	KN									
						0. 0°	10.0° Starb.	20.0° Starb.	30.0° Starb.	40.0° Starb.	50.0° Starb.	60.0° Starb.	70.0° Starb.	80.0° Starb.	90.0° Starb.
3.116	0.100	0.000 (fixed)	10.499	0.000	0.000	0.641	1.758	2.402	2.682	2.807	2.811	2.742	2.707	4.300	3.116
6.482	0.200	0.000 (fixed)	11.865	0.000	0.000	0.697	1.568	2.326	2.650	2.808	2.854	2.841	2.902	4.241	6.482
11.23	0.300	0.000 (fixed)	12.928	0.000	0.000	0.709	1.451	2.226	2.616	2.814	2.903	2.944	3.104	4.196	11.23
17.13	0.400	0.000 (fixed)	13.729	0.000	0.000	0.699	1.388	2.098	2.580	2.821	2.952	3.048	3.295	4.161	17.13
23.97	0.500	0.000 (fixed)	14.325	0.000	0.000	0.683	1.342	2.002	2.540	2.828	3.001	3.149	3.470	4.131	23.97
31.60	0.600	0.000 (fixed)	14.776	0.000	0.000	0.668	1.304	1.924	2.491	2.833	3.049	3.246	3.627	4.105	31.60
39.94	0.700	0.000 (fixed)	15.128	0.000	0.000	0.655	1.274	1.872	2.434	2.838	3.097	3.335	3.748	4.080	39.94
48.89	0.800	0.000 (fixed)	15.410	0.000	0.000	0.644	1.251	1.831	2.355	2.840	3.142	3.421	3.830	4.057	48.89
58.43	0.900	0.000 (fixed)	15.639	0.000	0.000	0.635	1.233	1.800	2.316	2.841	3.185	3.500	3.886	4.034	58.43
68.50	1.000	0.000 (fixed)	15.828	0.000	0.000	0.628	1.220	1.777	2.291	2.835	3.226	3.576	3.924	4.013	68.50
79.10	1.100	0.000 (fixed)	15.984	0.000	0.000	0.622	1.210	1.759	2.271	2.826	3.263	3.647	3.949	3.992	79.10
90.17	1.200	0.000 (fixed)	16.110	0.000	0.000	0.618	1.199	1.746	2.258	2.818	3.298	3.707	3.964	3.971	90.17
101.7	1.300	0.000 (fixed)	16.212	0.000	0.000	0.614	1.193	1.737	2.251	2.813	3.328	3.755	3.972	3.952	101.7
113.7	1.400	0.000 (fixed)	16.291	0.000	0.000	0.611	1.190	1.732	2.248	2.810	3.356	3.789	3.975	3.933	113.7
126.1	1.500	0.000 (fixed)	16.350	0.000	0.000	0.609	1.187	1.731	2.249	2.810	3.380	3.814	3.973	3.914	126.1
139.0	1.600	0.000 (fixed)	16.390	0.000	0.000	0.607	1.185	1.735	2.253	2.813	3.401	3.830	3.969	3.896	139.0
152.3	1.700	0.000 (fixed)	16.413	0.000	0.000	0.606	1.185	1.738	2.261	2.818	3.418	3.838	3.961	3.878	152.3
165.9	1.800	0.000 (fixed)	16.419	0.000	0.000	0.605	1.185	1.744	2.273	2.826	3.430	3.841	3.952	3.860	165.9
180.0	1.900	0.000 (fixed)	16.410	0.000	0.000	0.604	1.187	1.750	2.289	2.835	3.438	3.838	3.940	3.843	180.0
194.4	2.000	0.000 (fixed)	16.386	0.000	0.000	0.604	1.192	1.759	2.301	2.847	3.441	3.830	3.927	3.827	194.4
209.1	2.100	0.000 (fixed)	16.346	0.000	0.000	0.604	1.195	1.768	2.314	2.861	3.441	3.818	3.912	3.810	209.1
223.6	2.200	0.000 (fixed)	16.332	0.000	0.000	0.606	1.200	1.777	2.327	2.875	3.438	3.803	3.897	3.795	223.6
238.8	2.300	0.000 (fixed)	16.267	0.000	0.000	0.608	1.205	1.788	2.341	2.891	3.433	3.784	3.879	3.779	238.8
254.3	2.400	0.000 (fixed)	16.185	0.000	0.000	0.610	1.212	1.798	2.355	2.909	3.427	3.762	3.861	3.764	254.3
270.0	2.500	0.000 (fixed)	16.091	0.000	0.000	0.613	1.220	1.808	2.370	2.926	3.420	3.738	3.841	3.748	270.0
286.3	2.600	0.000 (fixed)	15.990	0.000	0.000	0.618	1.228	1.819	2.385	2.943	3.411	3.713	3.819	3.732	286.3
303.0	2.700	0.000 (fixed)	15.884	0.000	0.000	0.622	1.236	1.830	2.401	2.958	3.402	3.687	3.796	3.715	303.0
320.2	2.800	0.000 (fixed)	15.773	0.000	0.000	0.627	1.245	1.842	2.418	2.972	3.393	3.662	3.772	3.698	320.2
337.9	2.900	0.000 (fixed)	15.658	0.000	0.000	0.632	1.253	1.854	2.435	2.983	3.384	3.637	3.746	3.681	337.9
356.1	3.000	0.000 (fixed)	15.540	0.000	0.000	0.636	1.261	1.867	2.452	2.991	3.374	3.613	3.719	3.662	356.1
374.7	3.100	0.000 (fixed)	15.426	0.000	0.000	0.640	1.269	1.881	2.470	2.998	3.365	3.591	3.691	3.644	374.7

393.6	3.200	0.000 (fixed)	15.318	0.000	0.000	0.643	1.277	1.893	2.488	3.002	3.355	3.569	3.664	3.624	393.6
412.7	3.300	0.000 (fixed)	15.218	0.000	0.000	0.647	1.284	1.906	2.505	3.004	3.345	3.550	3.638	3.605	412.7
432.0	3.400	0.000 (fixed)	15.127	0.000	0.000	0.650	1.291	1.919	2.521	3.004	3.335	3.532	3.614	3.585	432.0
451.5	3.500	0.000 (fixed)	15.044	0.000	0.000	0.653	1.298	1.932	2.534	3.003	3.326	3.515	3.592	3.565	451.5

NOTA: SE AGREGA GRAFICA EN LA PARTE ANEXOS

7.4.4. Capacidad de Tanques

Datos de capacidad de tanques del casco “C”, cálculo realizado en el softwate Maxsuft Estability.

Tabla 23 Capacidad de tanques

COMBUSTIBLE		
NOMBRE	*VOLUMEN (M^3)*	*PESO (TON)*
TO. DE COMBUSTIBLE NO, 1 BR	4.58	3.89
TQ. DE COMBUSTIBLE NO. 1 ER	4.58	3.89
TO. DE COMBUSTIBLE NO. 2 BR	6.81	5.79
TO. DE COMBUSTIBLE NO. 2 ER	6.81	5.79
TQ. DE COMBUSTIBLE NO. 3 BR	2.85	2.42
TO. DE COMBUSTIBLE NO. 3 ER	2.85	2.42
TQ. DE COMBUSTIBLE NO. 3 LC	3.24	2.76
TQ. DE COMBUSTIBLE NO. 4	15.89	13.42
TQ. DE COMBUSTIBLE NO. 5	18.08	15.38
TQ. DE COMBUSTIBLE NO. 6	11.47	9.75
TQ. DE COMBUSTIBLE USO DIARIO	6.007	5.10
TOTAL	**83.16**	**71.51**
ACEITE		
NOMBRE	*VOLUMEN (M^3)*	*PESO (TON)*
ACEITE HIDRÁULICO BR	3.64	3.16
ACEITE LUBRICANTE MAQ. PRINCIPAL ER	3.64	3.16
TOTAL	**7.28**	**6.32**
BODEGAS		
NOMBRE	*VOLUMEN (M^3)*	*PESO (TON)*
ENTRE PUENTE	125.64	125.64
BODEGA PRINCIPAL	232.016	278.41
TUNEL DE CONGELACION	45.23	45.53
TOTAL	**545.63**	**449.58**
TANQUES DE LASTRE		
NOMBRE	*VOLUMEN (M^3)*	*PESO (TON)*
PIQUE DE PROA LC	24.63	25.24

TOTAL	**8.829**	**9.050**

A continuación, se muestran unas muestras Isométricas de los espacios bajo cubierta, los cuales nos ayudan a calcular la capacidad de volumen en cada espacio tales como tanques, bodegas, espacios de trabajo entre otros espacios.

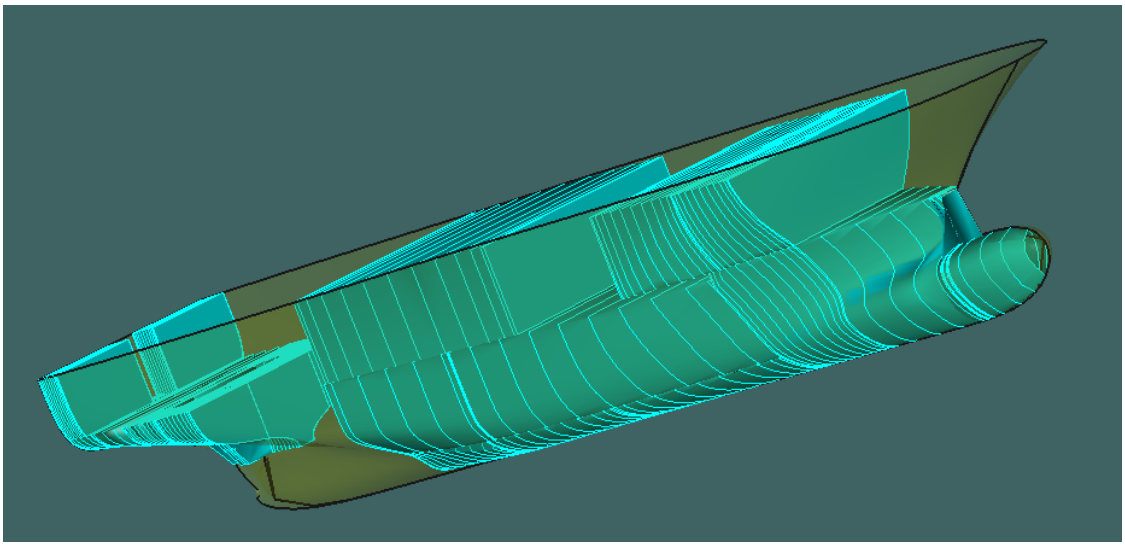


Figura 11 Espacio bajo cubierta modelados vista general

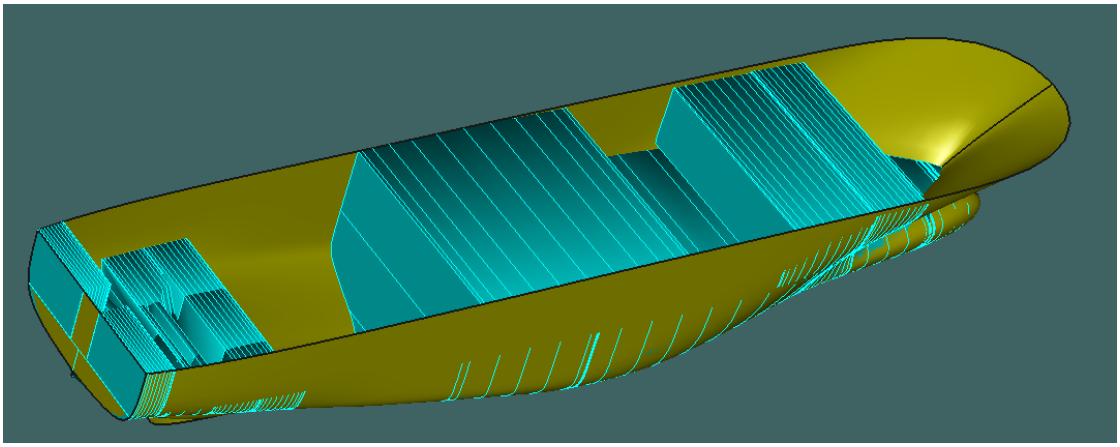


Figura 12 Espacios bajo cubierta modelados vista planta

7.4.5. Condición de peso en rosca

Análisis de peso en rosca con de peso y centro de gravedad realizado anteriormente.

Tabla 24 Concentrado de datos de estabilidad peso en rosca

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m^3	Total Volume m^3	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m
PESO EN ROSCA	1	148.280	148.280			14.000	0.020	2.950	0.000
TANQUE NO. 1 COMBUSTIBLE BR	0%	3.896	0.000	4.583	0.000	-1.150	-0.479	3.700	0.000
TANQUE NO. 1 COMBUSTIBLE ER	0%	3.896	0.000	4.583	0.000	-1.150	3.010	3.700	0.000
TANQUE NO. 2 COMBUSTIBLE BR	0%	5.790	0.000	6.811	0.000	1.055	-0.016	1.999	0.000
TANQUE NO. 2 COMBUSTIBLE ER	0%	5.790	0.000	6.811	0.000	1.055	0.080	1.999	0.000
TANQUE NO. 3 COMBUSTIBLE BR	0%	2.422	0.000	2.850	0.000	2.992	-1.206	1.946	0.000
TANQUE NO. 3 COMBUSTIBLE ER	0%	2.057	0.000	2.420	0.000	2.885	1.206	1.964	0.000
TANQUE NO. 3 COMBUSTIBLE LC	0%	2.761	0.000	3.249	0.000	1.889	0.458	1.489	0.000
TANQUE ACEITE HIDRAULICO BR	0%	3.222	0.000	3.713	0.000	3.003	-1.206	1.946	0.000
TANQUE ACEITE MAQ.PRINCIPAL ER	0%	3.292	0.000	3.793	0.000	3.042	1.206	1.938	0.000
TANQUE DE COMBUSTIBLE USO.D LC	0%	5.106	0.000	6.007	0.000	3.027	0.988	1.489	0.000
ENTREPUENTE DE CARGA	0%	125.644	0.000	125.644	0.000	10.043	3.498	3.500	0.000
BODEGA DE CARGA	0%	278.419	0.000	232.016	0.000	10.088	1.894	0.945	0.000
TANQUE NO. 4 COMBUSTIBLE	0%	13.493	0.000	15.874	0.000	10.026	0.629	0.000	0.000
TANQUE NO. 5 COMBUSTIBLE	0%	15.384	0.000	18.099	0.000	14.526	0.533	0.000	0.000
TANQUE NO. 6 COMBUSTIBLE	0%	9.752	0.000	11.473	0.000	19.028	0.000	0.060	0.000
TUNEL DE CONGELACION	0%	45.530	0.000	45.530	0.000	21.517	3.485	3.700	0.000
TANQUE NO.7 COMBUSTIBLE	0%	24.661	0.000	29.013	0.000	24.014	0.000	0.196	0.000
TANQUE NO. 8 COMBUSTIBLE	0%	23.716	0.000	27.901	0.000	24.511	2.895	3.700	0.000
LASTRE	0%	25.247	0.000	24.631	0.000	26.723	0.000	0.264	0.000
Total Loadcase			148.280	575.002	0.000	14.000	0.020	2.950	0.000
FS correction								0.000	

Datos hidrostáticos de equilibrio calculados para esta condición

Tabla 25 Datos Hidrostáticos condición en rosca

Draft Amidships m	1.721
Displacement t	148.3
Heel deg	1.3
Draft at FP m	0.807
Draft at AP m	2.635
Draft at LCF m	1.762
Trim (+ve by stern) m	1.828
WL Length m	32.625
Beam max extents on WL m	7.086
Wetted Area m^2	190.002
Waterpl. Area m^2	145.053
Prismatic coeff. (Cp)	0.444
Block coeff. (Cb)	0.237
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.745
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.627
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	13.883
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	14.208
KB m	1.084
KG fluid m	2.950
BMt m	2.996
BML m	47.817
GMt corrected m	1.127
GML m	45.947
KMt m	4.074
KML m	48.800
Immersion (TPc) tonne/cm	1.487
MTc tonne.m	2.291
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	2.915
Max deck inclination deg	3.7322
Trim angle (+ve by stern) deg	3.5173

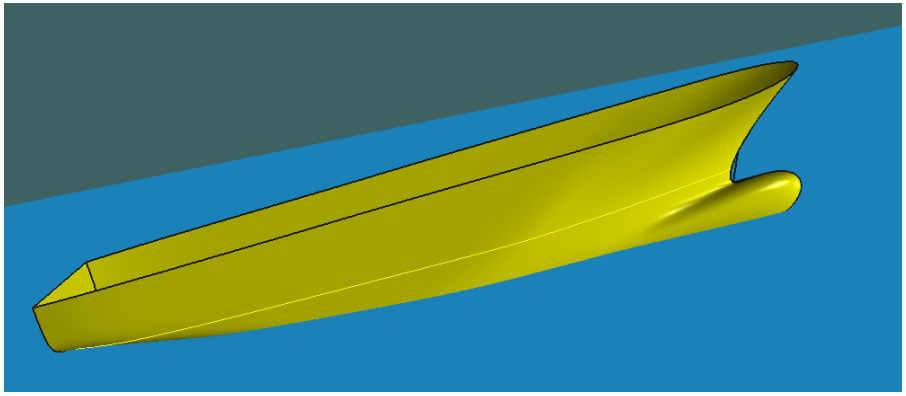


Figura 13 Modelo 3D condición en rosca, barco asentado

Tabla 26 Datos de curva GZ a diferentes grados condición en rosca

Heel to Starboard deg	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
GZ m	-0.023	0.158	0.285	0.363	0.437	0.576	0.849	1.057	1.056	0.933	0.729
Area under GZ curve from zero heel m.rad	0.0000	0.0123	0.0518	0.1086	0.1781	0.2647	0.3882	0.5570	0.7440	0.9190	1.0647
Displacement t	148.3	148.3	148.3	148.3	148.3	148.3	148.3	148.3	148.3	148.3	148.3
Draft at FP m	0.806	0.823	0.839	0.814	0.697	0.396	-0.338	-2.311	-8.533	n/a	-16.472
Draft at AP m	2.637	2.553	2.330	1.988	1.499	0.806	-0.337	-2.566	-8.940	n/a	-15.768
WL Length m	32.625	32.573	32.704	32.677	32.470	31.856	30.330	32.141	33.333	33.895	34.291
Beam max extents on WL m	7.088	6.941	6.669	6.420	6.292	6.443	6.875	6.250	5.869	5.619	5.429
Wetted Area m^2	188.740	189.051	187.664	196.040	189.778	187.445	190.781	187.960	188.945	191.089	193.317
Waterpl. Area m^2	145.031	144.074	142.624	141.821	146.283	155.933	165.659	146.191	133.263	125.755	121.503
Prismatic coeff. (Cp)	0.444	0.453	0.469	0.497	0.512	0.530	0.561	0.552	0.566	0.599	0.643
Block coeff. (Cb)	0.237	0.252	0.295	0.337	0.332	0.323	0.327	0.373	0.443	0.548	0.447
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	13.883	13.894	13.909	13.934	13.960	13.982	14.001	14.005	14.005	13.999	13.989
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	14.213	14.142	14.063	14.162	14.160	14.094	14.126	14.641	14.666	14.642	14.575
Max deck inclination deg	3.5215	10.5183	20.1737	30.0579	40.0146	50.0019	60.0000	70.0001	80.0000	90.0000	99.9999
Trim angle (+ve by stern) deg	3.5215	3.3282	2.8707	2.2601	1.5450	0.7901	0.0009	-0.4924	-0.7846	-1.#IND	1.3558

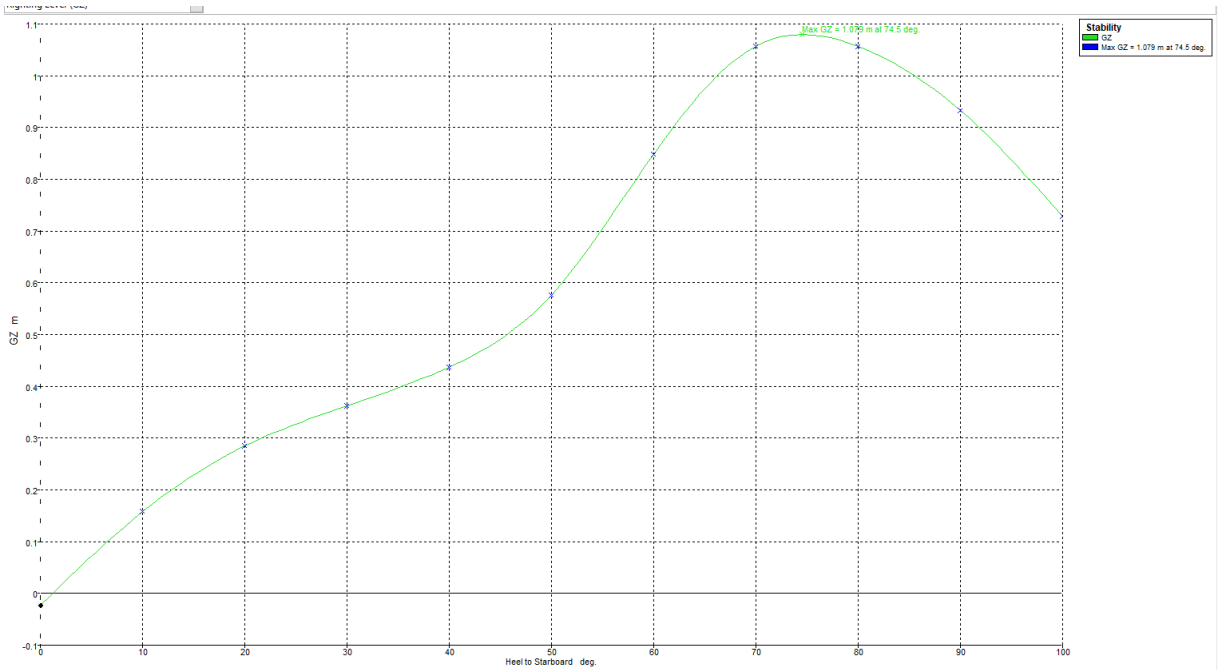


Figura 14 Grafica de curva GZ condición en rosca

Tabla 27 Comparación de la condición vs resultados obtenidos en condición en rosca

Criterio	Regla	Valor Obtenido	Si Cumple	No Cumple
Area 0-30	≥ 0.055 m-rad	0.1086 m-rad	✓	
Area 0-40	≥ 0.09 m-rad	0.1781 m-rad	✓	
Area 30-40	≥ 0.03 m-rad	0.0695 m-rad	✓	
GZ a 30°	≥ 0.200 m	0.363 m	✓	
GZ max	≥ 25°	74.5°	✓	
GM inicial	≥ 0.350 m	1.127 m	✓	

Cumple con todos los criterios.

7.4.6. Condición 1, Salida De Puerto Con 100% Consumibles

Datos del casco “C”, cálculo realizado en el softwate Maxsuft Estability, condición tomada del código internacional sin averias 2008

Tabla 28 Concentrado de datos condición salida de puerto

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m^3	Total Volume m^3	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m
PESO EN ROSCA	1	148.280	148.280			14.000	0.020	2.950	0.000
TANQUE NO. 1 COMBUSTIBLE BR	98%	3.896	3.818	4.583	4.492	-0.700	-1.854	4.610	0.000
TANQUE NO. 1 COMBUSTIBLE ER	98%	3.896	3.818	4.583	4.492	-0.700	1.854	4.610	0.000
TANQUE NO. 2 COMBUSTIBLE BR	98%	5.790	5.674	6.811	6.675	0.285	-1.304	3.238	0.000
TANQUE NO. 2 COMBUSTIBLE ER	98%	5.790	5.674	6.811	6.675	0.285	1.304	3.238	0.000
TANQUE NO. 3 COMBUSTIBLE BR	98%	2.422	2.374	2.850	2.793	2.267	-2.157	3.189	0.000
TANQUE NO. 3 COMBUSTIBLE ER	98%	2.057	2.016	2.420	2.371	2.233	2.257	3.182	0.000
TANQUE NO. 3 COMBUSTIBLE LC	98%	2.761	2.706	3.249	3.184	2.125	-0.001	2.743	0.000
TANQUE ACEITE HIDRAULICO BR	98%	3.222	3.158	3.713	3.638	3.815	-2.186	3.089	0.000
TANQUE ACEITE MAQ.PRINCIPAL ER	98%	3.292	3.227	3.793	3.717	3.787	2.189	3.081	0.000
TANQUE DE COMBUSTIBLE USO.D LC	98%	5.106	5.004	6.007	5.887	3.798	0.004	2.800	0.000
ENTREPUENTE DE CARGA	0%	125.644	0.000	125.644	0.000	10.043	-0.031	3.500	0.000
BODEGA DE CARGA	0%	278.419	0.000	232.016	0.000	10.088	0.000	0.945	0.000
TANQUE NO. 4 COMBUSTIBLE	98%	13.493	13.223	15.874	15.556	12.433	0.000	0.532	0.000
TANQUE NO. 5 COMBUSTIBLE	98%	15.384	15.077	18.099	17.737	16.634	0.000	0.563	0.000
TANQUE NO. 6 COMBUSTIBLE	98%	9.752	9.557	11.473	11.243	21.109	0.000	0.618	0.000
TUNEL DE CONGELACION	0%	45.530	0.000	45.530	0.000	21.517	0.000	3.700	0.000
TANQUE NO.7 COMBUSTIBLE	98%	24.661	24.168	29.013	28.433	25.160	0.000	2.268	0.000
TANQUE NO. 8 COMBUSTIBLE	98%	23.716	23.242	27.901	27.343	25.480	0.000	4.836	0.000
LASTRE	98%	25.247	24.742	24.631	24.138	28.416	0.000	2.009	0.000
Total Loadcase			295.756	575.002	168.375	15.733	0.009	2.715	0.000
FS correction								0.000	

Datos hidrostáticos de equilibrio calculados para esta condición

Tabla 29 Datos hidrostáticos condición salida de puerto

Draft Amidships m	2.650
Displacement t	295.8
Heel deg	0.6
Draft at FP m	2.547
Draft at AP m	2.753
Draft at LCF m	2.658
Trim (+ve by stern) m	0.206
WL Length m	30.839
Beam max extents on WL m	7.125
Wetted Area m^2	271.106
Waterpl. Area m^2	166.213
Prismatic coeff. (Cp)	0.575
Block coeff. (Cb)	0.438
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.842
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.756
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	15.728
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	13.748
KB m	1.591
KG fluid m	2.715
BMt m	2.003
BML m	29.804
GMt corrected m	0.880
GML m	28.681
KMt m	3.594
KML m	31.393
Immersion (TPc) tonne/cm	1.704
MTc tonne.m	2.852
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	4.542
Max deck inclination deg	0.7603
Trim angle (+ve by stern) deg	0.3975

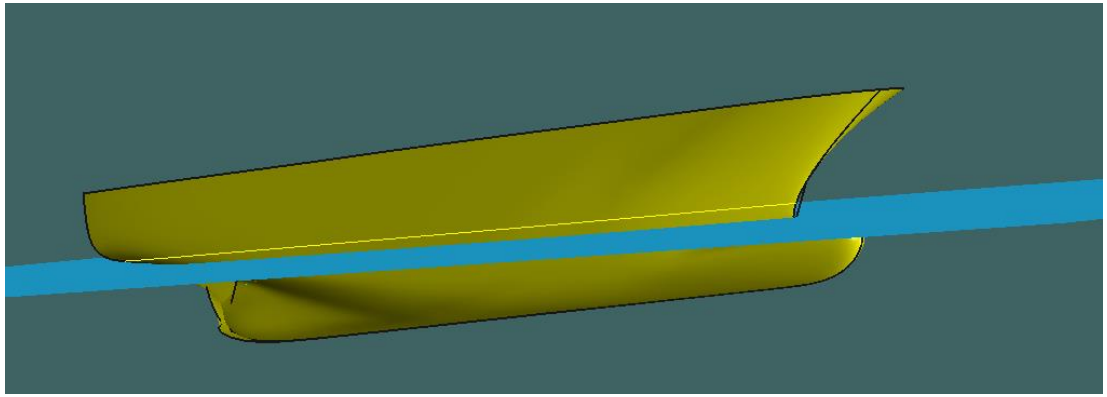


Figura 15 Modelo 3d de condición salida de puerto

Tabla 30 Datos de curva GZ a diferentes grados salida de puerto

Heel to Starboard deg	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
GZ m	-0.009	0.144	0.294	0.440	0.606	0.840	1.041	1.138	1.121	1.011	0.839
Area under GZ curve from zero heel m.rad	0.0000	0.0117	0.0500	0.1140	0.2045	0.3303	0.4956	0.6874	0.8861	1.0733	1.2353
Displacement t	295.8	295.8	295.8	295.8	295.8	295.8	295.8	295.8	295.7	295.8	295.8
Draft at FP m	2.547	2.569	2.615	2.636	2.595	2.374	1.980	1.287	-0.584	n/a	-7.216
Draft at AP m	2.754	2.695	2.530	2.267	1.871	1.276	0.409	-1.162	-5.977	n/a	-12.916
WL Length m	30.839	30.837	30.878	31.734	32.742	33.144	33.657	34.340	34.688	34.828	34.911
Beam max extents on WL m	7.124	7.229	7.427	7.518	7.598	7.576	6.815	6.361	6.004	5.841	5.839
Wetted Area m^2	269.191	277.563	278.744	284.145	279.499	277.758	283.254	283.543	281.722	281.130	280.205
Waterpl. Area m^2	166.208	167.382	168.591	172.891	185.605	202.057	190.710	179.008	165.166	155.408	149.376
Prismatic coeff. (Cp)	0.575	0.580	0.594	0.599	0.602	0.615	0.616	0.611	0.613	0.623	0.638
Block coeff. (Cb)	0.437	0.444	0.440	0.406	0.381	0.383	0.432	0.472	0.527	0.506	0.437
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	15.728	15.731	15.740	15.748	15.758	15.770	15.779	15.787	15.796	15.810	15.814
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	13.749	13.756	13.984	14.404	15.033	15.379	15.702	16.194	16.612	16.520	16.228
Max deck inclination deg	0.3987	10.0028	20.0006	30.0057	40.0119	50.0135	60.0115	70.0083	80.0050	90.0000	99.9944
Trim angle (+ve by stern) deg	0.3987	0.2415	-0.1645	-0.7101	-1.3936	-2.1129	-3.0233	-4.7051	-10.2764	-1.#IND	-10.8467

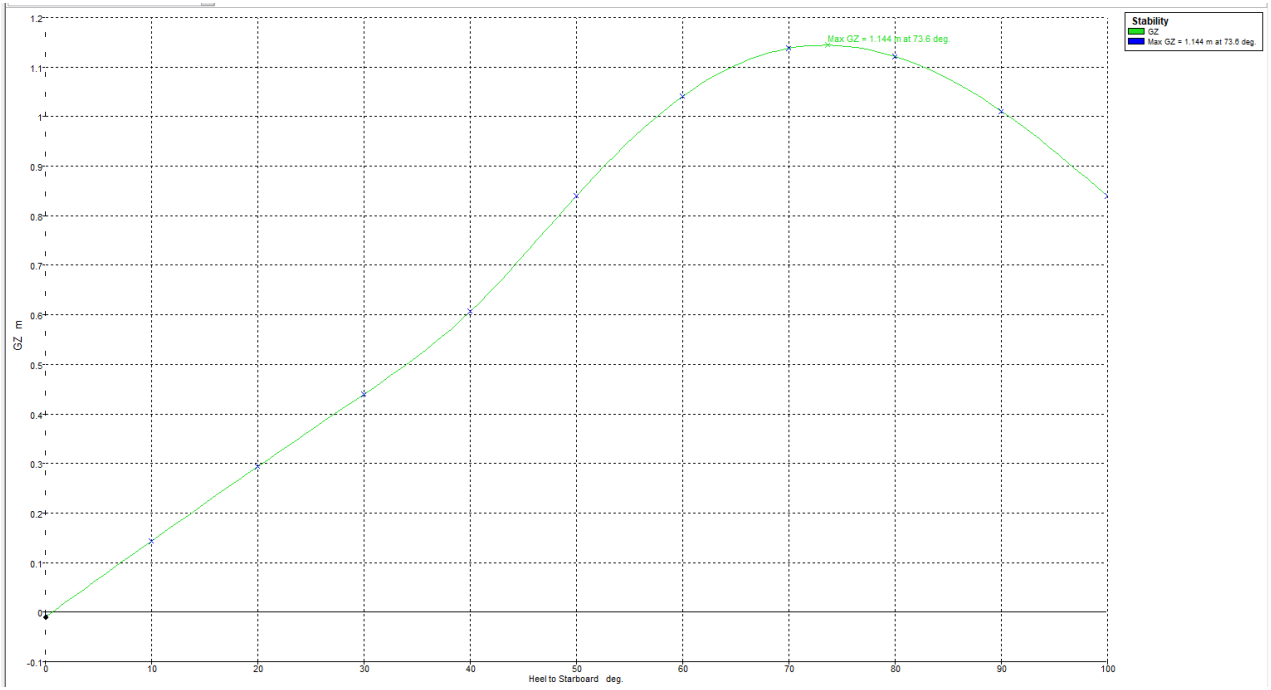


Figura 16 Grafica de curva GZ condición salida de puerto

Tabla 31 Comparación de condición vs resultados obtenidos en condición salida de puerto

Criterio	Regla	Valor Obtenido	Si Cumple	No Cumple
Area 0-30	≥ 0.055 m-rad	0.1140 m-rad	✓	
Area 0-40	≥ 0.09 m-rad	0.2045 m-rad	✓	
Area 30-40	≥ 0.03 m-rad	0.0905 m-rad	✓	
GZ a 30°	≥ 0.200 m	0.44 m	✓	
GZ max	≥ 25°	73.6°	✓	
GM inicial	≥ 0.350 m	0.88 m	✓	

Cumple con todos los criterios.

7.4.7. Condición 2 Salida de caladero con 40% de consumibles y captura completa

Datos del casco “C”, cálculo realizado en el software Maxsuft Estability, condición tomada del código internacional sin averias 2008

Tabla 32 Concentrado de datos condición salida de caladero

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m^3	Total Volume m^3	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
PESO EN ROSCA	1	148.280	148.280			14.000	0.020	2.950	0.000	User Specified
TANQUE NO. 1 COMBUSTIBLE BR	40%	3.896	1.558	4.583	1.833	-0.699	-1.830	4.078	1.397	Maximum
TANQUE NO. 1 COMBUSTIBLE ER	40%	3.896	1.558	4.583	1.833	-0.699	1.830	4.078	1.397	Maximum
TANQUE NO. 2 COMBUSTIBLE BR	40%	5.790	2.316	6.811	2.725	0.407	-1.013	2.944	6.074	Maximum
TANQUE NO. 2 COMBUSTIBLE ER	40%	5.790	2.316	6.811	2.725	0.407	1.013	2.944	6.074	Maximum
TANQUE NO. 3 COMBUSTIBLE BR	40%	2.422	0.969	2.850	1.140	2.317	-1.967	2.881	0.905	Maximum
TANQUE NO. 3 COMBUSTIBLE ER	40%	2.057	0.823	2.420	0.968	2.288	2.043	2.868	0.729	Maximum
TANQUE NO. 3 COMBUSTIBLE LC	40%	2.761	1.105	3.249	1.300	2.333	0.137	2.198	0.962	Maximum
TANQUE ACEITE HIDRAULICO BR	98%	3.222	3.158	3.713	3.638	3.818	-2.186	3.091	0.000	Maximum
TANQUE ACEITE MAQ.PRINCIPAL ER	98%	3.292	3.227	3.793	3.717	3.788	2.189	3.081	0.000	Maximum
TANQUE DE COMBUSTIBLE USO.D LC	40%	5.106	2.042	6.007	2.403	3.825	0.009	2.274	1.434	Maximum
ENTREPUENTE DE CARGA	0%	125.644	0.000	125.644	0.000	13.750	-0.031	3.500	0.000	Maximum
BODEGA DE CARGA	98%	278.419	272.851	232.016	227.375	16.692	0.000	2.248	0.000	Maximum
TANQUE NO. 4 COMBUSTIBLE	40%	13.493	5.397	15.874	6.350	12.462	0.000	0.269	40.455	Maximum
TANQUE NO. 5 COMBUSTIBLE	40%	15.384	6.154	18.099	7.240	16.575	0.000	0.321	72.156	Maximum
TANQUE NO. 6 COMBUSTIBLE	40%	9.752	3.901	11.473	4.589	21.031	0.000	0.404	29.656	Maximum
TUNEL DE CONGELACION	0%	45.530	0.000	45.530	0.000	22.953	0.000	3.700	0.000	Maximum
TANQUE NO.7 COMBUSTIBLE	40%	24.661	9.865	29.013	11.605	25.168	0.000	1.326	24.695	Maximum
TANQUE NO. 8 COMBUSTIBLE	40%	23.716	9.486	27.901	11.160	25.468	0.000	4.201	49.767	Maximum
LASTRE	98%	25.247	24.742	24.631	24.138	28.419	0.000	2.009	0.000	Maximum
Total Loadcase			499.746	575.002	314.739	16.234	0.006	2.435	235.703	
FS correction								0.472		

Datos hidrostáticos de equilibrio calculados para esta condición

Tabla 33 Datos hidrostáticos condición salida de caladero

Draft Amidships m	3.798
Displacement t	499.7
Heel deg	0.4
Draft at FP m	4.535
Draft at AP m	3.061
Draft at LCF m	3.772
Trim (+ve by stern) m	-1.475
WL Length m	32.519
Beam max extents on WL m	7.128
Wetted Area m^2	359.026
Waterpl. Area m^2	199.297
Prismatic coeff. (Cp)	0.606
Block coeff. (Cb)	0.505
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.892
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.860
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	16.264
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	14.358
KB m	2.288
KG fluid m	2.906
BMt m	1.515
BML m	28.900
GMt corrected m	0.897
GML m	28.282
KMt m	3.802
KML m	31.152
Immersion (TPc) tonne/cm	2.043
MTc tonne.m	4.751
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	7.819
Max deck inclination deg	2.8640
Trim angle (+ve by stern) deg	-2.8380

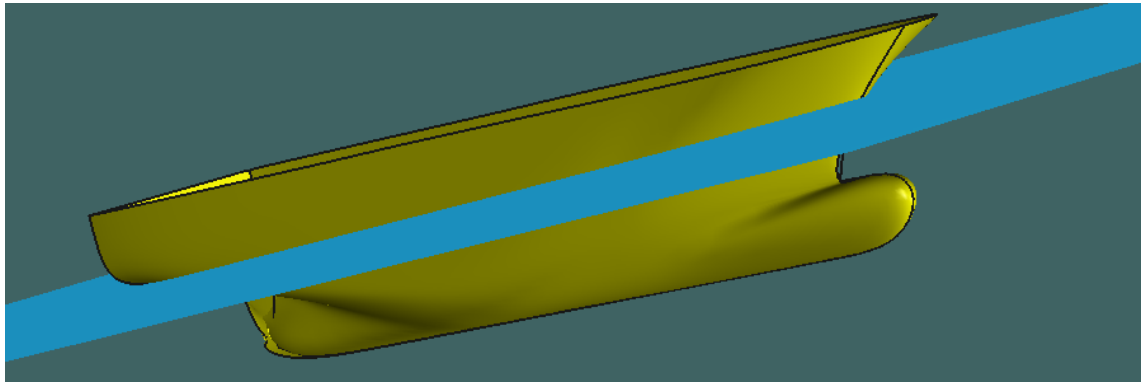


Figura 17 Modelo 3d de condición salida de caladero

Tabla 34 Datos de curva GZ a diferentes grados salida de caladero

Heel to Starboard deg	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
GZ m	-0.006	0.152	0.321	0.516	0.691	0.777	0.791	0.758	0.701	0.625	0.527
Area under GZ curve from zero heel m.rad	0.0000	0.0127	0.0536	0.1265	0.2327	0.3621	0.4997	0.6353	0.7629	0.8790	0.9798
Displacement t	499.7	499.8	499.7	499.7	499.7	499.7	499.7	499.7	499.7	499.7	499.7
Draft at FP m	4.535	4.533	4.513	4.449	4.434	4.521	4.755	5.291	6.972	n/a	0.307
Draft at AP m	3.061	3.032	2.962	2.848	2.627	2.329	1.937	1.285	-0.341	n/a	-6.386
WL Length m	32.519	32.519	32.494	32.674	34.092	34.600	34.818	34.900	34.881	34.797	34.580
Beam max extents on WL m	7.127	7.237	7.582	8.179	7.784	7.135	6.610	6.217	6.005	5.979	6.009
Wetted Area m^2	356.696	358.077	371.862	396.220	387.092	385.536	391.107	390.998	389.702	386.299	384.382
Waterpl. Area m^2	199.280	199.884	204.529	211.604	197.218	179.614	168.711	167.395	168.655	167.902	167.502
Prismatic coeff. (Cp)	0.606	0.609	0.619	0.628	0.625	0.638	0.654	0.667	0.677	0.685	0.695
Block coeff. (Cb)	0.505	0.505	0.494	0.448	0.449	0.486	0.528	0.573	0.614	0.576	0.518
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	16.264	16.266	16.268	16.269	16.274	16.280	16.285	16.292	16.292	16.293	16.297
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	14.359	14.561	14.972	15.299	15.129	15.291	15.406	15.324	15.492	15.979	16.467
Max deck inclination deg	2.8376	10.3928	20.1876	30.1074	40.0737	50.0538	60.0370	70.0221	80.0092	90.0000	99.9923
Trim angle (+ve by stern) deg	-2.8376	-2.8886	-2.9831	-3.0799	-3.4750	-4.2147	-5.4120	-7.6716	-13.8113	-90.0000	-12.6811

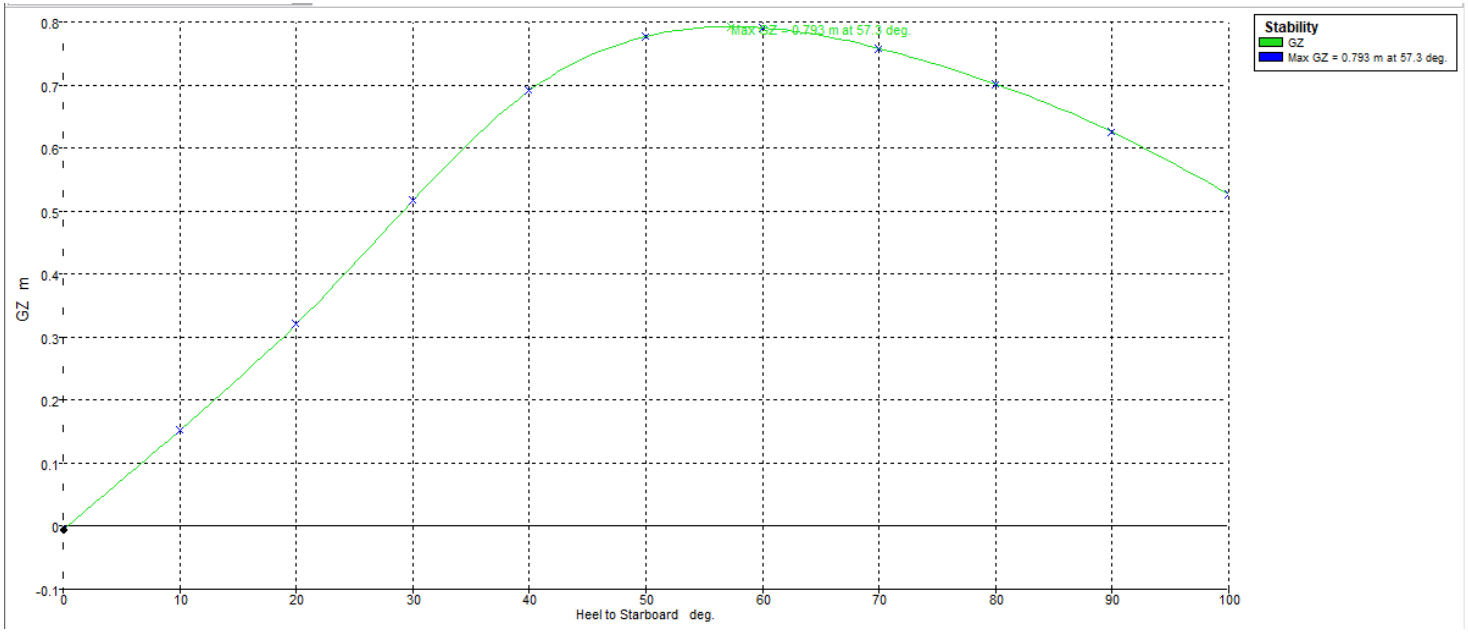


Figura 18 Grafica de curva GZ condición salida de caladero

Tabla 35 Comparación de la condición vs resultados obtenidos en condición salida de caladero

Criterio	Regla	Valor Obtenido	Si Cumple	No Cumple
Área 0-30	≥ 0.055 m-rad	0.1265 m-rad	✓	
Área 0-40	≥ 0.09 m-rad	0.2327 m-rad	✓	
Área 30-40	≥ 0.03 m-rad	0.1062 m-rad	✓	
GZ a 30°	≥ 0.200 m	0.691 m	✓	
GZ max.	≥ 25°	57.3°	✓	
GM inicial	≥ 0.350 m	0.89 m	✓	

Cumple con todos los criterios.

7.5 Ahorro Energético

Partiendo de los datos obtenidos en la comparación de resistencia al avance y potencia efectiva, como se muestra en la siguiente tabla 36.

Tabla 36 Resumen de comparación de cascos

	Resistencia Total (R_{Total})	Potencia Efectiva Total (P_{ETota})
Diseño “A”	405,17 KN	2084,4 KW
Diseño “B”	74.08 KN	495 KW
Diseño “C”	69.01 KN	461 KW

Se seleccionó el motor en base a la potencia efectiva necesario del diseño “B” y “C”, dejando fuera al diseño “A” ya que este está muy fuera de margen de los diseños “B” y “C”.

El motor fue un MITSUBISHI MARINE ENGINE S6R-T2MPTK, Motor diésel de 6 cilindros y 4 ciclos, refrigerado por agua, inyección directa, filtro de aire turboalimentado, refrigerador de aire, como se muestra en la figura

Propulsion - IMO Tier II / CCNR-2 / EU-3A
High Speed - Propulsion Package

S6R-T2MPTK

6-cylinder, 4-cycle, Water cooled, Diesel Engine
Direct-injection, Turbocharged with Air-cooler
Built-up Heat exchanger & Sea water pump.

Bore x Stroke (mm) : 170 x 180
Displacement (L) : 24.51

Commercial Rating

kW	BHP	RPM	Rating	Fuel Cons. L/hr*	Emission
470	630	1,600	UCD	79.6	IMO-T2
520	697	1,650	HD	88.6	IMO-T2
605	811	1,800	MD	103.8	IMO-T2

Product Dimensions & Dry Weight

L (mm) : 2,122
W (mm) : 1,202
H (mm) : 1,615
Dry Weight (kg) : 2,950

Figura 19 Catalogo de Motor Seleccionado

En el catálogo del motor seleccionado muestra el consumo de diésel marino se consume por hora, con esa información se hizo una comparación por potencia efectiva necesaria para el casco “A” y “B”, como se muestra en la siguiente tabla 37.

Tabla 37 Comparación de consumo de diésel marino

	Potencia Efectiva Total ($P_{ETota)}$	DIESEL CONSMINDO L./HR.
MOTOR	630	79.60 L./HR.
Diseño “B”	495	62.54 L./HR.
Diseño “C”	461	58.24 L./HR.

8. CONCLUSIONES

Se determinó las dimensiones principales de una embarcación de pesca con palangre con el método estadístico de regresión línea, las cuales fueron:

Tabla 38 Resumen de Dimensionamiento

Características del dimensionamiento		
Lpp	33	m
B	8.6	m
D	5.8	m
T	3.7	m
CB	0.58	

Con estas características se elaboró tres diseños de formas del casco las cuales fueron la “A”, “B”, y “C”

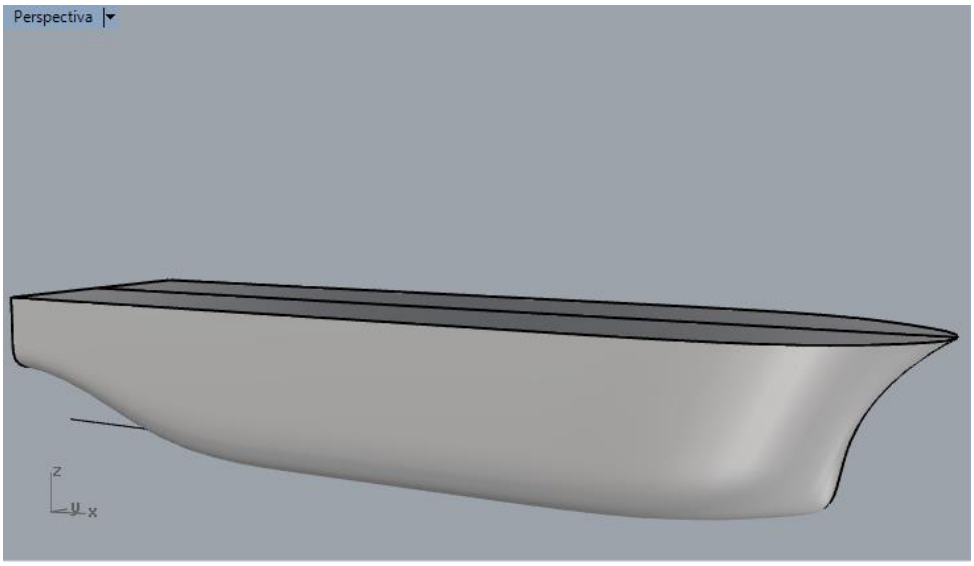


Figura 20 Casco “A”

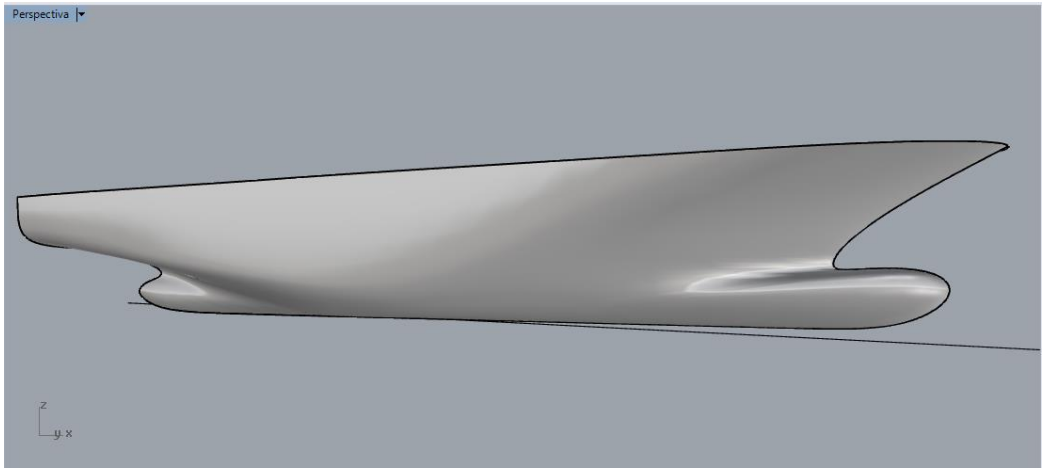


Figura 21 Casco “B”

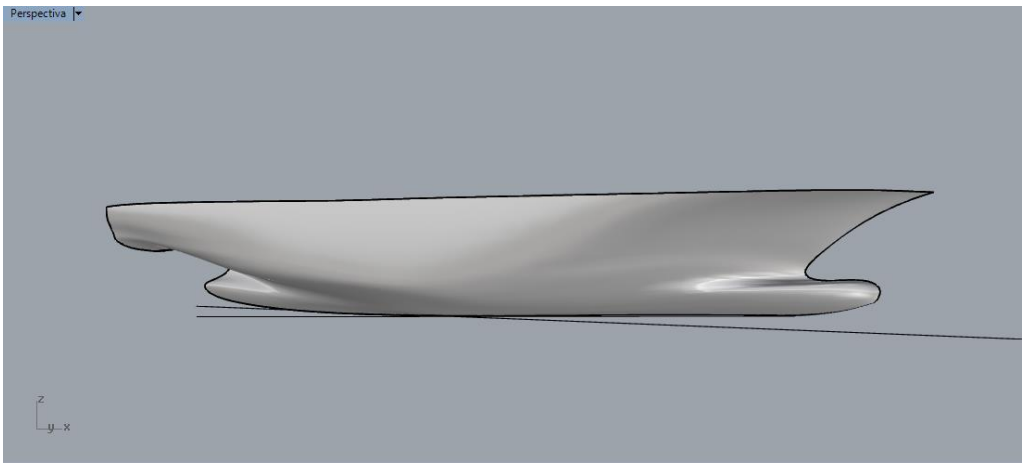


Figura 22 Casco “C”

Con los tres diseños distintos se realizó el estudio de estimación de resistencia al avance y potencia efectiva para realizar la comparación entre los tres diseños y seleccionar el diseño más eficiente, de estas comparaciones obtuvimos:

Tabla 39 Comparación de Resistencia al avance y potencia efectiva de cascos "A", “B” y “C”

	Velocidad	Resistencia Total (R_{Total})	Potencia Efectiva Total (P_{ETota})
Diseño “A”	10 kt	405,17 KN	2084,4 KW
Diseño “B”	13 kt	74.08 KN	495 KW
Diseño “C”	13 kt	69.01 KN	461 KW

Por lo tanto, tomando en cuenta los resultados antes mencionados respecto a las tres posibles formas del casco de la embarcación, se optó por seleccionar el diseño “C”, esto debido a con esta forma se tiene menor resistencia al avance y menor potencia efectiva.

El estudio de estabilidad realizo para distintas condiciones nos arrojó positivo en todas las condiciones, como:

Condición de peso en rosca

Tabla 40 Comparación de la condición vs resultados obtenidos en condición en rosca

Criterio	Regla	Valor Obtenido	Si Cumple	No Cumple
Area 0-30	≥ 0.055 m-rad	0.1086 m-rad	✓	
Area 0-40	≥ 0.09 m-rad	0.1781 m-rad	✓	
Area 30-40	≥ 0.03 m-rad	0.0695 m-rad	✓	
GZ a 30°	≥ 0.200 m	0.363 m	✓	
GZ max	≥ 25°	74.5°	✓	
GM inicial	≥ 0.350 m	1.127 m	✓	

Condición 1, Salida De Puerto Con 100% Consumibles

Tabla 41 Comparación de condición vs resultados obtenidos en condición salida de puerto

Criterio	Regla	Valor Obtenido	Si Cumple	No Cumple
Area 0-30	≥ 0.055 m-rad	0.1140 m-rad	✓	
Area 0-40	≥ 0.09 m-rad	0.2045 m-rad	✓	
Area 30-40	≥ 0.03 m-rad	0.0905 m-rad	✓	
GZ a 30°	≥ 0.200 m	0.44 m	✓	
GZ max	≥ 25°	73.6°	✓	
GM inicial	≥ 0.350 m	0.88 m	✓	

Condición 2 Salida de caladero con 40% de consumibles y captura completa

Tabla 42 Comparación de la condición vs resultados obtenidos en condición salida de caladero

Criterio	Regla	Valor Obtenido	Si Cumple	No Cumple
Area 0-30	≥ 0.055 m-rad	0.1265 m-rad	✓	
Area 0-40	≥ 0.09 m-rad	0.2327 m-rad	✓	
Area 30-40	≥ 0.03 m-rad	0.1062 m-rad	✓	
GZ a 30°	≥ 0.200 m	0.691 m	✓	
GZ max	≥ 25°	57.3°	✓	
GM inicial	≥ 0.350 m	0.89 m	✓	

Cumplida la estabilidad, y con el estudio de resistencia al avance y potencia realizado, se procedió a la selección de un motor MITSUBISHI MARINE ENGINE S6R-T2MPTK con la potencia 630 BHP, el cual consumo 79.60 litros por hora una potencia efectiva de 630, con este dato comparados el consumo de litros con la potencia requerida en el estudio de los cascos “A” y “B” , como se muestra en la siguiente figura

Tabla 43 Resumen comparación de litros consumidos

	Potencia Efectiva Total ($P_{ETota)}$	DIESEL CONSMINDO L./HR.
MOTOR	630	79.60 L./HR.
Diseño “B”	495	62.54 L./HR.
Diseño “C”	461	58.24 L./HR.

9. RECOMENDACIONES

Se recomienda que aparte de estos estudios, se realicen estudios en canales de ensayos hidrodinámicos para la comprobación y comparación de resultados. Ya que un estudio de canal de pruebas a modelo a escala es la manera más cercana a los real.

El mejor canal de pruebas hidrodinámicas es el CEHIPAR (Canal de Experiencias Hidrodinámicas del Pardo) fundado en 1928 por la armada Española, Consta de tres laboratorios fundamentales: el túnel de cavitación, el canal de aguas tranquilas y el laboratorio de dinámica del buque. Además de ellos están los diferentes talleres donde se fabrican los modelos que posteriormente se ensayarán y cuyos estudios estarán complementados con el software de simulación y CFD más actual.

El canal (la piscina) de aguas tranquilas tiene unas dimensiones de 320 metros de largo por 12,5 metros de ancho. La profundidad es de 6,5 metros y la estructura con la que se remolcan los modelos es de 70 toneladas. Para el estudio del comportamiento en la mar se dispone de una piscina de 150 metros de largo,30 metros de ancho y 5 metros de profundidad. En ella se generan olas que pueden alcanzar hasta 90 centímetros de altura.

Entre otros canales importantes como INSEAN (The Italian Ship Model Basin) ubicado en Italia.

10. REFRENCIAS

Mariano S. de la Cuerva Sanz (septiembre 1974), Artes y Aparejos Tecnología Pesquera, Subsecretaria de la Marina Mercante, Inspección general de Enseñanzas Marinas y Escuelas, EGRAF M 25933/1974 Madrid

J.D.K. Wilson (2005), Medidas de ahorro de combustible y de costos para armadores de pequeñas embarcaciones pesqueras, Dirección de Industrias Pesqueras de Pesca de la FAO, Organización de las Naciones Unidad de la Agricultura y la Alimentación, Roma FAO 2005

Manuel Carlier de Lavalle, (1985) Análisis Hidrodinámico y Proyecto del Bulbo de Proa, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid 1985

https://www.researchgate.net/profile/Manuel_Carlier/publication/39425458_Analisis_hidrodinamico_y_proyecto_del_bulbo_de_proa/links/57e0e46108ae3f2d793ec10e/Analisis-hidrodinamico-y-proyecto-del-bulbo-de-proa.pd

ESTABILIDAD DEL BUQUE I, Características, cálculo y trazado de la curva de estabilidad. Pantocarenas,[en línea], 2011,URL: http://estabilidadbuque.blogspot.com.es/2011/08/caracteristicas-calculo-y-trazado-de-la.html

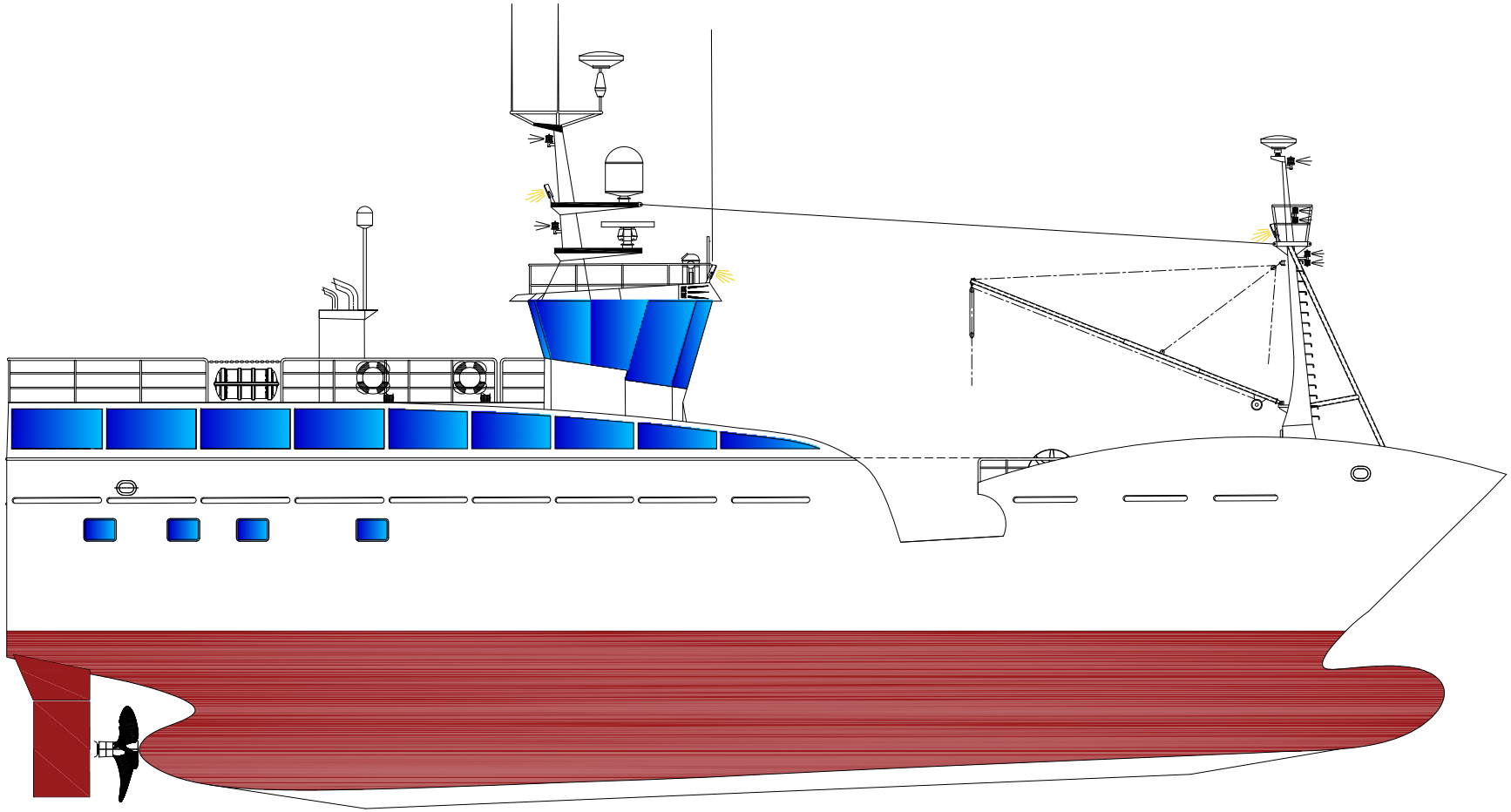
Universidad Politegnica de Cartagena Buque palangrero Congelador de 180 m3

Daniel Piñeiro Araguende 2015.

Convenio internacional sobre arqueo de buques, 1969, OMI, Londres.

11. ANEXOS

11.1. PLANO ARREGLO GENERAL



CARACTERISTICAS PRINCIPALES

ESLORA TOTAL	32.50	m
ESLORA L.	27,17	m
MANGA DE TRAZADO	7.30	m
PUNTAL A LA CUB. INFERIOR.	3.70	m
PUNTAL A LA CUB. SUP.	5.90	m
ASIENTO	1,154	m
TRIPULACION	12	P

REV.	NOMBRE	FECHA	DESCRIPCION
00	JMP	21-04-2018	INICIAL

CLIENTE: VICUS

CONSTRUCCION:

BUQUE:

VALIDO PARA: AUTORIDAD | OFICINA | DISEÑO | FABRICACION | CLASIFIC. | CONFORM. | MANTENIMIENTO

FICHERO: VICUS 1 – 01.02.01

PROYECTO:

PLANO: DISPOSICION GENERAL

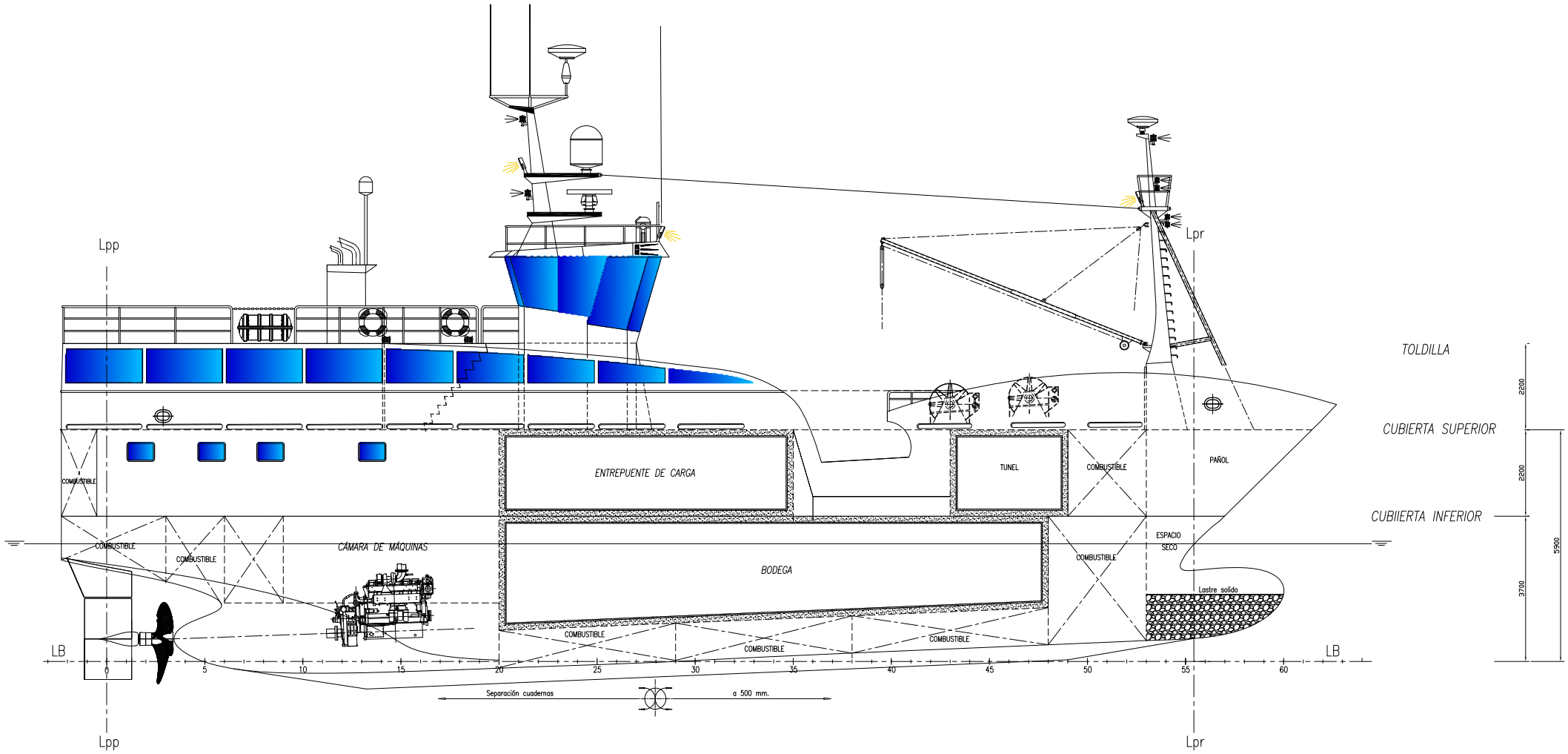
ESCALA:

Nº HOJA: 1 de 1

DIBUJADO	COMPROBADO	FECHA	Nº PLANO
JMP	J.G.G	21-04-2018	01.02.01

OBSERVACIONES

EN ACUERDO A LAS LEYES INTERNACIONALES QUE RIGIEREN EL PROPIEDAD DE AUTOR PUEDE IMPRIMIR JUAN GILLES GARCIA Y ENRIQUE RAMOS-LAMAS GONZALEZ EL PLANO Y SU CONTENIDO EN PAPEL CUANDO PERSONAL, COMERCIAL, REPRODUCIRLO O ENTREGARLO A TERCEROS A NINGUNA CLASE SIN PRIMERO OBTENER DE LA ORGANIZACION LOS CONOCIMIENTOS POR ESCRITO



CARACTERISTICAS PRINCIPALES

ESLORA TOTAL	32.50	m
ESLORA L.	27,17	m
MANGA DE TRAZADO	7.30	m
PUNTAL A LA CUB. INFERIOR.	3.70	m
PUNTAL A LA CUB. SUP.	5.90	m
ASIENTO	1,154	m
TRIPULACION	12	P

REV.	NOMBRE	FECHA	DESCRIPCION
00	JMP	21-04-2018	INICIAL

CLIENTE: VICUS

CONSTRUCCION:

BUQUE:

VALIDO PARA: AUTORIDAD | INTERVENTOR | ASTILLERO | FABRICACIÓN | 1. CLASIFIC. | CONFORMIDAD | MATERIAL

FICHERO: VICUS 1 – 01.02.01

PROYECTO:

PLANO: DISPOSICION GENERAL

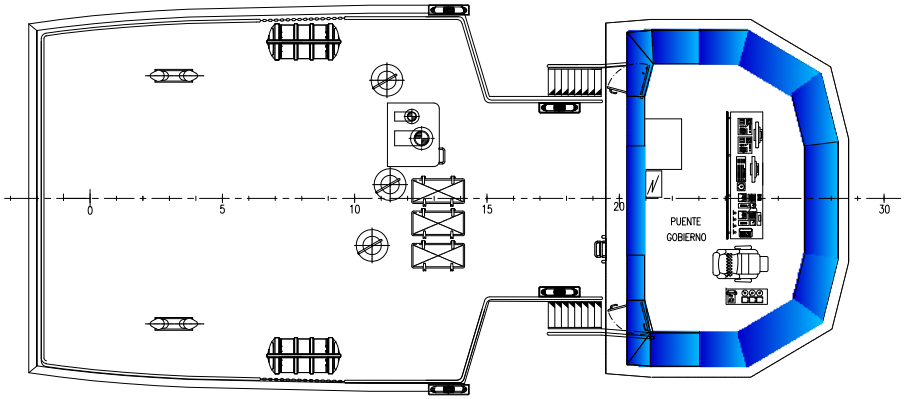
ESCALA:

Nº HOJA: 1 de 1

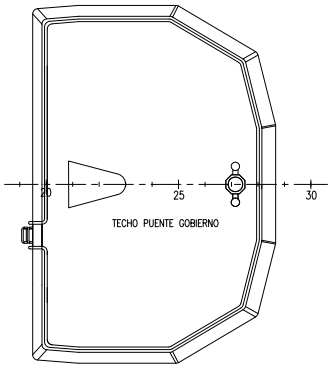
DIBUJADO	COMPROBADO	FECHA	Nº PLANO
JMP	J.G.G	21-04-2018	01.02.01

OBSERVACIONES

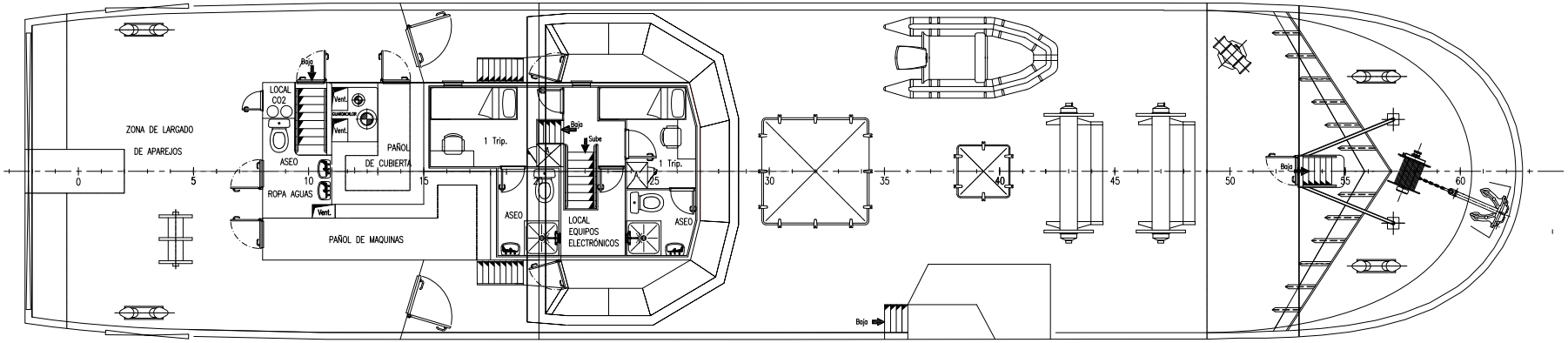
EN ACUERDO A LAS LEYES INTERNACIONALES QUE REGULAN EL PROPIEDAD DE AUTOR PÉREZ GARRIDO JUAN CARLOS GARCÍA Y GONZÁLEZ RAMOS-GARCÍA GONZÁLEZ SL PLANO Y SU CONTENIDO NO PUEDEN CAUTIVAR PARCIAL, COPIARSE, REPRODUCIRSE O ENTREGARSE A TERCEROS O ANTES CON FINES AJENOS DE LA ORIGINALIDAD SIN CONOCIMIENTO POR ESCRITO



CUBIERTA TOLDILLA



TECHO PUENTE GOBIERNO



CUBIERTA SUPERIOR

CARACTERISTICAS PRINCIPALES

ESLORA TOTAL	32.50	m
ESLORA L.	27,17	m
MANGA DE TRAZADO	7.30	m
PUNTAL A LA CUB. INFERIOR.	3.70	m
PUNTAL A LA CUB. SUP.	5.90	m
ASIENTO	1,154	m
TRIPULACION	12	P

REV.	NOMBRE	FECHA	DESCRIPCION
01			
00	JMP	21-04-2018	INICIAL

CLIENTE: VICUS

CONSTRUCCION:

BUQUE:

VALIDO PARA: AUTORIDAD | INTERVENTOR | ASTILLERO | FABRICACION | 1 EJEMPL. | CONFORM. | MATRICULACION

FICHERO: VICUS 1 – 01.02.01

PROYECTO:

PLANO: DISPOSICION GENERAL

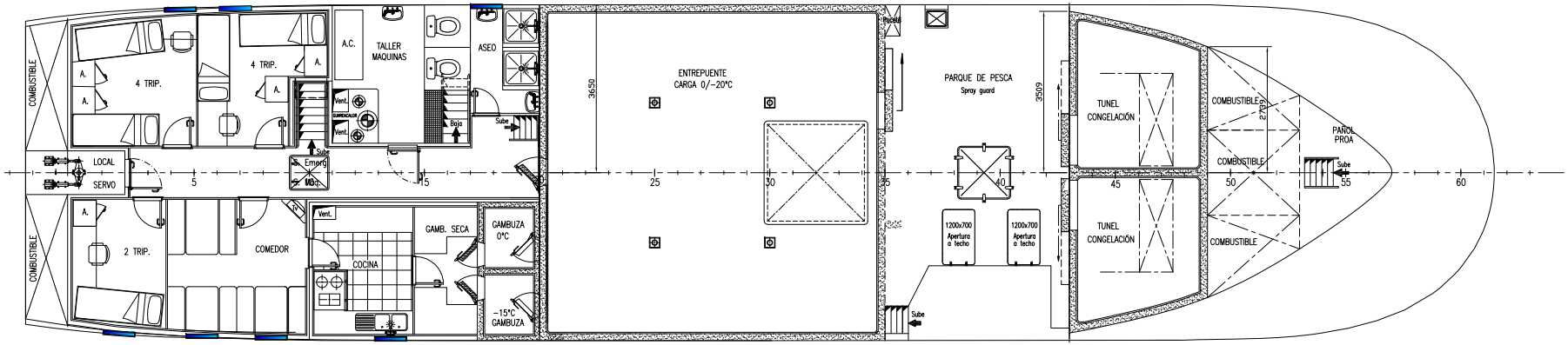
ESCALA:

Nº HOJA: 1 de 1

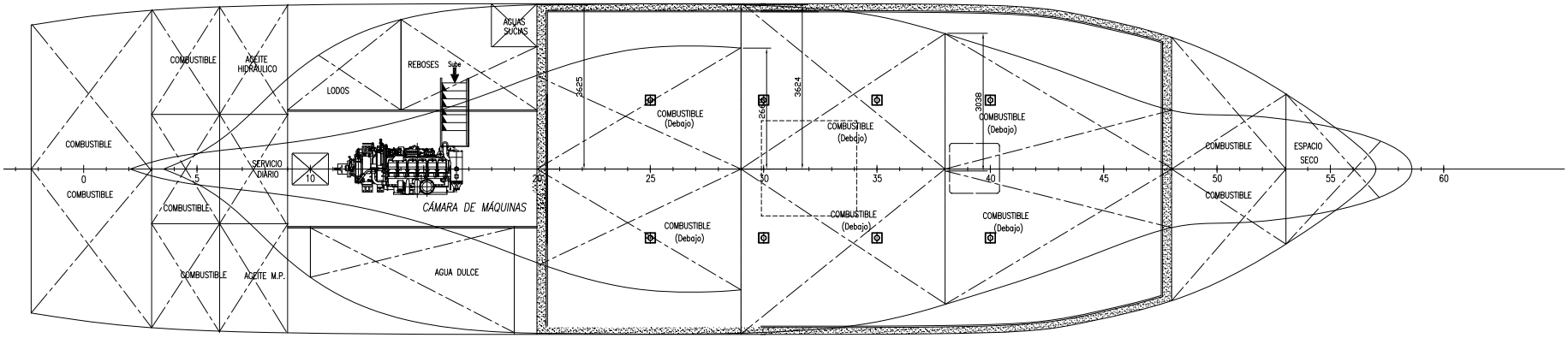
DIBUJADO	COMPROBADO	FECHA	Nº PLANO
JMP	J.G.G	21-04-2018	01.02.01

OBSERVACIONES

EN ACUERDO A LAS LEYES INTERNACIONALES QUE REGULAN EL PROPIEDAD DE AUTOR PÉREZ JIMÉNEZ JUAN GILDO GARCÍA Y GONZÁLEZ RAMÍREZ-GARCÍA GONZÁLEZ S. CLARE Y SU CONSORTE DE PRIMER GRADO PÉREZ PÉREZ, CONSORTE, REPRODUCIRÁ O ENTREGARÁ A TERCEROS O ANTES CON FINES AJENOS DE LA INFORMACIÓN LOS CONOCIMIENTOS POR ESCRITO



CUBIIERTA INFERIOR



CARACTERISTICAS PRINCIPALES

ESLORA TOTAL	32.50	m
ESLORA L.	27,17	m
MANGA DE TRAZADO	7.30	m
PUNTAL A LA CUB. INFERIOR.	3.70	m
PUNTAL A LA CUB. SUP.	5.90	m
ASIENTO	1,154	m
TRIPULACION	12 P	

REV.	NOMBRE	FECHA	DESCRIPCION
00	JMP	21-04-2018	INICIAL

CLIENTE: VICUS

CONSTRUCCION:

BUQUE:

VALIDO PARA: ANTEPROYECTO | INFORMATIVO | BOCETO | FABRICACION | CLASIFIC. | CONFORMIDAD | MANTENIMIENTO

FICHERO: VICUS 1 – 01.02.01

PROYECTO:

PLANO: DISPOSICION GENERAL

ESCALA:

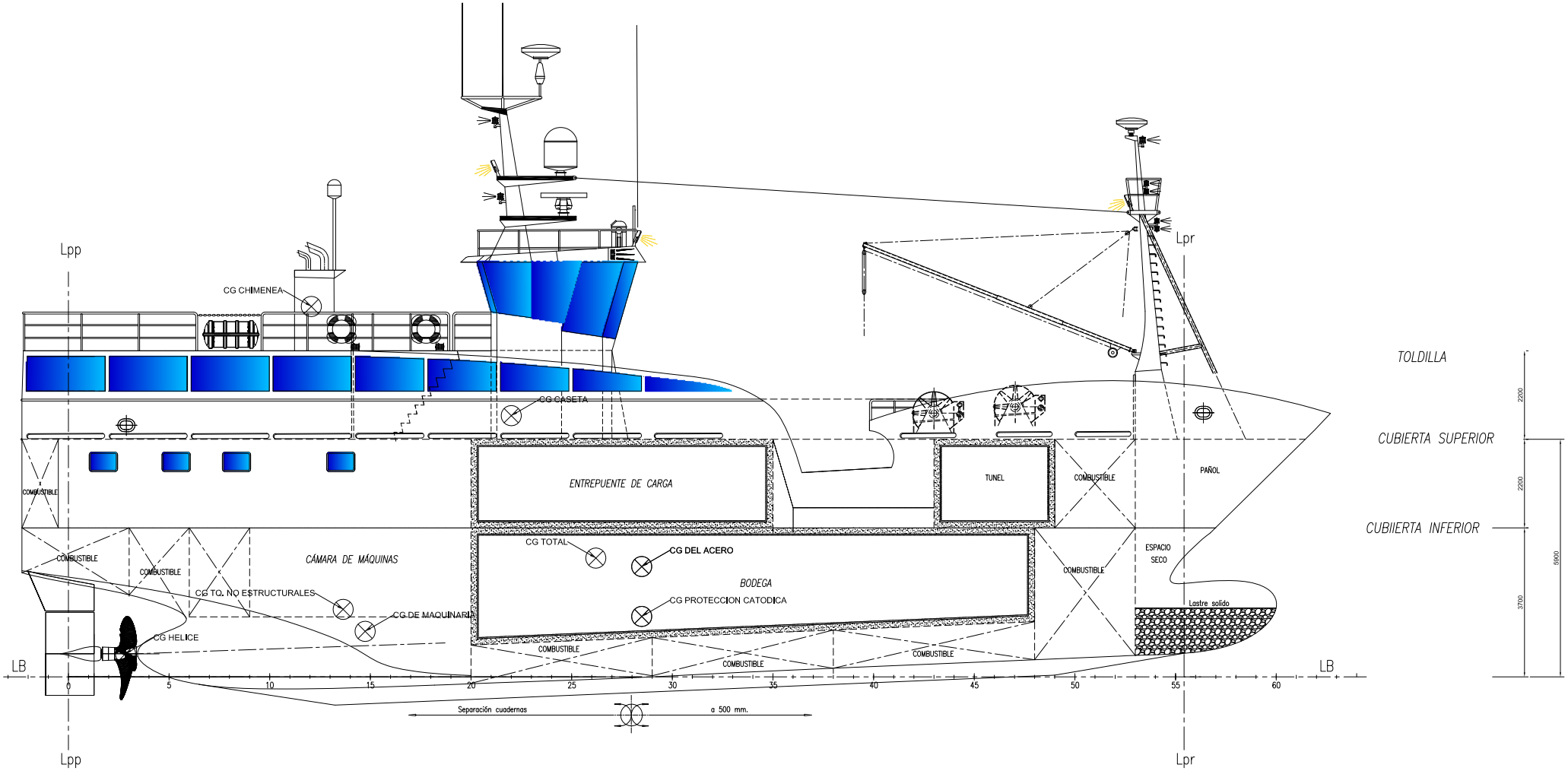
Nº HOJA: 1 de 1

DIBUJADO	COMPROBADO	FECHA	Nº PLANO
JMP	J.G.G	22-04-2018	01.02.01

OBSERVACIONES

EN ACUERDO A LAS LEYES INTERNACIONALES QUE REGULAN EL PROPIEDAD DE AUTOR PÉREZ IMPRESO JUAN GILBERT GARCÍA Y ENRIQUE NUÑEZ-GARCÍA GONZÁLEZ EL TITULAR Y SU CONSORTE NO PUEDEN CEDERSE PARCIAL, COPIARSE, REPRODUCIRSE O DIFUNDIRSE A TERCEROS A NINGÚN CON FINES AJENOS DE LA INFORMACIÓN LOS CONOCIMIENTOS POR ESCRITO

11.2. PLANO DE UBICACIÓN CENTRO DE GRAVEDAD



CARACTERISTICAS PRINCIPALES

ESLORA TOTAL	32.50	m
ESLORA L.	27,17	m
MANGA DE TRAZADO	7.30	m
PUNTAL A LA CUB. INFERIOR.	3.70	m
PUNTAL A LA CUB. SUP.	5.90	m
ASIENTO	1,154	m
TRIPULACION	12	P

REV.	NOMBRE	FECHA	DESCRIPCION
00	JMP	21-04-2018	INICIAL

CLIENTE: VICUS

CONSTRUCCION:

BUQUE:

VALIDO PARA: AUTORIDAD | INTERIOR | BUQUE | FABRICACIÓN | 1 EJEMPL | CONFIRMO | MATCHPRINT

FICHERO: VICUS 1 – 01.02.01

PROYECTO:

PLANO: UBICACION DE CG EN EL BARCO

ESCALA:

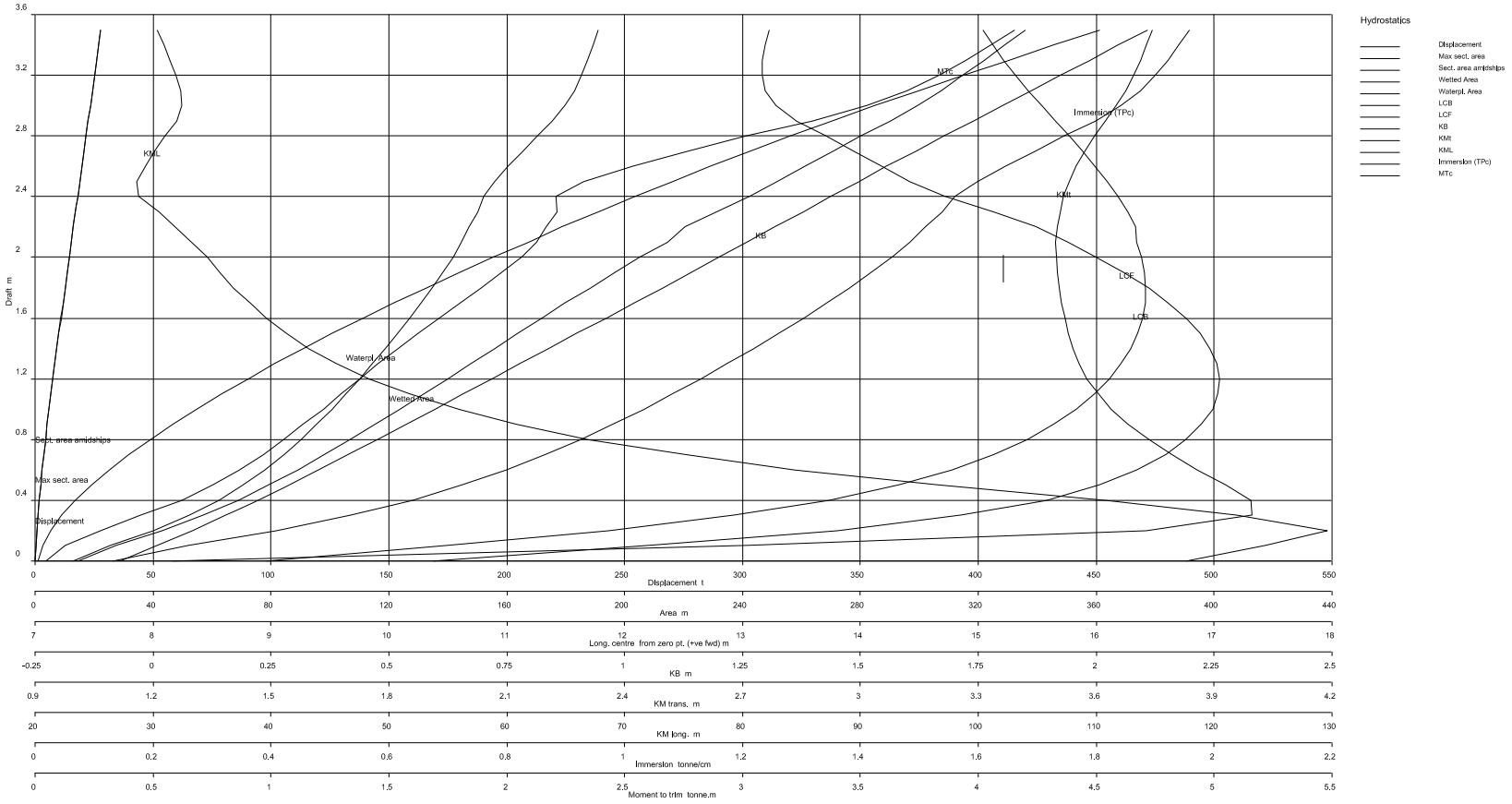
Nº HOJA: 1 de 1

DIBUJADO	COMPROBADO	FECHA	Nº PLANO
JMP	J.G.G	21-04-2018	01.02.01

OBSERVACIONES

EN ACUERDO A LAS LEYES INTERNACIONALES QUE REGULAN EL PROPIEDAD DE AUTOR PÉREZ GARCÍA-JUAN CELESTE GARCÍA Y GONZÁLEZ-GARCÍA GONZÁLEZ EL PLANO Y SU CONTENIDO NO PUEDEN CEDERSE PRESTARSE, COPIARSE, REPRODUCIRSE O DIFUNDIRSE A TERCEROS O BIEN SER USADOS SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN LOS CONTRAVENTORES POR ESCRITO

11.3. GRAFICA HIDROSTATICAS



REV.	NOMBRE	FECHA	DESCRIPCION
00	JMP	21-04-2018	INICIAL

CLIENTE: VICUS

CONSTRUCCION:

BUQUE:

VALIDO PARA

AUTORIDAD	OPERACION	DISEÑO	FABRICACION	I. QUIMIC	CARGAS	MATCHPLATE
X	X	X		X		

FICHERO: VICUS 1 – 01.02.01

PROYECTO:

PLANO: GRAFICA CURVAS HIDROSTATICAS

ESCALA:

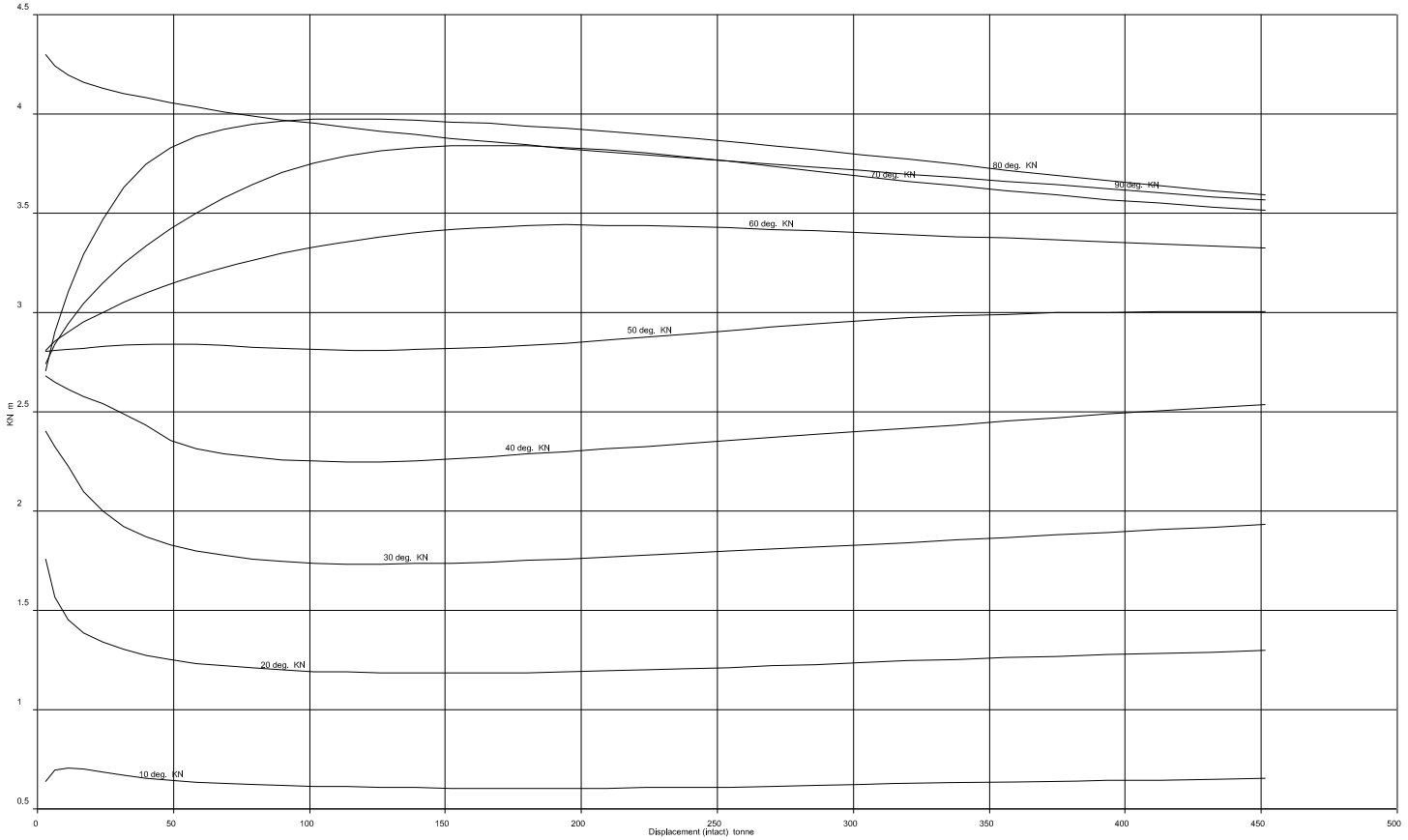
Nº HOJA: 1 de 1

DIBUJADO	COMPROBADO	FECHA	Nº PLANO
JMP	J.G.G	21-04-2018	01.02.01

OBSERVACIONES

EN ACUERDO A LAS LEYES INTERNACIONALES QUE RIGIEREN EL PROPIEDAD DE AUTOR PUEDE IMPRIMIR, COPIAR, DAR, VENDER, ALQUILAR O CEDER A TERCEROS EL PLANO Y SU CONTENIDO SIN PREVIA CONSENTIMIENTO PERSONAL, ORIGINAL, REPRODUCIDO O ENTREGADO A TERCEROS A NOMBRE DEL PROPIETARIO DE LA INFORMACION SIN CONSENTIMIENTO POR ESCRITO

11.4. GRAFICA CURVA KN



REV.	NOMBRE	FECHA	DESCRIPCION
00	JMP	21-04-2018	INICIAL

CLIENTE: VICUS

CONSTRUCCION:

BUQUE:

VALIDO PARA

AUTORIDAD	OFICINA	DISEÑO	FABRICACION	S. CLASIFIC.	CONFORMIDAD	MANUFACTURA
X	X	X		X		

FICHERO: VICUS 1 – 01.02.01

PROYECTO:

PLANO: GRAFICA CURVA KN

ESCALA:

Nº HOJA: 1 de 1

DIBUJADO	COMPROBADO	FECHA	Nº PLANO
JMP	J.G.G	21-04-2018	01.02.01

OBSERVACIONES

EN ACUERDO A LAS LEYES INTERNACIONALES QUE REGIMENTAN EL PROPIEDAD DE AUTOR PUEDE IMPRIMIR, COPIAR, DIFUNDIR, ENTREGAR A TERCEROS O ENSEÑAR A OTROS EL PLANO Y SU CONTENIDO SIN PREVIA CONSENTIMIENTO ESCRITO, CONTRARIO, REPRODUCIRLO O ENTREGARLO A TERCEROS O DARLO CON FINES DISTINTOS DE LA ORIGINALIDAD LOS CONTRAVENTORES POR ESCRITO

11.5. TABLA DE CONCENTRADO DE DATOS DE EMBARACIONES

FILTRO ARQUEO GT	
200<GT<400	
400<GT<600	
600<GT<800	

Nombre del Buque	Censo Flota	Puerto Base	Arqueo GT	Manga	Eslora Total	Eslopra pp	Calado Trazado	LBT	Lpp/B	B/T
Tosca Tercero	24548.00	LA GUARDIA	201	6.50	28.00	22.40	3.70	538.72	3.45	1.76
Palangrero 7			201	6.50		23.14	---		3.56	
Palangrero 8			201	6.50		22.40	---		3.45	
Ribel Tercero	21788.00	LA GUARDIA	202	7.00	28.30	22.25	3.45	537.34	3.18	2.03
Segundo Ribel	15483.00	LA GUARDIA	204	6.50	28.60	23.85	3.22	499.18	3.67	2.02
Palangrero 2			206	6.31		23.50	---		3.72	
Suso	21768.00	LA GUARDIA	209	7.00	27.50	22.13	3.68	570.07	3.16	1.90
Palangrero 16			213	7.00		21.50	---		3.07	
Raymi			217	6.50		22.40	---		3.45	
Leyce	21899.00	VIGO	217	6.30	28.85	22.00	3.50	485.10	3.49	1.80
Baz	16016.00	VIGO	220	6.70	29.10	24.50	3.35	549.90	3.66	2.00
Alemar Primero	25526.00	LA GUARDIA	222	7.40	31.00	24.50			3.31	
Palangrero 63			223	6.50		27.50	---		4.23	
Rodriguez Parapar			225	7.50		23.90	3.13		3.19	2.40
Cedes	20310.00	LA GUARDIA	232	7.00	31.00	26.25	3.45	633.94	3.75	2.03
Palangrero 33			234	6.50		24.27	---		3.73	
Palangrero 15			235	7.00		22.55	---		3.22	
Louncezas	**25883.00**	**VIGO**	**235**	**7.00**	**28.45**	**22.55**	**3.00**	**473.55**	**3.22**	**2.33**
Siempre San Luis	24441.00	LA GUARDIA	236	7.00	27.30	22.40	3.00	470.40	3.20	2.33
Isami			236	7.00		23.55			3.36	
Palangrero 18			236	7.00		22.55	---		3.22	
Hermanos Labaen	23978.00	BURELA	238	7.50	29.30	24.40	3.28	600.24	3.25	2.29
Xuxo	**26206.00**	**VIGO**	**238**	**7.50**	**29.79**	**23.00**	**3.00**	**517.50**	**3.07**	**2.50**
Virxen da Blanca			241	7.00		23.55			3.36	
Palangrero 30			242	7.00		26.00	---		3.71	
Costa do Ceo	21749.00	LA GUARDIA	248	7.00	26.30	26.25	3.68	676.20	3.75	1.90
Anchousa			252	7.50		24.70			3.29	
Illa de Rua			252	7.60		22.80	3.40		3.00	2.24
Margel			257	6.75	32.10	26.00			3.85	
Ameal	23587.00	LA GUARDIA	259	7.50	29.30	24.40	3.37	616.71	3.25	2.23
Palangrero 29			271	6.50		30.50	---		4.69	
Palangrero 67			273	7.50		28.00	---		3.73	
Palangrero 10			283	7.20		26.00	---		3.61	
Palangrero 37			285	7.20		27.22	---		3.78	
Adviento Uno			294	7.50		26.50			3.53	
Luzada	24404.00	LA GUARDIA	294	7.50	31.00	25.90	3.21	623.54	3.45	2.34
O Taba	**25387.00**	**LA GUARDIA**	**300**	**7.50**	**32.25**	**26.00**	**3.00**	**585.00**	**3.47**	**2.50**
Palangrero 32			306	6.50		33.50	---		5.15	
Siempre Revuelta			321	7.50		27.50			3.67	
Faro de Burela			321	7.50		27.50			3.67	
Palangrero 12			325	7.80		26.00	---		3.33	
Flecha			326	8.00		28.25	---		3.53	
Pesca Landa	25209.00	VIGO	326	7.80	33.00	26.00	4.21	853.79	3.33	1.85
Nuevo Santillana			327	7.50		26.00	---		3.47	
Xiadas Dous			331	7.50		26.00	---		3.47	
Pino Montero Tres			331	8.00		28.25	3.28		3.53	2.44
Breogán Tres			336	8.00		26.25	3.11		3.28	2.57
O Kevin			340	8.00		27.50	---		3.44	
Balueriro Segundo	21571.00	LA GUARDIA	342	7.00	37.00	30.75	3.00	645.75	4.39	2.33
Palangrero 27			350	8.00		32.90	---		4.11	
Novo Xeixal	23382.00	LA GUARDIA	350	7.80	37.60	32.00	3.90	973.44	4.10	2.00

Palangrero 34			352	8.10		31.50	---		3.89	
Palangrero 59			369	8.31		31.60	---		3.80	
Palangrero 44			371	8.10		32.00	---		3.95	
Insua de Area			378	8.00		28.00	2.92		3.50	2.74
Palangrero 28			391	8.00		33.10	---		4.14	
Palangrero 23			393	8.10		31.25	---		3.86	
Celtic Bay			394	7.70	37.00	32.12	7.70	1904.39	4.17	1.00
Palangrero 65			399	8.10		31.75	---		3.92	
Akillamendi Berria			399	8.00		28.25	3.20		3.53	2.50
Nuevo Monte Ventoso			399	8.10		31.75	3.31		3.92	2.45
Palangrero 42			407	8.00		32.90	---		4.11	
Talasa	26780.00	VIGO	427	8.10	39.00	32.75	3.35	888.67	4.04	2.42
Bouso			427	8.80		31.00	3.40		3.52	2.59
Palangrero 48			427	8.80		31.90	---		3.62	
Palangrero 64			428	8.10		32.75	---		4.04	
MARIANE			437	8.00	39.80	31.50			3.94	
Palangrero 11			442	8.10		31.25	---		3.86	
Palangrero 60			474	9.20		36.50	---		3.97	
Coyo Séptimo			490	8.80		32.50	3.40		3.69	2.59
Novo Ruivo			492	8.20		29.00	---		3.54	
Palangrero 66			497	8.80		32.08	---		3.65	
Denver			497	8.80		31.00	3.30		3.52	2.67
Palangrero 31			502	8.40		33.00	---		3.93	
Palangrero 45			537	9.00		36.00	---		4.00	
Palangrero 57			552	9.00		39.53	---		4.39	
Vox Bahia			552	9.00	45.00	38.70			4.30	
Palangrero 61			553	8.30		37.50	---		4.52	
Palangrero 53			578	9.20		36.50	---		3.97	
Palangrero 47			589	9.20		36.50	---		3.97	
Vila de Ribamar			593	9.20		33.00	3.80		3.59	2.42
Alma Lusa			595	9.20	44.90	37.60			4.09	
Nuevo Josmaru	24508.00	VIGO	606	9.20	43.50	36,50	3,79	1272.68	3.97	2.43
Palangrero 51			606	9.20		37.13	---		4.04	
Mar de Maria			**607**	**9.00**		**36.00**	**4.10**		**4.00**	
Palangrero 56			619	9.20		36.50	---		3.97	
Palangrero 41			620	9.20		36.50	---		3.97	
Palangrero 38			626	9.20		36.50	---		3.97	
Palangrero 35			632	8.10		31.50	---		3.89	
Palangrero 36			646	9.40		41.00	---		4.36	
Palangrero 68			650	9.50		42.75	---		4.50	
Ibsa V	26004.00	VIGO	650	9.50	49.00	42.50	4.39	1772.46	4.47	2.16
Ana Barral	**25767.00**	**VIGO**	**665**	**9.60**	**47.75**	**38.00**	**4.10**	**1495.68**	**3.96**	**2.34**
Palangrero 52			681	9.20		38.50	---		4.18	
Nuevo Pleamar			692	9.20		38.50	3.80		4.18	2.42
Glacial			699	9.80		39.63	3.90		4.04	2.51
Novo Airiños			742	10.20		40.00	4.20		3.92	2.43
Novo Ariños	25704.00	VIGO	742	10.20	50.00	40.00	4.20	1713.60	3.92	2.43