

GRADO EN NAUTICA Y TRANSPORTE MARITIMO

TRABAJO FIN DE GRADO

***MODELIZACIÓN DEL CASCO DE DOS BUQUES
ATUNEROS EN 3D A PARTIR DE SUS PLANOS
DE FORMAS Y SU ANÁLISIS HIDRODINÁMICO-
HIDROSTÁTICO***

Alumno/Alumna: Blanco López Daniel

Director/Directora (1): Basterrechea Iribar Imanol

Curso: 2017-2018

Fecha: Bilbao, 17 de julio 2018

Resumen

En este trabajo se va a realizar un estudio de estabilidad a dos buques atuneros cuando se encuentran en unas condiciones de navegación concretas que les producen una serie de perturbaciones en los datos de estabilidad.

Se hace un repaso sobre las principales características de los barcos en lo referido a las formas del casco y equilibrios dinámico y estático.

Durante el desarrollo de este proyecto se ha pasado por diferentes fases de desarrollo hasta poder realizar los cálculos de estabilidad debido a la necesidad de usar un software informático para la obtención rápida de datos y tablas de tendencia.

Las fases principales del proyecto han sido tres:

Primera fase se realiza una primera toma de contacto con las formas de los dos barcos gracias a tener disponibles sus planos de formas.

Segunda fase está focalizada en el traslado de las formas del plano a un modelo 3d con el cual trabajar en las siguientes fases del proyecto.

Tercera fase utilización de software arquitectura naval con el cual obtendrán las tablas y datos para poder realizar un estudio al detallado sobre las causas y problemas que se produce.

Durante todo el proyecto se han trabajado distintas ramas científicas que afectan a la construcción y movimiento de los buques principalmente en este trabajo se tratan temas de arquitectura naval.

Palabra clave: Buques atuneros, Estabilidad dinámica, Estabilidad estática, Plano de formas, Modelo 3d, Software arquitectura naval, Maxsurf, Rhinceros

Summary

In this work, a stability study will be carried out on two tuna vessels when they are in specific navigation conditions that produce a series of disturbances in the stability data.

A review is made of the main characteristics of the boats in relation to the forms of the hull and dynamic and static equilibrium.

During the development of this project it has gone through different stages of development to be able to perform stability calculations due to the need to use a computer software for fast data collection and trend tables.

The main phases of the project have been three:

First phase is a first contact with the shapes of the two boats thanks to having their shape plans available.

Second phase is focused on the transfer of the forms of the plan to a 3d model with which to work in the following phases of the project.

Third phase use of naval architecture software with which the tables and data will be obtained in order to carry out a detailed study of the causes and problems that occur.

Throughout the project different scientific branches have been working on the construction and movement of ships, mainly in this work dealing with naval architecture issues.

Keyword: Tuna vessels, Dynamic stability, Static stability, Shape plane, 3d model, Naval architecture software, Maxsurf, Rhinceros

Laburpena

Lan horretan, bi atun ontzi egonkortasun azterketa egingo dira egonkortasuneko datuetan izurriteak sortzen dituzten nabigazio baldintza zehatzetan.

Itsasontzien ezaugarri nagusiak aztertzea da itsasontzien ezaugarriak eta oreka dinamiko eta estatikoa.

Proiektu honen garapenean garapen-fase desberdinetan zehar egonkortasun kalkuluak egiteko gai izan da, datuen bilketa azkarraren eta mahai-tauletarako ordenagailu-softwarea erabiltzeko beharra dela eta.

Proiektuaren fase nagusiak hiru izan dira:

Lehenengo fasea bi itsasontzien formarekin lehen harremana da.

Bigarren fasea proiektuaren hurrengo faseetan lan egiteko hiru dimentsioko planaren transferentzia bideratzen da.

Arkitektura navaleko softwarearen hirugarren fasea, taulak eta datuak lortzeko, arrazoi eta arazo larriak aztertzeko.

Proiektu osoan hainbat bulego zientifikoek ontzien eraikuntza eta mugimendua lantzen ari dira, batez ere arkitektura navaleko arazoei dagokienez.

Hitz gakoa: Ontzi ontziak, egonkortasun dinamikoa, egonkortze estatikoa, forma planoak, 3d modeloa, arkitektura navaleko softwarea, Maxsurf, Rhinceros

Índice

1. Memoria.....	2
1.1 Introducción.....	2
1.2 Contexto.....	3
1.2.1 Zona geográfica de operación.....	4
1.3 Objetivos.....	5
1.4 Análisis del estado el arte.....	6
1.4.1 Características de los barcos.....	6
1.4.2 Estabilidad de los cuerpos flotantes.....	7
1.4.3 Creación de olas.....	9
1.4.4 Plano de formas.....	11
1.4.5 Software informático.....	12
1.4.6 Forma características de los buques.....	15
1.4.6.1 Bulbo.....	15
1.4.6.2 Sección de popa.....	15
1.4.7 Análisis de alternativas.....	17
1.4.7.1 Alternativas diseño 3d.....	17
1.4.7.2 Alternativas programas navales.....	18
1.4.7.2.1 Maxsurf Modeler.....	18
1.4.7.2.2 Maxsurf Resistance.....	19
1.4.7.2.3 Maxsurf Stability.....	20
2. Metodología seguida en el desarrollo del trabajo.....	23
2.1 Descripción de las fases.....	23
2.1.1 Primera fase.....	23
2.1.1.1 Comparación diferentes tipos buques mercantes.....	25
2.1.2 Segunda fase.....	27
2.1.2.1 Ejes de referencia.....	28
2.1.3 Estudio de las formas características de los dos modelos.....	31

2.1.3.1 Tipo de bulbo.....	31
2.1.3.2 Tipo de popa.....	32
2.1.3.3 Asiento de trazado.....	32
2.1.3.4 Curvatura central.....	33
2.1.3.5 Quilla.....	34
2.1.4 Tercera fase.....	35
2.1.4.1 Maxsurf Modeleler.....	35
2.1.4.2 Maxsurf Resistance.....	37
2.1.4.3 Maxsurf Stability.....	39
2.2 Diagrama Gantt.....	41
2.3 Cálculos.....	41
2.3.1 Análisis hidrostático.....	41
2.3.2 Análisis hidrodinámico.....	42
2.3.3 Análisis hidrostáticos correspondiente a la estabilidad.....	51
2.3.3.1 Situacion 1.....	56
2.3.3.2 Situacion 2.....	57
2.3.3.3 Situacion 3.....	57
2.4 Descripción de los resultados.....	60
3.Conclusiones.....	62
4.Bibliografía.....	64

Índice Imágenes

Imagen1. Draco CintranaVal-Defcar.....	1
Imagen2. Océano atlántico.....	4
Imagen3. Océano indico.....	4
Imagen4. Rhinoceros.....	18
Imagen5. Maxsurf Modeler.....	19
Imagen6. Maxsurf Resistance.....	20
Imagen7. Maxsurf Stability.....	21
Imagen8. Obtención de cotas desde plano de formas “Modelo A”	26
Imagen9. Obtención de cotas desde plano de formas “Modelo B”	27
Imagen10. Ejes de referencia “Modelo A”	28
Imagen11. Ejes de referencia “Modelo B”	29
Imagen12. Formas “Modelo A”	29
Imagen13. Formas “Modelo B”	30
Imagen14. Mallas “Modelo A”	30
Imagen15. Mallas “Modelo B”	31
Imagen16. Bulbo “Modelo A”	32
Imagen17. Bulbo “Modelo B”	32
Imagen18. Popa “Modelo A”	32
Imagen19. Popa “Modelo B”	32
Imagen20. Asiento “Modelo A”	33
Imagen21. Asiento “Modelo B”	33
Imagen22. Curvatura central “Modelo A”	34
Imagen23. Curvatura central “Modelo B”	34
Imagen24. Quilla “Modelo A”	35
Imagen25. Quilla “modelo B”	35
Imagen26. Selección de las unidades de trabajo.....	36
Imagen27. Configuración de los puntos de referencia “Modelos A y B”	37

Imagen28. Selección de las superficies.....	37
Imágenes29. Generación olas velocidad 18 nudos “Modelo A”	38
Imágenes30. Generación olas velocidad 18 nudos “Modelo B”	39
Imagen31. Opciones para cálculo de las secciones.....	40
Imagen32. Diagrama de Gantt correspondiente a este trabajo.....	41
Imagen33. Selección rango de velocidades y eficiencia total.....	42
Imagen34. Selección métodos de análisis.....	43
Imagen35. Curvas hidrostáticas “Modelo A”	52
Imagen36. Curvas hidrostáticas “Modelo B”	52
Imagen37. Coeficiente de forma “Modelo A”	53
Imagen38. Coeficiente de forma “Modelo B”	53
Imagen39. Situación 1 “Modelo A”	56
Imagen40. Situación 1 “Modelo B”	56
Imagen41. Situación 2 “Modelo A”	57
Imagen42. Situación 2 “Modelo B”	57
Imagen43. Situación 3 “Modelo A”	58
Imagen44. Situación 3 “Modelo B”	58
Imagen45. Criterios de estabilidad.....	58
Imagen46. Forma de ola plana.....	59
Imagen47. Forma de ola trocoidal con desfase 0,5 radianes ”Modelos A y B”	59

Índice Figuras y Tablas

Tabla1. Dimensiones del buque “Modelo A”	24
Tabla2. Dimensiones del buque “Modelo B”	24
Tabla3. Coeficientes de los “Modelos A y B”	24
Tabla4. Valores correspondientes “Modelo A y B”	26
Tabla5. Cálculos hidrostáticos “Modelo A”	42
Tabla6. Cálculos hidrostáticos “Modelo B”	42
Tabla7. Comprobación de los métodos de análisis “Modelo A”	44
Tabla8. Comprobación de los métodos de análisis “Modelo B”	44
Tabla9. Datos de los métodos de análisis “Modelo A”	46
Tabla10. Datos de los métodos de análisis “Modelo B”	46
Tabla11. Valores de los pesos de ambos modelos.....	51
Tabla12. Posición tanques “Modelo A”	54
Tabla13. Posición tanques “Modelo B”	56
Figura1. Dimensiones principales de un barco.....	7
Figura2. Altura metacéntrica transversal.....	8
Figura3. Altura metacéntrica longitudinal.....	9
Figura4. Formula ola trocoidal.....	10
Figura5. Formula ola senoidal.....	10
Figura6. Plano de formas.....	11
Figura7 Tipo de proas.....	15
Figura8. Tipos de popa.....	16
Figura9. Recomendación de diseño para forma popa.....	16
Figura10. Forma sección de popa.....	17
Figura11. Dimensiones principales preliminares para nuevas construcciones de buques.....	25

Índice Graficas

Grafica1. Valores “Modelo A”	47
Grafica2. Valores “Modelo B”	48

Índice acrónimos

LOA Length Overall	Eslora máxima
LBP Length Between Perpendiculars	Eslora entre perpendiculares
LWL Length on the Water Line	Eslora de la línea de agua
BD Breadth Design	Manga de diseño
DD Draft Design	Calado de diseño
G Centre of gravity	Centro de gravedad
B Centre of buoyancy	Centro de carena o flotación
CAD Computer-Aided Design	Diseño asistido por ordenador
CAE Computer-Aided Engineering	Ingeniería asistida por ordenador
CASM Computer-Aided Synthesis Modelling	Síntesis de un modelo asistido por ordenador
CAM Computer-Aided Manufacturing	Fabricación asistida por ordenador
PMP Product Model Program	Programa para modelado de un producto
CIM Computer-Integrated Manufacturing	Fabricación integrada por ordenador
CSI Computer System Integration	Sistemas de integración por ordenador
IGES Initial Graphics Exchange Specification	
C_B Block coefficient	Coficiente bloque
C_P Prismatic coefficient	Coficiente prismático
C_{wl} Water-area-coefficient	Coficiente de área plana de agua

GRADO EN NAUTICA Y TRANSPORTE MARITIMO

TRABAJO FIN DE GRADO

***MODELIZACIÓN DEL CASCO DE DOS BUQUES
ATUNEROS EN 3D A PARTIR DE SUS PLANOS
DE FORMAS Y SU ANÁLISIS HIDRODINÁMICO-
HIDROSTÁTICO***

DOCUMENTO 1- MEMORIA

Alumno/Alumna: Blanco López Daniel

Director/Directora (1): Basterrechea Iribar Imanol

Curso: 2017-2018

Fecha: Bilbao, 17 de julio 2018



BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO

1.MEMORIA

INTRODUCCIÓN

Desde tiempos inmemoriales el hombre ha construido barcos para el transporte de mercancías personas o simplemente para poder cruzar largas distancias a través de los mares y océanos.

El diseño de los barcos ha seguido el desarrollo de la sociedad de diferentes formas desde tiempos antiguos hasta la actualidad.

En la antigüedad, el diseño era comprendido como la belleza estética de las estructuras. Los diseñadores construían los diseños en función de su intuición y entendimiento del mundo físico, siendo la creatividad la parte que jugaba el papel más importante. [1]

El diseño de los barcos ha sufrido modificaciones con el paso del tiempo, principalmente debido a la incorporación de nuevos sistemas de propulsión, adaptación de las formas del casco debido a la especialización de los barcos en ciertos tipos de carga y sectores, junto con el aumento en las dimensiones de los buques y utilización de nuevos materiales para la construcción del casco.

Actualmente una de las corrientes predominante viene dada con respecto a las nuevas normativas de reducción de emisiones referidas a los gases de escape de los motores de propulsión y auxiliares, se produce una presión sobre los diseñadores para mejora de la eficiencia de los buques, en partes como formas del casco o mejoras en los sistemas de propulsión.

En el mundo de los buques atuneros se ha evolucionado con la creación de barcos más modernos y tecnológicamente más avanzados.

Tener en cuenta que la evolución en el mundo marítimo nunca se detiene apareciendo cada cierto tiempo nuevas innovaciones que obligan a adaptarse a todos las partes involucradas en el negocio marítimo, incluso en el mundo de la pesca actualmente se usan los más modernos sistemas de sonares y propulsión, conseguir ser más competitivos en un mundo globalizado.

CONTEXTO

Realizar un estudio de estabilidad a dos buques atuneros actuales dentro de unos parámetros de navegación, durante el desarrollo del estudio se trabajará con diferentes tipos de datos obtenidos mediante el uso de fórmulas y software informático.

Trabajaremos con datos reales y datos de los modelos 3d con los que obtener comparaciones y graficas de comportamiento cercanas a la realidad.

Se ha elegido a los buques atuneros para realizar estos estudios debido a sus singulares características:

- ❖ Son barcos dedicados a la pesca.
- ❖ Tienen motores muy potentes para poder desarrollar grandes velocidades.
- ❖ Una capacidad de carga considerable teniendo en cuenta su tamaño.
- ❖ Se encuentran en zonas geográficas muy concretas.

Al tratarse de barcos dedicados a la pesca les afectan de diferente forma los convenios internacionales en especial el código internacional de estabilidad.



Imagen1. Draco Cintranaul-Defcar [14]

Zona geográfica de operación

Estos barcos atuneros tienen dos zonas de pesca principales una situada en el océano atlántico y otra zona situada en el océano indico.

El océano Atlántico separa América, en el oeste, de Europa y África, en el este. Se extiende desde el océano Glacial Ártico, en el norte, hasta la Antártida, en el sur. El ecuador lo divide artificialmente en dos partes, Atlántico Norte y Atlántico Sur. Su nombre proviene del griego Atlas, uno de los titanes de la mitología griega. [12]

La salinidad del océano Atlántico es de unos 36 gramos de sal por kg de agua y las especies más pescadas son la sardina, el arenque y el bacalao. Además, es el océano más importante de la Tierra desde el punto de vista comercial. [12]



Imagen2. Océano Atlántico [12]

El océano Índico es el tercer volumen de agua más grande del mundo, y cubre aproximadamente el 20% de la superficie de la Tierra. Está limitado al norte por el sur de Asia; al oeste por la Península Arábiga y África; al este por la Península Malaya, las Islas Sonda, y Australia; y al sur por la Antártida. [12]

Las naciones del océano son Madagascar (la cuarta isla más grande del mundo), Comores, Seychelles, Maldivas, Mauricio, y Sri Lanka; Indonesia lo bordea. La importancia del océano como una ruta de tránsito entre Asia y África lo ha convertido en un foco de conflictos. [12]



Imagen3. Océano Pacífico [12]

OBJETIVOS

Estudiar el comportamiento de los buques atuneros cuando se encuentran bajo la influencia de olas trocoidales, olas senoidales y con diferentes condiciones de calados. Para ello utilizaremos herramientas de diseño y arquitectura naval con las que obtener datos referidos a la estabilidad e hidrostática.

Objetivos primarios del trabajo

- ❖ Construir dos modelos de buque en 3d a partir de sus planos de formas, buscar conseguir la mayor similitud con los modelos reales.
- ❖ Utilizar programas informáticos para realizar los estudios hidrodinámicos a los modelos 3d, creación de tablas y algoritmos sobre el comportamiento de los modelos.
- ❖ Calcular factores que afectan a los dos buques y relacionarlos con buques de similares características.

Objetivos secundarios del trabajo

- ❖ Trabajar con sistema de archivos estandarizados para tener la mayor compatibilidad entre programas informáticos de diferentes fabricantes.
- ❖ Aumentar la destreza en el uso de programas de diseño 3d, comparar el programa de diseño seleccionado con otras opciones del mercado.

Razonar los criterios de selección de las formas del casco en función de sus cualidades.

ANÁLISIS DEL ESTADO DEL ARTE

Los estudios anteriores realizados en esta materia sobre problemas que afectan a la estabilidad junto a los factores externos los cuales pueden inducir a una pérdida de estabilidad, a su vez realizaremos un repaso sobre conceptos generales del buque.

Características de los barcos

Definición de eslora es el 96% de la distancia total desde popa a proa del buque con al menos el 85% de la profundidad de diseño. [3]

Siendo la profundidad de diseño la distancia entre la quilla y la cubierta. [3]

Durante este trabajo se utilizarán tres esloras diferentes dependiendo de los cálculos a realizar:

Eslora máxima es la longitud entre los extremos del buque desde proa a popa.

Eslora entre perpendiculares es la longitud entre la perpendicular de proa que es coincidente con el punto final de proa en la línea de agua y la perpendicular de popa que es coincidente con la pala del timón. [3]

Eslora de la línea de agua es la longitud entre popa y proa de la línea de calado de diseño e intersección con el casco.

Calado es la distancia vertical desde la quilla a la línea de calado de diseño.

Francobordo es la distancia vertical desde la línea de calado de diseño a la cubierta.

Manga es la máxima distancia horizontal situada en crujía del casco. [3]

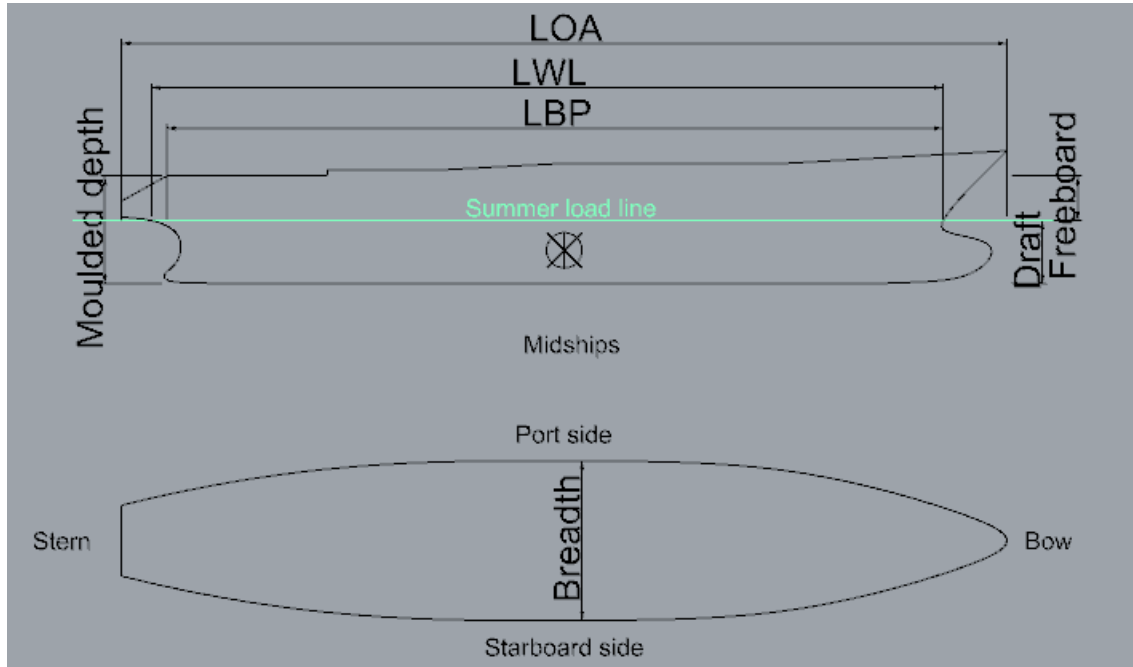


Figura1. Dimensiones principales de un barco

Estabilidad de los cuerpos flotantes

El término estabilidad está referido a la tendencia de un cuerpo o sistema a volver a su estado inicial después de haber recibido una pequeña perturbación.

En nuestro caso se trata de la tendencia de un barco a volver a su posición de equilibrio después de sufrir una perturbación producida por el mar o el viento, si el barco tiene una gran estabilidad será capaz de volver a su posición de equilibrio inicial rápidamente generando un movimiento de balance.

En el caso de ser solo estable una pequeña perturbación podría generar un vuelco. [5]

Tres tipos de equilibrios: equilibrio estable o estabilidad positiva se produce cuando sobre un cuerpo en posición de equilibrio se le induce una perturbación, pero el cuerpo tiene a volver al estado inicial.

Equilibrio inestable se produce cuando a un cuerpo en estado de equilibrio se le induce una perturbación y no es capaz de volver al estado inicial alejándose cada vez más del estado inicial.

Equilibrio indiferente se produce cuando un cuerpo en estado equilibrio se le induce una perturbación y al cambiar de posición se encuentra de nuevo en equilibrio. [5]

En el caso del barco el estado de reposo viene definido por igualación de dos pares de fuerzas, la gravedad como una fuerza vertical hacia el centro de la tierra y el empuje como la fuerza que realiza el agua en perpendicular a la superficie sumergida, sus centros son el centro de gravedad del cuerpo G y el centro de carena B .

Para pequeños ángulos de inclinación se estudia el efecto de la escora y el asiento para conseguir el equilibrio transversal y longitudinal, para una misma perturbación el efecto en la escora es mucho mayor que en el asiento. Por tanto, el equilibrio trasversal es más importante para una condición segura de navegación que el equilibrio longitudinal. [1]

La distancia GM es por tanto un índice de estabilidad transversal para pequeños ángulos de escora se conoce como altura metacéntrica transversal. GZ se considera positivo cuando el momento de peso y el empuje tiende a rotar el barco hacia la posición vertical siendo GM positivo o el metacentro M se encuentra por encima de G .

Sin embargo, GM es negativo cuando M se encuentra por encima de G y hay un movimiento de balance que tiende a alejar al barco de la posición inicial. [1]

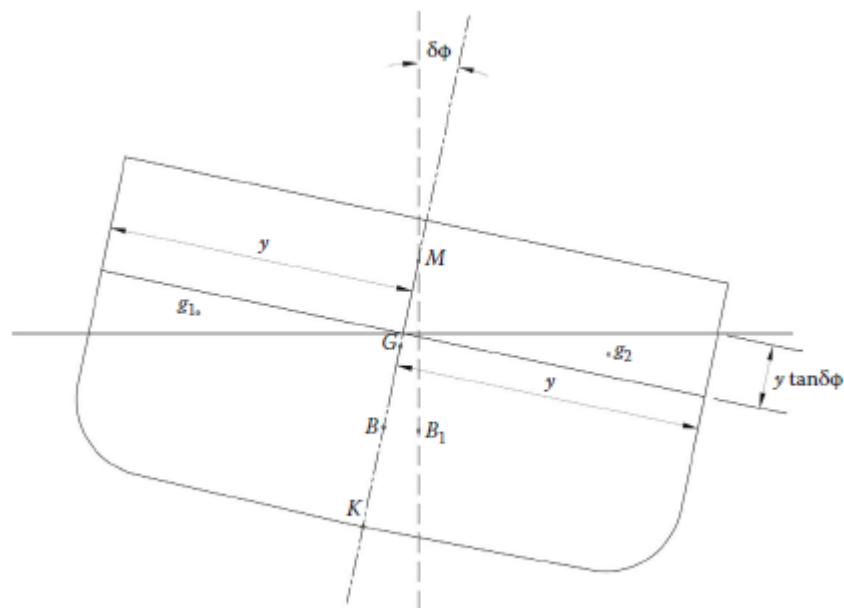


Figura2. Altura metacéntrica transversal [1]

En el caso de la estabilidad longitudinal hay que tener en cuenta que los barcos no son simétricos de proa a popa esto no permite al centro de flotación estar en equilibrio cuando variamos los calados en aguas iguales sin embargo puede trasladarse de popa a proa o viceversa con cambios en los calados hasta una posición de equilibrio creado un asiento. [1]

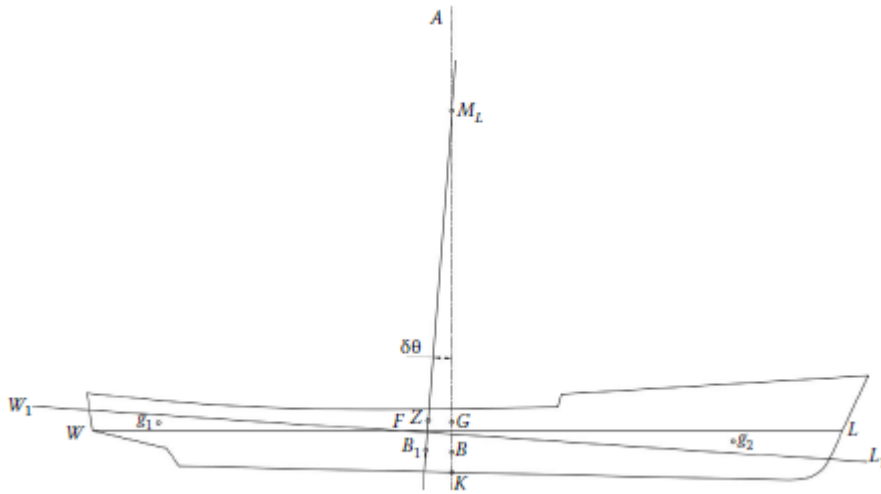


Figura3. Altura metacéntrica longitudinal [1]

El efecto de trasladar un peso horizontalmente crea un movimiento del centro de flotación hasta otra nueva posición de equilibrio generando un asiento. [1]

Creación de olas

La generación de olas se produce por la perturbación que produce en viento sobre la superficie del mar. Tres factores predominantes influyen sobre el tipo de ola creado. [5]

Intensidad del viento es la velocidad que tiene el viento sobre la superficie del mar.

Duración es el tiempo que se mantiene el viento soplando sobre la superficie del mar.

Fecth es la superficie total sobre la que actúa el viento.

También hay que tener en cuenta otros factores como la profundidad del agua, las mareas y el contorno costero de tierra. Una vez que la ola es generada puede trasladarse independiente de la posición donde se creó hasta que toda su energía es consumida. [5]

Las olas generadas por un viento local se llaman mar de viento y cuando se trasladan de la posición de creación se llaman mar de fondo. Dependiendo de la forma de la ola se puede clasificar en dos grupos: olas trocoidales y olas senoidales.

Teoría de las olas trocoidales fue aceptada para la estandarización de los cálculos. Actualmente al observar una ola sobre la superficie del mar tiende a parecerse a la teoría sin embargo es solo una aproximación del complejo fenómeno.

La fórmula usada para el estudio de las olas trocoidales

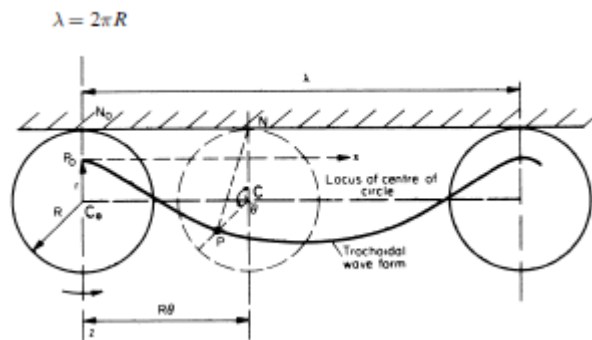


Figura4. Formula ola trocoidal [5]

Olas senoidales aparecen por las complicaciones matemáticas que tiene manipular olas trocoidales para lo que se usa un modelo más simple construir el perfil de olas. Se trata de una ola que se traslada con una velocidad C de propagación.

La energía en este sistema de olas se transmite a la mitad de la velocidad de propagación de las olas.

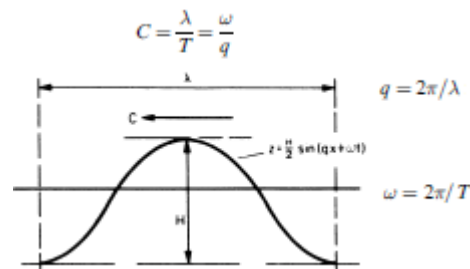


Figura5. Formula ola senoidal [5]

Plano de formas

La representación convencional de las formas 3d de la superficie del casco de un buque es el plano de formas. Consiste en representar las principales curvas y contornos en las tres vistas del dibujo técnico (alzado, planta y perfil).

En todos los planos de forma generalmente se dibujan las mismas líneas en las tres vistas, conseguir tener una perspectiva tridimensional.

Curvas primarias o maestras se encuentran las líneas de contorno de la superficie del casco o de superficies características como por ejemplo la línea del contorno del bulbo, popa y algunos finos también puede ser líneas de calado o manga dependiendo la vista de referencia.

Curvas secundarias: superficies del casco que estén delimitadas por las cuadernas en planos transversales y líneas de calado en el plano longitudinal formando estaciones o secciones.

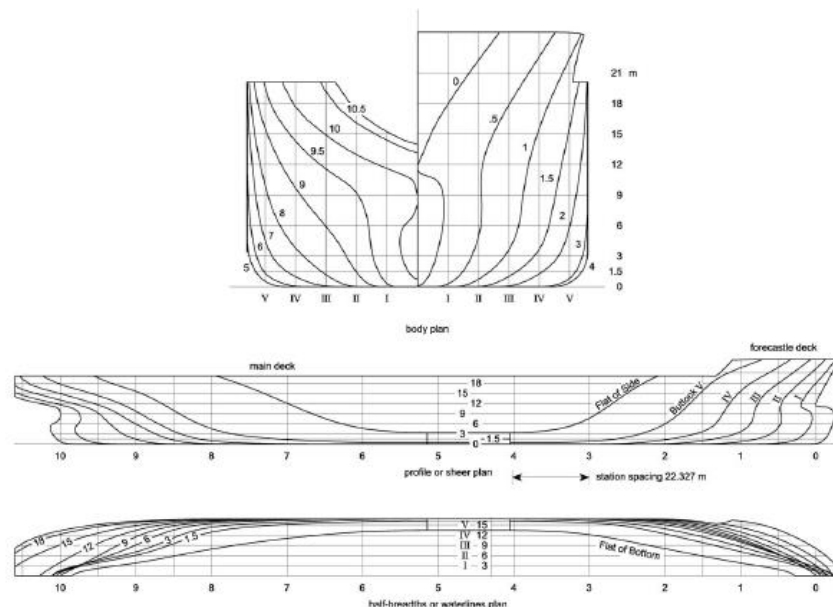


Figura6. Plano de formas [6]

Software informático

En la actualidad existen gran cantidad de programas informáticos para la construcción y prueba de los buques, la capacidad y potencia de los mismo ha aumentado drásticamente en las últimas décadas.

La utilización de estos programas permite una mejora en los costes de producción, tiempos de pruebas incluso se mejora la precisión. Todas estas mejoras junto con la digitalización de las bases de datos y flexibilidad en la creación de modificaciones permiten a los diseñadores y astilleros crear modelos de buques más rápidamente a la vez de probar todos los parámetros sin necesidad de crear el modelo final.

El diseño actualmente se puede realizar completamente usando estas aplicaciones informáticas. Además, muchas de ellas incorporan modelos específicos para el estudio de materias concretas como son la estabilidad o los esfuerzos del casco.

Dependiendo de la funcionalidad se pueden clasificar en varios grupos

CAD viene de la tradicional pizarra de dibujo con un enfoque en el diseño de barcos, los sistemas CAD actuales representan las dimensiones y geometría de los barcos en una pantalla y no necesitan la utilización de papel estando todo en un formato digital.

Los sistemas CAD son capaces de generar formas del casco. Gracias al uso del sistema NURBS pudiendo incluso crear formas complejas como son los finos de proa y popa. Para el desarrollo de pequeños barcos o astilleros este es el sistema más recomendado. [11]

Ejemplos sistemas CAD: AutoCAD, Maxsurf, ShipGen

CAE sirve como automatización de varios cálculos del diseño de casco y equipamiento, normalmente se especializan en áreas concretas del barco.

Estos sistemas se usan en el desarrollo de las tuberías de carga, válvulas, capacidad de carga, volúmenes incluso cálculos de estabilidad. Se trata de sistemas más avanzados que los sistemas CAD.

Ejemplos sistemas CAE: POSEIDON, SafeHull, GHS

CASM usa las tendencias de los datos de diseños anteriores para la creación aproximada de nuevos diseños o para su modificación. Las ventajas que tiene frente a los sistemas CAD y CAE son su rapidez y el reducido precio de las licencias de uso.

Principal funcionalidad de estos sistemas es la creación de un modelo de barco a partir de otro existente del cual se tengan datos, también puede realizar cálculos sobre estimación de costes de producción o construcción. [11]

Ejemplos sistemas CASM: Commercial Ship Design Synthesis Model, PASS, GCRMTC Ship Synthesis Model

CAM es un puente de desarrollo entre el diseño y la construcción gracias a la interconexión de datos entre diferentes áreas por ejemplo monitorización, soldadura, curvatura incluso el corte.

Principales funcionalidades se encuentra la creación de secciones de proa, cálculo de longitud de cables, programación de robots y torsión de tuberías o conductos.

Ejemplos sistemas CAM: AMROSE, MONMOS, ShipCAM

PMP permite el análisis de la información sobre la geométrica del casco de un barco introducida en una base de datos central. También es posible el traspaso de los modelos 2d a 3d en fases tempranas de desarrollo.

Características que lo diferencian de otros sistemas son el trabajo en un entorno 3d, accesibilidad de todos los usuarios a los datos del modelo 3d contenidos en la base de datos, trabajar con las últimas revisiones de los modelos guardadas y capacidad para generar referencias de cualquier parte del barco cuando se crean planos para la producción.

Ejemplos sistemas PMP: CATIA/CADAM, FORAN, TRIBON M1

CIM consiste en juntar todos los procesos de diseño, construcción, ingeniería, pruebas, ect... en una base de datos común. Con estos sistemas se busca disminuir la redundancia de procesos durante el desarrollo de los barcos. Los astilleros usan este tipo de sistema para interconectar la información en un único lugar accesible para todos los sistemas de desarrollo.

Algunas cualidades del programa son poder trabajar con diferentes tipos de barcos, agilidad en la administración de información y capacidad para controlar inventarios de materiales.

Ejemplos sistemas CIM: MHI's CIM, IHI's CIM, MACISS

CSI es el sistema más complejo mientras los sistemas CIM interconectan los sistemas y datos dentro de un astillero los sistemas CSI interconectan diferentes astilleros y organizaciones.

Juntar tanto a los armadores, astilleros, sociedades clasificadoras usando un sistema común con una estandarización de los datos generados.

Siendo la estandarización un objetivo en la industria naval debido a la alta competitividad, esto es evidente con los astilleros chinos donde la estandarización es un crédito de éxito como factor de inclusión en el mercado internacional y a su vez consiguen un aumento en la eficiencia del astillero. [11]

Ejemplos sistemas CSI: CALS Technological Research Association, EMSA, SEASPRITE

Formas características de los buques

Bulbo

Es sabido que los bulbos reducen la resistencia de generación de olas, sin embargo, hay que tener cuidado con el diseño ya que podemos conseguir el efecto contrario (aumento de la resistencia al avance del buque). El bulbo debe estar diseñado para trabajar en cualquier condición de navegación desde lastre hasta cargado. Para un funcionamiento óptimo debe estar sumergido completamente o semi-sumergido. [1]

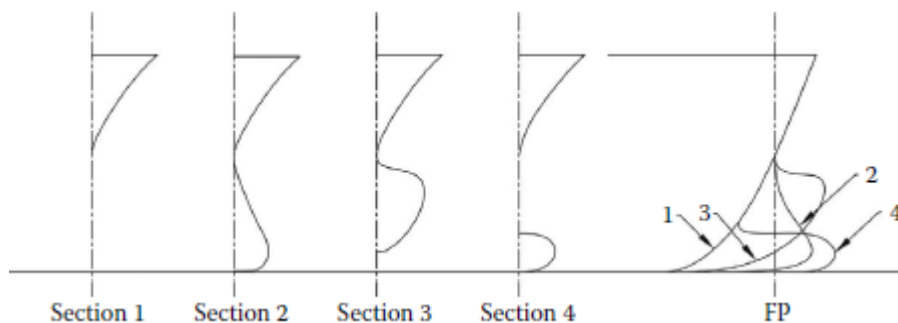


Figura7. Tipo de proas [1]

Sección de popa

La selección de la sección de popa debe estar condicionada a criterios de baja estabilidad, alta eficiencia de propulsión, flujo uniforme de agua a la hélice y un buen coeficiente de eficiencia del casco para evitar las vibraciones producidas en la hélice. [11]

En la actualidad se usan tres tipos principales de secciones de popa, la popa tipo crucero “clásica” rara vez se usa en la actualidad, la popa moderna tipo crucero con espejo y la popa espejo “hidrodinámica”.

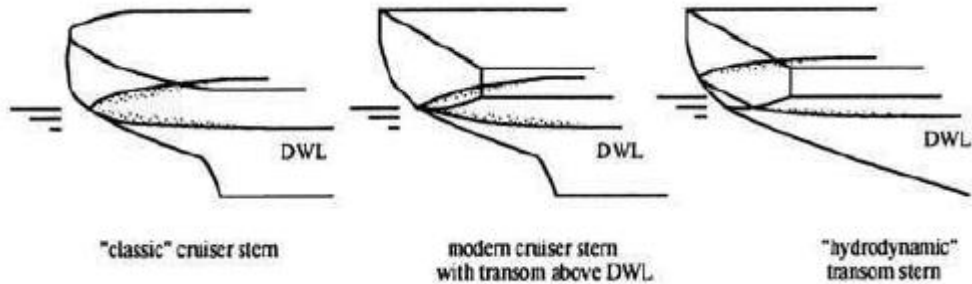


Figura8. Tipos de popa [11]

El tipo crucero con espejo tiene mayor resistencia que el tipo crucero convencional en bajas velocidades sin embargo al aumentar la velocidad se consigue el efecto contrario, disminuye la resistencia más con el tipo crucero con espejo que con el tipo crucero convencional.

Existe una serie de recomendaciones del tipo de popa dependiente del número de Froude.

Transom Stern Design Guidelines

Froude Number	Recommendations
$F_n < 0.3$	Stern above L_{wl} .
$F_n \approx 0.3$	Small stern – only slightly below LWL.
$F_n = 0.5$	Deeper submerging stern with average wedge submergence $\approx 10\% - 15\%$ of T .
$F_n > 0.5$	Deep submerging stern with wedge, possessing approximately breadth of the ship. Submergence $\approx 15\% - 20\%$ of T .

Figura9. Recomendación de diseño para forma popa [1]

Siendo la sección bajo el agua de tres formas diferentes posibles U, V o bulbo dependiendo del tipo de propulsión; hélice única o doble hélice el buque tendrá diferentes características hidrodinámicas.

Hélice única con forma V genera una baja resistencia independientemente del número de Froude, para forma U se genera una alta resistencia y la forma bulbo genera la mayor resistencia del conjunto. Sin embargo, la influencia de la forma de la popa en la propulsión es mayor que la resistencia. Por esta razón los barcos con hélice única tienen popas en forma de U o bulbo en ve de forma V. [1]

Hélice doble tiene como forma de popa de referencia la forma V, debido a un menor efecto de los rendimientos de propulsión y vibraciones. [1]

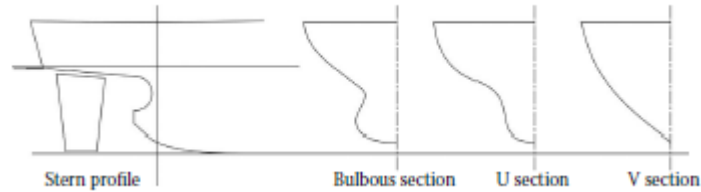


Figura10. Forma sección de popa [1]

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Durante el desarrollo de este trabajo se han tenido varias opciones de programas para efectuar las distintas fases, las razones principales para la elección de los programas seleccionados frente a otras alternativas han sido sus características de funcionamiento y capacidad para trabajar con los tipos de archivos estandarizados.

Los planos de formas fueron obtenidos en formato .pdf, actualmente es un estándar en el intercambio de información. Respecto a los planos de forma se podrían haber obtenido en formato papel o en otro formato de texto.

Alternativas diseño 3d

Para el desarrollo de los modelos 3d se ha seleccionado el programa de diseño Rhinoceros por facilidad de manejo y compatible con líneas B-Splines racionales no uniformes NURBS (condición para posteriormente usar el programa de estabilidad), poder trasladar los modelos 3d de un programa informático a otro con una compatibilidad máxima. Los modelos 3d han sido guardados en formato .IGES, este formato tiene una serie de característica que lo hacen ideal para este trabajo.

Es un sistema de archivos desarrollado para soportar un amplio abanico de aplicaciones e información. Además, diferentes sistemas CAD usan este sistema de archivos para trasladar información a otros sistemas debido a la alta fiabilidad que ofrece el sistema archivos IGES.

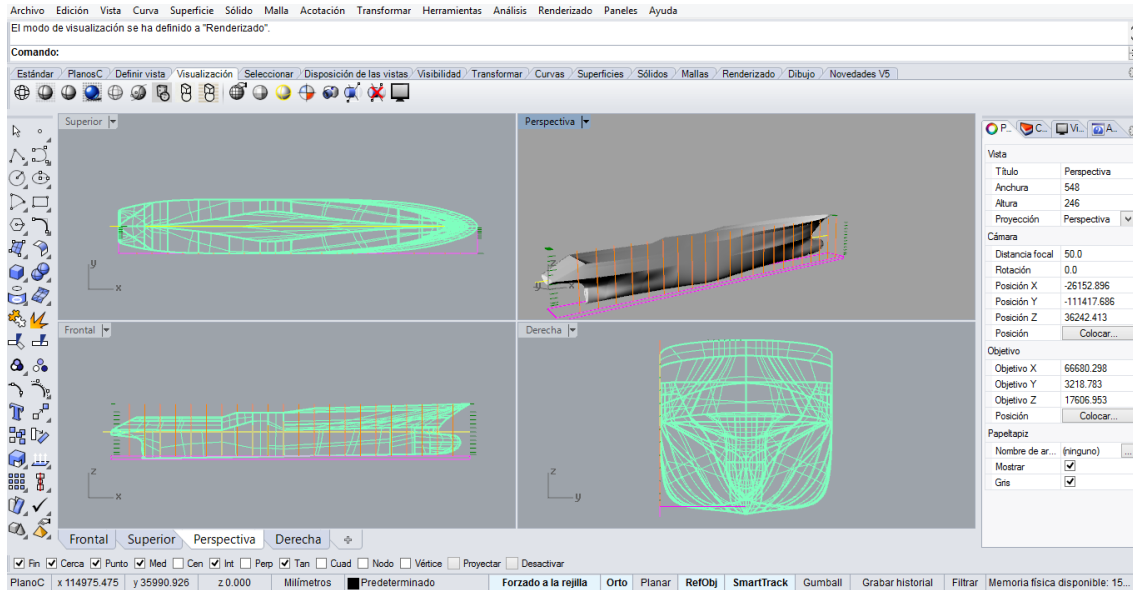


Imagen4. Rhinoceros

Alternativas programas navales

El estudio de estabilidad se ha optado por el programa MAXSURF como programa central para el desarrollo de los cálculos y graficas siendo las versiones Modeler, Resistance, Stability y Motions han sido los seleccionados para los diferentes campos de estudio.

Maxsurf Modeler es un programa de modelado 3d para usar dentro del campo del diseño naval. Con un diseño familiar el cual permite una optimización rápida de cualquier nuevo diseño.

Modeler soporta diseños con gran número de superficies modeladas, ofrece ayudas para la creación de una gran variedad de tipos de cascos. Alta precisión en las formas de las líneas del casco. Capacidad de trabajar con varios tipos de archivos.

Todas las estructuras creadas con Modeler son superficies NURBS.

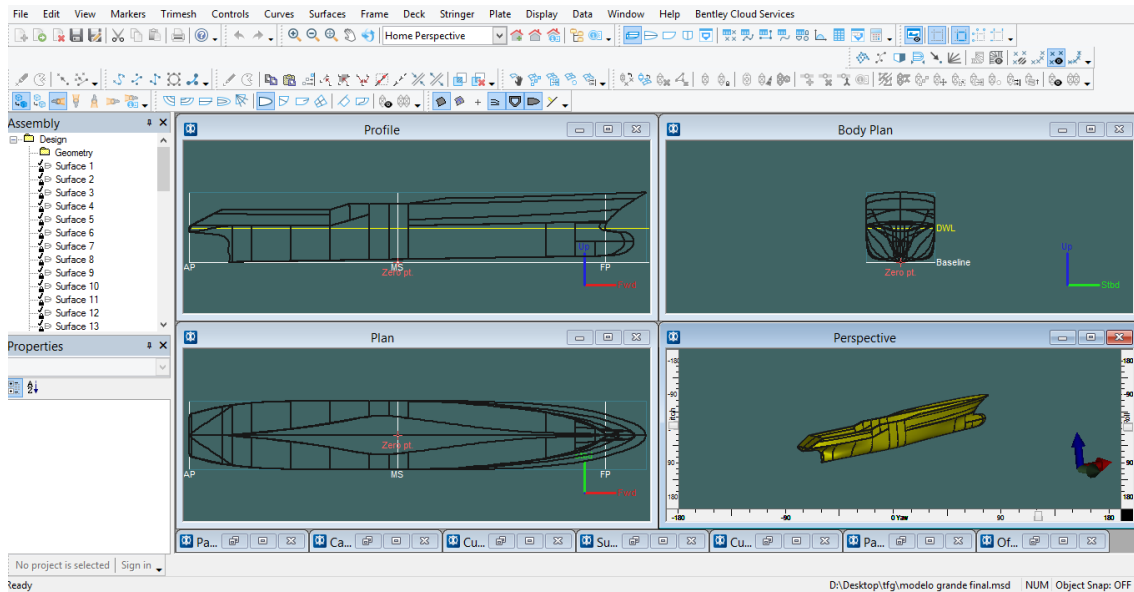


Imagen5. Maxsurf Modeler

Maxsurf Resistance es un programa de métodos predictivos para el cálculo de la resistencia generada por el casco de un buque en movimiento. Si se conoce la eficiencia del sistema de propulsión o se estima, el programa puede calcular los parámetros de propulsión para dicho modelo.

Resistance puede realizar cálculos de resistencia con rangos de velocidades definidos por el usuario, a la vez da la posibilidad de escoger entre una gran variedad de algoritmos (dependiendo del tipo de casco) para los cálculos de resistencia.

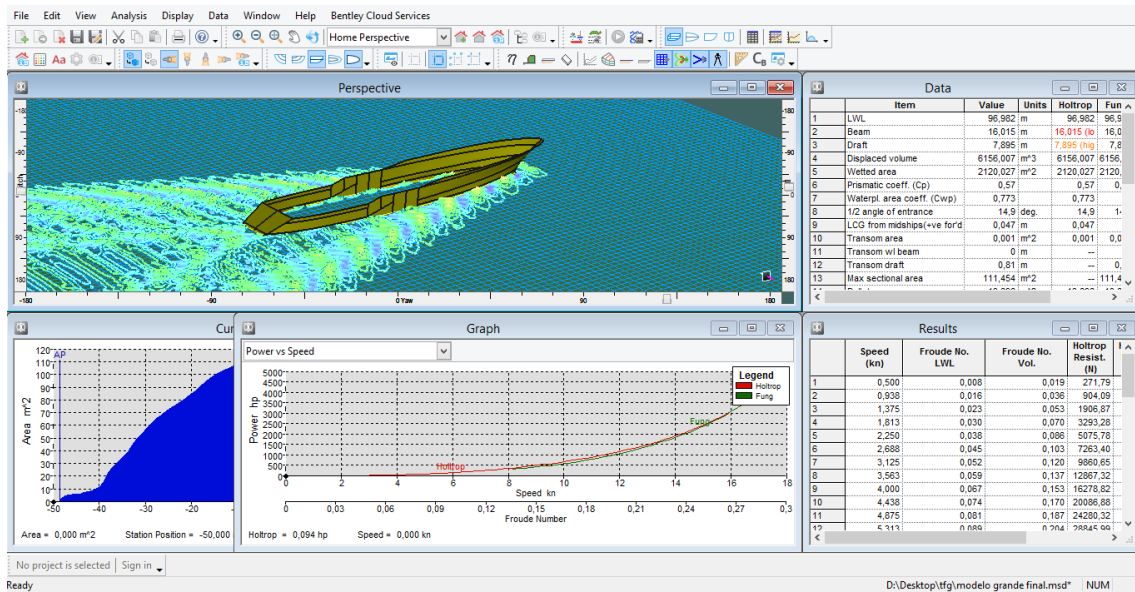


Imagen6. Maxsurf Resistance

Maxsurf Stability es un programa para realizar cálculos de estabilidad, hidrostáticos y resistencia longitudinal. Especialmente diseñado para trabajar junto con Maxsurf Modeler, ambos programas trabajan con la misma interfaz gráfica.

Stability tiene un amplio rango de métodos de análisis, a la vez es posible operar con una gran variedad de condiciones medioambientales diferentes. También tiene la posibilidad de crear reportes en formato texto de los datos que se van realizando.

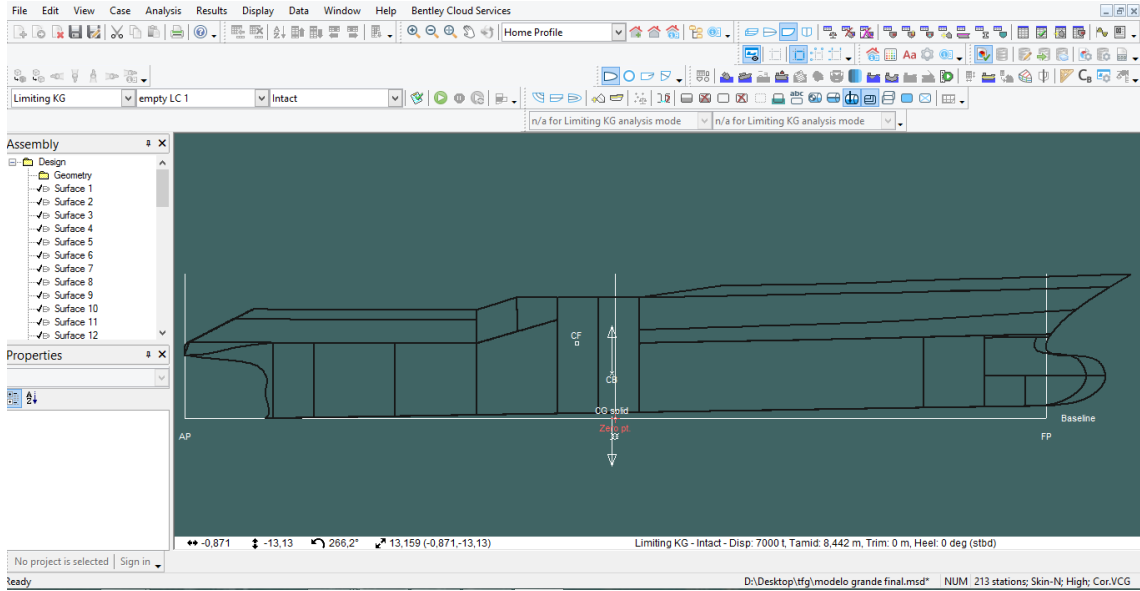


Imagen7. Maxsurf Stability

GRADO EN NAUTICA Y TRANSPORTE MARITIMO

TRABAJO FIN DE GRADO

***MODELIZACIÓN DEL CASCO DE DOS BUQUES
ATUNEROS EN 3D A PARTIR DE SUS PLANOS
DE FORMAS Y SU ANÁLISIS HIDRODINÁMICO-
HIDROSTÁTICO***

***DOCUMENTO 2- METODOLOGIA SEGUIDA EN EL DESARROLLO
DEL TRABAJO***

Alumno/Alumna: Blanco López Daniel

Director/Directora (1): Basterrechea Iribar Imanol

Curso: 2017-2018

Fecha: Bilbao, 17 de julio 2018

2.METODOLOGÍA SEGUIDA EN EL DESARROLLO DEL TRABAJO

DESCRIPCION DE LAS FASES

El trabajo se ha dividido en tres fases principales con las cuales se ha planificado el desarrollo de este proyecto.

La primera fase está dedicada a la obtención de datos y cotas desde el plano de formas se clasifica la información por tipos.

Toda la información que se encuentra dentro de los planos de formas servirá como base inicial para la construcción del modelo 3d y posterior estudio.

Segunda fase se focalizo en la construcción del modelo 3d organizando las formas principales que serán necesarias para el renderizado de las mallas gracias al uso de programa diseño compatible con líneas NURBS.

Tercera fase se realiza con la utilización del software naval Maxsurf con el cual se realizarán los cálculos y obtendrán valores estabilidad e hidrostáticos con los cuales obtener unos resultados para compararlo con modelos reales y explicar las variaciones con respecto a un modelo real.

Primera Fase

Con los planos de formas obtenidos se realiza un primer estudio de las características principales de los dos buques atuneros.

Dimensiones y formas características que diferencia a los dos buques respecto de un buque genérico (durante este proyecto solo se tiene en cuenta la forma base del casco), se excluye de la forma base del casco los apéndices, timón, hélice, túnel de la hélice proa.

Modelo A	Abreviatura	(mm)	(m)
Eslora	LOA	106500	106,5
Eslora entre perpendiculares	LBP	91500	91,5
Manga de trazado	BD	16000	16
Calado medio	DD	7200	7,2

Tabla 1. Dimensiones del buque "Modelo A"

Con los planos de forma de los modelos podremos observar las características que definirán el modelo, principalmente observamos que la silueta de los dos buques atuneros es muy parecida a la de un buque portacontenedores actual, también obtenemos datos iniciales en cuanto a tipo de buque, velocidad, comportamiento en navegación, etc.

Modelo B	Abreviatura	(mm)	(m)
Eslora	LOA	95800	95,8
Eslora entre perpendiculares	LBP	82300	82,3
Manga de trazado	BD	14700	14,7
Calado medio	DD	6500	6,5

Tabla2. Dimensiones del buque "Modelo B"

A partir de las dimensiones básicas de los dos modelos se puede comenzar a calcular los valores de algunos coeficientes de forma del casco, esta información sirve de base para poder realizar una comparación con barcos atuneros de similares características y otros tipos de buques mercantes, se busca encontrar puntos de similitud entre nuestros modelos y buques reales.

	Modelo A	Modelo B
Cb Coeficiente bloque	0,503	0,499
Cp Coeficiente prismático	0,569	0,568
Cwl Coeficiente afinamiento flotación	0,774	0,760

Tabla3. Coeficientes de los "Modelos A y B"

ANEXO 1- REFERENCIAS DE BUQUES ATUNEROS

Comparación diferentes tipos buques mercantes

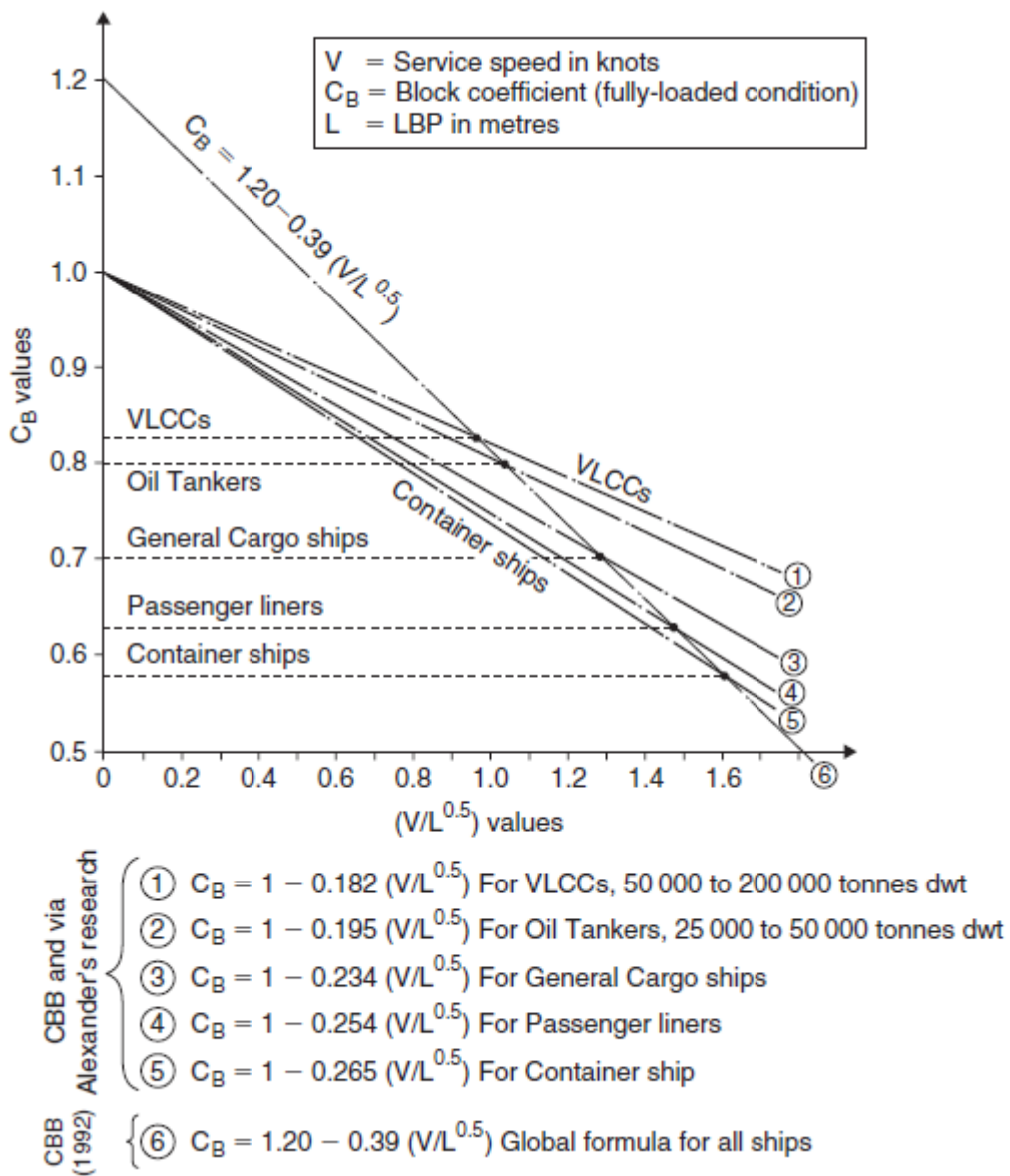


Figura11. Dimensiones principales preliminares para nuevas construcciones de buques [2]

Calculamos los valores para el eje horizontal y obtenemos el valor de coeficiente bloque obtenido mediante formula.

	Cb	$V/L^{0,5}$
Modelo A	0,487	1,828
Modelo B	0,451	1,920

Tabla4. Valores correspondientes “Modelos A y B”

A partir de todos los datos iniciales se puede comenzar a coger cotas de los planos de formas para su posterior uso del programa de diseño 3d.

Elegir cuales serán nuestras líneas de referencia con las cuales poder realizar las mallas más aproximadas a los modelos originales intentando mantener la mayor semejanza posible.

En mi caso los planos de formas estaban en formato .pdf por lo que puede usar las herramientas que trae el adobe acrobat para poder medir las distancias de los diferentes puntos de referencia.

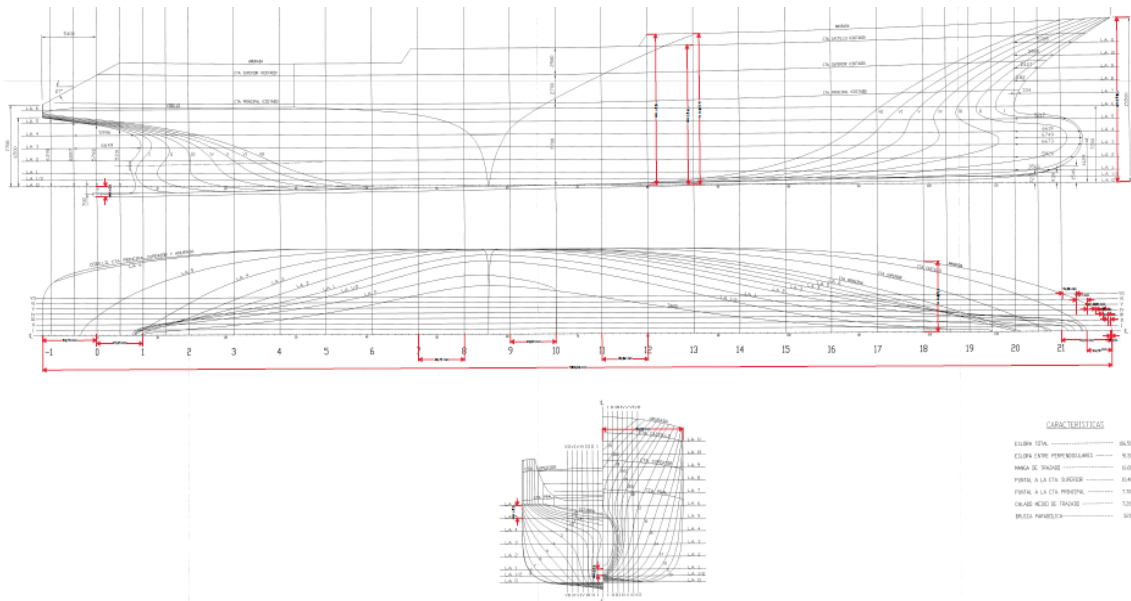


Imagen8. Obtención de cotas desde plano de formas “Modelo A”

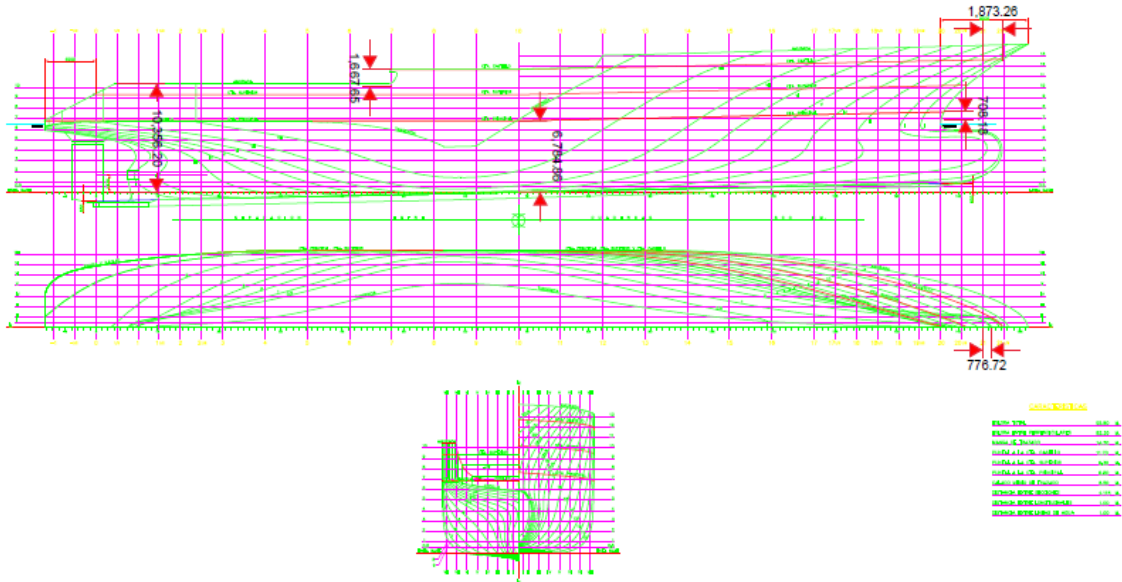


Imagen9. Obtención de cotas desde plano de formas "Modelo B"

Segunda Fase

Con las cotas obtenida se comienza el dibujo de los modelos, en mi caso se realizó por partes estructurales del modelo. Partes principales como la proa o la quilla se realizan por separado y después se trasladan al modelo principal.

La elección de Rhinoceros frente a otros programas de diseño 3d viene dada por dos motivos principales facilidad de uso y compatibilidad con líneas NURBS (el programa informático que usaremos posteriormente es compatible con este sistema de generación de líneas).

Las NURBS pueden representar con precisión objetos geométricos estándar tales como líneas, círculos, elipses, esferas y toroides, así como formas geométricas libres como carrocerías de coches y cuerpos humanos. [10]

La cantidad de información que requiere la representación de una forma geométrica en NURBS es muy inferior a la que necesitan por separado las aproximaciones comunes. [10]

Paso inicial es la creación de los ejes de referencia y línea de agua del diseño, servirá como base y guía de ambos modelos 3d. Para ello se crean las divisiones gemelas a las provienen de los planos de formas.

Ejes de referencia

Cada tipo de eje tiene asociado un color en particular.

Color morado se delimita las dimensiones máximas del modelo

Color amarillo indica la línea de calado de diseño

Modelo A se usa el color naranja para marcar las cuadernas del casco y color verde para las distancias de anchura.

Modelo B se usa el color verde para marcar tanto las cuadernas como las distancias de anchura.

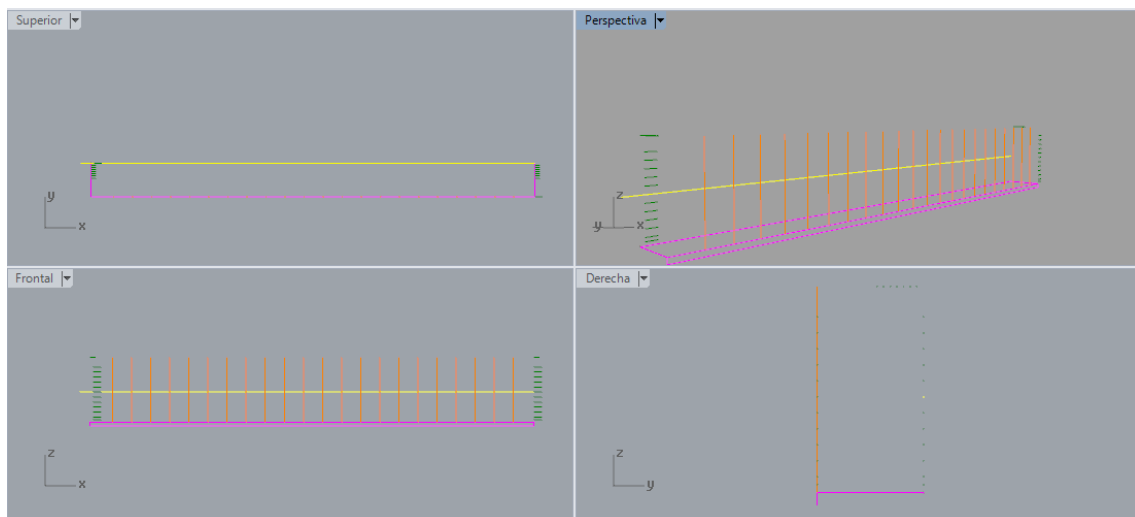


Imagen10. Ejes de referencia "Modelo A"

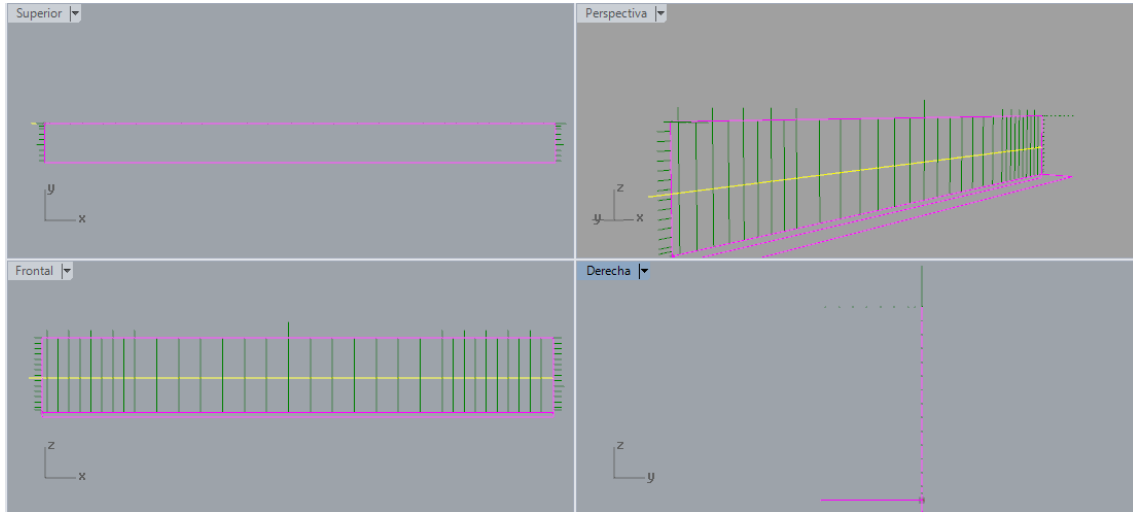


Imagen11. Ejes de referencia "Modelo B"

Después de la construcción de los ejes de referencia se puede continuar con las líneas de referencia de los modelos las cuales nos servirán para crear las mallas que contendrán las formas del casco. Las líneas de referencia se trazaron por secciones.

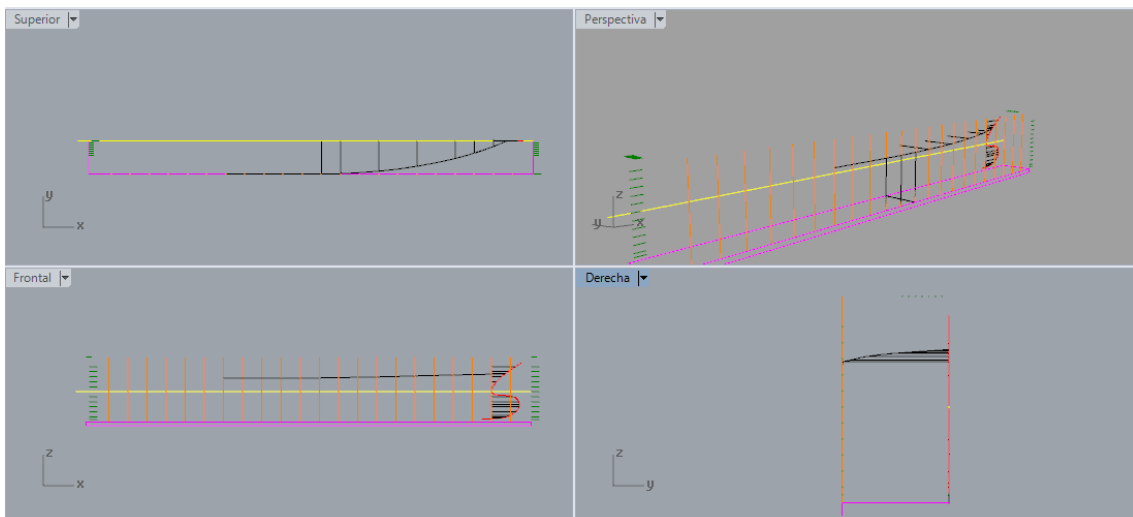


Imagen12. Formas "Modelo A"

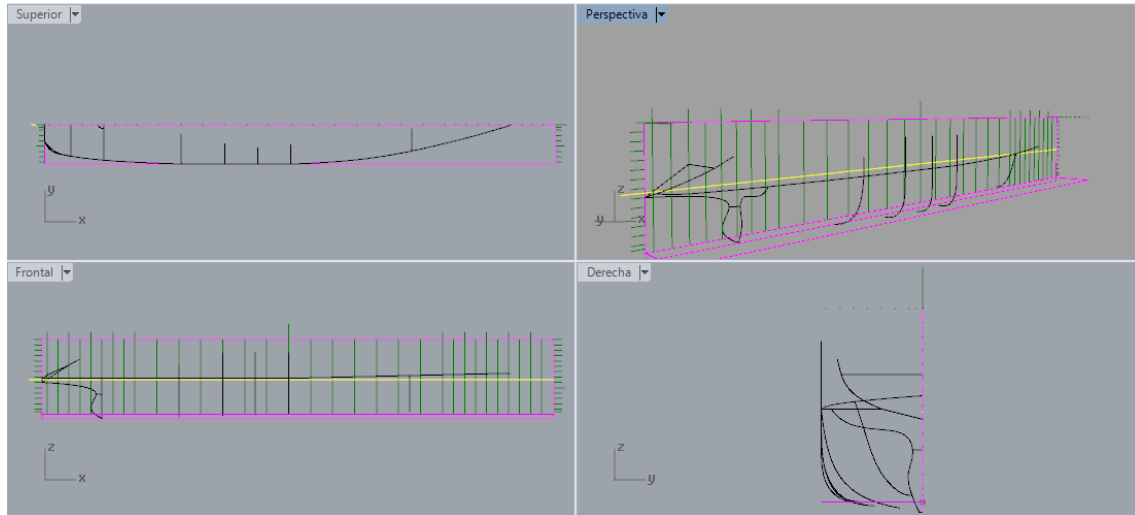


Imagen13. Formas “Modelo B”

Utilización de líneas maestras para creación de las mallas lo más simple posible de acuerdo con las formas y cotas del plano de formas. Durante la creación de las mallas se busca conseguir las superficies que no generen errores y sigan los contornos de las líneas.

Las mallas se generan a partir de cuatro lados debido a que algunas líneas contienen varias curvaturas dentro de su longitud. Aumentado la complejidad para el programa cuando genera las mallas si se escogen tres lados.

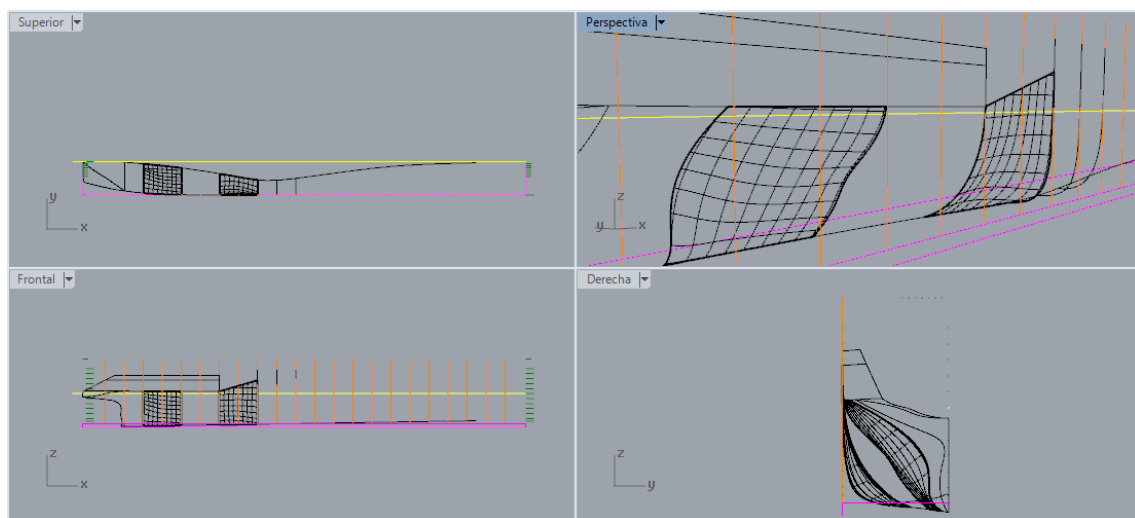


Imagen14. Mallas “Modelo A”

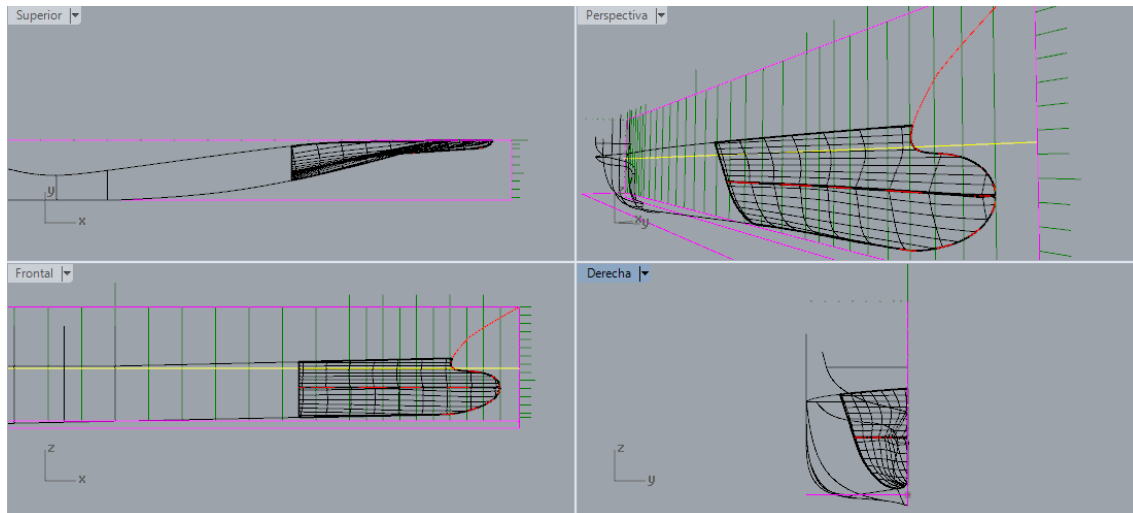


Imagen15. Mallas “Modelo B”

Se presta una atención especial en los vértices de popa y proa en los cuales se tienen que juntar varias estructuras con diferentes curvaturas.

Estudio de las formas características de los dos modelos

Tipo de bulbo

En los dos modelos de atuneros se ha seleccionado un bulbo con forma de U lo que nos garantiza una reducción en la resistencia producida por la creación de olas, además de una reducción en las vibraciones producidas por los golpes de la mar.

En nuestro caso los dos modelos tienen sumergido por completo sus respectivos bulbos en la condición de navegación en máxima carga, lo que nos asegura un funcionamiento óptimo del bulbo.

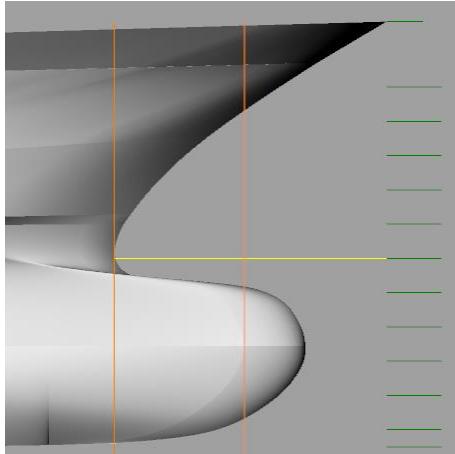


Imagen16. Bulbo “Modelo A”

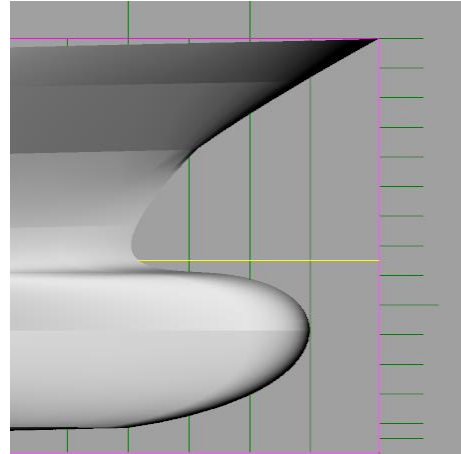


Imagen17. Bulbo “Modelo B”

Tipo de popa

En los dos buques atuneros se ha utilizado la popa tipo crucero con espejo, por lo tanto, se consigue una mejora de la resistencia al avance cuando el buque navega a altas velocidades.

El espejo en ambos buques tiene otra función, es la zona habilitada para el arriado y virado de las redes de arrastre (muy usadas en este tipo de barcos dedicados pesca del atún).

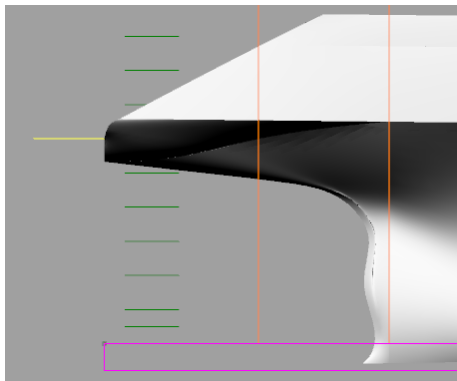


Imagen18. Popa “Modelo A”

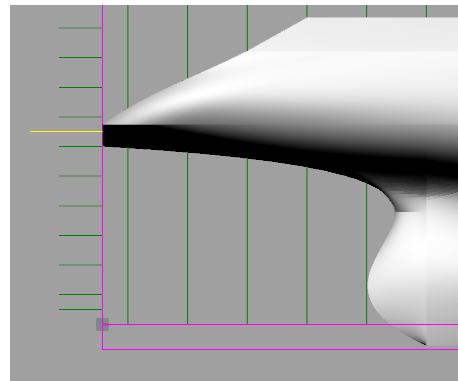


Imagen19. Popa “Modelo B”

Asiento de trazado

Ambos buques vienen con un asiento de trazado, sirve para reducir el asiento apopante en condiciones de navegación con poca carga o compensar los pesos de las redes cuando el buque está arrastrando o izando.

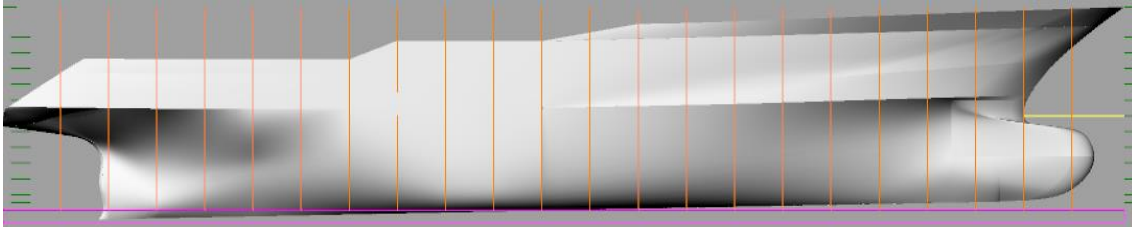


Imagen20. Asiento "Modelo A"

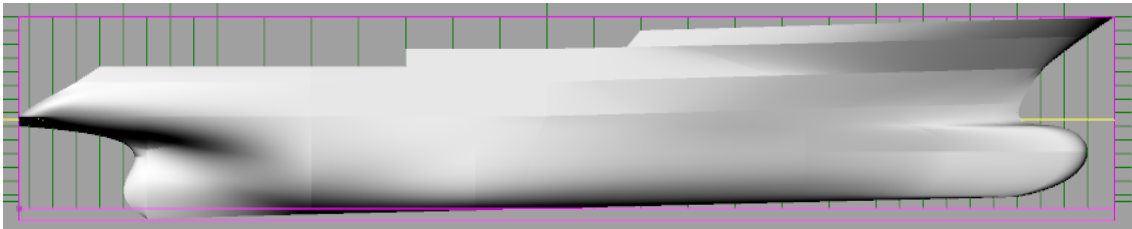


Imagen21. Asiento "Modelo B"

Curvatura central

Al tratarse de un buque con un francobordo considerable la curvatura del casco en la parte central del buque es muy discreta. La curvatura es una U estándar sin embargo la distancia de esta es reducida, ocupando solo unas pocas cuadernas de la parte central en ambos modelos.

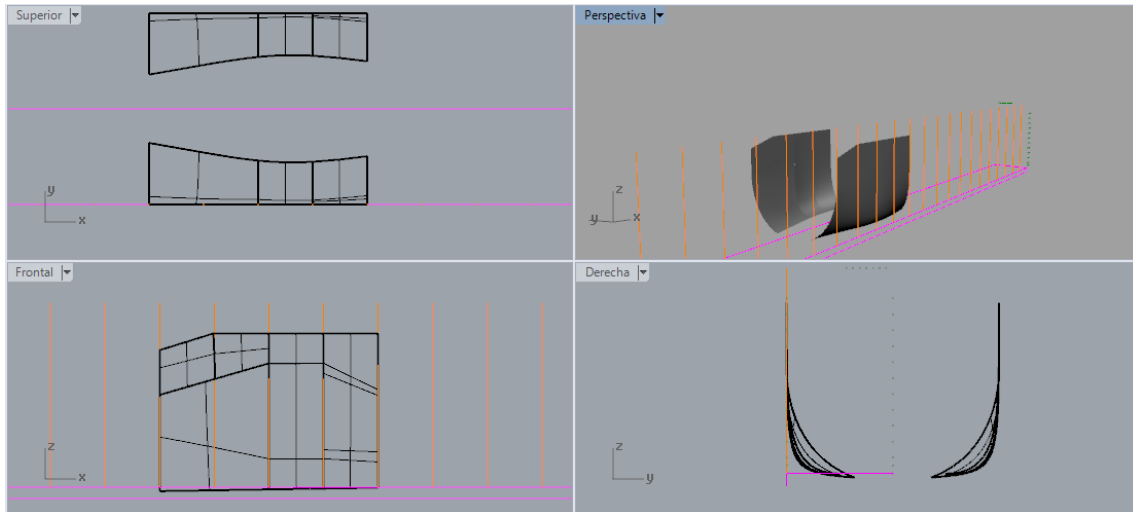


Imagen22. Curvatura central “Modelo A”

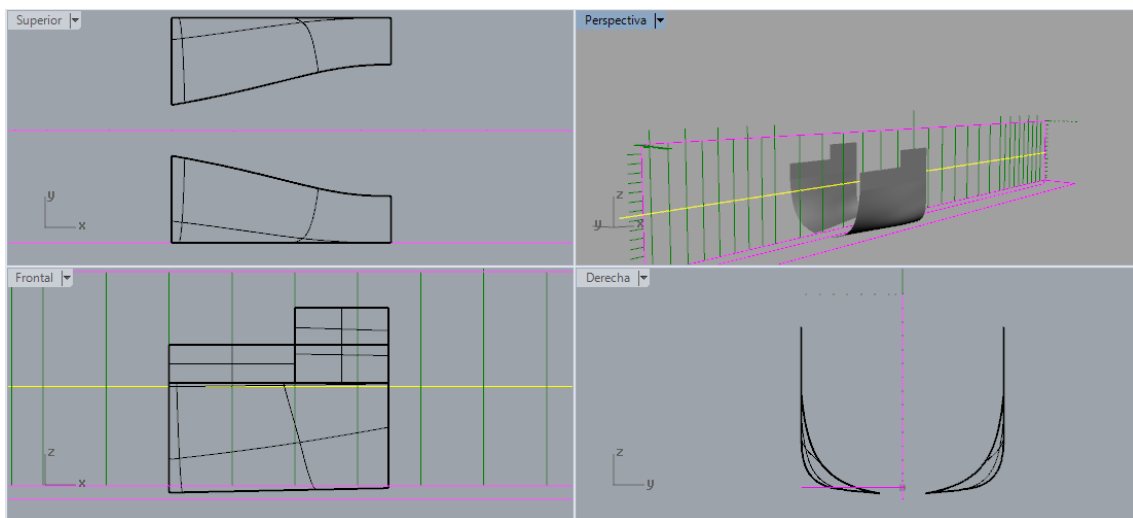


Imagen23. Curvatura central “Modelo B”

Quilla

Los dos modelos están diseñados con quillas planas, siguiendo la línea de asiento de diseño. Las quillas tienen una forma alargada para mejorar el flujo de agua en el fondo también las formas de los extremos en la proa y popa de ambos modelos son afiladas se consigue una reducción en la resistencia al avance.

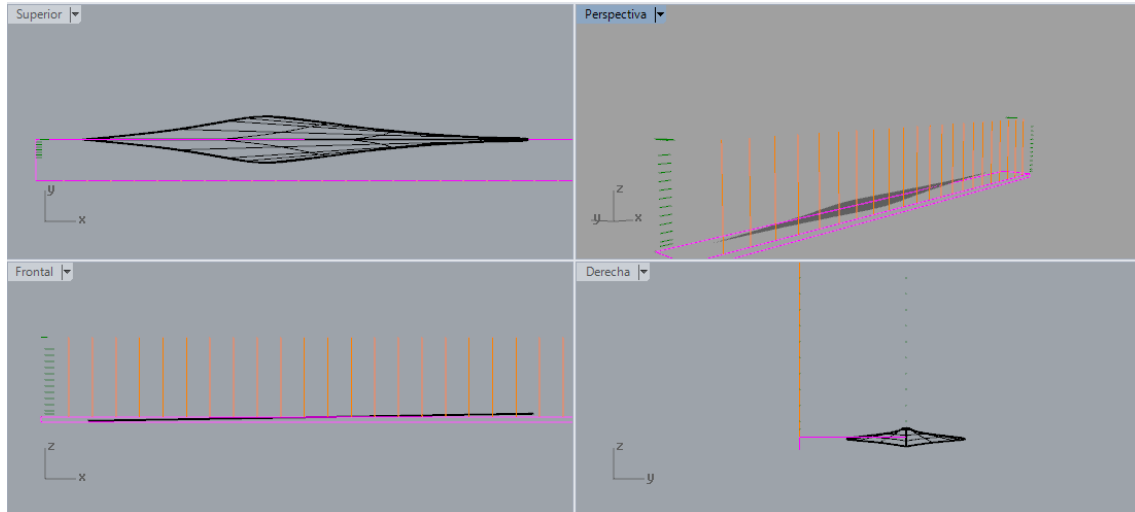


Imagen24. Quilla "Modelo A"

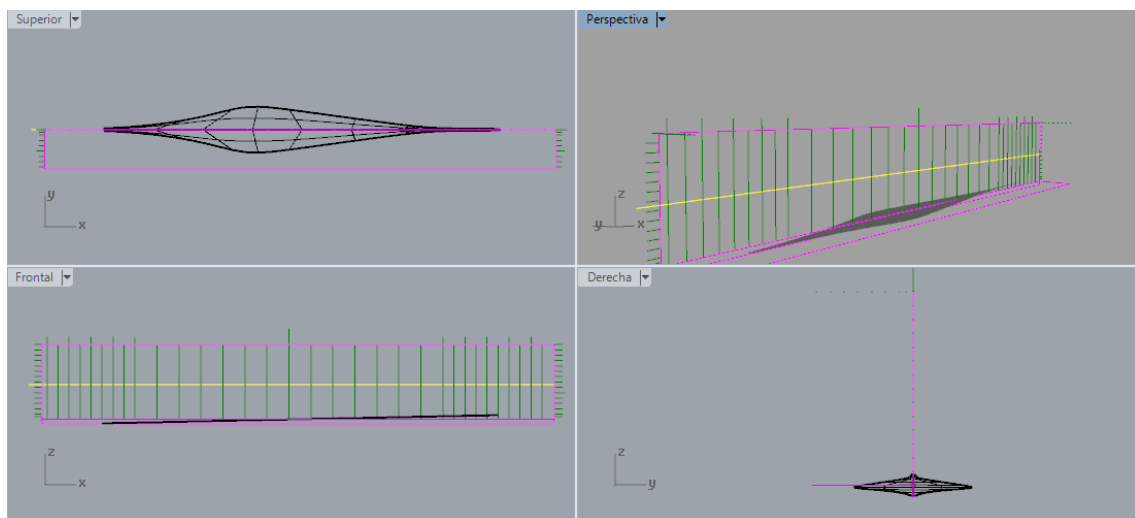


Imagen25. Quilla "Modelo B"

Tercera fase

Maxsurf Modeler se carga el diseño 3d terminado con Rhinoceros y guardado con el formato de archivo idóneo con el cual poder trabajar sin tener ningún problema de compatibilidad entre programas.

En nuestro caso el sistema de archivos elegido para realizar el traspaso de los datos de los dos modelos fue el sistema archivos .IGES.

Se comenzará con el Maxsurf Modeler al tratarse de un programa de diseño servirá como puente para tratar la información de los modelos y guardarlo en un formato que soporte los demás programas de la familia Maxsurf.

Para poder trabajar con el modelo necesita primero configurar las unidades con las que trabajar en nuestro caso se seleccionó para las medidas de distancia el metro y como unidad de peso la tonelada al trabajar con grandes objetos.

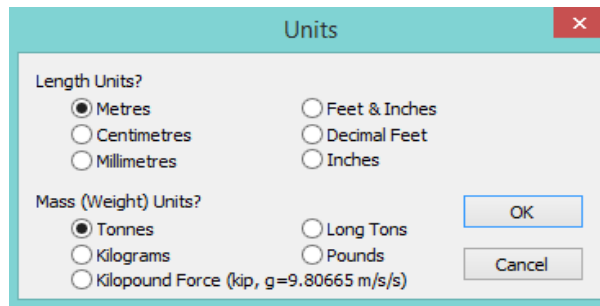


Imagen26. Selección de las unidades de trabajo

Se configura los puntos de referencia del modelo, en el caso Maxsurf se trabaja con un punto cero desde el cual se calcula la altura de calados y la posición donde se sitúa el centro y los extremos.

En mi caso los dos modelos tienen un asiento de diseño que se tiene en cuenta cuando se introduce el valor del calado de diseño, siendo el calado en Maxsurf más elevado que el de diseño debido a que se coge como referencia cero el punto más bajo del diseño que se encuentra en la parte de popa.

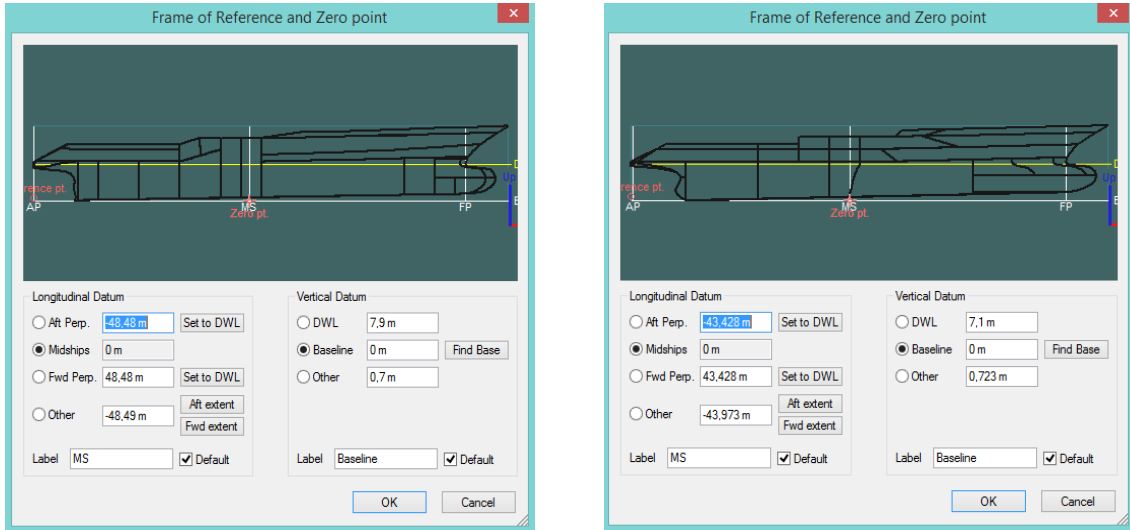


Imagen27. Configuración de los puntos de referencia “Modelos A y B”

Para finalizar con Maxsurf Modeler se procede a guardar los modelos con el formato de archivo .msd que es el formato predefinido de trabajo en Maxsurf.

Maxsurf Resistance se cargará los modelos guardados previamente con Maxsurf Modeler, el primer que aparece nos pedirá seleccionar que superficies del modelo queremos cargar para realizar los estudios de resistencia. En ambos modelos se seleccionan todas las superficies que componen los cascos.

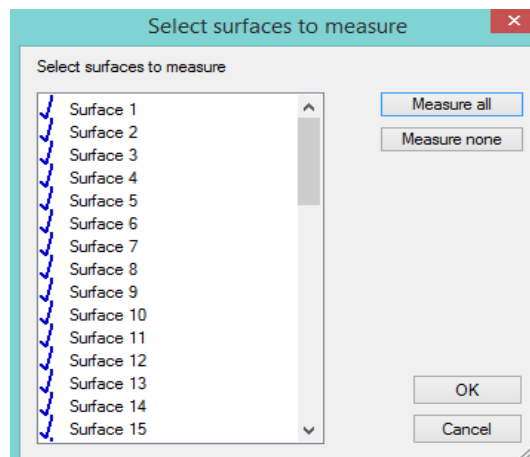


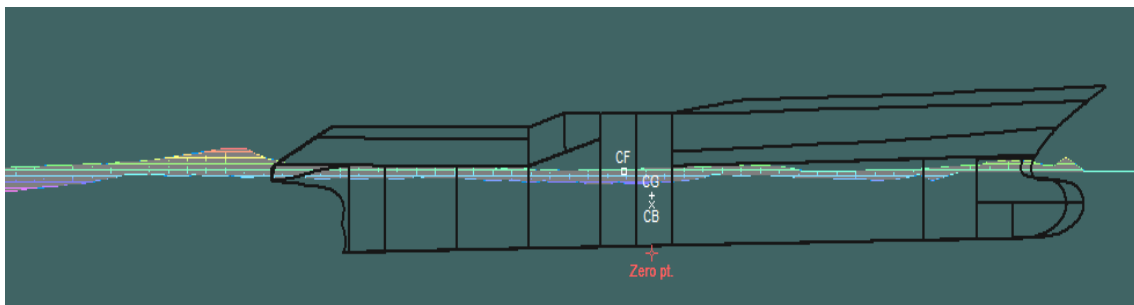
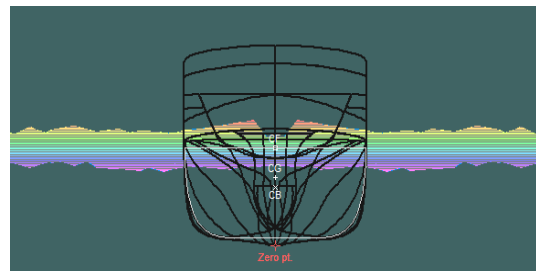
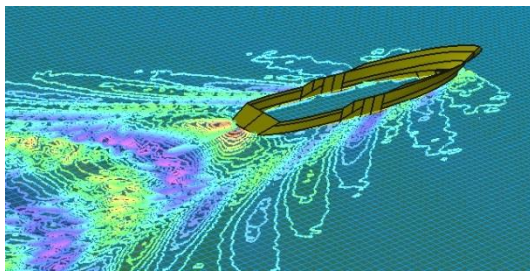
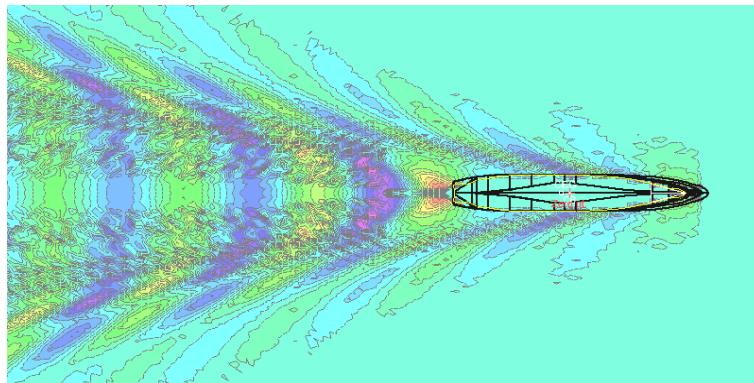
Imagen28. Selección de las superficies

Para modificaciones del casco o poder realizar estudios de partes concretas se puede discriminar superficies. Siendo las superficies con una v azul las únicas que tendrá en cuenta el programa para los cálculos de resistencia.

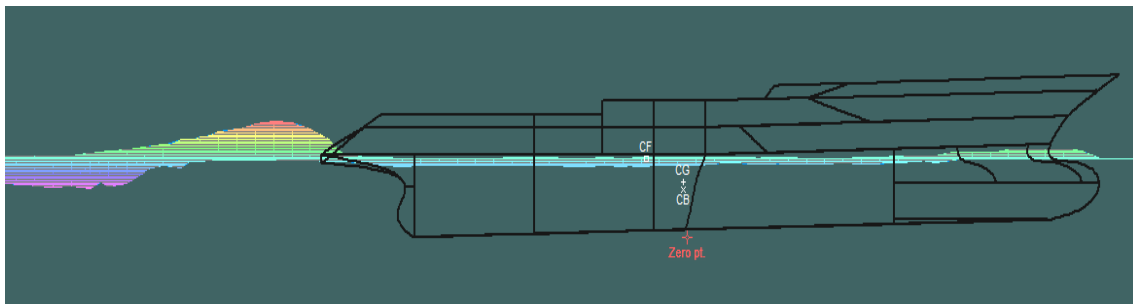
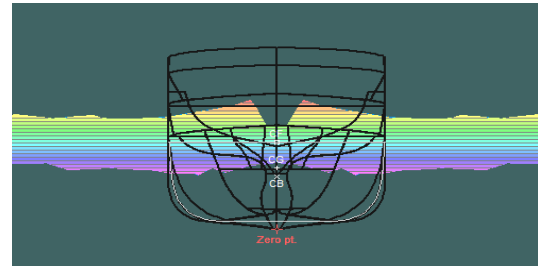
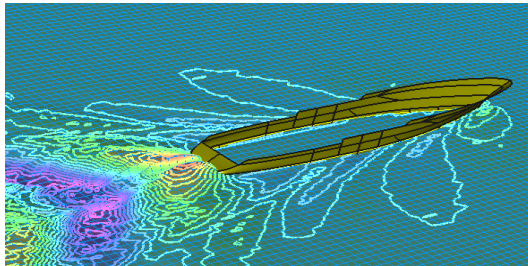
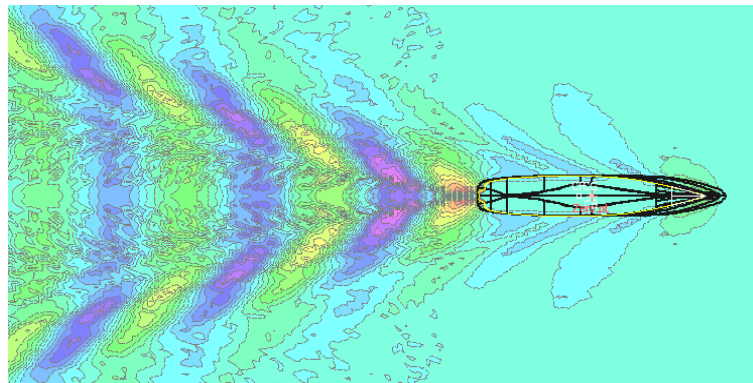
También se puede crear imágenes de la generación de olas que producen los modelos a la velocidad que le indiquemos. Se pueden observar las zonas de alta y baja presión del agua sobre el casco los buques.

Color morado indica zonas de baja presión o zonas de succión del agua hacia el casco.

Color rojo indica zonas de alta presión o zonas de expulsión del agua fuera del casco.



Imágenes29. Generación olas velocidad 18 nudos "Modelo A"



Imágenes30. Generación olas a velocidad 18 nudos “Modelo B”

En ambos modelos se observa una generación de olas en la parte de popa con un tamaño considerable debido a las formas del casco en esa zona se generan zonas de alta presión.

Maxsurf Stability será el programa con el cual realizar los cálculos de estabilidad, los primeros resultados servirán como base para cálculos posteriores.

Una vez cargado el diseño se tiene que seleccionar los parámetros de medida de las secciones correspondiente al diseño.

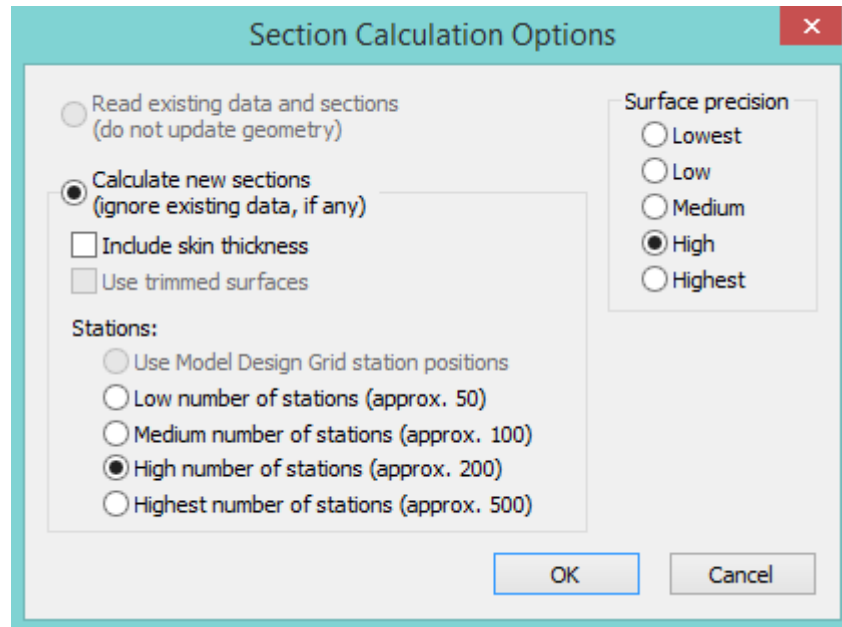


Imagen31. Opciones para cálculo de las secciones

Dependiendo del número de estaciones elegido y la precisión en las superficies el programa puede realizar cálculos más precisos, a cambio consumirá muchos recursos del equipo informático en el cual se esté ejecutando y se tardará más tiempo en realizar los cálculos.

En mi caso dispongo de un ordenador portátil de altas prestaciones se elige una configuración con precisión alta para el desarrollo de los cálculos hidrostáticos.

DIAGRAMA DE GANTT

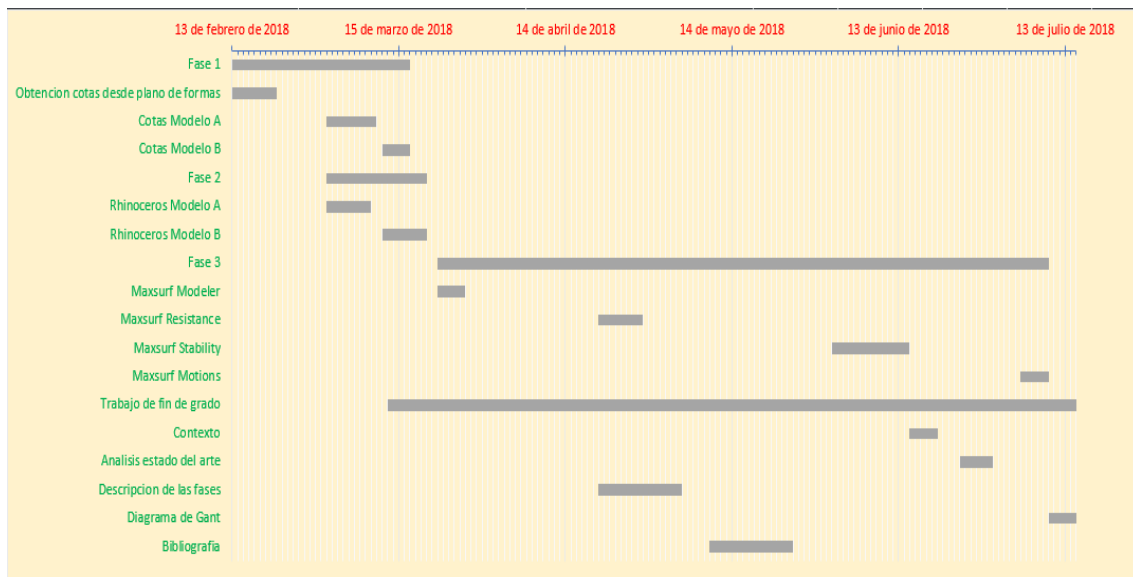


Imagen32. Diagrama de Gantt correspondiente a este trabajo

CÁLCULOS

Análisis hidrostático

Una vez configurado el modelo en Maxsurf Modeler podemos realizar un primer cálculo hidrostático con los calados de diseño, obtener los valores de desplazamiento, volumen desplazado, coeficientes bloque y prismático de ambos modelos.

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	6307	t
2	Volume (displaced)	6152,830	m ³
3	Draft Amidships	7,900	m
4	Immersed depth	7,876	m
5	WL Length	96,982	m
6	Beam max extents on WL	16,015	m
7	Wetted Area	2140,855	m ²
8	Max sect. area	111,435	m ²
9	Waterpl. Area	1201,720	m ²
10	Prismatic coeff. (Cp)	0,569	
11	Block coeff. (Cb)	0,503	
12	Max Sect. area coeff. (Cm)	0,949	
13	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,774	

Tabla5. Cálculos hidrostáticos “Modelo A”

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	4695	t
2	Volume (displaced)	4580,519	m ³
3	Draft Amidships	7,100	m
4	Immersed depth	7,095	m
5	WL Length	87,886	m
6	Beam max extents on WL	14,726	m
7	Wetted Area	1729,081	m ²
8	Max sect. area	91,728	m ²
9	Waterpl. Area	983,484	m ²
10	Prismatic coeff. (Cp)	0,568	
11	Block coeff. (Cb)	0,499	
12	Max Sect. area coeff. (Cm)	0,949	
13	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,760	

Tabla6. Cálculos hidrostáticos “Modelo B”

Análisis hidrodinámico

A continuación, se comienza a trabajar con las herramientas de análisis que incorporan Maxsurf Resistance para lo que necesitaremos seleccionar los parámetros referidos al rango de velocidades del buque y eficiencia total con los que realizar los cálculos.

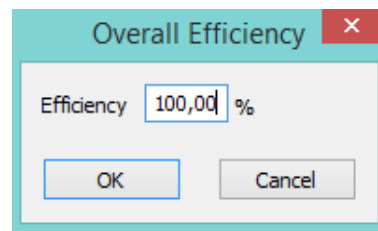
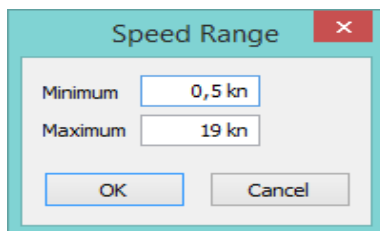


Imagen33. Selección rango de velocidades y eficiencia total

Siendo la velocidad máxima para los cálculos 19 nudos que es 1 nudo mayor que la velocidad de crucero de estos tipos de barcos, respecto a la eficiencia total se ha elegido el valor 100%.

Para poder realizar los cálculos de resistencia se necesita escoger los métodos de análisis entre una lista dada por el programa. Los criterios para seleccionar o descarta un tipo de análisis es el número de errores que nos indique el programa. Siempre se usarán aquellos métodos que den el menor número de errores.

Hay que tener en cuenta el tipo de casco para seleccionar el conjunto de métodos analíticos que le corresponde, en el caso de los buques atuneros son métodos analíticos referenciados al desplazamiento.

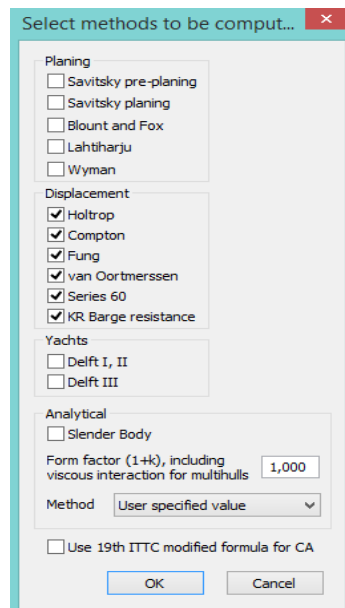


Imagen34. Selección métodos de análisis

Con la tabla de resultados se descartan aquellos métodos que contengan un numero grande de errores o que los valores estén fueran del rango de medida del método.

Item	Value	Units	Holtrop	Van Oortmerssen	Series60	Compton	Fung	KR Barge
LWL	96,982	m	96,982	96,982 (high)	96,982 (high)	96,982 (low)	96,982	--
Beam	16,015	m	16,015 (lo)	16,015	16,015 (high)	16,015 (low)	16,015	--
Draft	7,895	m	7,895 (high)	7,895	7,895 (high)	7,895	7,895	--
Displaced volume	6156,007	m ³	6156,007	6156,007 (high)	6156,007 (lo)	6156,007 (hi)	6156,007	--
Wetted area	2120,027	m ²	2120,027	2120,027 (high)	2120,027	2120,027	2120,027	2120,027
Prismatic coeff. (Cp)	0,57		0,57	0,57	--	--	0,57	--
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,773		0,773	--	--	--	--	--
1/2 angle of entrance	14,9	deg.	14,9	14,9	--	--	14,9	--
LCG from midships(+ve for'd)	0,047	m	0,047	0,047	--	0,047 (high)	--	--
Transom area	0,001	m ²	0,001	--	--	--	0,001	--
Transom w/ beam	0	m	--	--	--	--	0	--
Transom draft	0,81	m	--	--	--	--	0,81	--
Max sectional area	111,454	m ²	--	111,454	--	--	111,454	111,454
Bulb transverse area	13,896	m ²	13,896	--	--	--	13,896	--
Bulb height from keel	4,861	m	4,861	--	--	--	--	--
Draft at FP	7,9	m	7,9	--	--	--	--	--
Deadrise at 50% LWL	0,4	deg.	--	--	--	--	--	--
Hard chine or Round bilge	Round bilge		--	--	--	Round bilge	--	--
Frontal Area	0	m ²						
Headwind	0	kn						
Drag Coefficient	0							
Air density	0,001	tonne/						
Appendage Area	0	m ²						
Nominal App. length	0	m						
Appendage Factor	1							
Correlation allowance	0,0004		Calculated	0,0004	0,0004	0,0004	Fixed at	
Kinematic viscosity	0,00000118	m ² /s						
Water Density	1,0259	tonne/						

Tabla7. Comprobación de los métodos de análisis "Modelo A"

Item	Value	Units	Holtrop	Van Oortmerssen	Series60	Compton	Fung	KR Barge
LWL	87,886	m	87,886	87,886 (high)	87,886 (high)	87,886 (low)	87,886	--
Beam	14,726	m	14,726 (lo)	14,726	14,726 (high)	14,726 (low)	14,726	--
Draft	7,097	m	7,097 (high)	7,097	7,097 (high)	7,097	7,097	--
Displaced volume	4583,297	m ³	4583,297	4583,297 (high)	4583,297 (lo)	4583,297 (hi)	4583,297	--
Wetted area	1710,724	m ²	1710,724	1710,724 (high)	1710,724	1710,724	1710,724	1710,724
Prismatic coeff. (Cp)	0,567		0,567	0,567	--	--	0,567	--
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,761		0,761	--	--	--	--	--
1/2 angle of entrance	14,2	deg.	14,2	14,2	--	--	14,2 (lo)	--
LCG from midships(+ve for'd)	-0,51	m	-0,51	-0,51	--	-0,51 (high)	--	--
Transom area	0,57	m ²	0,57	--	--	--	0,57	--
Transom w/ beam	3,02	m	--	--	--	--	3,02	--
Transom draft	0,378	m	--	--	--	--	0,378	--
Max sectional area	92,002	m ²	--	92,002	--	--	92,002	92,002
Bulb transverse area	11,264	m ²	11,264	--	--	--	11,264	--
Bulb height from keel	4,596	m	4,596	--	--	--	--	--
Draft at FP	7,1	m	7,1	--	--	--	--	--
Deadrise at 50% LWL	0	deg.	--	--	--	--	--	--
Hard chine or Round bilge	Round bilge		--	--	--	Round bilge	--	--
Frontal Area	0	m ²						
Headwind	0	kn						
Drag Coefficient	0							
Air density	0,001	tonne/						
Appendage Area	0	m ²						
Nominal App. length	0	m						
Appendage Factor	1							
Correlation allowance	0,0004		Calculated	0,0004	0,0004	0,0004	Fixed at	
Kinematic viscosity	0,00000118	m ² /s						
Water Density	1,0259	tonne/						

Tabla8. Comprobación de los métodos de análisis "Modelo B"

Observando los valores de las tablas se comprueba que hay varios métodos de análisis que no son adecuados para calcular la resistencia al avance de nuestros buques. Los métodos de análisis descartados son Serie60, Compton y KR Barge.

Serie60 y Compton tiene que excluirse porque no soportan las dimensiones de nuestro buque en sus algoritmos.

KR Barge se debe excluir debido a que se trata de método de análisis genérico y no se adapta a las dimensiones de los modelos.

Los métodos de análisis restantes serán los usados para los cálculos de resistencia, en este caso Holtrop, Van Oortmersen, Fung. Aunque en alguno de ellos existen valores fuera de rango el resultado final es bastante similar entre estas tres opciones. Siendo los valores más desfavorables entre las tres opciones los seleccionados para realizar los cálculos finales con un margen de seguridad. El método que tener una mayor compatibilidad con las dimensiones de nuestros dos modelos es Fung. Servirá de referencia con respecto a los otros dos métodos de análisis.

Holtrop está diseñado para calcular resistencia de buques tanque, carga general, fragatas, barcos de pesca, remolcadores y portacontenedores. Este método es válido para calcular la resistencia de los dos modelos.

Van Oortmersen está diseñado para el cálculo de la resistencia en remolcadores. Sin embargo, en los cálculos de ambos modelos refleja valores parecidos a los modelos predictivos Holtrop y Fung.

Fung es un algoritmo para la predicción de la resistencia en buques de desplazamiento. El método consiste en un sistema de cálculos de regresión en base a unos datos de 739 modelos de David Taylor sirviéndose de un conjunto de 10000 puntos de referencia.

Valores "Modelo A"

Speed (kN)	Froude no. LWL	Froude no. Vol.	Holtrop Resist. (N)	Holtrop Power (hp)	Van Oortmersen Resist. (N)	Van Oortmersen Power (hp)	Fung Resist. (N)	Fung Power (hp)
0,5	0,008	0,019	271,79	0,094	219,3	0,076	--	--
0,963	0,016	0,037	951,3	0,632	742,82	0,493	--	--
1,425	0,024	0,055	2045,65	2,011	1547,15	1,521	--	--
1,888	0,031	0,072	3570,41	4,649	2620,04	3,412	--	--
2,35	0,039	0,09	5539,85	8,981	3953,42	6,409	--	--
2,813	0,047	0,108	7963,6	15,452	5541,35	10,752	--	--
3,275	0,055	0,126	10845,53	24,504	7379,14	16,672	--	--
3,738	0,062	0,143	14183,73	36,572	9463,1	24,4	--	--

4,2	0,07	0,161	17971,06	52,071	11791,95	34,167	--	--
4,663	0,078	0,179	22196,16	71,396	14375,48	46,24	--	--
5,125	0,085	0,197	26844,6	94,913	17252,29	60,998	--	--
5,588	0,093	0,214	31899,97	122,965	20502,58	79,032	--	--
6,05	0,101	0,232	37345,15	155,87	24239,51	101,17	--	--
6,513	0,109	0,25	43163,41	193,927	28582,07	128,415	--	--
6,975	0,116	0,268	49339,72	237,419	33626,12	161,806	--	--
7,438	0,124	0,285	55862,13	286,628	39426,5	202,297	--	--
7,9	0,132	0,303	62723,22	341,845	45993,13	250,665	--	--
8,363	0,139	0,321	69921,62	403,387	53297,18	307,478	59314,44	342,193
8,825	0,147	0,339	77463,54	471,614	61282,06	373,098	65751,48	400,308
9,287	0,155	0,356	85364,17	546,951	69874,85	447,707	72829,22	466,637
9,75	0,163	0,374	93648,76	629,914	78996,22	531,356	80521,53	541,615
10,213	0,17	0,392	102353,57	721,123	88567,56	623,995	88985,74	626,941
10,675	0,178	0,41	111526,32	821,334	98518,12	725,535	98238,27	723,474
11,138	0,186	0,427	121226,12	931,447	108785	835,855	108065,29	830,325
11,6	0,194	0,445	131524,9	1052,544	119318,09	954,858	118631,51	949,363
12,063	0,201	0,463	142507,91	1185,907	130142,75	1083,008	130442,61	1085,503
12,525	0,209	0,481	154260,97	1332,932	141183,46	1219,933	143710,12	1241,765
12,988	0,217	0,498	166856,95	1495,01	152393,24	1365,418	158102,16	1416,569
13,45	0,224	0,516	180385,06	1673,775	164240,7	1523,973	173088,64	1606,073
13,913	0,232	0,534	195016,91	1871,767	177189,82	1700,663	188553,58	1809,732
14,375	0,24	0,552	211028,76	2092,781	190768,6	1891,86	205019,2	2033,184
14,838	0,248	0,569	228719,66	2341,2	204156,56	2089,77	223235,81	2285,067
15,3	0,255	0,587	248252,4	2620,35	217885,56	2299,822	243664,28	2571,921
15,762	0,263	0,605	269509,69	2930,717	234438,48	2549,343	266332,34	2896,165
16,225	0,271	0,623	292077,7	3269,32	256850,85	2875,015	291034,17	3257,64
16,688	0,278	0,64	315409,59	3631,119	286577,16	3299,189	317577,46	3656,077
17,15	0,286	0,658	339093,49	4011,972	322386,22	3814,301	345859,85	4092,028
17,613	0,294	0,676	363067,59	4411,465	360974,83	4386,037	375791,95	4566,073
18,075	0,302	0,694	387680,32	4834,22	398733,47	4972,048	407228,7	5077,98
18,537	0,309	0,711	413616,1	5289,601	433587,26	5545,006	440031,34	5627,417
19	0,317	0,729	441773,85	5790,658	466081,32	6109,275	474252,13	6216,375

Tabla9. Datos de los métodos de análisis "Modelo A"

De la tabla de datos creamos una gráfica para comparar las tendencias entre los tres métodos de análisis.



Grafica1. Valores "Modelo A"

Valores "Modelo B"

Speed (kN)	Froude no. LWL	Froude no. Vol.	Holtrop Resist. (N)	Holtrop Power (hp)	Van Oortmersen Resist. (N)	Van Oortmersen Power (hp)	Fung Resist. (N)	Fung Power (hp)
0,5	0,009	0,02	231,35	0,08	179,46	0,062	--	--
0,963	0,017	0,039	822,22	0,546	607,33	0,403	--	--
1,425	0,025	0,057	1792,23	1,762	1264,32	1,243	--	--
1,888	0,033	0,076	3164,36	4,12	2140,35	2,787	--	--
2,35	0,041	0,095	4955,98	8,035	3228,77	5,235	--	--
2,813	0,049	0,113	7176,02	13,924	4524,71	8,779	--	--
3,275	0,057	0,132	9824,44	22,197	6024,32	13,611	--	--
3,738	0,065	0,151	12893,11	33,244	7724,73	19,918	--	--
4,2	0,074	0,169	16367,38	47,425	9626,71	27,893	--	--
4,663	0,082	0,188	20227,9	65,064	11745,55	37,78	--	--
5,125	0,09	0,207	24452,49	86,455	14127,01	49,948	--	--
5,588	0,098	0,225	29017,81	111,855	16851,3	64,957	--	--
6,05	0,106	0,244	33900,86	141,495	20016,25	83,543	--	--
6,513	0,114	0,263	39093,88	175,643	23710,61	106,528	--	--
6,975	0,122	0,281	44608,15	214,651	27993,08	134,701	--	--
7,438	0,13	0,3	50401,88	258,612	32884,1	168,728	--	--
7,9	0,138	0,318	56468,46	307,757	38368,75	209,112	41680,21	227,16
8,363	0,147	0,337	62808,37	362,35	44405,64	256,182	46723,77	269,556
8,825	0,155	0,356	69430,41	422,706	50937,24	310,116	52261,73	318,18

9,288	0,163	0,374	76352,78	489,213	57899,09	370,975	58289,51	373,477
9,75	0,171	0,393	83603,75	562,347	65226,58	438,736	64931,29	436,75
10,213	0,179	0,412	91222,16	642,698	72861,58	513,34	72189,68	508,606
10,675	0,187	0,43	99257,34	730,979	80751,1	594,69	79923,55	588,596
11,138	0,195	0,449	107770,58	828,061	88861,17	682,769	88332,97	678,711
11,6	0,203	0,468	116833,96	934,978	97208,51	777,923	97807,49	782,716
12,063	0,211	0,486	126516,97	1052,835	105703,81	879,635	108403,56	902,101
12,525	0,219	0,505	136881,7	1182,762	114406,7	988,561	119763,14	1034,845
12,988	0,228	0,523	148023,17	1326,263	123799,28	1109,221	131535,87	1178,539
13,45	0,236	0,542	160122,53	1485,761	134017,88	1243,539	143858,74	1334,851
13,913	0,244	0,561	173430,5	1664,581	144386,06	1385,813	157302,18	1509,782
14,375	0,252	0,579	188154,8	1865,939	154580,97	1532,986	172390,19	1709,601
14,838	0,26	0,598	204311,79	2091,359	165972,04	1698,909	189286,5	1937,558
15,3	0,268	0,617	221651,18	2339,569	181193,51	1912,531	207865,86	2194,062
15,763	0,276	0,635	239741,75	2607,013	202226,21	2199,059	227951,05	2478,797
16,225	0,284	0,654	258194,77	2890,058	228807,08	2561,112	249439,82	2792,061
16,688	0,292	0,673	276885,35	3187,613	258439,39	2975,256	272260,63	3134,372
17,15	0,301	0,691	296043,73	3502,631	287840,64	3405,576	296296,94	3505,626
17,613	0,309	0,71	316207,91	3842,095	314785,41	3824,811	321422,66	3905,457
18,075	0,317	0,729	338116,62	4216,18	339352,48	4231,591	347663,52	4335,226
18,538	0,325	0,747	362616,01	4637,378	364150,08	4656,997	375389,5	4800,734
19	0,333	0,766	390604,47	5119,943	393651,77	5159,887	405434,24	5314,328

Tabla10. Datos de los métodos de análisis "Modelo B"



Grafica2. Valores "Modelo B"

Con los resultados podemos pasar a calcular una estimación de la potencia de motor necesaria para hacer a los modelos moverse a la velocidad de servicio deseada, en ambos modelos el objetivo es conseguir una velocidad de crucero de 18 nudos.

$$\eta_T = \frac{P_E}{P_S} \qquad P_S = \frac{P_E}{\eta_T}$$

P_E Potencia efectiva es el valor obtenido en las gráficas a la velocidad objetivo de 18

P_S Potencia desarrollada por la maquina

$$\eta_T = \eta_H \times \eta_0 \times \eta_R \times \eta_S$$

η_H rendimiento del casco

Para buques con una sola hélice η_H está entre 1,1 y 1,4 con mayor valor para los buques con un coeficiente de bloque (C_B) mayor.

$$\eta_H = \frac{1-t}{1-w}$$

El valor de t para buques de una sola hélice está entre 0,12-0,3 con mayores t para buques con mayor C_B . Para estos modelos se escoge el valor de $t=0,12$ debido al bajo coeficiente bloque.

Para buques con una sola hélice el coeficiente de estela (w) oscila entre 0,25-0,45, correspondiendo a una velocidad del agua en la hélice V_A 0,8-0,55 de la velocidad del buque V . El coeficiente de estela (w) aumenta cuanto mayor sea el coeficiente de bloque C_B . Para ambos modelos se escoge un valor de $w=0,2$ por la misma razón del caso anterior de tener un coeficiente bloque bajo.

$$\eta_H = 1,1$$

η_R rendimiento de la hélice en aguas abiertas

Los valores suelen variar entre 0,60 y 0,75 con mayores valores para hélices con V_A altas. En este caso son buques rápidos por lo que se coge un valor de 0,74.

η_R rendimiento eficiencia rotativa relativa

En buques de una sola hélice η_R varía entre 1,0 hasta 1,07, es decir, la rotación del agua tiene efectos positivos. Para ambos buques se coge un valor intermedio de 1,04.

η_S rendimiento del eje

Es una medida de la pérdida de potencia en los cojinetes del eje y la bocina. Se define como el cociente entre la potencia entregada a la hélice (PD) y la potencia desarrollada por la máquina (PS). Varía entre 0,96 y 0,995. Ambos modelos se elige el valor de 0,99.

$$\eta_S = \frac{P_D}{P_S}$$

Hay que calcular el rendimiento total para obtener la potencia a instalar en los dos modelos para conseguir esa velocidad.

$$\eta_T = 1,1 \times 0,74 \times 1,04 \times 0,99$$

$$\eta_T = 0,84$$

$$P_S = \frac{P_E}{\eta_T}$$

Siendo P_f potencia final necesaria se tiene en cuenta el porcentaje de trabajo del motor y un margen de mar para asegurar que en condiciones climatológicas desfavorables se consiga la velocidad de crucero de 18 nudos se coge un valor del 15% mayor potencia final requerida.

$$P_f = \frac{P_S}{M_{85\%}} \times 1,15$$

	Holtrop	Van Oortmensen	Fung
Modelo A	4834	4972	5078
Modelo B	4216	4231	4335
	Ps		
Modelo A	5755	5919	6045
Modelo B	5019	5037	5161

	Pf		
Modelo A	7786	8008	8179
Modelo B	6790	6815	6982

Obtenemos un rango de motores posibles para el “Modelo A” desde 7786 hasta 8179 hp.

Mientras “Modelo B” al ser un buque más pequeño nos sirve los motores desde 6790 hasta 6982hp.

Análisis hidrostáticos correspondiente a la estabilidad

Primer calculo será un análisis por desplazamiento desde un desplazamiento inicial menor del valor en rosca hasta un desplazamiento mayor en la condición de calado de diseño.

Los valores del desplazamiento en rosca se calculan en función de la diferencia entre el valor del desplazamiento en la condición de calado de diseño y un valor del peso muerto escogido de buques de similares características.

Desplazamiento en rosca es el peso del buque cuando se encuentra vacío, contando el peso de la máquina, líquidos de la máquina, pertrechos. Sin embargo, para este cálculo no se tiene en cuenta el peso que se encuentre en los tanques de carga en nuestro caso las cubas de pescado o espacios de almacenamiento. [13]

Peso muerto es el peso del buque teniendo en cuenta los pesos de tripulación, carga, pasajeros, combustible, provisiones, agua y repuestos. [13]

Desplazamiento en rosca=Desplazamiento en condición de calado de diseño – Peso muerto.

	Modelo A	Modelo B
Desplazamiento Calado diseño	6307 Tn	4695 Tn
-		
Peso muerto	3250 Tn	2151 Tn
=		
Peso en rosca	3057 Tn	2544 Tn

Tabla11. Valores de los pesos de ambos modelos

“Modelo A” el rango de desplazamientos parten desde 3000Tn hasta 7000Tn, siendo el desplazamiento en rosca alrededor de 3057Tn y el desplazamiento en la posición del calado de diseño es 6307Tn.

“Modelo B” el rango de desplazamientos parten desde 2000Tn hasta 6000Tn, siendo el desplazamiento en rosca alrededor de 2544Tn y el desplazamiento en la posición del calado de diseño es 4695Tn.

De ambos cálculos salen las curvas hidrostáticas de los modelos en diferentes condiciones de calado o desplazamiento con un trimado 0 (calados en aguas iguales).

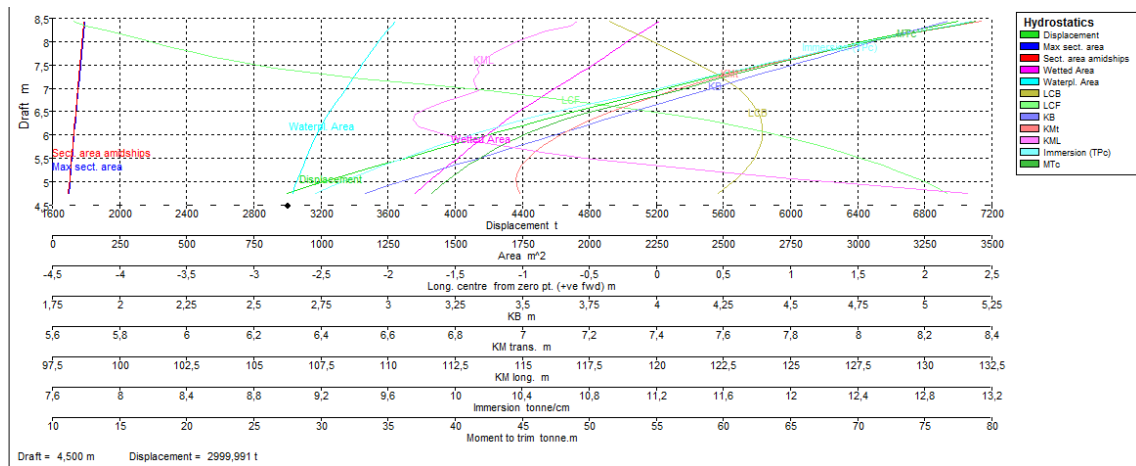


Imagen35. Curvas hidrostáticas “Modelo A”

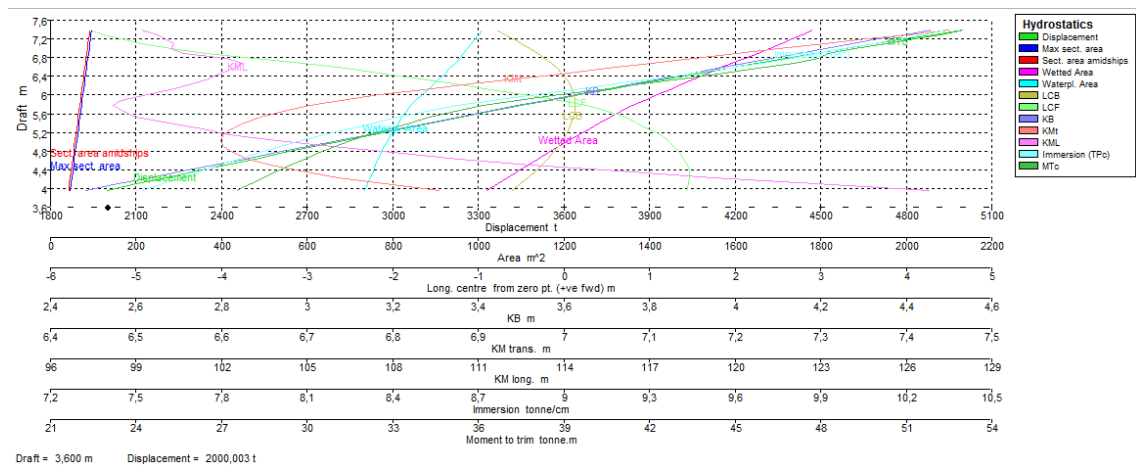


Imagen36. Curvas hidrostáticas “Modelo B”

También con el cálculo de las curvas hidrostáticas se genera las curvas de forma corresponden a los coeficientes del casco en función del calado. Nos sirve como índice de estabilidad del comportamiento del buque frente a las escoras.

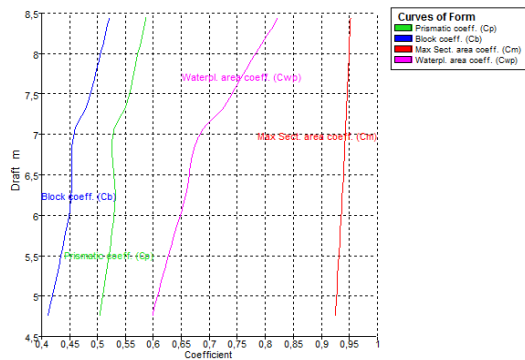


Imagen37. Coeficiente de forma “Modelo A”

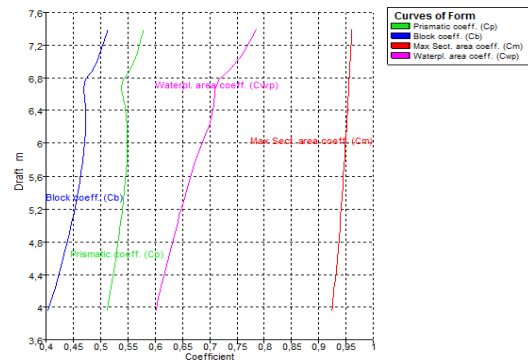


Imagen38. Coeficiente de forma “Modelo B”

También se generan dos tablas en formato Excel con los valores que utiliza el programa para el cálculo de las curvas hidrostáticas. Dentro de los valores que aparecen necesitaremos algunos de ellos para concretar el valor de algún valor característicos como son la posición del centro de gravedad en la condición de rosca.

Creación de los tanques de carga, agua y combustible para calcular condiciones de navegación en las cuales se pueden encontrar los buques. Para ambos modelos se usan cotas similares en el tamaño de los tanques y su posición. Excepto en los tanques de agua dulce y combustible de la maquina los cuales sean ajustado a las dimensiones de cada barco.

Name	Type	Specific gravity	Fluid type	Aft m	Fore m	F.Por t m	F.Stbd . m	F.To p m	F.Bott . m	A.Port m	A.Stbd . m	A.Top m	A.Bott . M
Tank001e	Tank	0,65	Custo m 1	28,74	33,58	1,5	10	7,8	2,3	Prismatic	Prismatic	Prismatic	2,2
Tank001b	Tank	0,65	Custo m 1	28,74	33,58	-10	-1,5	7,8	2,3	Prismatic	Prismatic	Prismatic	2,2
Tank002e	Tank	0,65	Custo m 1	23,95	28,74	1,5	10	7,8	2,2	Prismatic	Prismatic	Prismatic	2,1
Tank002b	Tank	0,65	Custo m 1	23,95	28,74	-10	-1,5	7,8	2,2	Prismatic	Prismatic	Prismatic	2,1
Tank003e	Tank	0,65	Custo m 1	19,16	23,95	1,5	10	7,8	2,1	Prismatic	Prismatic	Prismatic	2
Tank003b	Tank	0,65	Custo m 1	19,16	23,95	-10	-1,5	7,8	2,1	Prismatic	Prismatic	Prismatic	2
Tank004e	Tank	0,65	Custo m 1	14,37	19,16	1,5	10	7,8	2	Prismatic	Prismatic	Prismatic	1,9
Tank004b	Tank	0,65	Custo m 1	14,37	19,16	-10	-1,5	7,8	2	Prismatic	Prismatic	Prismatic	1,9

Tank005e	Tank	0,65	Custo m 1	9,58	14,37	1,5	10	7,8	1,9	Prismatic	Prismatic	Prismatic	1,8	
Tank005b	Tank	0,65	Custo m 1	9,58	14,37	-10	-1,5	7,8	1,9	Prismatic	Prismatic	Prismatic	1,8	
Tank006e	Tank	0,65	Custo m 1	4,79	9,58	1,5	10	7,8	1,8	Prismatic	Prismatic	Prismatic	1,7	
Tank006b	Tank	0,65	Custo m 1	4,79	9,58	-10	-1,5	7,8	1,8	Prismatic	Prismatic	Prismatic	1,7	
Tank007e	Tank	0,65	Custo m 1	0	4,79	1,5	10	7,8	1,7	Prismatic	Prismatic	Prismatic	1,6	
Tank007b	Tank	0,65	Custo m 1	0	4,79	-10	-1,5	7,8	1,7	Prismatic	Prismatic	Prismatic	1,6	
Tank008e	Tank	0,65	Custo m 1	-4,79	0	1,5	10	7,8	1,6	Prismatic	Prismatic	Prismatic	1,5	
Tank008b	Tank	0,65	Custo m 1	-4,79	0	-10	-1,5	7,8	1,6	Prismatic	Prismatic	Prismatic	1,5	
Tank009e	Tank	0,65	Custo m 1	-9,58	-4,79	1,5	10	7,8	1,5	Prismatic	Prismatic	Prismatic	1,4	
Tank009b	Tank	0,65	Custo m 1	-9,58	-4,79	-10	-1,5	7,8	1,5	Prismatic	Prismatic	Prismatic	1,4	
Tank010e	Tank	0,65	Custo m 1	-14,37	-9,58	1,5	10	7,8	1,4	Prismatic	Prismatic	Prismatic	1,3	
Tank010b	Tank	0,65	Custo m 1	-14,37	-9,58	-10	-1,5	7,8	1,4	Prismatic	Prismatic	Prismatic	1,3	
Tank011e	Tank	0,65	Custo m 1	-19,16	-	1,5	10	7,8	1,3	Prismatic	Prismatic	Prismatic	1,2	
Tank011b	Tank	0,65	Custo m 1	-19,16	-	-10	-1,5	7,8	1,3	Prismatic	Prismatic	Prismatic	1,2	
Tank Peak Proa	Tank	1,025	Sea Water	45	55	-5	5	7,8	1,3	Prismatic	Prismatic	Prismatic	Prismatic	
Tank Peak Diesel	Tank	0,84	Diesel	45	55	-5	5	14	7,9	Prismatic	Prismatic	Prismatic	Prismatic	
Tank 1 Diesel e	Tank	0,84	Diesel	-24	-20	2,5	8	7	0	Prismatic	Prismatic	Prismatic	Prismatic	
Tank 1 Diesel b	Tank	0,84	Diesel	-24	-20	-8	-2,5	7	0	Prismatic	Prismatic	Prismatic	Prismatic	
Tank 2 Diesel e	Tank	0,84	Diesel	-28	-24	2,5	8	7	0	Prismatic	Prismatic	Prismatic	Prismatic	
Tank 2 Diesel b	Tank	0,84	Diesel	-28	-24	-8	-2,5	7	0	Prismatic	Prismatic	Prismatic	Prismatic	
Tank 3 Diesel e	Tank	0,84	Diesel	-34	-30	1,5	8	7	3	Prismatic	Prismatic	Prismatic	Prismatic	
Tank 3 Diesel b	Tank	0,84	Diesel	-34	-30	-8	-1,5	7	3	Prismatic	Prismatic	Prismatic	Prismatic	
Tank 4 Diesel e	Tank	0,84	Diesel	-39	-35	1,5	8	8,5	3	Prismatic	Prismatic	Prismatic	Prismatic	
Tank 4 Diesel b	Tank	0,84	Diesel	-39	-35	-8	-1,5	8,5	3	Prismatic	Prismatic	Prismatic	Prismatic	
Tank Fresh Water e	Tank	1	Fresh Water	-	48,489	-40	1,5	8	9	5	Prismatic	Prismatic	Prismatic	Prismatic
Tank Fresh Water b	Tank	1	Fresh Water	48,489	-	-40	-8,5	-1,5	9	5	Prismatic	Prismatic	Prismatic	Prismatic
Tank001Le	Tank	1,025	Sea Water	23,95	38,32	0	8	2,3	0	Prismatic	Prismatic	2	Prismatic	
Tank001Lb	Tank	1,025	Sea Water	23,95	38,32	-8	0	2,3	0	Prismatic	Prismatic	2	Prismatic	
Tank002Le	Tank	1,025	Sea Water	14,37	23,95	0	8	2	0	Prismatic	Prismatic	1,8	Prismatic	
Tank002Lb	Tank	1,025	Sea Water	14,37	23,95	-8	0	2	0	Prismatic	Prismatic	1,8	Prismatic	
Tank003Le	Tank	1,025	Sea Water	4,79	14,37	0	8	1,8	0	Prismatic	Prismatic	1,6	Prismatic	
Tank003Lb	Tank	1,025	Sea Water	4,79	14,37	-8	0	1,8	0	Prismatic	Prismatic	1,6	Prismatic	
Tank004Le	Tank	1,025	Sea Water	-4,79	4,79	0	8	1,6	0	Prismatic	Prismatic	1,4	Prismatic	
Tank004Lb	Tank	1,025	Sea Water	-4,79	4,79	-8	0	1,6	0	Prismatic	Prismatic	1,4	Prismatic	
Tank005Le	Tank	1,025	Sea Water	-19,16	-4,79	0	8	1,4	0	Prismatic	Prismatic	1,1	Prismatic	
Tank005Lb	Tank	1,025	Sea Water	-19,16	-4,79	-8	0	1,4	0	Prismatic	Prismatic	1,1	Prismatic	

Tabla12. Posición tanques “Modelo A”

Name	Type	Specific gravity	Fluid type	Aft m	Fore m	F.Port m	F.Stbd. m	F.Top m	F.Bott. m	A.Port m	A.Stbd. m	A.Top m	A.Bott. M
Tank001e	Tank	0,65	Custom 1	28,74	33,58	1,5	10	7,1	2,3	Prismatic	Prismatic	Prismatic	2,2
Tank001b	Tank	0,65	Custom 1	28,74	33,58	-10	-1,5	7,1	2,3	Prismatic	Prismatic	Prismatic	2,2
Tank002e	Tank	0,65	Custom 1	23,95	28,74	1,5	10	7,1	2,2	Prismatic	Prismatic	Prismatic	2,1
Tank002b	Tank	0,65	Custom 1	23,95	28,74	-10	-1,5	7,1	2,2	Prismatic	Prismatic	Prismatic	2,1
Tank003e	Tank	0,65	Custom 1	19,16	23,95	1,5	10	7,1	2,1	Prismatic	Prismatic	Prismatic	2
Tank003b	Tank	0,65	Custom 1	19,16	23,95	-10	-1,5	7,1	2,1	Prismatic	Prismatic	Prismatic	2
Tank004e	Tank	0,65	Custom 1	14,37	19,16	1,5	10	7,1	2	Prismatic	Prismatic	Prismatic	1,9
Tank004b	Tank	0,65	Custom 1	14,37	19,16	-10	-1,5	7,1	2	Prismatic	Prismatic	Prismatic	1,9
Tank005e	Tank	0,65	Custom 1	9,58	14,37	1,5	10	7,1	1,9	Prismatic	Prismatic	Prismatic	1,8
Tank005b	Tank	0,65	Custom 1	9,58	14,37	-10	-1,5	7,1	1,9	Prismatic	Prismatic	Prismatic	1,8
Tank006e	Tank	0,65	Custom 1	4,79	9,58	1,5	10	7,1	1,8	Prismatic	Prismatic	Prismatic	1,7
Tank006b	Tank	0,65	Custom 1	4,79	9,58	-10	-1,5	7,1	1,8	Prismatic	Prismatic	Prismatic	1,7
Tank007e	Tank	0,65	Custom 1	0	4,79	1,5	10	7,1	1,7	Prismatic	Prismatic	Prismatic	1,6
Tank007b	Tank	0,65	Custom 1	0	4,79	-10	-1,5	7,1	1,7	Prismatic	Prismatic	Prismatic	1,6
Tank008e	Tank	0,65	Custom 1	-4,79	0	1,5	10	7,1	1,6	Prismatic	Prismatic	Prismatic	1,5
Tank008b	Tank	0,65	Custom 1	-4,79	0	-10	-1,5	7,1	1,6	Prismatic	Prismatic	Prismatic	1,5
Tank009e	Tank	0,65	Custom 1	-9,58	-4,79	1,5	10	7,1	1,5	Prismatic	Prismatic	Prismatic	1,4
Tank009b	Tank	0,65	Custom 1	-9,58	-4,79	-10	-1,5	7,1	1,5	Prismatic	Prismatic	Prismatic	1,4
Tank010e	Tank	0,65	Custom 1	-14,37	-9,58	1,5	10	7,1	1,4	Prismatic	Prismatic	Prismatic	1,3
Tank010b	Tank	0,65	Custom 1	-14,37	-9,58	-10	-1,5	7,1	1,4	Prismatic	Prismatic	Prismatic	1,3
Tank011e	Tank	0,65	Custom 1	-19,16	-14,37	1,5	10	7,1	1,3	Prismatic	Prismatic	Prismatic	1,2
Tank011b	Tank	0,65	Custom 1	-19,16	-14,37	-10	-1,5	7,1	1,3	Prismatic	Prismatic	Prismatic	1,2
Tank Peak Proa	Tank	1,025	Sea Water	40	50	-5	5	7,2	1,3	Prismatic	Prismatic	Prismatic	Prismatic
Tank Peak FuelOil	Tank	0,84	Diesel	40	50	-5	5	12	7,2	Prismatic	Prismatic	Prismatic	Prismatic
Tank 1 FuelOil e	Tank	0,84	Diesel	-24	-20	2,5	8	5	0	Prismatic	Prismatic	Prismatic	Prismatic
Tank 1 FuelOil b	Tank	0,84	Diesel	-24	-20	-8	-2,5	5	0	Prismatic	Prismatic	Prismatic	Prismatic
Tank 2 FuelOil e	Tank	0,84	Diesel	-28	-24	2,5	8	5	0	Prismatic	Prismatic	Prismatic	Prismatic
Tank 2 FuelOil b	Tank	0,84	Diesel	-28	-24	-8	-2,5	5	0	Prismatic	Prismatic	Prismatic	Prismatic
Tank 3 FuelOil e	Tank	0,84	Diesel	-34	-30	1,5	8	7,5	3	Prismatic	Prismatic	Prismatic	Prismatic
Tank 3 FuelOil b	Tank	0,84	Diesel	-34	-30	-8	-1,5	7,5	3	Prismatic	Prismatic	Prismatic	Prismatic
Tank 4 FuelOil e	Tank	0,84	Diesel	-39	-35	1,5	8	7,5	3	Prismatic	Prismatic	Prismatic	Prismatic
Tank 4 FuelOil b	Tank	0,84	Diesel	-39	-35	-8	-1,5	7,5	3	Prismatic	Prismatic	Prismatic	Prismatic
Tank Fresh Water e	Tank	1	Fresh Water	-43,973	-39	1,5	8	12	5	Prismatic	Prismatic	Prismatic	Prismatic
Tank Fresh Water b	Tank	1	Fresh Water	-43,973	-39	-8,5	-1,5	12	5	Prismatic	Prismatic	Prismatic	Prismatic
Tank001Le	Tank	1,025	Sea Water	23,95	38,32	0	8	2,3	0	Prismatic	Prismatic	2	Prismatic
Tank001Lb	Tank	1,025	Sea Water	23,95	38,32	-8	0	2,3	0	Prismatic	Prismatic	2	Prismatic
Tank002Le	Tank	1,025	Sea Water	14,37	23,95	0	8	2	0	Prismatic	Prismatic	1,8	Prismatic

Tank002Lb	Tank	1,025	Sea Water	14,37	23,95	-8	0	2	0	Prismatic	Prismatic	1,8	Prismatic
Tank003Le	Tank	1,025	Sea Water	4,79	14,37	0	8	1,8	0	Prismatic	Prismatic	1,6	Prismatic
Tank003Lb	Tank	1,025	Sea Water	4,79	14,37	-8	0	1,8	0	Prismatic	Prismatic	1,6	Prismatic
Tank004Le	Tank	1,025	Sea Water	-4,79	4,79	0	8	1,6	0	Prismatic	Prismatic	1,4	Prismatic
Tank004Lb	Tank	1,025	Sea Water	-4,79	4,79	-8	0	1,6	0	Prismatic	Prismatic	1,4	Prismatic
Tank005Le	Tank	1,025	Sea Water	-19,16	-4,79	0	8	1,4	0	Prismatic	Prismatic	1,1	Prismatic
Tank005Lb	Tank	1,025	Sea Water	-19,16	-4,79	-8	0	1,4	0	Prismatic	Prismatic	1,1	Prismatic

Tabla13. Posición tanques “Modelo B”

Dependiendo la situación de navegación este tipo de barcos puede lastrar o usar como almacén de combustibles las propias cubas de pescado. En ambos modelos se realiza un cálculo de estabilidad en tres condiciones de carga diferentes. Se comprueba en las tres condiciones que se cumple todos los criterios de estabilidad correspondientes al tipo de buque.

Criterio de colores

Dependiendo del tipo de fluido contenido dentro de cada tanque se asigna un color diferente, también su valor de densidad varia para el cálculo de la masa del tanque.

Tanques contienen atún, con una densidad relativa 0,65.

Tanques contienen combustible en este caso Diesel, con una densidad relativa 0,84.

Tanques contienen agua dulce, con una densidad relativa 1.

Tanques contienen agua salada, con una densidad relativa 1,025.

Con los tanques colocados en ambos modelos se puede crear las situaciones de carga para el estudio. Configurando el porcentaje de llenado de cada tanque.

Situación 1

Los modelos vuelven a puerto después de llenar sus cubas de pescado, algunos tanques de combustible y agua dulce tiene nivel bajo. Tanques de lastre vacíos por completo.

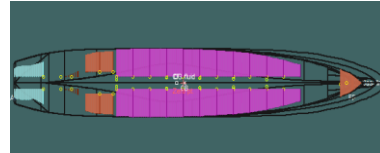
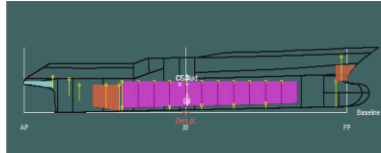


Imagen39. Situación 1 “Modelo A”

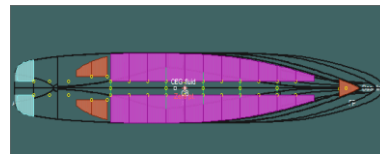
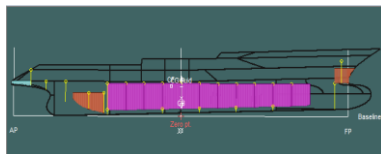


Imagen40. Situación 1 “Modelo B”

Situación 2

Los modelos salen del puerto base hacia la zona de pesca del indico. Algunas cubas de pescado se llenan de combustible. Tanques de gasoil y agua dulce llenos al completo al igual que los tanques de lastre.

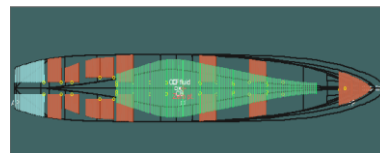
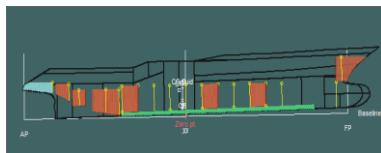


Imagen41. Situación 2 “Modelo A”

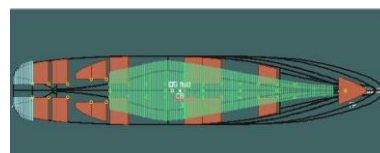
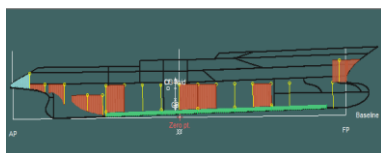


Imagen42. Situación 2 “Modelo B”

Situación 3

Los modelos se encuentran pescando algunas cubas están vacías otras tienen pescado y dos de ellas se encuentran llenas con combustible, tanque de combustible y agua dulce a la mitad. Algunos tanques de lastres están llenos.

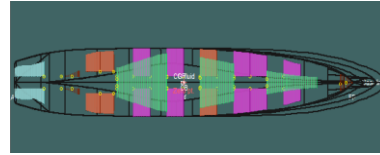
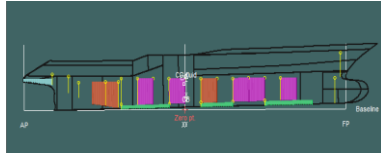


Imagen43. Situación 3 “Modelo A”

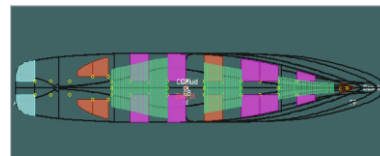
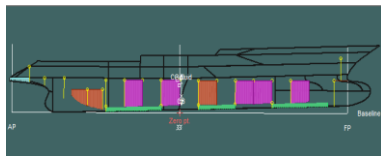


Imagen44. Situación 3 “Modelo b”

ANEXO 2- TABLAS DE DATOS CORRESPONDIENTES A LOS TANQUES EN LAS DISTINTAS CONDICIONES

Los criterios de estabilidad utilizados para verificar las tres condiciones de navegación provienen de la OMI siendo alguno de estos exclusivos por tipo de buque.

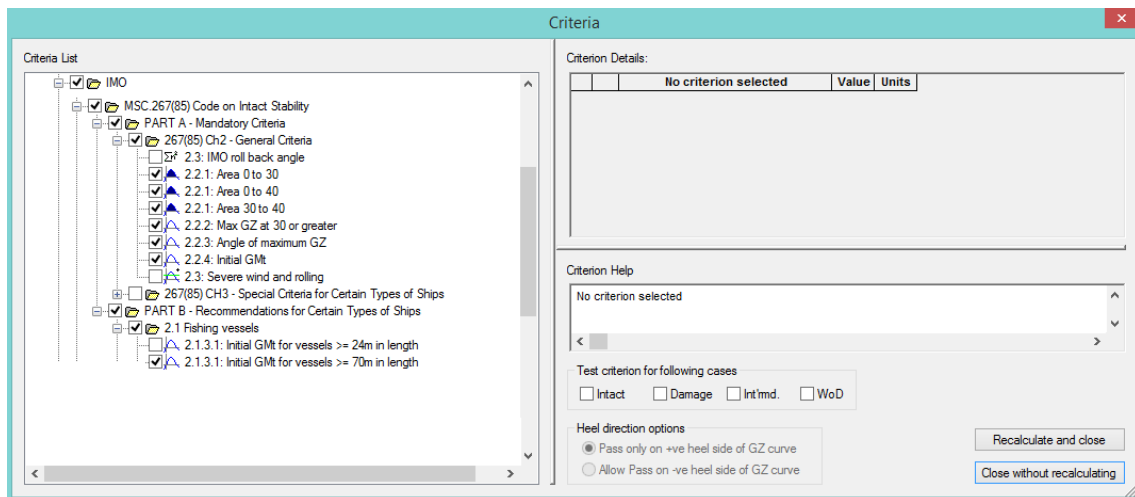


Imagen45. Criterios de estabilidad

ANEXO 3- CRITERIOS DE ESTABILIDAD OLA PLANA

Se superan todos los criterios en las tres condiciones de navegación con ambos modelos, para poder realizar estos cálculos se selecciona la forma de ola plana, los resultados se encuentran en el anexo3.

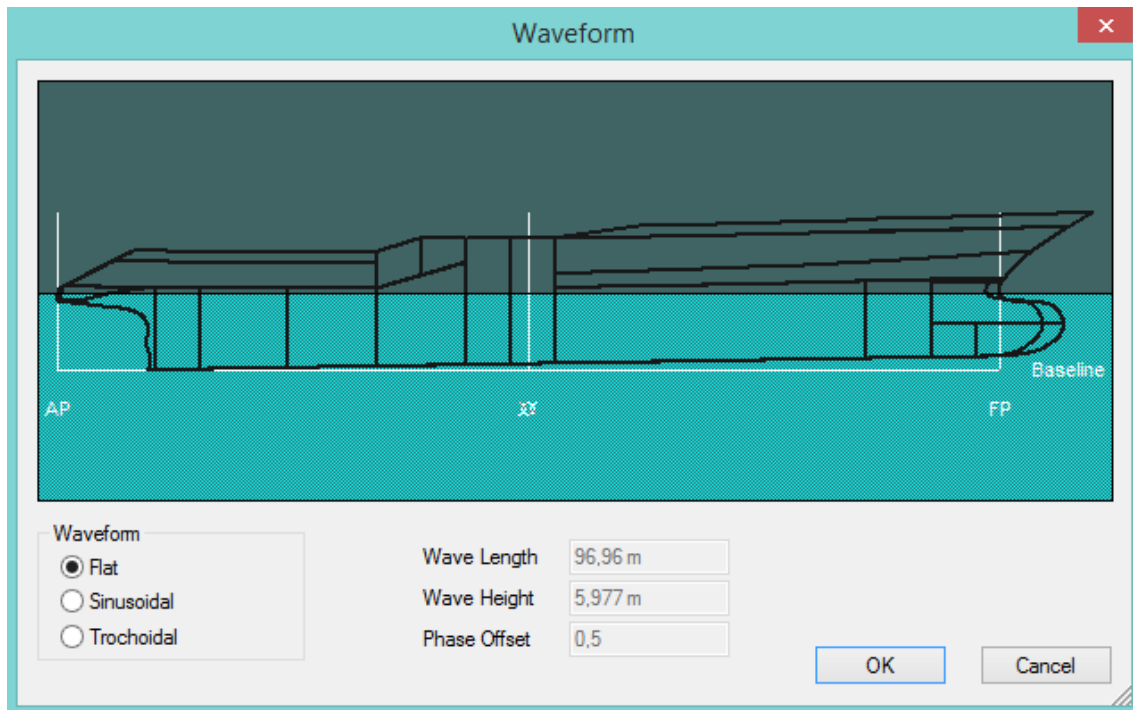


Imagen46. Forma de ola plana

Al superar todos los criterios de estabilidad con esas condiciones, se cambia el parámetro de ola a uno trocoidal con un desfase de 0,5 radianes. Siendo esta condición la más desfavorable posible para la estabilidad de un buque navegando. Se genera una pérdida de estabilidad debido a las posiciones de empuje de la ola sobre el casco.

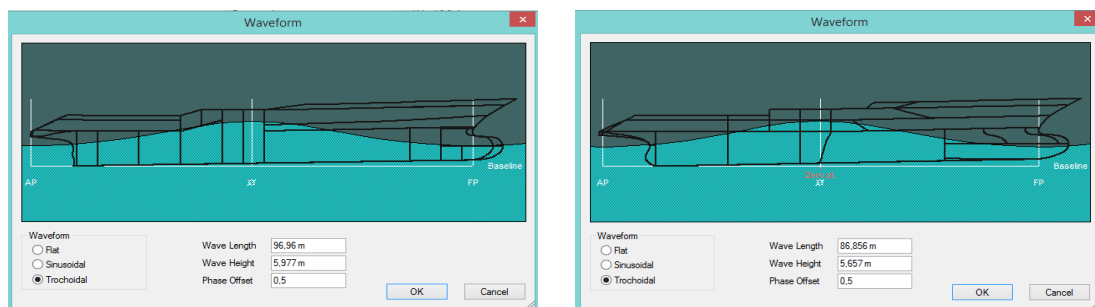


Imagen47. Forma de ola trocoidal con desfase 0,5 radianes "Modelos A y B"

ANEXO 4- CRITERIOS DE ESTABILIDAD OLA TROCOIDAL

Se calcula de nuevo la estabilidad estática de los modelos y se comprueba que pasan todos los criterios del código internacional de estabilidad con perturbaciones de ola trocoidales.

DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS

Ambos modelos presentan una semejanza razonable con los modelos reales de los cuales se obtuvieron sus planos de forma. Se consigue sacar de los modelos en 3d información y datos de los comportamientos que presentan ante las perturbaciones introducidas por ejemplo ante una altura de ola determinada o cuando se mueve con una velocidad concreta.

Tabular los datos en tablas de Excel con los datos creados por los programas informáticos usados. Gracias a estos datos se podrá proseguir estudiando los comportamientos de los modelos frente a otras perturbaciones.

La capacidad de crear modelos en 3d con la única información que un plano en 2d, utilizar software específico para el estudio de modelos navales. Configurando los parámetros de medida con los valores de preferencia personal.

Se obtiene valores de potencia necesaria para mover ambos modelos a la velocidad de crucero, poder comprobar los efectos que se produce cuando existe una pérdida de estabilidad debido a la acción de diferentes tipos de ola.

GRADO EN NAUTICA Y TRANSPORTE MARITIMO

TRABAJO FIN DE GRADO

***MODELIZACIÓN DEL CASCO DE DOS BUQUES
ATUNEROS EN 3D A PARTIR DE SUS PLANOS
DE FORMAS Y SU ANÁLISIS HIDRODINÁMICO-
HIDROSTÁTICO***

DOCUMENTO 3- CONCLUSIONES

Alumno/Alumna: Blanco López Daniel

Director/Directora (1): Basterrechea Iribar Imanol

Curso: 2017-2018

Fecha: Bilbao, 17 de julio 2018

3.CONCLUSIÓN

La creación de los modelos 3d a partir del plano de formas utilizando las aplicaciones informáticas de Rhinoceros y Maxsurf puede considerarse adecuada ya que, en algunos casos, los resultados de los datos hidrostáticos e hidrodinámicos han sido idénticos a los modelos reales de similares dimensiones.

A nivel personal, he ampliado conocimientos de estabilidad estática del buque en función del perfil de las olas y del manejo de las aplicaciones informáticas comentadas anteriormente. Por otra parte, el trabajo realizado con un tipo de barco desconocido ha provocado un mayor aprendizaje de conceptos de construcción naval e hidrodinámica.

Asimismo, se han creado tablas de datos hidrostáticos para futuros trabajos, que sirvan como punto de partida para otros proyectos de similares características o envergadura mayor que tengan relación con los buques atuneros. Por ejemplo, la pérdida de estabilidad estática de este tipo de buques durante la largada de la red en condiciones de ola de proa o de popa.

Espero, por tanto, realizar los futuros estudios (TFM, Doctorado, etc...) como continuación del presente TFG. No obstante, estoy satisfecho con el resultado final del trabajo, se ha estudiado el comportamiento dinámico y estático de los dos modelos.

GRADO EN NAUTICA Y TRANSPORTE MARITIMO

TRABAJO FIN DE GRADO

***MODELIZACIÓN DEL CASCO DE DOS BUQUES
ATUNEROS EN 3D A PARTIR DE SUS PLANOS
DE FORMAS Y SU ANÁLISIS HIDRODINÁMICO-
HIDROSTÁTICO***

DOCUMENTO 4- BIBLIOGRAFIA

Alumno/Alumna: Blanco López Daniel

Director/Directora (1): Basterrechea Iribar Imanol

Curso: 2017-2018

Fecha: Bilbao, 17 de julio 2018

4. BIBLIOGRAFIA

- [1] Misra, S. C. *Design principles of ships and marine structures*. Boca Raton: CRC Press, 2016. Print.
- [2] Barras C.B. *Ship Design and Performance for Masters and Mates*. Elsevier Ltd, 2004
- [3] *Load lines : International Convention on Load Lines, 1966 and Protocol of 1988, as amended in 2003*. London: International Maritime Organization, 2005. Print.
- [4] *SOLAS, consolidated edition 2014 : consolidated text of the International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974, and its Protocol of 1988 : articles, annexes and certificates*. London: International Maritime Organization, 2014. Print.
- [5] Rawson, K. J., and E. C. Tupper. *Basic ship theory*. Boston: Butterworth-Heinemann, 2001. Print.
- [6] Letcher, John S., and J R. Paulling. *The geometry of ships*. Jersey City, NJ: Society of Naval Architects and Marine Engineers, 2009. Print.
- [7] Moore, Colin S. *Intact stability*. Jersey City, N.J.: Society of Naval Architects, 2010. Print.
- [8] Larsson, Lars, Hoyte C. Raven, and J R. Paulling. *Ship resistance and flow*. Jersey City, N.J.: Society of Naval Architects and Marine Engineers, 2010. Print. [9] The Nautical Institute The Management of Merchant Ship Stability Clark 2011
- [10] Rhino3d. 2018. *Rhinoceros*. [ONLINE] Available at: <https://www.rhino3d.com/es/>. [Accessed 4 July 2018].
- [11] Lamb, Thomas. *Ship design and construction*. Jersey City, NJ: Society of Naval Architects and Marine Engineers, 2003. Print.
- [12] Inpesca SA. 2018. *Inpesca*. [ONLINE] Available at: <http://www.inpesca.com>. [Accessed 22 June 2018].
- [13] Biran, Adrian, and Rubén Pulido. *Ship hydrostatics and stability*. Boston: Butterworth-Heinemann, 2014. Print.
- [14] CintranaVal-Defcar. 2018. *CintranaVal*. [ONLINE] Available at: <http://cintranaVal-defcar.com>. [Accessed 17 July 2018].

GRADO EN NAUTICA Y TRANSPORTE MARITIMO

TRABAJO FIN DE GRADO

MODELIZACIÓN DEL CASCO DE DOS BUQUES ATUNEROS EN 3D A PARTIR DE SUS PLANOS DE FORMAS Y SU ANÁLISIS HIDRODINÁMICO- HIDROSTÁTICO

ANEXO 1- REFERENCIAS DE BUQUES ATUNEROS

Alumno/Alumna: Blanco López Daniel

Director/Directora (1): Basterrechea Iribar Imanol

Curso: 2017-2018

Fecha: Bilbao, 17 de julio 2018



BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO



CNDESIGNS OF SUPER TUNA PURSE SEINERS *QUICK REFERENCES*



REFERENCIAS MODELO A



CINTRANAVAL-DEFCAR, S.L.

Ship Design & CAD/CAM Software



“TXORI ARGÍ”

106.50M L.O.A. / 2,986 M3 TUNA PURSE SEINER

**BUREAU VERITAS I +HULL +MACH FISHING VESSEL
UNRESTRICTED NAVIGATION +REF CARGO**

Length overall	106.50m
Length b.p.	91.50m
Breadth Moulded	16.00m
Depth to main deck	7.70m
Design Draught	7.20m

Fish wells	2,986m3
Speed	19kn

Shipowner	INPESCA,S.A.
Shipyard	Astilleros de Murueta,S.A.
Yard number	240
Year of construction	2004

Designer	Cintranaval-Defcar,S.L.
Design number	CND-02065

CINTRANAVAL-DEFCAR,S.L.

Lauroeta Etorbidea,4 – 48180 Loiu (Biscay) - Spain

Tel. +34 94 4631600 - Fax: +34 94 4638552

info@cintranaval-defcar.com - <http://www.cintranaval-defcar.com>



CINTRANAVAL-DEFCAR, S.L.

Ship Design & CAD/CAM Software



“TXORI TOKI”

106.50M L.O.A. / 2,600 M3 TUNA PURSE SEINER

**BUREAU VERITAS I +HULL +MACH FISHING VESSEL
UNRESTRICTED NAVIGATION +REF CARGO**

Length overall	106.50m
Length b.p.	91.50m
Breadth Moulded	16.00m
Depth to main deck	7.70m
Design Draught	7.20m

Fish wells	2,986m3
Speed	19 kn

Shipowner	INPESCA,S.A.
Shipyards	Astilleros de Murueta,S.A.
Yard number	204
Year of construction	2000

Designer	Cintranaval-Defcar,S.L.
Design number	CND-97072

CINTRANAVAL-DEFCAR,S.L.

Lauroeta Etorbidea,4 – 48180 Loiu (Biscay) - Spain

Tel. +34 94 4631600 - Fax: +34 94 4638552

info@cintranaval-defcar.com - <http://www.cintranaval-defcar.com>



CINTRANAVAL-DEFCAR, S.L.

Ship Design & CAD/CAM Software



“IZURDIA”

108M L.O.A. / 2,986 M3 TUNA PURSE SEINER

BUREAU VERITAS I +HULL +MACH FISHING VESSEL UNRESTRICTED NAVIGATION +REF CARGO	
Length overall	108.00m
Length b.p.	91.50m
Breadth Moulded	16.00m
Depth to main deck	7.70m
Design Draught	7.20m
Fish wells	2,986m3
Speed	19kn
Shipowner	ATUNSA,S.A.
Shipyard	Astilleros de Murueta,S.A.
Yard number	214
Year of construction	2004
Designer	Cintranaval-Defcar,S.L.
Design number	CND-02093

CINTRANAVAL-DEFCAR,S.L.

Lauroeta Etorbidea,4 – 48180 Loiu (Biscay) - Spain
 Tel. +34 94 4631600 - Fax: +34 94 4638552
 info@cintranaval-defcar.com - http://www.cintranaval-defcar.com



CINTRANAVAL-DEFCAR, S.L.

Ship Design & CAD/CAM Software



“ALBACORA”

105M L.O.A. / 3,317 M3 TUNA PURSE SEINER

BUREAU VERITAS	
+I 3/3 E PESCA DE ALTA MAR +RMC CONGELACION	
Length overall	105.00m
Length b.p.	91.00m
Breadth moulded	16.80m
Depth to main deck	7.70m
Design Draught	7.30m
Fish wells	3,317 m3
Speed	17kn
Shipowner	Albacora, S.A.
Shipyard	Astilleros BARRERAS.
Yard number	1527
Year of construction	1990
Designer	Cintranaval-Defcar,S.L.
Design number	CND-88032

CINTRANAVAL-DEFCAR,S.L.
 Lauroeta Etorbidea,4 – 48180 Loiu (Biscay) - Spain
 Tel. +34 94 4631600 - Fax: +34 94 4638552
 info@cintranaval-defcar.com - <http://www.cintranaval-defcar.com>



CINTRANAVAL-DEFCAR, S.L.

Ship Design & CAD/CAM Software



CND-94050

“ALBACORA UNO”

105M L.O.A. / 2,835 M3 TUNA PURSE SEINER

BUREAU VERITAS	
+I 3/3 E PESCA DE ALTA MAR +RMC CONGELACION	
Length overall	105.00m
Length b.p.	91.00m
Breadth Moulded	16.80m
Depth to main deck	7.30m
Design Draught	6.80m
Fish wells	2,835 m3
Speed	19kn
Shipowner	Albacora, S.A.
Shipyard	Astillero BARRERAS.
Yard number	1546
Year of construction	1996
Designer	Cintranaval-Defcar,S.L.
Design number	CND-94050

CINTRANAVAL-DEFCAR,S.L.

Lauroeta Etorbidea,4 – 48180 Loiu (Biscay) - Spain

Tel. +34 94 4631600 - Fax: +34 94 4638552

info@cintranaval-defcar.com - <http://www.cintranaval-defcar.com>

REFERENCIAS MODELO B



CINTRANAVAL-DEFCAR, S.L.

Ship Design & CAD/CAM Software



CND-04225

“TXORI GORRI”

95.80M L.O.A. / 2,240 M3 TUNA PURSE SEINER

BUREAU VERITAS I +HULL +MACH FISHING VESSEL
UNRESTRICTED NAVIGATION +REF CARGO

Length overall	95.80m
Length b.p.	82.30m
Breadth Moulded	14.70m
Depth to main deck	6.80m
Design Draught	6.50m

Fish wells	2,240m3
Speed	18 kn

Shipowner	INPESCA,S.A.
Shipyards	Astilleros de Murueta,S.A.
Yard number	213
Year of construction	2007

Designer	Cintranaval-Defcar,S.L.
Design number	CND-04225

CINTRANAVAL-DEFCAR,S.L.

Lauroeta Etorbidea,4 – 48180 Loiu (Biscay) - Spain

Tel. +34 94 4631600 - Fax: +34 94 4638552

info@cintranaval-defcar.com - <http://www.cintranaval-defcar.com>



CINTRANAVAL-DEFCAR, S.L.

Ship Design & CAD/CAM Software



“PARSIAN SHILA”

95.70M L.O.A. / 2,590 M3 TUNA PURSE SEINER

**BUREAU VERITAS I +HULL +MACH FISHING VESSEL
UNRESTRICTED NAVIGATION +REF CARGO QUICK FREEZE**

Length overall	95.70m
Length b.p.	82.70m
Breadth Moulded	15.20m
Depth to main deck	7.15m
Design Draught	6.70m

Fish wells	2,590m3
Speed	18.5 kn

Shipowner	Salem Chabahar Products Food Co.
Shipyards	Astilleros Armón Vigo
Yard number	V052
Year of construction	2006

Designer	Cintranaval-Defcar,S.L.
Design number	CND-05015

CINTRANAVAL-DEFCAR,S.L.

Lauroeta Etorbidea,4 – 48180 Loiu (Biscay) - Spain

Tel. +34 94 4631600 - Fax: +34 94 4638552

info@cintranaval-defcar.com - <http://www.cintranaval-defcar.com>



CINTRANAVAL-DEFCAR, S.L.

Ship Design & CAD/CAM Software



“DRACO”

95.70M L.O.A. / 2,567 M3 TUNA PURSE SEINER

BUREAU VERITAS I +HULL +MACH FISHING VESSEL UNRESTRICTED NAVIGATION +REF CARGO QUICK FREEZE	
Length overall	95.70m
Length b.p.	82.70m
Breadth Moulded	15.20m
Depth to main deck	7.15m
Design Draught	6.70m
Fish wells	2,567m3
Speed	18.5 kn
Shipowner	Grupo PETUSA, S.A.
Shipyards	C.N.P. Freire, S.A.
Yard number	589
Year of construction	2006
Designer	Cintranaval-Defcar, S.L.
Design number	CND-04133

CINTRANAVAL-DEFCAR, S.L.
 Lauroeta Etorbidea, 4 – 48180 Loiu (Biscay) - Spain
 Tel. +34 94 4631600 - Fax: +34 94 4638552
 info@cintranaval-defcar.com - http://www.cintranaval-defcar.com

GRADO EN NAUTICA Y TRANSPORTE MARITIMO

TRABAJO FIN DE GRADO

***MODELIZACIÓN DEL CASCO DE DOS BUQUES
ATUNEROS EN 3D A PARTIR DE SUS PLANOS
DE FORMAS Y SU ANÁLISIS HIDRODINÁMICO-
HIDROSTÁTICO***

***ANEXO 2- TABLAS DE DATOS CORRESPONDIENTES A LOS
TANQUES EN LAS DISTINTAS CONDICIONES***

Alumno/Alumna: Blanco López Daniel

Director/Directora (1): Basterrechea Iribar Imanol

Curso: 2017-2018

Fecha: Bilbao, 17 de julio 2018



BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO

Modelo A Situación 1

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
Lightship (peso en rosca)	1	3057,000	3057,000			0,000	0,000	8,000	0,000	User Specified
Tank001e	100%	32,438	32,438	49,905	49,905	30,955	2,614	5,699	0,000	Maximum
Tank001b	100%	32,438	32,438	49,905	49,905	30,955	-2,614	5,699	0,000	Maximum
Tank002e	100%	48,956	48,956	75,316	75,316	26,205	3,050	5,500	0,000	Maximum
Tank002b	100%	48,956	48,956	75,316	75,316	26,205	-3,050	5,500	0,000	Maximum
Tank003e	100%	66,027	66,027	101,580	101,580	21,455	3,465	5,332	0,000	Maximum
Tank003b	100%	66,027	66,027	101,580	101,580	21,455	-3,465	5,332	0,000	Maximum
Tank004e	100%	81,268	81,268	125,027	125,027	16,697	3,810	5,180	0,000	Maximum
Tank004b	100%	81,268	81,268	125,027	125,027	16,697	-3,810	5,180	0,000	Maximum
Tank005e	100%	93,659	93,659	144,091	144,091	11,927	4,076	5,050	0,000	Maximum
Tank005b	100%	93,659	93,659	144,091	144,091	11,927	-4,076	5,050	0,000	Maximum
Tank006e	100%	104,541	104,541	160,832	160,832	7,143	4,302	4,936	0,000	Maximum
Tank006b	100%	104,541	104,541	160,832	160,832	7,143	-4,302	4,936	0,000	Maximum
Tank007e	100%	116,110	116,110	178,631	178,631	2,360	4,544	4,822	0,000	Maximum
Tank007b	100%	116,110	116,110	178,631	178,631	2,360	-4,544	4,822	0,000	Maximum
Tank008e	100%	122,144	122,144	187,914	187,914	-2,406	4,643	4,737	0,000	Maximum
Tank008b	100%	122,144	122,144	187,914	187,914	-2,406	-4,643	4,737	0,000	Maximum
Tank009e	100%	122,443	122,443	188,373	188,373	-7,177	4,607	4,716	0,000	Maximum
Tank009b	100%	122,443	122,443	188,373	188,373	-7,177	-4,607	4,716	0,000	Maximum
Tank010e	100%	117,280	117,280	180,431	180,431	-11,948	4,462	4,775	0,000	Maximum
Tank010b	100%	117,280	117,280	180,431	180,431	-11,948	-4,462	4,775	0,000	Maximum
Tank011e	100%	104,617	104,617	160,949	160,949	-16,691	4,174	4,887	0,000	Maximum
Tank011b	100%	104,617	104,617	160,949	160,949	-16,691	-4,174	4,887	0,000	Maximum
Tank Peak Proa	0%	116,681	0,000	113,835	0,000	45,055	0,000	1,343	0,000	Maximum
Tank Peak FuelOil	40%	108,508	43,403	129,176	51,670	46,708	0,000	10,203	123,440	Maximum

Tank 1 FuelOil e	100%	54,900	54,900	65,357	65,357	-21,901	4,157	4,792	0,000	Maximum
Tank 1 FuelOil b	100%	54,900	54,900	65,357	65,357	-21,901	-4,157	4,792	0,000	Maximum
Tank 2 FuelOil e	100%	39,933	39,933	47,539	47,539	-25,871	3,953	5,159	0,000	Maximum
Tank 2 FuelOil b	100%	39,933	39,933	47,539	47,539	-25,871	-3,953	5,159	0,000	Maximum
Tank 4 FuelOil b	0%	29,449	0,000	35,058	0,000	-35,023	-1,000	4,248	0,000	Maximum
Tank 3 FuelOil e	0%	25,696	0,000	30,591	0,000	-31,324	1,922	3,000	0,000	Maximum
Tank 3 FuelOil b	0%	25,696	0,000	30,591	0,000	-31,324	-1,922	3,000	0,000	Maximum
Tank 4 FuelOil e	0%	29,449	0,000	35,058	0,000	-35,023	1,000	4,248	0,000	Maximum
Tank Fresh Water b	25%	46,954	11,739	46,954	11,739	-43,357	-2,401	7,475	63,501	Maximum
Tank Fresh Water e	25%	46,954	11,739	46,954	11,739	-43,357	2,401	7,475	63,501	Maximum
Tank001Lb	0%	20,694	0,000	20,190	0,000	24,065	-0,519	1,010	0,000	Maximum
Tank001Le	0%	20,694	0,000	20,190	0,000	24,065	0,519	1,010	0,000	Maximum
Tank002Lb	0%	27,124	0,000	26,462	0,000	14,467	-0,671	0,858	0,000	Maximum
Tank002Le	0%	27,124	0,000	26,462	0,000	14,467	0,671	0,858	0,000	Maximum
Tank003Lb	0%	40,053	0,000	39,076	0,000	4,869	-0,793	0,706	0,000	Maximum
Tank003Le	0%	40,053	0,000	39,076	0,000	4,869	0,793	0,706	0,000	Maximum
Tank004Lb	0%	50,701	0,000	49,464	0,000	-4,729	-0,828	0,554	0,000	Maximum
Tank004Le	0%	50,701	0,000	49,464	0,000	-4,729	0,828	0,554	0,000	Maximum
Tank005Lb	0%	54,857	0,000	53,519	0,000	-19,125	-0,595	0,325	0,000	Maximum
Tank005Le	0%	54,857	0,000	53,519	0,000	-19,125	0,595	0,325	0,000	Maximum
Total Loadcase			5332,511	4177,534	3407,041	0,430	0,000	6,755	250,442	
FS correction								0,047		
VCG fluid								6,802		

Modelo A Situación 2

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
Lightship (peso en rosca)	1	3057,000	3057,000			0,000	0,000	8,000	0,000	User Specified
Tank001e	0%	32,438	0,000	49,905	0,000	28,767	1,227	2,200	0,000	Maximum
Tank001b	0%	32,438	0,000	49,905	0,000	28,767	-1,227	2,200	0,000	Maximum
Tank002e	0%	48,956	0,000	75,316	0,000	23,977	1,466	2,100	0,000	Maximum
Tank002b	0%	48,956	0,000	75,316	0,000	23,977	-1,466	2,100	0,000	Maximum
Tank003e	100%	85,327	85,327	101,580	101,580	21,455	3,465	5,332	0,000	Maximum
Tank003b	100%	85,327	85,327	101,580	101,580	21,455	-3,465	5,332	0,000	Maximum
Tank004e	0%	81,268	0,000	125,027	0,000	14,397	2,027	1,900	0,000	Maximum
Tank004b	0%	81,268	0,000	125,027	0,000	14,397	-2,027	1,900	0,000	Maximum
Tank005e	0%	93,659	0,000	144,091	0,000	9,607	2,283	1,800	0,000	Maximum
Tank005b	0%	93,659	0,000	144,091	0,000	9,607	-2,283	1,800	0,000	Maximum
Tank006e	100%	135,099	135,099	160,832	160,832	7,143	4,302	4,936	0,000	Maximum
Tank006b	100%	135,099	135,099	160,832	160,832	7,143	-4,302	4,936	0,000	Maximum
Tank007e	0%	150,050	0,000	178,631	0,000	0,027	2,789	1,600	0,000	Maximum
Tank007b	0%	150,050	0,000	178,631	0,000	0,027	-2,789	1,600	0,000	Maximum
Tank008e	0%	122,144	0,000	187,914	0,000	-4,729	2,825	1,500	0,000	Maximum
Tank008b	0%	122,144	0,000	187,914	0,000	-4,729	-2,825	1,500	0,000	Maximum
Tank009e	0%	122,443	0,000	188,373	0,000	-9,553	2,539	1,400	0,000	Maximum
Tank009b	0%	122,443	0,000	188,373	0,000	-9,553	-2,539	1,400	0,000	Maximum
Tank010e	0%	117,280	0,000	180,431	0,000	-14,343	2,131	1,300	0,000	Maximum
Tank010b	0%	117,280	0,000	180,431	0,000	-14,343	-2,131	1,300	0,000	Maximum
Tank011e	100%	135,198	135,198	160,949	160,949	-16,691	4,174	4,887	0,000	Maximum
Tank011b	100%	135,198	135,198	160,949	160,949	-16,691	-4,174	4,887	0,000	Maximum
Tank Peak Proa	0%	116,681	0,000	113,835	0,000	45,055	0,000	1,343	0,000	Maximum
Tank Peak FuelOil	100%	108,508	108,508	129,176	129,176	47,459	0,000	11,878	0,000	Maximum

Tank 1 FuelOil e	100%	54,900	54,900	65,357	65,357	-21,901	4,157	4,792	0,000	Maximum
Tank 1 FuelOil b	100%	54,900	54,900	65,357	65,357	-21,901	-4,157	4,792	0,000	Maximum
Tank 2 FuelOil e	100%	39,933	39,933	47,539	47,539	-25,871	3,953	5,159	0,000	Maximum
Tank 2 FuelOil b	100%	39,933	39,933	47,539	47,539	-25,871	-3,953	5,159	0,000	Maximum
Tank 4 FuelOil b	100%	29,449	29,449	35,058	35,058	-36,866	-3,394	7,457	0,000	Maximum
Tank 3 FuelOil e	100%	25,696	25,696	30,591	30,591	-31,740	2,769	5,597	0,000	Maximum
Tank 3 FuelOil b	100%	25,696	25,696	30,591	30,591	-31,740	-2,769	5,597	0,000	Maximum
Tank 4 FuelOil e	100%	29,449	29,449	35,058	35,058	-36,866	3,394	7,457	0,000	Maximum
Tank Fresh Water b	100%	46,954	46,954	46,954	46,954	-43,641	-3,242	8,220	0,000	Maximum
Tank Fresh Water e	100%	46,954	46,954	46,954	46,954	-43,641	3,242	8,220	0,000	Maximum
Tank001Lb	100%	20,694	20,694	20,190	20,190	30,105	-0,776	1,687	0,000	Maximum
Tank001Le	100%	20,694	20,694	20,190	20,190	30,105	0,776	1,687	0,000	Maximum
Tank002Lb	100%	27,124	27,124	26,462	26,462	18,772	-1,515	1,460	0,000	Maximum
Tank002Le	100%	27,124	27,124	26,462	26,462	18,772	1,515	1,460	0,000	Maximum
Tank003Lb	100%	40,053	40,053	39,076	39,076	9,333	-2,290	1,271	0,000	Maximum
Tank003Le	100%	40,053	40,053	39,076	39,076	9,333	2,290	1,271	0,000	Maximum
Tank004Lb	100%	50,701	50,701	49,464	49,464	-0,074	-3,012	1,089	0,000	Maximum
Tank004Le	100%	50,701	50,701	49,464	49,464	-0,074	3,012	1,089	0,000	Maximum
Tank005Lb	100%	54,857	54,857	53,519	53,519	-10,983	-2,437	0,890	0,000	Maximum
Tank005Le	100%	54,857	54,857	53,519	53,519	-10,983	2,437	0,890	0,000	Maximum
Total Loadcase			4657,479	4177,534	1804,322	-0,933	0,000	6,915	0,000	
FS correction								0,000		
VCG fluid								6,915		

Modelo A Situación 3

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
Lightship (peso en rosca)	1	3057,000	3057,000			0,000	0,000	8,000	0,000	User Specified
Tank001e	100%	32,438	32,438	49,905	49,905	30,955	2,614	5,699	0,000	Maximum
Tank001b	100%	32,438	32,438	49,905	49,905	30,955	-2,614	5,699	0,000	Maximum
Tank002e	0%	48,956	0,000	75,316	0,000	23,977	1,466	2,100	0,000	Maximum
Tank002b	0%	48,956	0,000	75,316	0,000	23,977	-1,466	2,100	0,000	Maximum
Tank003e	100%	66,027	66,027	101,580	101,580	21,455	3,465	5,332	0,000	Maximum
Tank003b	100%	66,027	66,027	101,580	101,580	21,455	-3,465	5,332	0,000	Maximum
Tank004e	100%	81,268	81,268	125,027	125,027	16,697	3,810	5,180	0,000	Maximum
Tank004b	100%	81,268	81,268	125,027	125,027	16,697	-3,810	5,180	0,000	Maximum
Tank005e	0%	93,659	0,000	144,091	0,000	9,607	2,283	1,800	0,000	Maximum
Tank005b	0%	93,659	0,000	144,091	0,000	9,607	-2,283	1,800	0,000	Maximum
Tank006e	100%	135,099	135,099	160,832	160,832	7,143	4,302	4,936	0,000	Maximum
Tank006b	100%	135,099	135,099	160,832	160,832	7,143	-4,302	4,936	0,000	Maximum
Tank007e	0%	116,110	0,000	178,631	0,000	0,027	2,789	1,600	0,000	Maximum
Tank007b	0%	116,110	0,000	178,631	0,000	0,027	-2,789	1,600	0,000	Maximum
Tank008e	100%	122,144	122,144	187,914	187,914	-2,406	4,643	4,737	0,000	Maximum
Tank008b	100%	122,144	122,144	187,914	187,914	-2,406	-4,643	4,737	0,000	Maximum
Tank009e	0%	122,443	0,000	188,373	0,000	-9,553	2,539	1,400	0,000	Maximum
Tank009b	0%	122,443	0,000	188,373	0,000	-9,553	-2,539	1,400	0,000	Maximum
Tank010e	100%	117,280	117,280	180,431	180,431	-11,948	4,462	4,775	0,000	Maximum
Tank010b	100%	117,280	117,280	180,431	180,431	-11,948	-4,462	4,775	0,000	Maximum
Tank011e	0%	104,617	0,000	160,949	0,000	-19,133	1,697	1,200	0,000	Maximum
Tank011b	0%	104,617	0,000	160,949	0,000	-19,133	-1,697	1,200	0,000	Maximum
Tank Peak Proa	0%	116,681	0,000	113,835	0,000	45,055	0,000	1,343	0,000	Maximum
Tank Peak FuelOil	0%	108,508	0,000	129,176	0,000	46,283	0,000	7,900	0,000	Maximum

Tank 1 FuelOil e	100%	54,900	54,900	65,357	65,357	-21,901	4,157	4,792	0,000	Maximum
Tank 1 FuelOil b	100%	54,900	54,900	65,357	65,357	-21,901	-4,157	4,792	0,000	Maximum
Tank 2 FuelOil e	100%	39,933	39,933	47,539	47,539	-25,871	3,953	5,159	0,000	Maximum
Tank 2 FuelOil b	100%	39,933	39,933	47,539	47,539	-25,871	-3,953	5,159	0,000	Maximum
Tank 4 FuelOil b	0%	29,449	0,000	35,058	0,000	-35,023	-1,000	4,248	0,000	Maximum
Tank 3 FuelOil e	0%	25,696	0,000	30,591	0,000	-31,324	1,922	3,000	0,000	Maximum
Tank 3 FuelOil b	0%	25,696	0,000	30,591	0,000	-31,324	-1,922	3,000	0,000	Maximum
Tank 4 FuelOil e	0%	29,449	0,000	35,058	0,000	-35,023	1,000	4,248	0,000	Maximum
Tank Fresh Water b	25%	46,954	11,739	46,954	11,739	-43,357	-2,401	7,475	63,501	Maximum
Tank Fresh Water e	25%	46,954	11,739	46,954	11,739	-43,357	2,401	7,475	63,501	Maximum
Tank001Lb	100%	20,694	20,694	20,190	20,190	30,105	-0,776	1,687	0,000	Maximum
Tank001Le	100%	20,694	20,694	20,190	20,190	30,105	0,776	1,687	0,000	Maximum
Tank002Lb	0%	27,124	0,000	26,462	0,000	14,467	-0,671	0,858	0,000	Maximum
Tank002Le	0%	27,124	0,000	26,462	0,000	14,467	0,671	0,858	0,000	Maximum
Tank003Lb	100%	40,053	40,053	39,076	39,076	9,333	-2,290	1,271	0,000	Maximum
Tank003Le	100%	40,053	40,053	39,076	39,076	9,333	2,290	1,271	0,000	Maximum
Tank004Lb	0%	50,701	0,000	49,464	0,000	-4,729	-0,828	0,554	0,000	Maximum
Tank004Le	0%	50,701	0,000	49,464	0,000	-4,729	0,828	0,554	0,000	Maximum
Tank005Lb	100%	54,857	54,857	53,519	53,519	-10,983	-2,437	0,890	0,000	Maximum
Tank005Le	100%	54,857	54,857	53,519	53,519	-10,983	2,437	0,890	0,000	Maximum
Total Loadcase			4609,865	4177,534	2086,219	0,303	0,000	6,804	127,002	
FS correction									0,028	
VCG fluid								6,832		

Modelo B Situación 1

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
Lightship (peso en rosca)	1	2544,000	2544,000			0,000	0,000	7,500	0,000	User Specified
Tank001e	100%	16,520	16,520	25,416	25,416	30,840	2,162	5,248	0,000	Maximum
Tank001b	100%	16,520	16,520	25,416	25,416	30,840	-2,162	5,248	0,000	Maximum
Tank002e	100%	29,997	29,997	46,149	46,149	26,158	2,568	5,024	0,000	Maximum
Tank002b	100%	29,997	29,997	46,149	46,149	26,158	-2,568	5,024	0,000	Maximum
Tank003e	100%	43,620	43,620	67,108	67,108	21,432	2,962	4,886	0,000	Maximum
Tank003b	100%	43,620	43,620	67,108	67,108	21,432	-2,962	4,886	0,000	Maximum
Tank004e	100%	56,990	56,990	87,677	87,677	16,673	3,334	4,771	0,000	Maximum
Tank004b	100%	56,990	56,990	87,677	87,677	16,673	-3,334	4,771	0,000	Maximum
Tank005e	100%	69,701	69,701	107,232	107,232	11,905	3,671	4,664	0,000	Maximum
Tank005b	100%	69,701	69,701	107,232	107,232	11,905	-3,671	4,664	0,000	Maximum
Tank006e	100%	81,189	81,189	124,906	124,906	7,132	3,961	4,563	0,000	Maximum
Tank006b	100%	81,189	81,189	124,906	124,906	7,132	-3,961	4,563	0,000	Maximum
Tank007e	100%	90,896	90,896	139,841	139,841	2,358	4,190	4,465	0,000	Maximum
Tank007b	100%	90,896	90,896	139,841	139,841	2,358	-4,190	4,465	0,000	Maximum
Tank008e	100%	98,059	98,059	150,861	150,861	-2,418	4,342	4,373	0,000	Maximum
Tank008b	100%	98,059	98,059	150,861	150,861	-2,418	-4,342	4,373	0,000	Maximum
Tank009e	100%	99,799	99,799	153,537	153,537	-7,178	4,343	4,339	0,000	Maximum
Tank009b	100%	99,799	99,799	153,537	153,537	-7,178	-4,343	4,339	0,000	Maximum
Tank010e	100%	96,267	96,267	148,104	148,104	-11,956	4,212	4,364	0,000	Maximum
Tank010b	100%	96,267	96,267	148,104	148,104	-11,956	-4,212	4,364	0,000	Maximum
Tank011e	100%	92,221	92,221	141,878	141,878	-16,748	4,080	4,393	0,000	Maximum
Tank011b	100%	92,221	92,221	141,878	141,878	-16,748	-4,080	4,393	0,000	Maximum
Tank Peak Proa	0%	89,804	0,000	87,614	0,000	40,091	0,000	1,492	0,000	Maximum
Tank Peak FuelOil	40%	37,776	15,110	44,971	17,988	41,427	0,000	9,101	35,540	Maximum

Tank 1 FuelOil e	100%	29,110	29,110	34,655	34,655	-21,753	3,859	3,524	0,000	Maximum
Tank 1 FuelOil b	100%	29,110	29,110	34,655	34,655	-21,753	-3,859	3,524	0,000	Maximum
Tank 2 FuelOil e	100%	9,486	9,486	11,293	11,293	-25,412	3,300	4,051	0,000	Maximum
Tank 2 FuelOil b	100%	9,486	9,486	11,293	11,293	-25,412	-3,300	4,051	0,000	Maximum
Tank 4 FuelOil b	0%	15,000	0,000	17,858	0,000	-35,023	-1,000	5,683	0,000	Maximum
Tank 3 FuelOil e	0%	25,191	0,000	29,989	0,000	-30,088	1,246	3,000	0,000	Maximum
Tank 3 FuelOil b	0%	25,191	0,000	29,989	0,000	-30,088	-1,246	3,000	0,000	Maximum
Tank 4 FuelOil e	0%	15,000	0,000	17,858	0,000	-35,023	1,000	5,683	0,000	Maximum
Tank Fresh Water b	25%	32,117	8,029	32,117	8,029	-40,718	-3,198	7,268	25,605	Maximum
Tank Fresh Water e	25%	32,117	8,029	32,117	8,029	-40,718	3,198	7,268	25,605	Maximum
Tank001Lb	0%	14,829	0,000	14,467	0,000	24,095	-0,265	1,172	0,000	Maximum
Tank001Le	0%	14,829	0,000	14,467	0,000	24,095	0,265	1,172	0,000	Maximum
Tank002Lb	0%	21,383	0,000	20,862	0,000	14,499	-0,678	0,974	0,000	Maximum
Tank002Le	0%	21,383	0,000	20,862	0,000	14,499	0,678	0,974	0,000	Maximum
Tank003Lb	0%	32,996	0,000	32,192	0,000	4,903	-1,114	0,776	0,000	Maximum
Tank003Le	0%	32,996	0,000	32,192	0,000	4,903	1,114	0,776	0,000	Maximum
Tank004Lb	0%	43,638	0,000	42,574	0,000	-4,693	-1,429	0,579	0,000	Maximum
Tank004Le	0%	43,638	0,000	42,574	0,000	-4,693	1,429	0,579	0,000	Maximum
Tank005Lb	0%	54,431	0,000	53,103	0,000	-19,087	-0,510	0,282	0,000	Maximum
Tank005Le	0%	54,431	0,000	53,103	0,000	-19,087	0,510	0,282	0,000	Maximum
Total Loadcase			4202,881	3096,218	2511,357	0,126	0,000	6,338	86,750	
FS correction								0,021		
VCG fluid								6,359		

Modelo B Situación 2

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
Lightship (peso en rosca)	1	2544,000	2544,000			0,000	0,000	7,500	0,000	User Specified
Tank001e	0%	16,520	0,000	25,416	0,000	28,767	1,130	2,200	0,000	Maximum
Tank001b	0%	16,520	0,000	25,416	0,000	28,767	-1,130	2,200	0,000	Maximum
Tank002e	0%	29,997	0,000	46,149	0,000	23,977	1,357	2,100	0,000	Maximum
Tank002b	0%	29,997	0,000	46,149	0,000	23,977	-1,357	2,100	0,000	Maximum
Tank003e	100%	56,371	56,371	67,108	67,108	21,432	2,962	4,886	0,000	Maximum
Tank003b	100%	56,371	56,371	67,108	67,108	21,432	-2,962	4,886	0,000	Maximum
Tank004e	0%	56,990	0,000	87,677	0,000	14,397	1,862	1,900	0,000	Maximum
Tank004b	0%	56,990	0,000	87,677	0,000	14,397	-1,862	1,900	0,000	Maximum
Tank005e	0%	69,701	0,000	107,232	0,000	9,607	2,114	1,800	0,000	Maximum
Tank005b	0%	69,701	0,000	107,232	0,000	9,607	-2,114	1,800	0,000	Maximum
Tank006e	100%	104,921	104,921	124,906	124,906	7,132	3,961	4,563	0,000	Maximum
Tank006b	100%	104,921	104,921	124,906	124,906	7,132	-3,961	4,563	0,000	Maximum
Tank007e	100%	117,466	117,466	139,841	139,841	2,358	4,190	4,465	0,000	Maximum
Tank007b	100%	117,466	117,466	139,841	139,841	2,358	-4,190	4,465	0,000	Maximum
Tank008e	0%	98,059	0,000	150,861	0,000	-4,693	2,693	1,500	0,000	Maximum
Tank008b	0%	98,059	0,000	150,861	0,000	-4,693	-2,693	1,500	0,000	Maximum
Tank009e	0%	99,799	0,000	153,537	0,000	-9,553	2,495	1,400	0,000	Maximum
Tank009b	0%	99,799	0,000	153,537	0,000	-9,553	-2,495	1,400	0,000	Maximum
Tank010e	0%	96,267	0,000	148,104	0,000	-14,343	2,188	1,300	0,000	Maximum
Tank010b	0%	96,267	0,000	148,104	0,000	-14,343	-2,188	1,300	0,000	Maximum
Tank011e	100%	119,177	119,177	141,878	141,878	-16,748	4,080	4,393	0,000	Maximum
Tank011b	100%	119,177	119,177	141,878	141,878	-16,748	-4,080	4,393	0,000	Maximum
Tank Peak Proa	0%	89,804	0,000	87,614	0,000	40,091	0,000	1,492	0,000	Maximum
Tank Peak FuelOil	100%	37,776	37,776	44,971	44,971	41,943	0,000	10,440	0,000	Maximum

Tank 1 FuelOil e	100%	29,110	29,110	34,655	34,655	-21,753	3,859	3,524	0,000	Maximum
Tank 1 FuelOil b	100%	29,110	29,110	34,655	34,655	-21,753	-3,859	3,524	0,000	Maximum
Tank 2 FuelOil e	100%	9,486	9,486	11,293	11,293	-25,412	3,300	4,051	0,000	Maximum
Tank 2 FuelOil b	100%	9,486	9,486	11,293	11,293	-25,412	-3,300	4,051	0,000	Maximum
Tank 3 FuelOil e	100%	25,191	25,191	29,989	29,989	-31,837	3,590	6,668	0,000	Maximum
Tank 3 FuelOil b	100%	25,191	25,191	29,989	29,989	-31,837	-3,590	6,668	0,000	Maximum
Tank 4 FuelOil e	100%	15,000	15,000	17,858	17,858	-36,782	3,469	6,960	0,000	Maximum
Tank 4 FuelOil b	100%	15,000	15,000	17,858	17,858	-36,782	-3,469	6,960	0,000	Maximum
Tank Fresh Water e	100%	32,117	32,117	32,117	32,117	-40,516	3,623	8,087	0,000	Maximum
Tank Fresh Water b	100%	32,117	32,117	32,117	32,117	-40,516	-3,623	8,087	0,000	Maximum
Tank001Le	100%	14,829	14,829	14,467	14,467	30,011	0,689	1,766	0,000	Maximum
Tank001Lb	100%	14,829	14,829	14,467	14,467	30,011	-0,689	1,766	0,000	Maximum
Tank002Le	100%	21,383	21,383	20,862	20,862	18,731	1,384	1,515	0,000	Maximum
Tank002Lb	100%	21,383	21,383	20,862	20,862	18,731	-1,384	1,515	0,000	Maximum
Tank003Le	100%	32,996	32,996	32,192	32,192	9,301	2,087	1,309	0,000	Maximum
Tank003Lb	100%	32,996	32,996	32,192	32,192	9,301	-2,087	1,309	0,000	Maximum
Tank004Le	100%	43,638	43,638	42,574	42,574	-0,163	2,736	1,107	0,000	Maximum
Tank004Lb	100%	43,638	43,638	42,574	42,574	-0,163	-2,736	1,107	0,000	Maximum
Tank005Le	100%	54,431	54,431	53,103	53,103	-11,168	2,383	0,889	0,000	Maximum
Tank005Lb	100%	54,431	54,431	53,103	53,103	-11,168	-2,383	0,889	0,000	Maximum
Total Loadcase			3934,011	3096,218	1570,655	-0,998	0,000	6,310	0,000	
FS correction								0,000		
VCG fluid								6,310		

Modelo B Situación 3

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
Lightship (peso en rosca)	1	2544,000	2544,000			0,000	0,000	7,500	0,000	User Specified
Tank001e	100%	16,520	16,520	25,416	25,416	30,840	2,162	5,248	0,000	Maximum
Tank001b	100%	16,520	16,520	25,416	25,416	30,840	-2,162	5,248	0,000	Maximum
Tank002e	0%	29,997	0,000	46,149	0,000	23,977	1,357	2,100	0,000	Maximum
Tank002b	0%	29,997	0,000	46,149	0,000	23,977	-1,357	2,100	0,000	Maximum
Tank003e	100%	43,620	43,620	67,108	67,108	21,432	2,962	4,886	0,000	Maximum
Tank003b	100%	43,620	43,620	67,108	67,108	21,432	-2,962	4,886	0,000	Maximum
Tank004e	100%	56,990	56,990	87,677	87,677	16,673	3,334	4,771	0,000	Maximum
Tank004b	100%	56,990	56,990	87,677	87,677	16,673	-3,334	4,771	0,000	Maximum
Tank005e	0%	69,701	0,000	107,232	0,000	9,607	2,114	1,800	0,000	Maximum
Tank005b	0%	69,701	0,000	107,232	0,000	9,607	-2,114	1,800	0,000	Maximum
Tank006e	100%	104,921	104,921	124,906	124,906	7,132	3,961	4,563	0,000	Maximum
Tank006b	100%	104,921	104,921	124,906	124,906	7,132	-3,961	4,563	0,000	Maximum
Tank007e	0%	90,896	0,000	139,841	0,000	0,032	2,567	1,600	0,000	Maximum
Tank007b	0%	90,896	0,000	139,841	0,000	0,032	-2,567	1,600	0,000	Maximum
Tank008e	100%	98,059	98,059	150,861	150,861	-2,418	4,342	4,373	0,000	Maximum
Tank008b	100%	98,059	98,059	150,861	150,861	-2,418	-4,342	4,373	0,000	Maximum
Tank009e	0%	99,799	0,000	153,537	0,000	-9,553	2,495	1,400	0,000	Maximum
Tank009b	0%	99,799	0,000	153,537	0,000	-9,553	-2,495	1,400	0,000	Maximum
Tank010e	100%	96,267	96,267	148,104	148,104	-11,956	4,212	4,364	0,000	Maximum
Tank010b	100%	96,267	96,267	148,104	148,104	-11,956	-4,212	4,364	0,000	Maximum
Tank011e	0%	92,221	0,000	141,878	0,000	-19,133	1,859	1,200	0,000	Maximum
Tank011b	0%	92,221	0,000	141,878	0,000	-19,133	-1,859	1,200	0,000	Maximum
Tank Peak Proa	0%	89,804	0,000	87,614	0,000	40,091	0,000	1,492	0,000	Maximum
Tank Peak Diesel	40%	37,776	15,110	44,971	17,988	41,427	0,000	9,101	35,537	Maximum

Tank 1 Diesel e	100%	29,110	29,110	34,655	34,655	-21,753	3,859	3,524	0,000	Maximum
Tank 1 Diesel b	100%	29,110	29,110	34,655	34,655	-21,753	-3,859	3,524	0,000	Maximum
Tank 2 Diesel e	100%	9,486	9,486	11,293	11,293	-25,412	3,300	4,051	0,000	Maximum
Tank 2 Diesel b	100%	9,486	9,486	11,293	11,293	-25,412	-3,300	4,051	0,000	Maximum
Tank 4 Diesel b	0%	15,000	0,000	17,858	0,000	-35,023	-1,000	5,683	0,000	Maximum
Tank 3 Diesel e	0%	25,191	0,000	29,989	0,000	-30,088	1,246	3,000	0,000	Maximum
Tank 3 Diesel b	0%	25,191	0,000	29,989	0,000	-30,088	-1,246	3,000	0,000	Maximum
Tank 4 Diesel e	0%	15,000	0,000	17,858	0,000	-35,023	1,000	5,683	0,000	Maximum
Tank Fresh Water b	25%	32,117	8,029	32,117	8,029	-40,718	-3,198	7,268	25,605	Maximum
Tank Fresh Water e	25%	32,117	8,029	32,117	8,029	-40,718	3,198	7,268	25,605	Maximum
Tank001Lb	100%	14,829	14,829	14,467	14,467	30,011	-0,689	1,766	0,000	Maximum
Tank001Le	100%	14,829	14,829	14,467	14,467	30,011	0,689	1,766	0,000	Maximum
Tank002Lb	0%	21,383	0,000	20,862	0,000	14,499	-0,678	0,974	0,000	Maximum
Tank002Le	0%	21,383	0,000	20,862	0,000	14,499	0,678	0,974	0,000	Maximum
Tank003Lb	100%	32,996	32,996	32,192	32,192	9,301	-2,087	1,309	0,000	Maximum
Tank003Le	100%	32,996	32,996	32,192	32,192	9,301	2,087	1,309	0,000	Maximum
Tank004Lb	0%	43,638	0,000	42,574	0,000	-4,693	-1,429	0,579	0,000	Maximum
Tank004Le	0%	43,638	0,000	42,574	0,000	-4,693	1,429	0,579	0,000	Maximum
Tank005Lb	100%	54,431	54,431	53,103	53,103	-11,168	-2,383	0,889	0,000	Maximum
Tank005Le	100%	54,431	54,431	53,103	53,103	-11,168	2,383	0,889	0,000	Maximum
Total Loadcase			3689,629	3096,218	1533,608	0,548	0,000	6,410	86,747	
FS correction								0,024		
VCG fluid								6,434		

GRADO EN NAUTICA Y TRANSPORTE MARITIMO

TRABAJO FIN DE GRADO

***MODELIZACIÓN DEL CASCO DE DOS BUQUES
ATUNEROS EN 3D A PARTIR DE SUS PLANOS
DE FORMAS Y SU ANÁLISIS HIDRODINÁMICO-
HIDROSTÁTICO***

ANEXO 3- CRITERIOS DE ESTABILIDAD OLA PLANA

Alumno/Alumna: Blanco López Daniel

Director/Directora (1): Basterrechea Iribar Imanol

Curso: 2017-2018

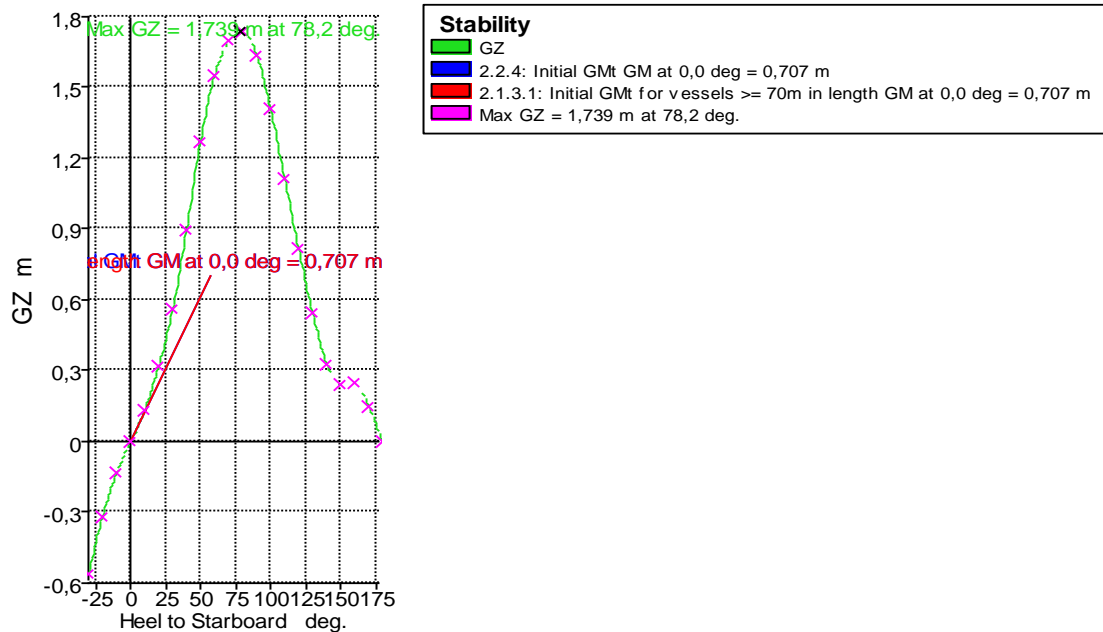
Fecha: Bilbao, 17 de julio 2018



BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO

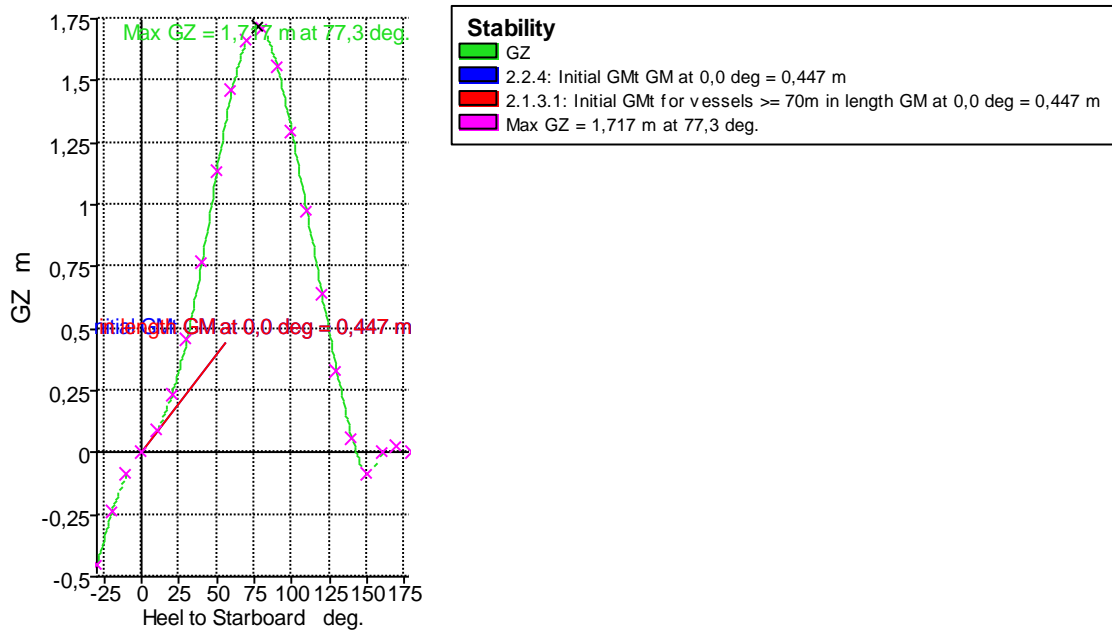
Modelo A Situación 1

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	7,1635	Pass	127,32
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	14,3511	Pass	178,31
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	7,1876	Pass	318,15
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,2	m	1,739	Pass	769,5
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25	deg	78,2	Pass	212,73
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0,15	m	0,707	Pass	371,33
2.1 Fishing vessels	2.1.3.1: Initial GMt for vessels >= 70m in length	0,15	m	0,707	Pass	371,33



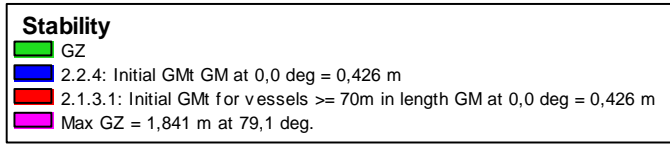
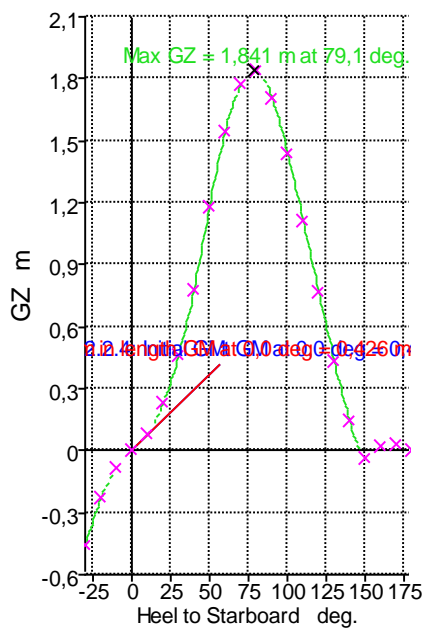
Modelo A Situación 2

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	5,3908	Pass	71,06
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	11,4313	Pass	121,68
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	6,0405	Pass	251,42
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,2	m	1,717	Pass	758,5
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25	deg	77,3	Pass	209,09
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0,15	m	0,447	Pass	198
2.1 Fishing vessels	2.1.3.1: Initial GMt for vessels >= 70m in length	0,15	m	0,447	Pass	198



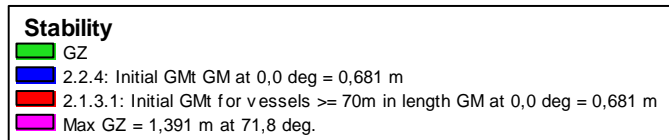
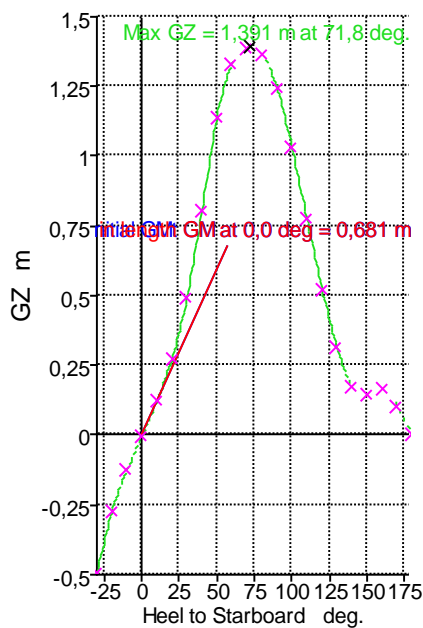
Modelo A Situación 3

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	5,2819	Pass	67,61
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	11,412	Pass	121,31
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	6,1302	Pass	256,63
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,2	m	1,841	Pass	820,5
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25	deg	79,1	Pass	216,36
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0,15	m	0,426	Pass	184
2.1 Fishing vessels	2.1.3.1: Initial GMt for vessels >= 70m in length	0,15	m	0,426	Pass	184



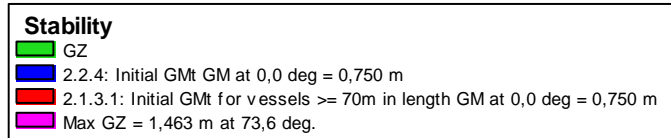
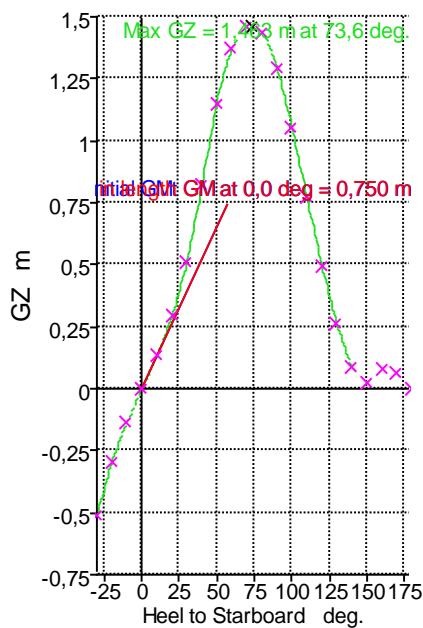
Modelo B Situación 1

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	6,3053	Pass	100,08
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	12,7185	Pass	146,65
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	6,4133	Pass	273,1
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,2	m	1,391	Pass	595,5
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25	deg	71,8	Pass	187,27
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0,15	m	0,681	Pass	354
2.1 Fishing vessels	2.1.3.1: Initial GMt for vessels >= 70m in length	0,15	m	0,681	Pass	354



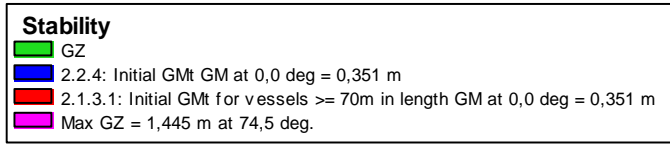
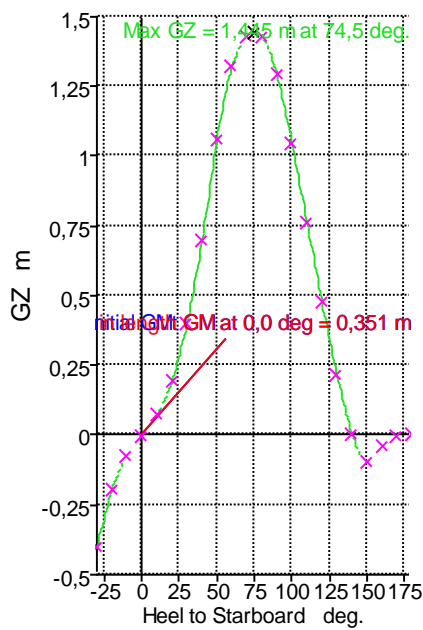
Modelo B Situación 2

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	6,7385	Pass	113,83
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	13,3605	Pass	159,1
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	6,622	Pass	285,25
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,2	m	1,463	Pass	631,5
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25	deg	73,6	Pass	194,54
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0,15	m	0,75	Pass	400
2.1 Fishing vessels	2.1.3.1: Initial GMt for vessels >= 70m in length	0,15	m	0,75	Pass	400



Modelo B Situación 3

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	4,5269	Pass	43,65
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	9,9175	Pass	92,33
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	5,3906	Pass	213,61
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,2	m	1,445	Pass	622,5
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25	deg	74,5	Pass	198,18
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0,15	m	0,351	Pass	134
2.1 Fishing vessels	2.1.3.1: Initial GMt for vessels >= 70m in length	0,15	m	0,351	Pass	134



GRADO EN NAUTICA Y TRANSPORTE MARITIMO

TRABAJO FIN DE GRADO

***MODELIZACIÓN DEL CASCO DE DOS BUQUES
ATUNEROS EN 3D A PARTIR DE SUS PLANOS
DE FORMAS Y SU ANÁLISIS HIDRODINÁMICO-
HIDROSTÁTICO***

ANEXO 4- CRITERIOS DE ESTABILIDAD OLA TROCOIDAL

Alumno/Alumna: Blanco López Daniel

Director/Directora (1): Basterrechea Iribar Imanol

Curso: 2017-2018

Fecha: Bilbao, 17 de julio 2018

Modelo A Situación 1

Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	100,0	110,0	120,0	130,0	140,0	150,0	160,0	170,0	180,0
GZ m	-0,499	-0,259	-0,109	0,000	0,109	0,259	0,499	0,809	1,114	1,365	1,487	1,457	1,296	1,042	0,737	0,427	0,170	0,040	-0,011	-0,038	-0,015	0,000
Area under GZ curve from zero heel m.deg	6,0478	2,3093	0,5332	0,0000	0,5318	2,3143	6,0278	12,5394	22,1775	34,6522	49,0398	63,8806	77,7366	89,4856	98,4063	104,2159	107,1180	108,0654	108,1774	107,8998	107,6141	107,5517
Displacement t	5333	5333	5333	5333	5333	5333	5333	5333	5333	5333	5333	5332	5332	5332	5332	5332	5332	5332	5333	5333	5333	5333
Draft at FP m	6,922	6,966	6,981	6,985	6,982	6,968	6,926	6,859	6,747	6,507	5,594	2,107	n/a	-17,709	-14,082	-12,969	-12,499	-12,324	-12,288	-12,315	-12,362	-12,413
Draft at AP m	5,014	5,401	5,621	5,692	5,620	5,400	5,011	4,453	3,728	2,602	0,553	-5,351	n/a	-17,338	-11,522	-9,568	-8,610	-8,089	-7,779	-7,599	-7,536	-7,502
WL Length m	97,338	92,750	92,661	92,319	92,655	92,743	97,307	101,848	102,352	102,779	103,460	104,296	105,844	106,434	106,278	105,383	103,427	100,782	100,705	100,779	100,871	100,960
Beam max extents on WL m	18,313	17,016	16,271	16,032	16,271	17,016	18,313	18,172	17,146	16,477	15,220	14,427	14,133	14,299	14,976	15,851	17,109	18,829	17,869	16,862	16,212	15,992
Wetted Area m ²	1649,278	1643,323	1640,343	1638,666	1640,359	1643,353	1649,345	1678,359	1711,817	1726,015	1737,574	1765,806	1789,758	1812,592	1835,255	1859,717	1889,842	1933,762	1989,872	2059,203	2137,186	2163,706
Waterpl. Area m ²	1067,732	1005,907	966,204	953,280	966,204	1005,913	1067,754	1096,011	1105,417	1071,667	1014,211	974,529	950,024	946,662	965,406	1008,428	1080,224	1172,489	1225,407	1297,232	1362,479	1363,963
Prismatic coeff. (Cp)	0,399	0,421	0,423	0,425	0,423	0,421	0,399	0,386	0,393	0,403	0,411	0,417	0,418	0,421	0,426	0,431	0,440	0,453	0,461	0,470	0,478	0,481
Block coeff. (Cb)	0,281	0,330	0,368	0,404	0,368	0,330	0,281	0,265	0,278	0,291	0,324	0,358	0,373	0,336	0,303	0,281	0,265	0,255	0,285	0,332	0,395	0,480
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	0,466	0,464	0,461	0,460	0,462	0,466	0,472	0,479	0,483	0,488	0,484	0,474	0,455	0,428	0,393	0,354	0,315	0,276	0,252	0,225	0,210	0,201
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	1,999	2,200	2,347	2,412	2,348	2,201	2,003	2,067	2,280	2,006	1,594	1,748	2,026	2,214	2,247	2,147	1,935	1,630	1,208	0,526	0,910	1,256
Max deck inclination deg	30,0144	20,0181	10,0310	0,7639	10,0310	20,0182	30,0145	40,0123	50,0096	60,0067	70,0033	80,0009	90,0000	100,0000	109,9991	119,9949	129,9840	139,9618	149,9197	159,8365	169,6176	177,1007
Trim angle (+ve by stern) deg	-1,1272	-0,9247	-0,8037	-0,7639	-0,8047	-0,9266	-1,1317	-1,4214	-1,7832	-2,3065	-2,9763	-4,3981	n/a	0,2191	1,5125	2,0088	2,2971	2,5010	2,6624	2,7844	2,8493	2,8993

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	6,0278	Pass	+91,28
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	12,5394	Pass	+143,17
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	6,5115	Pass	+278,82
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	1,494	Pass	+647,00
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	72,7	Pass	+190,91
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMT	0,150	m	0,590	Pass	+293,33
2.1 Fishing vessels	2.1.3.1: Initial GMT for vessels >= 70m in length	0,150	m	0,590	Pass	+293,33

Modelo A Situación 2

Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	100,0	110,0	120,0	130,0	140,0	150,0	160,0	170,0	180,0	
GZ m	-0,411	-0,191	-0,071	0,000	0,071	0,191	0,411	0,752	1,088	1,329	1,414	1,342	1,144	0,858	0,525	0,191	-0,088	-0,241	-0,257	-0,230	-0,127	0,000	
Area under GZ curve from zero heel m.deg	4,5221	1,5736	0,3390	0,0000	0,3363	1,5837	4,4822	10,2419	19,4912	31,6861	45,5387	59,4341	71,9525	82,0188	88,9553	92,5185	92,9616	91,1889	88,6304	86,1503	84,3146	83,6798	
Displacement t	4657	4657	4657	4657	4657	4657	4657	4657	4657	4657	4657	4657	4657	4657	4657	4657	4657	4657	4657	4657	4657	4657	4657
Draft at FP m	5,440	5,546	5,592	5,606	5,593	5,548	5,441	5,219	4,732	3,732	1,446	-6,033	n/a	-25,520	-17,900	-15,451	-14,307	-13,726	-13,459	-13,320	-13,222	-13,164	
Draft at AP m	5,085	5,448	5,651	5,717	5,650	5,445	5,084	4,533	3,856	2,833	0,798	-5,161	n/a	-17,597	-11,713	-9,713	-8,716	-8,168	-7,868	-7,704	-7,680	-7,705	
WL Length m	99,126	94,747	94,941	95,016	94,939	94,743	99,119	103,469	103,631	103,394	101,554	100,253	103,515	105,252	106,207	106,523	106,023	104,389	102,674	102,469	102,312	102,208	
Beam max extents on WL m	18,299	16,998	16,263	16,026	16,263	16,998	18,299	18,404	17,600	16,385	15,128	14,365	14,095	14,294	14,818	15,504	16,908	19,161	18,042	16,921	16,233	16,006	
Wetted Area m ²	1485,949	1484,919	1482,532	1481,022	1482,564	1484,985	1485,972	1495,358	1513,412	1535,522	1561,114	1590,416	1616,558	1641,130	1664,920	1690,418	1721,193	1764,471	1811,870	1866,400	1924,462	1925,127	
Waterpl. Area m ²	1015,312	957,361	920,497	907,644	920,516	957,407	1015,332	1043,312	1028,225	989,301	941,936	908,100	888,003	886,447	904,506	944,218	1007,734	1097,002	1154,637	1220,510	1278,459	1277,858	
Prismatic coeff. (Cp)	0,372	0,391	0,392	0,391	0,392	0,391	0,372	0,358	0,366	0,377	0,394	0,409	0,404	0,403	0,404	0,406	0,411	0,420	0,430	0,437	0,443	0,445	
Block coeff. (Cb)	0,255	0,301	0,337	0,372	0,337	0,301	0,255	0,237	0,247	0,270	0,310	0,351	0,361	0,318	0,286	0,263	0,241	0,222	0,255	0,301	0,361	0,444	
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	-0,921	-0,932	-0,936	-0,936	-0,934	-0,928	-0,920	-0,913	-0,915	-0,920	-0,928	-0,943	-0,967	-0,997	-1,034	-1,072	-1,110	-1,143	-1,172	-1,181	-1,194	-1,178	
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	0,590	1,009	1,305	1,414	1,306	1,013	0,592	-0,066	-0,677	-0,762	-0,662	-0,389	0,029	0,311	0,422	0,395	0,229	-0,089	-0,615	-1,526	-1,911	-1,710	
Max deck inclination deg	30,0005	20,0001	10,0001	0,0658	10,0001	20,0001	30,0005	40,0010	50,0008	60,0004	70,0001	80,0000	90,0000	99,9990	109,9950	119,9855	129,9670	139,9343	149,8767	159,7686	169,4988	176,7780	
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,2101	-0,0578	0,0352	0,0658	0,0337	-0,0609	-0,2113	-0,4052	-0,5177	-0,5314	-0,3831	0,5152	n/a	4,6715	3,6515	3,3867	3,3004	3,2810	3,3004	3,3149	3,2716	3,2220	

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	4,4822	Pass	+42,23
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	10,2419	Pass	+98,62
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	5,7596	Pass	+235,08
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	1,414	Pass	+607,00
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	70,0	Pass	+180,00
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0,150	m	0,362	Pass	+141,33
2.1 Fishing vessels	2.1.3.1: Initial GMt for vessels >= 70m in length	0,150	m	0,362	Pass	+141,33

Modelo A Situación 3

Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	100,0	110,0	120,0	130,0	140,0	150,0	160,0	170,0	180,0	
GZ m	-0,436	-0,205	-0,078	0,000	0,078	0,205	0,436	0,794	1,157	1,419	1,519	1,461	1,275	0,994	0,659	0,317	0,024	-0,148	-0,181	-0,181	-0,113	0,000	
Area under GZ curve from zero heel m.deg	4,8603	1,7154	0,3734	0,0000	0,3707	1,7260	4,8199	10,9004	20,7046	33,7055	48,5371	63,5598	77,3366	88,7457	97,0368	101,9010	103,5361	102,7880	101,0718	99,2256	97,6965	97,1148	
Displacement t	4610	4610	4610	4610	4610	4610	4610	4610	4610	4610	4610	4610	4610	4610	4610	4610	4610	4610	4610	4610	4610	4610	4610
Draft at FP m	6,214	6,286	6,323	6,336	6,324	6,287	6,211	6,071	5,818	5,166	3,503	-2,134	n/a	-21,837	-16,110	-14,300	-13,480	-13,097	-12,961	-12,928	-12,907	-12,883	
Draft at AP m	4,163	4,552	4,756	4,820	4,756	4,551	4,166	3,532	2,613	1,199	-1,570	-9,717	n/a	-22,048	-13,893	-11,119	-9,724	-8,929	-8,465	-8,171	-8,059	-8,063	
WL Length m	93,638	93,652	93,697	93,715	93,695	93,649	93,642	99,154	102,724	103,509	103,509	102,615	104,915	106,070	106,494	106,140	104,956	102,260	101,728	101,721	101,710	101,629	
Beam max extents on WL m	18,281	16,993	16,260	16,024	16,260	16,993	18,281	18,359	17,488	16,413	15,156	14,384	14,105	14,294	14,847	15,531	16,883	19,081	18,065	16,928	16,235	16,007	
Wetted Area m ²	1494,934	1493,133	1490,443	1489,086	1490,459	1493,168	1494,860	1508,113	1519,327	1526,732	1549,910	1582,889	1612,236	1638,054	1663,179	1689,610	1721,079	1765,018	1814,144	1873,603	1954,683	2036,451	
Waterpl. Area m ²	1023,544	965,075	926,735	913,412	926,742	965,091	1023,510	1062,188	1042,943	990,581	942,735	912,802	896,036	895,368	913,835	953,534	1016,640	1105,353	1163,835	1226,638	1303,227	1377,378	
Prismatic coeff. (Cp)	0,395	0,397	0,398	0,399	0,398	0,397	0,395	0,374	0,369	0,376	0,386	0,399	0,398	0,400	0,404	0,409	0,417	0,430	0,435	0,440	0,445	0,447	
Block coeff. (Cb)	0,271	0,305	0,342	0,377	0,342	0,305	0,271	0,248	0,250	0,269	0,303	0,342	0,355	0,315	0,284	0,263	0,244	0,227	0,257	0,302	0,362	0,447	
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	0,359	0,346	0,344	0,344	0,345	0,349	0,354	0,361	0,367	0,366	0,361	0,348	0,328	0,300	0,264	0,223	0,181	0,140	0,113	0,085	0,062	0,067	
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	1,825	2,041	2,278	2,373	2,278	2,043	1,821	1,728	1,622	1,193	1,189	1,231	1,412	1,580	1,650	1,583	1,379	1,059	0,631	0,011	-0,235	2,489	
Max deck inclination deg	30,0166	20,0222	10,0411	0,8957	10,0411	20,0223	30,0165	40,0137	50,0108	60,0069	70,0033	80,0009	90,0000	100,0000	109,9994	119,9956	129,9851	139,9630	149,9202	159,8336	169,6142	177,1543	
Trim angle (+ve by stern) deg	-1,2120	-1,0242	-0,9258	-0,8957	-0,9267	-1,0262	-1,2083	-1,4999	-1,8933	-2,3429	-2,9946	-4,4719	n/a	-0,1245	1,3098	1,8788	2,2181	2,4616	2,6551	2,8088	2,8623	2,8457	

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	4,8199	Pass	+52,95
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	10,9004	Pass	+111,39
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	6,0805	Pass	+253,75
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	1,520	Pass	+660,00
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	70,9	Pass	+183,64
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0,150	m	0,402	Pass	+168,00
2.1 Fishing vessels	2.1.3.1: Initial GMt for vessels >= 70m in length	0,150	m	0,402	Pass	+168,00

Modelo B Situación 1

Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	100,0	110,0	120,0	130,0	140,0	150,0	160,0	170,0	180,0	
GZ m	-0,440	-0,225	-0,091	0,000	0,091	0,225	0,440	0,674	0,910	1,102	1,184	1,129	0,964	0,725	0,451	0,179	-0,038	-0,135	-0,155	-0,127	-0,060	0,000	
Area under GZ curve from zero heel m.deg	5,2405	1,9641	0,4431	0,0000	0,4432	1,9641	5,2411	10,8085	18,7401	28,8665	40,4081	52,0792	62,6203	71,1119	77,0064	80,1373	80,7661	79,8126	78,3184	76,8670	75,9157	75,6245	
Displacement t	4203	4203	4203	4203	4203	4203	4203	4203	4203	4203	4203	4203	4203	4203	4203	4203	4203	4203	4203	4203	4203	4203	4203
Draft at FP m	6,710	6,735	6,754	6,759	6,755	6,736	6,706	6,702	6,701	6,650	6,249	4,381	n/a	-13,572	-11,606	-11,086	-10,941	-10,974	-11,076	-11,170	-11,250	-11,308	
Draft at AP m	4,602	4,934	5,106	5,159	5,106	4,933	4,607	4,157	3,544	2,561	0,681	-4,685	n/a	-15,620	-10,326	-8,502	-7,573	-7,032	-6,683	-6,499	-6,432	-6,390	
WL Length m	89,598	85,110	80,894	80,695	80,887	85,099	89,628	90,922	91,655	92,304	93,038	94,217	95,357	95,662	94,961	93,795	91,587	89,938	90,076	90,237	88,483	87,608	
Beam max extents on WL m	16,859	15,665	14,951	14,703	14,951	15,665	16,859	16,533	15,798	14,851	13,721	13,076	12,864	13,048	13,661	14,708	15,793	17,187	16,322	15,568	14,930	14,757	
Wetted Area m ²	1366,271	1355,296	1353,271	1352,567	1353,358	1355,313	1366,203	1395,828	1426,940	1447,265	1463,499	1483,717	1504,094	1523,831	1542,481	1561,233	1583,373	1616,034	1660,627	1716,149	1768,037	1786,787	
Waterpl. Area m ²	881,738	840,826	805,767	793,703	805,787	840,828	881,722	895,135	904,665	880,149	833,863	795,749	775,794	774,464	791,757	829,647	892,596	969,064	1022,732	1082,075	1128,559	1139,189	
Prismatic coeff. (Cp)	0,398	0,421	0,445	0,447	0,446	0,421	0,398	0,397	0,403	0,412	0,420	0,424	0,425	0,428	0,434	0,439	0,448	0,454	0,459	0,469	0,488	0,496	
Block coeff. (Cb)	0,282	0,332	0,388	0,426	0,388	0,332	0,282	0,277	0,285	0,303	0,334	0,361	0,376	0,339	0,309	0,283	0,271	0,261	0,291	0,334	0,405	0,493	
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	0,179	0,167	0,165	0,165	0,166	0,168	0,172	0,178	0,183	0,188	0,188	0,181	0,166	0,143	0,112	0,075	0,034	-0,008	-0,050	-0,067	-0,082	-0,090	
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	1,469	1,541	1,643	1,686	1,643	1,542	1,464	1,681	1,901	1,602	1,211	1,395	1,570	1,603	1,489	1,250	0,914	0,543	0,004	-0,459	0,185	0,883	
Max deck inclination deg	30,0219	20,0298	10,0565	1,0553	10,0566	20,0299	30,0217	40,0172	50,0131	60,0092	70,0050	80,0017	90,0000	99,9999	109,9997	119,9963	129,9851	139,9588	149,9051	159,8003	169,5272	176,7592	
Trim angle (+ve by stern) deg	-1,3905	-1,1874	-1,0867	-1,0553	-1,0872	-1,1887	-1,3841	-1,6788	-2,0814	-2,6951	-3,6681	-5,9588	n/a	-1,3508	0,8448	1,7037	2,2203	2,5986	2,8956	3,0783	3,1752	3,2408	

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	5,2411	Pass	+66,31
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	10,8085	Pass	+109,60
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	5,5674	Pass	+223,89
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	1,184	Pass	+492,00
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	70,9	Pass	+183,64
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0,150	m	0,485	Pass	+223,33
2.1 Fishing vessels	2.1.3.1: Initial GMt for vessels >= 70m in length	0,150	m	0,485	Pass	+223,33

Modelo B Situación 2

Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	100,0	110,0	120,0	130,0	140,0	150,0	160,0	170,0	180,0
GZ m	-0,462	-0,232	-0,095	0,000	0,095	0,232	0,462	0,729	0,982	1,173	1,239	1,162	0,973	0,710	0,412	0,118	-0,120	-0,235	-0,247	-0,201	-0,103	0,000
Area under GZ curve from zero heel m.deg	5,4428	2,0261	0,4591	0,0000	0,4586	2,0280	5,4352	11,3829	19,9658	30,8183	42,9983	55,1114	65,8586	74,3187	79,9445	82,5755	82,4850	80,6061	78,1372	75,8481	74,2992	73,7865
Displacement t	3934	3934	3934	3934	3934	3934	3934	3934	3934	3934	3934	3934	3934	3934	3934	3934	3934	3934	3934	3934	3934	3934
Draft at FP m	5,634	5,699	5,730	5,738	5,731	5,701	5,636	5,550	5,348	4,818	3,491	-1,148	n/a	-19,061	-14,318	-12,861	-12,235	-11,972	-11,886	-11,845	-11,817	-11,806
Draft at AP m	5,020	5,337	5,504	5,555	5,503	5,335	5,018	4,574	4,013	3,193	1,589	-2,928	n/a	-13,952	-9,515	-7,976	-7,191	-6,747	-6,479	-6,361	-6,346	-6,341
WL Length m	92,497	89,792	84,450	84,219	84,448	89,781	92,493	93,021	93,330	93,457	93,247	92,049	94,124	95,193	95,805	95,265	94,236	92,046	91,592	91,420	89,198	88,284
Beam max extents on WL m	16,921	15,661	14,953	14,705	14,953	15,661	16,921	16,748	16,082	14,875	13,709	13,067	12,857	13,042	13,655	14,537	15,428	17,311	16,442	15,597	14,931	14,756
Wetted Area m ²	1288,490	1281,587	1279,281	1278,526	1279,373	1281,624	1288,500	1315,317	1340,314	1365,714	1388,034	1406,743	1426,442	1445,656	1464,514	1483,915	1506,506	1539,185	1580,457	1628,670	1664,741	1669,244
Waterpl. Area m ²	867,875	820,541	786,475	775,488	786,503	820,559	867,892	874,806	868,665	842,816	800,976	763,204	744,682	744,024	761,230	798,017	858,210	936,821	991,809	1049,275	1086,241	1096,816
Prismatic coeff. (Cp)	0,374	0,388	0,414	0,416	0,414	0,388	0,374	0,376	0,383	0,394	0,406	0,421	0,418	0,418	0,418	0,421	0,424	0,432	0,440	0,450	0,469	0,476
Block coeff. (Cb)	0,262	0,303	0,359	0,397	0,360	0,304	0,262	0,256	0,263	0,287	0,321	0,357	0,370	0,331	0,296	0,272	0,259	0,243	0,273	0,316	0,387	0,473
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	-0,983	-0,990	-0,993	-0,993	-0,991	-0,987	-0,981	-0,974	-0,971	-0,972	-0,977	-0,988	-1,008	-1,035	-1,069	-1,106	-1,145	-1,183	-1,217	-1,229	-1,246	-1,246
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	0,435	0,705	0,891	0,964	0,892	0,707	0,437	0,287	-0,256	-0,622	-0,465	-0,062	0,187	0,265	0,202	0,019	-0,272	-0,642	-1,219	-1,896	-1,638	-1,054
Max deck inclination deg	30,0019	20,0012	10,0011	0,1210	10,0011	20,0012	30,0019	40,0025	50,0023	60,0014	70,0006	80,0001	90,0000	99,9995	109,9963	119,9869	129,9665	139,9277	149,8564	159,7254	169,3948	176,3997
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,4051	-0,2388	-0,1492	-0,1210	-0,1503	-0,2411	-0,4073	-0,6440	-0,8804	-1,0720	-1,2544	-1,1741	n/a	3,3659	3,1657	3,2191	3,3236	3,4426	3,5621	3,6131	3,6040	3,6003

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	5,4352	Pass	+72,48
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	11,3828	Pass	+120,74
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	5,9476	Pass	+246,01
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	1,239	Pass	+519,50
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	69,1	Pass	+176,36
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0,150	m	0,503	Pass	+235,33
2.1 Fishing vessels	2.1.3.1: Initial GMt for vessels >= 70m in length	0,150	m	0,503	Pass	+235,33

Modelo B Situación 3

Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	100,0	110,0	120,0	130,0	140,0	150,0	160,0	170,0	180,0	
GZ m	-0,370	-0,167	-0,061	0,000	0,061	0,167	0,370	0,647	0,913	1,109	1,171	1,097	0,916	0,658	0,361	0,066	-0,176	-0,298	-0,301	-0,254	-0,142	0,000	
Area under GZ curve from zero heel m.deg	3,9901	1,3643	0,2932	0,0000	0,2918	1,3700	3,9686	9,0271	16,8667	27,0654	38,5825	50,0223	60,1611	68,0772	73,1877	75,3027	74,6749	72,1907	69,1306	66,3076	64,2803	63,5617	
Displacement t	3690	3690	3690	3690	3690	3690	3690	3690	3690	3690	3690	3690	3690	3690	3690	3690	3690	3690	3690	3690	3690	3690	3690
Draft at FP m	6,443	6,482	6,506	6,517	6,506	6,483	6,442	6,408	6,359	6,157	5,356	2,424	n/a	-15,578	-12,624	-11,773	-11,460	-11,395	-11,455	-11,534	-11,577	-11,589	
Draft at AP m	3,513	3,866	4,040	4,088	4,040	3,865	3,514	2,933	2,069	0,642	-2,102	-10,236	n/a	-21,317	-13,129	-10,305	-8,851	-7,992	-7,457	-7,138	-7,018	-6,999	
WL Length m	84,760	81,485	81,377	81,336	81,377	81,482	84,768	89,715	91,375	92,309	93,132	93,689	95,105	95,777	95,258	94,325	92,652	90,646	90,669	90,804	90,893	90,921	
Beam max extents on WL m	16,950	15,650	14,956	14,726	14,956	15,650	16,950	16,836	16,034	14,880	13,714	13,069	12,857	13,042	13,653	14,485	15,371	17,526	16,593	15,620	14,939	14,749	
Wetted Area m ²	1249,880	1248,744	1248,620	1248,799	1248,620	1248,759	1249,862	1268,498	1288,495	1299,825	1322,100	1350,692	1374,206	1395,155	1414,744	1434,290	1457,372	1491,745	1533,629	1584,977	1645,597	1692,247	
Waterpl. Area m ²	861,170	811,847	781,268	771,901	781,268	811,850	861,167	873,612	865,802	824,523	784,809	760,943	746,536	746,624	763,141	798,082	854,356	931,601	980,665	1035,428	1096,632	1139,889	
Prismatic coeff. (Cp)	0,403	0,423	0,426	0,427	0,426	0,423	0,403	0,383	0,384	0,391	0,398	0,405	0,406	0,409	0,414	0,420	0,427	0,435	0,437	0,443	0,449	0,452	
Block coeff. (Cb)	0,278	0,327	0,366	0,403	0,366	0,327	0,278	0,258	0,263	0,283	0,314	0,344	0,357	0,320	0,289	0,267	0,255	0,235	0,264	0,307	0,368	0,449	
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	0,623	0,617	0,617	0,623	0,617	0,619	0,622	0,628	0,635	0,643	0,637	0,629	0,615	0,589	0,555	0,514	0,468	0,420	0,387	0,358	0,344	0,342	
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	1,855	1,830	1,818	1,824	1,818	1,831	1,854	2,112	2,570	2,145	1,701	1,390	1,364	1,358	1,244	1,022	0,731	0,422	0,100	-0,324	-0,266	1,887	
Max deck inclination deg	30,0423	20,0629	10,1261	1,6015	10,1261	20,0630	30,0423	40,0320	50,0242	60,0167	70,0090	80,0032	90,0000	99,9993	110,0000	119,9988	129,9910	139,9693	149,9213	159,8231	169,5757	176,9748	
Trim angle (+ve by stern) deg	-1,9324	-1,7253	-1,6262	-1,6015	-1,6262	-1,7263	-1,9311	-2,2908	-2,8276	-3,6332	-4,9077	-8,2934	n/a	-3,7799	-0,3333	0,9682	1,7208	2,2437	2,6358	2,8969	3,0046	3,0252	

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	3,9686	Pass	+25,94
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	9,0271	Pass	+75,06
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	5,0585	Pass	+194,29
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	1,171	Pass	+485,50
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	69,1	Pass	+176,36
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0,150	m	0,316	Pass	+110,67
2.1 Fishing vessels	2.1.3.1: Initial GMt for vessels >= 70m in length	0,150	m	0,316	Pass	+110,67

errian ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO