



Escola Politécnica
Superior de Ferrol

CUADERNO 4: CÁLCULOS DE ARQUITECTURA NAVAL

FAST FERRY CATAMARÁN 950 PAX Y 250 COCHES

Trabajo de fin de grado 14-03

Escuela politécnica superior - Universidade da coruña.



Escola Politécnica Superior



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Carlos Fernández Baldomir

c.faldomir@udc.es baldomirr@gmail.com (+34)618477004

RPA:



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

ANTEPROYECTO Y PROYECTO FIN DE CARRERA

CURSO 2.013-2014

PROYECTO NÚMERO 14-03

TIPO DE BUQUE: Fast-Ferry catamarán de 950 pax. y 250 vehículos.

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: DNV, MARPOL, COLREG, ILO, CODIGO DE BUQUES DE ALTA VELOCIDAD.

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 950 pasajeros y 250 vehículos.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 38kn al 100% MCR y 10% Margen de mar.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: 2 rampas para vehículos a popa.

PROPULSIÓN: 4 Waterjets, planta propulsora dual LNG-DIESEL.

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 30 tripulantes, 950 pasajeros.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Dos propulsores de proa (uno en cada casco).

Ferrol, Febrero de 2.014

ALUMNO: D Carlos Fernández Baldomir.

Contenido

RPA:.....	1
Presentación	4
Definición del compartimentado	5
Situación de los mamparos estancos	5
Cálculo de los consumos.....	9
Consumo de combustible	9
Consumo de aceite	13
Consumo de auxiliares.....	13
Consumo de agua dulce	13
Capacidad del tanque de agua de deshecho.....	14
Capacidad del tanque de lodos y sedimentos.....	14
Capacidad total de los tanques	14
Definición de los tanques y compartimentos.....	15
Cámara de Waterjets.....	15
Cámara de máquinas	15
Tanques de LNG.....	17
Tanques de diésel	18
Tanques de agua dulce y agua de deshecho	18
Tanque de aceite	19
Tanque de lodos	19
Local de propulsores de proa	19
Tabla de capacidades final.....	19
Plano de compartimentos y tanques	20
Zona estanca y puntos de inundación progresiva	21
Planos de zona estanca y justificación	21
Definición de los puntos de inundación progresiva	22
Tablas de características hidrostáticas	23
Anexos	24
Anexo 1: plano de tanques.....	24
Anexo 2: Definición del compartimentado.....	26
Anexo 3: Tabla de características y centros de gravedad de los tanques.....	27
Anexo 4: Tablas hidrostáticas	51

Anexo 5: Curvas de KN..... 59

Presentación

En este cuaderno se van a definir el compartimentado del buque proyecto y se realizarán los cálculos de arquitectura naval.

Se colocarán los mamparos estancos y se definirán los tanques, su capacidad y su localización y se obtendrá un plano con la disposición de tanques en la zona estanca del buque. También se definirán los puntos de inundación progresiva, y se harán los cálculos de arquitectura naval.

Las características principales del buque son:

B(m)	26,3
Lpp (m)	83,16
Loa (m)	92,4
Bcasco (m)	5,5
T (m)	4
D (m)	7,65
BHP (Kw)	32000
CB	0,6
CM	0,909
CP	0,68
Δ (t)	2082
Fn	0,66
Autonomía (millas)	1200

Definición del compartimentado

El objetivo del compartimentado es garantizar la seguridad del buque frente a averías.

Al ser un ferry, el buque cuenta con una cubierta de carga rodada que, por cuestiones prácticas, no puede ser atravesada por mamparos estancos transversales, ya que haría imposible la circulación de vehículos en su interior. Debido a ello, los mamparos verticales solo pueden llegar hasta esa cubierta, situada a 7,65 metros sobre la línea de base. Por lo tanto, dicha cubierta será considerada como la cubierta estanca más alta.

Situación de los mamparos estancos

Para conocer la separación mínima entre mamparos transversales es necesario acudir al SOLAS, al capítulo II-1:

“CAPÍTULO II-1: CONSTRUCCIÓN - ESTRUCTURA, COMPARTIMENTADO Y ESTABILIDAD, INSTALACIONES DE MÁQUINAS E INSTALACIONES ELÉCTRICAS”.

El SOLAS define, para el cálculo de eslora inundable, una grieta de extensión igual al menor de los siguientes dos resultados:

- 3% LFW + 3m
- 11m

La eslora en la flotación del buque a proyectar es de 83,16 metros, por lo tanto:

$$83 * \frac{3}{100} + 3 = 5,49m$$

Como $5,49m < 11 m$, se escoge como extensión de la grieta el valor de **5,49m**, por lo que se buscará que la distancia entre mamparos no sea menor a 5,49 m y que esta coincida con la posición de las cuadernas.

Debido a que la cámara de máquinas necesita un mayor espacio, no será posible distribuir los mamparos de forma equidistante. Para calcular la situación de los mamparos transversales en la cámara de máquinas se hará en función de las dimensiones de los equipos instalados, haciendo coincidir los mamparos con la posición de las cuadernas.

Para la colocación del mamparo de colisión y la altura del doble fondo es necesario saber si el buque es considerado una nave de gran velocidad y así aplicar el reglamento correspondiente.

El capítulo 10 del SOLAS: Se define nave de gran velocidad como:

“Nave de gran velocidad: nave capaz de desarrollar una velocidad máxima en metros por segundo (m/s) igual o superior a:

$$3,7 * \nabla^{0,1667}$$

Donde:

∇ = desplazamiento correspondiente a la flotación de proyecto (m³)”

De forma que, para el buque a proyectar:

$$3,7 * 2246^{0,1667} = 13,39 \text{ m/s}$$

La velocidad máxima del buque es de 38 nudos, lo que es equivalente a 19 m/s. Por lo tanto, el buque a proyectar es considerado como nave de gran velocidad por el SOLAS.

Es necesario, entonces, para el cálculo del doble fondo y del mamparo de colisión, ceñirse al DNV para embarcaciones ligeras de alta velocidad:

- Pt 03. Ch 1. Section 1 B200:

<p>B 200 Transverse watertight bulkheads</p> <p>201 At least the following transverse watertight bulkheads shall be fitted in all craft:</p> <ul style="list-style-type: none"> — a collision bulkhead — a bulkhead at each end of the machinery space(s). <p>202 The watertight bulkheads are in general to extend to the freeboard deck. Afterpeak bulkheads may, however, terminate at the first watertight deck above the waterline at draught T.</p> <p>203 For craft with two continuous decks and a large freeboard to the uppermost deck, the following applies:</p> <ul style="list-style-type: none"> — when the draught is less than the depth to the second deck, only the collision bulkhead need extend to the uppermost continuous deck. The remaining bulkheads may terminate at the second deck — when the draught is greater than the depth to the second deck, the machinery bulkheads, with the exception of afterpeak bulkhead, shall extend watertight to the uppermost continuous deck. <p>204 In craft with a raised quarter deck, the watertight bulkheads within the quarter deck region shall extend to this deck.</p> <p>205 For craft with the additional class notation Yacht and Patrol alternative arrangements may be accepted based on special considerations.</p>
--

La norma obliga a tener un mamparo de colisión y dos mamparos estancos al principio y al final de la cámara de máquinas. Los mamparos tienen que llegar hasta la cubierta estanca.

Se dispondrán mamparos transversales estancos que abarquen toda la manga del patín a proa y a popa de la cámara de máquinas.

- Pt 03. Ch 1. Section 1 B300:

B 300 Position of collision bulkhead

301 The distance x_c from the forward perpendicular to the collision bulkhead shall be taken between the following limits:

$x_c(\text{minimum}) = 0.05 L$ (m)
 $x_c(\text{maximum}) = 3.0 + 0.05 L$ (m)
 L = length in m on design waterline.

An increase of the maximum distance given above may be acceptable upon consideration in each case, provided a floatability and stability calculation shows that, with the craft fully loaded to summer draught on even keel, flooding of the space forward of the collision bulkhead will not result in any other compartments being flooded, nor in an unacceptable loss of stability.

302 Minor steps or recesses in the collision bulkhead may be accepted, provided the requirements to minimum and maximum distances from the forward perpendicular are complied with.

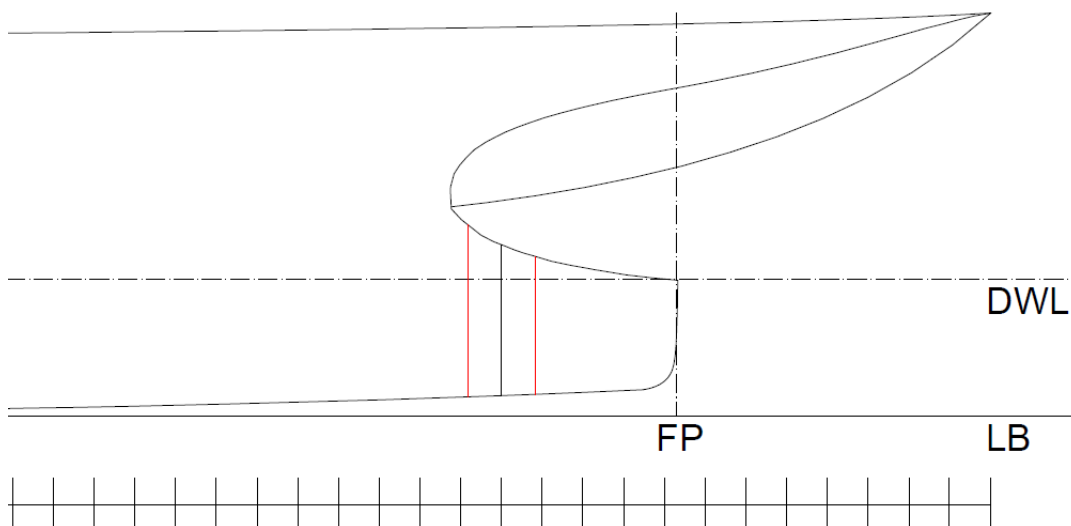
303 For craft having complete or long forward superstructures, the collision bulkhead shall extend to the next deck above freeboard deck. The extension need not be fitted directly over the bulkhead below, provided the requirements to distances from the forward perpendicular are complied with, and the part of the freeboard deck

Para la colocación del mamparo de colisión debe guardarse una distancia con la perpendicular de proa entre los valores que se calculan a continuación:

$$x_c(\text{minimum}) = 0,05 * 83,16 = 4,158m$$

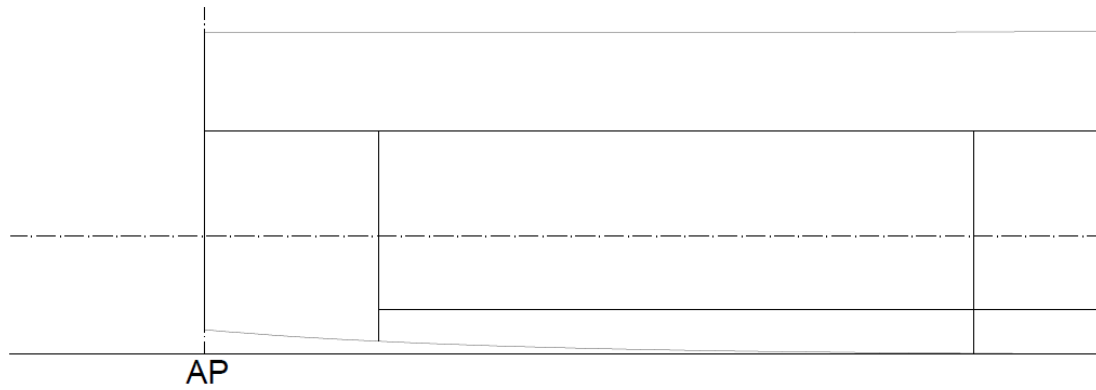
$$x_c(\text{maximum}) = 3 + 0,05 * 83,16 = 7,158m$$

Tras los cálculos, el mamparo de colisión debe de ir colocado en una posición situada entre 79m y 77m desde la perpendicular de popa y que coincida con la localización de una cuaderna. Por lo tanto, el mamparo de proa se situará a **78 metros** del espejo.



En el croquis se puede ver en rojo los valores máximos y mínimos obtenidos según los cálculos del SOLAS y en negro la posición donde se coloca el mamparo de proa, a 78 metros de popa.

El mamparo de popa se sitúa en la cuaderna 0, en la perpendicular de popa, ya que el buque sumerge totalmente la estampa.



Se seleccionará una clara de cuadernas de 1 metro de separación en el buque. Todos los mamparos estancos deben de coincidir con las cuadernas.

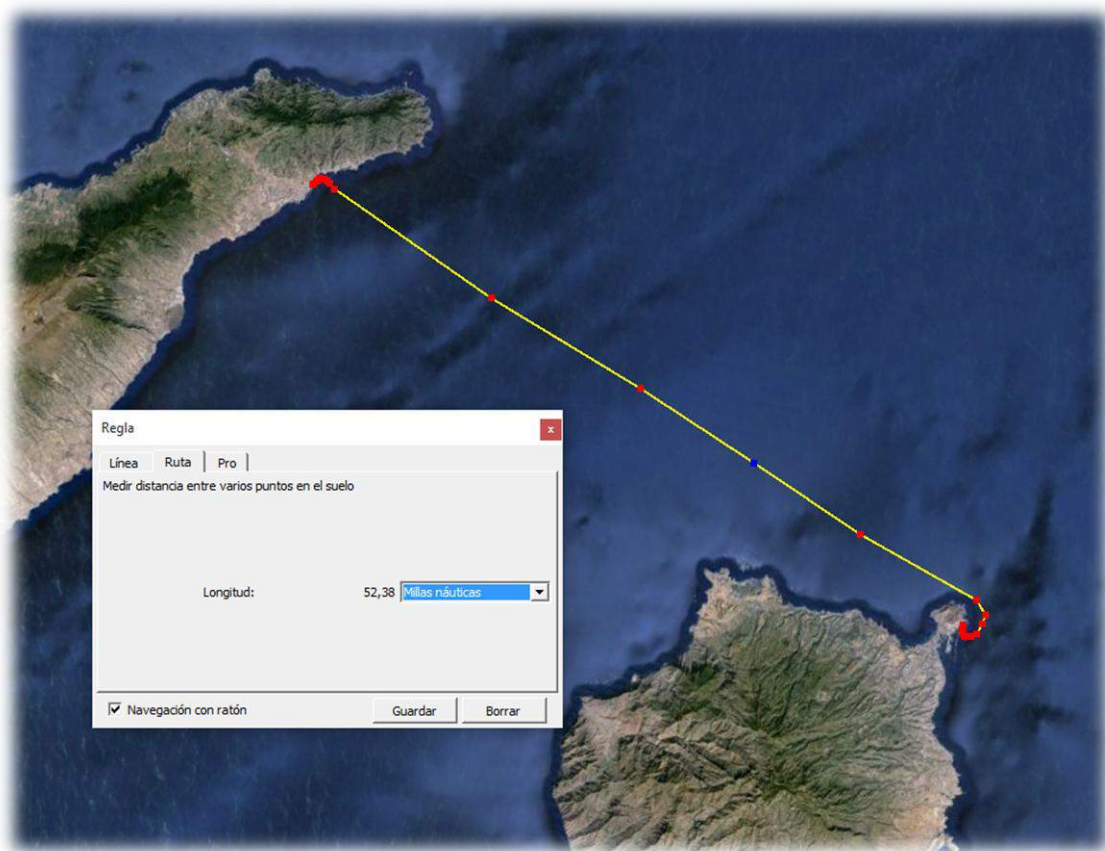
Cálculo de los consumos

En este apartado se calculará el volumen de consumos necesarios para el buque con el objetivo de dimensionar los tanques en el compartimentado.

Consumo de combustible

En este apartado, de forma similar a como se ha visto en el cuaderno 2, se procederá a calcular el combustible que va a cargar el buque en condiciones de servicio. Para ello va a ser necesario definir la ruta para la que se diseña el buque y después definir el itinerario que se desea seguir.

El buque ha sido proyectado con el objetivo de cubrir la ruta Santa Cruz de Tenerife – Las Palmas de Gran Canaria, una ruta cuya distancia se calcula en aproximadamente 53 millas.



El itinerario que ofrece la naviera que opera actualmente esa ruta consta de:

- Lunes a viernes: 6 trayectos ida y vuelta diarios.
- Sábados: 5 trayectos ida y vuelta.
- Domingos: 4 trayectos ida y vuelta.

Resumiendo: el trayecto que se ha planificado se recorre 39 veces ida y 39 veces vuelta a la semana, es decir, que la línea opera un total de 78 viajes semanales (con distintos buques).

Como no sabemos a cada cuanto tiempo recarga un buque similar sus tanques, vamos a consultar la capacidad de combustible del Bentago Express, buque de la base de datos que realiza la misma ruta que el buque proyecto:

Tankage
Fuel Oil - 174,880 litres (plus 392,856 litres in long range tanks)
Fresh Water - 5,000 litres
Sewage - 5,000 litres
Lube Oil - 2 x 465 litres
ER Oily Water - 2 x 150 litres
Genset Fuel Oil - 2 x 850 litres

Normalmente, sin tanques extra, el Bentago Express carga 174.880 litros de combustible diésel, lo que vienen siendo unas 146 toneladas.

Basándonos en su planta propulsora de 28.800kW formada por cuatro motores de 7.200kW (que, tras mirar varios modelos en el mercado, estimamos que presentan un consumo de 180g/kWh), nos sale que el buque tiene una autonomía para 28 horas de navegación, lo que vienen siendo unos 19 viajes.

Con 28 horas de navegación, si se sigue un itinerario de 6 viajes al día, la autonomía del buque daría para día y medio de servicio, pero como tener que parar la actividad a mitad de jornada sería indeseable, se va a buscar una autonomía que nos dé 2 jornadas enteras de navegación en esas condiciones, es decir, 24 trayectos.

Por lo tanto se va a proyectar el buque de forma que disponga de autonomía para 24 trayectos Tenerife-Gran Canaria (1272 millas).

Como se ha calculado y explicado en el cuaderno 6 de predicción de potencia, el buque tiene dos formas de navegar.

- A máximo desplazamiento: Tras haber realizado la predicción de potencia al desplazamiento máximo obtenido del dimensionamiento preliminar (2.288 toneladas) el buque alcanzará una velocidad máxima de 34 nudos. A esa velocidad, la duración estimada del trayecto es de 1,5 horas.
- A 1.906 toneladas de desplazamiento: el buque navega con una velocidad de 38 nudos al 100% del MCR. La duración del trayecto estimada es de 1,39 horas.

En base a esto, estudiaremos las dos alternativas por separado y cogeremos la alternativa que mayor capacidad requiera para completar la autonomía calculada de 24 trayectos:

- A 38 nudos, 24 trayectos son 33,4 horas de navegación.
- A 34 nudos, 24 trayectos son 36 horas de navegación.

Otra consideración que debemos de hacer es que, al tratarse de un buque dual fuel, para calcular los consumos del motor se necesita saber el tiempo de operación con cada uno de los dos tipos de combustible utilizado. Como no existe ningún buque construido de características similares que sea dual fuel para poder tomarlo como referencia, vamos a estimar que la autonomía total venga dada por un 50% de diésel y 50% de LNG.

Para calcular los consumos se va a consultar la tabla que se obtiene en las características del motor escogido en el cuaderno 6 (wärtsilä 16v34f. En las tablas aparece el consumo para AE (Motor auxiliar), DE (Generador eléctrico) y ME (Motor propulsor):

Wärtsilä 16V34DF		AUX		AUX		DE		DE		ME		ME	
		Gas mode	Diesel mode	Gas mode	Diesel mode	Gas mode	Diesel mode	Gas mode	Diesel mode	Gas mode	Diesel mode	Gas mode	Diesel mode
Cylinder output	kW	480		500		480		500		500		500	
Fuel gas consumption at 50% load	kJ/kWh	8307	-	8307	-	8307	-	8307	-	8307	-	7515	-
Fuel oil consumption at 100% load	g/kWh	1.9	187	1.9	188	1.9	185	1.9	186	1.9	186	1.9	188
Fuel oil consumption at 75% load	g/kWh	2.6	185	2.6	186	2.6	183	2.6	184	2.6	184	2.4	181
Fuel oil consumption 50% load	g/kWh	3.8	192	3.8	193	3.8	191	3.8	192	3.8	192	3.5	180
Fuel gas consumption at 100% load	kJ/kWh	7285	-	7285	-	7285	-	7285	-	7285	-	7285	-
Fuel gas consumption at 75% load	kJ/kWh	7632	-	7632	-	7632	-	7632	-	7632	-	7375	-

Consumo en modo diésel:

Se estima que la mitad de las horas de navegación sean en modo diésel:

- Navegación a 38kn: de las 33,4 horas estimadas, se realizan 16,7 horas en modo diésel.

Para 16,7 horas de navegación con una potencia total de 32.000kW, y un consumo de 188g/kWh.

$$16,7 * 188 * 32.000 = 100,46t \text{ de diesel}$$

- Navegación a 34kn: de las 36 horas estimadas, 18 se hacen en modo diésel.

Para 18 horas de navegación con una potencia total de 32.000kW, y un consumo de 188g/kWh.

$$18 * 188 * 32.000 = 108,28t \text{ de diesel}$$

Consumo en modo gas:

Como se ha comentado en el cuaderno 6, un motor Dual fuel en modo gas consume una pequeña cantidad de diésel. En el caso del motor escogido, esa cantidad es de 1,9 g/kWh:

- Navegación a 38kn: de las 33,4 horas estimadas, se realizan 16,7 horas en modo LNG.

Para 16,7 horas de navegación con una potencia total de 32.000kW, y un consumo de 1,9g/kWh.

$$16,7 * 1,9 * 32.000 = 1,02t \text{ de diesel}$$

- Navegación a 34kn: de las 36 horas estimadas, 18 se hacen en modo LNG. Para 18 horas de navegación con una potencia total de 32.000kW, y un consumo de 1,9g/kWh.

$$18 * 1,9 * 32.000 = 1,14t \text{ de diesel}$$

En cuanto al consumo de LNG, se consumen 7285 kj/kWh. El LNG tiene un poder calorífico de 53,6kJ/g, entonces, el consumo de LNG será:

$$\frac{7285}{53,6} = 135,9/kWh$$

- Navegación a 38kn: de las 33,4 horas estimadas, se realizan 16,7 horas en modo LNG.

Para 16,7 horas de navegación con una potencia total de 32.000kW, y un consumo de 135,9g/kWh.

$$16,7 * 135,9 * 32.000 = 72,6t \text{ de LNG}$$

- Navegación a 34kn: de las 36 horas estimadas, 18 se hacen en modo LNG. Para 18 horas de navegación con una potencia total de 32.000kW, y un consumo de 135,9g/kWh.

$$18 * 135,9 * 32.000 = 78,27t \text{ de LNG}$$

Volumen final del combustible

Tras haber calculado la autonomía del buque en las dos condiciones explicadas, se escoge la que mayor consumo, ya que se considera la situación límite. Esto quiere decir que el buque consume mayor cantidad de combustible en la condición de plena carga, que le permite navegar a 34kn.

Para la autonomía de 24 viajes demandada, que hacen un total de 1272 millas se ha calculado que sería necesario que el buque llevara:

- 78,27t de LNG.
- 108,28+1,14=109,42t de Diésel.

Dejando un margen de seguridad, finalmente se estimará que, para cumplir esa autonomía se necesitaran:

- 80 t de LNG.
- 110 t de Diésel.

Teniendo en cuenta las densidades del diésel (0,84 t/m³) y del LNG (0,45 t/m³), los volúmenes de cada combustible son:

- Volumen de LNG:

$$\frac{80}{0,45} = 177,78m^3$$

- Volumen de Diésel:

$$\frac{110}{0,85} = 129,42m^3$$

Consumo de aceite

El buque deberá de llevar aceite lubricante suficiente, al menos, para abastecer a los motores en lo que dura su autonomía calculada para el combustible. Esto son 36 horas con el motor funcionando al 100% del MCR.

Consultando en las tablas del motor:

Wärtsilä 16V34DF		AUX		AUX		DE		DE		ME		ME	
		Gas mode	Diesel mode	Gas mode	Diesel mode	Gas mode	Diesel mode	Gas mode	Diesel mode	Gas mode	Diesel mode	Gas mode	Diesel mode
Cylinder output	kW	480		500		480		500		500		500	
Priming pump capacity (50/60Hz)	m ³ /h	38.0 / 45.9		38.0 / 45.9		38.0 / 45.9		38.0 / 45.9		38.0 / 45.9		38.0 / 45.9	
Oil volume, wet sump, nom.	m ³	3.9		3.9		3.9		3.9		3.9		3.9	
Oil volume in separate system oil tank	m ³	8		8		8		8		8		8	
Oil consumption at 100% load, approx.	g/kWh	0.4		0.4		0.4		0.4		0.4		0.4	

Se sale un consumo de aceite de 0,4g/kWh. Para cumplir la autonomía se necesitan:

$$0,4 * 32.000 * 36 = 0,46t$$

Dividiendo por la densidad del aceite lubricante (0,881 t/m³):

$$\frac{0,46}{0,881} = 0,52m^3$$

Se obtienen 0,52 metros cúbicos de aceite lubricante necesarios.

Consumo de auxiliares

Se considera un consumo de auxiliares de un 10% del consumo de la maquinaria principal. Los equipos auxiliares irán alimentados por gasóleo por lo que se calcula la estimación respecto al volumen de gasóleo almacenado:

- Volumen de diésel para auxiliares: 12,9 metros cúbicos.

Consumo de agua dulce

Las estimaciones de consumo de 50 litros de agua por pasajero y día para buques de pasaje no son fiables para el buque proyecto debido a que está destinado a trayectos cortos en los que el consumo de agua del pasaje se reduce notablemente (no se

disponen de duchas, el uso de los sanitarios es menos habitual, etc.). A causa de ello se estima el volumen de agua almacenada usando como referencia al buque base:

- Volumen de agua dulce: 5 metros cúbicos.

Capacidad del tanque de agua de deshecho

Dado que es un buque destinado a realizar trayectos cortos, la cantidad de aguas de deshecho que se estima que el buque tiene que almacenar es pequeña.

- Volumen de aguas de deshecho: 5 metros cúbicos.

Capacidad del tanque de lodos y sedimentos

La capacidad del tanque de lodos y sedimentos se estima según el buque base, el cual lleva un tanque de **1m³** de capacidad.

Capacidad total de los tanques

Tras la estimación se presenta una tabla que resume las capacidades mínimas necesarias de cada consumo que debe de llevar el buque:

CAPACIDAD NECESARIA	
TANQUE	CAPACIDAD (m3)
Diésel	142,32
LNG	177,78
Aceite	0,52
Agua dulce	5
Agua de deshecho	5
Lodos	1

Definición de los tanques y compartimentos

Una vez se ha calculado las capacidades necesarias en los tanques, ahora se hará el compartimentado en maxsurf y se calcularán los volúmenes finales de cada uno de los tanques, que deben de ser iguales o mayores a las capacidades requeridas.

El buque debe de llevar los siguientes tanques y compartimentos:

- Cámara de waterjets
- Cámara de máquinas
- Cámara del propulsor de proa
- Tanques de diésel
- Tanques de agua dulce
- Tanques de agua residual
- Tanques de lodos
- Tanques cilíndricos de LNG
- Tanques de aceite

Cámara de Waterjets

La cámara de waterjets tiene que tener la longitud necesaria para albergar a los propulsores.

Waterjet	Dimensions (mm)				Power range (kW)*	Weight (kg)		
	A	B	D (typical)	E (typical)		Steerable	Booster	EW**
S3-45	410	1318	2450	100	800 - 1790	725	453	577
S3-50	500	1455	2110	100	1000 - 2580	1004	600	750
S3-56	550	1630	2310	100	1200 - 3440	1385	865	1040
S3-63	600	1782	2510	100	1400 - 4300	1882	1172	1490
S3-71	650	2005	2600	100	1500 - 5100	2550	1596	2130
S3-80	700	2269	2800	100	1800 - 6500	3565	2180	3050
S3-90	800	2527	3180	100	2000 - 8500	4820	2940	4340
S3-100	900	2785	3560	100	2500 - 10000	6090	3700	5950
S3-112	1000	3119	3910	100	4000 - 12500	8360	5240	8370
S3-125	1100	3487	4020	100	5000 - 16000	11720	7460	11630
S3-140	1232	3906	4503	100	6000 - 20000	16210	10360	16341
S3-160	1400	4462	5180	100	7000 - 26000	23670	10550	24400
S3-180	1600	5020	5770	100	8000 - 33000	33100	12650	34740
S3-200	1760	5580	6432	100	10000 - 41000	44720	28840	47633

El modelo escogido, el Rolls Royce Kamewa S3-112 necesita un mínimo de 3,91 metros de longitud en el compartimento, que es lo que ocupa la parte intraborda del waterjet.

Con la finalidad de dejar espacio para que los operarios puedan realizar operaciones de mantenimiento y basándose en los buques de la base de datos, dimensionaré la cámara de waterjets con una eslora de 6 metros y que abarque toda la manga.

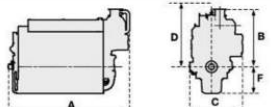
Cámara de máquinas

La cámara de máquinas debe albergar a los motores calculados en el cuaderno 6 y disponer de espacio suficiente para máquinas auxiliares y para posibilitar el mantenimiento y el control por parte de los operarios.

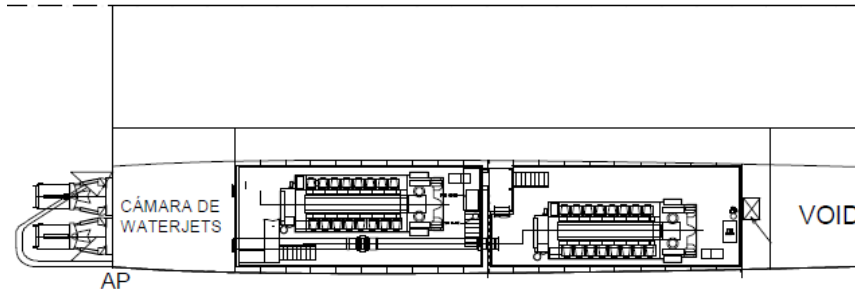
Según se ha visto en el cuaderno 6, se han seleccionado cuatro motores modelo Wärtsilä 16V34DF.

Wärtsilä 34DF		IMO Tier III, EPA T2/T3	
Cylinder bore	340 mm	Fuel specification:	
Piston stroke	400 mm	Fuel oil	700 cSt/50°C
Cylinder output	500 kW/cyl		7200 sR1/100°F
Speed	750 rpm	ISO 8217	
Mean effective pressure	22.0 bar	category ISO-F-DMX, DMA & DMB	
Piston speed	10.0 m/s	BSEC 7280 kJ/kWh at ISO cond. BSGC 7200kJ/kWh at ISO cond.	

Dimensions (mm) and weights (tonnes)							Rated power	
Engine type	A	B	C	D	F	Weight	Engine type	kW
6L34DF	5 325	2 550	2 380	2 345	1 155	35	6L34DF	3 000
8L34DF	5 960	2 550	2 610	2 345	1 155	44	8L34DF	4 000
9L34DF	6 870	2 550	2 610	2 345	1 155	49	9L34DF	4 500
12V34DF	6 865	2 435	2 900	2 120	1 210	61	12V34DF	6 000
16V34DF	7 905	2 570	3 325	2 120	1 210	77	16V34DF	8 000



Cada motor tiene 7,9 metros de longitud; 3,3 metros de anchura y 3,8 metros de puntal. Como cada motor va acoplado a cada waterjet, es necesario situar dos motores por cada casco, como se indica en el croquis.



Para esta distribución se necesita una eslora total de 26 metros: 13 para cada uno de los motores con un mamparo estanco en el medio que los separe, haciendo así dos cámaras de máquinas por cada patín.

La cámara de máquinas ocupa toda la manga del casco y va situada sobre un doble fondo a 1,5 metros de la línea de base, ocupando un puntal hasta la cubierta principal, a 7,65 metros.

Tanques de LNG

En el apartado anterior, se ha calculado una capacidad necesaria de 177,78 m³ de LNG para el buque proyecto.

Se contará con dos tanques cilíndricos, uno en cada patín que cumpla la normativa exigida por la MSC 2085/86 y el CIG:

En cumplimiento de la MSC 285/86 que define las directrices para el uso de LNG en buques:

<p>2.3.4 Tank rooms</p> <p>2.3.4.1 Tank room boundaries including access doors should be gastight.</p> <p>2.3.4.2 The tank room should not be located adjacent to machinery spaces of category A. If the separation is by means of a cofferdam the separation should be at least 900 mm and insulation to class A-60 should be fitted on the engine-room side.</p>

La cámara en la que va situado el tanque de LNG no debe de estar adyacente a ningún espacio de máquinas.

Consultando el reglamento CIG:

<p>2.6 Ubicación de los tanques de carga</p> <p>2.6.1 Los tanques de carga estarán situados a las siguientes distancias, medidas hacia el interior del buque desde el forro:</p> <p>.1 Buques de tipo 1G: desde la chapa del forro del costado, una distancia no menor que la extensión transversal de la avería especificada en 2.5.1.1.2, y desde la línea de trazado de la chapa del forro del fondo, en el eje longitudinal, no menor que la extensión vertical de la avería especificada en 2.5.1.2.3; en ningún punto será de menos de 760 mm desde la chapa del forro.</p> <p>.2 Buques de tipos 2G/2PG y 3G: desde la línea de trazado de la chapa del forro del fondo, en el eje longitudinal, una distancia no menor que la extensión vertical de la avería especificada en 2.5.1.2.3; en ningún punto será de menos de 760 mm desde la chapa del forro.</p>

Se considera el buque como del tipo 2G, ya que el capítulo 19 dice que los buques que transporten GNL son considerados 2G, por lo tanto:

.2.3	Extensión vertical:	B/15 o bien 2 m, si este valor es menor, midiendo desde la línea de trazado de la chapa del forro del fondo en el eje longitudinal (véase 2.6.3)	8/15 o bien 2m, si este valor es menor, midiendo desde la línea de trazado de la chapa forro del fondo en el eje longitudinal (véase 2.6.3)
------	---------------------	--	---

El tanque de LNG está situado a 38,5 m de la perpendicular de proa (en su cara más cercana), por lo que está situado a más de 0,3L de esta, así que debe de cumplir lo indicado en la columna de la derecha. El espesor de la grieta desde el fondo es:

$$\frac{26,3}{15} = 1,76 \text{ metros desde la línea de trazado.}$$

El tanque de LNG debe estar situado a más de 1,76 metros de la línea de trazado en su punto más cercano.

Al tratarse de un buque 2G no necesita cumplir ninguna distancia por reglamento que separe el tanque de los costados.

Los tanques cilíndricos de LNG serán de 15 metros de longitud y 2,8 metros de diámetro, siendo entonces su capacidad real de 92,31 metros cúbicos cada uno.

Irán alojados en una cámara de 18 metros, situada a 3,5 metros sobre la línea de base y que alcance hasta el puntal de la cubierta principal.

Tanques de diésel

La capacidad de diésel necesaria es de 142,3 m³, tanto para la maquinaria principal (en modo diésel o modo gas) como para el consumo de auxiliares.

Los tanques de diésel no pueden estar adyacentes a la cámara de máquinas ni a los tanques de agua dulce, por lo que se dispondrán en un compartimento separado de ambos.

Se situará un tanque en cada patín con capacidad para 71,4 metros cúbicos cada uno, haciendo un total de 142,8 m³.

Como la autonomía del buque es de 36 horas y el buque realiza trayectos cortos, no será necesario disponer de unos tanques específicos de uso diario. Los propios tanques de almacenamiento de combustible cumplen con las directrices del SOLAS que obliga a que lleve al menos dos tanques con capacidad para como mínimo 8 horas de navegación cada uno, así que estos serán los que abastezcan directamente a los motores. Los buques de la base de datos tampoco llevan tanques de uso diario.

Tanques de agua dulce y agua de deshecho

Se colocan en el doble fondo, bajo la cámara de máquinas.

Se va a disponer de un tanque de agua dulce y de agua de deshecho por cada semicasco. La otra opción era colocar el tanque de agua de deshecho y agua dulce en cascos distintos, pero se ha descargado debido a que produciría una pequeña escora en distintas condiciones de carga (ya que a medida que se vacía el tanque de agua dulce en un casco se llena el de agua de deshecho en el otro, estando el centro de gravedad en el centro solo cuando ambos tanques fueran a media capacidad).

Los tanques de agua dulce y agua de deshecho no pueden ser adyacentes entre sí, para ello se coloca un cofferdam entre ellos, que consiste en un espacio vacío que separa las paredes de ambos tanques, de forma que en caso de rotura de las paredes del tanque de agua de deshecho esta no pueda penetrar en el tanque de agua dulce.

La capacidad total de los tanques de agua dulce será de 5 metros cúbicos cada uno, al igual que los tanques de agua de deshecho.

Tanque de aceite

Debido a la pequeña cantidad de aceite que se requiere para el servicio, se sobredimensionarán los tanques de aceite, colocando un tanque de 0,97 metros cúbicos en cada semicasco.

Tanque de lodos

La capacidad calculada del tanque de lodos es pequeña, así que se sobredimensionará el tanque para adaptarlo al espacio.

Ira colocado en el doble fondo separado de los tanques de agua dulce. Se coloca un tanque en cada semicasco. Cada tanque tendrá 2 metros cúbicos de capacidad.

Local de propulsores de proa

La RPA del buque nos dice que el buque a proyectar deberá contar con un propulsor de proa por cada patín. Dado que no se exige ninguna potencia para dicho propulsor, se escoge uno del catálogo del fabricante a criterio.

Technical data

Thruster type	Dia. (mm)	Motor (rpm)	Propeller output (rpm)	Max power (kW)
TT1850 SS	1850	1180	290	800
TT2000 SS	2000	1180	245	925
TT2200 SS	2200	1180	276	1355
TT2200 SS	2200	1180	243	1050
TT2400 SS	2400	1180	257	1720
TT2400 SS	2400	1180	228	1350

All data subject to change without prior notice

Se selecciona el TT1850 SS, con 1,85 metros de diámetro, porque se considera suficiente para la función que va a cumplir (como propulsor auxiliar para maniobras en puerto).

Tabla de capacidades final

Una vez calculados y metidos en maxsurf, las capacidades finales de los tanques resultan las siguientes:

TANQUE	NÚMERO	CAP. TANQUE (m3)	CAP. TOTAL (m3)	CAP. NECESARIA (m3)
Diesel	2	71,4	142,8	142,32
Lodos	2	2	4	1
Aceite	2	0,97	1,94	0,52
Agua Deshecho	2	5	10	5
Agua Dulce	2	5	10	5
LNG	2	92,31	184,62	177,78

Permeabilidad de los tanques y espacios

Es necesario definir la permeabilidad de cada espacio para, en fases posteriores de este proyecto, poder realizar estudios sobre la estabilidad en averías con la inundación de los compartimentos.

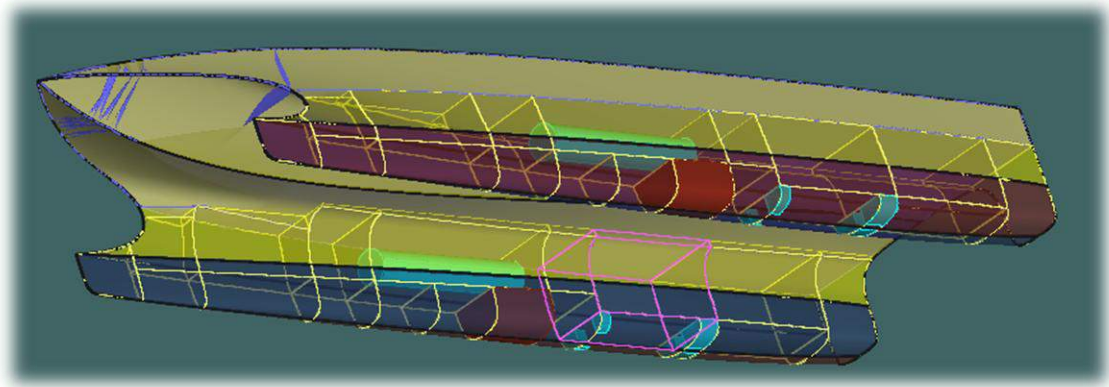
Para ello, consultamos el Marpol, que nos dice:

.2 The permeabilities assumed for spaces flooded as a result of damage shall be as follows:	
Spaces	Permeabilities
Appropriated to stores	0.60
Occupied by accommodation	0.95
Occupied by machinery	0.85
Voids	0.95
Intended for consumable liquids	0 to 0.95*
Intended for other liquids	0 to 0.95*

En función de esto se definen las permeabilidades

Plano de compartimentos y tanques

Se han definido los tanques y los compartimentos en maxsurf, de la forma como la que se puede apreciar en la fotografía.



En los anexos se presentarán los planos con la situación de los tanques.

“Anexo 1: Planos de la disposición de los tanques”

En los anexos se podrá ver la tabla con la definición de los compartimentos y tanques.

“Anexo 2: Tabla de compartimentos y tanques”

En los anexos se podrá ver la tabla de capacidades y centros de gravedad de cada uno de los tanques.

“Anexo 3: Tabla de capacidades y centros de gravedad de los tanques”

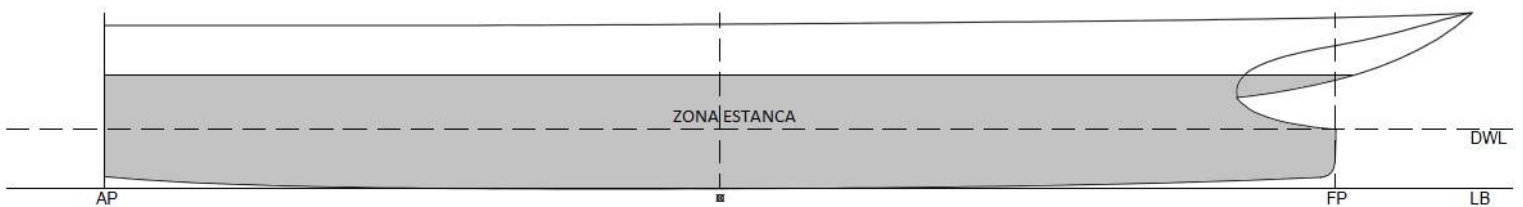
Zona estanca y puntos de inundación progresiva

Planos de zona estanca y justificación

La zona estanca de un buque es la zona situada por debajo de la cubierta de cierre. Esto significa que dentro de ella existe un compartimentado y una serie de características tales que permiten que, en caso de avería, la zona no se inunde y no se comprometa así a la estabilidad y a la seguridad del buque.

La zona estanca en el buque proyecto está delimitada por la cubierta principal, que es la que forma el garaje de coches. Como ya se ha explicado al principio de este documento, esto es debido a que, al tratarse de un buque de carga rodada, el espacio de la cubierta de coches no puede ser compartimentado dado que eso impediría la circulación de vehículos en su interior, haciendo imposible que el buque cumpla la función para la que fue diseñado.

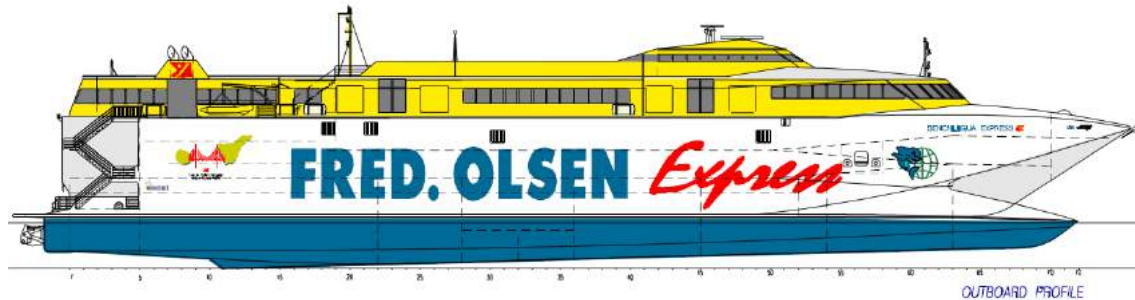
A continuación se presenta un croquis de la parte del buque que va a ser considerada zona estanca:



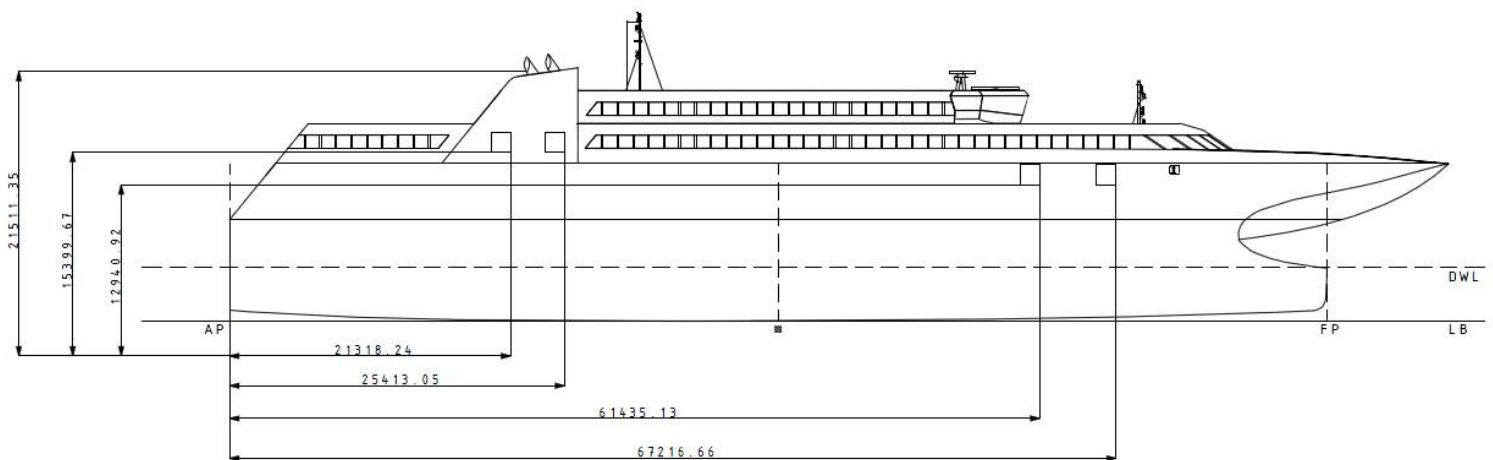
Definición de los puntos de inundación progresiva

Los puntos de inundación progresiva son aquellos que al sumergirse pueden embarcar agua a la zona estanca, tales como admisiones, ventilaciones, exhaustaciones, accesos, etc.

Para estimar los puntos de inundación progresiva se usaran los planos del buque base, el Bentago Express:



Los puntos de inundación progresiva que se pueden ver en el buque son las entradas de admisión de aire, concretamente 4 a lo largo de toda la eslora en cada costado. Partiendo de esto, se estima el mismo número de admisiones y el mismo tamaño de estas para el buque proyecto. Ninguno de los puntos se inunda con escoras inferiores a 40°. Los puntos de inundación progresiva para el buque proyecto son:



- Una ventana de admisión de aire cuadrada cuyo vértice inferior más cercano a popa está situado en: $x=21,318\text{m}$; $y=12,522\text{m}$; $z=15,4\text{m}$
- Una ventana de admisión de aire cuadrada cuyo vértice inferior más cercano a popa está situado en: $x=25,413\text{m}$; $y=12,522\text{m}$; $z=15,4\text{m}$
- Una ventana de admisión de aire cuadrada cuyo vértice inferior más cercano a popa está situado en: $x=61,435$; $y=10,312$; $z=12,94\text{m}$
- Una ventana de admisión de aire cuadrada cuyo vértice inferior más cercano a popa está situado en: $x=67,22\text{m}$; $y=10,289\text{m}$; $z=12,94\text{m}$
- Dos conductos de exhaustación situados a una altura de 21,5 metros.

Tablas de características hidrostáticas

Para calcular las hidrostáticas se definen 5 calados, incluyendo el calado de servicio y el calado de verano calculado en el francobordo en el cuaderno 1:

CALADO 1	2,985
CALADO 2 (Servicio)	4
CALADO 3	5,015
CALADO 4	6,03
CALADO 5 (Fb)	7,045

Se definen también 4 trimados:

TRIMADO 1	-0,5	m
TRIMADO 2	0	m
TRIMADO 3	0,5	m
TRIMADO 4	1	m

Y se escora el buque hasta 40° en 4 steps de 10°. Se calculan las hidrostáticas seleccionando la pestaña "Upright hydrostatics":

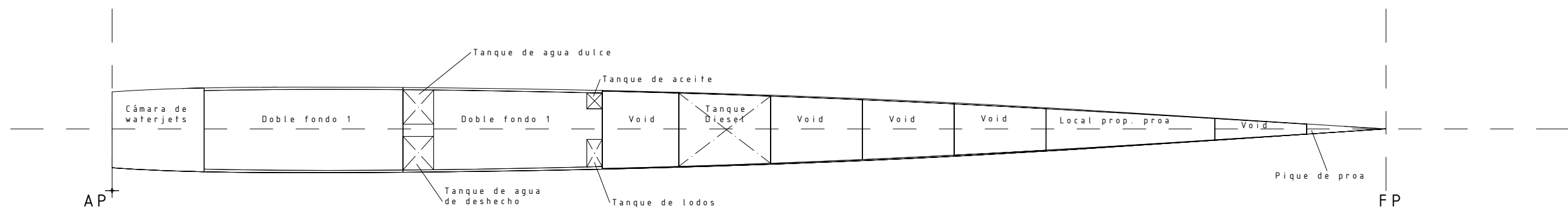
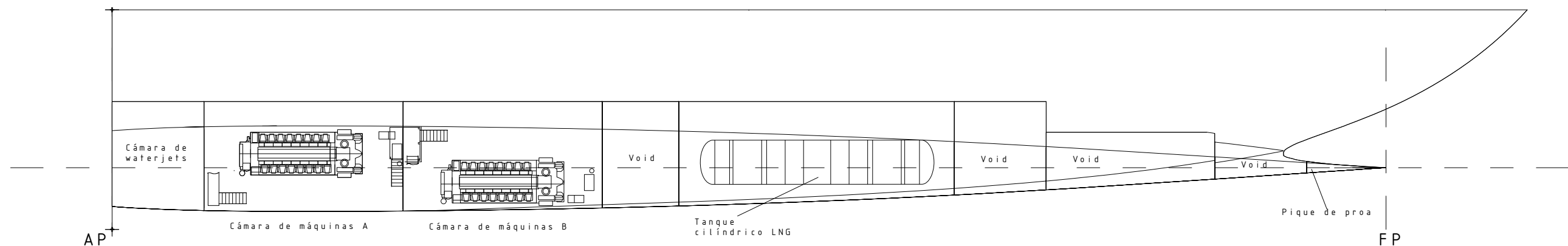
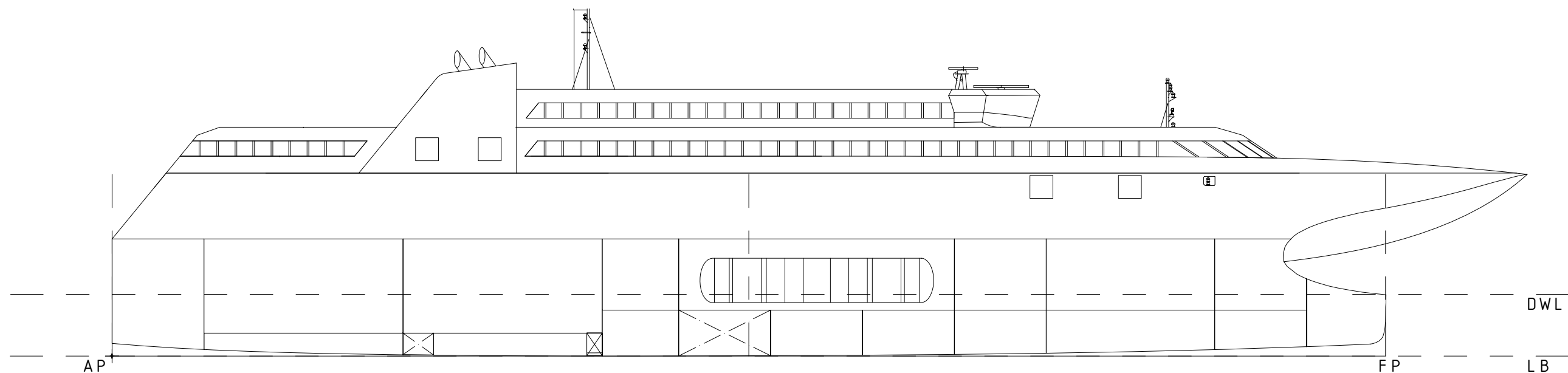
"Anexo 4: Tablas hidrostáticas"

Se sacan las curvas de KN:

"Anexo 5: Curvas de KN"

Anexos

Anexo 1: plano de tanques



DIMENSIONES PRINCIPALES

Eslora entre perpendiculares (Lpp)	83,16 m
Eslora total (Loa)	92,40 m
Manga de trazado (B)	26,3 m
Manga del semicasco (Bhull)	5,5 m
Calado (T)	4 m
Puntal a la cubierta principal (D)	7,65 m
Puntal a la cubierta superior	20,73 m

**Universidade da Coruña
Escuela Politécnica Superior**

Título del plano: Compartimentado	Buque: Fast-ferry catamarán 250 coches y 950 pax
Referencia del proyecto: 14-03	Formato: A3
Nombre: Carlos Fernández Baldomir	Escala: 1/300
	Fecha: 2016

Anexo 2: Definición del compartimentado

TANQUE	TIPO	PERMEABILIDAD	P.E. FLUIDO	FLUIDO	Aft.	Fore.	Babor	Estribor	Top	Bottom
C WJ ER	Compartment	85			0	6	6	15	7,65	0
C WJ BR	Compartment	85			0	6	-15	-6	7,65	0
CM ER	Compartment	85			6	19	6	15	7,65	1,5
CM BR	Compartment	85			6	19	-15	-6	7,65	1,5
DF ER	Compartment	95			6	19	6	15	1,5	0
DF BR	Compartment	95			6	19	-15	-6	1,5	0
CM 2 ER	Compartment	85			19	32	6	15	7,65	1,5
CM 2 BR	Compartment	85			19	32	-15	-6	7,65	1,5
DF 2 ER	Compartment	95			21	32	6	15	1,5	0
DF 2 BR	Compartment	95			21	32	-15	-6	1,5	0
A. Des ER	Tank	95	1,025	Water Ballast	19	21	10,8	15	1,5	0
A. Des BR	Tank	95	1,025	Water Ballast	19	21	-15	-10,8	1,5	0
A. Dulce ER	Tank	95	1	Fresh Water	19	21	6	10	1,5	0
A. Dulce BR	Tank	95	1	Fresh Water	19	21	-10	-6	1,5	0
Aceite ER	Tank	95	0,92	Lube Oil	31	32	6	9	1,5	0
Aceite BR	Tank	95	0,92	Lube Oil	31	32	-9	-6	1,5	0
Lodos ER	Tank	95	0,92		31	32	11	15	1,5	0
Lodos BR	Tank	95	0,92		31	32	-15	-11	1,5	0
VOID 1S ER	Compartment	95			32	37	6	15	7,65	3
VOID 1S BR	Compartment	95			32	37	-15	-6	7,65	3
VOID 1I ER	Compartment	95			32	37	6	15	3	0
VOID 1I BR	Compartment	95			32	37	-15	-6	3	0
Local LNG ER	Compartment	60			37	55	6	15	7,65	3
Local LNG BR	Compartment	60			37	55	-15	-6	7,65	3
Diesel ER	Tank	95	0,84	Diesel	37	43	6	15	3	0
Diesel BR	Tank	95	0,84	Diesel	37	43	-15	-6	3	0
VOID 3I ER	Compartment	95			43	49	6	15	3	0
VOID 3I BR	Compartment	95			43	49	-15	6	3	0
VOID 4I ER	Compartment	95			49	55	6	15	3	0
VOID 4I BR	Compartment	95			49	55	-15	-6	3	0
VOID 5S ER	Compartment	95			55	61	6	15	7,65	3
VOID 5S BR	Compartment	95			55	61	-15	-6	7,65	3
VOID 5I ER	Compartment	95			55	61	6	15	3	0
VOID 5I BR	Compartment	95			55	61	-15	-6	3	0
VOID 6S ER	Compartment	95			61	72	8	15	7,65	3
VOID 6S BR	Compartment	95			61	72	-15	-8	7,65	3
Prop. Proa ER	Compartment	85			61	72	7	15	3	0
Prop. Proa BR	Compartment	85			61	72	-15	-7	3	0
VOID 7S ER	Compartment	95			72	78	7	15	7	3
VOID 7S BR	Compartment	95			72	78	-15	-7	7	3
VOID 7I ER	Compartment	95			72	78	7	15	3	0
VOID 7I BR	Compartment	95			72	78	-15	-7	3	0
Pique ER	Compartment	95			78	84	7	15	6	0
Pique BR	Compartment	95			78	84	-15	-7	6	0
LNG ER	Tank	95	0,45	LNG	38,5	53,499	0	15	7,65	3
LNG BR	Tank	95	0,45	LNG	38,5	53,499	-15	0	7,65	3
Garaje	Non-Buoyant Vol.	100			0	92,411	-15	15	15	7,65

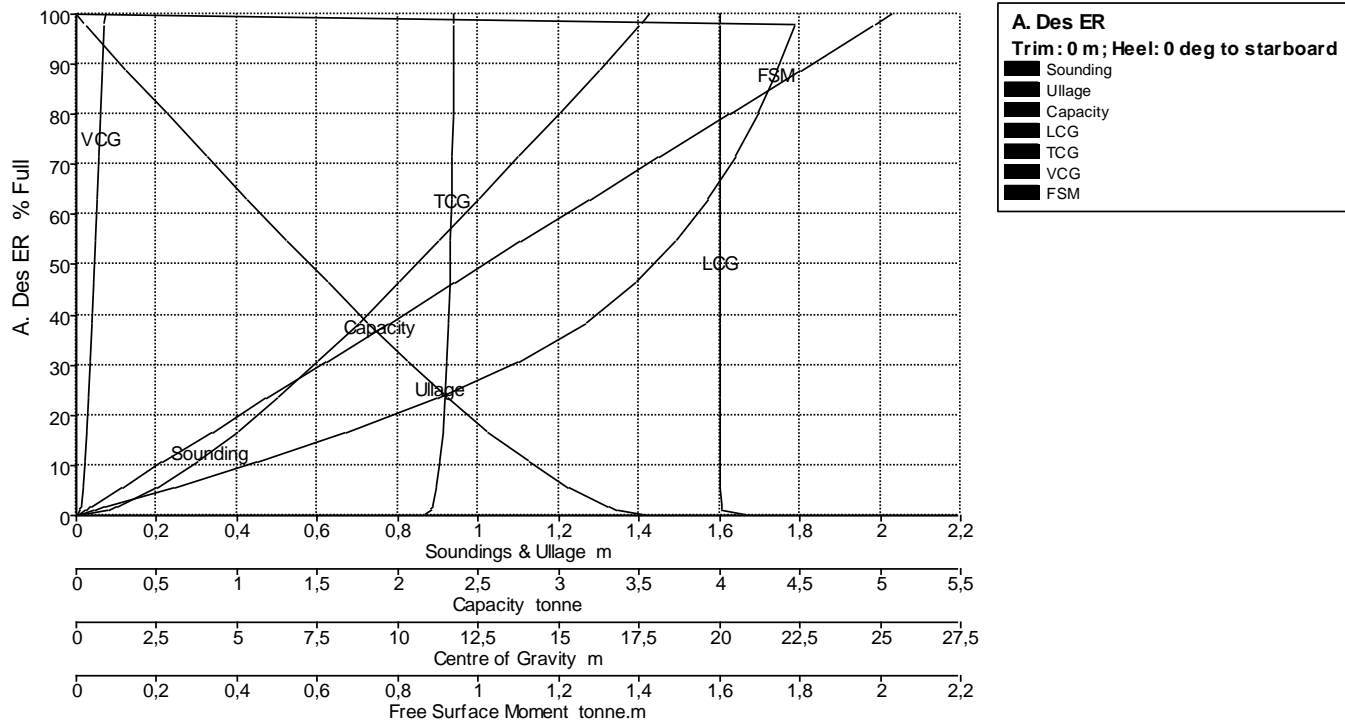
Anexo 3: Tabla de características y centros de gravedad de los tanques

Tank Calibrations - A. Des ER

Fluid Type = Water Ballast Specific gravity = 1,025

Permeability = 100 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
A. Des ER	1,427	0,000	100,000	4,942	5,066	20,001	11,744	0,896	0,000
	1,404	0,023	98,000	4,843	4,965	20,001	11,741	0,884	1,790
	1,403	0,024	97,900	4,839	4,959	20,001	11,740	0,883	1,789
	1,400	0,027	97,630	4,825	4,946	20,001	11,740	0,881	1,788
	1,300	0,127	88,812	4,389	4,499	20,001	11,725	0,828	1,745
	1,200	0,227	80,072	3,957	4,056	20,002	11,708	0,773	1,696
	1,100	0,327	71,422	3,530	3,618	20,002	11,689	0,719	1,639
	1,000	0,427	62,881	3,108	3,185	20,002	11,666	0,664	1,572
	0,900	0,527	54,472	2,692	2,759	20,003	11,640	0,608	1,491
	0,800	0,627	46,230	2,285	2,342	20,004	11,608	0,552	1,391
	0,700	0,727	38,210	1,888	1,936	20,005	11,569	0,495	1,264

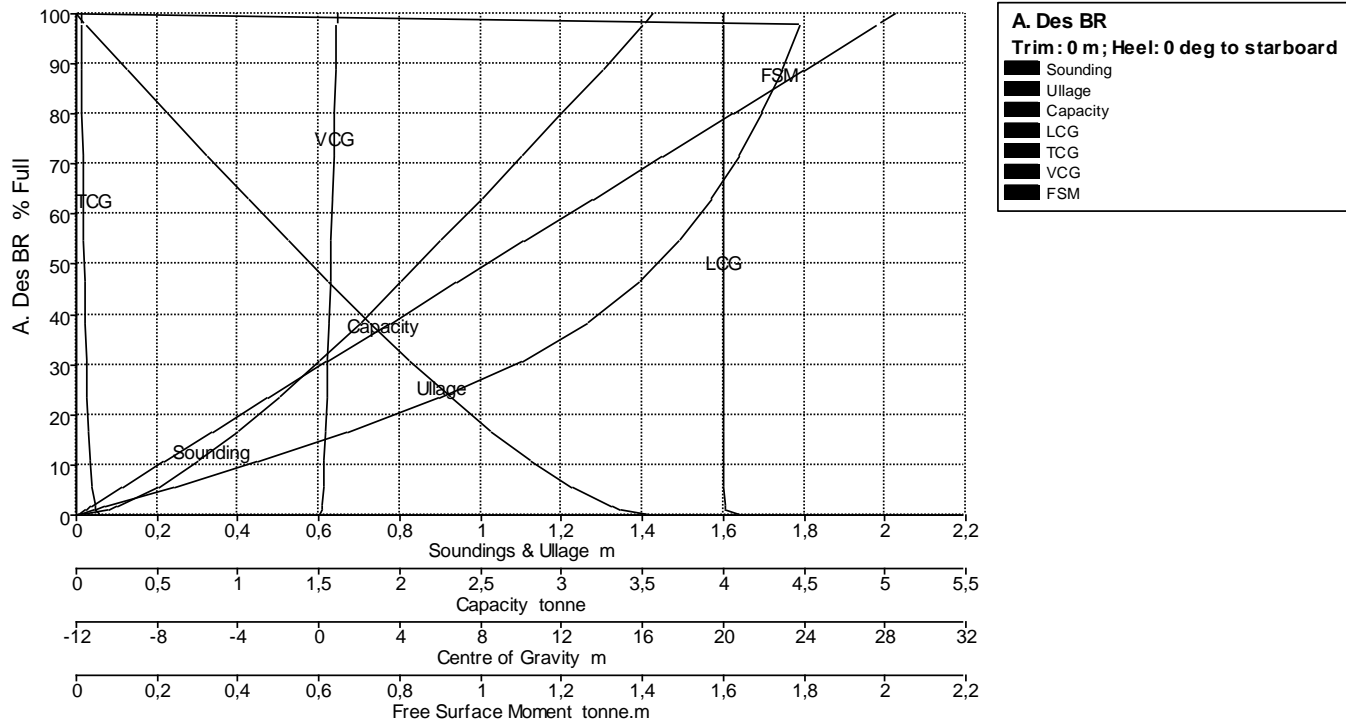
	0,600	0,827	30,493	1,507	1,545	20,006	11,523	0,438	1,099
	0,500	0,927	23,204	1,147	1,175	20,008	11,467	0,379	0,894
	0,400	1,027	16,491	0,815	0,835	20,011	11,400	0,320	0,668
	0,300	1,127	10,503	0,519	0,532	20,016	11,320	0,261	0,446
	0,200	1,227	5,428	0,268	0,275	20,027	11,217	0,201	0,239
	0,100	1,327	1,606	0,079	0,081	20,066	11,070	0,140	0,070
	0,078	1,349	1,000	0,049	0,051	20,091	11,026	0,126	0,042
	0,000	1,427	0,000	0,000	0,000	20,976	10,801	0,073	0,000

Tank Calibrations - A. Des BR

Fluid Type = Water Ballast Specific gravity = 1,025

Permeability = 100 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
A. Des BR	1,427	0,000	100,000	4,942	5,066	20,001	-11,744	0,896	0,000
	1,404	0,023	98,000	4,843	4,965	20,001	-11,741	0,884	1,790
	1,403	0,024	97,900	4,839	4,959	20,001	-11,740	0,883	1,789
	1,400	0,027	97,630	4,825	4,946	20,001	-11,740	0,881	1,788
	1,300	0,127	88,812	4,389	4,499	20,001	-11,725	0,828	1,745
	1,200	0,227	80,072	3,957	4,056	20,002	-11,708	0,773	1,696
	1,100	0,327	71,422	3,530	3,618	20,002	-11,689	0,719	1,639
	1,000	0,427	62,881	3,108	3,185	20,002	-11,666	0,664	1,572
	0,900	0,527	54,472	2,692	2,759	20,003	-11,640	0,608	1,491
	0,800	0,627	46,230	2,285	2,342	20,004	-11,608	0,552	1,391
	0,700	0,727	38,210	1,888	1,936	20,005	-11,569	0,495	1,264
	0,600	0,827	30,493	1,507	1,545	20,006	-11,523	0,438	1,099

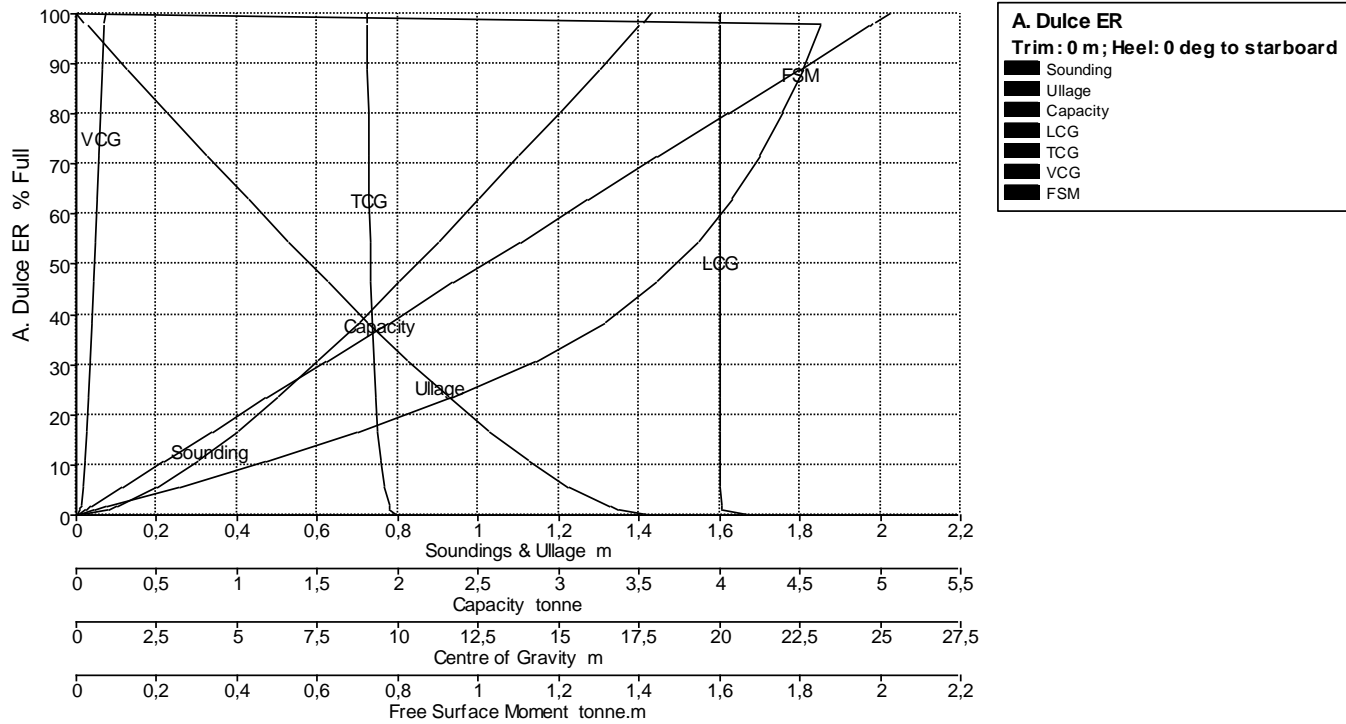
	0,500	0,927	23,204	1,147	1,175	20,008	-11,467	0,379	0,894
	0,400	1,027	16,491	0,815	0,835	20,011	-11,400	0,320	0,668
	0,300	1,127	10,503	0,519	0,532	20,016	-11,320	0,261	0,446
	0,200	1,227	5,428	0,268	0,275	20,027	-11,217	0,201	0,239
	0,100	1,327	1,606	0,079	0,081	20,066	-11,070	0,140	0,070
	0,078	1,349	1,000	0,049	0,051	20,091	-11,026	0,126	0,042
	0,000	1,427	0,000	0,000	0,000	20,976	-10,801	0,073	0,000

Tank Calibrations - A. Dulce ER

Fluid Type = Fresh Water Specific gravity = 1

Permeability = 100 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
A. Dulce ER	1,428	0,000	100,000	5,059	5,059	20,001	9,036	0,894	0,000
	1,406	0,023	98,000	4,957	4,957	20,001	9,040	0,882	1,855
	1,405	0,024	97,900	4,952	4,952	20,001	9,040	0,881	1,855
	1,400	0,028	97,484	4,931	4,931	20,001	9,040	0,879	1,853
	1,300	0,128	88,695	4,487	4,487	20,001	9,055	0,825	1,809
	1,200	0,228	79,981	4,046	4,046	20,002	9,073	0,771	1,758
	1,100	0,328	71,357	3,610	3,610	20,002	9,092	0,716	1,700
	1,000	0,428	62,840	3,179	3,179	20,002	9,115	0,662	1,631
	0,900	0,528	54,455	2,755	2,755	20,003	9,142	0,606	1,547
	0,800	0,628	46,235	2,339	2,339	20,004	9,175	0,550	1,444
	0,700	0,728	38,235	1,934	1,934	20,005	9,214	0,493	1,313
	0,600	0,828	30,536	1,545	1,545	20,006	9,261	0,435	1,143

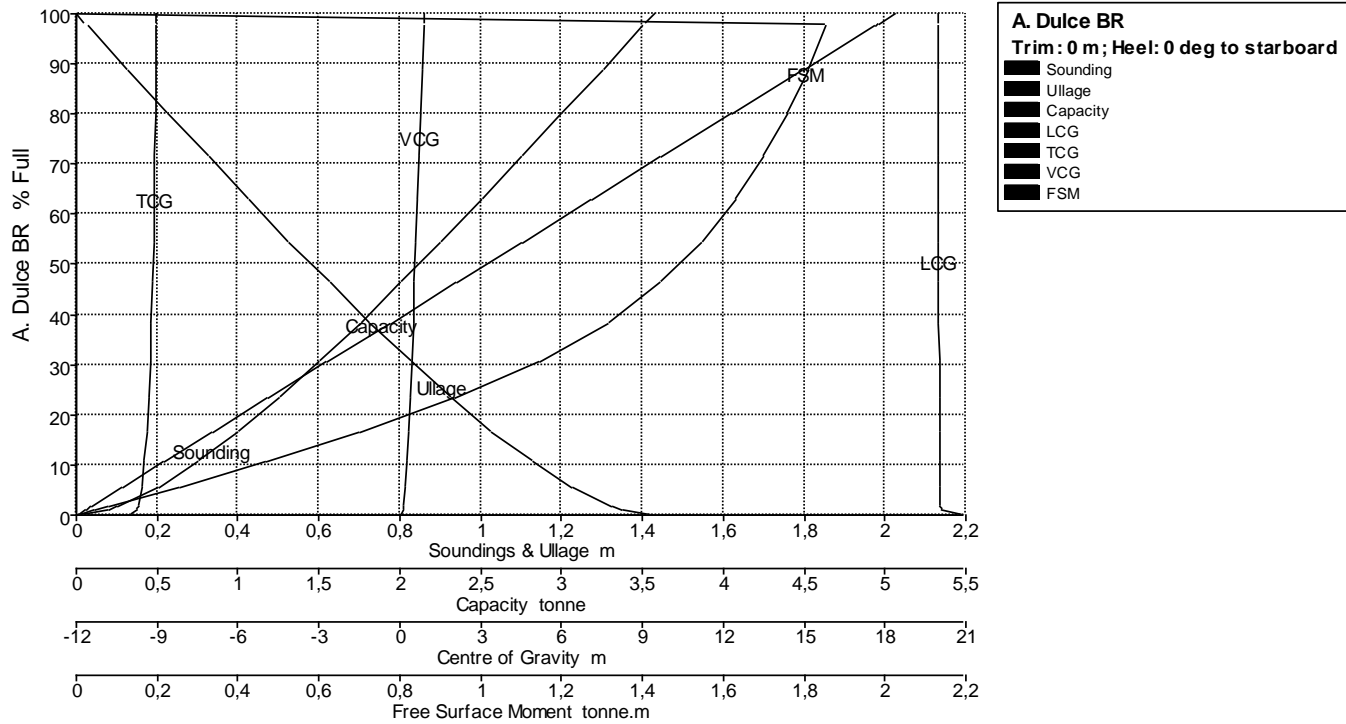
	0,500	0,928	23,260	1,177	1,177	20,008	9,318	0,377	0,931
	0,400	1,028	16,555	0,837	0,837	20,011	9,385	0,318	0,698
	0,300	1,128	10,565	0,534	0,534	20,016	9,467	0,259	0,468
	0,200	1,228	5,479	0,277	0,277	20,028	9,571	0,199	0,253
	0,100	1,328	1,633	0,083	0,083	20,066	9,720	0,138	0,075
	0,077	1,351	1,000	0,051	0,051	20,092	9,767	0,124	0,045
	0,000	1,428	0,000	0,000	0,000	20,976	9,999	0,072	0,000

Tank Calibrations - A. Dulce BR

Fluid Type = Fresh Water Specific gravity = 1

Permeability = 100 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
A. Dulce BR	1,428	0,000	100,000	5,059	5,059	20,001	-9,036	0,894	0,000
	1,406	0,023	98,000	4,957	4,957	20,001	-9,040	0,882	1,855
	1,405	0,024	97,900	4,952	4,952	20,001	-9,040	0,881	1,855
	1,400	0,028	97,484	4,931	4,931	20,001	-9,040	0,879	1,853
	1,300	0,128	88,695	4,487	4,487	20,001	-9,055	0,825	1,809
	1,200	0,228	79,981	4,046	4,046	20,002	-9,073	0,771	1,758
	1,100	0,328	71,357	3,610	3,610	20,002	-9,092	0,716	1,700
	1,000	0,428	62,840	3,179	3,179	20,002	-9,115	0,662	1,631
	0,900	0,528	54,455	2,755	2,755	20,003	-9,142	0,606	1,547
	0,800	0,628	46,235	2,339	2,339	20,004	-9,175	0,550	1,444
	0,700	0,728	38,235	1,934	1,934	20,005	-9,214	0,493	1,313
	0,600	0,828	30,536	1,545	1,545	20,006	-9,261	0,435	1,143

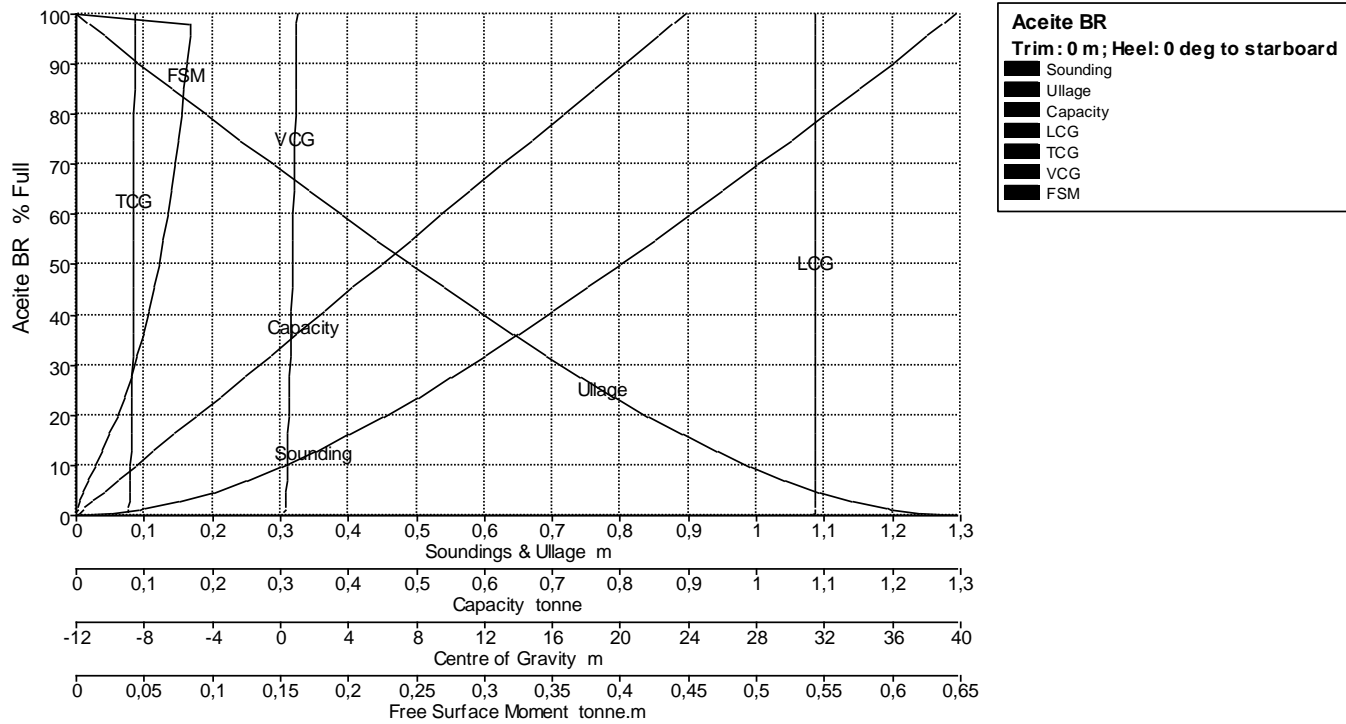
	0,500	0,928	23,260	1,177	1,177	20,008	-9,318	0,377	0,931
	0,400	1,028	16,555	0,837	0,837	20,011	-9,385	0,318	0,698
	0,300	1,128	10,565	0,534	0,534	20,016	-9,467	0,259	0,468
	0,200	1,228	5,479	0,277	0,277	20,028	-9,571	0,199	0,253
	0,100	1,328	1,633	0,083	0,083	20,066	-9,720	0,138	0,075
	0,077	1,351	1,000	0,051	0,051	20,092	-9,767	0,124	0,045
	0,000	1,428	0,000	0,000	0,000	20,976	-9,999	0,072	0,000

Tank Calibrations - Aceite ER

Fluid Type = Lube Oil Specific gravity = 0,92

Permeability = 100 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Aceite ER	1,293	0,000	100,000	0,973	0,895	31,498	8,572	0,981	0,000
	1,274	0,019	98,000	0,953	0,877	31,498	8,574	0,971	0,085
	1,273	0,020	97,900	0,952	0,876	31,498	8,574	0,970	0,084
	1,250	0,043	95,464	0,929	0,854	31,497	8,576	0,958	0,084
	1,200	0,093	90,196	0,877	0,807	31,497	8,582	0,930	0,082
	1,150	0,143	84,972	0,827	0,760	31,497	8,587	0,902	0,079
	1,100	0,193	79,796	0,776	0,714	31,497	8,593	0,874	0,077
	1,050	0,243	74,671	0,726	0,668	31,497	8,599	0,846	0,075
	1,000	0,293	69,600	0,677	0,623	31,497	8,606	0,818	0,072
	0,950	0,343	64,590	0,628	0,578	31,497	8,613	0,790	0,070
	0,900	0,393	59,645	0,580	0,534	31,497	8,621	0,762	0,067
	0,850	0,443	54,770	0,533	0,490	31,497	8,630	0,733	0,064

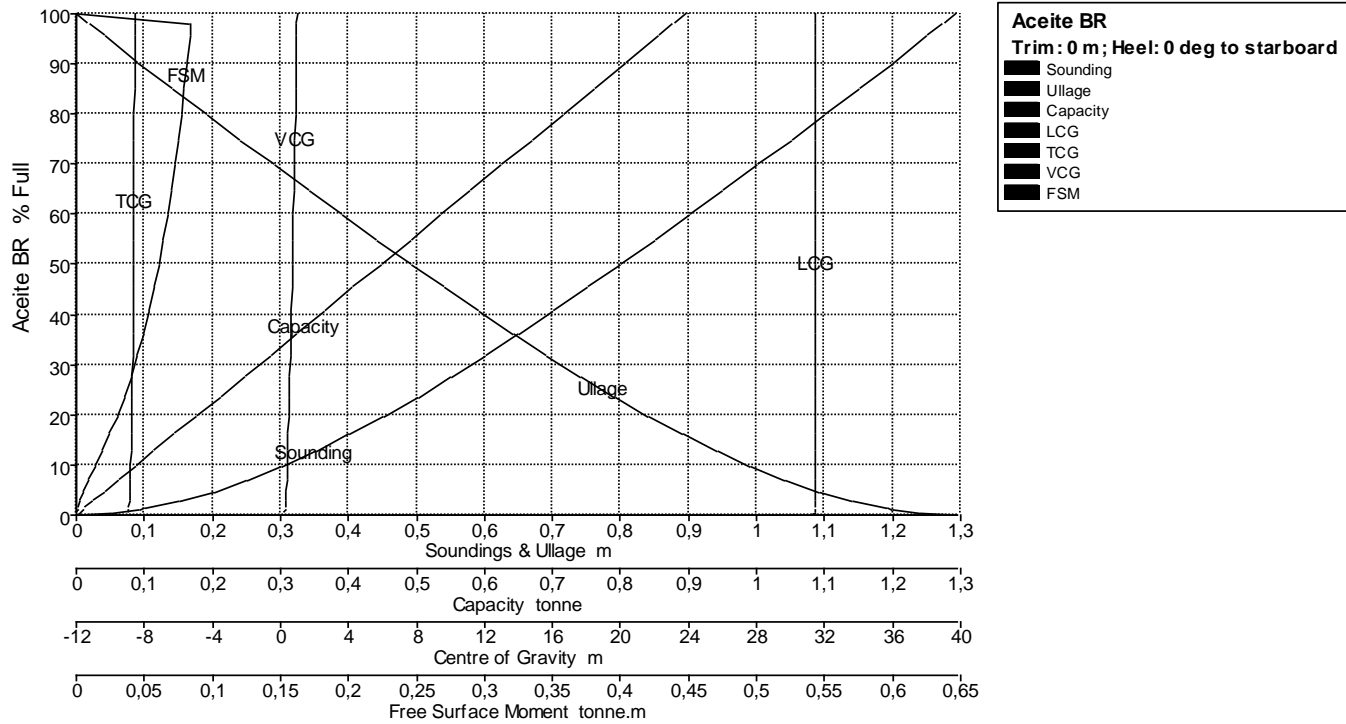
	0,800	0,493	49,975	0,486	0,447	31,497	8,639	0,704	0,061
	0,750	0,543	45,266	0,440	0,405	31,497	8,649	0,675	0,057
	0,700	0,593	40,655	0,395	0,364	31,497	8,660	0,646	0,053
	0,650	0,643	36,154	0,352	0,324	31,497	8,672	0,617	0,049
	0,600	0,693	31,779	0,309	0,284	31,497	8,686	0,587	0,045
	0,550	0,743	27,549	0,268	0,247	31,497	8,701	0,557	0,040
	0,500	0,793	23,488	0,228	0,210	31,496	8,717	0,527	0,035
	0,450	0,843	19,625	0,191	0,176	31,496	8,736	0,496	0,030
	0,400	0,893	15,992	0,156	0,143	31,496	8,756	0,465	0,024
	0,350	0,943	12,629	0,123	0,113	31,496	8,778	0,434	0,019
	0,300	0,993	9,574	0,093	0,086	31,495	8,802	0,402	0,014
	0,250	1,043	6,865	0,067	0,061	31,495	8,829	0,371	0,009
	0,200	1,093	4,541	0,044	0,041	31,494	8,857	0,339	0,005
	0,150	1,143	2,639	0,026	0,024	31,493	8,888	0,306	0,003
	0,100	1,193	1,207	0,012	0,011	31,490	8,922	0,274	0,001
	0,091	1,202	1,000	0,010	0,009	31,489	8,928	0,268	0,001
	0,050	1,243	0,303	0,003	0,003	31,481	8,959	0,241	0,000
	0,000	1,293	0,000	0,000	0,000	31,011	9,000	0,207	0,000

Tank Calibrations - Aceite BR

Fluid Type = Lube Oil Specific gravity = 0,92

Permeability = 100 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Aceite BR	1,293	0,000	100,000	0,973	0,895	31,498	-8,572	0,981	0,000
	1,274	0,019	98,000	0,953	0,877	31,498	-8,574	0,971	0,085
	1,273	0,020	97,900	0,952	0,876	31,498	-8,574	0,970	0,084
	1,250	0,043	95,464	0,929	0,854	31,497	-8,576	0,958	0,084
	1,200	0,093	90,196	0,877	0,807	31,497	-8,582	0,930	0,082
	1,150	0,143	84,972	0,827	0,760	31,497	-8,587	0,902	0,079
	1,100	0,193	79,796	0,776	0,714	31,497	-8,593	0,874	0,077
	1,050	0,243	74,671	0,726	0,668	31,497	-8,599	0,846	0,075
	1,000	0,293	69,600	0,677	0,623	31,497	-8,606	0,818	0,072
	0,950	0,343	64,590	0,628	0,578	31,497	-8,613	0,790	0,070
	0,900	0,393	59,645	0,580	0,534	31,497	-8,621	0,762	0,067
	0,850	0,443	54,770	0,533	0,490	31,497	-8,630	0,733	0,064

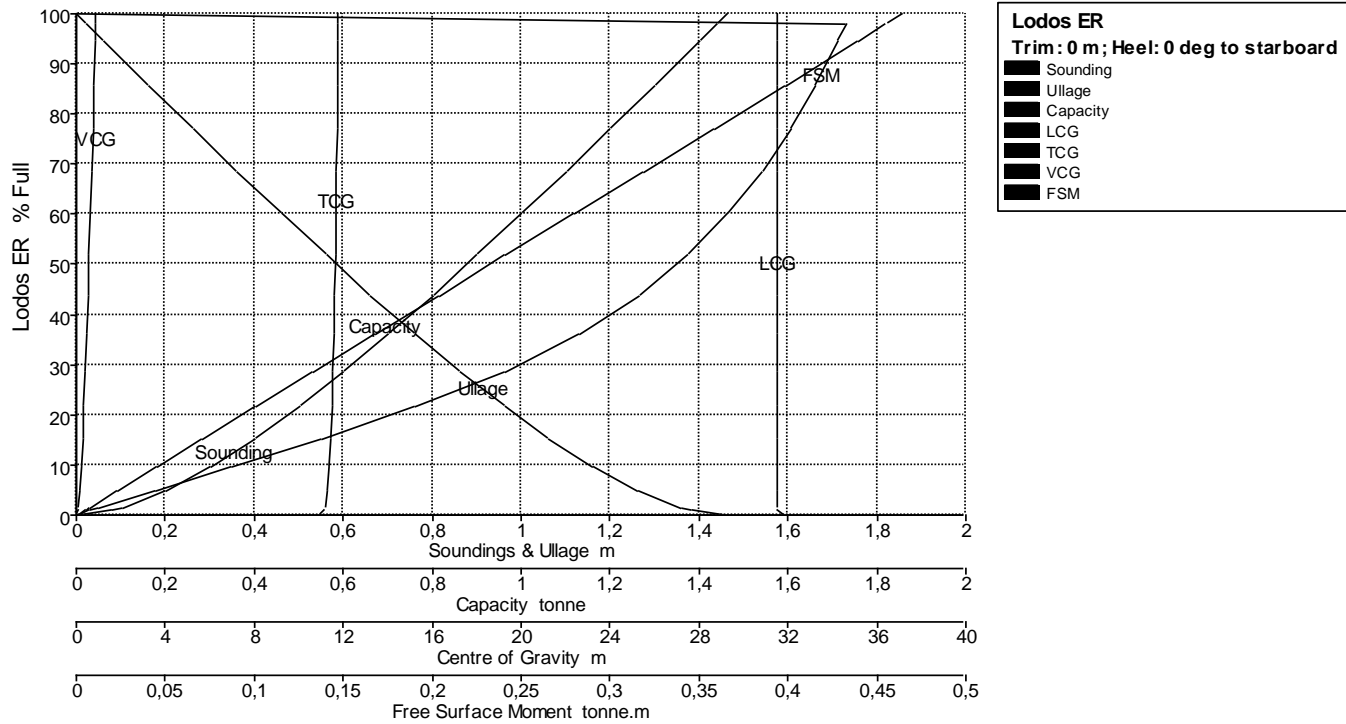
	0,800	0,493	49,975	0,486	0,447	31,497	-8,639	0,704	0,061
	0,750	0,543	45,266	0,440	0,405	31,497	-8,649	0,675	0,057
	0,700	0,593	40,655	0,395	0,364	31,497	-8,660	0,646	0,053
	0,650	0,643	36,154	0,352	0,324	31,497	-8,672	0,617	0,049
	0,600	0,693	31,779	0,309	0,284	31,497	-8,686	0,587	0,045
	0,550	0,743	27,549	0,268	0,247	31,497	-8,701	0,557	0,040
	0,500	0,793	23,488	0,228	0,210	31,496	-8,717	0,527	0,035
	0,450	0,843	19,625	0,191	0,176	31,496	-8,736	0,496	0,030
	0,400	0,893	15,992	0,156	0,143	31,496	-8,756	0,465	0,024
	0,350	0,943	12,629	0,123	0,113	31,496	-8,778	0,434	0,019
	0,300	0,993	9,574	0,093	0,086	31,495	-8,802	0,402	0,014
	0,250	1,043	6,865	0,067	0,061	31,495	-8,829	0,371	0,009
	0,200	1,093	4,541	0,044	0,041	31,494	-8,857	0,339	0,005
	0,150	1,143	2,639	0,026	0,024	31,493	-8,888	0,306	0,003
	0,100	1,193	1,207	0,012	0,011	31,490	-8,922	0,274	0,001
	0,091	1,202	1,000	0,010	0,009	31,489	-8,928	0,268	0,001
	0,050	1,243	0,303	0,003	0,003	31,481	-8,959	0,241	0,000
	0,000	1,293	0,000	0,000	0,000	31,011	-9,000	0,207	0,000

Tank Calibrations - Lodos ER

Fluid Type = Specific gravity = 0,92

Permeability = 100 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Lodos ER	1,463	0,000	100,000	2,019	1,858	31,499	11,758	0,888	0,000
	1,441	0,023	98,000	1,979	1,821	31,499	11,755	0,876	0,433
	1,439	0,024	97,900	1,977	1,819	31,499	11,755	0,875	0,433
	1,400	0,063	94,423	1,907	1,754	31,499	11,750	0,854	0,428
	1,300	0,163	85,678	1,730	1,592	31,499	11,737	0,799	0,416
	1,200	0,263	77,027	1,555	1,431	31,499	11,721	0,745	0,401
	1,100	0,363	68,485	1,383	1,272	31,499	11,704	0,690	0,385
	1,000	0,463	60,072	1,213	1,116	31,499	11,683	0,634	0,366
	0,900	0,563	51,816	1,046	0,963	31,499	11,660	0,578	0,344
	0,800	0,663	43,757	0,884	0,813	31,499	11,631	0,521	0,316
	0,700	0,763	35,955	0,726	0,668	31,499	11,597	0,463	0,282
	0,600	0,863	28,499	0,575	0,529	31,499	11,556	0,404	0,240

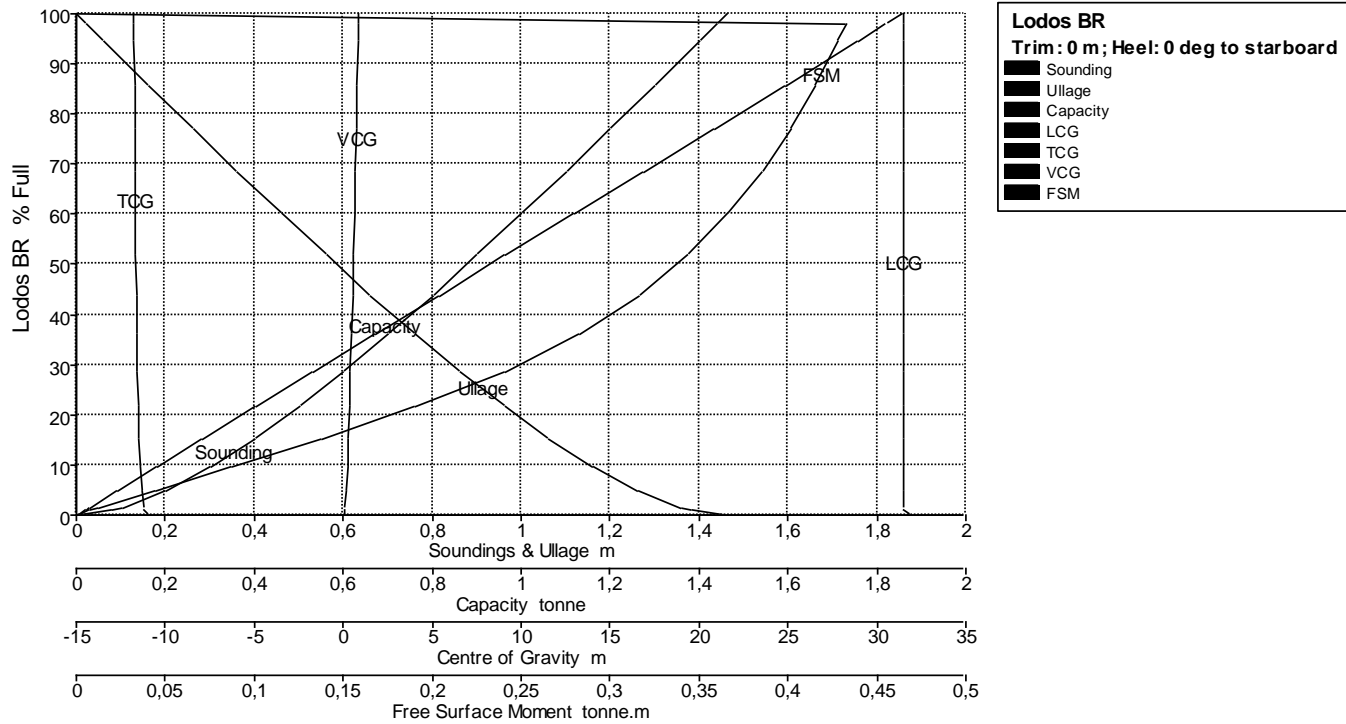
	0,500	0,963	21,515	0,434	0,400	31,499	11,508	0,345	0,190
	0,400	1,063	15,150	0,306	0,281	31,499	11,451	0,285	0,137
	0,300	1,163	9,552	0,193	0,177	31,499	11,384	0,224	0,087
	0,200	1,263	4,901	0,099	0,091	31,499	11,300	0,163	0,043
	0,100	1,363	1,494	0,030	0,028	31,499	11,188	0,101	0,011
	0,080	1,384	1,000	0,020	0,019	31,499	11,159	0,088	0,007
	0,000	1,463	0,000	0,000	0,000	31,891	11,000	0,037	0,000

Tank Calibrations - Lodos BR

Fluid Type = Specific gravity = 0,92

Permeability = 100 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Lodos BR	1,463	0,000	100,000	2,019	1,858	31,499	-11,758	0,888	0,000
	1,441	0,023	98,000	1,979	1,821	31,499	-11,755	0,876	0,433
	1,439	0,024	97,900	1,977	1,819	31,499	-11,755	0,875	0,433
	1,400	0,063	94,423	1,907	1,754	31,499	-11,750	0,854	0,428
	1,300	0,163	85,678	1,730	1,592	31,499	-11,737	0,799	0,416
	1,200	0,263	77,027	1,555	1,431	31,499	-11,721	0,745	0,401
	1,100	0,363	68,485	1,383	1,272	31,499	-11,704	0,690	0,385
	1,000	0,463	60,072	1,213	1,116	31,499	-11,683	0,634	0,366
	0,900	0,563	51,816	1,046	0,963	31,499	-11,660	0,578	0,344
	0,800	0,663	43,757	0,884	0,813	31,499	-11,631	0,521	0,316
	0,700	0,763	35,955	0,726	0,668	31,499	-11,597	0,463	0,282
	0,600	0,863	28,499	0,575	0,529	31,499	-11,556	0,404	0,240

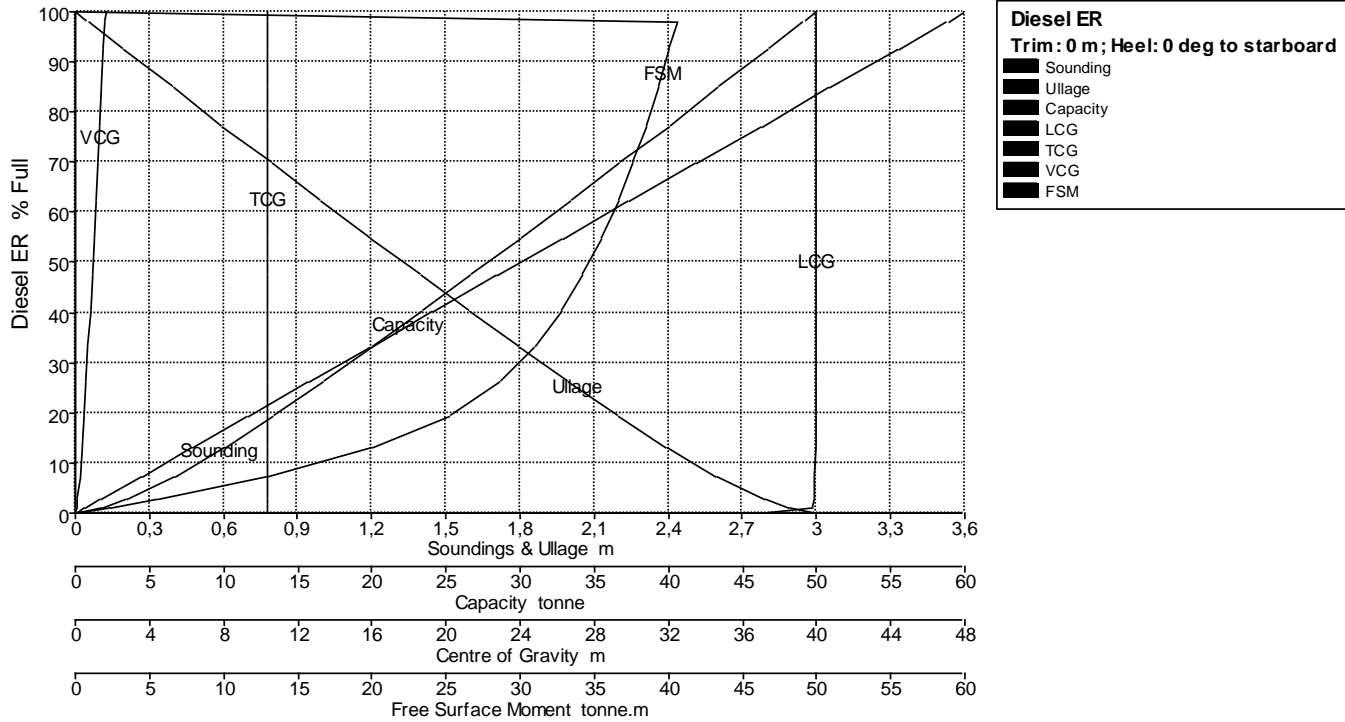
	0,500	0,963	21,515	0,434	0,400	31,499	-11,508	0,345	0,190
	0,400	1,063	15,150	0,306	0,281	31,499	-11,451	0,285	0,137
	0,300	1,163	9,552	0,193	0,177	31,499	-11,384	0,224	0,087
	0,200	1,263	4,901	0,099	0,091	31,499	-11,300	0,163	0,043
	0,100	1,363	1,494	0,030	0,028	31,499	-11,188	0,101	0,011
	0,080	1,384	1,000	0,020	0,019	31,499	-11,159	0,088	0,007
	0,000	1,463	0,000	0,000	0,000	31,891	-11,000	0,037	0,000

Tank Calibrations - Diésel ER

Fluid Type = Diesel Specific gravity = 0,84

Permeability = 100 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Diésel ER	2,998	0,000	100,000	71,399	59,975	39,949	10,370	1,644	0,000
	2,946	0,052	98,000	69,971	58,776	39,949	10,370	1,617	40,632
	2,943	0,054	97,900	69,900	58,716	39,949	10,370	1,616	40,623
	2,800	0,198	92,391	65,967	55,412	39,948	10,370	1,541	40,093
	2,600	0,398	84,740	60,504	50,823	39,948	10,370	1,436	39,311
	2,400	0,598	77,141	55,078	46,266	39,947	10,371	1,331	38,479
	2,200	0,798	69,599	49,693	41,742	39,946	10,371	1,225	37,580
	2,000	0,998	62,120	44,353	37,256	39,945	10,371	1,120	36,597
	1,800	1,198	54,711	39,063	32,813	39,944	10,371	1,014	35,503
	1,600	1,398	47,383	33,831	28,418	39,943	10,371	0,907	34,256
	1,400	1,598	40,151	28,667	24,081	39,942	10,371	0,800	32,787
	1,200	1,798	33,038	23,589	19,814	39,940	10,371	0,692	30,987

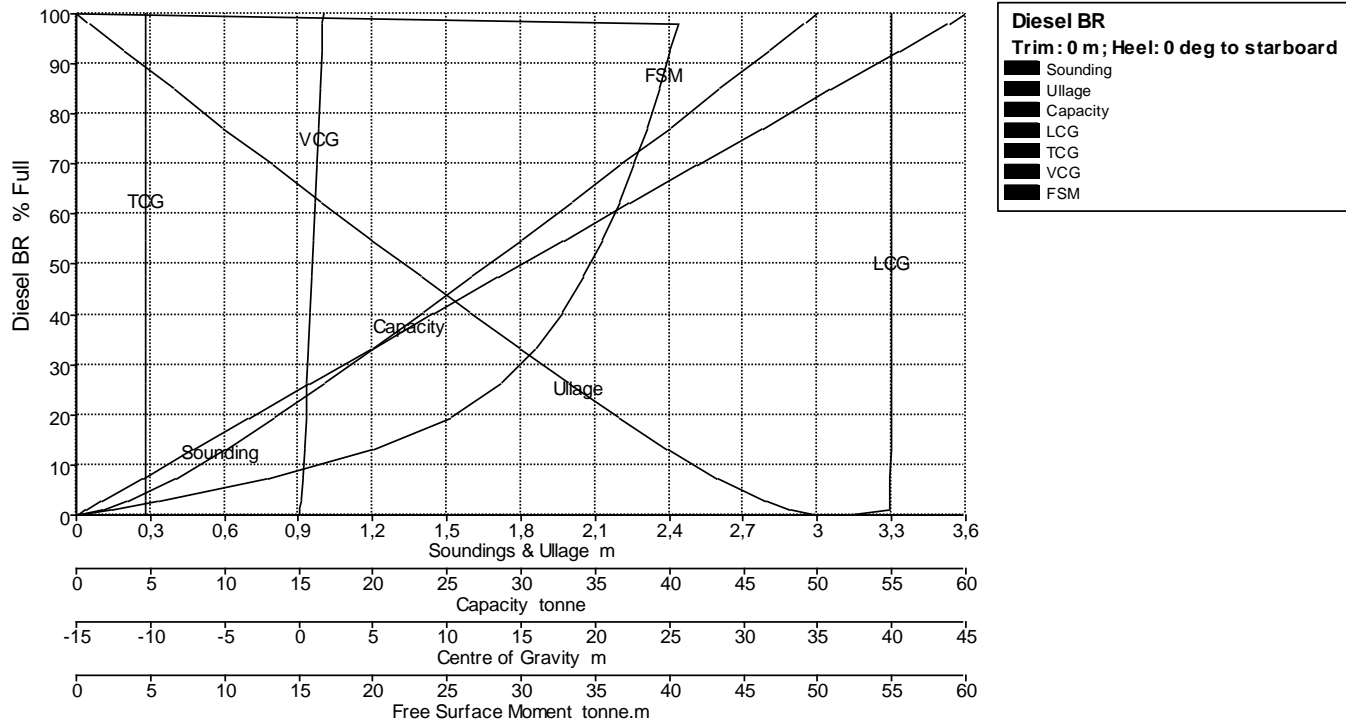
	1,000	1,998	26,081	18,621	15,642	39,937	10,372	0,582	28,630
	0,800	2,198	19,351	13,816	11,606	39,934	10,372	0,471	25,242
	0,600	2,398	12,997	9,280	7,795	39,928	10,373	0,357	19,960
	0,400	2,598	7,299	5,212	4,378	39,916	10,373	0,241	12,895
	0,200	2,798	2,632	1,879	1,579	39,878	10,374	0,124	5,537
	0,107	2,891	1,000	0,714	0,600	39,808	10,375	0,069	2,359
	0,000	2,998	0,000	0,000	0,000	37,045	10,377	0,002	0,000

Tank Calibrations - Diésel BR

Fluid Type = Diesel Specific gravity = 0,84

Permeability = 100 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Diésel BR	2,998	0,000	100,000	71,399	59,975	39,949	-10,370	1,644	0,000
	2,946	0,052	98,000	69,971	58,776	39,949	-10,370	1,617	40,632
	2,943	0,054	97,900	69,900	58,716	39,949	-10,370	1,616	40,623
	2,800	0,198	92,391	65,967	55,412	39,948	-10,370	1,541	40,093
	2,600	0,398	84,740	60,504	50,823	39,948	-10,370	1,436	39,311
	2,400	0,598	77,141	55,078	46,266	39,947	-10,371	1,331	38,479
	2,200	0,798	69,599	49,693	41,742	39,946	-10,371	1,225	37,580
	2,000	0,998	62,120	44,353	37,256	39,945	-10,371	1,120	36,597
	1,800	1,198	54,711	39,063	32,813	39,944	-10,371	1,014	35,503
	1,600	1,398	47,383	33,831	28,418	39,943	-10,371	0,907	34,256
	1,400	1,598	40,151	28,667	24,081	39,942	-10,371	0,800	32,787
	1,200	1,798	33,038	23,589	19,814	39,940	-10,371	0,692	30,987

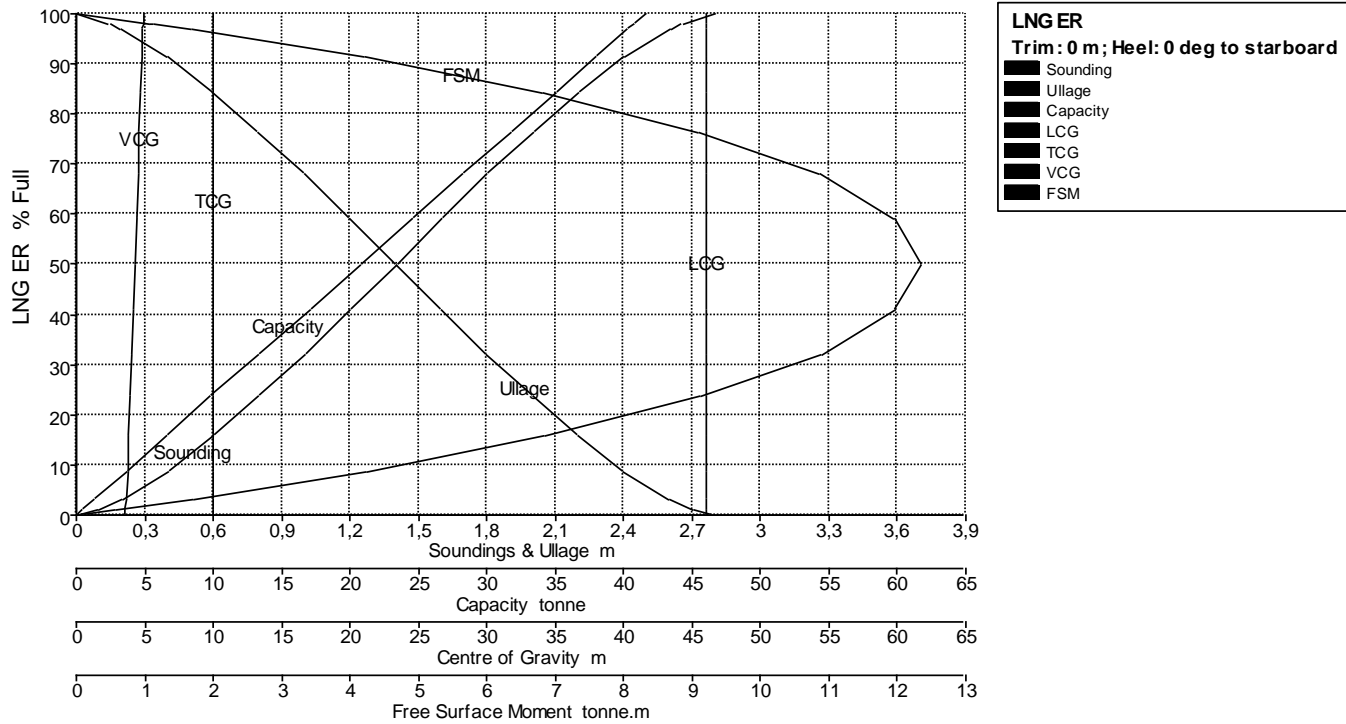
	1,000	1,998	26,081	18,621	15,642	39,937	-10,372	0,582	28,630
	0,800	2,198	19,351	13,816	11,606	39,934	-10,372	0,471	25,242
	0,600	2,398	12,997	9,280	7,795	39,928	-10,373	0,357	19,960
	0,400	2,598	7,299	5,212	4,378	39,916	-10,373	0,241	12,895
	0,200	2,798	2,632	1,879	1,579	39,878	-10,374	0,124	5,537
	0,107	2,891	1,000	0,714	0,600	39,808	-10,375	0,069	2,359
	0,000	2,998	0,000	0,000	0,000	37,045	-10,377	0,002	0,000

Tank Calibrations - LNG ER

Fluid Type = LNG Specific gravity = 0,45

Permeability = 100 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
LNG ER	2,800	0,000	100,000	92,351	41,558	46,000	10,000	4,900	0,000
	2,653	0,147	98,000	90,504	40,727	46,000	10,000	4,873	1,090
	2,649	0,151	97,900	90,412	40,685	46,000	10,000	4,872	1,142
	2,600	0,200	96,830	89,424	40,241	46,000	10,000	4,858	1,686
	2,400	0,400	91,238	84,260	37,917	46,000	10,000	4,788	4,232
	2,200	0,600	84,289	77,842	35,029	46,000	10,000	4,705	6,824
	2,000	0,800	76,425	70,579	31,761	46,000	10,000	4,613	9,106
	1,800	1,000	67,939	62,743	28,234	46,000	10,000	4,515	10,866
	1,600	1,200	59,064	54,546	24,546	46,000	10,000	4,412	11,970
	1,400	1,400	50,000	46,176	20,779	46,000	10,000	4,306	12,347
	1,200	1,600	40,936	37,805	17,012	46,000	10,000	4,196	11,970
	1,000	1,800	32,061	29,609	13,324	46,000	10,000	4,085	10,866

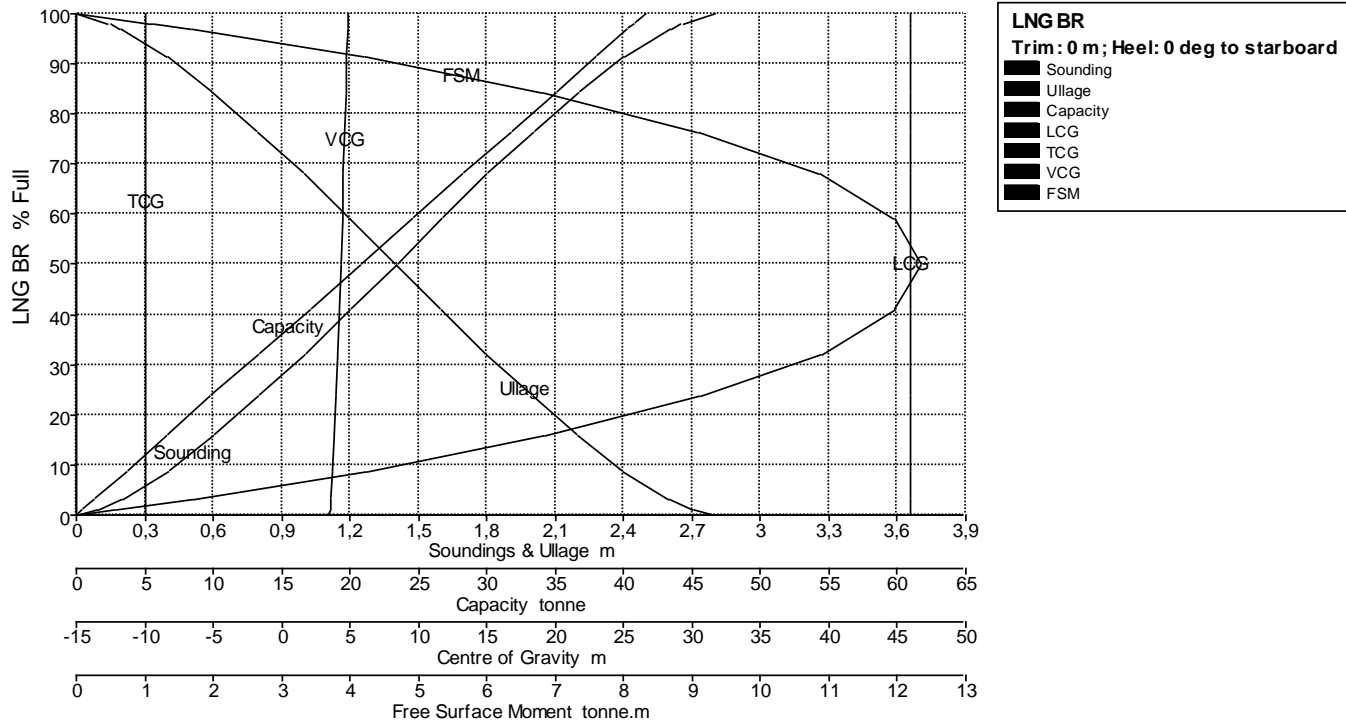
	0,800	2,000	23,575	21,772	9,797	46,000	10,000	3,971	9,106
	0,600	2,200	15,711	14,509	6,529	46,000	10,000	3,855	6,824
	0,400	2,400	8,762	8,091	3,641	46,000	10,000	3,738	4,232
	0,200	2,600	3,170	2,927	1,317	46,000	10,000	3,620	1,686
	0,092	2,708	1,000	0,924	0,416	46,000	10,000	3,555	0,559
	0,000	2,800	0,000	0,000	0,000	46,000	10,000	3,500	0,000

Tank Calibrations - LNG BR

Fluid Type = LNG Specific gravity = 0,45

Permeability = 100 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
LNG BR	2,800	0,000	100,000	92,351	41,558	46,000	-10,000	4,900	0,000
	2,653	0,147	98,000	90,504	40,727	46,000	-10,000	4,873	1,090
	2,649	0,151	97,900	90,412	40,685	46,000	-10,000	4,872	1,142
	2,600	0,200	96,830	89,424	40,241	46,000	-10,000	4,858	1,686
	2,400	0,400	91,238	84,260	37,917	46,000	-10,000	4,788	4,232
	2,200	0,600	84,289	77,842	35,029	46,000	-10,000	4,705	6,824
	2,000	0,800	76,425	70,579	31,761	46,000	-10,000	4,613	9,106
	1,800	1,000	67,939	62,743	28,234	46,000	-10,000	4,515	10,866
	1,600	1,200	59,064	54,546	24,546	46,000	-10,000	4,412	11,970
	1,400	1,400	50,000	46,176	20,779	46,000	-10,000	4,306	12,347
	1,200	1,600	40,936	37,805	17,012	46,000	-10,000	4,196	11,970
	1,000	1,800	32,061	29,609	13,324	46,000	-10,000	4,085	10,866

	0,800	2,000	23,575	21,772	9,797	46,000	-10,000	3,971	9,106
	0,600	2,200	15,711	14,509	6,529	46,000	-10,000	3,855	6,824
	0,400	2,400	8,762	8,091	3,641	46,000	-10,000	3,738	4,232
	0,200	2,600	3,170	2,927	1,317	46,000	-10,000	3,620	1,686
	0,092	2,708	1,000	0,924	0,416	46,000	-10,000	3,555	0,559
	0,000	2,800	0,000	0,000	0,000	46,000	-10,000	3,500	0,000

Anexo 4: Tablas hidrostáticas

Hydrostatics - Casco

Stability 20.00.05.47, build: 47

Model file: C:\Users\Carlos\Dropbox\Arquitectura naval\PROYECTO\FAST FERRY CATAMARÁN 950 PAX 250 COCHES\Cuaderno 4\Compartimentado\Casco (Highest precision, 509 sections, Trimming on, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp.‰: 0,01000(0,100); Trim‰(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel‰(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

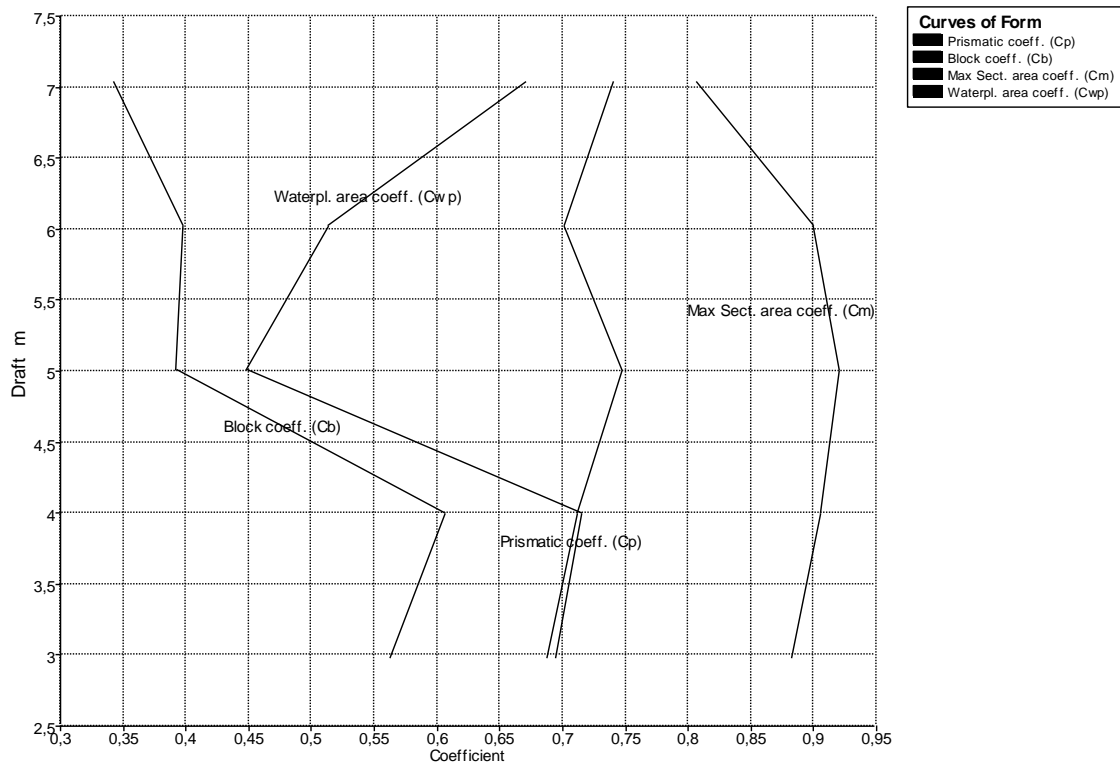
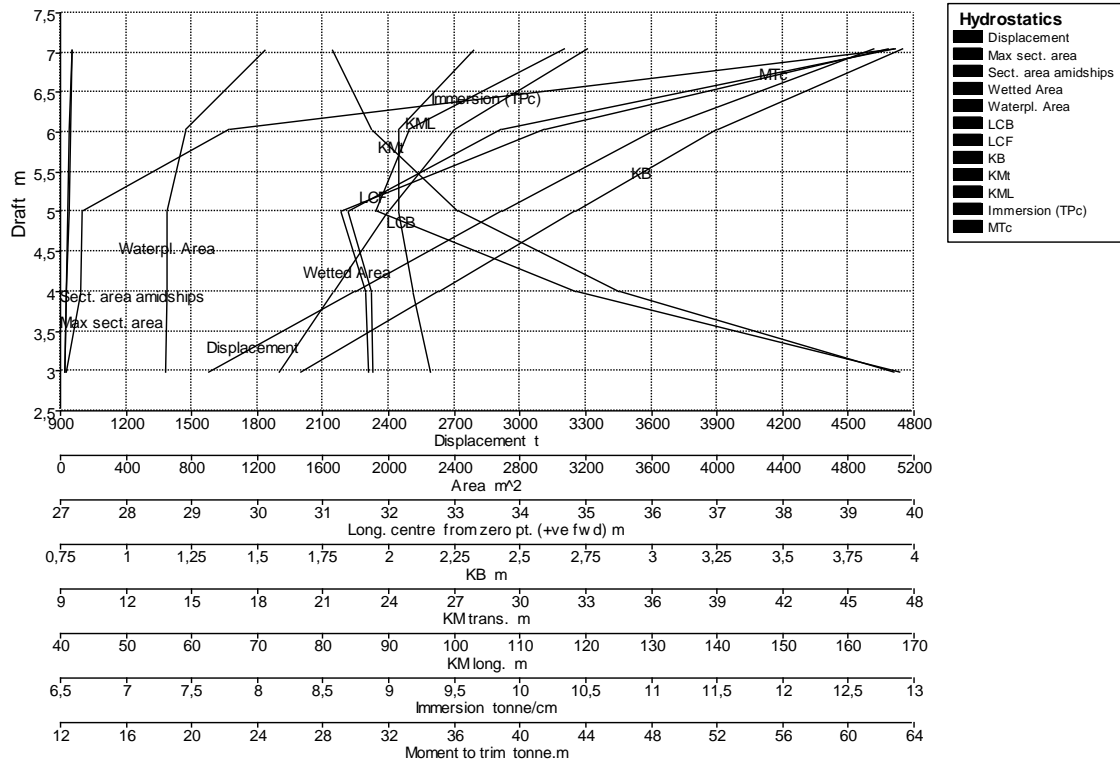
Damage Case - Intact

Fixed Trim = -0,5 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Draft Amidships m	2,985	4,000	5,015	6,030	7,045
Displacement t	1577	2248	2922	3632	4625
Heel deg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	3,235	4,250	5,265	6,280	7,295
Draft at AP m	2,735	3,750	4,765	5,780	6,795
Draft at LCF m	2,926	3,940	4,953	5,987	7,033
Trim (+ve by stern) m	-0,500	-0,500	-0,500	-0,500	-0,500
WL Length m	83,179	81,234	77,597	83,282	83,445
Beam max extents on WL m	26,283	26,342	26,264	26,165	26,067
Wetted Area m ²	1330,053	1668,677	1995,972	2398,589	3214,776
Waterpl. Area m ²	638,504	648,966	650,585	760,424	1255,946
Prismatic coeff. (Cp)	0,688	0,711	0,747	0,701	0,740
Block coeff. (Cb)	0,563	0,606	0,392	0,398	0,343
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,882	0,906	0,920	0,900	0,805
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,694	0,715	0,447	0,514	0,671
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	32,637	32,380	32,154	32,148	33,320
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	31,690	31,658	31,279	34,384	39,628
KB m	1,665	2,194	2,713	3,253	3,963
KG m	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
BMt m	45,399	32,336	24,436	19,961	17,499
BML m	166,120	116,220	85,199	89,720	113,073
GMt m	43,117	30,586	23,205	19,271	17,512
GML m	163,839	114,469	83,969	89,030	113,086
KMt m	47,063	34,530	27,148	23,214	21,462
KML m	167,782	118,412	87,911	92,972	117,034
Immersion (TPc) tonne/cm	6,545	6,652	6,668	7,794	12,873
MTc tonne.m	31,062	30,950	29,506	38,881	62,899

RM at 1deg = GMT.Disp.sin(1) tonne.m	1186,413	1200,230	1183,438	1221,441	1413,648
Max deck inclination deg	0,3445	0,3445	0,3445	0,3445	0,3445
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,3445	-0,3445	-0,3445	-0,3445	-0,3445



Hydrostatics - Casco

Stability 20.00.05.47, build: 47

Model file: C:\Users\Carlos\Dropbox\Arquitectura naval\PROYECTO\FAST FERRY CATAMARÁN 950 PAX 250 COCHES\Cuaderno 4\Compartimentado\Casco (Highest precision, 509 sections, Trimming on, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp.‰: 0,01000(0,100); Trim‰(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel‰(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

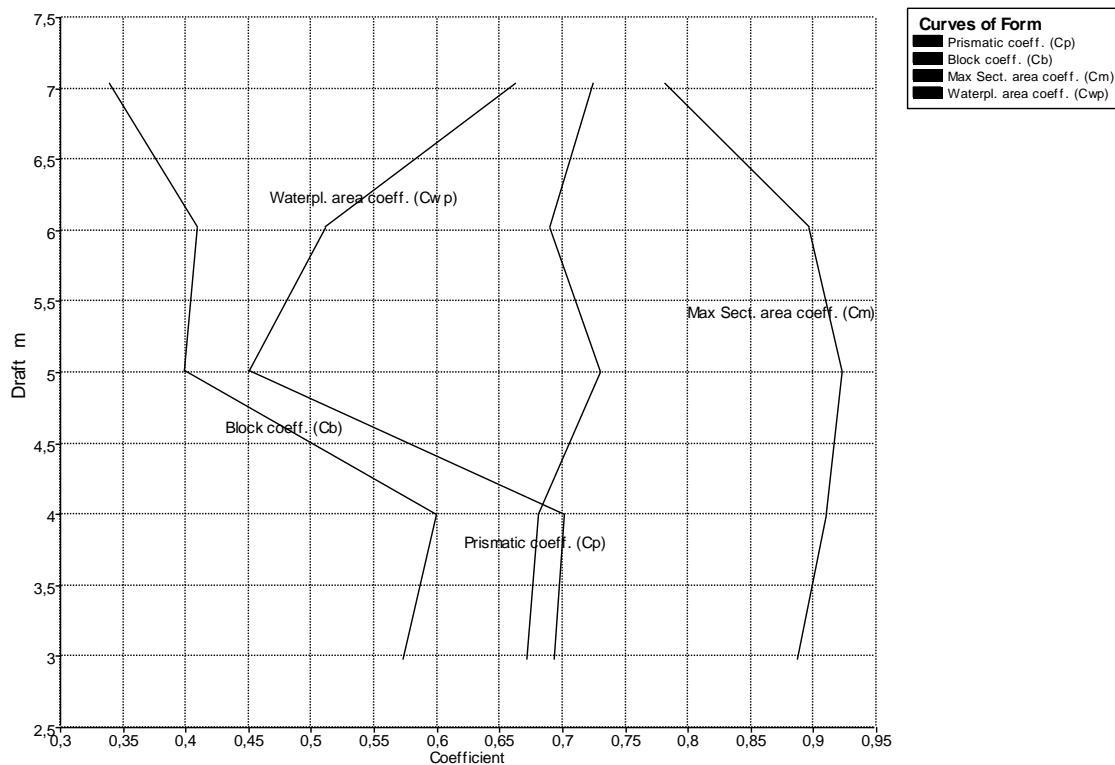
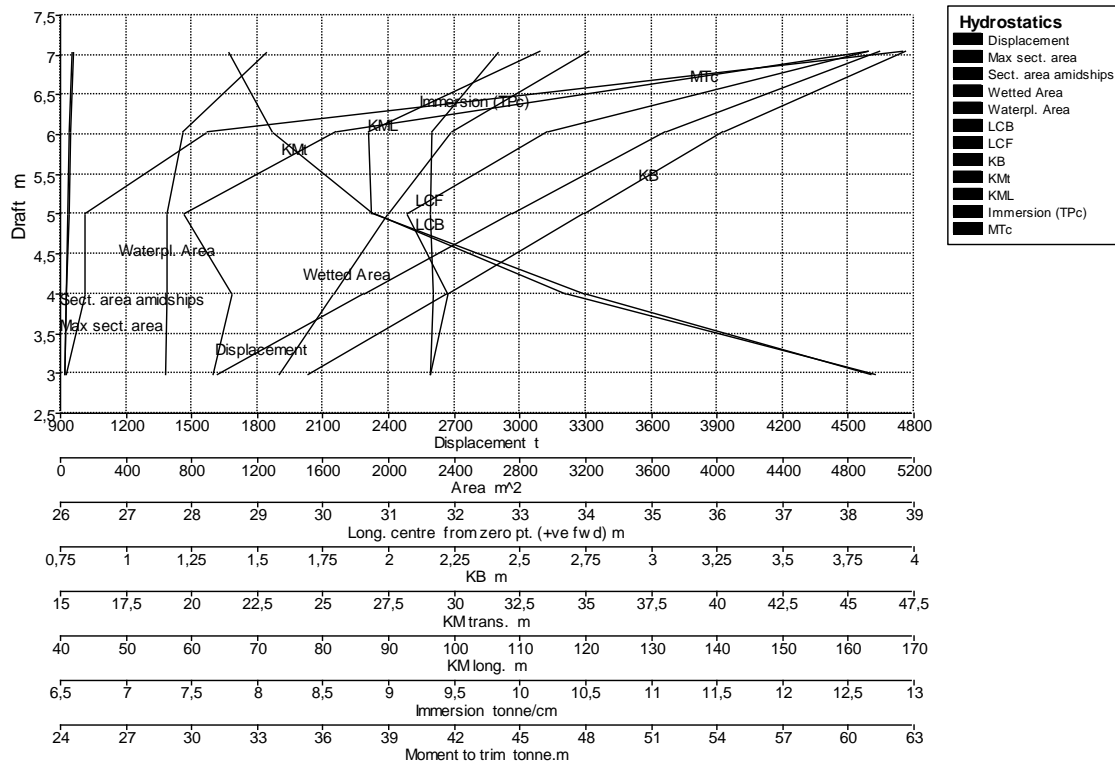
Damage Case - Intact

Fixed Trim = 0 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Draft Amidships m	2,985	4,000	5,015	6,030	7,045
Displacement t	1616	2288	2963	3667	4646
Heel deg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	2,985	4,000	5,015	6,030	7,045
Draft at AP m	2,985	4,000	5,015	6,030	7,045
Draft at LCF m	2,985	4,000	5,015	6,030	7,045
Trim (+ve by stern) m	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
WL Length m	83,172	83,189	78,093	83,254	83,394
Beam max extents on WL m	26,297	26,348	26,247	26,148	26,050
Wetted Area m ²	1330,018	1668,223	2000,368	2383,486	3223,365
Waterpl. Area m ²	638,569	652,739	651,963	742,780	1260,898
Prismatic coeff. (Cp)	0,671	0,680	0,730	0,690	0,725
Block coeff. (Cb)	0,573	0,600	0,398	0,408	0,339
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,887	0,910	0,922	0,896	0,780
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,693	0,701	0,450	0,511	0,664
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	31,639	31,674	31,635	31,647	32,678
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	31,623	31,890	31,282	33,440	38,313
KB m	1,693	2,222	2,743	3,279	3,974
KG m	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
BMT m	44,309	31,998	24,135	19,788	17,457
BML m	161,760	117,479	84,530	83,739	109,209
GMT m	42,003	30,221	22,878	19,067	17,431
GML m	159,453	115,701	83,273	83,018	109,183
KMT m	46,003	34,221	26,878	23,067	21,431
KML m	163,453	119,701	87,273	87,018	113,183
Immersion (TPc) tonne/cm	6,545	6,691	6,683	7,613	12,924
MTc tonne.m	30,979	31,831	29,675	36,610	60,993
RM at 1deg = GMT.Disp.sin(1) tonne.m	1184,365	1206,664	1183,257	1220,323	1413,209

Max deck inclination deg	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Trim angle (+ve by stern) deg	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000



Hydrostatics - Casco

Stability 20.00.05.47, build: 47

Model file: C:\Users\Carlos\Dropbox\Arquitectura naval\PROYECTO\FAST FERRY CATAMARÁN 950 PAX 250 COCHES\Cuaderno 4\Compartimentado\Casco (Highest precision, 509 sections, Trimming on, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp.‰: 0,01000(0,100); Trim‰(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel‰(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

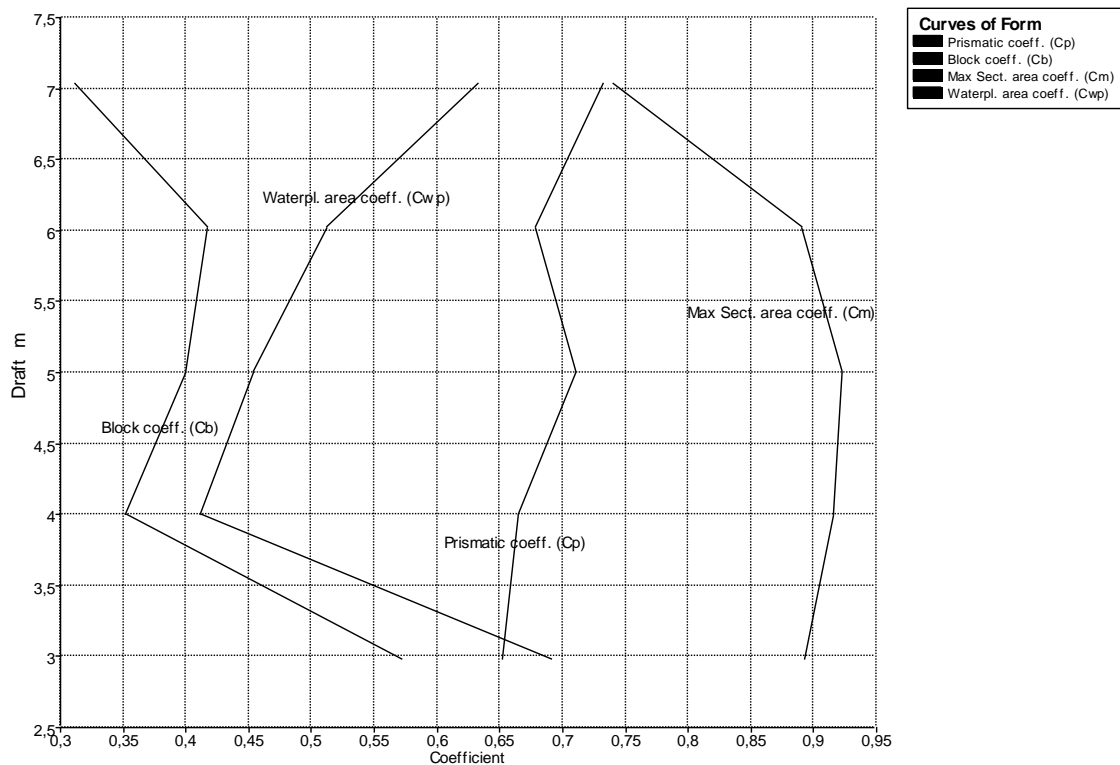
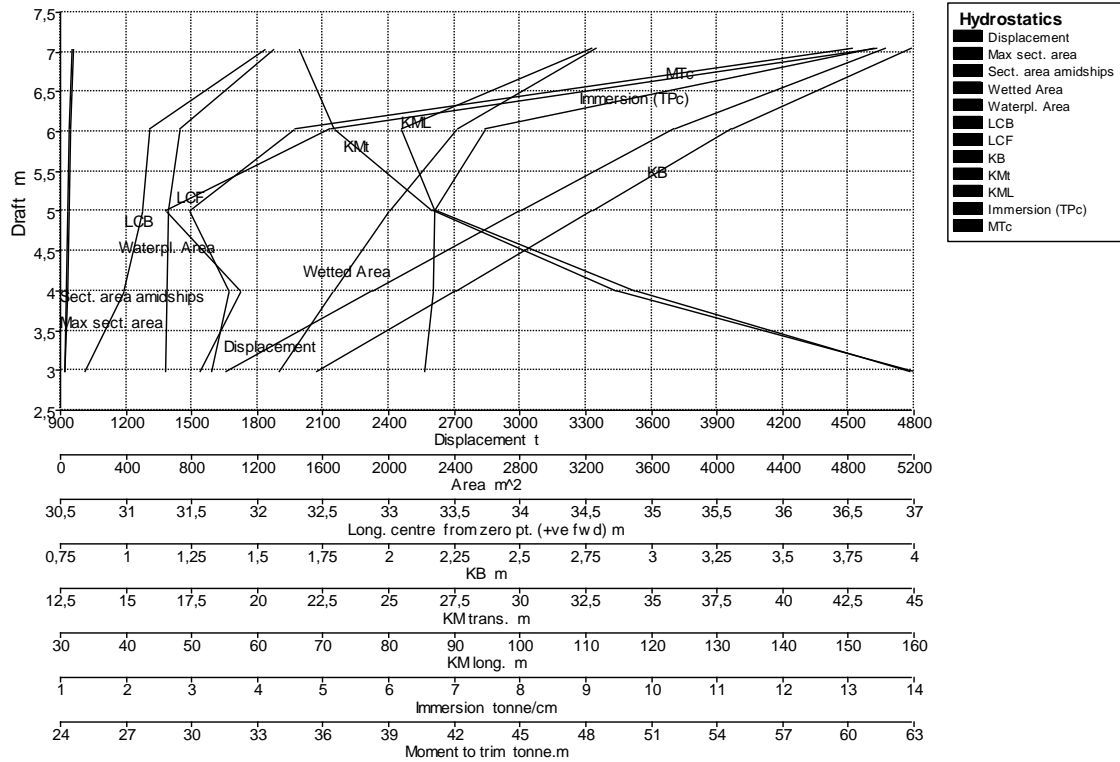
Damage Case - Intact

Fixed Trim = 0,5 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Draft Amidships m	2,985	4,000	5,015	6,030	7,045
Displacement t	1655	2327	3005	3706	4677
Heel deg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	2,735	3,750	4,765	5,780	6,795
Draft at AP m	3,235	4,250	5,265	6,280	7,295
Draft at LCF m	3,045	4,058	5,077	6,084	7,074
Trim (+ve by stern) m	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
WL Length m	83,166	83,187	78,704	83,234	80,809
Beam max extents on WL m	26,309	26,331	26,230	26,130	26,033
Wetted Area m ²	1329,991	1668,161	2004,325	2424,548	3271,941
Waterpl. Area m ²	638,508	651,789	654,091	728,343	1307,218
Prismatic coeff. (Cp)	0,652	0,665	0,711	0,678	0,732
Block coeff. (Cb)	0,572	0,352	0,400	0,417	0,311
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,892	0,915	0,923	0,890	0,739
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,691	0,411	0,454	0,512	0,633
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	30,690	30,984	31,127	31,176	32,064
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	31,559	31,866	31,297	32,562	36,723
KB m	1,727	2,255	2,777	3,309	3,997
KG m	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
BMt m	43,256	31,399	23,862	19,620	17,583
BML m	157,524	115,135	84,161	78,663	107,127
GMt m	40,918	29,590	22,576	18,867	17,523
GML m	155,186	113,326	82,874	77,909	107,067
KMt m	44,983	33,653	26,638	22,929	21,580
KML m	159,249	117,388	86,936	81,971	111,122
Immersion (TPc) tonne/cm	6,545	6,681	6,704	7,466	13,399
MTc tonne.m	30,884	31,709	29,946	34,722	60,219
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1181,852	1201,633	1183,930	1220,331	1430,388

Max deck inclination deg	0,3445	0,3445	0,3445	0,3445	0,3445
Trim angle (+ve by stern) deg	0,3445	0,3445	0,3445	0,3445	0,3445



Hydrostatics - Casco

Stability 20.00.05.47, build: 47

Model file: C:\Users\Carlos\Dropbox\Arquitectura naval\PROYECTO\FAST FERRY CATAMARÁN 950 PAX 250 COCHES\Cuaderno 4\Compartimentado\Casco (Highest precision, 509 sections, Trimming on, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp.‰: 0,01000(0,100); Trim‰(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel‰(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

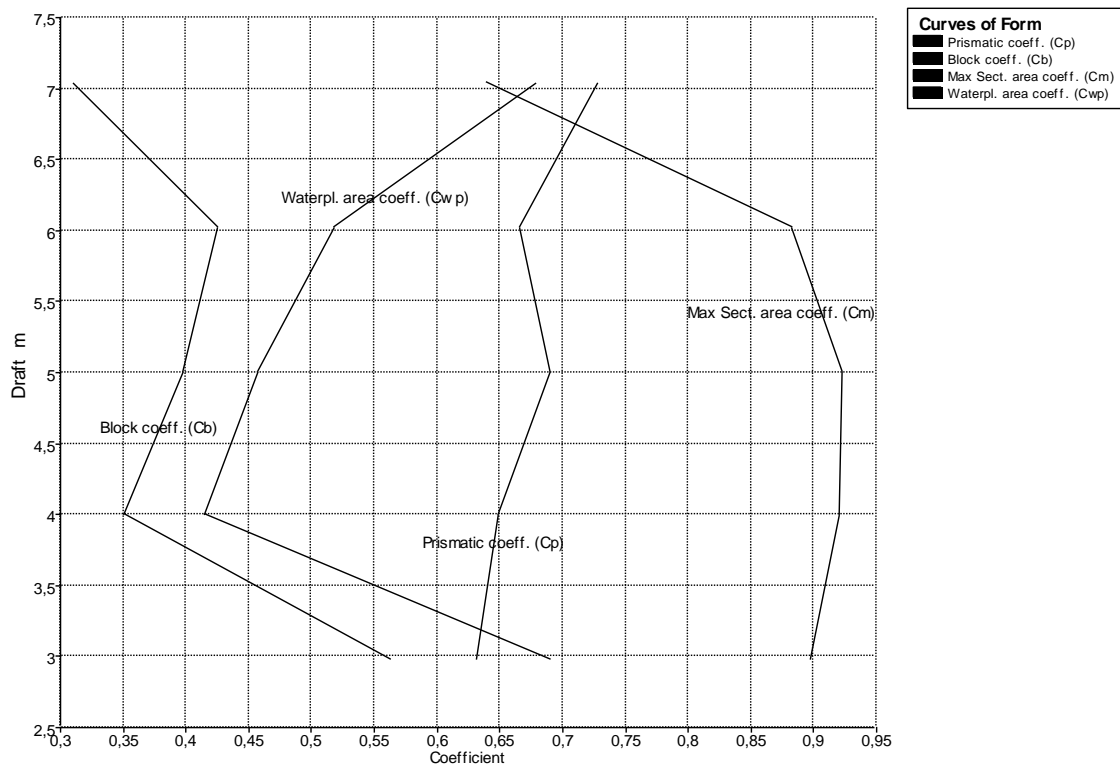
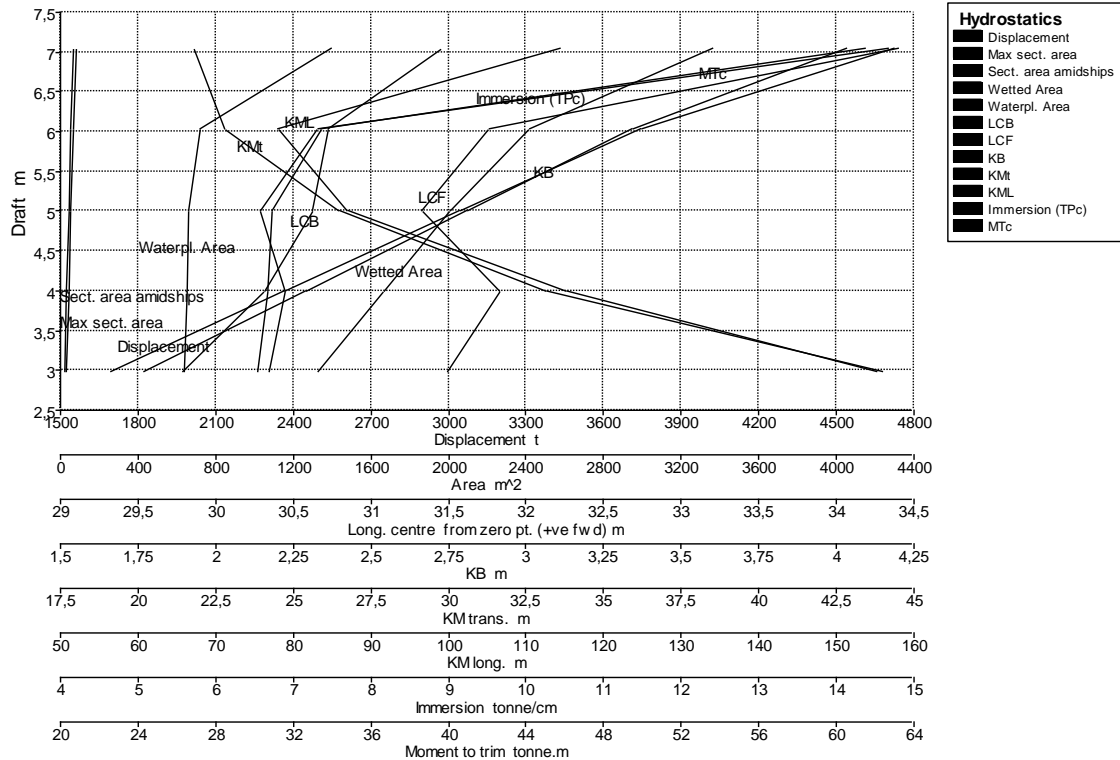
Damage Case - Intact

Fixed Trim = 1 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Draft Amidships m	2,985	4,000	5,015	6,030	7,045
Displacement t	1695	2366	3046	3748	4727
Heel deg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	2,485	3,500	4,515	5,530	6,545
Draft at AP m	3,485	4,500	5,515	6,530	7,545
Draft at LCF m	3,106	4,117	5,138	6,148	7,131
Trim (+ve by stern) m	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
WL Length m	83,162	83,188	79,516	83,220	79,582
Beam max extents on WL m	26,320	26,314	26,213	26,113	26,016
Wetted Area m ²	1329,972	1668,113	2007,635	2418,499	3368,524
Waterpl. Area m ²	638,316	651,078	657,077	717,616	1402,951
Prismatic coeff. (Cp)	0,631	0,648	0,690	0,666	0,728
Block coeff. (Cb)	0,563	0,351	0,397	0,425	0,309
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,898	0,920	0,922	0,882	0,639
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,690	0,414	0,457	0,518	0,680
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	29,786	30,318	30,627	30,729	31,454
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	31,497	31,833	31,328	31,768	34,406
KB m	1,767	2,291	2,813	3,345	4,035
KG m	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
BMt m	42,236	30,825	23,620	19,460	17,793
BML m	153,403	112,918	84,157	74,621	110,501
GMt m	39,862	28,981	22,301	18,675	17,707
GML m	151,028	111,074	82,838	73,835	110,415
KMt m	44,001	33,114	26,431	22,804	21,827
KML m	155,159	115,201	86,964	77,960	114,529
Immersion (TPc) tonne/cm	6,543	6,674	6,735	7,356	14,380
MTc tonne.m	30,775	31,601	30,346	33,279	62,761
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1178,867	1196,655	1185,684	1221,585	1460,729

Max deck inclination deg	0,6889	0,6889	0,6889	0,6889	0,6889
Trim angle (+ve by stern) deg	0,6889	0,6889	0,6889	0,6889	0,6889



Anexo 5: Curvas de KN

KN Calculation - Casco

Stability 20.00.05.47, build: 47

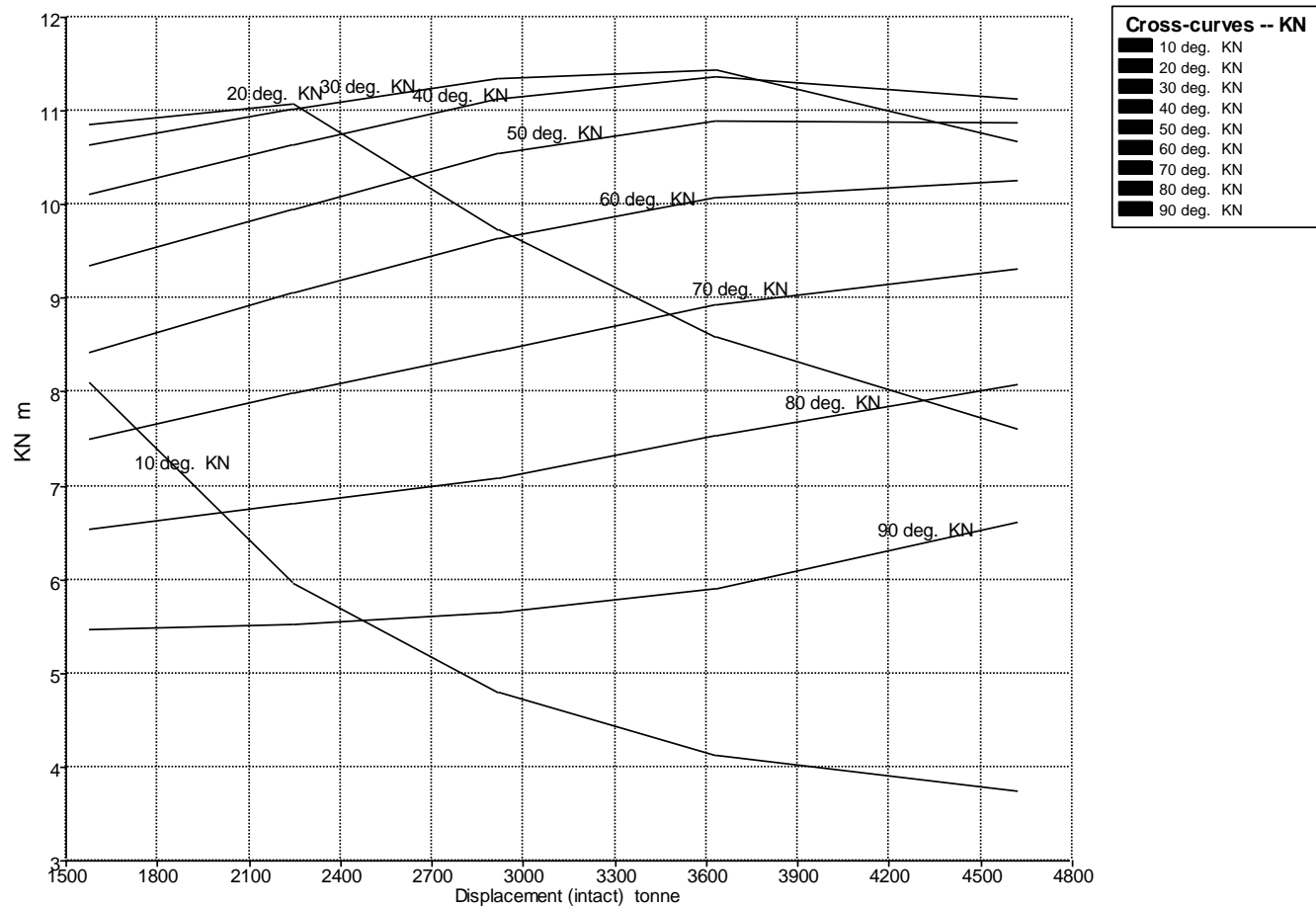
Model file: C:\Users\Carlos\Dropbox\Arquitectura naval\PROYECTO\FAST FERRY CATAMARÁN 950 PAX 250 COCHES\Cuaderno 4\Compartimentado\Casco (Highest precision, 509 sections, Trimming on, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp. %: 0,01000(0,100); Trim%(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel%(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Damage Case - Intact

Fixed Trim = -0,5 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

VCG = 0 m; TCG = 0 m



Displacement (intact) tonne	Draft Amidships m	Trim (+ve by stern) m	LCG m	TCG m	Assumed VCG m	KN 10,0 deg. Starb.	KN 20,0 deg. Starb.	KN 30,0 deg. Starb.	KN 40,0 deg. Starb.	KN 50,0 deg. Starb.	KN 60,0 deg. Starb.	KN 70,0 deg. Starb.	KN 80,0 deg. Starb.	KN 90,0 deg. Starb.
1577	2,985	-0,500 (fixed)	32,647	0,000	0,000	8,090	10,859	10,635	10,115	9,345	8,416	7,492	6,530	5,466
2248	4,000	-0,500 (fixed)	32,394	0,000	0,000	5,964	11,071	11,022	10,633	9,957	9,059	7,990	6,809	5,517
2922	5,015	-0,500 (fixed)	32,170	0,000	0,000	4,804	9,738	11,343	11,121	10,543	9,637	8,452	7,082	5,646
3632	6,030	-0,500 (fixed)	32,168	0,000	0,000	4,127	8,586	11,435	11,364	10,891	10,070	8,938	7,533	5,908
4625	7,045	-0,500 (fixed)	33,343	0,000	0,000	3,752	7,609	10,679	11,123	10,871	10,255	9,314	8,083	6,605

KN Calculation - Casco

Stability 20.00.05.47, build: 47

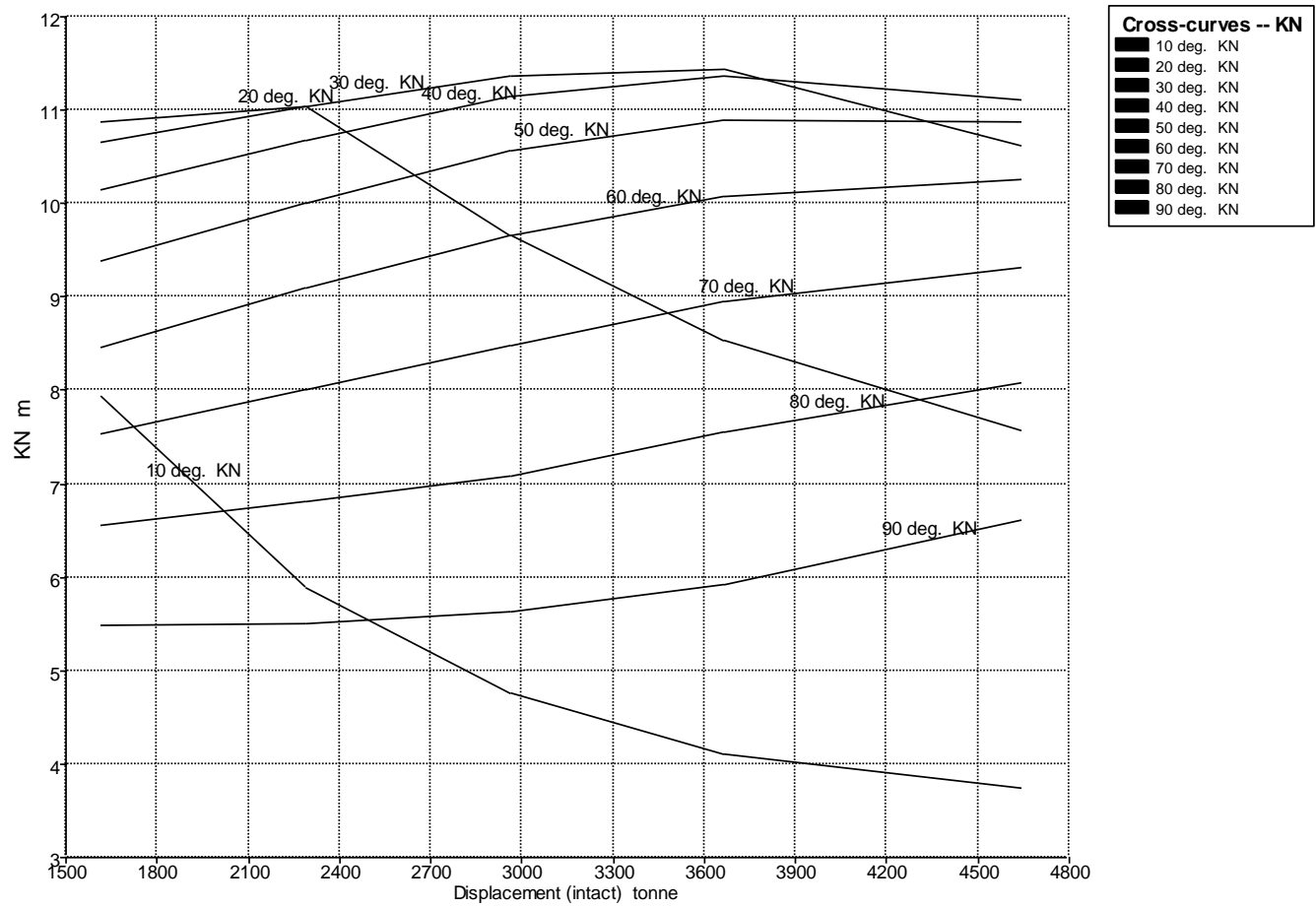
Model file: C:\Users\Carlos\Dropbox\Arquitectura naval\PROYECTO\FAST FERRY CATAMARÁN 950 PAX 250 COCHES\Cuaderno 4\Compartimentado\Casco (Highest precision, 509 sections, Trimming on, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp. %: 0,01000(0,100); Trim%(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel%(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Damage Case - Intact

Fixed Trim = 0 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

VCG = 0 m; TCG = 0 m



Displacement (intact) tonne	Draft Amidships m	Trim (+ve by stern) m	LCG m	TCG m	Assumed VCG m	KN 10,0 deg. Starb.	KN 20,0 deg. Starb.	KN 30,0 deg. Starb.	KN 40,0 deg. Starb.	KN 50,0 deg. Starb.	KN 60,0 deg. Starb.	KN 70,0 deg. Starb.	KN 80,0 deg. Starb.	KN 90,0 deg. Starb.
1616	2,985	0,000 (fixed)	31,639	0,000	0,000	7,939	10,876	10,659	10,145	9,379	8,455	7,538	6,562	5,488
2288	4,000	0,000 (fixed)	31,674	0,000	0,000	5,881	11,042	11,047	10,667	9,999	9,094	8,002	6,807	5,511
2963	5,015	0,000 (fixed)	31,635	0,000	0,000	4,755	9,662	11,364	11,148	10,570	9,665	8,474	7,080	5,631
3667	6,030	0,000 (fixed)	31,647	0,000	0,000	4,103	8,526	11,436	11,366	10,898	10,083	8,956	7,555	5,928
4646	7,045	0,000 (fixed)	32,678	0,000	0,000	3,740	7,577	10,629	11,119	10,867	10,254	9,316	8,090	6,615

KN Calculation - Casco

Stability 20.00.05.47, build: 47

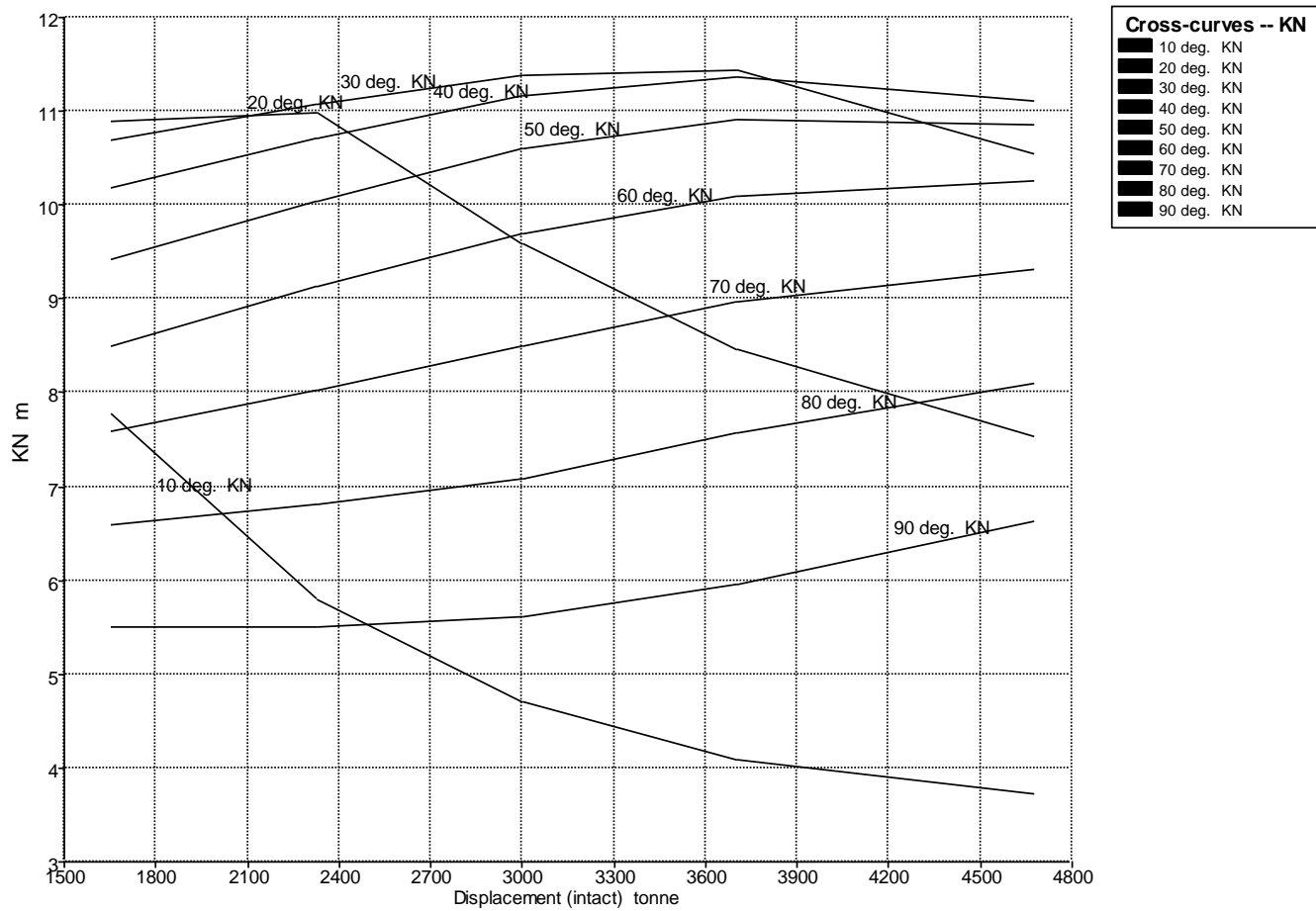
Model file: C:\Users\Carlos\Dropbox\Arquitectura naval\PROYECTO\FAST FERRY CATAMARÁN 950 PAX 250 COCHES\Cuaderno 4\Compartimentado\Casco (Highest precision, 509 sections, Trimming on, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp. %: 0,01000(0,100); Trim%(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel%(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Damage Case - Intact

Fixed Trim = 0,5 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

VCG = 0 m; TCG = 0 m



Displacement (intact) tonne	Draft Amidships m	Trim (+ve by stern) m	LCG m	TCG m	Assumed VCG m	KN 10,0 deg. Starb.	KN 20,0 deg. Starb.	KN 30,0 deg. Starb.	KN 40,0 deg. Starb.	KN 50,0 deg. Starb.	KN 60,0 deg. Starb.	KN 70,0 deg. Starb.	KN 80,0 deg. Starb.	KN 90,0 deg. Starb.
1655	2,985	0,500 (fixed)	30,680	0,000	0,000	7,781	10,893	10,685	10,179	9,418	8,500	7,583	6,596	5,511
2327	4,000	0,500 (fixed)	30,970	0,000	0,000	5,801	10,979	11,073	10,703	10,044	9,131	8,018	6,808	5,510
3005	5,015	0,500 (fixed)	31,110	0,000	0,000	4,710	9,581	11,384	11,172	10,597	9,693	8,499	7,086	5,618
3706	6,030	0,500 (fixed)	31,156	0,000	0,000	4,082	8,465	11,431	11,365	10,905	10,097	8,975	7,579	5,955
4677	7,045	0,500 (fixed)	32,040	0,000	0,000	3,728	7,532	10,552	11,106	10,859	10,251	9,320	8,100	6,631

KN Calculation - Casco

Stability 20.00.05.47, build: 47

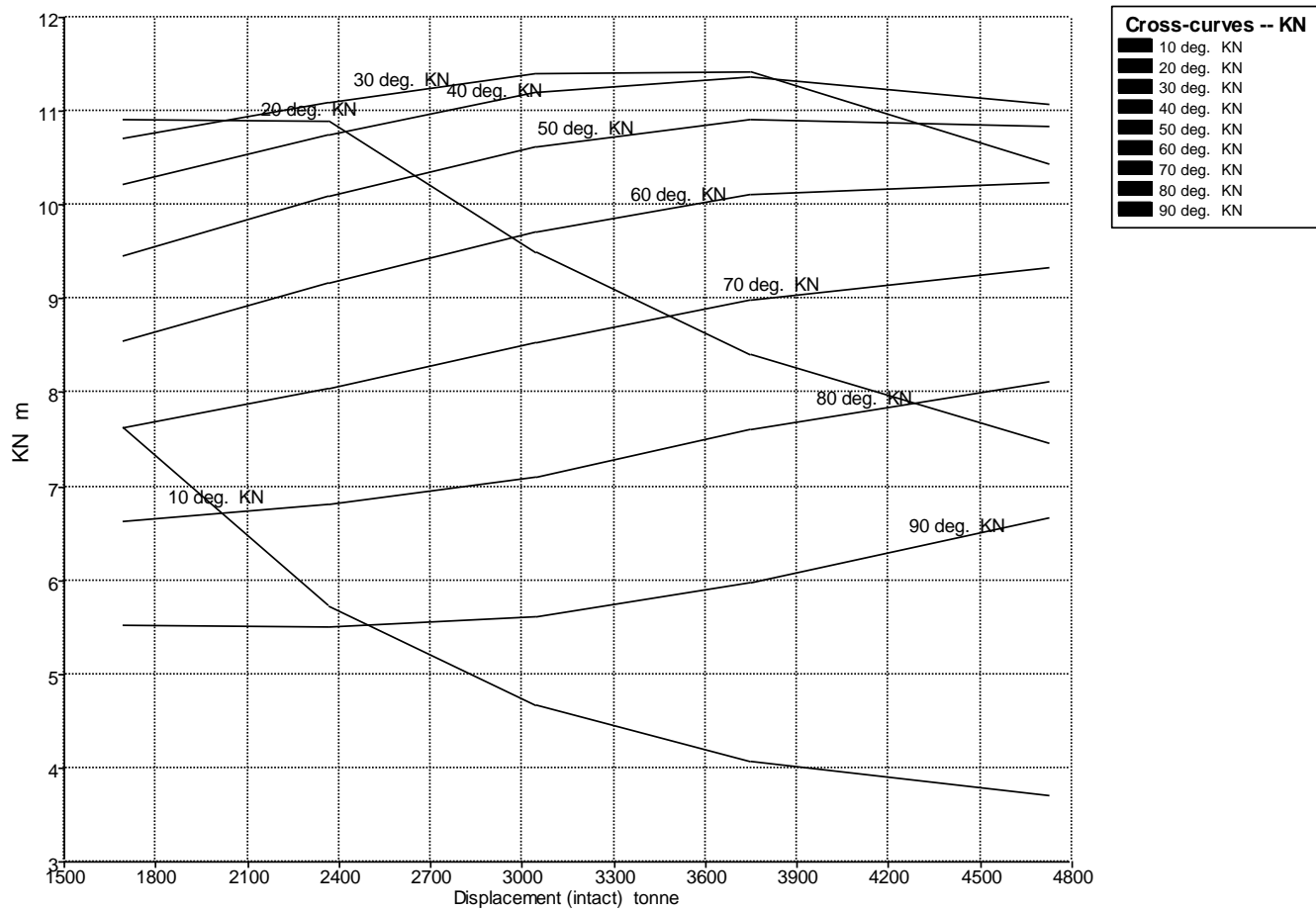
Model file: C:\Users\Carlos\Dropbox\Arquitectura naval\PROYECTO\FAST FERRY CATAMARÁN 950 PAX 250 COCHES\Cuaderno 4\Compartimentado\Casco (Highest precision, 509 sections, Trimming on, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp. %: 0,01000(0,100); Trim%(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel%(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Damage Case - Intact

Fixed Trim = 1 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

VCG = 0 m; TCG = 0 m



Displacement (intact) tonne	Draft Amidships m	Trim (+ve by stern) m	LCG m	TCG m	Assumed VCG m	KN 10,0 deg. Starb.	KN 20,0 deg. Starb.	KN 30,0 deg. Starb.	KN 40,0 deg. Starb.	KN 50,0 deg. Starb.	KN 60,0 deg. Starb.	KN 70,0 deg. Starb.	KN 80,0 deg. Starb.	KN 90,0 deg. Starb.
1695	2,985	1,000 (fixed)	29,765	0,000	0,000	7,619	10,911	10,713	10,214	9,462	8,552	7,629	6,634	5,529
2366	4,000	1,000 (fixed)	30,291	0,000	0,000	5,725	10,888	11,099	10,740	10,089	9,169	8,039	6,811	5,513
3046	5,015	1,000 (fixed)	30,593	0,000	0,000	4,667	9,499	11,401	11,193	10,622	9,720	8,526	7,099	5,608
3748	6,030	1,000 (fixed)	30,689	0,000	0,000	4,064	8,406	11,419	11,360	10,909	10,110	8,995	7,605	5,985
4727	7,045	1,000 (fixed)	31,406	0,000	0,000	3,714	7,469	10,441	11,080	10,843	10,246	9,326	8,116	6,657