



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO  
CURSO 2017/18**

---

*Petrolero Neo-Pánamax con 200000 TPM*

---

**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

**Cuaderno 5:**

**CONDICIONES DE CARGA**

Escola Politécnica Superior



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

**GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA**  
**TRABAJO DE FIN DE GRADO**

*CURSO 2017-2018*

**PROYECTO NÚMERO: 18-07**

**TIPO DE BUQUE:** PETROLERO DE CRUDOS

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:**  
BUREAU VERITAS, SOLAS, MARPOL NEO PANAMAX

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:**

200.000 TPM. Crudos del Petróleo y sus derivados con una densidad máxima de 0,99 g/ml

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 16 nudos en condiciones de servicio. 85% MCR + 15% de margen de mar. 18.000 millas a la velocidad de servicio.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** En cámara de bombas

**PROPULSIÓN:** Propulsión Diesel eléctrica 2 Líneas de ejes. LNG para servicios en puerto

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 30 personas en camarotes individuales

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Los habituales en este tipo de buques.

Ferrol, 19 Setiembre 2017

ALUMNO/A: **D. Julio Barreiro Montes**

# Introducción

---

En este cuaderno se examinarán las diversas condiciones de carga en las que operará el buque, comprobando la estabilidad del navío en cada una de ellas y asegurando que cumple con los calados mínimos y máximos, así como el trimado máximo permitido y los Criterios de Estabilidad.

Para verificar que cumple con dichos criterios, se deberá tener en cuenta el efecto de las superficies libres en cada condición de carga.

Lpp	B	Cb	Desplaz	T	D	V	Fn	Peso en rosca	TPM
276	49	0,856	227611,8	19,19	25,75	16	0,158	27611,8	200000

Las situaciones de carga deben de cumplir una serie de limitaciones dependientes del valor de la eslora  $L$ . Éste valor corresponde al 96% de la eslora en la flotación o a la eslora entre perpendiculares, ambas medidas al 85% del puntal. En nuestro caso cogemos  $L_{pp} = 276$  m

- En primer lugar el trimado no debe superar el 1% de la eslora.

$$t = 0,01 * L = 0,01 * 276 = 2,76 \text{ metros}$$

O en nuestro caso un ángulo de 0,573 grados a 0º de escora.

- En segundo lugar, el calado en el centro del buque no debe bajar de:

$$T = 2 + 0,02 * L = 7,52 \text{ metros}$$

- Es necesario que la hélice quede sumergida, por lo que la altura de agua en la popa no debe bajar de 8,28 metros

## Índice

1.- Condiciones de carga .....	4
2.- Pesos y capacidades.....	5
2.1- Peso en rosca.....	5
2.2- Capacidades de tanques.....	5
2.3- Pesos fijos .....	5
3.- Criterios de estabilidad .....	6
4.- Corrección por superficies libres.....	7
4.1- Ejemplo de cálculo de una condición de carga .....	8
4.2- Cálculo del asiento del buque .....	8
4.3- Cálculo del GM inicial .....	8
4.4- Calculo de curvas de GZ.....	9
5.- Resultados de los análisis de las condiciones de carga. ....	11
6.- Curva de Kg máximos .....	14
7.- Bibliografía .....	15
Anexo: Datos de las condiciones de carga .....	16

## 1.- Condiciones de carga

En nuestro buque deberán tenerse en cuenta las siguientes condiciones de carga:

- Salida de puerto a plena carga (100% de consumos, tanques de carga llenos):  
Distribución homogénea de la carga y con la totalidad de provisiones y combustible
- Llegada a puerto a plena carga (10% de consumos, tanques de carga llenos)  
Distribución homogénea de la carga y con el 10% de provisiones y combustible
- Salida de puerto en lastre (100% de consumos, bodegas de lastre llenas)  
Sin carga, con la totalidad de provisiones y combustible.
- Llegada a puerto en lastre (10% de consumos, bodegas de lastre llenas)  
Sin carga, con el 10% de provisiones y combustible.
- Condición de lastre de MARPOL:  
Buque sin combustible ni carga. Esta condición se emplea para garantizar que el buque tiene suficiente calado para sumergir la hélice.

Además de estas condiciones, es importante notar que hace falta lastrear en medio de la travesía en lastre. Por ello se realizarán una condición intermedia en lastre con un 50% de consumos. En dicha condición intermedia se supondrá que hay sólo una pareja de tanques de lastre a medio llenar, y serán los que tengan mayor corrección de superficies libres.

También cabe aclarar que en las condiciones del buque a plena carga se ha supuesto que todos los tanques de carga pueden llenarse el 98 % de ellos independientemente de la densidad de carga del crudo que se transporte, salvo una pareja de tanques de carga que absorberá la Corrección de superficies libres en caso que estos tanques no se llenen en su totalidad.

De esta manera cuando los tanques no estén completamente llenos por alguna circunstancia (por ejemplo, no llevando máxima carga para poder pasar por el canal de Panamá) procederemos a corregir por superficies libres únicamente la pareja de tanques que hayamos dejado para absorber la corrección. En nuestro caso cogeremos los tanques de carga 5, puesto que son los que poseen mayor corrección y eso nos permite situarnos en el peor de los escenarios.

## 2.- Pesos y capacidades

Resumen de los pesos fijos calculados en el cuaderno 2 y las capacidades de los tanques obtenidas en el cuaderno 4.

### 2.1- Peso en rosca

Se compone principalmente por los pesos de aceros, maquinaria, habilitación y equipos. En el cuaderno 2 se estimaron esos valores y su posición en el buque, y se llegó a la conclusión de que, con los márgenes añadidos de los valores, el peso en rosca es igual a:

Peso (t)	KG (m)	XG (m)
27611,04	13,588	127,741

### 2.2- Capacidades de tanques

Se mostrarán a continuación, agrupados por categorías.

Categoría	Vol (m <sup>3</sup> )
Tanques de aceites	61,338
Tanques de agua dulce	266,88
Tanque de aguas residuales	11,4
Tanques de consumo diario de FO	354,88
Tanques de decantación de FO	176,224
Tanques de almacenamiento de FO	6789,466
Tanque de LNG	302,4
Tanques slops	3977,628
Tanques de carga	193750,78
Tanques de lastre	59521,696

### 2.3- Pesos fijos

En este tipo de pesos podemos destacar la tripulación, los víveres y los pertrechos.

Viveres: En este tipo de buque suelen considerarse 5 Kg de comida por persona y día, por lo que pueden estimarse como:

Días de autonomía (46,875)\*Nº de tripulantes (30)\* 5/1000 = 7,03125 t.

Serán por tanto unas 7,05 toneladas cuyo centro de gravedad estará en la cubierta principal, a la altura de la habilitación. YG = 0 m                      KG = 25,75 m                      XG = 30,16 m

Tripulación: Al tratarse de un buque de carga, no hay pasaje; y estimando 125 Kg por cada uno de los 30 tripulantes, obtenemos 3,75 toneladas. El centro de gravedad puede aproximarse al de la habilitación. YG = 0 m                      KG = 35 m                      XG = 30,16 m

Pertrechos: Unas 50 toneladas, cuyo dentro de gravedad puede situarse en la cámara de máquinas. YG = 0 m                      KG = 12,375 m                      XG = 25,16 m

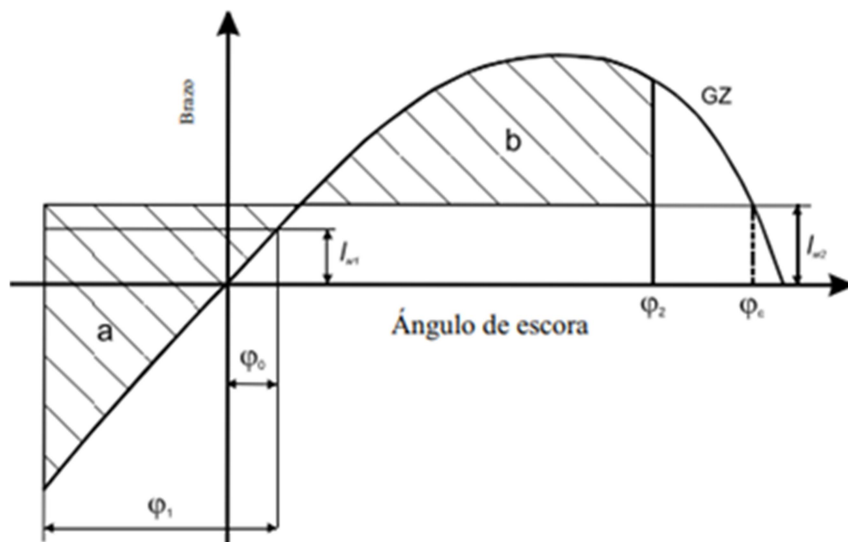
### 3.- Criterios de estabilidad

Los **criterios de estabilidad** que se aplicarán serán los referentes al buque en estado intacto. La enmienda A.749 de la OMI (Organización Marítima Internacional) es la que regula la estabilidad del buque en estado intacto

Los criterios de estabilidad aplicables según la OMI son los siguientes:

- Altura metacéntrica inicial ( $GM_0$ )  $\geq 0,150$  m.
- Brazo adrizante ( $GZ$ )  $\geq 0,200$  m para un ángulo de escora ( $\alpha$ )  $\geq 30^\circ$ .
- El brazo adrizante máximo ( $GZ_{\text{máx}}$ ) debe darse a a un  $\alpha \geq 30^\circ$ .
- El brazo de estabilidad dinámica  $d30 \geq 0,055$  m•rad.
- $d40$  o AIP (brazo de estabilidad dinámica)  $\geq 0,090$  m•rad.
- La diferencia entre  $d40$  y  $d30$  debe ser  $\geq 0,030$  m•rad

Además existe el criterio de viento, que plantea demostrar la capacidad del buque para resistir los efectos combinados del viento de través en cada condición de carga.



*Esquema de la corrección del criterio de viento*

- $Lw1$  corresponde al par producido por un viento constante y se calcula en función de varios parámetros como la gravedad o la presión del viento
- $Lw2$  es el par escorante producido por un viento racheado y suele ser  $1,5 \cdot Lw1$
- $\Phi_0$  es el ángulo producido por  $Lw1$  y  $\Phi_1$  es el ángulo de escora a barlovento
- $\Phi_2$  es un ángulo de  $50^\circ$  o el ángulo de inundación progresiva.

Para cumplir el criterio el viento el área B tiene que ser mayor o igual que el área A

#### 4.- Corrección por superficies libres.

En todas las condiciones de carga, la altura metacéntrica inicial y la curva de brazos adrizantes deben corregirse debido al efecto de superficie libre de los líquidos en los tanques.

Éste efecto de debe tenerse en cuenta en caso de que el nivel de llenado de un tanque sea inferior al 98 % del nivel de llenado total. No será necesario considerar el efecto de superficie libre cuando un tanque esté nominalmente lleno (Cuando su nivel de llenado sea igual o superior al 98%) o se encuentre vacío.

Para ver qué tanques requieren corrección se emplea la fórmula:

$$Msl = V * b * \rho * K * \sqrt{\delta}$$

Msl: Momento por superficie libre a una inclinación de 30º, en toneladas\*metro

V : Capacidad total del tanque, en metros cúbicos

b: Anchura máxima del tanque, en metros

$\rho$  es el específico del líquido contenido en el tanque, en metros cúbicos/tonelada

$\delta$  es igual al coeficiente de bloque del tanque

h es la altura máxima del tanque, en metros

l es la longitud máxima del tanque, en metros

K es un coeficiente adimensional que se obtiene según la relación b/h.

Se corregirá por superficies a todo tanque (o pareja de tanques simétricos) que cumplan con la siguiente condición:

$$Msl > 1\% \text{ del peso en rosca}$$

TANQUE	Peso	V (m <sup>3</sup> )	Anchura	Longitud	Altura	Densidad	C. bloque	b/h	k	Msl	0,01* P rosca	SIMETR.	Corrige
OILE	28,215	30,669	2,9	16,8	0,72	0,92	0,87	4,03	0,113	8,619	96,63	2	NO
Water E	133,440	133,44	7,8	3,2	5,75	1	0,93	1,36	0,066	66,180	96,63	2	SI
Black Waters	10,944	10,944	9,5	1,6	0,72	1	1,00	13,19	0,112	11,640	96,63	1	NO
FO pump E	1.436,648	1449,695	18	5,6	15,75	0,991	0,91	1,14	0,056	1.372,834	96,63	2	SI
FO popa E	1.844,783	1861,537	13	24	17,25	0,991	0,35	0,75	0,037	516,705	96,63	2	SI
Diary FO E	175,843	177,44	10,5	1,6	15,75	0,991	0,67	0,67	0,032	48,999	96,63	2	SI
Sustract E	87,319	88,112	10,5	0,8	17,25	0,991	0,61	0,61	0,030	21,155	96,63	2	NO
Slops E	1.980,967	2000,977	25	5	23,25	0,99	0,69	1,08	0,052	2.147,951	96,63	2	SI
Load TK 1 E	13.222,727	13356,29	22	30	23,25	0,99	0,87	0,95	0,046	12.483,560	96,63	2	SI
Load TK 2 E	16.918,142	17089,032	22	35	23,25	0,99	0,95	0,95	0,046	16.726,786	96,63	2	SI
Load TK 3 E	16.918,142	17089,032	22	35	23,25	0,99	0,95	0,95	0,046	16.726,786	96,63	2	SI
Load TK 4 E	16.918,142	17089,032	22	35	23,25	0,99	0,95	0,95	0,046	16.726,786	96,63	2	SI
Load TK 5 E	16.915,585	17086,449	22	35	23,25	0,99	0,95	0,95	0,046	16.722,994	96,63	2	SI
Load TK 6 E	14.696,068	14844,513	22	35	23,25	0,99	0,83	0,95	0,046	13.542,076	96,63	1	SI
DC1 E Cub	3.911,096	3815,703	24,5	35	23,25	1,025	0,19	1,05	0,051	2.147,346	96,63	2	SI
DC 1 E Fond	1.679,424	1638,462	24,5	35	2,5	1,025	0,76	9,80	0,113	4.055,852	96,63	2	SI
DC2 E	4.659,336	4545,694	24,5	35	25,75	1,025	0,21	0,95	0,046	2.395,571	96,63	2	SI
DC3 E	4.694,332	4579,836	24,5	35	25,75	1,025	0,21	0,95	0,046	2.422,610	96,63	2	SI
DC4 E	4.694,296	4579,801	24,5	35	25,75	1,025	0,21	0,95	0,046	2.422,583	96,63	2	SI
DC5 E	4.664,318	4550,554	24,5	35	25,75	1,025	0,21	0,95	0,046	2.399,413	96,63	2	SI
DC6 E	5.438,054	5305,419	24,5	35	25,75	1,025	0,24	0,95	0,046	3.020,565	96,63	1	SI



#### 4.1- Ejemplo de cálculo de una condición de carga

En el siguiente apartado veremos el proceso que se emplea para hallar los resultados de cada condición de carga, poniendo una de ellas de ejemplo.

Para la condición de **Salida de puerto a plena carga**, disponemos de los datos que nos da la distribución de los pesos: El desplazamiento y la posición del centro de gravedad.

$$\Delta = 226244t$$

$$Xg = 144,906 \text{ m}$$

$$Kg = 14,221 \text{ m}$$

Con esta información es posible hacer un cálculo de hidrostáticas para un calado fijo, obteniendo datos importantes:

- Altura metacéntrica KM = 20,279 m
- Altura del centro de carena KB = 9,881 m
- Longitud del centro de carena LCB = 145,524 m
- Centro de la flotación LCF = 138,504 m
- Momento para trimar el casco un centímetro MTc = 2533,412 t\*m/cm
- Calado medio = 19,085 metros

#### 4.2- Cálculo del asiento del buque

Con los valores anteriores, puede hallarse el **asiento del buque** con las siguientes operaciones:

$$\text{Asiento (A): } \Delta * \frac{LCB-XG}{MTc} = 226378 * \frac{145,524-144,906}{2533,412} = 55,84 \text{ cm} = 0,5584 \text{ metros}$$

Como el asiento es positivo, el barco trimará por popa y su calado será mayor en esa zona del buque. Para hallar el calado de popa se empleará la siguiente expresión:

$$C_{pp} = \text{Calado medio} + A * \frac{LCF}{L_{pp}} = 19,085 + 0,5584 * \frac{138,504}{276} = \mathbf{19,36 \text{ m}}$$

Y el calado de popa será:

$$C_{pp} = C_{pr} + A = 19,36 - 0,5584 = \mathbf{18,81 \text{ m}}$$

#### 4.3- Cálculo del GM inicial

Lo primero que hay que hacer es determinar la corrección por superficies libres de los tanques, algo que nos será útil también en el cálculo de la curva de GZ

En esta condición de carga los únicos tanques que corrigen son los tanques de carga 5, y se muestran los valores de dicha corrección en la siguiente tabla:

CORRECCIÓN GZ's		Mfs (Tons*m)								
TANQUE	Mso (t*m)	5°	10°	15°	20°	25°	30°	40°	50°	60°
FO popa E	1351,72	77,50	156,21	237,49	323,02	415,05	516,70	769,81	1160,41	1700,32
Load TK 5 E	57278,12	2508,14	5055,53	7686,18	10454,49	13432,84	16722,99	24914,70	36595,40	44577,05
<b>TOTAL</b>	<b>58629,85</b>	<b>2585,64</b>	<b>5211,74</b>	<b>7923,67</b>	<b>10777,51</b>	<b>13847,89</b>	<b>17239,70</b>	<b>25684,51</b>	<b>37755,81</b>	<b>46277,37</b>

DESPLAZ. (Tons)	CORR. GM (m.)	Corrección GZ's (m.)								
		5°	10°	15°	20°	25°	30°	40°	50°	60°
226244	0,259	0,011	0,023	0,035	0,048	0,061	0,076	0,114	0,167	0,205

Una vez hallada la corrección, el valor de GM puede hallarse con el siguiente cálculo:

$$GM = KM - KG - \text{Corrección Superficies Libres} = 20,279 - 14,221 - 0,259 = 5,79 \text{ m}$$

#### 4.4- Calculo de curvas de GZ

Además de los datos anteriores se requerirá la curva de KN del buque para esta condición de carga, que puede hallarse también por hidrostáticas:

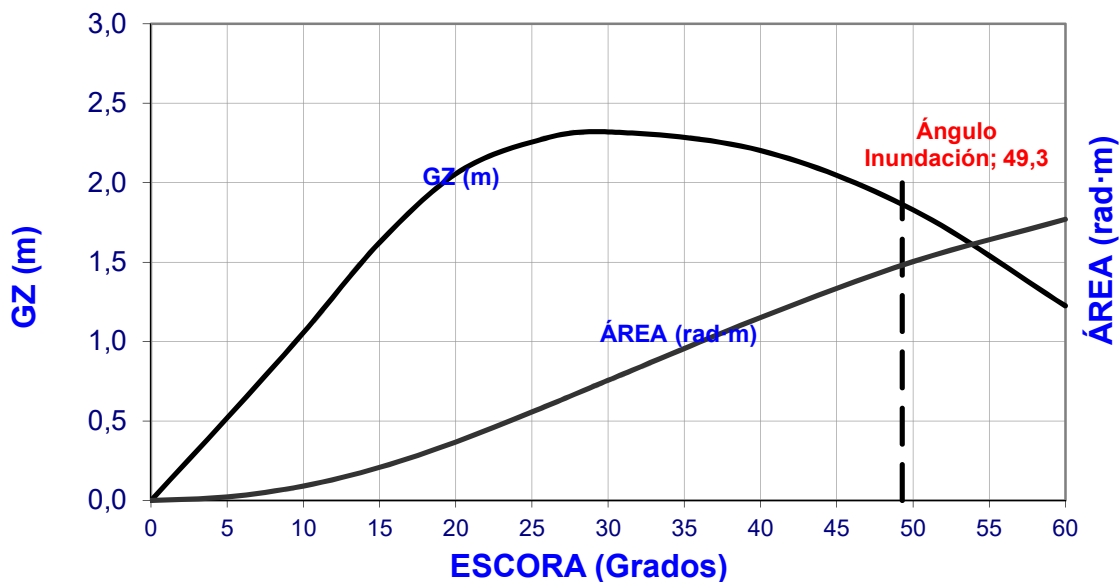
KN's (m)								
5°	10°	15°	20°	25°	30°	40°	50°	60°
1,770	3,546	5,336	6,972	8,338	9,520	11,476	12,907	13,756

Y así podemos completar la siguiente tabla y obtener la gráfica correspondiente:

#### CURVA GZ's

Escora ( $\theta$ )	KN	KG*sen( $\theta$ )	GZ	Corr. SL	GZ corr.	Área
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5	1,770	1,239	0,531	0,011	0,519	0,023
10	3,546	2,469	1,077	0,023	1,054	0,091
15	5,336	3,681	1,655	0,035	1,620	0,208
20	6,972	4,864	2,108	0,048	2,060	0,369
25	8,338	6,010	2,328	0,061	2,267	0,557
30	9,520	7,111	2,410	0,076	2,333	0,758
40	11,476	9,141	2,335	0,114	2,221	1,156
50	12,907	10,894	2,013	0,167	1,846	1,511
60	13,756	12,316	1,440	0,205	1,236	1,779

#### CURVA DE GZ'S



Finalizado este proceso, comprobamos que todas las condiciones de estabilidad se cumplan según lo requerido por la norma:

	VALOR	MÍNIMO.	
GM (m.)	5,790	0,150	O.K.
ANGULO ESC. LÍMITE	49,30		
GZ MAX (m.)	2,333	0,200	O.K.
ANGULO GZ MÁX (°)	30,0	25,0	O.K.
ANG [GZ =0,2] >30°	SI		O.K.
BRAZO DINAM. A 30° (m·rad)	0,758	0,055	O.K.
BRAZO. DINAM A 40° (m·rad)	1,156	0,090	O.K.
BRAZO DINAM. 40-30° (m·rad)	0,397	0,030	O.K.

Esto nos garantiza que el barco es estable en esta condición de carga.

Cabe señalar que el ángulo de escora límite está marcado por la ventilación de cámara de máquinas, que actúa como punto de inundación progresiva.

## 5.- Resultados de los análisis de las condiciones de carga.

En este apartado se verá los resultados de las condiciones de carga especificadas anteriormente, empleando unas tablas a modo de resumen. Los datos completos pueden verse en el Anexo 1.

Los calados para cada condición son los siguientes:

	Desplaz. (ton)	Tpp (m)	Tpr (m)	Tmed (m)	Trimado (deg)
Cond. 1	226228	19,361	18,809	19,085	0,1147
Cond. 2	219775	17,491	19,648	18,569	-0,4477
Cond. 3	83458	8,465	6,697	7,581	0,3670
Cond. 4	84921	8,310	7,016	7,663	0,2685
Cond. 5	87154	8,995	6,819	7,907	0,4516
Cond. 6	84042	8,210	6,924	7,567	0,2670

En principio puede verse que todas las condiciones de carga cumplen con los requisitos impuestos al principio de este cuaderno, pero en las situaciones de plena carga se presenta un **problema**:

El calado de proa es mayor que el permitido en el francobordo por la altura mínima de proa. La fórmula del convenio de líneas de carga actual es la siguiente:

$$Fb = \left( 6075 \left( \frac{L}{100} \right) - 1875 \left( \frac{L}{100} \right)^2 + 200 \left( \frac{L}{100} \right)^3 \right) \cdot \left( 2,08 + 0,609 \cdot Cb - 1,603 \cdot Cwf - 0,0129 \left( \frac{L}{d1} \right) \right)$$

El Cwf es el coeficiente en la flotación a proa.

$$\text{En nuestro buque: } \frac{Awf}{\left( \frac{L}{2} \right) * B} = \frac{6272}{138 * 49} = 0,927$$

El coeficiente de bloque Cb = 0,856 en nuestro calado de diseño.

d1 es el calado al 85% del puntal, siendo 21,888 m en nuestro caso.

El resultado de la operación es de 6372 mm de altura de proa. Con un puntal de 25,75 metros, eso nos deja 19,378 metros de calado máximo.

En la condición de plena carga tenemos 19,59 metros de calado de proa, y por razones de estabilidad no es posible lastrar más el buque.

La **solución** a este problema sería construir un pequeño castillo de proa con un mínimo de 0,2 metros de puntal. En los buques de la base de datos suele medir 1,5 metros.

A continuación se muestran las **tablas resumen** de las condiciones establecidas:

### Salida de puerto a plena carga

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: IMO roll back angle	19,9	deg			
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	0,0550	m.rad	0,7475	Pass	+1259,10
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	0,0900	m.rad	1,1379	Pass	+1164,32
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	0,0300	m.rad	0,3904	Pass	+1201,23
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	2,285	Pass	+1042,50
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	30,5	Pass	+21,82
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0,150	m	5,798	Pass	+3765,33
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: Severe wind and rolling				Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16,0	deg	0,1	Pass	+99,66
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80,00	%	0,36	Pass	+99,55
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100,00	%	374,06	Pass	+274,06

### Llegada a puerto a plena carga:

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: IMO roll back angle	19,9	deg			
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	0,0550	m.rad	0,7811	Pass	+1320,11
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	0,0900	m.rad	1,2132	Pass	+1248,04
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	0,0300	m.rad	0,4322	Pass	+1340,54
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	2,500	Pass	+1150,00
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	32,7	Pass	+30,91
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0,150	m	5,889	Pass	+3826,00
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: Severe wind and rolling				Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16,0	deg	0,1	Pass	+99,63
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80,00	%	0,40	Pass	+99,50
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100,00	%	433,92	Pass	+333,92

### Lastrado salida de puerto:

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: IMO roll back angle	25,1	deg			
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	0,0550	m.rad	2,4710	Pass	+4392,65
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	0,0900	m.rad	4,0111	Pass	+4356,75
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	0,0300	m.rad	1,5401	Pass	+5033,51
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	9,392	Pass	+4596,00
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	45,5	Pass	+81,82
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0,150	m	18,727	Pass	+12384,67
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: Severe wind and rolling				Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16,0	deg	0,1	Pass	+99,22
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80,00	%	0,30	Pass	+99,63
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100,00	%	312,07	Pass	+212,07

**Lastrado llegada a puerto:**

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: IMO roll back angle	24,7	deg			
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	0,0550	m.rad	2,4824	Pass	+4413,33
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	0,0900	m.rad	4,0442	Pass	+4393,59
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	0,0300	m.rad	1,5619	Pass	+5106,10
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	9,567	Pass	+4683,50
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	45,9	Pass	+83,64
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0,150	m	18,718	Pass	+12378,67
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: Severe wind and rolling				Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16,0	deg	0,1	Pass	+99,23
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80,00	%	0,30	Pass	+99,63
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100,00	%	323,58	Pass	+223,58

**Condición de lastre de MARPOL:**

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: IMO roll back angle	24,7	deg			
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	0,0550	m.rad	2,4952	Pass	+4436,72
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	0,0900	m.rad	4,0913	Pass	+4445,93
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	0,0300	m.rad	1,5961	Pass	+5220,24
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	9,849	Pass	+4824,50
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	45,9	Pass	+83,64
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0,150	m	18,672	Pass	+12348,00
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: Severe wind and rolling				Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16,0	deg	0,1	Pass	+99,26
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80,00	%	0,29	Pass	+99,64
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100,00	%	346,28	Pass	+246,28

**Intermedio lastre:**

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: IMO roll back angle	24,7	deg			
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	0,0550	m.rad	2,5377	Pass	+4514,02
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	0,0900	m.rad	4,1244	Pass	+4482,68
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	0,0300	m.rad	1,5867	Pass	+5188,79
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	9,714	Pass	+4757,00
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	45,9	Pass	+83,64
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0,150	m	19,238	Pass	+12725,33
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: Severe wind and rolling				Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16,0	deg	0,1	Pass	+99,24
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80,00	%	0,29	Pass	+99,64
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100,00	%	320,68	Pass	+220,68

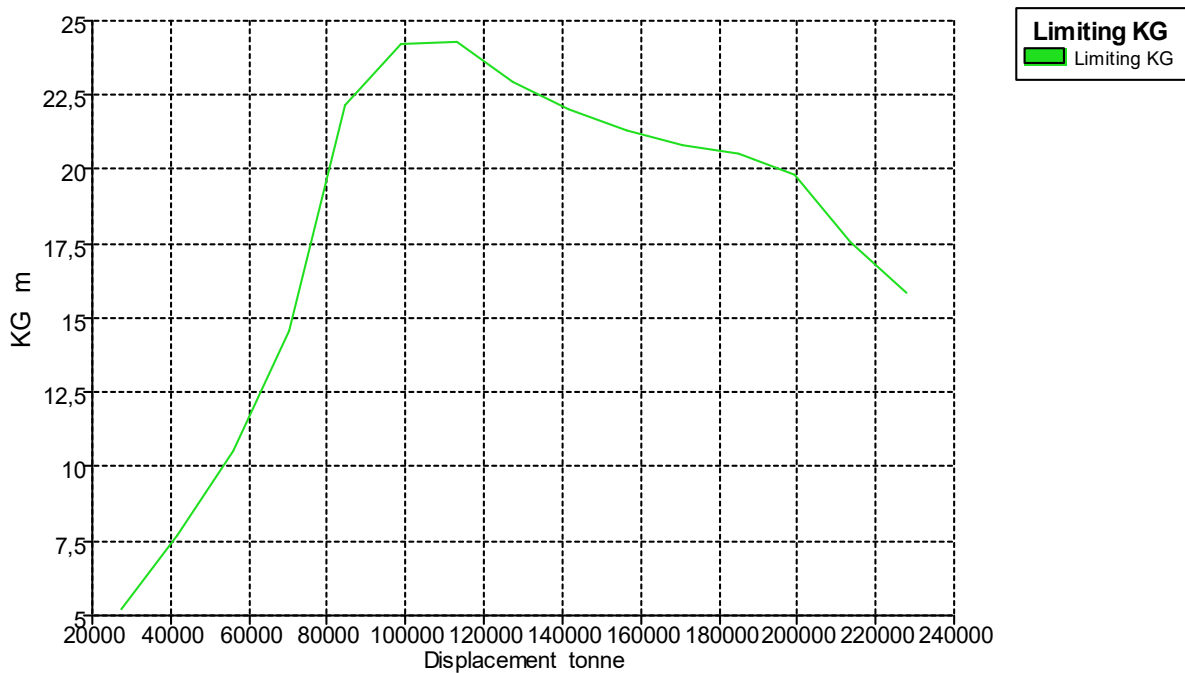
Puede verse que en las cinco condiciones reglamentarias y la intermedia adicional se cumplen todos los criterios propuestos.

## 6.- Curva de Kg máximos

El cálculo del KG máximos busca establecer la **altura máxima** que puede tener el centro de gravedad del buque de manera que cumpla con los criterios de estabilidad especificados.

El cálculo se basa en determinar para cada valor del desplazamiento el valor más elevado de KG que compatible con cada una de las condiciones impuestas por el criterio de estabilidad, y determinar el menor de entre todos ellos.

Para las condiciones del buque dadas anteriormente, la curva de KG máximos se muestra a continuación:



Los valores reales de los KG pueden verse en la siguiente tabla:

	Desplaz. (t)	KG real (m)
Cond. de carga 1	226228	14,221
Cond. de carga 2	219775	14,364
Cond. de carga 3	83458	10,664
Cond. de carga 4	84921	10,394
Cond. de carga 5	87154	9,964
Cond. de carga 6	84042	10,198

Puede verse que cuando el desplazamiento se sitúa alrededor de 90000 t (Condiciones de lastre), su centro de gravedad nunca supera los 10,5 m, siendo el máximo 22,5 m.

En las condiciones de plena carga, la situación es la más precaria (14,5 m cuando el máximo son unos 16) pero sigue siendo factible.

## 7.- Bibliografía

1. JUNCO OCAMPO, Fernando; DÍAZ CASAS, Vicente. Apuntes de la asignatura de *“Proyectos de buques y artefactos marinos 2”*. Universidad de A Coruña, Escuela Politécnica Superior de Ferrol, Curso 2017-2018.
2. Convenio MARPOL 73/78.
3. Enmienda A.749 de la Organización Marítima Internacional



# **Anexo: Datos de las condiciones de carga**

## Stability calculation – Cuaderno 5 Julio Barreiro Montes

Stability 21.11.00.84, build: 84

(Medium precision, 114 sections, Trimming off, 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)

### Loadcase - Plena carga salida de puerto

#### Damage Case - Intact

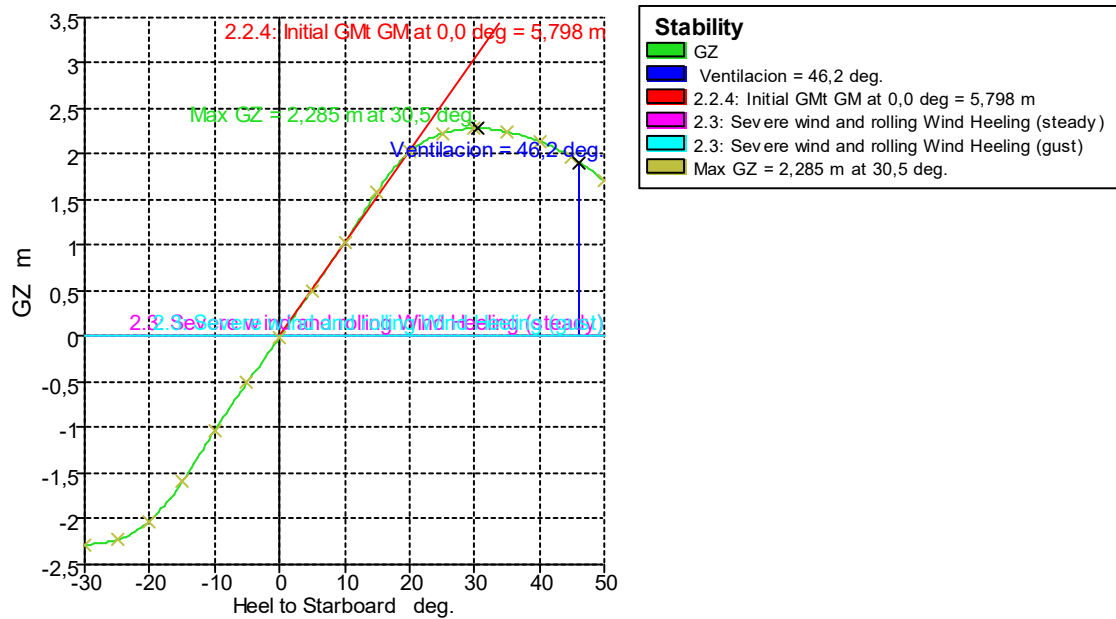
Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m<sup>3</sup>)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quant.	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m <sup>3</sup>	Total Volume m <sup>3</sup>	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	27611,040	27611,040			127,741	0,000	13,588	0,000	User Specified
Tripulación	1	3,750	3,750			30,160	0,000	35,000	0,000	User Specified
Viveres	1	7,500	7,500			30,160	0,000	25,750	0,000	User Specified
Pertrechos	1	50,000	50,000			25,160	0,000	12,375	0,000	User Specified
Total fijos			27672,290			127,516	0,000	13,592	0,000	
OIL E	100%	28,216	28,216	30,669	30,669	35,606	8,164	2,108	0,000	User Specified
Water E	100%	133,440	133,440	133,440	133,440	10,447	10,846	22,954	0,000	User Specified
OIL B	100%	28,216	28,216	30,669	30,669	35,606	-8,164	2,108	0,000	User Specified
Water B	100%	133,440	133,440	133,440	133,440	10,447	-10,846	22,954	0,000	User Specified
Black Waters	0%	11,400	0,000	11,400	0,000	41,600	0,000	1,750	0,000	User Specified
Total consumos	96,59%	334,711	323,311	339,618	328,218	14,838	0,000	19,316	0,000	
Diary FO E	100%	175,843	175,843	177,440	177,440	37,605	18,227	17,908	0,000	User Specified
Diary FO B	100%	175,843	175,843	177,440	177,440	37,605	-18,227	17,908	0,000	User Specified
Sustract E	100%	87,319	87,319	88,112	88,112	36,403	18,076	17,762	0,000	User Specified
Sustract B	100%	87,319	87,319	88,112	88,112	36,403	-18,076	17,762	0,000	User Specified
FO popa B	97,99%	1844,783	1807,704	1861,537	1824,121	27,353	-15,555	18,814	675,182	IMO A.749(18)
FO popa E	97,99%	1844,783	1807,704	1861,537	1824,121	27,353	15,555	18,814	675,182	IMO A.749(18)
FO pump E	100%	1436,648	1436,648	1449,695	1449,695	43,626	14,255	17,145	0,000	IMO A.749(18)
FO pump B	100%	1436,648	1436,648	1449,695	1449,695	43,626	-14,255	17,145	0,000	IMO A.749(18)
Total fuel	98,95%	7089,188	7015,028	7153,570	7078,737	34,757	0,000	18,059	1350,364	
Slops E	98%	1980,969	1941,350	2000,979	1960,960	49,717	8,641	14,197	0,000	IMO A.749(18)
Slops B	98%	1980,969	1941,350	2000,979	1960,960	49,717	-8,641	14,197	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 1 E	98%	13222,726	12958,271	13356,289	13089,163	67,709	9,833	14,173	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 2 E	98%	16918,141	16579,780	17089,031	16747,252	99,700	10,743	14,157	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 3 E	98%	16918,142	16579,775	17089,032	16747,248	134,700	10,743	14,157	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 4 E	98%	16918,140	16579,777	17089,030	16747,249	169,700	10,743	14,157	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 5 E	97,99%	16915,584	16575,584	17086,449	16743,014	204,697	10,742	14,156	28667,990	IMO A.749(18)
Load TK 6 E	98%	14696,068	14402,149	14844,513	14547,625	238,620	9,601	14,177	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 1 B	98%	13222,726	12958,271	13356,289	13089,163	67,709	-9,833	14,173	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 2 B	98%	16918,141	16579,780	17089,031	16747,252	99,700	-10,743	14,157	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 3 B	98%	16918,142	16579,775	17089,032	16747,248	134,700	-10,743	14,157	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 4 B	98%	16918,140	16579,777	17089,030	16747,249	169,700	-10,743	14,157	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 5 B	97,99%	16915,584	16575,583	17086,449	16743,013	204,697	-10,742	14,156	28667,990	IMO A.749(18)
Load TK 6 B	98%	14696,068	14402,149	14844,513	14547,625	238,620	-9,601	14,177	0,000	IMO A.749(18)
Total carga	98%	195139,543	191233,373	197110,647	193165,022	151,683	0,000	14,163	57335,980	

Item Name	Quant.	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m <sup>3</sup>	Total Volume m <sup>3</sup>	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
DC1 E Cub	0%	3911,097	0,000	3815,704	0,000	66,487	18,303	2,500	0,000	IMO A.749(18)
DC 1 E Fond	0%	1679,424	0,000	1638,462	0,000	66,478	0,050	0,000	0,000	IMO A.749(18)
DC2 E	0%	4659,336	0,000	4545,693	0,000	100,387	0,147	0,000	0,000	IMO A.749(18)
DC3 E	0%	4694,332	0,000	4579,836	0,000	134,699	0,152	0,000	0,000	IMO A.749(18)
DC4 E	0%	4694,296	0,000	4579,801	0,000	169,699	0,152	0,000	0,000	IMO A.749(18)
DC5 E	0%	4664,317	0,000	4550,554	0,000	204,640	0,151	0,000	0,000	IMO A.749(18)
DC6 E	0%	5438,054	0,000	5305,419	0,000	237,009	0,121	0,000	0,000	IMO A.749(18)
DC1 B Cub	0%	3911,097	0,000	3815,704	0,000	66,487	-18,303	2,500	0,000	IMO A.749(18)
DC1 B Fond	0%	1679,424	0,000	1638,462	0,000	66,478	-0,050	0,000	0,000	IMO A.749(18)
DC2 B	0%	4659,336	0,000	4545,693	0,000	100,387	-0,147	0,000	0,000	IMO A.749(18)
DC3 B	0%	4694,332	0,000	4579,836	0,000	134,699	-0,152	0,000	0,000	IMO A.749(18)
DC4 B	0%	4694,296	0,000	4579,801	0,000	169,699	-0,152	0,000	0,000	IMO A.749(18)
DC5 B	0%	4664,317	0,000	4550,554	0,000	204,640	-0,151	0,000	0,000	IMO A.749(18)
DC6 B	0%	5438,054	0,000	5305,419	0,000	237,009	-0,121	0,000	0,000	IMO A.749(18)
Total lastre	0%	59481,711	0,000	58030,937	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Total Loadcase			226244,002	262634,772	200571,976	144,906	0,000	14,221	58686,343	
FS correction								0,259		
VCG fluid								14,481		



Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0
GZ m	-2,285	-2,027	-1,032	0,000	1,032	2,026	2,285	2,142	1,715
Area under GZ curve from zero heel m.rad	0,7474	0,3628	0,0891	0,0000	0,0891	0,3628	0,7475	1,1379	1,4787
Displacement t	226242	226230	226240	226244	226246	226253	226244	226244	226244
Draft at FP m	20,168	18,991	18,824	18,819	18,825	18,994	20,184	22,585	26,499
Draft at AP m	20,062	19,307	19,319	19,354	19,319	19,309	20,047	21,632	24,274
WL Length m	282,925	282,005	281,885	281,885	281,885	282,006	282,935	286,002	286,841
Beam max extents on WL m	39,586	45,615	49,756	49,000	49,756	45,609	39,595	37,470	33,560
Wetted Area m^2	23511,282	22231,319	21202,443	21196,476	21202,697	22233,381	23510,903	24182,146	24564,888
Waterpl. Area m^2	10059,221	11665,553	12659,949	12478,379	12659,971	11664,187	10058,836	9195,271	8271,395
Prismatic coeff. (Cp)	0,869	0,861	0,857	0,856	0,857	0,861	0,869	0,874	0,878
Block coeff. (Cb)	0,704	0,684	0,710	0,844	0,710	0,684	0,704	0,672	0,695
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	144,881	144,900	144,898	144,915	144,898	144,900	144,906	144,920	144,937
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	140,748	139,877	138,865	138,523	138,864	139,875	140,720	141,505	141,734
Max deck inclination deg	30,0000	20,0001	10,0005	0,1112	10,0005	20,0001	30,0000	40,0002	50,0006
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,0220	0,0656	0,1026	0,1112	0,1026	0,0654	-0,0284	-0,1978	-0,4619

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = 63,563 m)		14,9	n/a
Deck Edge (immersion pos = 63,563 m)		15,1	n/a
Ventilacion	Downflooding point	46,2	0
Cubierta 2	Downflooding point	Not immersed in positive range	0

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: IMO roll back angle	19,9	deg			
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	0,0550	m.rad	0,7475	Pass	+1259,10
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	0,0900	m.rad	1,1379	Pass	+1164,32
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	0,0300	m.rad	0,3904	Pass	+1201,23
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	2,285	Pass	+1042,50
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	30,5	Pass	+21,82
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0,150	m	5,798	Pass	+3765,33
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: Severe wind and rolling				Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16,0	deg	0,1	Pass	+99,66
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80,00	%	0,36	Pass	+99,55
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100,00	%	374,06	Pass	+274,06

## Equilibrium calculation – Cuaderno 5 Julio Barreiro Montes

Stability 21.11.00.84, build: 84

(Medium precision, 114 sections, Trimming off, 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)

### Loadcase - Plena carga salida de puerto

#### Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m<sup>3</sup>)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Draft Amidships m	19,085
Displacement t	226228
Heel deg	0,0
Draft at FP m	18,809
Draft at AP m	19,361
Draft at LCF m	19,084
Trim (+ve by stern) m	0,552
WL Length m	281,885
Beam max extents on WL m	49,000
Wetted Area m <sup>2</sup>	21195,999
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	12478,591
Prismatic coeff. (Cp)	0,856
Block coeff. (Cb)	0,844
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,996
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,923
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	144,896
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	138,520
KB m	9,875
KG fluid m	14,481
BMt m	10,404
BML m	313,579
GMt corrected m	5,798
GML m	308,973
KMt m	20,279
KML m	323,453
Immersion (TPc) tonne/cm	127,906
MTC tonne.m	2532,550
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	22891,343
Max deck inclination deg	0,1147
Trim angle (+ve by stern) deg	0,1147

Key point	Type	Freeboard m
Margin Line (freeboard pos = -5,994 m)		6,259
Deck Edge (freeboard pos = -5,994 m)		6,335
Ventilacion	Downflooding point	18,845
Cubierta 2	Downflooding point	12,252

## Stability calculation – Cuaderno 5 Julio Barreiro Montes

Stability 21.11.00.84, build: 84

(Medium precision, 114 sections, Trimming off, 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)

### Loadcase - Plena carga llegada a puerto

#### Damage Case - Intact

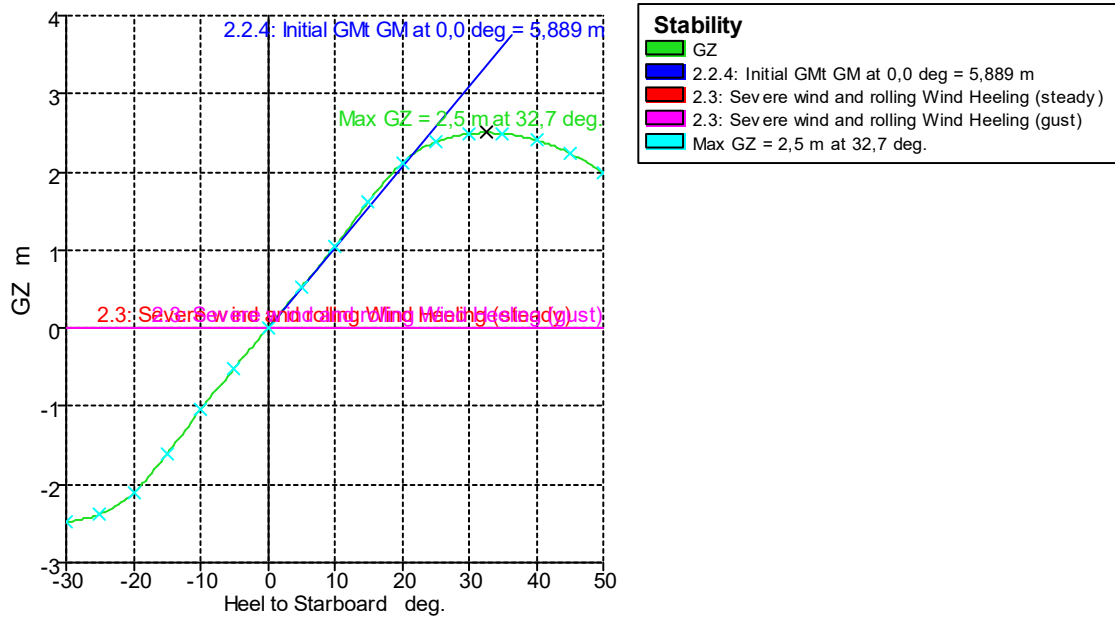
Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m<sup>3</sup>)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quant.	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m <sup>3</sup>	Total Volume m <sup>3</sup>	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	27611,040	27611,040			127,741	0,000	13,588	0,000	User Specified
Tripulación	1	3,750	3,750			30,160	0,000	35,000	0,000	User Specified
Viveres	1	7,500	7,500			30,160	0,000	25,750	0,000	User Specified
Pertrechos	1	50,000	50,000			25,160	0,000	12,375	0,000	User Specified
Total fijos			27672,290			127,516	0,000	13,592	0,000	
OIL E	10%	28,216	2,822	30,669	3,067	35,928	8,143	1,737	0,000	User Specified
Water E	10%	133,440	13,344	133,440	13,344	10,468	10,506	20,319	0,000	User Specified
OIL B	10%	28,216	2,822	30,669	3,067	35,928	-8,143	1,737	0,000	User Specified
Water B	10%	133,440	13,344	133,440	13,344	10,468	-10,506	20,319	0,000	User Specified
Black Waters	100%	11,400	11,400	11,400	11,400	41,600	0,000	2,125	0,000	User Specified
Total consumos	13,07%	334,711	43,731	339,618	44,222	21,869	0,000	13,179	0,000	
Diary FO E	100%	175,843	175,843	177,440	177,440	37,605	18,227	17,908	0,000	User Specified
Diary FO B	100%	175,843	175,843	177,440	177,440	37,605	-18,227	17,908	0,000	User Specified
Sustract E	100%	87,319	87,319	88,112	88,112	36,403	18,076	17,762	0,000	User Specified
Sustract B	100%	87,319	87,319	88,112	88,112	36,403	-18,076	17,762	0,000	User Specified
FO pump E	0%	1436,648	0,000	1449,695	0,000	43,668	12,855	9,000	0,000	IMO A.749(18)
FO pump B	0%	1436,648	0,000	1449,695	0,000	43,668	-12,855	9,000	0,000	IMO A.749(18)
FO popa B	4%	1844,783	73,792	1861,537	74,462	32,952	-13,574	9,637	675,182	IMO A.749(18)
FO popa E	4%	1844,783	73,792	1861,537	74,462	32,952	13,574	9,637	675,182	IMO A.749(18)
Total fuel	9,51%	7089,188	673,909	7153,570	680,029	36,275	0,000	16,059	1350,364	
Slops E	98%	1980,969	1941,350	2000,979	1960,959	49,717	8,641	14,197	0,000	IMO A.749(18)
Slops B	98%	1980,969	1941,351	2000,979	1960,961	49,717	-8,641	14,197	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 1 E	98%	13222,726	12958,268	13356,289	13089,159	67,709	9,833	14,173	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 2 E	98%	16918,141	16579,780	17089,031	16747,253	99,700	10,743	14,157	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 3 E	98%	16918,142	16579,775	17089,032	16747,247	134,700	10,743	14,157	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 4 E	98%	16918,140	16579,778	17089,030	16747,251	169,700	10,743	14,157	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 5 E	97,99%	16915,584	16575,584	17086,449	16743,014	204,697	10,742	14,156	28667,990	IMO A.749(18)
Load TK 6 E	98%	14696,068	14402,147	14844,513	14547,623	238,620	9,601	14,177	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 1 B	98%	13222,726	12958,268	13356,289	13089,159	67,709	-9,833	14,173	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 2 B	98%	16918,141	16579,777	17089,031	16747,249	99,700	-10,743	14,157	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 3 B	98%	16918,142	16579,771	17089,032	16747,244	134,700	-10,743	14,157	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 4 B	98%	16918,140	16579,778	17089,030	16747,251	169,700	-10,743	14,157	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 5 B	97,99%	16915,584	16575,580	17086,449	16743,010	204,697	-10,742	14,156	28667,990	IMO A.749(18)
Load TK 6 B	98%	14696,068	14402,147	14844,513	14547,623	238,620	-9,601	14,177	0,000	IMO A.749(18)
Total carga	98%	195139,543	191233,353	197110,647	193165,001	151,683	0,000	14,163	57335,980	

Item Name	Quant.	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m <sup>3</sup>	Total Volume m <sup>3</sup>	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
DC1 E Cub	0%	3911,097	0,000	3815,704	0,000	66,487	18,303	2,500	0,000	IMO A.749(18)
DC 1 E Fond	0%	1679,424	0,000	1638,462	0,000	66,478	0,050	0,000	0,000	IMO A.749(18)
DC2 E	0%	4659,336	0,000	4545,693	0,000	100,387	0,147	0,000	0,000	IMO A.749(18)
DC3 E	0%	4694,332	0,000	4579,836	0,000	134,699	0,152	0,000	0,000	IMO A.749(18)
DC4 E	0%	4694,296	0,000	4579,801	0,000	169,699	0,152	0,000	0,000	IMO A.749(18)
DC5 E	0%	4664,317	0,000	4550,554	0,000	204,640	0,151	0,000	0,000	IMO A.749(18)
DC6 E	0%	5438,054	0,000	5305,419	0,000	237,009	0,121	0,000	0,000	IMO A.749(18)
DC1 B Cub	0%	3911,097	0,000	3815,704	0,000	66,487	-18,303	2,500	0,000	IMO A.749(18)
DC1 B Fond	0%	1679,424	0,000	1638,462	0,000	66,478	-0,050	0,000	0,000	IMO A.749(18)
DC2 B	0%	4659,336	0,000	4545,693	0,000	100,387	-0,147	0,000	0,000	IMO A.749(18)
DC3 B	0%	4694,332	0,000	4579,836	0,000	134,699	-0,152	0,000	0,000	IMO A.749(18)
DC4 B	0%	4694,296	0,000	4579,801	0,000	169,699	-0,152	0,000	0,000	IMO A.749(18)
DC5 B	0%	4664,317	0,000	4550,554	0,000	204,640	-0,151	0,000	0,000	IMO A.749(18)
DC6 B	0%	5438,054	0,000	5305,419	0,000	237,009	-0,121	0,000	0,000	IMO A.749(18)
Total lastre	0%	59481,711	0,000	58030,937	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Total Loadcase			219623,283	262634,772	193889,252	148,258	0,000	14,097	58686,343	
FS correction								0,267		
VCG fluid								14,364		



Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0
GZ m	-2,488	-2,112	-1,048	0,000	1,048	2,112	2,488	2,409	1,983
Area under GZ curve from zero heel m.rad	0,7808	0,3703	0,0905	0,0000	0,0905	0,3703	0,7811	1,2132	1,6016
Displacement t	219622	219628	219619	219623	219626	219623	219623	219635	219641
Draft at FP m	21,362	19,927	19,685	19,673	19,686	19,927	21,372	24,132	28,599
Draft at AP m	17,375	17,193	17,391	17,441	17,391	17,192	17,365	18,209	19,662
WL Length m	283,868	282,523	282,235	282,210	282,235	282,523	283,877	286,728	286,533
Beam max extents on WL m	42,450	48,858	49,756	49,001	49,756	48,860	42,458	38,975	33,587
Wetted Area m <sup>2</sup>	22900,049	21644,618	20861,781	20853,826	20862,092	21644,228	22900,059	23636,171	23969,117
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	10321,080	11949,670	12578,111	12401,533	12578,150	11949,870	10320,373	9398,183	8374,125
Prismatic coeff. (Cp)	0,836	0,834	0,832	0,832	0,832	0,834	0,836	0,838	0,838
Block coeff. (Cb)	0,635	0,620	0,691	0,809	0,691	0,620	0,635	0,625	0,671
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	148,307	148,304	148,298	148,306	148,297	148,305	148,324	148,354	148,390
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	137,749	137,947	139,866	139,518	139,866	137,947	137,732	138,310	138,629
Max deck inclination deg	30,0078	20,0068	10,0109	0,4634	10,0109	20,0068	30,0078	40,0092	50,0104
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,8277	-0,5676	-0,4763	-0,4634	-0,4764	-0,5678	-0,8319	-1,2293	-1,8547

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = 243,253 m)		14,5	n/a
Deck Edge (immersion pos = 243,253 m)		14,6	n/a
Ventilacion	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
Cubierta 2	Downflooding point	Not immersed in positive range	0

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: IMO roll back angle	19,9	deg			
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	0,0550	m.rad	0,7811	Pass	+1320,11
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	0,0900	m.rad	1,2132	Pass	+1248,04
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	0,0300	m.rad	0,4322	Pass	+1340,54
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	2,500	Pass	+1150,00
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	32,7	Pass	+30,91
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0,150	m	5,889	Pass	+3826,00
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: Severe wind and rolling				Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16,0	deg	0,1	Pass	+99,63
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80,00	%	0,40	Pass	+99,50
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100,00	%	433,92	Pass	+333,92



## Equilibrium calculation – Cuaderno 5 Julio Barreiro Montes

Stability 21.11.00.84, build: 84

(Medium precision, 114 sections, Trimming off, 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)

### Loadcase - Plena carga llegada a puerto

#### Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m<sup>3</sup>)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Draft Amidships m	18,569
Displacement t	219775
Heel deg	0,0
Draft at FP m	19,648
Draft at AP m	17,491
Draft at LCF m	18,581
Trim (+ve by stern) m	-2,157
WL Length m	282,196
Beam max extents on WL m	49,001
Wetted Area m <sup>2</sup>	20862,034
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	12403,751
Prismatic coeff. (Cp)	0,833
Block coeff. (Cb)	0,810
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,993
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,917
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	148,213
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	139,488
KB m	9,620
KG fluid m	14,368
BMt m	10,633
BML m	317,243
GMt corrected m	5,885
GML m	312,496
KMt m	20,253
KML m	326,854
Immersion (TPc) tonne/cm	127,138
MTC tonne.m	2488,357
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	22572,082
Max deck inclination deg	0,4477
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,4477

Key point	Type	Freeboard m
Margin Line (freeboard pos = 280,93 m)		5,949
Deck Edge (freeboard pos = 280,93 m)		6,025
Ventilacion	Downflooding point	20,590
Cubierta 2	Downflooding point	13,737

## Stability calculation – Cuaderno 5 Julio Barreiro Montes

Stability 21.11.00.84, build: 84

(Medium precision, 114 sections, Trimming off, 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)

### Loadcase - Lastrado salida del puerto

#### Damage Case - Intact

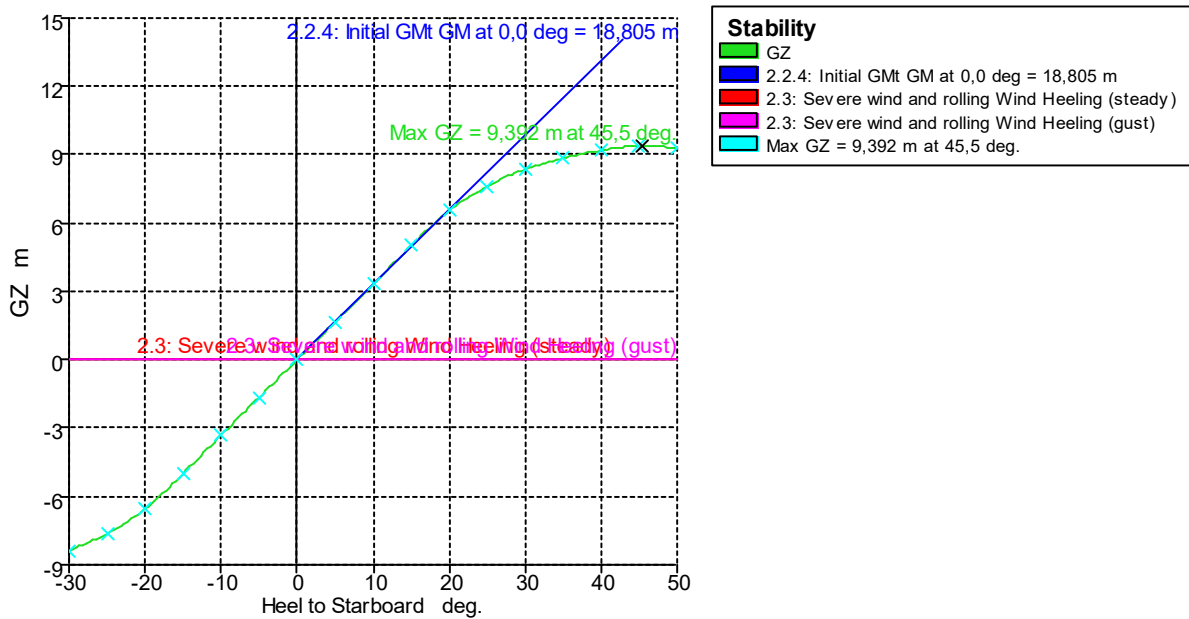
Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m<sup>3</sup>)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m <sup>3</sup>	Total Volume m <sup>3</sup>	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	27611,040	27611,040			127,741	0,000	13,588	0,000	User Specified
Tripulación	1	3,750	3,750			30,160	0,000	35,000	0,000	User Specified
Viveres	1	7,500	7,500			30,160	0,000	25,750	0,000	User Specified
Pertrechos	1	50,000	50,000			25,160	0,000	12,375	0,000	User Specified
Total fijos			27672,290			127,516	0,000	13,592	0,000	
OIL E	100%	28,216	28,216	30,669	30,669	35,606	8,164	2,108	0,000	User Specified
Water E	100%	133,440	133,440	133,440	133,440	10,447	10,846	22,954	0,000	User Specified
OIL B	100%	28,216	28,216	30,669	30,669	35,606	-8,164	2,108	0,000	User Specified
Water B	100%	133,440	133,440	133,440	133,440	10,447	-10,846	22,954	0,000	User Specified
Black Waters	0%	11,400	0,000	11,400	0,000	41,600	0,000	1,750	0,000	User Specified
Total consumos	96,59%	334,711	323,311	339,618	328,218	14,838	0,000	19,316	0,000	
FO popa B	97,99%	1844,783	1807,703	1861,537	1824,120	27,353	-15,555	18,814	675,182	IMO A.749(18)
FO popa E	97,99%	1844,783	1807,703	1861,537	1824,120	27,353	15,555	18,814	675,182	IMO A.749(18)
Diary FO E	100%	175,843	175,843	177,440	177,440	37,605	18,227	17,908	0,000	User Specified
Diary FO B	100%	175,843	175,843	177,440	177,440	37,605	-18,227	17,908	0,000	User Specified
Sustract E	100%	87,319	87,319	88,112	88,112	36,403	18,076	17,762	0,000	User Specified
Sustract B	100%	87,319	87,319	88,112	88,112	36,403	-18,076	17,762	0,000	User Specified
FO pump E	100%	1436,648	1436,648	1449,695	1449,695	43,626	14,255	17,145	0,000	IMO A.749(18)
FO pump B	100%	1436,648	1436,648	1449,695	1449,695	43,626	-14,255	17,145	0,000	IMO A.749(18)
Total fuel	98,95%	7089,188	7015,027	7153,570	7078,735	34,757	0,000	18,059	1350,364	
Slops E	0%	1980,969	0,000	2000,979	0,000	49,720	6,704	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Slops B	0%	1980,969	0,000	2000,979	0,000	49,720	-6,704	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 1 E	0%	13222,726	0,000	13356,289	0,000	67,791	7,813	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 2 E	0%	16918,141	0,000	17089,031	0,000	99,700	8,650	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 3 E	0%	16918,142	0,000	17089,032	0,000	134,700	8,650	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 4 E	0%	16918,140	0,000	17089,030	0,000	169,700	8,650	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 5 E	0%	16915,584	0,000	17086,449	0,000	204,697	8,649	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 6 E	0%	14696,068	0,000	14844,513	0,000	238,507	7,599	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 1 B	0%	13222,726	0,000	13356,289	0,000	67,791	-7,813	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 2 B	0%	16918,141	0,000	17089,031	0,000	99,700	-8,650	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 3 B	0%	16918,142	0,000	17089,032	0,000	134,700	-8,650	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 4 B	0%	16918,140	0,000	17089,030	0,000	169,700	-8,650	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 5 B	0%	16915,584	0,000	17086,449	0,000	204,697	-8,649	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 6 B	0%	14696,068	0,000	14844,513	0,000	238,507	-7,599	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Total carga	0%	195139,543	0,000	197110,647	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m <sup>3</sup>	Total Volume m <sup>3</sup>	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
DC1 E Cub	0%	3911,097	0,000	3815,704	0,000	66,487	18,303	2,500	0,000	IMO A.749(18)
DC 1 E Fond	0%	1679,424	0,000	1638,462	0,000	66,478	0,050	0,000	0,000	IMO A.749(18)
DC2 E	100%	4659,336	4659,336	4545,693	4545,693	99,780	17,772	7,337	0,000	IMO A.749(18)
DC3 E	100%	4694,332	4694,332	4579,836	4579,836	134,700	17,814	7,292	0,000	IMO A.749(18)
DC4 E	100%	4694,296	4694,296	4579,801	4579,801	169,700	17,814	7,292	0,000	IMO A.749(18)
DC5 E	100%	4664,317	4664,317	4550,554	4550,554	204,631	17,776	7,325	0,000	IMO A.749(18)
DC6 E	100%	5438,054	5438,054	5305,419	5305,419	239,789	17,514	9,602	0,000	IMO A.749(18)
DC1 B Cub	0%	3911,097	0,000	3815,704	0,000	66,487	-18,303	2,500	0,000	IMO A.749(18)
DC1 B Fond	0%	1679,424	0,000	1638,462	0,000	66,478	-0,050	0,000	0,000	IMO A.749(18)
DC2 B	100%	4659,336	4659,336	4545,693	4545,693	99,780	-17,772	7,337	0,000	IMO A.749(18)
DC3 B	100%	4694,332	4694,332	4579,836	4579,836	134,700	-17,814	7,292	0,000	IMO A.749(18)
DC4 B	100%	4694,296	4694,296	4579,801	4579,801	169,700	-17,814	7,292	0,000	IMO A.749(18)
DC5 B	100%	4664,317	4664,317	4550,554	4550,554	204,631	-17,776	7,325	0,000	IMO A.749(18)
DC6 B	100%	5438,054	5438,054	5305,419	5305,419	239,789	-17,514	9,602	0,000	IMO A.749(18)
Total lastre	81,2%	59481,711	48300,670	58030,937	47122,604	171,936	0,000	7,827	0,000	
Total Loadcase			83311,297	262634,772	54529,558	145,021	0,000	10,648	1350,364	
FS correction								0,016		
VCG fluid								10,664		



Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0
GZ m	-8,362	-6,543	-3,313	0,000	3,313	6,543	8,363	9,195	9,298
Area under GZ curve from zero heel m.rad	2,4778	1,1566	0,2877	0,0000	0,2877	1,1566	2,4783	4,0196	5,6491
Displacement t	83312	83311	83311	83311	83311	83311	83311	83318	83314
Draft at FP m	5,556	6,571	6,718	6,721	6,718	6,571	5,555	3,403	-0,236
Draft at AP m	6,965	8,012	8,333	8,410	8,333	8,012	6,966	4,877	1,477
WL Length m	272,600	272,593	272,520	272,420	272,520	272,593	272,600	272,418	268,155
Beam max extents on WL m	41,476	47,984	49,758	49,002	49,758	47,983	41,477	38,982	33,614
Wetted Area m <sup>2</sup>	13154,481	14063,394	14357,876	14342,778	14357,873	14063,386	13154,463	12731,765	12633,441
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	10067,614	11224,449	11633,068	11516,458	11633,065	11224,445	10067,596	9595,912	8543,509
Prismatic coeff. (Cp)	0,805	0,799	0,784	0,778	0,784	0,799	0,805	0,801	0,798
Block coeff. (Cb)	0,423	0,420	0,519	0,721	0,519	0,420	0,423	0,422	0,482
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	144,983	144,982	144,980	144,980	144,980	144,982	144,980	144,977	144,968
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	143,474	145,579	147,216	147,576	147,216	145,579	143,472	142,181	142,013
Max deck inclination deg	30,0010	20,0019	10,0054	0,3506	10,0054	20,0019	30,0010	40,0006	50,0004
Trim angle (+ve by stern) deg	0,2925	0,2993	0,3353	0,3506	0,3352	0,2993	0,2929	0,3059	0,3555

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = 63,563 m)		41,4	n/a
Deck Edge (immersion pos = 63,563 m)		41,5	n/a
Ventilacion	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
Cubierta 2	Downflooding point	Not immersed in positive range	0

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: IMO roll back angle	25,1	deg			
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	0,0550	m.rad	2,4783	Pass	+4405,92
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	0,0900	m.rad	4,0196	Pass	+4366,24
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	0,0300	m.rad	1,5413	Pass	+5037,63
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	9,392	Pass	+4596,00
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	45,5	Pass	+81,82
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0,150	m	18,805	Pass	+12436,67
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: Severe wind and rolling				Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16,0	deg	0,1	Pass	+99,22
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80,00	%	0,30	Pass	+99,63
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100,00	%	310,36	Pass	+210,36

## Equilibrium calculation – Cuaderno 5 Julio Barreiro Montes

Stability 21.11.00.84, build: 84

(Medium precision, 114 sections, Trimming off, 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)

### Loadcase - Lastrado salida del puerto

#### Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m<sup>3</sup>)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Draft Amidships m	7,581
Displacement t	83458
Heel deg	0,0
Draft at FP m	6,697
Draft at AP m	8,465
Draft at LCF m	7,520
Trim (+ve by stern) m	1,768
WL Length m	272,428
Beam max extents on WL m	49,002
Wetted Area m <sup>2</sup>	14351,239
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	11518,960
Prismatic coeff. (Cp)	0,777
Block coeff. (Cb)	0,717
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,984
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,852
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	144,791
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	147,538
KB m	3,886
KG fluid m	10,666
BMt m	25,554
BML m	675,590
GMt corrected m	18,774
GML m	668,810
KMt m	29,439
KML m	679,462
Immersion (TPc) tonne/cm	118,069
MTC tonne.m	2022,370
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	27344,435
Max deck inclination deg	0,3670
Trim angle (+ve by stern) deg	0,3670

Key point	Type	Freeboard m
Margin Line (freeboard pos = -5,994 m)		17,171
Deck Edge (freeboard pos = -5,994 m)		17,246
Ventilacion	Downflooding point	29,850
Cubierta 2	Downflooding point	23,366

## Stability calculation – Cuaderno 5 Julio Barreiro Montes

Stability 21.11.00.84, build: 84

(Medium precision, 114 sections, Trimming off, 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)

### Loadcase - Lastrado llegada a puerto

#### Damage Case - Intact

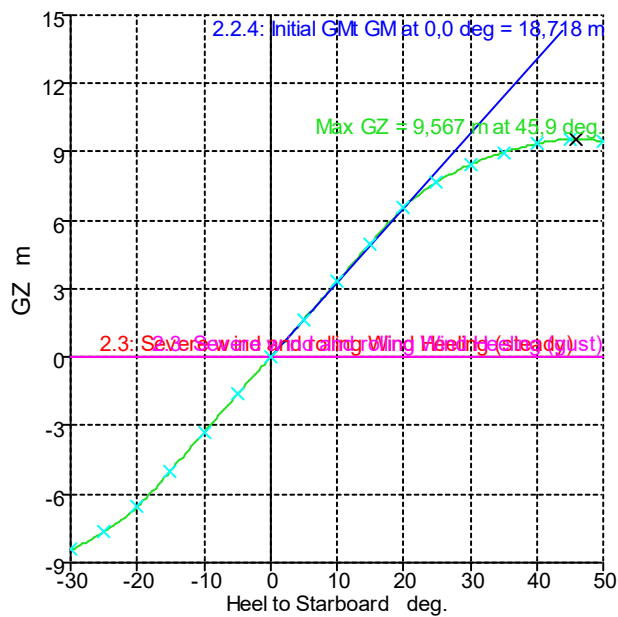
Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m<sup>3</sup>)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quant.	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m <sup>3</sup>	Total Volume m <sup>3</sup>	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	27611,040	27611,040			127,741	0,000	13,588	0,000	User Specified
Tripulación	1	3,750	3,750			30,160	0,000	35,000	0,000	User Specified
Viveres	1	7,500	7,500			30,160	0,000	25,750	0,000	User Specified
Pertrechos	1	50,000	50,000			25,160	0,000	12,375	0,000	User Specified
Total fijos			27672,290			127,516	0,000	13,592	0,000	
OIL E	10%	28,216	2,822	30,669	3,067	35,928	8,143	1,737	0,000	User Specified
Water E	10%	133,440	13,344	133,440	13,344	10,468	10,506	20,319	0,000	User Specified
OIL B	10%	28,216	2,822	30,669	3,067	35,928	-8,143	1,737	0,000	User Specified
Water B	10%	133,440	13,344	133,440	13,344	10,468	-10,506	20,319	121,581	User Specified
Black Waters	100%	11,400	11,400	11,400	11,400	41,600	0,000	2,125	0,000	User Specified
Total consumos	13,07%	334,711	43,731	339,618	44,222	21,869	0,000	13,179	121,581	
FO pump E	0%	1436,648	0,000	1449,695	0,000	43,668	12,855	9,000	0,000	IMO A.749(18)
FO pump B	0%	1436,648	0,000	1449,695	0,000	43,668	-12,855	9,000	0,000	IMO A.749(18)
LNG	100%	151,200	151,200	302,400	302,400	44,000	0,000	20,375	0,000	User Specified
FO popa B	7%	1844,783	129,135	1861,537	130,308	32,310	-13,867	10,579	675,182	IMO A.749(18)
FO popa E	7%	1844,783	129,135	1861,537	130,308	32,310	13,867	10,579	675,182	IMO A.749(18)
Diary FO E	100%	175,843	175,843	177,440	177,440	37,605	18,227	17,908	0,000	User Specified
Diary FO B	100%	175,843	175,843	177,440	177,440	37,605	-18,227	17,908	0,000	User Specified
Sustract E	100%	87,319	87,319	88,112	88,112	36,403	18,076	17,762	0,000	User Specified
Sustract B	100%	87,319	87,319	88,112	88,112	36,403	-18,076	17,762	0,000	User Specified
Total fuel	12,92%	7240,388	935,795	7455,970	1094,121	36,953	0,000	16,256	1350,364	
Slops E	0%	1980,968	0,000	2000,977	0,000	49,720	6,704	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Slops B	0%	1980,968	0,000	2000,977	0,000	49,720	-6,704	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 1 E	0%	13222,727	0,000	13356,290	0,000	67,791	7,813	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 2 E	0%	16918,141	0,000	17089,032	0,000	99,700	8,650	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 3 E	0%	16918,141	0,000	17089,032	0,000	134,700	8,650	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 4 E	0%	16918,141	0,000	17089,032	0,000	169,700	8,650	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 5 E	0%	16915,584	0,000	17086,449	0,000	204,697	8,649	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 6 E	0%	14696,068	0,000	14844,513	0,000	238,507	7,599	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 1 B	0%	13222,727	0,000	13356,290	0,000	67,791	-7,813	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 2 B	0%	16918,141	0,000	17089,032	0,000	99,700	-8,650	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 3 B	0%	16918,141	0,000	17089,032	0,000	134,700	-8,650	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 4 B	0%	16918,141	0,000	17089,032	0,000	169,700	-8,650	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 5 B	0%	16915,584	0,000	17086,449	0,000	204,697	-8,649	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 6 B	0%	14696,068	0,000	14844,513	0,000	238,507	-7,599	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Total carga	0%	195139,544	0,000	197110,648	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	

Item Name	Quant.	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m <sup>3</sup>	Total Volume m <sup>3</sup>	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
DC1 E Cub	100%	3911,096	3911,096	3815,703	3815,703	62,924	21,320	14,021	0,000	IMO A.749(18)
DC 1 E Fond	0%	1679,424	0,000	1638,462	0,000	66,478	0,050	0,000	0,000	IMO A.749(18)
DC2 E	100%	4659,336	4659,336	4545,694	4545,694	99,780	17,772	7,337	0,000	IMO A.749(18)
DC3 E	100%	4694,332	4694,332	4579,836	4579,836	134,700	17,814	7,292	0,000	IMO A.749(18)
DC4 E	100%	4694,296	4694,296	4579,801	4579,801	169,700	17,814	7,292	0,000	IMO A.749(18)
DC5 E	100%	4664,317	4664,317	4550,554	4550,554	204,631	17,776	7,325	0,000	IMO A.749(18)
DC6 E	100%	5438,054	5438,054	5305,419	5305,419	239,789	17,514	9,602	0,000	IMO A.749(18)
DC1 B Cub	100%	3911,096	3911,096	3815,703	3815,703	62,924	-21,320	14,021	0,000	IMO A.749(18)
DC1 B Fond	0%	1679,424	0,000	1638,462	0,000	66,478	-0,050	0,000	0,000	IMO A.749(18)
DC2 B	100%	4659,336	4659,336	4545,694	4545,694	99,780	-17,772	7,337	0,000	IMO A.749(18)
DC3 B	100%	4694,332	4694,332	4579,836	4579,836	134,700	-17,814	7,292	0,000	IMO A.749(18)
DC4 B	100%	4694,296	4694,296	4579,801	4579,801	169,700	-17,814	7,292	0,000	IMO A.749(18)
DC5 B	100%	4664,317	4664,317	4550,554	4550,554	204,631	-17,776	7,325	0,000	IMO A.749(18)
DC6 B	100%	5438,054	5438,054	5305,419	5305,419	239,789	-17,514	9,602	0,000	IMO A.749(18)
Total lastre	94,35%	59481,710	56122,863	58030,937	54754,013	156,742	0,000	8,691	0,000	
Total Loadcase			84774,679	262937,174	55892,355	145,810	0,000	10,376	1471,944	
FS correction								0,017		
VCG fluid								10,394		



Stability	
■	GZ
■	2.2.4: Initial GMt GM at 0,0 deg = 18,718 m
■	2.3: Severe wind and rolling Wind Heeling (steady)
■	2.3: Severe wind and rolling Wind Heeling (gust)
■	Max GZ = 9,567 m at 45,9 deg.

Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0
GZ m	-8,444	-6,547	-3,298	0,000	3,298	6,547	8,444	9,347	9,482
Area under GZ curve from zero heel m.rad	2,4819	1,1531	0,2865	0,0000	0,2865	1,1531	2,4824	4,0442	5,7037
Displacement t	84781	84775	84775	84775	84775	84775	84775	84775	84779
Draft at FP m	5,919	6,869	6,990	6,990	6,990	6,869	5,917	3,836	0,344
Draft at AP m	6,913	7,964	8,288	8,367	8,288	7,964	6,913	4,813	1,398
WL Length m	272,593	272,583	272,509	272,410	272,509	272,583	272,594	272,451	269,842
Beam max extents on WL m	41,571	48,149	49,758	49,002	49,758	48,149	41,570	39,064	33,614
Wetted Area m^2	13271,777	14178,706	14425,791	14409,952	14425,787	14178,697	13271,286	12846,394	12759,247
Waterpl. Area m^2	10149,416	11306,031	11644,865	11524,024	11644,862	11306,026	10149,075	9674,860	8564,265
Prismatic coeff. (Cp)	0,812	0,807	0,791	0,786	0,791	0,807	0,812	0,808	0,805
Block coeff. (Cb)	0,427	0,424	0,524	0,736	0,524	0,424	0,427	0,426	0,487
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	145,785	145,782	145,779	145,778	145,779	145,782	145,782	145,782	145,780
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	143,885	145,897	147,329	147,661	147,329	145,897	143,884	142,658	142,390
Max deck inclination deg	30,0005	20,0011	10,0035	0,2858	10,0035	20,0011	30,0005	40,0003	50,0001
Trim angle (+ve by stern) deg	0,2064	0,2275	0,2695	0,2858	0,2695	0,2274	0,2067	0,2027	0,2188

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = 66,462 m)		41,2	n/a
Deck Edge (immersion pos = 66,462 m)		41,4	n/a
Ventilacion	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
Cubierta 2	Downflooding point	Not immersed in positive range	0

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: IMO roll back angle	24,7	deg			
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	0,0550	m.rad	2,4824	Pass	+4413,33
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	0,0900	m.rad	4,0442	Pass	+4393,59
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	0,0300	m.rad	1,5619	Pass	+5106,10
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	9,567	Pass	+4683,50
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	45,9	Pass	+83,64
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0,150	m	18,718	Pass	+12378,67
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: Severe wind and rolling				Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16,0	deg	0,1	Pass	+99,23
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80,00	%	0,30	Pass	+99,63
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100,00	%	323,58	Pass	+223,58



## Equilibrium calculation – Cuaderno 5 Julio Barreiro Montes

Stability 21.11.00.84, build: 84

(Medium precision, 114 sections, Trimming off, 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)

### Loadcase - Lastrado llegada a puerto

#### Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m<sup>3</sup>)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Draft Amidships m	7,663
Displacement t	84624
Heel deg	0,0
Draft at FP m	7,016
Draft at AP m	8,310
Draft at LCF m	7,618
Trim (+ve by stern) m	1,293
WL Length m	272,401
Beam max extents on WL m	49,002
Wetted Area m <sup>2</sup>	14401,163
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	11521,343
Prismatic coeff. (Cp)	0,787
Block coeff. (Cb)	0,739
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,986
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,852
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	145,977
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	147,700
KB m	3,930
KG fluid m	10,376
BMT m	25,212
BML m	666,627
GMt corrected m	18,766
GML m	660,182
KMt m	29,142
KML m	670,550
Immersion (TPc) tonne/cm	118,094
MTc tonne.m	2024,167
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	27715,668
Max deck inclination deg	0,2685
Trim angle (+ve by stern) deg	0,2685

Key point	Type	Freeboard m
Margin Line (freeboard pos = -5,994 m)		17,336
Deck Edge (freeboard pos = -5,994 m)		17,412
Ventilacion	Downflooding point	29,977
Cubierta 2	Downflooding point	23,449

## Stability calculation – Cuaderno 5 Julio Barreiro Montes

Stability 21.11.00.84, build: 84

(Medium precision, 114 sections, Trimming off, 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)

### Loadcase - Loadcase 5

#### Damage Case - Intact

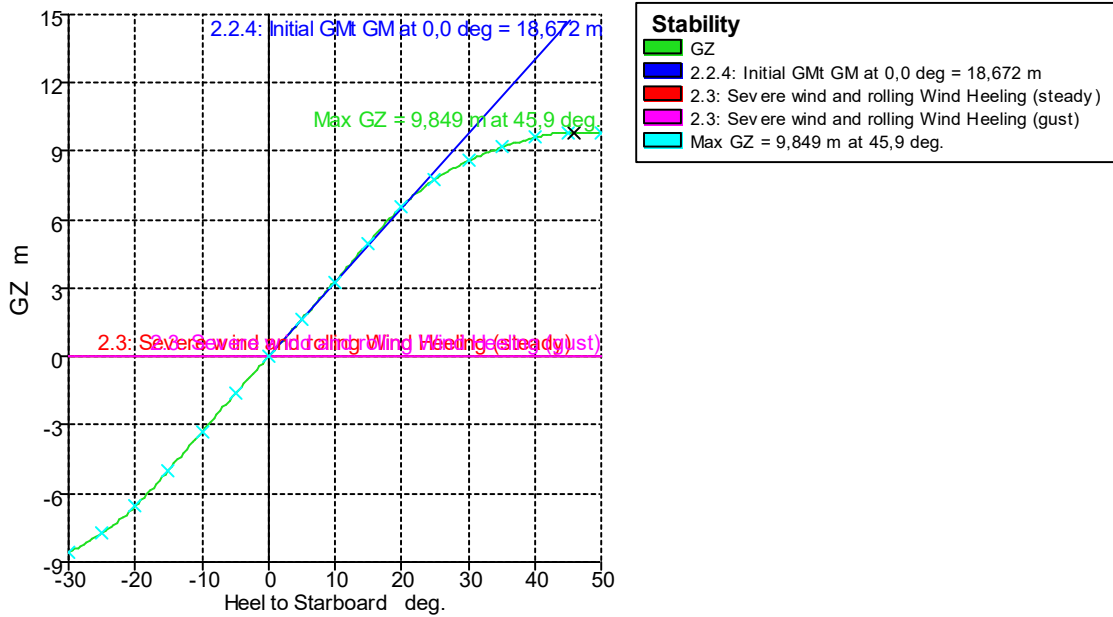
Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m<sup>3</sup>)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quant	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m <sup>3</sup>	Total Volume m <sup>3</sup>	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	27611,040	27611,040			127,741	0,000	13,588	0,000	User Specified
Tripulación	1	3,750	3,750			30,160	0,000	35,000	0,000	User Specified
Viveres	1	7,500	7,500			30,160	0,000	25,750	0,000	User Specified
Pertrechos	1	50,000	50,000			25,160	0,000	12,375	0,000	User Specified
Total fijos			27672,29			127,516	0,000	13,592	0,000	
OIL E	0%	28,216	0,000	30,669	0,000	35,967	8,143	1,700	0,000	User Specified
Water E	0%	133,440	0,000	133,440	0,000	10,469	10,431	20,000	0,000	User Specified
OIL B	0%	28,216	0,000	30,669	0,000	35,967	-8,143	1,700	0,000	User Specified
Water B	0%	133,440	0,000	133,440	0,000	10,469	-10,431	20,000	121,581	User Specified
Black Waters	0%	11,400	0,000	11,400	0,000	41,600	0,000	1,750	0,000	User Specified
Total cons.	0%	334,711	0,000	339,618	0,000	0,000	0,000	0,000	121,581	
FO pump E	0%	1436,648	0,000	1449,695	0,000	43,668	12,855	9,000	0,000	IMO A.749(18)
FO pump B	0%	1436,648	0,000	1449,695	0,000	43,668	-12,855	9,000	0,000	IMO A.749(18)
FO popa B	0%	1844,783	0,000	1861,537	0,000	33,878	-13,056	7,500	0,000	IMO A.749(18)
FO popa E	0%	1844,783	0,000	1861,537	0,000	33,878	13,056	7,500	0,000	IMO A.749(18)
Diary FO E	0%	175,843	0,000	177,440	0,000	37,626	16,019	9,000	0,000	User Specified
Diary FO B	0%	175,843	0,000	177,440	0,000	37,626	-16,019	9,000	0,000	User Specified
Sustract E	0%	87,319	0,000	88,112	0,000	36,421	15,214	7,500	0,000	User Specified
Sustract B	0%	87,319	0,000	88,112	0,000	36,421	-15,214	7,500	0,000	User Specified
Total fuel	0%	7240,388	0,000	7455,970	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Slops E	0%	1980,968	0,000	2000,977	0,000	49,720	6,704	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Slops B	0%	1980,968	0,000	2000,977	0,000	49,720	-6,704	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 1 E	0%	13222,727	0,000	13356,29	0,000	67,791	7,813	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 2 E	0%	16918,141	0,000	17089,03	0,000	99,700	8,650	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 3 E	0%	16918,141	0,000	17089,03	0,000	134,700	8,650	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 4 E	0%	16918,141	0,000	17089,03	0,000	169,700	8,650	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 5 E	0%	16915,584	0,000	17086,46	0,000	204,697	8,649	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 6 E	0%	14696,068	0,000	14844,51	0,000	238,507	7,599	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 1 B	0%	13222,727	0,000	13356,29	0,000	67,791	-7,813	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 2 B	0%	16918,141	0,000	17089,03	0,000	99,700	-8,650	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 3 B	0%	16918,141	0,000	17089,03	0,000	134,700	-8,650	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 4 B	0%	16918,141	0,000	17089,03	0,000	169,700	-8,650	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 5 B	0%	16915,584	0,000	17086,45	0,000	204,697	-8,649	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 6 B	0%	14696,068	0,000	14844,51	0,000	238,507	-7,599	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Total carga	0%	195139,544	0,000	197110,7	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	

Item Name	Quant	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
DC1 E Cub	100%	3911,096	3911,096	3815,703	3815,703	62,924	21,320	14,021	0,000	IMO A.749(18)
DC 1 E Fond	100%	1679,424	1679,424	1638,462	1638,462	66,141	9,666	1,311	0,000	IMO A.749(18)
DC2 E	100%	4659,336	4659,336	4545,694	4545,694	99,780	17,772	7,337	0,000	IMO A.749(18)
DC3 E	100%	4694,332	4694,332	4579,836	4579,836	134,700	17,814	7,292	0,000	IMO A.749(18)
DC4 E	100%	4694,296	4694,296	4579,801	4579,801	169,700	17,814	7,292	0,000	IMO A.749(18)
DC5 E	100%	4664,317	4664,317	4550,554	4550,554	204,631	17,776	7,325	0,000	IMO A.749(18)
DC6 E	100%	5438,054	5438,054	5305,419	5305,419	239,789	17,514	9,602	0,000	IMO A.749(18)
DC1 B Cub	100%	3911,096	3911,096	3815,703	3815,703	62,924	-21,320	14,021	0,000	IMO A.749(18)
DC1 B Fond	100%	1679,424	1679,424	1638,462	1638,462	66,141	-9,666	1,311	0,000	IMO A.749(18)
DC2 B	100%	4659,336	4659,336	4545,694	4545,694	99,780	-17,772	7,337	0,000	IMO A.749(18)
DC3 B	100%	4694,332	4694,332	4579,836	4579,836	134,700	-17,814	7,292	0,000	IMO A.749(18)
DC4 B	100%	4694,296	4694,296	4579,801	4579,801	169,700	-17,814	7,292	0,000	IMO A.749(18)
DC5 B	100%	4664,317	4664,317	4550,554	4550,554	204,631	-17,776	7,325	0,000	IMO A.749(18)
DC6 B	100%	5438,054	5438,054	5305,419	5305,419	239,789	-17,514	9,602	0,000	IMO A.749(18)
Total lastre	100%	59481,710	59481,710	58030,94	58030,94	151,626	0,000	8,274	0,000	
Total Loadcase			87154,000	262937,2	58030,937	143,971	0,000	9,962	121,581	
FS correction								0,001		
VCG fluid								9,964		



Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0
GZ m	-8,583	-6,568	-3,291	0,000	3,291	6,568	8,583	9,599	9,780
Area under GZ curve from zero heel m.rad	2,4947	1,1521	0,2858	0,0000	0,2858	1,1522	2,4952	4,0913	5,7993
Displacement t	87152	87154	87154	87154	87154	87154	87154	87161	87152
Draft at FP m	5,738	6,694	6,815	6,816	6,815	6,694	5,739	3,641	0,092
Draft at AP m	7,652	8,619	8,920	8,999	8,920	8,619	7,652	5,661	2,528
WL Length m	272,684	272,671	272,599	272,503	272,599	272,671	272,684	272,534	269,220
Beam max extents on WL m	42,601	49,158	49,758	49,002	49,758	49,158	42,601	40,015	33,614
Wetted Area m <sup>2</sup>	13477,745	14368,179	14560,408	14540,534	14560,404	14368,172	13477,937	13071,873	12983,411
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	10289,640	11432,662	11687,256	11559,092	11687,252	11432,658	10289,774	9834,661	8603,208
Prismatic coeff. (Cp)	0,801	0,792	0,777	0,772	0,777	0,792	0,801	0,799	0,797
Block coeff. (Cb)	0,420	0,418	0,524	0,706	0,524	0,418	0,420	0,420	0,491
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	143,919	143,924	143,924	143,924	143,924	143,925	143,920	143,915	143,904
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	142,865	145,162	146,828	147,231	146,828	145,162	142,865	141,297	141,550
Max deck inclination deg	30,0018	20,0034	10,0092	0,4531	10,0092	20,0034	30,0018	40,0011	50,0008
Trim angle (+ve by stern) deg	0,3973	0,3996	0,4370	0,4531	0,4369	0,3996	0,3972	0,4193	0,5057

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = 57,767 m)		39,9	n/a
Deck Edge (immersion pos = 57,767 m)		40	n/a
Ventilacion	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
Cubierta 2	Downflooding point	Not immersed in positive range	0

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: IMO roll back angle	24,0	deg			
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	0,0550	m.rad	2,4952	Pass	+4436,72
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	0,0900	m.rad	4,0913	Pass	+4445,93
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	0,0300	m.rad	1,5961	Pass	+5220,24
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	9,849	Pass	+4824,50
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	45,9	Pass	+83,64
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0,150	m	18,672	Pass	+12348,00
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: Severe wind and rolling				Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16,0	deg	0,1	Pass	+99,26
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80,00	%	0,29	Pass	+99,64
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100,00	%	346,28	Pass	+246,28

## Equilibrium calculation – Cuaderno 5 Julio Barreiro Montes

Stability 21.11.00.84, build: 84

(Medium precision, 114 sections, Trimming off, 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)

### Loadcase - Loadcase 5

#### Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m<sup>3</sup>)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Draft Amidships m	7,907
Displacement t	87154
Heel deg	0,0
Draft at FP m	6,819
Draft at AP m	8,995
Draft at LCF m	7,834
Trim (+ve by stern) m	2,176
WL Length m	272,503
Beam max extents on WL m	49,002
Wetted Area m <sup>2</sup>	14540,427
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	11558,961
Prismatic coeff. (Cp)	0,772
Block coeff. (Cb)	0,706
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,983
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,855
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	143,941
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	147,234
KB m	4,054
KG fluid m	9,964
BMt m	24,582
BML m	653,193
GMt corrected m	18,671
GML m	647,282
KMt m	28,634
KML m	657,226
Immersion (TPc) tonne/cm	118,479
MTc tonne.m	2043,964
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	28400,092
Max deck inclination deg	0,4516
Trim angle (+ve by stern) deg	0,4516

Key point	Type	Freeboard m
Margin Line (freeboard pos = -5,994 m)		16,631
Deck Edge (freeboard pos = -5,994 m)		16,707
Ventilacion	Downflooding point	29,343
Cubierta 2	Downflooding point	22,898

## Stability calculation – Cuaderno 5 Julio Barreiro Montes

Stability 21.11.00.84, build: 84

(Medium precision, 114 sections, Trimming off, 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)

### Loadcase - Intermedio Lastre

#### Damage Case - Intact

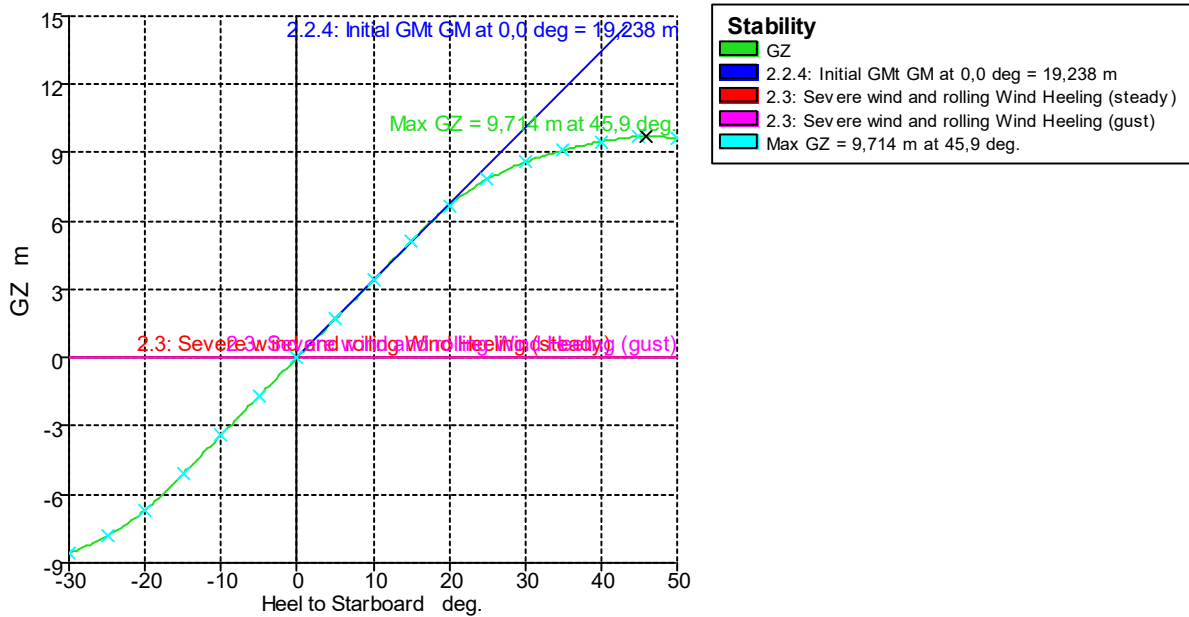
Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m<sup>3</sup>)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quant.	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m <sup>3</sup>	Total Volume m <sup>3</sup>	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	27611,040	27611,04			127,741	0,000	13,588	0,000	User Specified
Tripulación	1	3,750	3,750			30,160	0,000	35,000	0,000	User Specified
Viveres	1	7,500	7,500			30,160	0,000	25,750	0,000	User Specified
Pertrechos	1	50,000	50,000			25,160	0,000	12,375	0,000	User Specified
Total fijos			27672,29			127,516	0,000	13,592	0,000	
OIL E	50%	28,216	14,108	30,669	15,335	35,777	8,155	1,908	0,000	User Specified
Water E	50%	133,440	66,720	133,440	66,720	10,461	10,706	21,529	0,000	User Specified
OIL B	50%	28,216	14,108	30,669	15,335	35,777	-8,155	1,908	0,000	User Specified
Water B	50%	133,440	66,720	133,440	66,720	10,461	-10,706	21,529	0,000	User Specified
Black Waters	50%	11,400	5,700	11,400	5,700	41,600	0,000	1,938	0,000	User Specified
Total consumos	50%	334,711	167,356	339,618	169,809	15,790	0,000	17,554	0,000	
FO popa B	75%	1844,783	1383,587	1861,537	1396,153	27,757	-15,370	17,407	675,182	IMO A.749(18)
FO popa E	75%	1844,783	1383,587	1861,537	1396,153	27,757	15,370	17,407	675,182	IMO A.749(18)
Diary FO E	100%	175,843	175,843	177,440	177,440	37,605	18,227	17,908	0,000	User Specified
Diary FO B	100%	175,843	175,843	177,440	177,440	37,605	-18,227	17,908	0,000	User Specified
Sustract E	100%	87,319	87,319	88,112	88,112	36,403	18,076	17,762	0,000	User Specified
Sustract B	100%	87,319	87,319	88,112	88,112	36,403	-18,076	17,762	0,000	User Specified
FO pump E	0%	1436,648	0,000	1449,695	0,000	43,668	12,855	9,000	0,000	IMO A.749(18)
FO pump B	0%	1436,648	0,000	1449,695	0,000	43,668	-12,855	9,000	0,000	IMO A.749(18)
Total fuel	46,46%	7089,188	3293,500	7153,570	3323,411	29,267	0,000	17,479	1350,364	
Slops E	0%	1980,969	0,000	2000,979	0,000	49,720	6,704	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Slops B	0%	1980,969	0,000	2000,979	0,000	49,720	-6,704	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 1 E	0%	13222,726	0,000	13356,289	0,000	67,791	7,813	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 2 E	0%	16918,141	0,000	17089,031	0,000	99,700	8,650	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 3 E	0%	16918,142	0,000	17089,032	0,000	134,700	8,650	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 4 E	0%	16918,140	0,000	17089,030	0,000	169,700	8,650	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 5 E	0%	16915,584	0,000	17086,449	0,000	204,697	8,649	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 6 E	0%	14696,068	0,000	14844,513	0,000	238,507	7,599	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 1 B	0%	13222,726	0,000	13356,289	0,000	67,791	-7,813	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 2 B	0%	16918,141	0,000	17089,031	0,000	99,700	-8,650	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 3 B	0%	16918,142	0,000	17089,032	0,000	134,700	-8,650	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 4 B	0%	16918,140	0,000	17089,030	0,000	169,700	-8,650	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 5 B	0%	16915,584	0,000	17086,449	0,000	204,697	-8,649	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Load TK 6 B	0%	14696,068	0,000	14844,513	0,000	238,507	-7,599	2,500	0,000	IMO A.749(18)
Total carga	0%	195139,543	0,000	197110,647	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	

Item Name	Quant.	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
DC1 E Cub	50%	3911,097	1955,549	3815,704	1907,852	63,909	20,782	8,066	1183,907	IMO A.749(18)
DC 1 E Fond	0%	1679,424	0,000	1638,462	0,000	66,478	0,050	0,000	0,000	IMO A.749(18)
DC2 E	100%	4659,336	4659,336	4545,693	4545,693	99,780	17,772	7,337	0,000	IMO A.749(18)
DC3 E	100%	4694,332	4694,332	4579,836	4579,836	134,700	17,814	7,292	0,000	IMO A.749(18)
DC4 E	100%	4694,296	4694,296	4579,801	4579,801	169,700	17,814	7,292	0,000	IMO A.749(18)
DC5 E	100%	4664,317	4664,317	4550,554	4550,554	204,631	17,776	7,325	0,000	IMO A.749(18)
DC6 E	100%	5438,054	5438,054	5305,419	5305,419	239,789	17,514	9,602	0,000	IMO A.749(18)
DC1 B Cub	50%	3911,097	1955,548	3815,704	1907,852	63,909	-20,782	8,066	1183,907	IMO A.749(18)
DC1 B Fond	0%	1679,424	0,000	1638,462	0,000	66,478	-0,050	0,000	0,000	IMO A.749(18)
DC2 B	100%	4659,336	4659,336	4545,693	4545,693	99,780	-17,772	7,337	0,000	IMO A.749(18)
DC3 B	100%	4694,332	4694,332	4579,836	4579,836	134,700	-17,814	7,292	0,000	IMO A.749(18)
DC4 B	100%	4694,296	4694,296	4579,801	4579,801	169,700	-17,814	7,292	0,000	IMO A.749(18)
DC5 B	100%	4664,317	4664,317	4550,554	4550,554	204,631	-17,776	7,325	0,000	IMO A.749(18)
DC6 B	100%	5438,054	5438,054	5305,419	5305,419	239,789	-17,514	9,602	0,000	IMO A.749(18)
Total lastre	87,78%	59481,711	52211,766	58030,937	50938,308	163,844	0,000	7,845	2367,813	
Total Loadcase			83344,912	262634,772	54431,528	146,167	0,000	10,154	3718,177	
FS correction								0,045		
VCG fluid								10,198		



Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0
GZ m	-8,589	-6,695	-3,388	0,000	3,388	6,695	8,589	9,485	9,638
Area under GZ curve from zero heel m.rad	2,5373	1,1828	0,2943	0,0000	0,2943	1,1829	2,5377	4,1244	5,8093
Displacement t	83345	83345	83345	83345	83345	83345	83345	83345	83351
Draft at FP m	5,837	6,811	6,943	6,944	6,943	6,811	5,836	3,733	0,202
Draft at AP m	6,667	7,749	8,081	8,160	8,081	7,749	6,668	4,531	1,025
WL Length m	272,565	272,556	272,482	272,384	272,482	272,556	272,565	272,415	269,424
Beam max extents on WL m	41,168	47,706	49,758	49,002	49,758	47,706	41,169	38,694	33,614
Wetted Area m <sup>2</sup>	13152,716	14062,928	14351,015	14336,985	14351,012	14062,920	13152,715	12731,729	12628,595
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	10068,316	11226,116	11625,445	11509,376	11625,442	11226,110	10068,308	9597,645	8541,153
Prismatic coeff. (Cp)	0,813	0,809	0,793	0,788	0,793	0,809	0,813	0,809	0,805
Block coeff. (Cb)	0,428	0,424	0,522	0,741	0,522	0,424	0,428	0,426	0,484
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	146,148	146,143	146,140	146,139	146,140	146,143	146,144	146,144	146,143
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	144,063	146,046	147,459	147,774	147,459	146,046	144,061	142,811	142,568
Max deck inclination deg	30,0003	20,0008	10,0027	0,2524	10,0027	20,0008	30,0003	40,0002	50,0001
Trim angle (+ve by stern) deg	0,1723	0,1947	0,2363	0,2524	0,2363	0,1947	0,1727	0,1656	0,1708

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = 69,36 m)		41,8	n/a
Deck Edge (immersion pos = 69,36 m)		41,9	n/a
Ventilacion	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
Cubierta 2	Downflooding point	Not immersed in positive range	0

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: IMO roll back angle	24,7	deg			
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	0,0550	m.rad	2,5377	Pass	+4514,02
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	0,0900	m.rad	4,1244	Pass	+4482,68
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	0,0300	m.rad	1,5867	Pass	+5188,79
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	9,714	Pass	+4757,00
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	45,9	Pass	+83,64
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0,150	m	19,238	Pass	+12725,33
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: Severe wind and rolling				Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16,0	deg	0,1	Pass	+99,24
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80,00	%	0,29	Pass	+99,64
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100,00	%	320,68	Pass	+220,68



## Equilibrium calculation – Cuaderno 5 Julio Barreiro Montes

Stability 21.11.00.84, build: 84

(Medium precision, 114 sections, Trimming off, 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)

### Loadcase - Intermedio Lastre

#### Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m<sup>3</sup>)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Draft Amidships m	7,567
Displacement t	83496
Heel deg	0,0
Draft at FP m	6,924
Draft at AP m	8,210
Draft at LCF m	7,522
Trim (+ve by stern) m	1,286
WL Length m	272,391
Beam max extents on WL m	49,002
Wetted Area m <sup>2</sup>	14345,556
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	11511,763
Prismatic coeff. (Cp)	0,787
Block coeff. (Cb)	0,738
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,986
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,851
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	145,970
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	147,740
KB m	3,881
KG fluid m	10,200
BMT m	25,523
BML m	674,085
GMt corrected m	19,204
GML m	667,766
KMt m	29,404
KML m	677,959
Immersion (TPc) tonne/cm	117,996
MTc tonne.m	2020,145
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	27984,435
Max deck inclination deg	0,2670
Trim angle (+ve by stern) deg	0,2670

Key point	Type	Freeboard m
Margin Line (freeboard pos = -5,994 m)		17,436
Deck Edge (freeboard pos = -5,994 m)		17,511
Ventilacion	Downflooding point	30,076
Cubierta 2	Downflooding point	23,547