



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**Trabajo Fin de Grado**  
**CURSO 2019/2020**

---

*PETROLERO SUEZMAX 150000 TPM*

---

**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

**ALUMNO**

Julián Rodríguez Cortegoso

**TUTOR**

Fernando Lago Rodríguez

**FECHA**

Septiembre, 2019

## 5.1. RPA



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

*CURSO 2019-2020*

**PROYECTO NÚMERO: GENO-1920-04.**

**TIPO DE BUQUE:** Petrolero Suezmax 150000 TPM.

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** DNV GL, MARPOL, SOLAS.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** Crudo de densidad máxima 0,86 t/m<sup>3</sup>.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 15 nudos (85 % MCR – 10 % MM) y 10000 millas.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** Cámara de bombas.

**PROPULSIÓN:** Diésel eléctrica.

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 25 personas con camarotes individuales.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Los habituales en este equipo.

Ferrol, 10 septiembre 2019

**ALUMNO: D. JULIÁN RODRÍGUEZ CORTEGOSO**



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO  
CURSO 2019/2020**

---

*PETROLERO SUEZMAX 150000 TPM*

---

**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

**Cuaderno 5**

**SITUACIONES DE CARGA**

## ÍNDICE

5.1. RPA .....	2
5.2. Introducción .....	5
5.3. Cálculos previos.....	6
5.3.1. Peso en rosca .....	6
5.3.2. Peso muerto .....	6
5.3.2.1. Combustible .....	6
5.3.2.2. Agua .....	7
5.3.2.3. Aceite.....	7
5.3.2.4. Otros tanques .....	8
5.3.2.5. Carga útil .....	8
5.3.2.6. Lastre.....	9
5.3.2.7. Otros pesos .....	9
5.4. Criterios de estabilidad sin avería .....	11
5.4.1. Criterio de estabilidad.....	11
5.4.2. Criterio de viento .....	11
5.4.3. Criterios relativos a los calados y asiento .....	16
5.5. Corrección por superficies libres .....	17
5.6. Condiciones de carga .....	21
5.6.1. Salida a plena carga.....	21
5.6.2. Llegada a plena carga .....	33
5.6.3. Salida en lastre.....	45
5.6.4. Llegada en lastre .....	57
5.7. Bibliografía.....	69
Anexo I: Buque base.....	70

## 5.2. INTRODUCCIÓN

En este cuaderno se estudiará la estabilidad del buque en estado intacto para las cuatro condiciones de carga reglamentarias comprobando que el barco cumple con los criterios de estabilidad aplicables, con los calados máximos y mínimos, así como con el trimado adecuado para la navegación del buque. También se efectuarán las correcciones por superficies libres de los tanques que así lo precisen.

Como punto de partida para todos los cálculos que se realizarán en el presente cuaderno se han de tener en cuenta las siguientes características principales del buque, obtenidas en el *Cuaderno 3*:

Dimensión	Valor	Unidades
$L_{pp}$	263,6	m
$L_F$	268	m
B	48	m
D	24	m
T	17,2	m
$C_b$	0,823	-
$C_m$	0,996	-
$C_p$	0,826	-
$C_{wp}$	0,896	-
$\Delta$	186563	t
Superficie mojada	19025,63	m <sup>2</sup>
Vol. Carena	182013	m <sup>3</sup>

## 5.3. CÁLCULOS PREVIOS

### 5.3.1. PESO EN ROSCA

En el *Cuaderno 2* se realizó un estudio detallado de los pesos que componen el buque. El resultado se muestra en la siguiente tabla:

PARTIDA	Peso (t)	XG (m)	YG (m)	KG (m)
Peso en rosca	29000	121,5	0,0	13,2

### 5.3.2. PESO MUERTO

En este apartado se describen las partidas del peso muerto del buque proyecto a considerar en los cálculos de estabilidad. Se incluirá la distribución del peso muerto para las distintas condiciones de carga (distintos niveles de consumos, lastre y carga).

#### 5.3.2.1. COMBUSTIBLE

##### SALIDA DE PUERTO

Como se dispone de un tanque de reboses, los tanques de combustible irán llenos al 100 % y en caso de que se produzca un desbordamiento acabaría en este tanque. Para esta condición, se supondrá un llenado del 3 % para el tanque de reboses mientras que el de derrames se encuentra completamente vacío:

COMBUSTIBLE (100 %)	
Tanque	Masa (t)
FUEL OIL	
Almacén 1	1932,473
Almacén 2	1932,473
Sedimentación 1	185,091
Sedimentación 2	185,091
Servicio 1	132,918
Servicio 2	132,918
Reboses	2,783
Derrames	0,000
DIESEL OIL	
Almacén 1	161,134
Almacén 2	161,134
Servicio 1	29,712
Servicio 2	29,712
<b>Total</b>	<b>4885,442</b>

##### LLEGADA A PUERTO

Estos tanques en la llegada a puerto se encontrarán al 10 % y la secuencia de consumo será de la siguiente manera:

COMBUSTIBLE (10 %)	
Tanque	Masa (t)
<b>FUEL OIL</b>	
Almacén 1	0,000
Almacén 2	0,000
Sedimentación 1	99,949
Sedimentación 2	99,949
Servicio 1	132,918
Servicio 2	132,918
Reboses	0,000
Derrames	2,725
<b>DIESEL OIL</b>	
Almacén 1	0,000
Almacén 2	0,000
Servicio 1	19,075
Servicio 2	19,075
<b>Total</b>	<b>506,612</b>

### 5.3.2.2. AGUA

#### **SALIDA DE PUERTO**

Los tanques de agua se encuentran llenos al 100 %:

AGUA (100 %)	
Tanque	Masa (t)
Agua dulce 1	132,101
Agua dulce 2	132,101
Agua técnica 1	22,912
Agua técnica 2	22,912

#### **LLEGADA A PUERTO**

Estos tanques cuando el barco llegue a puerto se encontrarán al 10 %:

AGUA (10 %)	
Tanque	Masa (t)
Agua dulce 1	13,210
Agua dulce 2	13,210
Agua técnica 1	2,291
Agua técnica 2	2,291

### 5.3.2.3. ACEITE

#### **SALIDA DE PUERTO**

Los tanques de aceite se encuentran llenos al 98 % durante las condiciones de carga de salida de puerto:

ACEITE (98 %)	
Tanque	Masa (t)
Lubricante	19,138
Hidráulico	19,138

#### LLEGADA A PUERTO

Estos tanques cuando el barco llegue a puerto se encontrarán al 10 %:

ACEITE (10 %)	
Tanque	Masa (t)
Lubricante	1,953
Hidráulico	1,953

#### 5.3.2.4. OTROS TANQUES

##### SALIDA DE PUERTO

Por último, estos tanques, al contrario que el resto, cuando el barco sale de puerto se encuentran completamente vacíos:

OTROS (0 %)	
Tanque	Masa (t)
Aguas oleosas	0,000
Fangos	0,000
Aguas negras y grises	0,000

#### LLEGADA A PUERTO

Estos tanques a la llegada a puerto se encontrarán al 98 %:

OTROS (98 %)	
Tanque	Masa (t)
Aguas oleosas	78,034
Fangos	84,103
Aguas negras y grises	138,287

#### 5.3.2.5. CARGA ÚTIL

El barco del proyecto cuenta con doce tanques entre los que se distribuye la carga, además de dos tanques slops. Estos tanques tienen un nivel de llenado del 98 % y su peso se muestra en la siguiente tabla:



CARGA ÚTIL (98 %)	
Tanque	Masa (t)
Slop BR	2038,731
Slop ER	2038,731
Nº 6 BR	11780,205
Nº 6 ER	11780,205
Nº 5 BR	12055,288
Nº 5 ER	12055,288
Nº 4 BR	12055,481
Nº 4 ER	12055,481
Nº 3 BR	12055,481
Nº 3 ER	12055,481
Nº 2 BR	12055,292
Nº 2 ER	12055,292
Nº 1 BR	10976,905
Nº 1 ER	10976,905
<b>Total</b>	<b>146034,766</b>

### 5.3.2.6. LASTRE

Cuando los tanques de carga van vacíos es necesario inundar los tanques de lastre. Estos tanques tienen forma de L, y cubren el doble fondo y el costado de la zona de carga del barco. Además, se dispone de dos tanques, uno a proa del mamparo de colisión y otro a popa del mamparo de popa que ayudan a corregir el trimado del barco.

LASTRE (100 %)	
Tanque	Masa (t)
Pique de popa	2135,618
Nº 6 BR	4650,744
Nº 6 ER	4650,744
Nº 5 BR	3792,078
Nº 5 ER	3792,078
Nº 4 BR	3802,538
Nº 4 ER	3802,538
Nº 3 BR	3802,510
Nº 3 ER	3802,510
Nº 2 BR	3734,516
Nº 2 ER	3734,516
Nº 1 BR	3514,879
Nº 1 ER	3514,879
Pique de proa	2971,159
<b>Total</b>	<b>51701,306</b>

### 5.3.2.7. OTROS PESOS

En este apartado calcularemos el peso de los víveres, de la tripulación y de los pertrechos, así como de su centro de gravedad:

### VÍVERES

Se estima un peso de 5 kg por peso y día. De esta manera:

$$P_{VÍVERES} = \frac{5 \text{ kg}}{\text{tripulante} \cdot \text{día}} \cdot 25 \text{ tripulantes} \cdot 27,8 \text{ días} = 3475 \text{ kg}$$

$$P_{VÍVERES} = 3,5 \text{ t}$$

El centro de gravedad se situará en la habilitación:

$$XG = 33,4 \text{ m}$$

$$KG = 30,7 \text{ m}$$

### TRIPULACIÓN

Se considera un peso de 125 kg por tripulante incluyendo el peso de sus enseres:

$$P_{TRIPULACIÓN} = \frac{125 \text{ kg}}{\text{tripulante}} \cdot 25 \text{ tripulantes} = 3125 \text{ kg}$$

$$P_{TRIPULACIÓN} = 3,2 \text{ t}$$

El centro de gravedad se encuentra en la habilitación:

$$XG = 33,4 \text{ m}$$

$$KG = 30,7 \text{ m}$$

### PERTRECHOS

Este peso dependiendo del tamaño del buque puede oscilar entre 10 y 100 toneladas. En el caso del barco del proyecto por tratarse de un barco grande, supondremos 100 toneladas e incluye el peso de todos los elementos no consumibles que el armador añade como repuestos o necesidades adicionales al buque, tales como pinturas, estachas, hélices, respetos de la maquinaria, etc.

$$P_{PERTRECHOS} = 100 \text{ t}$$

Su centro de gravedad se supone en la habilitación

$$XG = 33,4 \text{ m}$$

$$KG = 30,7 \text{ m}$$

## 5.4. CRITERIOS DE ESTABILIDAD SIN AVERÍA

Para el cálculo de los criterios es necesario introducir los puntos de inundación progresiva justificados en el anterior cuaderno y que son recordados en la siguiente tabla:

PIP	XG (m)	YG (m)	KG (m)
Ventilación BR	20,8	-2,5	35
Ventilación ER	20,8	2,5	35
Puerta lateral BR	28,15	-5,3	36,1
Puerta lateral ER	28,15	5,3	36,1

### 5.4.1. CRITERIO DE ESTABILIDAD

Para los criterios de estabilidad se tendrá en cuenta el *Código Internacional de Estabilidad sin avería, 2008 (Código IS 2008)* que en el *Capítulo 2: Criterios generales:*

2.2. *Criterios relativos a las propiedades de brazos adrizantes.*

*“El área bajo la curva de brazos adrizantes (curva de brazos GZ) no será inferior a 0,055 metro-radián hasta un ángulo de escora  $\varphi = 30^\circ$  ni inferior a 0,09 metro-radián hasta  $\varphi = 40^\circ$ , o hasta el ángulo de inundación descendente  $\varphi^f$  si éste es inferior a  $40^\circ$ . Además, el área bajo la curva de brazos adrizantes (curva de brazos GZ) entre los ángulos de escora de  $30^\circ$  y  $40^\circ$ , o entre  $30^\circ$  y  $\varphi^f$  si este ángulo es inferior a  $40^\circ$ , no será inferior a 0,03 metro-radián.*

*El brazo adrizante GZ será como mínimo de 0,2 m a un ángulo de escora igual o superior a  $30^\circ$ .*

*El brazo adrizante máximo corresponderá a un ángulo de escora no inferior a  $25^\circ$ . Si esto no es posible, podrán aplicarse, a reserva de lo que apruebe la Administración, criterios basados en un nivel de seguridad equivalente.*

*La altura metacéntrica inicial  $GM_0$  no será inferior a 0,15 m.”*

### 5.4.2. CRITERIO DE VIENTO

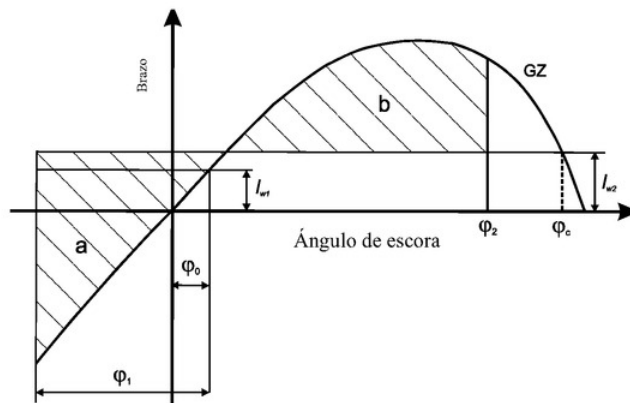
El *Código Internacional de Estabilidad sin avería, 2008 (Código IS 2008)* en el *Capítulo 2: Criterios generales* establece lo siguiente:

2.3. *Criterio de viento y balance intensos (criterio meteorológico).*

*“Habrá que demostrar la aptitud del buque para resistir los efectos combinados del viento de través y del balance del modo siguiente:*

- *se someterá el buque a la presión de un viento constante que actúe perpendicularmente al plano de crujía, lo que dará como resultado el correspondiente brazo escorante ( $l_{w1}$ );*
- *se supondrá que a partir del ángulo de equilibrio resultante ( $\varphi_0$ ), el buque se balancea por la acción de las olas hasta alcanzar un ángulo de balance ( $\varphi_1$ ) a barlovento. El ángulo de escora provocado por un viento constante ( $\varphi_0$ ) no deberá ser superior a  $16^\circ$  o al 80 % del ángulo de inmersión del borde de la cubierta, si este ángulo es menor;*
- *a continuación, se someterá al buque a la presión de una ráfaga de viento que dará como resultado el correspondiente brazo escorante ( $l_{w2}$ ); y*

- en estas circunstancias, el área b debe ser igual o superior al área a.



Los ángulos de la figura se definen del modo siguiente:

$\varphi_0$  = ángulo de escora provocado por un viento constante

$\varphi_1$  = ángulo de balance a barlovento debido a la acción de las olas

$\varphi_2$  = ángulo de inundación descendente ( $\varphi_i$ ), o  $50^\circ$ , o  $\varphi_c$ , tomando de estos valores el menor,

siendo:

$\varphi_i$  = ángulo de escora al que se sumergen las aberturas del casco, superestructuras o casetas que no puedan cerrarse de modo estanco a la intemperie. Al aplicar este criterio no hará falta considerar abiertas las pequeñas aberturas por las que no pueda producirse inundación progresiva

$\varphi_c$  = ángulo de la segunda intersección entre la curva de brazos escorantes  $l_{w2}$  y la de brazos GZ.

Los brazos escorantes  $l_{w1}$  y  $l_{w2}$  provocados por el viento son valores constantes a todos los ángulos de inclinación y se calcularán del modo siguiente:

$$l_{w1} = \frac{P \cdot A \cdot Z}{1000 \cdot g \cdot \Delta} \quad (m) \quad y$$

$$l_{w2} = 1,5 \cdot l_{w1} \quad (m)$$

donde:

$P$  = presión del viento de 504 Pa. El valor de  $P$  utilizado para los buques en servicio restringido podrá reducirse a reserva de que lo apruebe la Administración

$A$  = área lateral proyectada de la parte del buque y de la cubertada que quede por encima de la flotación ( $m^2$ )

$Z$  = distancia vertical desde el centro del área  $A$  hasta el centro del área lateral de la obra viva, o aproximadamente hasta el punto medio del calado medio (m)

$\Delta$  = desplazamiento (t)

$g$  = aceleración debida a la gravedad de  $9,81 \text{ m/s}^2$ .

Si la Administración los considera satisfactorios, podrán aceptarse otros medios para determinar el brazo escorante ( $l_{w1}$ ) como alternativa equivalente al cálculo mostrado.

Cuando se realicen dichas pruebas alternativas, se hará referencia a las Directrices elaboradas por la Organización. La velocidad del viento utilizada en las pruebas será igual a 26 m/s en tamaño natural con un perfil de la velocidad uniforme. El valor de la velocidad del viento utilizado para los buques en servicios restringidos podrá reducirse a un valor que la Administración considere satisfactorio.

El ángulo de balance ( $\varphi_1$ ) a que se hace referencia se calculará del modo siguiente:

$$\varphi_1 = 109 \cdot k \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot \sqrt{r \cdot s} \quad (\text{grados})$$

donde:

$X_1$  = factor indicado en el cuadro 2.3.4-1

$X_2$  = factor indicado en el cuadro 2.3.4-2

$k$  = factor que corresponde a lo siguiente:

$k$  = 1,0 respecto de un buque de pantoque redondo que no tenga quillas de balance ni quilla de barra

$k$  = 0,7 respecto de un buque de pantoque quebrado

$k$  = el valor que se indica en el cuadro 2.3.4-3 respecto de un buque con quillas de balance, quilla de barra o ambas

$r$  =  $0,73 + 0,6 OG/d$

donde:

$$OG = KG - d$$

$d$  = calado medio de trazado del buque (m)

$s$  = factor indicado en el cuadro 2.3.4-4, donde  $T$  es el periodo natural de balance del buque. Si no se dispone de información suficiente, puede utilizarse la siguiente aproximación:

$$\text{Periodo de balance} \quad T = \frac{2 \cdot C \cdot B}{\sqrt{GM}} \quad (s)$$

donde:

$$C = 0,373 + 0,023(B/d) - 0,043(L_{wl}/100)$$

Los símbolos tienen los siguientes significados:

- $L_{wl}$  = eslora en la flotación del buque (m).
- $B$  = manga de trazado del buque (m).
- $d$  = calado medio de trazado del buque (m).
- $C_B$  = coeficiente de bloque (-).

- $A_k$  = área total de las quillas de balance o área de la proyección lateral de la quilla de barra, o suma de estas áreas ( $m^2$ ).
- $GM$  = altura metacéntrica corregida por el efecto de superficie libre (m).

**Cuadro 2.3.4-1: Valores del factor  $X_1$**

$B/d$	$X_1$
$\leq 2,4$	1,00
2,5	0,98
2,6	0,96
2,7	0,95
2,8	0,93
2,9	0,91
3,0	0,90
3,1	0,88
3,2	0,86
3,4	0,82
$\geq 3,5$	0,80

**Cuadro 2.3.4-2: Valores del factor  $X_2$**

$Cb$	$X_2$
$\leq 0,45$	0,75
0,50	0,82
0,55	0,89
0,60	0,95
0,65	0,97
$\geq 0,7$	1,00

**2.3.4-3: Valores del factor  $k$**

$\frac{A_k \times 100}{L_{wl} \times B}$	$k$
0	1,0
1,0	0,98
1,5	0,95
2,0	0,88
2,5	0,79
3,0	0,74
3,5	0,72
$\geq 4,0$	<b>0,70</b>

$T$	$s$
$\leq 6$	0,100
7	0,098
8	0,093
12	0,065
14	0,053
16	0,044
18	0,038
$\geq 20$	0,035

Los cuadros y fórmulas descritos se basan en datos de buques que presentan las siguientes características:

1.  $B/d$  inferior a 3,5;
2.  $(KG/d-1)$  entre -0,3 y 0,5; y
3.  $T$  inferior a 20 s.

En el caso de los buques cuyos parámetros rebasen los límites indicados supra, el ángulo de balance ( $\phi_1$ ) podrá determinarse también mediante experimentos con un modelo de buque de ese tipo utilizando el procedimiento descrito en la circular MSC.1/Circ.1200. Asimismo, la Administración podrá aceptar las estimaciones alternativas mencionadas para cualquier buque si lo estima oportuno.”

En el criterio de viento se debe introducir el área lateral y el centro de gravedad vertical:

Caseta	Altura (m)	Eslora (m)	Área lateral (m <sup>2</sup> )	KG (desde LB)	Momento
Amurada	1,5	20,0	30,0	24,75	742,5
Cubierta principal (hab.)	3,0	16,8	50,4	25,5	1285,2
Cubierta principal (chim.)	4,25	9,6	40,8	26,1	1065,9
Cubierta A (hab.)	3,0	16,8	50,4	28,5	1436,4
Cubierta A (chim.)	4,25	9,6	40,8	30,4	1239,3
Cubierta B (hab.)	3,0	16,8	50,4	31,5	1587,6
Cubierta C (hab.)	3,0	16,8	50,4	34,5	1738,8
Puente de navegación	3,0	16,8	50,4	37,5	1890,0
Chimenea	11,5	8,0	92,0	38,3	3519,0
<b>SUMA</b>			<b>455,6</b>	<b>31,84</b>	14504,7

En el programa introduciremos los siguientes valores:

		267(85) Ch2 - General Criteria 2.3: Severe wind and rolling	Value	Units
1	<input type="checkbox"/>	Wind arm = $a P A (h - H) / (g \text{ disp.}) c$		
2	<input type="checkbox"/>	constant: a =	0,9996	
3	<input type="checkbox"/>	wind model	Pressu	
4	<input type="checkbox"/>	wind pressure: P =	504,0	Pa
5	<input checked="" type="checkbox"/>	area centroid height (from zero point)	31,840	m
6	<input type="checkbox"/>	total area: A =	150,00	m <sup>2</sup>
7	<input checked="" type="checkbox"/>	additional area: A =	455,60	m <sup>2</sup>

### 5.4.3. CRITERIOS RELATIVOS A LOS CALADOS Y ASIENTO

MARPOL 73/78 también establece en el Anexo I: Reglas para prevenir la contaminación por hidrocarburos, Capítulo 4: Prescripciones relativas a la zona de carga de los petroleros la siguiente regla, Parte A – Construcción:

Regla 18: Tanques de lastre separado.

“La capacidad de los tanques de lastre separado se determinará de modo que el buque pueda operar con seguridad durante los viajes en lastre sin tener que recurrir a la utilización de los tanques de carga para lastrear con agua, salvo por lo que respecta a lo dispuesto en los párrafos 3 o 4 de la presente regla. No obstante, en todos los casos, la capacidad mínima de los tanques de lastre separado será tal que, en todas las condiciones de lastre que puedan darse en cualquier parte del viaje, incluido el buque en rosca con lastre separado únicamente, puedan cumplirse las siguientes prescripciones relativas a los calados y asiento del buque:

- El calado de trazado en el centro del buque ( $d_m$ ), expresado en metros (sin tener en cuenta deformaciones del buque), no será inferior a:

$$d_m = 2,0 + 0,02 \cdot L$$

- Los calados en las perpendiculares de proa y popa corresponderán a los determinados por el calado en el centro del buque ( $d_m$ ), tal como se especifica en el párrafo 2.1. de la presente regla, con un asiento apopante no superior a  $0,015 \cdot L$ ; y
- En cualquier caso, el calado de la perpendicular de popa no será nunca inferior al necesario para garantizar la inmersión total de la(s) hélice(s).”

El mínimo calado de trazado en el centro del barco del proyecto es:

$$d_m = 2,0 + 0,02 \cdot 263,6 \text{ m} = 7,27 \text{ m}$$

$$\mathbf{d_m = 7,27 \text{ m}}$$

El asiento apopante no será superior a:

$$C_{pp} = 0,015 \cdot L = 0,015 \cdot 263,6 \text{ m} = 3,95 \text{ m}$$

$$\mathbf{C_{pp} = 3,95 \text{ m}}$$

La inmersión total de la hélice se garantiza dejando un margen como mínimo del 10 % el diámetro del propulsor:

$$\text{Inmersión hélice} = 8,2 \text{ m} + \left( \frac{10}{100} \cdot 8,2 \text{ m} \right) = 9,02 \text{ m}$$

$$\mathbf{\text{Inmersión hélice} = 9,02 \text{ m}}$$



## 5.5. CORRECCIÓN POR SUPERFICIES LIBRES

El *Código Internacional de Estabilidad sin avería, 2008 (Código IS 2008)* en el *Capítulo 2: Criterios generales* establece lo siguiente:

3.1. Efecto de las superficies libres de los líquidos en los tanques.

*“En todas las condiciones de carga, la altura metacéntrica inicial y la curva de los brazos adrizantes deberán corregirse con el efecto de superficie libre de los líquidos en los tanques.*

*El efecto de superficie libre deberá tenerse en cuenta siempre 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, es decir, cuando su nivel de llenado sea igual o superior al 98 %.*

*Sin embargo, los tanques de carga nominalmente llenos deberían ser objeto de una corrección para tener en cuenta los efectos de las superficies libres con un nivel de llenado del 98 %. Al hacerlo, la corrección de la altura metacéntrica inicial debería basarse en el momento de inercia de la superficie del líquido con un ángulo de escora de 5° dividido por el desplazamiento, y se sugiere que la corrección del brazo adrizante se haga teniendo en cuenta el momento de desplazamiento real de las cargas líquidas.*

*Los tanques que se tienen en cuenta al determinar la corrección por superficie libre quedan comprendidos en una de las dos categorías siguientes:*

- *Tanques con niveles de llenado fijos (por ejemplo: cargas líquidas, lastre de agua). La corrección por superficie libre se determina con arreglo al nivel de llenado real de cada tanque; o*
- *Tanques con niveles de llenado variables (por ejemplo, líquidos consumibles, tales como fueloil, gasoil, agua dulce, y también cargas líquidas y lastre de agua durante las operaciones de trasvase de líquidos).”*

La condición que tiene que cumplir todo tanque que corrija por superficie libre es:

$$Msl = v \cdot b \cdot \gamma \cdot k \cdot \sqrt{\delta} \geq 0,01 \cdot PR$$

Donde:

$Msl$  es el momento por superficie libre a una inclinación de 30° (t·m).

$V$  es la capacidad del tanque (m<sup>3</sup>).

$B$  es la anchura máxima del tanque y se expresa (m).

$\gamma$  es el peso específico del líquido contenido en el tanque (t/ m<sup>3</sup>).

$\delta$  es el coeficiente de bloque del tanque:

$$\delta = \frac{v}{b \cdot l \cdot h}$$

siendo  $l$  la longitud máxima del tanque (m) y  $h$  la altura máxima (m).

$PR$  es el peso en rosca del barco (t).

$K$  es un coeficiente adimensional que se obtiene en la siguiente tabla de la relación  $b/h$ . Los valores intermedios se obtienen mediante interpolación.

$k = \frac{\sin \theta}{12} \left( 1 + \frac{\tan^2 \theta}{2} \right) \times b/h$ siendo $\cot \theta \geq b/h$		$k = \frac{\cos \theta}{8} \left( 1 + \frac{\tan \theta}{b/h} \right) - \frac{\cos \theta}{12(b/h)^2} \left( 1 + \frac{\cot^2 \theta}{2} \right)$ siendo $\cot \theta \leq b/h$												
$b/h \backslash \theta$	5°	10°	15°	20°	30°	40°	45°	50°	60°	70°	75°	80°	90°	$\theta \backslash b/h$
20	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	0,09	0,09	0,07	0,05	0,04	0,03	0,01	20
10	0,07	0,11	0,12	0,12	0,11	0,10	0,10	0,09	0,07	0,05	0,04	0,03	0,01	10
5	0,04	0,07	0,10	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,08	0,07	0,06	0,05	0,03	5
3	0,02	0,04	0,07	0,09	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,04	3
2	0,01	0,03	0,04	0,06	0,09	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	0,09	0,08	0,06	2
1,5	0,01	0,02	0,03	0,05	0,07	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,08	1,5
1	0,01	0,01	0,02	0,03	0,05	0,07	0,09	0,10	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	1
0,75	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,05	0,07	0,08	0,12	0,15	0,16	0,16	0,17	0,75
0,5	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,04	0,05	0,09	0,16	0,18	0,21	0,25	0,5
0,3	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,05	0,11	0,19	0,27	0,42	0,3
0,2	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,07	0,13	0,27	0,63	0,2
0,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,06	0,14	1,25	0,1

Una vez determinados qué tanques corregirán se determina el valor de la corrección por superficies libres con la siguiente fórmula:

$$GG' = \frac{\sum Inercia_{tanque} \cdot \rho}{\Delta}$$

Para representar las curvas de brazos adrizantes corregidas tendremos en cuenta que:

$$GZ_{inicial} = KN - KG \cdot \sin \theta$$

$$GZ_{final} = GZ_{inicial} - GG' = GZ_{inicial} - \frac{\sum Msl}{\Delta}$$

Para calcular y representar la curva de brazos de estabilidad dinámica tendremos que calcular el área bajo la curva del GZ final mediante integración:

$$Area\ GZ = \int GZ_{final}(\theta) d\theta$$

Para cada condición de carga se representarán gráficamente las curvas GZ's y de estabilidad dinámica (área bajo la curva de GZ's) frente al ángulo de escora para comprobar que se cumplen todos los criterios de estabilidad anteriormente comentados.

El cálculo de la corrección de las superficies libres de los tanques del barco del proyecto se ha realizado con la herramienta de *Excel* y los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Cuaderno 5: Situaciones de carga.  
Julián Rodríguez Cortegoso

TANQUE	Peso	V (m <sup>3</sup> )	B	L	H	$\rho$	Cb	b/h	k	Msl	0,01-PR	SIMETR.	Corrige
Carga N°1 BR	11200,922	13024,328	21,500	32,000	21,500	0,860	0,88	1,00	0,049	10.984,796	290,00	2	SI
Carga N°1 ER	11200,922	13024,328	21,500	32,000	21,500	0,860	0,88	1,00	0,049	10.984,796	290,00	2	SI
Carga N°2 BR	12301,316	14303,856	21,500	32,000	21,500	0,860	0,97	1,00	0,049	12.642,667	290,00	2	SI
Carga N°2 ER	12301,316	14303,856	21,500	32,000	21,500	0,860	0,97	1,00	0,049	12.642,667	290,00	2	SI
Carga N°3 BR	12301,511	14304,083	21,500	32,000	21,500	0,860	0,97	1,00	0,049	12.642,968	290,00	2	SI
Carga N°3 ER	12301,511	14304,083	21,500	32,000	21,500	0,860	0,97	1,00	0,049	12.642,968	290,00	2	SI
Carga N°4 BR	12301,51	14304,081	21,500	32,000	21,500	0,860	0,97	1,00	0,049	12.642,965	290,00	2	SI
Carga N°4 ER	12301,51	14304,081	21,500	32,000	21,500	0,860	0,97	1,00	0,049	12.642,965	290,00	2	SI
Carga N°5 BR	12301,317	14303,857	21,500	32,000	21,500	0,860	0,97	1,00	0,049	12.642,668	290,00	2	SI
Carga N°5 ER	12301,317	14303,857	21,500	32,000	21,500	0,860	0,97	1,00	0,049	12.642,668	290,00	2	SI
Carga N°6 BR	12020,618	13977,463	21,500	32,000	21,500	0,860	0,94	1,00	0,049	12.212,415	290,00	2	SI
Carga N°6 ER	12020,618	13977,463	21,500	32,000	21,500	0,860	0,94	1,00	0,049	12.212,415	290,00	2	SI
Slop BR	2080,337	2418,997	21,500	6,000	21,500	0,860	0,87	1,00	0,049	2.030,539	290,00	2	SI
Slop ER	2080,337	2418,997	21,500	6,000	21,500	0,860	0,87	1,00	0,049	2.030,539	290,00	2	SI
Almacén 1	1932,473	1992,241	18,000	7,200	17,500	0,970	0,88	1,03	0,050	1.630,067	290,00	2	SI
Almacén 2	1932,473	1992,241	18,000	7,200	17,500	0,970	0,88	1,03	0,050	1.630,067	290,00	2	SI
Sedimentación 1	185,091	194,833	7,500	4,000	8,000	0,950	0,81	0,94	0,046	57,001	290,00	2	NO
Sedimentación 2	185,091	194,833	7,500	4,000	8,000	0,950	0,81	0,94	0,046	57,001	290,00	2	NO
Servicio 1	132,918	139,914	7,000	3,200	8,000	0,950	0,78	0,88	0,043	34,969	290,00	2	NO
Servicio 2	132,918	139,914	7,000	3,200	8,000	0,950	0,78	0,88	0,043	34,969	290,00	2	NO
Reboses	92,761	95,63	6,500	2,400	8,000	0,970	0,77	0,81	0,039	20,846	290,00	1	NO
Derrames	90,849	95,63	6,500	2,400	8,000	0,950	0,77	0,81	0,039	20,416	290,00	1	NO
Almacén MDO 1	161,134	187,365	6,000	6,400	8,000	0,86	0,61	0,75	0,036	27,528	290,00	2	NO
Almacén MDO 2	161,134	187,365	6,000	6,400	8,000	0,86	0,61	0,75	0,036	27,528	290,00	2	NO
Servicio MDO 1	29,712	34,549	4,000	2,400	8,000	0,86	0,45	0,50	0,024	1,937	290,00	2	NO
Servicio MDO 2	29,712	34,549	4,000	2,400	8,000	0,86	0,45	0,50	0,024	1,937	290,00	2	NO
Agua dulce 1	132,101	132,101	10,000	4,000	3,500	1	0,94	2,86	0,108	138,620	290,00	2	NO
Agua dulce 2	132,101	132,101	10,000	4,000	3,500	1	0,94	2,86	0,108	138,620	290,00	2	NO
Agua técnica 1	22,912	22,912	9,000	0,800	3,500	1	0,91	2,57	0,105	20,699	290,00	2	NO

Cuaderno 5: Situaciones de carga.  
Julián Rodríguez Cortegoso

Agua técnica 2	22,912	22,912	9,000	0,800	3,500	1	0,91	2,57	0,105	20,699	290,00	2	NO
Aceite lubricante	19,529	21,699	6,000	1,600	5,000	0,900	0,45	1,20	0,058	4,596	290,00	1	NO
Aceite hidráulico	19,529	21,699	6,000	1,600	5,000	0,900	0,45	1,20	0,058	4,596	290,00	1	NO
Fangos	85,819	88,473	9,000	7,200	2,500	0,970	0,55	3,60	0,112	63,753	290,00	1	NO
Aguas oleosas	79,626	88,473	9,000	7,200	2,500	0,900	0,55	3,60	0,112	59,152	290,00	1	NO
Aguas negras y grises	141,109	141,109	8,000	7,200	2,500	1,000	0,98	3,20	0,110	123,108	290,00	1	NO
Lastre pique proa	2971,159	2898,691	30,000	20,200	15,000	1,025	0,32	2,00	0,094	4.751,464	290,00	1	SI
Lastre Nº1 BR	3514,879	3429,150	24,000	32,000	24,000	1,025	0,19	1,00	0,049	1.768,741	290,00	2	SI
Lastre Nº1 ER	3514,879	3429,150	24,000	32,000	24,000	1,025	0,19	1,00	0,049	1.768,741	290,00	2	SI
Lastre Nº2 BR	3734,516	3643,430	24,000	32,000	24,000	1,025	0,20	1,00	0,049	1.937,091	290,00	2	SI
Lastre Nº2 ER	3734,516	3643,430	24,000	32,000	24,000	1,025	0,20	1,00	0,049	1.937,091	290,00	2	SI
Lastre Nº3 BR	3802,51	3709,766	24,000	32,000	24,000	1,025	0,20	1,00	0,049	1.990,234	290,00	2	SI
Lastre Nº3 ER	3802,51	3709,766	24,000	32,000	24,000	1,025	0,20	1,00	0,049	1.990,234	290,00	2	SI
Lastre Nº4 BR	3802,538	3709,794	24,000	32,000	24,000	1,025	0,20	1,00	0,049	1.990,257	290,00	2	SI
Lastre Nº4 ER	3802,538	3709,794	24,000	32,000	24,000	1,025	0,20	1,00	0,049	1.990,257	290,00	2	SI
Lastre Nº5 BR	3792,078	3699,588	24,000	32,000	24,000	1,025	0,20	1,00	0,049	1.982,049	290,00	2	SI
Lastre Nº5 ER	3792,078	3699,588	24,000	32,000	24,000	1,025	0,20	1,00	0,049	1.982,049	290,00	2	SI
Lastre Nº6 BR	4650,744	4537,311	24,000	38,000	24,000	1,025	0,21	1,00	0,049	2.470,390	290,00	2	SI
Lastre Nº6 ER	4650,744	4537,311	24,000	38,000	24,000	1,025	0,21	1,00	0,049	2.470,390	290,00	2	SI
Lastre pique popa	2135,618	2083,530	26,000	17,200	20,500	1,025	0,23	1,27	0,062	1.632,015	290,00	1	SI

## 5.6. CONDICIONES DE CARGA

Las condiciones típicas de carga a las que se hace referencia en el *Código Internacional de Estabilidad sin avería, 2008 (Código IS 2008)* en el *Capítulo 3: Orientaciones para elaborar la información sobre estabilidad* para buques de carga son:

1. *“buque en la condición de salida a plena carga, distribuida ésta de forma homogénea en todos los espacios de carga y con la totalidad de provisiones y combustible;*
2. *buque en la condición de llegada a plena carga, distribuida ésta de forma homogénea en todos los espacios de carga y con el 10 % de provisiones y combustible;*
3. *buque en la condición de salida en lastre, sin carga, pero con la totalidad de provisiones y combustible; y*
4. *buque en la condición de llegada en lastre, sin carga, pero con el 10 % de provisiones y combustible.”*

### 5.6.1. SALIDA A PLENA CARGA

Para esta condición los tanques de carga van completos, al 98 % y no es necesario inundar los tanques de lastre.

Al contar con un tanque de reboses (que significativamente irá al 3 %) todos los tanques de combustible se encuentran al 100 %, excepto el de derrames, que en esta situación se encuentra vacío.

Los tanques de agua van llenos, al 100 %, mientras que los de aceite al 98 %.

Por último, los tanques de aguas negras y grises, fangos y aguas oleosas van completamente vacíos.

La tabla de hidrostáticas que le corresponde a esta condición es la siguiente:

Draft Amidships m	16,667
Displacement t	180383
Heel deg	0,0
Draft at FP m	16,667
Draft at AP m	16,667
Draft at LCF m	16,667
Trim (+ve by stern) m	0,000
WL Length m	267,995
Beam max extents on WL m	48,000
Wetted Area m <sup>2</sup>	18312,707
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	11496,623
Prismatic coeff. (Cp)	0,824
Block coeff. (Cb)	0,821
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,996
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,894
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	139,794
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	133,726
KB m	8,645
KG fluid m	14,882

BMt m	11,412
BML m	322,306
GMt corrected m	5,174
GML m	316,069
KMt m	20,056
KML m	330,951
Immersion (TPc) tonne/cm	117,840
MTc tonne.m	2162,881
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	16289,754
Max deck inclination deg	0,0000
Trim angle (+ve by stern) deg	0,0000

Con esta tabla podemos comprobar que se cumple con los criterios relativos a los calados y asiento:

CRITERIOS	VALOR EXIGIDO	VALOR REAL	CUMPLE
Mínimo calado en el centro del buque	7,272	16,669	SÍ
Máximo asiento apopante	3,954	0,000	SÍ
Mínimo hundimiento de la hélice	9,02	16,669	SÍ

A continuación, se mostrarán las siguientes tablas:

- La primera muestra las capacidades de los tanques, su centro de gravedad y el momento generado por superficies libres.
- En la segunda tabla aparecen todos los datos del buque a diferentes ángulos de escora, precedida de la curva de brazos adrizantes.
- Por último, la tercera tabla muestra el cumplimiento de los criterios de estabilidad.

Cuaderno 5: Situaciones de carga.  
Julián Rodríguez Cortegoso

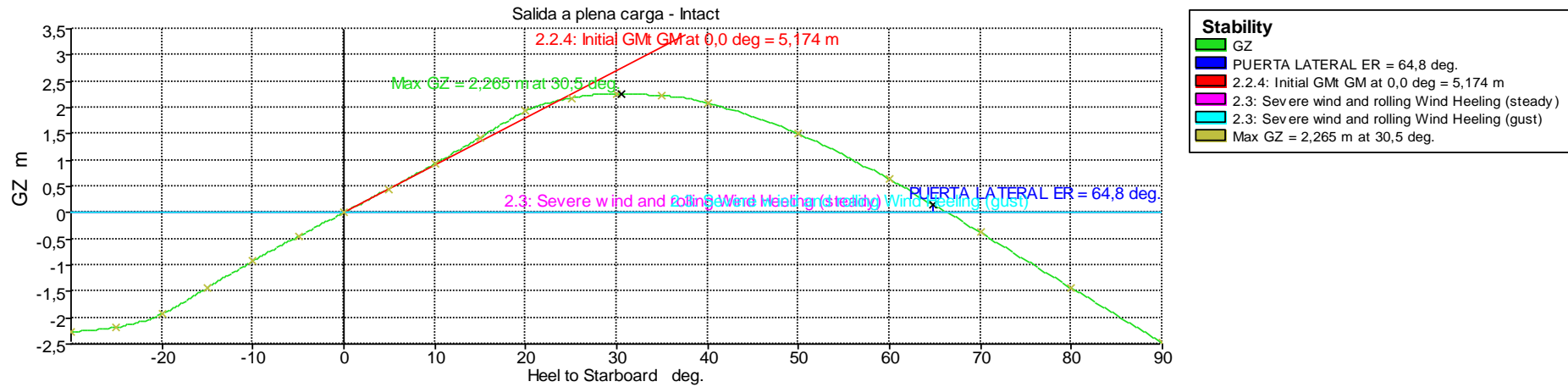
Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m^3	Total Volume m^3	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
PESO EN ROSCA	1	29000,000	29000,000			121,500	0,000	13,200	0,000	User Specified
VÍVERES	1	3,500	3,500			33,400	0,000	30,700	0,000	User Specified
TRIPULACIÓN	1	3,200	3,200			33,400	0,000	30,700	0,000	User Specified
PERTRECHOS	1	100,000	100,000			33,400	0,000	30,700	0,000	User Specified
TOTAL PESOS FIJOS			29106,700			121,177	0,000	13,264	0,000	
LASTRE PIQUE PROA	0%	2971,159	0,000	2898,691	0,000	252,717	0,000	0,036	0,000	User Specified
LASTRE Nº1 BR	0%	3514,879	0,000	3429,150	0,000	227,397	-0,153	0,000	0,000	User Specified
LASTRE Nº1 ER	0%	3514,879	0,000	3429,150	0,000	227,397	0,153	0,000	0,000	User Specified
LASTRE Nº2 BR	0%	3734,516	0,000	3643,430	0,000	198,646	-0,213	0,000	0,000	User Specified
LASTRE Nº2 ER	0%	3734,516	0,000	3643,430	0,000	198,646	0,213	0,000	0,000	User Specified
LASTRE Nº3 BR	0%	3802,510	0,000	3709,766	0,000	166,799	-0,216	0,000	0,000	User Specified
LASTRE Nº3 ER	0%	3802,510	0,000	3709,766	0,000	166,799	0,216	0,000	0,000	User Specified
LASTRE Nº4 BR	0%	3802,538	0,000	3709,793	0,000	134,799	-0,216	0,000	0,000	User Specified
LASTRE Nº4 ER	0%	3802,538	0,000	3709,793	0,000	134,799	0,216	0,000	0,000	User Specified
LASTRE Nº5 BR	0%	3792,078	0,000	3699,588	0,000	102,866	-0,216	0,000	0,000	User Specified
LASTRE Nº5 ER	0%	3792,078	0,000	3699,588	0,000	102,866	0,216	0,000	0,000	User Specified
LASTRE Nº6 BR	0%	4650,744	0,000	4537,311	0,000	69,679	-0,123	0,000	0,000	User Specified
LASTRE Nº6 ER	0%	4650,744	0,000	4537,311	0,000	69,679	0,123	0,000	0,000	User Specified
LASTRE PIQUE POPA	0%	2135,618	0,000	2083,530	0,000	11,995	0,000	0,000	0,000	User Specified
TOTAL LASTRE	0%	51701,305	0,000	50440,299	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
CARGA Nº1 BR	98%	11200,922	10976,907	13024,328	12763,845	230,014	-9,751	13,283	19293,220	Maximum
CARGA Nº1 ER	98%	11200,922	10976,907	13024,328	12763,845	230,014	9,751	13,283	19293,220	Maximum
CARGA Nº2 BR	98%	12301,316	12055,292	14303,856	14017,781	198,800	-10,619	13,166	22791,648	Maximum
CARGA Nº2 ER	98%	12301,316	12055,292	14303,856	14017,781	198,800	10,619	13,166	22791,648	Maximum
CARGA Nº3 BR	98%	12301,511	12055,480	14304,083	14018,000	166,800	-10,619	13,166	22792,010	Maximum
CARGA Nº3 ER	98%	12301,511	12055,480	14304,083	14018,000	166,800	10,619	13,166	22792,010	Maximum
CARGA Nº4 BR	98%	12301,510	12055,479	14304,081	14017,998	134,800	-10,619	13,166	22792,007	Maximum
CARGA Nº4 ER	98%	12301,510	12055,479	14304,081	14017,998	134,800	10,619	13,166	22792,007	Maximum

Cuaderno 5: Situaciones de carga.  
Julián Rodríguez Cortegoso

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m^3	Total Volume m^3	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
CARGA Nº5 BR	98%	12301,317	12055,286	14303,857	14017,775	102,800	-10,619	13,166	22791,650	Maximum
CARGA Nº5 ER	98%	12301,317	12055,286	14303,857	14017,775	102,800	10,619	13,166	22791,650	Maximum
CARGA Nº6 BR	98%	12020,618	11780,206	13977,463	13697,913	70,998	-10,385	13,249	22660,551	Maximum
CARGA Nº6 ER	98%	12020,618	11780,206	13977,463	13697,913	70,998	10,385	13,249	22660,551	Maximum
SLOP BR	98%	2080,337	2038,730	2418,996	2370,617	51,829	-9,614	13,518	4114,154	Maximum
SLOP ER	98%	2080,337	2038,730	2418,996	2370,617	51,829	9,614	13,518	4114,154	Maximum
TOTAL CARGA	98%	149015,063	146034,761	173273,326	169807,859	147,070	0,000	13,207	274470,480	
ALMACÉN 1	100%	1932,473	1932,473	1992,241	1992,241	45,244	-11,206	15,567	3288,179	Maximum
ALMACÉN 2	100%	1932,473	1932,473	1992,241	1992,241	45,244	11,206	15,567	3288,179	Maximum
SEDIMENTACIÓN 1	100%	185,091	185,091	194,833	194,833	39,638	-16,144	20,240	0,000	User Specified
SEDIMENTACIÓN 2	100%	185,091	185,091	194,833	194,833	39,638	16,144	20,240	0,000	User Specified
SERVICIO 1	100%	132,918	132,918	139,914	139,914	36,027	-15,851	20,338	0,000	User Specified
SERVICIO 2	100%	132,918	132,918	139,914	139,914	36,027	15,851	20,338	0,000	User Specified
REBOSES	3%	92,761	2,783	95,630	2,869	33,235	-14,759	16,175	0,000	User Specified
DERRAMES	0%	90,849	0,000	95,630	0,000	33,236	14,724	16,000	0,000	User Specified
ALMACÉN MDO 1	100%	161,134	161,134	187,365	187,365	29,184	-15,119	20,698	0,000	User Specified
ALMACÉN MDO 2	100%	161,134	161,134	187,365	187,365	29,184	15,119	20,698	0,000	User Specified
SERVICIO MDO 1	100%	29,712	29,712	34,549	34,549	24,505	-14,351	21,542	0,000	User Specified
SERVICIO MDO 2	100%	29,712	29,712	34,549	34,549	24,505	14,351	21,542	0,000	User Specified
TOTAL COMBUSTIBLE	96,43%	5066,269	4885,442	5289,065	5100,673	42,999	-0,008	16,592	6576,358	
AGUA DULCE 1	100%	132,101	132,101	132,101	132,101	10,872	-8,835	22,271	0,000	User Specified
AGUA DULCE 2	100%	132,101	132,101	132,101	132,101	10,872	8,835	22,271	0,000	User Specified
AGUA TÉCNICA 1	100%	22,912	22,912	22,912	22,912	8,404	-8,178	22,273	0,000	User Specified
AGUA TÉCNICA 2	100%	22,912	22,912	22,912	22,912	8,404	8,178	22,273	0,000	User Specified
TOTAL AGUA	100%	310,026	310,026	310,026	310,026	10,508	0,000	22,272	0,000	
ACEITE LUBRICANTE	98%	19,529	19,138	21,699	21,265	40,824	-16,406	13,646	0,000	User Specified
ACEITE HIDRÁULICO	98%	19,529	19,138	21,699	21,265	40,824	16,406	13,646	0,000	User Specified



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
TOTAL ACEITE	98%	39,058	38,277	43,398	42,530	40,824	0,000	13,646	0,000	
AGUAS OLEOSAS	0%	79,626	0,000	88,473	0,000	48,759	4,669	0,012	0,000	User Specified
FANGOS	0%	85,819	0,000	88,473	0,000	48,759	-4,669	0,012	0,000	User Specified
AGUAS NEGRAS Y GRISES	0%	141,109	0,000	141,109	0,000	45,340	0,000	0,000	0,000	User Specified
TOTAL OTROS	0%	306,554	0,000	318,056	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Total Loadcase			180375,206	229674,169	175261,087	139,816	0,000	13,324	281046,838	
FS correction								1,558		
VCG fluid								14,882		



Heel to Starboard deg	-30,0	-25,0	-20,0	-15,0	-10,0	-5,0	0,0	5,0	10,0	15,0
GZ m	-2,264	-2,184	-1,931	-1,433	-0,926	-0,454	0,000	0,454	0,926	1,434
Area under GZ curve from zero heel m.rad	0,7062	0,5115	0,3301	0,1823	0,0798	0,0197	0,0000	0,0198	0,0798	0,1824
Displacement t	180380	180375	180375	180375	180366	180370	180375	180375	180381	180386
Draft at FP m	17,821	17,172	16,807	16,717	16,693	16,679	16,684	16,680	16,694	16,718
Draft at AP m	16,796	16,534	16,448	16,529	16,602	16,644	16,649	16,644	16,603	16,530
WL Length m	268,334	268,000	267,995	267,995	267,995	267,995	267,995	267,995	267,995	267,995
Beam max extents on WL m	41,356	43,620	47,271	49,692	48,740	48,184	48,000	48,184	48,740	49,692
Wetted Area m <sup>2</sup>	20054,456	19551,405	18844,454	18319,464	18313,470	18312,022	18311,735	18312,250	18314,178	18319,997
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	9755,321	10405,495	11301,345	11834,860	11645,727	11533,578	11495,819	11533,602	11645,811	11834,929
Prismatic coeff. (Cp)	0,829	0,828	0,825	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824
Block coeff. (Cb)	0,605	0,610	0,599	0,608	0,668	0,739	0,820	0,739	0,668	0,608
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	139,840	139,829	139,824	139,820	139,818	139,817	139,838	139,817	139,818	139,820
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	134,953	134,713	134,512	134,451	134,059	133,815	133,736	133,815	134,058	134,450
Max deck inclination deg	30,0006	25,0003	20,0001	15,0001	10,0000	5,0000	0,0077	5,0000	10,0000	15,0001
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,2229	-0,1388	-0,0779	-0,0409	-0,0197	-0,0078	-0,0077	-0,0078	-0,0197	-0,0409

Heel to Starboard deg	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
GZ m	1,931	2,185	2,265	2,230	2,091	1,505	0,634	-0,374	-1,429	-2,465
Area under GZ curve from zero heel m.rad	0,3303	0,5116	0,7068	0,9033	1,0934	1,4108	1,6011	1,6248	1,4676	1,1275
Displacement t	180375	180375	180375	180375	180375	180380	180379	180375	180375	180375
Draft at FP m	16,807	17,173	17,820	18,752	19,971	23,293	28,485	38,278	66,622	n/a
Draft at AP m	16,448	16,533	16,796	17,232	17,825	19,465	22,067	27,077	41,592	n/a
WL Length m	267,995	268,000	268,333	268,968	270,433	271,425	271,145	270,276	268,881	267,070
Beam max extents on WL m	47,271	43,621	41,356	39,615	37,163	31,314	27,707	25,538	24,369	23,999
Wetted Area m <sup>2</sup>	18844,441	19551,383	20054,099	20433,862	20729,819	20969,909	21083,620	21158,804	21215,478	21253,817
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	11301,337	10405,479	9755,568	9225,073	8662,884	7504,944	6728,950	6258,586	6014,217	5954,424
Prismatic coeff. (Cp)	0,825	0,828	0,829	0,830	0,829	0,829	0,832	0,835	0,840	0,845
Block coeff. (Cb)	0,599	0,610	0,605	0,596	0,600	0,656	0,707	0,755	0,800	0,837
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	139,824	139,830	139,838	139,848	139,861	139,889	139,913	139,920	139,942	139,946
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	134,512	134,713	134,954	135,146	135,227	135,175	134,861	134,496	134,092	133,797
Max deck inclination deg	20,0001	25,0003	30,0006	35,0009	40,0013	50,0021	60,0025	70,0022	80,0014	90,0000
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,0780	-0,1391	-0,2225	-0,3304	-0,4663	-0,8318	-1,3948	-2,4332	-5,4242	n/a

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: IMO roll back angle					
	L, Stability calculated	267,995	m			
	B, Stability calculated	48,002	m			
	d, Stability calculated	16,666	m			
	GMf, Stability calculated	5,174	m			
	VCG, Stability calculated	14,882	m			
	CB, Stability calculated	0,820				
	Ak, keel area, user spec.	0,000	m <sup>2</sup>			
	Method for k factor	Tabulated value for k				
	Evaluates to	19,1	deg			
	Intermediate values					
	B / d			2,88		
	100 Ak / L / B			0		
	C		IMO units	0,324		
	T		s	13,675		
	OG, Centre of gravity above WL		m	-1,785		
	X1		IMO units	0,914		
	X2		IMO units	1		
	k tabulated		IMO units	1		
	r		IMO units	0,666		
	s		IMO units	0,055		

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0,0	deg	0,0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	30,0	deg	30,0		
	angle of vanishing stability	66,4	deg			
	shall not be less than (>=)	0,0550	m.rad	0,7068	Pass	+1185,05
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0,0	deg	0,0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40,0	deg	40,0		
	first flooding angle of the DownfloodingPoints	64,8	deg			
	angle of vanishing stability	66,4	deg			
shall not be less than (>=)	0,0900	m.rad	1,0934	Pass	+1114,84	
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	30,0	deg	30,0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40,0	deg	40,0		
	first flooding angle of the DownfloodingPoints	64,8	deg			
	angle of vanishing stability	66,4	deg			
shall not be less than (>=)	0,0300	m.rad	0,3866	Pass	+1188,53	

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
	in the range from the greater of					
	spec. heel angle	30,0	deg	30,0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	90,0	deg			
	angle of max. GZ	30,5	deg	30,5		
	shall not be less than (>=)	0,200	m	2,265	Pass	+1032,50
	Intermediate values					
	angle at which this GZ occurs		deg	30,5		
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
	shall not be less than (>=)	25,0	deg	30,5	Pass	+21,89
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMT				Pass	
	spec. heel angle	0,0	deg			
	shall not be less than (>=)	0,150	m	5,174	Pass	+3349,33
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: Severe wind and rolling				Pass	
	Wind arm = $a P A (h - H) / (g \text{ disp.}) \cos^n(\phi)$					
	constant: a =	0,99966				
	wind pressure: P =	504,0	Pa			
	area centroid height (from zero point): h =	31,840	m			
	additional area: A =	455,600	m <sup>2</sup>			
	H = vert. centre of projected lat. u'water area	8,474	m			
	cosine power: n =	0				
	gust ratio	1,5				

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
	Area2 integrated to the lesser of					
	2.3: IMO roll back angle from equilibrium (with steady heel arm)	19,1 (-18,9)	deg	-18,9		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	50,0	deg	50,0		
	first flooding angle of the DownfloodingPoints	64,8	deg			
	angle of vanishing stability (with gust heel arm)	66,2	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	angle of max. GZ	30,5	deg	30,5		
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16,0	deg	0,1	Pass	+99,34
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80,00	%	0,61	Pass	+99,24
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100,00	%	465,49	Pass	+365,49
	Intermediate values					
	Model windage area		m^2	1975,383		
	Model windage area centroid height (from zero point)		m	20,342		
	Total windage area		m^2	2430,983		
	Total windage area centroid height (from zero point)		m	22,497		
	Heel arm amplitude		m	0,010		
	Equilibrium angle with steady heel arm		deg	0,1		
	Equilibrium angle with gust heel arm		deg	0,2		
	Deck edge immersion angle		deg	17,1		
	Area1 (under GZ), from 0,2 to 50,0 deg.		m.rad	1,4107		
	Area1 (under HA), from 0,2 to 50,0 deg.		m.rad	0,0127		
	Area1, from 0,2 to 50,0 deg.		m.rad	1,3981		
	Area2 (under GZ), from -18,9 to 0,2 deg.		m.rad	-0,2955		
	Area2 (under HA), from -18,9 to 0,2 deg.		m.rad	0,0049		
	Area2, from -18,9 to 0,2 deg.		m.rad	0,3003		

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = 209,481 m)		16,9	n/a
Deck Edge (immersion pos = 209,481 m)		17,1	n/a
VENTILACIÓN BR	Downflooding point	82,5	0
VENTILACIÓN ER	Downflooding point	70,1	0
PUERTA LATERAL BR	Downflooding point	89,5	0
PUERTA LATERAL ER	Downflooding point	64,8	0



### 5.6.2. LLEGADA A PLENA CARGA

Los tanques de combustible llegan al 10 % distribuidos de la siguiente manera: llenos (al 100 % por tener tanque de reboses) los dos tanques de servicio, al 54 % la pareja de tanques de sedimentación y al 64,2 % los tanques de servicio de diésel. El tanque de derrames se supondrá de manera significativa al 3 %. De esta manera la suma de todos los tanques hace un 10 % la cantidad total de combustible.

Los tanques de agua y aceite han sido consumidos durante el viaje y llegan al 10 %, mientras que los tanques de aguas negras y grises, fangos y aguas oleosas al 98 %.

La cantidad prevista de agua de lastre se ha dispuesto de manera que se corrija el trimado provocado por el combustible consumido.

La tabla de hidrostáticas que le corresponde a esta condición es la siguiente:

Draft Amidships m	17,089
Displacement t	185285
Heel deg	0,0
Draft at FP m	16,597
Draft at AP m	17,581
Draft at LCF m	17,083
Trim (+ve by stern) m	0,984
WL Length m	267,997
Beam max extents on WL m	48,000
Wetted Area m <sup>2</sup>	18557,558
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	11537,724
Prismatic coeff. (Cp)	0,820
Block coeff. (Cb)	0,801
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,995
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,897
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	138,450
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	133,304
KB m	8,865
KG fluid m	14,776
BMT m	11,156
BML m	317,025
GMt corrected m	5,245
GML m	311,114
KMt m	20,021
KML m	325,887
Immersion (TPc) tonne/cm	118,262
MTc tonne.m	2186,824
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	16959,989
Max deck inclination deg	0,2139
Trim angle (+ve by stern) deg	0,2139

Con esta tabla podemos comprobar que se cumple con los criterios relativos a los calados y asiento:

CRITERIOS	VALOR EXIGIDO	VALOR REAL	CUMPLE
Mínimo calado en el centro del buque	7,272	17,089	SÍ
Máximo asiento apopante	3,954	0,984	SÍ
Mínimo hundimiento de la hélice	9,02	16,597	SÍ

A continuación, se mostrarán las siguientes tablas:

- La primera muestra las capacidades de los tanques, su centro de gravedad y el momento generado por superficies libres.
- En la segunda tabla aparecen todos los datos del buque a diferentes ángulos de escora, precedida de la curva de brazos adrizantes.
- Por último, la tercera tabla muestra el cumplimiento de los criterios de estabilidad.

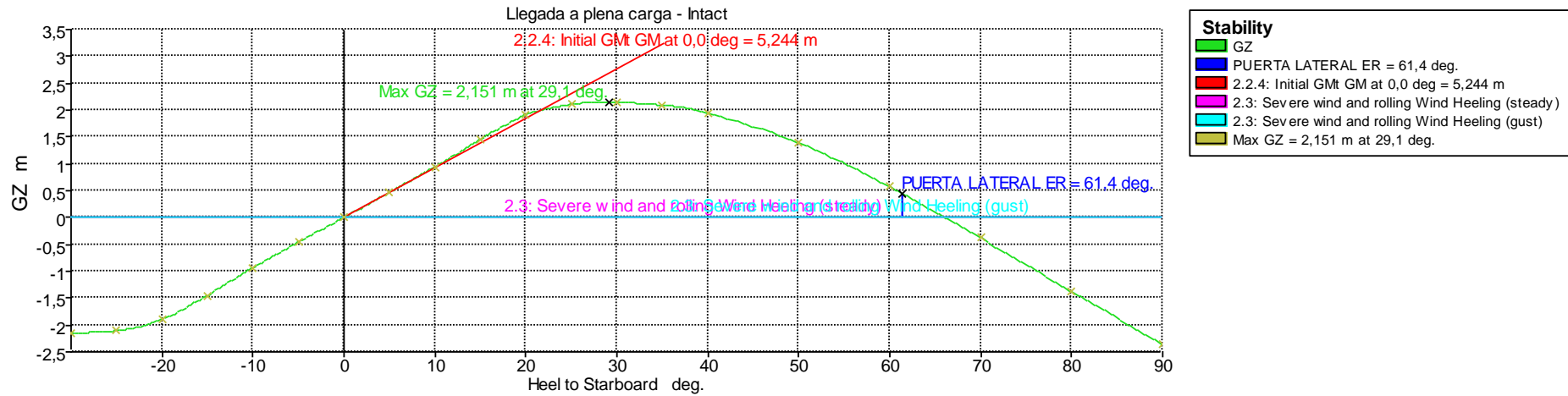
Cuaderno 5: Situaciones de carga.  
Julián Rodríguez Cortegoso

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m^3	Total Volume m^3	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
PESO EN ROSCA	1	29000,000	29000,000			121,500	0,000	13,200	0,000	User Specified
VÍVERES	0,1	35,000	3,500			33,400	0,000	30,700	0,000	User Specified
TRIPULACIÓN	1	3,200	3,200			33,400	0,000	30,700	0,000	User Specified
PERTRECHOS	1	100,000	100,000			33,400	0,000	30,700	0,000	User Specified
TOTAL PESOS FIJOS			29106,700			121,177	0,000	13,264	0,000	
LASTRE PIQUE PROA	0%	2971,159	0,000	2898,691	0,000	252,717	0,000	0,036	0,000	User Specified
LASTRE Nº1 BR	0%	3514,879	0,000	3429,150	0,000	227,397	-0,153	0,000	0,000	User Specified
LASTRE Nº1 ER	0%	3514,879	0,000	3429,150	0,000	227,397	0,153	0,000	0,000	User Specified
LASTRE Nº2 BR	0%	3734,516	0,000	3643,430	0,000	198,646	-0,213	0,000	0,000	User Specified
LASTRE Nº2 ER	0%	3734,516	0,000	3643,430	0,000	198,646	0,213	0,000	0,000	User Specified
LASTRE Nº3 BR	0%	3802,510	0,000	3709,766	0,000	166,799	-0,216	0,000	0,000	User Specified
LASTRE Nº3 ER	0%	3802,510	0,000	3709,766	0,000	166,799	0,216	0,000	0,000	User Specified
LASTRE Nº4 BR	0%	3802,538	0,000	3709,793	0,000	134,799	-0,216	0,000	0,000	User Specified
LASTRE Nº4 ER	0%	3802,538	0,000	3709,793	0,000	134,799	0,216	0,000	0,000	User Specified
LASTRE Nº5 BR	0%	3792,078	0,000	3699,588	0,000	102,866	-0,216	0,000	0,000	User Specified
LASTRE Nº5 ER	0%	3792,078	0,000	3699,588	0,000	102,866	0,216	0,000	0,000	User Specified
LASTRE Nº6 BR	100%	4650,744	4650,744	4537,311	4537,311	66,684	-16,394	8,189	30664,046	Maximum
LASTRE Nº6 ER	100%	4650,744	4650,744	4537,311	4537,311	66,684	16,394	8,189	30664,046	Maximum
LASTRE PIQUE POPA	0%	2135,618	0,000	2083,530	0,000	11,995	0,000	0,000	0,000	User Specified
TOTAL LASTRE	17,99%	51701,305	9301,488	50440,299	9074,622	66,684	0,000	8,189	61328,092	
CARGA Nº1 BR	98%	11200,922	10976,905	13024,328	12763,842	230,014	-9,751	13,283	19293,219	Maximum
CARGA Nº1 ER	98%	11200,922	10976,905	13024,328	12763,842	230,014	9,751	13,283	19293,219	Maximum
CARGA Nº2 BR	98%	12301,316	12055,288	14303,856	14017,776	198,800	-10,619	13,166	22791,648	Maximum
CARGA Nº2 ER	98%	12301,316	12055,288	14303,856	14017,776	198,800	10,619	13,166	22791,648	Maximum
CARGA Nº3 BR	98%	12301,511	12055,478	14304,083	14017,998	166,800	-10,619	13,166	22792,010	Maximum
CARGA Nº3 ER	98%	12301,511	12055,478	14304,083	14017,998	166,800	10,619	13,166	22792,010	Maximum
CARGA Nº4 BR	98%	12301,510	12055,477	14304,081	14017,996	134,800	-10,619	13,166	22792,007	Maximum
CARGA Nº4 ER	98%	12301,510	12055,477	14304,081	14017,996	134,800	10,619	13,166	22792,007	Maximum

Cuaderno 5: Situaciones de carga.  
Julián Rodríguez Cortegoso

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m^3	Total Volume m^3	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
CARGA Nº5 BR	98%	12301,317	12055,289	14303,857	14017,777	102,800	-10,619	13,166	22791,650	Maximum
CARGA Nº5 ER	98%	12301,317	12055,289	14303,857	14017,777	102,800	10,619	13,166	22791,650	Maximum
CARGA Nº6 BR	98%	12020,618	11780,203	13977,463	13697,911	70,998	-10,385	13,249	22660,551	Maximum
CARGA Nº6 ER	98%	12020,618	11780,203	13977,463	13697,911	70,998	10,385	13,249	22660,551	Maximum
SLOP BR	98%	2080,337	2038,730	2418,996	2370,616	51,829	-9,614	13,518	4114,154	Maximum
SLOP ER	98%	2080,337	2038,730	2418,996	2370,616	51,829	9,614	13,518	4114,154	Maximum
TOTAL CARGA	98%	149015,063	146034,739	173273,326	169807,833	147,070	0,000	13,207	274470,479	
ALMACÉN 1	0%	1932,473	0,000	1992,241	0,000	45,326	-9,940	6,500	0,000	User Specified
ALMACÉN 2	0%	1932,473	0,000	1992,241	0,000	45,326	9,940	6,500	0,000	User Specified
SEDIMENTACIÓN 1	54%	185,091	99,949	194,833	105,210	39,649	-15,891	18,423	0,000	User Specified
SEDIMENTACIÓN 2	54%	185,091	99,949	194,833	105,210	39,649	15,891	18,423	0,000	User Specified
SERVICIO 1	100%	132,918	132,918	139,914	139,914	36,027	-15,851	20,338	0,000	User Specified
SERVICIO 2	100%	132,918	132,918	139,914	139,914	36,027	15,851	20,338	0,000	User Specified
REBOSES	0%	92,761	0,000	95,630	0,000	33,236	-14,724	16,000	0,000	User Specified
DERRAMES	3%	90,849	2,725	95,630	2,869	33,235	14,759	16,175	0,000	User Specified
ALMACÉN MDO 1	0%	161,134	0,000	187,365	0,000	29,718	-14,112	16,000	0,000	User Specified
ALMACÉN MDO 2	0%	161,134	0,000	187,365	0,000	29,718	14,112	16,000	0,000	User Specified
SERVICIO MDO 1	64,2%	29,712	19,075	34,549	22,181	24,533	-14,088	20,562	0,000	User Specified
SERVICIO MDO 2	64,2%	29,712	19,075	34,549	22,181	24,533	14,088	20,562	0,000	User Specified
TOTAL COMBUSTIBLE	10%	5066,269	506,612	5289,065	537,478	36,576	0,079	19,577	0,000	
AGUA DULCE 1	10%	132,101	13,210	132,101	13,210	10,875	-8,662	20,682	0,000	User Specified
AGUA DULCE 2	10%	132,101	13,210	132,101	13,210	10,875	8,662	20,682	0,000	User Specified
AGUA TÉCNICA 1	10%	22,912	2,291	22,912	2,291	8,404	-8,011	20,683	0,000	User Specified
AGUA TÉCNICA 2	10%	22,912	2,291	22,912	2,291	8,404	8,011	20,683	0,000	User Specified
TOTAL AGUA	10%	310,026	31,003	310,026	31,003	10,510	0,000	20,682	0,000	
ACEITE LUBRICANTE	10%	19,529	1,953	21,699	2,170	40,834	-16,112	11,317	0,000	User Specified
ACEITE HIDRÁULICO	10%	19,529	1,953	21,699	2,170	40,834	16,112	11,317	0,000	User Specified

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
TOTAL ACEITE	10%	39,058	3,906	43,398	4,340	40,834	0,000	11,317	0,000	
AGUAS OLEOSAS	98%	79,626	78,034	88,473	86,704	45,361	9,673	1,381	0,000	User Specified
FANGOS	98%	85,819	84,103	88,473	86,704	45,361	-9,673	1,381	0,000	User Specified
AGUAS NEGRAS Y GRISES	98%	141,109	138,287	141,109	138,287	45,200	0,000	1,225	0,000	User Specified
TOTAL OTROS	98%	306,554	300,423	318,056	311,695	45,287	-0,195	1,309	0,000	
Total Loadcase			185284,869	229674,169	179766,970	138,475	0,000	12,963	335798,570	
FS correction								1,812		
VCG fluid								14,776		



Heel to Starboard deg	-30,0	-25,0	-20,0	-15,0	-10,0	-5,0	0,0	5,0	10,0	15,0
GZ m	-2,150	-2,105	-1,903	-1,451	-0,938	-0,460	0,000	0,460	0,938	1,451
Area under GZ curve from zero heel m.rad	0,6954	0,5091	0,3325	0,1849	0,0808	0,0200	0,0000	0,0201	0,0808	0,1849
Displacement t	185284	185285	185285	185275	185277	185281	185285	185285	185289	185295
Draft at FP m	17,695	17,074	16,718	16,630	16,611	16,601	16,607	16,601	16,612	16,632
Draft at AP m	18,107	17,691	17,473	17,469	17,533	17,568	17,571	17,569	17,534	17,470
WL Length m	268,281	267,999	267,996	267,996	267,997	267,997	267,997	267,997	267,997	267,996
Beam max extents on WL m	40,101	42,504	46,309	49,692	48,740	48,183	48,000	48,183	48,740	49,692
Wetted Area m <sup>2</sup>	20486,662	19991,554	19289,685	18565,701	18559,807	18557,760	18557,254	18557,948	18560,397	18566,629
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	9525,600	10163,895	11054,015	11884,307	11691,008	11575,655	11537,355	11575,672	11691,068	11884,414
Prismatic coeff. (Cp)	0,837	0,831	0,826	0,823	0,821	0,820	0,820	0,820	0,821	0,823
Block coeff. (Cb)	0,632	0,632	0,617	0,612	0,670	0,738	0,802	0,738	0,670	0,612
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	138,454	138,460	138,458	138,456	138,455	138,453	138,475	138,453	138,454	138,456
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	135,790	135,423	135,012	133,968	133,602	133,383	133,309	133,383	133,602	133,967
Max deck inclination deg	30,0001	25,0003	20,0006	15,0010	10,0019	5,0044	0,2094	5,0044	10,0019	15,0010
Trim angle (+ve by stern) deg	0,0896	0,1342	0,1642	0,1823	0,2003	0,2102	0,2094	0,2102	0,2003	0,1823

Heel to Starboard deg	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
GZ m	1,903	2,105	2,150	2,092	1,948	1,394	0,574	-0,378	-1,374	-2,352
Area under GZ curve from zero heel m.rad	0,3326	0,5091	0,6957	0,8812	1,0587	1,3537	1,5290	1,5471	1,3943	1,0688
Displacement t	185299	185285	185285	185285	185285	185285	185285	185285	185285	185285
Draft at FP m	16,720	17,074	17,701	18,606	19,794	23,035	28,135	37,802	65,692	n/a
Draft at AP m	17,474	17,691	18,101	18,705	19,512	21,794	25,377	32,192	52,006	n/a
WL Length m	267,996	267,999	268,284	268,873	270,336	271,396	271,182	270,331	268,977	264,159
Beam max extents on WL m	46,305	42,504	40,095	38,538	36,651	31,311	27,704	25,538	24,369	23,999
Wetted Area m <sup>2</sup>	19290,922	19991,535	20486,575	20851,951	21151,613	21429,464	21548,694	21629,416	21693,385	21737,356
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	11053,222	10163,894	9525,460	9033,882	8523,962	7431,878	6665,585	6197,277	5949,129	5884,894
Prismatic coeff. (Cp)	0,826	0,831	0,837	0,842	0,842	0,844	0,847	0,850	0,855	0,871
Block coeff. (Cb)	0,617	0,632	0,632	0,622	0,619	0,666	0,718	0,766	0,813	0,865
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	138,458	138,461	138,465	138,472	138,480	138,474	138,494	138,519	138,541	138,547
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	135,012	135,423	135,781	136,064	136,255	136,313	136,053	135,758	135,537	135,421
Max deck inclination deg	20,0006	25,0003	30,0001	35,0000	40,0000	50,0002	60,0005	70,0006	80,0004	90,0000
Trim angle (+ve by stern) deg	0,1641	0,1341	0,0868	0,0217	-0,0614	-0,2696	-0,5995	-1,2191	-2,9721	n/a

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: IMO roll back angle					
	L, Stability calculated	267,997	m			
	B, Stability calculated	48,002	m			
	d, Stability calculated	17,089	m			
	GMf, Stability calculated	5,244	m			
	VCG, Stability calculated	14,776	m			
	CB, Stability calculated	0,802				
	Ak, keel area, user spec.	0,000	m <sup>2</sup>			
	Method for k factor	Tabulated value for k				
	Evaluates to	19,3	deg			
	Intermediate values					
	B / d			2,809		
	100 Ak / L / B			0		
	C		IMO units	0,322		
	T		s	13,514		
	OG, Centre of gravity above WL		m	-2,313		
	X1		IMO units	0,928		
	X2		IMO units	1		
	k tabulated		IMO units	1		
	r		IMO units	0,649		
	s		IMO units	0,056		



Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0,0	deg	0,0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	30,0	deg	30,0		
	angle of vanishing stability	66,1	deg			
	shall not be less than (>=)	0,0550	m.rad	0,6957	Pass	+1164,91
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0,0	deg	0,0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40,0	deg	40,0		
	first flooding angle of the DownfloodingPoints	61,4	deg			
	angle of vanishing stability	66,1	deg			
shall not be less than (>=)	0,0900	m.rad	1,0587	Pass	+1076,32	
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	30,0	deg	30,0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40,0	deg	40,0		
	first flooding angle of the DownfloodingPoints	61,4	deg			
	angle of vanishing stability	66,1	deg			
shall not be less than (>=)	0,0300	m.rad	0,3630	Pass	+1109,91	

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
	in the range from the greater of					
	spec. heel angle	30,0	deg	30,0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	90,0	deg	90,0		
	angle of max. GZ	29,1	deg			
	shall not be less than (>=)	0,200	m	2,150	Pass	+975,00
	Intermediate values					
	angle at which this GZ occurs		deg	30,0		
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
	shall not be less than (>=)	25,0	deg	29,1	Pass	+16,27
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMT				Pass	
	spec. heel angle	0,0	deg			
	shall not be less than (>=)	0,150	m	5,244	Pass	+3396,00
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: Severe wind and rolling				Pass	
	Wind arm = $a P A (h - H) / (g \text{ disp.}) \cos^n(\phi)$					
	constant: a =	0,99966				
	wind pressure: P =	504,0	Pa			
	area centroid height (from zero point): h =	31,840	m			
	additional area: A =	455,600	m <sup>2</sup>			
	H = vert. centre of projected lat. u'water area	8,691	m			
	cosine power: n =	0				
	gust ratio	1,5				

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
	Area2 integrated to the lesser of					
	2.3: IMO roll back angle from equilibrium (with steady heel arm)	19,3 (-19,2)	deg	-19,2		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	50,0	deg	50,0		
	first flooding angle of the DownfloodingPoints	61,4	deg			
	angle of vanishing stability (with gust heel arm)	66,0	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	angle of max. GZ	29,1	deg	29,1		
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16,0	deg	0,1	Pass	+99,39
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80,00	%	0,62	Pass	+99,23
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100,00	%	432,83	Pass	+332,83
	Intermediate values					
	Model windage area		m^2	1862,181		
	Model windage area centroid height (from zero point)		m	20,552		
	Total windage area		m^2	2317,781		
	Total windage area centroid height (from zero point)		m	22,771		
	Heel arm amplitude		m	0,009		
	Equilibrium angle with steady heel arm		deg	0,1		
	Equilibrium angle with gust heel arm		deg	0,1		
	Deck edge immersion angle		deg	15,8		
	Area1 (under GZ), from 0,1 to 50,0 deg.		m.rad	1,3536		
	Area1 (under HA), from 0,1 to 50,0 deg.		m.rad	0,0118		
	Area1, from 0,1 to 50,0 deg.		m.rad	1,3418		
	Area2 (under GZ), from -19,2 to 0,1 deg.		m.rad	-0,3054		
	Area2 (under HA), from -19,2 to 0,1 deg.		m.rad	0,0046		
	Area2, from -19,2 to 0,1 deg.		m.rad	0,3100		

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = 55,93 m)		15,7	n/a
Deck Edge (immersion pos = 55,93 m)		15,8	n/a
VENTILACIÓN BR	Downflooding point	78,2	0
VENTILACIÓN ER	Downflooding point	66,2	0
PUERTA LATERAL BR	Downflooding point	85,5	0
PUERTA LATERAL ER	Downflooding point	61,4	0

### 5.6.3. SALIDA EN LASTRE

La salida en lastre supone que los tanques de carga vayan completamente vacíos por lo que es necesario la inundación de los tanques de lastre para que el barco cumpla con el trimado y calados mínimos.

Los tanques de combustible se encuentran al 100 %, igual que los tanques de agua. Los de aceite, al 98 %.

Los tanques de aguas negras y grises, fangos y aguas oleosas están vacíos.

La tabla de hidrostáticas que le corresponde a esta condición es la siguiente:

Draft Amidships m	8,318
Displacement t	83906
Heel deg	0,0
Draft at FP m	6,430
Draft at AP m	10,205
Draft at LCF m	8,206
Trim (+ve by stern) m	3,775
WL Length m	255,844
Beam max extents on WL m	48,002
Wetted Area m <sup>2</sup>	13617,187
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	10758,358
Prismatic coeff. (Cp)	0,754
Block coeff. (Cb)	0,664
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,981
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,876
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	134,621
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	139,553
KB m	4,283
KG fluid m	10,135
BMt m	22,712
BML m	571,360
GMt corrected m	16,858
GML m	565,507
KMt m	26,992
KML m	575,584
Immersion (TPc) tonne/cm	110,273
MTc tonne.m	1800,062
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	24686,919
Max deck inclination deg	0,8205
Trim angle (+ve by stern) deg	0,8205

Con esta tabla podemos comprobar que se cumple con los criterios relativos a los calados y asiento:

CRITERIOS	VALOR EXIGIDO	VALOR REAL	CUMPLE
Mínimo calado en el centro del buque	7,272	8,318	SÍ
Máximo asiento apopante	3,954	3,775	SÍ
Mínimo hundimiento de la hélice	9,02	10,205	SÍ

A continuación, se mostrarán las siguientes tablas:

- La primera muestra las capacidades de los tanques, su centro de gravedad y el momento generado por superficies libres.
- En la segunda tabla aparecen todos los datos del buque a diferentes ángulos de escora, precedida de la curva de brazos adrizantes.
- Por último, la tercera tabla muestra el cumplimiento de los criterios de estabilidad.

Cuaderno 5: Situaciones de carga.  
Julián Rodríguez Cortegoso

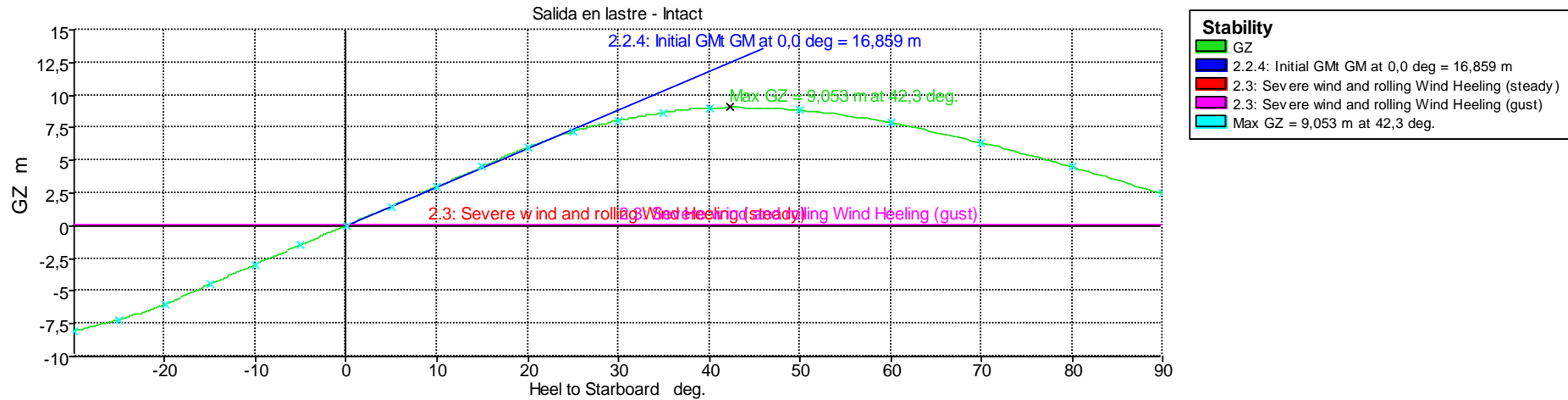
Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m^3	Total Volume m^3	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
PESO EN ROSCA	1	29000,000	29000,000			121,500	0,000	13,200	0,000	User Specified
VÍVERES	1	3,500	3,500			33,400	0,000	30,700	0,000	User Specified
TRIPULACIÓN	1	3,200	3,200			33,400	0,000	30,700	0,000	User Specified
PERTRECHOS	1	100,000	100,000			33,400	0,000	30,700	0,000	User Specified
TOTAL PESOS FIJOS			29106,700			121,177	0,000	13,264	0,000	
LASTRE PIQUE PROA	100%	2971,159	2971,159	2898,691	2898,691	256,581	0,000	9,707	0,000	User Specified
LASTRE Nº1 BR	100%	3514,879	3514,879	3429,150	3429,150	230,514	-15,995	8,093	0,000	User Specified
LASTRE Nº1 ER	100%	3514,879	3514,879	3429,150	3429,150	230,514	15,995	8,093	0,000	User Specified
LASTRE Nº2 BR	100%	3734,516	3734,516	3643,430	3643,430	198,642	-17,064	6,893	0,000	User Specified
LASTRE Nº2 ER	100%	3734,516	3734,516	3643,430	3643,430	198,642	17,064	6,893	0,000	User Specified
LASTRE Nº3 BR	100%	3802,510	3802,510	3709,766	3709,766	166,800	-17,170	6,833	0,000	User Specified
LASTRE Nº3 ER	100%	3802,510	3802,510	3709,766	3709,766	166,800	17,170	6,833	0,000	User Specified
LASTRE Nº4 BR	100%	3802,538	3802,538	3709,793	3709,793	134,800	-17,170	6,833	0,000	User Specified
LASTRE Nº4 ER	100%	3802,538	3802,538	3709,793	3709,793	134,800	17,170	6,833	0,000	User Specified
LASTRE Nº5 BR	100%	3792,078	3792,078	3699,588	3699,588	102,830	-17,154	6,850	0,000	User Specified
LASTRE Nº5 ER	100%	3792,078	3792,078	3699,588	3699,588	102,830	17,154	6,850	0,000	User Specified
LASTRE Nº6 BR	100%	4650,744	4650,744	4537,311	4537,311	66,684	-16,394	8,189	0,000	User Specified
LASTRE Nº6 ER	100%	4650,744	4650,744	4537,311	4537,311	66,684	16,394	8,189	0,000	User Specified
LASTRE PIQUE POPA	0%	2135,618	0,000	2083,530	0,000	11,995	0,000	0,000	0,000	User Specified
TOTAL LASTRE	95,87%	51701,305	49565,687	50440,299	48356,769	152,530	0,000	7,450	0,000	
CARGA Nº1 BR	0%	11200,922	0,000	13024,328	0,000	229,791	-8,170	2,500	0,000	User Specified
CARGA Nº1 ER	0%	11200,922	0,000	13024,328	0,000	229,791	8,170	2,500	0,000	User Specified
CARGA Nº2 BR	0%	12301,316	0,000	14303,856	0,000	198,800	-9,000	2,500	0,000	User Specified
CARGA Nº2 ER	0%	12301,316	0,000	14303,856	0,000	198,800	9,000	2,500	0,000	User Specified
CARGA Nº3 BR	0%	12301,511	0,000	14304,083	0,000	166,800	-9,000	2,500	0,000	User Specified
CARGA Nº3 ER	0%	12301,511	0,000	14304,083	0,000	166,800	9,000	2,500	0,000	User Specified
CARGA Nº4 BR	0%	12301,510	0,000	14304,081	0,000	134,800	-9,000	2,500	0,000	User Specified
CARGA Nº4 ER	0%	12301,510	0,000	14304,081	0,000	134,800	9,000	2,500	0,000	User Specified

Cuaderno 5: Situaciones de carga.  
Julián Rodríguez Cortegoso

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
CARGA Nº5 BR	0%	12301,317	0,000	14303,857	0,000	102,800	-9,000	2,500	0,000	User Specified
CARGA Nº5 ER	0%	12301,317	0,000	14303,857	0,000	102,800	9,000	2,500	0,000	User Specified
CARGA Nº6 BR	0%	12020,618	0,000	13977,463	0,000	71,142	-8,741	2,500	0,000	User Specified
CARGA Nº6 ER	0%	12020,618	0,000	13977,463	0,000	71,142	8,741	2,500	0,000	User Specified
SLOP BR	0%	2080,337	0,000	2418,996	0,000	51,868	-7,361	2,500	0,000	User Specified
SLOP ER	0%	2080,337	0,000	2418,996	0,000	51,868	7,361	2,500	0,000	User Specified
TOTAL CARGA	0%	149015,063	0,000	173273,326	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
ALMACÉN 1	100%	1932,473	1932,473	1992,241	1992,241	45,244	-11,206	15,567	3288,179	Maximum
ALMACÉN 2	100%	1932,473	1932,473	1992,241	1992,241	45,244	11,206	15,567	3288,179	Maximum
SEDIMENTACIÓN 1	100%	185,091	185,091	194,833	194,833	39,638	-16,144	20,240	0,000	User Specified
SEDIMENTACIÓN 2	100%	185,091	185,091	194,833	194,833	39,638	16,144	20,240	0,000	User Specified
SERVICIO 1	100%	132,918	132,918	139,914	139,914	36,027	-15,851	20,338	0,000	User Specified
SERVICIO 2	100%	132,918	132,918	139,914	139,914	36,027	15,851	20,338	0,000	User Specified
REBOSES	3%	92,761	2,783	95,630	2,869	33,235	-14,759	16,175	0,000	User Specified
DERRAMES	0%	90,849	0,000	95,630	0,000	33,236	14,724	16,000	0,000	User Specified
ALMACÉN MDO 1	100%	161,134	161,134	187,365	187,365	29,184	-15,119	20,698	0,000	User Specified
ALMACÉN MDO 2	100%	161,134	161,134	187,365	187,365	29,184	15,119	20,698	0,000	User Specified
SERVICIO MDO 1	100%	29,712	29,712	34,549	34,549	24,505	-14,351	21,542	0,000	User Specified
SERVICIO MDO 2	100%	29,712	29,712	34,549	34,549	24,505	14,351	21,542	0,000	User Specified
TOTAL COMBUSTIBLE	96,43%	5066,269	4885,442	5289,065	5100,673	42,999	-0,008	16,592	6576,358	
AGUA DULCE 1	100%	132,101	132,101	132,101	132,101	10,872	-8,835	22,271	0,000	User Specified
AGUA DULCE 2	100%	132,101	132,101	132,101	132,101	10,872	8,835	22,271	0,000	User Specified
AGUA TÉCNICA 1	100%	22,912	22,912	22,912	22,912	8,404	-8,178	22,273	0,000	User Specified
AGUA TÉCNICA 2	100%	22,912	22,912	22,912	22,912	8,404	8,178	22,273	0,000	User Specified
TOTAL AGUA	100%	310,026	310,026	310,026	310,026	10,508	0,000	22,272	0,000	
ACEITE LUBRICANTE	98%	19,529	19,138	21,699	21,265	40,824	-16,406	13,646	0,000	User Specified
ACEITE HIDRÁULICO	98%	19,529	19,138	21,699	21,265	40,824	16,406	13,646	0,000	User Specified



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
TOTAL ACEITE	98%	39,058	38,277	43,398	42,530	40,824	0,000	13,646	0,000	
AGUAS OLEOSAS	0%	79,626	0,000	88,473	0,000	48,759	4,669	0,012	0,000	User Specified
FANGOS	0%	85,819	0,000	88,473	0,000	48,759	-4,669	0,012	0,000	User Specified
AGUAS NEGRAS Y GRISES	0%	141,109	0,000	141,109	0,000	45,340	0,000	0,000	0,000	User Specified
TOTAL OTROS	0%	306,554	0,000	318,056	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Total Loadcase			83906,132	229674,169	53809,998	134,701	0,000	10,057	6576,358	
FS correction								0,078		
VCG fluid								10,135		



Heel to Starboard deg	-30,0	-25,0	-20,0	-15,0	-10,0	-5,0	0,0	5,0	10,0	15,0
GZ m	-8,040	-7,196	-6,008	-4,510	-2,975	-1,475	0,000	1,476	2,976	4,511
Area under GZ curve from zero heel m.rad	2,2899	1,6236	1,0447	0,5845	0,2581	0,0642	0,0000	0,0643	0,2583	0,5847
Displacement t	83909	83906	83906	83906	83906	83906	83906	83906	83906	83906
Draft at FP m	5,466	6,043	6,349	6,430	6,439	6,433	6,429	6,433	6,439	6,430
Draft at AP m	8,997	9,508	9,816	9,992	10,109	10,181	10,206	10,181	10,109	9,992
WL Length m	254,328	254,763	255,239	255,501	255,647	255,775	255,846	255,775	255,647	255,501
Beam max extents on WL m	43,856	46,527	49,514	49,649	48,743	48,185	48,002	48,185	48,743	49,649
Wetted Area m <sup>2</sup>	12792,412	13138,463	13566,651	13661,005	13641,372	13624,247	13617,222	13624,243	13641,367	13661,002
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	9783,562	10236,788	10812,841	10975,691	10882,122	10792,726	10758,416	10792,722	10882,118	10975,689
Prismatic coeff. (Cp)	0,795	0,787	0,776	0,767	0,760	0,756	0,754	0,756	0,760	0,767
Block coeff. (Cb)	0,416	0,414	0,419	0,462	0,532	0,622	0,664	0,622	0,532	0,462
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	134,601	134,612	134,616	134,616	134,617	134,617	134,617	134,617	134,617	134,617
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	135,023	135,953	137,379	138,517	139,095	139,427	139,552	139,427	139,095	138,517
Max deck inclination deg	30,0067	25,0087	20,0120	15,0182	10,0305	5,0653	0,8209	5,0653	10,0305	15,0182
Trim angle (+ve by stern) deg	0,7673	0,7531	0,7535	0,7743	0,7977	0,8148	0,8209	0,8148	0,7977	0,7743

Heel to Starboard deg	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
GZ m	6,009	7,196	8,041	8,649	9,025	8,866	7,876	6,365	4,514	2,463
Area under GZ curve from zero heel m.rad	1,0451	1,6238	2,2911	3,0199	3,7952	5,3670	6,8396	8,0875	9,0410	9,6513
Displacement t	83906	83906	83906	83913	83902	83906	83906	83906	83909	83906
Draft at FP m	6,349	6,043	5,467	4,610	3,408	0,071	-5,155	-15,031	-43,416	n/a
Draft at AP m	9,816	9,508	8,995	8,253	7,347	5,175	1,900	-4,319	-22,550	n/a
WL Length m	255,239	254,763	254,328	253,717	253,284	254,145	255,006	256,180	259,238	264,914
Beam max extents on WL m	49,514	46,526	43,854	41,834	37,336	31,330	27,713	25,540	24,370	23,999
Wetted Area m <sup>2</sup>	13566,646	13138,460	12792,182	12570,549	12520,802	12538,405	12542,655	12531,452	12542,545	12589,973
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	10812,838	10236,785	9783,428	9490,746	8914,744	7667,718	6845,749	6298,973	5993,816	5901,767
Prismatic coeff. (Cp)	0,776	0,788	0,795	0,799	0,802	0,802	0,801	0,800	0,794	0,782
Block coeff. (Cb)	0,419	0,414	0,416	0,421	0,460	0,530	0,597	0,662	0,723	0,762
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	134,615	134,612	134,606	134,600	134,590	134,559	134,531	134,507	134,496	134,499
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	137,379	135,953	135,025	134,172	134,900	134,171	133,781	134,264	134,383	134,849
Max deck inclination deg	20,0120	25,0087	30,0067	35,0052	40,0045	50,0037	60,0030	70,0020	80,0010	90,0000
Trim angle (+ve by stern) deg	0,7535	0,7531	0,7667	0,7918	0,8563	1,1093	1,5331	2,3271	4,5260	n/a

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: IMO roll back angle					
	L, Stability calculated	255,846	m			
	B, Stability calculated	48,002	m			
	d, Stability calculated	8,318	m			
	GMf, Stability calculated	16,859	m			
	VCG, Stability calculated	10,135	m			
	CB, Stability calculated	0,664				
	Ak, keel area, user spec.	0,000	m <sup>2</sup>			
	Method for k factor	Tabulated value for k				
	Evaluates to	23,0	deg			
	Intermediate values					
	B / d			5,771		
	100 Ak / L / B			0		
	C		IMO units	0,396		
	T		s	9,253		
	OG, Centre of gravity above WL		m	1,818		
	X1		IMO units	0,8		
	X2		IMO units	0,979		
	k tabulated		IMO units	1		
	r		IMO units	0,861		
	s		IMO units	0,084		

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0,0	deg	0,0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	30,0	deg	30,0		
	angle of vanishing stability	90,0	deg			
	shall not be less than (>=)	0,0550	m.rad	2,2911	Pass	+4065,50
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0,0	deg	0,0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40,0	deg	40,0		
	first flooding angle of the DownfloodingPoints	n/a	deg			
	angle of vanishing stability	90,0	deg			
shall not be less than (>=)	0,0900	m.rad	3,7952	Pass	+4116,92	
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	30,0	deg	30,0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40,0	deg	40,0		
	first flooding angle of the DownfloodingPoints	n/a	deg			
	angle of vanishing stability	90,0	deg			
shall not be less than (>=)	0,0300	m.rad	1,5042	Pass	+4913,80	

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
	in the range from the greater of					
	spec. heel angle	30,0	deg	30,0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	90,0	deg			
	angle of max. GZ	42,3	deg	42,3		
	shall not be less than (>=)	0,200	m	9,053	Pass	+4426,50
	Intermediate values					
	angle at which this GZ occurs		deg	42,3		
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
	shall not be less than (>=)	25,0	deg	42,3	Pass	+69,32
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt				Pass	
	spec. heel angle	0,0	deg			
	shall not be less than (>=)	0,150	m	16,859	Pass	+11139,33
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: Severe wind and rolling				Pass	
	Wind arm = $a P A (h - H) / (g \text{ disp.}) \cos^n(\phi)$					
	constant: a =	0,99966				
	wind pressure: P =	504,0	Pa			
	area centroid height (from zero point): h =	31,840	m			
	additional area: A =	455,600	m <sup>2</sup>			
	H = vert. centre of projected lat. u'water area	4,195	m			
	cosine power: n =	0				
	gust ratio	1,5				

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
	Area2 integrated to the lesser of					
	2.3: IMO roll back angle from equilibrium (with steady heel arm)	23,0 (-22,9)	deg	-22,9		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	50,0	deg	50,0		
	first flooding angle of the DownfloodingPoints	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with gust heel arm)	90,0	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	angle of max. GZ	42,3	deg	42,3		
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16,0	deg	0,1	Pass	+99,19
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80,00	%	0,37	Pass	+99,54
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100,00	%	383,71	Pass	+283,71
	Intermediate values					
	Model windage area		m^2	4166,737		
	Model windage area centroid height (from zero point)		m	16,237		
	Total windage area		m^2	4622,337		
	Total windage area centroid height (from zero point)		m	17,775		
	Heel arm amplitude		m	0,038		
	Equilibrium angle with steady heel arm		deg	0,1		
	Equilibrium angle with gust heel arm		deg	0,2		
	Deck edge immersion angle		deg	34,7		
	Area1 (under GZ), from 0,2 to 50,0 deg.		m.rad	5,3669		
	Area1 (under HA), from 0,2 to 50,0 deg.		m.rad	0,0501		
	Area1, from 0,2 to 50,0 deg.		m.rad	5,3167		
	Area2 (under GZ), from -22,9 to 0,2 deg.		m.rad	-1,3624		
	Area2 (under HA), from -22,9 to 0,2 deg.		m.rad	0,0232		
	Area2, from -22,9 to 0,2 deg.		m.rad	1,3856		

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = 50,446 m)		34,5	n/a
Deck Edge (immersion pos = 50,446 m)		34,7	n/a
VENTILACIÓN BR	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
VENTILACIÓN ER	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
PUERTA LATERAL BR	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
PUERTA LATERAL ER	Downflooding point	Not immersed in positive range	0



#### 5.6.4. LLEGADA EN LASTRE

En esta condición los tanques de carga van completamente vacíos (0 %) y es necesario inundar todos los tanques de lastre al 100 %.

Los tanques de combustible llegan al 10 % distribuidos de la siguiente manera: llenos (al 100 % por tener tanque de reboses) los dos tanques de servicio, al 54 % la pareja de tanques de sedimentación y al 64,2 % los tanques de servicio de diésel. El tanque de derrames se supondrá de manera significativa al 3 %. De esta manera la suma de todos los tanques hace un 10 % la cantidad total de combustible.

Los tanques de agua y aceite en esta condición se encuentran al 10 %, mientras que los tanques de aguas negras y grises, fangos y aguas oleosas van al 98 %.

La tabla de hidrostáticas que le corresponde a esta condición de carga es la siguiente:

Draft Amidships m	8,087
Displacement t	81650
Heel deg	0,0
Draft at FP m	6,616
Draft at AP m	9,558
Draft at LCF m	7,993
Trim (+ve by stern) m	2,942
WL Length m	254,841
Beam max extents on WL m	48,002
Wetted Area m <sup>2</sup>	13479,067
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	10702,666
Prismatic coeff. (Cp)	0,770
Block coeff. (Cb)	0,691
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,984
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,875
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	136,315
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	140,223
KB m	4,154
KG fluid m	9,970
BMT m	23,219
BML m	578,046
GMt corrected m	17,402
GML m	572,229
KMt m	27,371
KML m	582,163
Immersion (TPc) tonne/cm	109,702
MTc tonne.m	1772,483
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	24798,250
Max deck inclination deg	0,6395
Trim angle (+ve by stern) deg	0,6395

Con esta tabla podemos comprobar que se cumple con los criterios relativos a los calados y asiento:

CRITERIOS	VALOR EXIGIDO	VALOR REAL	CUMPLE
Mínimo calado en el centro del buque	7,272	8,807	SÍ
Máximo asiento apopante	3,954	2,942	SÍ
Mínimo hundimiento de la hélice	9,02	9,558	SÍ

A continuación, se mostrarán las siguientes tablas:

- La primera muestra las capacidades de los tanques, su centro de gravedad y el momento generado por superficies libres.
- En la segunda tabla aparecen todos los datos del buque a diferentes ángulos de escora, precedida de la curva de brazos adrizantes.
- Por último, la tercera tabla muestra el cumplimiento de los criterios de estabilidad.

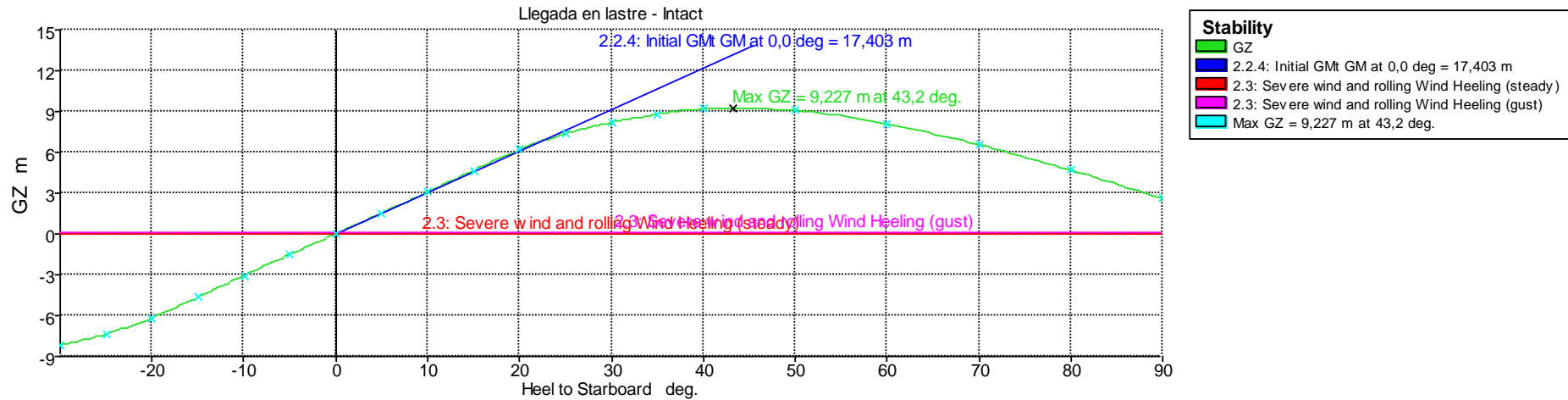
Cuaderno 5: Situaciones de carga.  
Julián Rodríguez Cortegoso

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m^3	Total Volume m^3	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
PESO EN ROSCA	1	29000,000	29000,000			121,500	0,000	13,200	0,000	User Specified
VÍVERES	0,1	35,000	3,500			33,400	0,000	30,700	0,000	User Specified
TRIPULACIÓN	1	3,200	3,200			33,400	0,000	30,700	0,000	User Specified
PERTRECHOS	1	100,000	100,000			33,400	0,000	30,700	0,000	User Specified
TOTAL PESOS FIJOS			29106,700			121,177	0,000	13,264	0,000	
LASTRE PIQUE PROA	100%	2971,159	2971,159	2898,691	2898,691	256,581	0,000	9,707	0,000	User Specified
LASTRE Nº1 BR	100%	3514,879	3514,879	3429,150	3429,150	230,514	-15,995	8,093	0,000	User Specified
LASTRE Nº1 ER	100%	3514,879	3514,879	3429,150	3429,150	230,514	15,995	8,093	0,000	User Specified
LASTRE Nº2 BR	100%	3734,516	3734,516	3643,430	3643,430	198,642	-17,064	6,893	0,000	User Specified
LASTRE Nº2 ER	100%	3734,516	3734,516	3643,430	3643,430	198,642	17,064	6,893	0,000	User Specified
LASTRE Nº3 BR	100%	3802,510	3802,510	3709,766	3709,766	166,800	-17,170	6,833	0,000	User Specified
LASTRE Nº3 ER	100%	3802,510	3802,510	3709,766	3709,766	166,800	17,170	6,833	0,000	User Specified
LASTRE Nº4 BR	100%	3802,538	3802,538	3709,793	3709,793	134,800	-17,170	6,833	0,000	User Specified
LASTRE Nº4 ER	100%	3802,538	3802,538	3709,793	3709,793	134,800	17,170	6,833	0,000	User Specified
LASTRE Nº5 BR	100%	3792,078	3792,078	3699,588	3699,588	102,830	-17,154	6,850	0,000	User Specified
LASTRE Nº5 ER	100%	3792,078	3792,078	3699,588	3699,588	102,830	17,154	6,850	0,000	User Specified
LASTRE Nº6 BR	100%	4650,744	4650,744	4537,311	4537,311	66,684	-16,394	8,189	0,000	User Specified
LASTRE Nº6 ER	100%	4650,744	4650,744	4537,311	4537,311	66,684	16,394	8,189	0,000	User Specified
LASTRE PIQUE POPA	100%	2135,618	2135,618	2083,530	2083,530	6,762	0,000	16,444	12581,504	Maximum
TOTAL LASTRE	100%	51701,305	51701,305	50440,299	50440,299	146,509	0,000	7,821	12581,504	
CARGA Nº1 BR	0%	11200,922	0,000	13024,328	0,000	229,791	-8,170	2,500	0,000	User Specified
CARGA Nº1 ER	0%	11200,922	0,000	13024,328	0,000	229,791	8,170	2,500	0,000	User Specified
CARGA Nº2 BR	0%	12301,316	0,000	14303,856	0,000	198,800	-9,000	2,500	0,000	User Specified
CARGA Nº2 ER	0%	12301,316	0,000	14303,856	0,000	198,800	9,000	2,500	0,000	User Specified
CARGA Nº3 BR	0%	12301,511	0,000	14304,083	0,000	166,800	-9,000	2,500	0,000	User Specified
CARGA Nº3 ER	0%	12301,511	0,000	14304,083	0,000	166,800	9,000	2,500	0,000	User Specified
CARGA Nº4 BR	0%	12301,510	0,000	14304,081	0,000	134,800	-9,000	2,500	0,000	User Specified
CARGA Nº4 ER	0%	12301,510	0,000	14304,081	0,000	134,800	9,000	2,500	0,000	User Specified

Cuaderno 5: Situaciones de carga.  
Julián Rodríguez Cortegoso

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m^3	Total Volume m^3	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
CARGA Nº5 BR	0%	12301,317	0,000	14303,857	0,000	102,800	-9,000	2,500	0,000	User Specified
CARGA Nº5 ER	0%	12301,317	0,000	14303,857	0,000	102,800	9,000	2,500	0,000	User Specified
CARGA Nº6 BR	0%	12020,618	0,000	13977,463	0,000	71,142	-8,741	2,500	0,000	User Specified
CARGA Nº6 ER	0%	12020,618	0,000	13977,463	0,000	71,142	8,741	2,500	0,000	User Specified
SLOP BR	0%	2080,337	0,000	2418,996	0,000	51,868	-7,361	2,500	0,000	User Specified
SLOP ER	0%	2080,337	0,000	2418,996	0,000	51,868	7,361	2,500	0,000	User Specified
TOTAL CARGA	0%	149015,063	0,000	173273,326	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
ALMACÉN 1	0%	1932,473	0,000	1992,241	0,000	45,326	-9,940	6,500	0,000	User Specified
ALMACÉN 2	0%	1932,473	0,000	1992,241	0,000	45,326	9,940	6,500	0,000	User Specified
SEDIMENTACIÓN 1	54%	185,091	99,949	194,833	105,210	39,649	-15,891	18,423	0,000	User Specified
SEDIMENTACIÓN 2	54%	185,091	99,949	194,833	105,210	39,649	15,891	18,423	0,000	User Specified
SERVICIO 1	100%	132,918	132,918	139,914	139,914	36,027	-15,851	20,338	0,000	User Specified
SERVICIO 2	100%	132,918	132,918	139,914	139,914	36,027	15,851	20,338	0,000	User Specified
REBOSES	0%	92,761	0,000	95,630	0,000	33,236	-14,724	16,000	0,000	User Specified
DERRAMES	3%	90,849	2,725	95,630	2,869	33,235	14,759	16,175	0,000	User Specified
ALMACÉN MDO 1	0%	161,134	0,000	187,365	0,000	29,718	-14,112	16,000	0,000	User Specified
ALMACÉN MDO 2	0%	161,134	0,000	187,365	0,000	29,718	14,112	16,000	0,000	User Specified
SERVICIO MDO 1	64,2%	29,712	19,075	34,549	22,181	24,533	-14,088	20,562	0,000	User Specified
SERVICIO MDO 2	64,2%	29,712	19,075	34,549	22,181	24,533	14,088	20,562	0,000	User Specified
TOTAL COMBUSTIBLE	10%	5066,269	506,612	5289,065	537,478	36,576	0,079	19,577	0,000	
AGUA DULCE 1	10%	132,101	13,210	132,101	13,210	10,875	-8,662	20,682	0,000	User Specified
AGUA DULCE 2	10%	132,101	13,210	132,101	13,210	10,875	8,662	20,682	0,000	User Specified
AGUA TÉCNICA 1	10%	22,912	2,291	22,912	2,291	8,404	-8,011	20,683	0,000	User Specified
AGUA TÉCNICA 2	10%	22,912	2,291	22,912	2,291	8,404	8,011	20,683	0,000	User Specified
TOTAL AGUA	10%	310,026	31,003	310,026	31,003	10,510	0,000	20,682	0,000	
ACEITE LUBRICANTE	10%	19,529	1,953	21,699	2,170	40,834	-16,112	11,317	0,000	User Specified
ACEITE HIDRÁULICO	10%	19,529	1,953	21,699	2,170	40,834	16,112	11,317	0,000	User Specified

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
TOTAL ACEITE	10%	39,058	3,906	43,398	4,340	40,834	0,000	11,317	0,000	
AGUAS OLEOSAS	98%	79,626	78,034	88,473	86,704	45,361	9,673	1,381	0,000	User Specified
FANGOS	98%	85,819	84,103	88,473	86,704	45,361	-9,673	1,381	0,000	User Specified
AGUAS NEGRAS Y GRISES	98%	141,109	138,287	141,109	138,287	45,200	0,000	1,225	0,000	User Specified
TOTAL OTROS	98%	306,554	300,423	318,056	311,695	45,287	-0,195	1,309	0,000	
Total Loadcase			81649,948	229674,169	51324,814	136,368	0,000	9,816	12581,504	
FS correction								0,154		
VCG fluid								9,970		



Heel to Starboard deg	-30,0	-25,0	-20,0	-15,0	-10,0	-5,0	0,0	5,0	10,0	15,0
GZ m	-8,195	-7,362	-6,180	-4,654	-3,071	-1,523	0,000	1,523	3,071	4,654
Area under GZ curve from zero heel m.rad	2,3518	1,6715	1,0776	0,6034	0,2665	0,0663	0,0000	0,0664	0,2666	0,6035
Displacement t	81650	81650	81650	81650	81650	81650	81650	81650	81650	81650
Draft at FP m	5,662	6,227	6,533	6,614	6,622	6,616	6,613	6,616	6,622	6,614
Draft at AP m	8,253	8,816	9,158	9,347	9,465	9,537	9,561	9,537	9,465	9,347
WL Length m	253,985	254,434	254,674	254,763	254,798	254,823	254,845	254,823	254,798	254,763
Beam max extents on WL m	42,860	45,511	49,063	49,572	48,743	48,185	48,002	48,185	48,743	49,572
Wetted Area m <sup>2</sup>	12621,585	12955,415	13403,045	13524,530	13504,025	13486,177	13479,190	13486,175	13504,022	13524,528
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	9673,578	10110,964	10707,151	10913,158	10828,190	10737,169	10702,837	10737,167	10828,187	10913,157
Prismatic coeff. (Cp)	0,808	0,802	0,792	0,783	0,776	0,772	0,770	0,772	0,776	0,783
Block coeff. (Cb)	0,423	0,421	0,421	0,462	0,534	0,630	0,691	0,630	0,534	0,462
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	136,322	136,301	136,303	136,303	136,303	136,302	136,302	136,303	136,303	136,303
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	135,767	136,819	138,108	139,196	139,762	140,102	140,219	140,102	139,762	139,196
Max deck inclination deg	30,0036	25,0049	20,0069	15,0107	10,0183	5,0397	0,6408	5,0397	10,0183	15,0107
Trim angle (+ve by stern) deg	0,5633	0,5628	0,5705	0,5938	0,6180	0,6349	0,6408	0,6349	0,6179	0,5938

Heel to Starboard deg	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
GZ m	6,181	7,363	8,195	8,793	9,187	9,063	8,085	6,566	4,698	2,624
Area under GZ curve from zero heel m.rad	1,0778	1,6715	2,3527	3,0945	3,8830	5,4863	6,9948	8,2786	9,2659	9,9064
Displacement t	81650	81650	81650	81650	81653	81650	81650	81647	81650	81650
Draft at FP m	6,533	6,227	5,655	4,804	3,617	0,339	-4,784	-14,425	-42,138	n/a
Draft at AP m	9,158	8,816	8,260	7,469	6,467	3,983	0,202	-7,048	-28,235	n/a
WL Length m	254,674	254,434	253,987	253,559	252,937	252,444	253,605	254,786	257,799	263,421
Beam max extents on WL m	49,063	45,510	42,867	41,161	37,336	31,330	27,713	25,540	24,369	23,999
Wetted Area m <sup>2</sup>	13403,040	12955,412	12621,559	12392,842	12325,498	12310,012	12314,880	12313,618	12323,021	12363,792
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	10707,147	10110,962	9673,461	9387,225	8899,426	7630,691	6810,522	6272,807	5965,902	5866,874
Prismatic coeff. (Cp)	0,792	0,802	0,808	0,810	0,812	0,815	0,813	0,812	0,807	0,795
Block coeff. (Cb)	0,421	0,421	0,423	0,424	0,457	0,531	0,598	0,665	0,730	0,780
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	136,303	136,301	136,298	136,294	136,273	136,267	136,246	136,233	136,230	136,237
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	138,108	136,819	135,755	134,900	135,338	134,772	134,661	134,911	135,412	135,847
Max deck inclination deg	20,0069	25,0049	30,0036	35,0028	40,0023	50,0019	60,0015	70,0010	80,0004	90,0000
Trim angle (+ve by stern) deg	0,5705	0,5628	0,5661	0,5793	0,6195	0,7920	1,0837	1,6031	3,0191	n/a

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: IMO roll back angle					
	L, Stability calculated	254,845	m			
	B, Stability calculated	48,002	m			
	d, Stability calculated	8,087	m			
	GMf, Stability calculated	17,403	m			
	VCG, Stability calculated	9,970	m			
	CB, Stability calculated	0,691				
	Ak, keel area, user spec.	0,000	m <sup>2</sup>			
	Method for k factor	Tabulated value for k				
	Evaluates to	23,5	deg			
	Intermediate values					
	B / d			5,936		
	100 Ak / L / B			0		
	C		IMO units	0,4		
	T		s	9,204		
	OG, Centre of gravity above WL		m	1,883		
	X1		IMO units	0,8		
	X2		IMO units	0,995		
	k tabulated		IMO units	1		
	r		IMO units	0,87		
	s		IMO units	0,085		



Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0,0	deg	0,0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	30,0	deg	30,0		
	angle of vanishing stability	90,0	deg			
	shall not be less than (>=)	0,0550	m.rad	2,3527	Pass	+4177,57
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0,0	deg	0,0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40,0	deg	40,0		
	first flooding angle of the DownfloodingPoints	n/a	deg			
	angle of vanishing stability	90,0	deg			
shall not be less than (>=)	0,0900	m.rad	3,8830	Pass	+4214,46	
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	30,0	deg	30,0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40,0	deg	40,0		
	first flooding angle of the DownfloodingPoints	n/a	deg			
	angle of vanishing stability	90,0	deg			
shall not be less than (>=)	0,0300	m.rad	1,5303	Pass	+5000,97	

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
	in the range from the greater of					
	spec. heel angle	30,0	deg	30,0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	90,0	deg			
	angle of max. GZ	43,2	deg	43,2		
	shall not be less than (>=)	0,200	m	9,227	Pass	+4513,50
	Intermediate values					
	angle at which this GZ occurs		deg	43,2		
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
	shall not be less than (>=)	25,0	deg	43,2	Pass	+72,85
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt				Pass	
	spec. heel angle	0,0	deg			
	shall not be less than (>=)	0,150	m	17,403	Pass	+11502,00
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: Severe wind and rolling				Pass	
	Wind arm = $a P A (h - H) / (g \text{ disp.}) \cos^n(\phi)$					
	constant: a =	0,99966				
	wind pressure: P =	504,0	Pa			
	area centroid height (from zero point): h =	31,840	m			
	additional area: A =	455,600	m <sup>2</sup>			
	H = vert. centre of projected lat. u'water area	4,078	m			
	cosine power: n =	0				
gust ratio	1,5					

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
	Area2 integrated to the lesser of					
	2.3: IMO roll back angle from equilibrium (with steady heel arm)	23,5 (-23,4)	deg	-23,4		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	50,0	deg	50,0		
	first flooding angle of the DownfloodingPoints	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with gust heel arm)	90,0	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	angle of max. GZ	43,2	deg	43,2		
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16,0	deg	0,1	Pass	+99,18
	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	%	363,83	Pass	+263,83
	Intermediate values					
	Model windage area		m^2	4225,657		
	Model windage area centroid height (from zero point)		m	16,125		
	Total windage area		m^2	4681,257		
	Total windage area centroid height (from zero point)		m	17,655		
	Heel arm amplitude		m	0,040		
	Equilibrium angle with steady heel arm		deg	0,1		
	Equilibrium angle with gust heel arm		deg	0,2		
	Deck edge immersion angle		deg	36,0		
	Area1 (under GZ), from 0,2 to 50,0 deg.		m.rad	5,4862		
	Area1 (under HA), from 0,2 to 50,0 deg.		m.rad	0,0521		
	Area1, from 0,2 to 50,0 deg.		m.rad	5,4341		
	Area2 (under GZ), from -23,4 to 0,2 deg.		m.rad	-1,4689		
	Area2 (under HA), from -23,4 to 0,2 deg.		m.rad	0,0247		
	Area2, from -23,4 to 0,2 deg.		m.rad	1,4936		

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = 55,93 m)		35,8	n/a
Deck Edge (immersion pos = 55,93 m)		36	n/a
VENTILACIÓN BR	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
VENTILACIÓN ER	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
PUERTA LATERAL BR	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
PUERTA LATERAL ER	Downflooding point	Not immersed in positive range	0

## 5.7. BIBLIOGRAFÍA

*Código Internacional de Estabilidad sin avería, 2008.*

*MARPOL 73/78.*

Basilio Puente Varela, Vicente Díaz Casás: *Proyecto de buques y artefactos marinos 1.*

## ANEXO I: BUQUE BASE



# SPYROS K: Suezmax tanker for Tsakos Energy Navigation Ltd

Shipbuilder: ..... **Sungdong Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd**  
 Vessel's name: ..... **Spyros K**  
 Hull No.: ..... **S2034**  
 Owner/operator: ..... **Tsakos Energy Navigation Limited**  
 Country: ..... **Greece**  
 Designer: ..... **Sungdong Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd**  
 Country: ..... **Korea**  
 Model test establishment used: ..... **MOERI, Korea**  
 Flag: ..... **Liberia**  
 IMO number: ..... **9565948**  
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): ..... **1**  
 Total number of sister ships still on order: ..... **nil**

### TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: ..... 274.2m  
 Length bp: ..... 264m  
 Breadth moulded: ..... 48m  
 Depth moulded  
 To main deck: ..... 23.1m  
 To upper deck: ..... 23.1m  
 Width of double skin  
 Side: ..... 2.5m  
 Bottom: ..... 2.8m  
 Draught  
 Scantling: ..... 17.15m  
 Design: ..... 16m  
 Gross: ..... 81,000tonnes  
 Deadweight  
 Design: ..... 145,000dwt  
 Scantling: ..... 158,000dwt  
 Speed, service: ..... 15.7knots @ 90% mCR with 15% sea margin  
 Cargo capacity  
 Liquid volume: ..... 170,000m<sup>3</sup>  
 Bunkers  
 Heavy oil: ..... 4500m<sup>3</sup>  
 Diesel oil: ..... 200m<sup>3</sup>  
 Water ballast: ..... 54,000m<sup>3</sup>  
 Daily fuel consumption  
 Main engine only: ..... 69.3tonnes/day  
 Classification society and notations: ..... ABS A1(E), Oil Carrier, ESP, CRS, AB-CM, CPS, UWILD, +AMS, +ACCU, TCM, COW, VEC-L, BWE, ENVIRO, HM2+R, CRC, RW, PMA, GP  
 % high tensile steel used in construction: ..... abt. 40%  
 Main engine  
 Design: ..... 2-stroke, direct revidible, crosshead  
 Model: ..... 6S70MC-C7 Tier II  
 Manufacturer: ..... Hyundai-MAN B&W  
 Number: ..... 1  
 Type of fuel: ..... HFO, MDO or MGO  
 Output of each engine: ..... 18,660kW x 91rpm  
 Propeller  
 Material: ..... Ni-Al-Bronze  
 Designer/manufacturer: ..... HHI  
 Number: ..... 1  
 Fixed/controllable pitch: ..... Fixed  
 Diameter: ..... 8.2m  
 Speed: ..... 91rpm  
 Diesel-driven alternators  
 Number: ..... 3  
 Engine make/type: ..... HHI/ Himsen 6H21/32  
 Type of fuel: ..... HFO, MDO or MGO  
 Output/speed of each set: ..... 1050kW/ 720rpm  
 Alternator make/type: ..... HHI-EES/ HFC7-564-14E  
 Output/speed of each set: ..... 987kW/ 720rpm  
 Boilers  
 Number: ..... 2 x Aux. boilers  
 1 x comp. boiler  
 Type: ..... oil fired, vertical, water tube & forced draft  
 Make: ..... Aalborg  
 Output, each boiler:  
 Aux boiler: ..... 37,200kg/h  
 Comp. boiler: ..... 1500kg/h oil fired  
 1200kg/h exh. Gas

Cargo cranes/ cargo gear  
 Number: ..... 2  
 Make: ..... Oriental  
 Type: ..... Electro hydraulic, cylinder luffing jib rest  
 Performance: ..... 15tonnes/ 17.4m outreach  
 Other cranes  
 Number: ..... 2  
 Make: ..... Oriental  
 Type: ..... Electro hydraulic, cylinder luffing jib rest  
 Tasks: ..... Provisions  
 Performance: ..... 6.3tonnes/ 4m outreach,  
 2tonnes/ 4m outreach  
 Mooring equipment  
 Number: ..... 9  
 Make: ..... Rolls-Royce  
 Type: ..... Hydraulic/ high pressure  
 Special lifesaving equipment  
 Number of each and capacity: ..... 2 x 29 persons  
 Make: ..... Hyundai lifeboats Co., Ltd  
 Type: ..... Totally enclosed lifeboat  
 Cargo tanks  
 Number: ..... 6  
 Grades of cargo carried: ..... Crude oil  
 Coated tanks, make and type: ..... Nippon/Epoxy  
 Cargo pumps  
 Number: ..... 3  
 Type: ..... Centrifugal steam turbine  
 Make: ..... Shinko pump Japan  
 Stainless steel: ..... Impeller shaft  
 Capacity: ..... 4000m<sup>3</sup>/h x 135mTH  
 Cargo control system  
 Make: ..... ACE valve Korea  
 Type: ..... Console & VDU  
 Ballast control system  
 Make: ..... ACE valve Korea  
 Type: ..... Console & VDU  
 Complement  
 Officers: ..... 11  
 Crew: ..... 18  
 Bridge control system  
 Make: ..... Nabtesco  
 Type: ..... M-8000III  
 Fire detection system  
 Make: ..... Autronica Dire and Securitey  
 Type: ..... Autoprime  
 Fire extinguishing systems  
 Cargo holds: ..... NK/ Deck foam  
 Engine room: ..... NK/ CO<sub>2</sub>  
 Seaplus/ Low pressure system  
 Public spaces: ..... Samjoo  
 Radars  
 Number: ..... 2  
 Make: ..... JRC  
 Models: ..... JMA-9132-SA/ 9122-9XA  
 Waste disposal plant  
 Incinerator: ..... Teamtec GS500CS  
 Waste compactor: ..... Samjoo/ TT 160  
 Sewage plant: ..... Jonghap/ JMC-18N073  
 Contract date: ..... 14 July 2009  
 Launch/float-out date: 1 February 2011/ 11 February 2011  
 Delivery date: ..... 12 May 2011

