



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado

CURSO 2021/22

*BUQUE TANKER LNG 140000 m³ Y DISEÑO DE UNA
PLANTA GENERADORA DE POTENCIA CON
TURBINA DE GAS Y CICLO REGENERATIVO*

Número 2122-TFG-73

**Programa de simultaneidad de ingeniería naval y oceánica e
ingeniería mecánica**

ALUMNA/O

Marina de la Peña Herrero

TUTORAS/ES

Pablo Fariñas Alvariño

Alberto Arce Ceinos

FECHA

DICIEMBRE 2022

BUQUE TANKER LNG 140000 M3 Y DISEÑO DE UNA PLANTA GENERADORA DE POTENCIA CON TURBINA DE GAS Y CICLO REGENERATIVO. RESUMEN

En primer lugar, se desarrollará el proyecto de un buque tanker LNG. La particularidad de este buque es su carga, ya que requieren unas características muy concretas, debido a su temperatura, presión y flash point.

Una vez completado el proyecto de diseño del tanker de LNG, se desarrollará el diseño de una planta de potencia para la propulsión del buque, que se estima en un mínimo de 25 MW, basada en turbina de gas regenerativa empleando el propio LNG transportado como combustible. Esta turbina de gas regenerativa operará con dos compresores con una etapa de enfriamiento entre ambas compresiones y los gases de escape calientes se emplearán para precalentar el aire comprimido antes de entrar en la cámara de combustión.

En el diseño de esta planta de potencia se dimensionarán tanto en enfriador con agua de mar como del intercambiador gases-aire. Se compararán los resultados obtenidos en función de cómo los parámetros de diseño (relación de compresión, temperatura máxima, caudal de aire...) afecten a la eficiencia térmica de la planta. La comparación con turbina de gas simple y motor diésel se llevará a cabo en términos de eficiencia, coste y emisiones, estableciéndose las posibles ventajas e inconvenientes.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO/MÁSTER
CURSO 2021/22**

*BUQUE TANKER LNG 140000 m³ Y DISEÑO DE UNA
PLANTA GENERADORA DE POTENCIA CON
TURBINA DE GAS Y CICLO REGENERATIVO*

Número 2122-TFG-73

**Programa de simultaneidad de ingeniería naval y oceánica e
ingeniería mecánica**

Documento

CUADERNO 5: CONDICIONES DE CARGA

CONTENIDO

Buque tanker LNG 140000 m3 y diseño de una planta generadora de potencia con turbina de gas y ciclo regenerativo. Resumen	2
REQUISITOS PREVIOS DE OPERACIÓN. RPA.....	6
1 Introducción	7
2 Condiciones de carga evaluadas	8
2.1 Condición 1: Salida de puerto del buque a plena carga	8
2.2 Condición 2: Llegada a puerto del buque a plena carga	9
2.3 Condición 3: Salida de puerto del buque en lastre	10
2.4 Condición 4: Llegada a puerto del buque en lastre	11
3 Definición para las condiciones de carga	12
3.1 Peso en rosca.....	12
3.2 Pesos fijos a bordo	12
3.2.1 Víveres	12
3.2.2 Pertrechos	12
3.2.3 Tripulación	12
3.2.4 Respetos	13
3.2.5 Equipos amarre y fondeo.....	13
3.3 Capacidad de tanques	14
3.3.1 Corrección por superficies libres	14
4 Criterios	18
4.1 Calado medio y asiento	18
4.2 Criterios de estabilidad	18
4.3 Criterios de viento.....	19
5 Resultados de equilibrio.....	20
5.1 Comprobación de calado, asiento, escora y GM.....	20
5.1.1 Condición 1: Salida de puerto del buque a plena carga	20
5.1.2 Condición 2: Llegada a puerto del buque a plena carga	21
5.1.3 Condición 3: Salida de puerto del buque en lastre	22
5.1.4 Condición 4: Llegada a puerto del buque en lastre	23
6 Resultados estabilidad.....	24
6.1 Resultados de criterios establecidos satisfactorios	24
6.1.1 Condición 1: Salida de puerto del buque en plena carga	25
6.1.2 Condición 2: Llegada a puerto del buque en plena carga	27
6.1.3 Condición 3: Salida de puerto del buque en lastre	29

6.1.4 Condición 4: Llegada a puerto del buque en lastre	31
7 Resultados gráficas GZ y puntos de inundación	33
7.1.1 Condición 1: Salida del puerto del buque en plena carga	33
7.1.2 Condición 2: Llegada a puerto del buque en plena carga	35
7.1.3 Condición 3: Salida de puerto del buque en lastre	37
7.1.4 Condición 4: Llegada a puerto del buque en lastre	39

REQUISITOS PREVIOS DE OPERACIÓN. RPA

A continuación, se presentarán los requisitos previos iniciales en los que se basará el diseño del buque:

Tipo de buque

Buque Transporte de LNG - 140000 m³

Clasificación y cotas

SOLAS, CIG, Bureau Veritas, MARPOL

Características de la carga

Tanques membrana

Velocidad y autonomía

Velocidad servicio de 17,2 nudos, 85% MCR 10 MM. Autonomía 10.000 millas

Propulsión

Diesel eléctrico

Tripulación y pasaje

28 tripulantes

1 INTRODUCCIÓN

Este documento tratará de definir las distintas condiciones de carga en las que operará el buque, para después comprobar el cumplimiento de criterios de estabilidad para cada una de ellas. Además, se comprobarán los calados máximos y mínimos y los asientos máximos para verificar que también cumplen con los rangos que se establecerán.

Para ellos, se utilizará el software Maxsurf Stability.

Se recuerdan en la siguiente tabla que muestra parámetros básicos del proyectado:

Parámetro	Valor
Desplazamiento	109400
Eslora	255.1
Manga	41.97
Calado	12.2
Puntal	30
Cb	0.805

2 CONDICIONES DE CARGA EVALUADAS

En este apartado se presentarán las distintas condiciones de carga que presentará el buque a lo largo de su vida útil, estas situaciones se evaluarán a lo largo del documento.

Las condiciones de carga mínimas que habrá que evaluar las indica la ISC 2008, son las que se indican a continuación junto con sus características básicas.

2.1 Condición 1: Salida de puerto del buque a plena carga

- Totalidad de consumibles, es decir, combustible, agua, aceite, etcétera
- Totalidad de la carga
- Tanques de lastre vacíos
- Tanques de aguas grises y negras, lodos, etcétera vacíos
- Carga distribuida homogéneamente

Tanque	Nivel llenado	Peso	Volumen
Lightship	100%	36219,9	0
Pique proa	0%	0	0
Pique popa	0%	0	0
Comb (Uso Diario)	100%	396,9	441
Comb Sedimentacion	100%	396,9	441
Aceite Lub	100%	28,224	31,36
Agua dulce	100%	211,68	211,68
AGrises CM	0%	0	0
Lodos CM	0%	0	0
CombAlm 1	100%	2298,918	2554,353
CombAlm2	100%	2298,918	2554,353
LastreAlm 1	0%	0	0
LastreAlm 2	0%	0	0
Doble fondo Alm 1	0%	0	0
Doble fondo Alm 2	0%	0	0
Doble fondo Carga 1	0%	0	0
Doble fondo Carga 2	0%	0	0
Doble fondo Carga 1	0	0	
Doble fondo Carga 1	0%	0	
Doble casco 1	0%	0	0
Doble casco 1	0%	0	0
Tanque 1A	100%	8777,984	19082,573
Tanque 1B	100%	8777,984	19082,573
Tanque 2A	100%	8387,044	18232,704
Tanque 2B	100%	8387,044	18232,704
Tanque 3A	100%	8387,044	18232,704
Tanque 3B	100%	8387,044	18232,704
Tanque 4A	100%	8387,044	18232,704

Tanque 4B	100%	8387,044	18232,704
Doble fondo Carga 3	0%	0	0
Doble fondo Carga 4	0%	0	0
Total Loadcase		109729,671	153795,117

2.2 Condición 2: Llegada a puerto del buque a plena carga

- Totalidad de la carga
- Tanques de consumibles al 10% de su capacidad
- Tanques de lodos y aguas grises y negras llenos
- Tanques de lastre vacíos (Excepción tanques de lastre del doble fondo del pañol para que se cumplan criterios establecidos)
- Carga distribuida homogéneamente

Tanque	Nivel llenado	Peso	Volumen
Lightship	100%	36219,9	0
Pique proa	0%	0	0
Pique popa	0%	0	0
Comb (Uso Diario)	10%	39,69	44,1
Comb Sedimentacion	10%	39,69	44,1
Aceite Lub	10%	2,822	3,136
Agua dulce	10%	21,168	21,168
AGrisas CM	100%	273,738	267,061
Lodos CM	100%	264,962	264,962
CombAlm 1	30%	689,675	766,306
CombAlm2	0%	0	0
LastreAlm 1	0%	0	0
LastreAlm 2	0%	0	0
Doble fondo Alm 1	100%	1044,099	1018,633
Doble fondo Alm 2	100%	1044,099	1018,633
Doble fondo Carga 1	0%	0	0
Doble fondo Carga 2	0%	0	0
Doble fondo Carga 1	0	0	
Doble fondo Carga 1	0%	0	
Doble casco 1	0%	0	0
Doble casco 1	0%	0	0
Tanque 1A	100%	8777,984	19082,573
Tanque 1B	100%	8777,984	19082,573
Tanque 2A	100%	8387,044	18232,704
Tanque 2B	100%	8387,044	18232,704
Tanque 3A	100%	8387,044	18232,704
Tanque 3B	100%	8387,044	18232,704
Tanque 4A	100%	8387,044	18232,704
Tanque 4B	100%	8387,044	18232,704
Doble fondo Carga 3	0%	0	0

Doble fondo Carga 4	0%	0	0
Total Loadcase		105429,877	148972,204

2.3 Condición 3: Salida de puerto del buque en lastre

- Tanques de carga vacíos
- Tanques de consumibles llenos
- Tanques de aguas grises y negras y lodos vacíos
- Tanques de lastre llenos
- Carga distribuida de forma más heterogénea que las anteriores condiciones

Tanque	Nivel llenado	Peso	Volumen
Lightship	100%	36219,9	0
Pique proa	100%	6792,571	6626,899
Pique popa	100%	11501,797	11221,266
Comb (Uso Diario)	100%	396,9	441
Comb Sedimentacion	100%	396,9	441
Aceite Lub	100%	28,224	31,36
Agua dulce	100%	211,68	211,68
AGrises CM	0%	0	0
Lodos CM	0%	0	0
CombAlm 1	100%	2298,918	2554,353
CombAlm2	100%	2298,918	2554,353
LastreAlm 1	100%	6542,62	6383,044
LastreAlm 2	100%	6542,62	6383,044
Doble fondo Alm 1	100%	1044,099	1018,633
Doble fondo Alm 2	100%	1044,099	1018,633
Doble fondo Carga 1	100%	3265,976	3186,319
Doble fondo Carga 2	100%	3265,976	3186,319
Doble fondo Carga 1	100	7097,641	
Doble fondo Carga 1	10000%	7097,641	
Doble casco 1	100%	3526,947	3440,924
Doble casco 1	100%	3599,887	3512,085
Tanque 1A	0%	0	0
Tanque 1B	0%	0	0
Tanque 2A	0%	0	0
Tanque 2B	0%	0	0
Tanque 3A	0%	0	0
Tanque 3B	0%	0	0
Tanque 4A	0%	0	0
Tanque 4B	0%	0	0
Doble fondo Carga 3	100%	3647,143	3558,188
Doble fondo Carga 4	100%	3647,143	3558,188
Total Loadcase		110467,6	59327,289

2.4 Condición 4: Llegada a puerto del buque en lastre

- Tanques de carga vacíos
- Tanques de consumibles al 10% de su capacidad
- Tanques de aguas grises y negras y lodos llenos
- Tanques de lastre llenos
- Carga distribuida de forma más heterogénea que las anteriores condiciones

Tanque	Nivel llenado	Peso	Volumen
Lightship	1	36219,9	
Pique proa	100%	6792,571	6626,899
Pique popa	100%	11501,797	11221,266
Comb (Uso Diario)	10%	39,69	44,1
Comb Sedimentacion	10%	39,69	44,1
Aceite Lub	10%	2,822	3,136
Agua dulce	10%	21,168	21,168
AGrises CM	100%	273,738	267,061
Lodos CM	100%	264,962	264,962
CombAlm 1	30%	689,675	766,306
CombAlm2	0%	0	0
LastreAlm 1	100%	6542,62	6383,044
LastreAlm 2	100%	6542,62	6383,044
Doble fondo Alm 1	100%	1044,099	1018,633
Doble fondo Alm 2	100%	1044,099	1018,633
Doble fondo Carga 1	100%	3265,976	3186,319
Doble fondo Carga 2	100%	3265,976	3186,319
Doble fondo Carga 1	100	7097,641	
Doble fondo Carga 1	100	7097,641	
Doble casco 1	100%	3526,947	3440,924
Doble casco 1	100%	3599,887	3512,085
Tanque 1A	0%	0	0
Tanque 1B	0%	0	0
Tanque 2A	0%	0	0
Tanque 2B	0%	0	0
Tanque 3A	0%	0	0
Tanque 3B	0%	0	0
Tanque 4A	0%	0	0
Tanque 4B	0%	0	0
Doble fondo Carga 3	100%	3647,143	3558,188
Doble fondo Carga 4	100%	3647,143	3558,188

3 DEFINICIÓN PARA LAS CONDICIONES DE CARGA

3.1 Peso en rosca

El peso en rosca será común a todas las condiciones de carga, se calculó en el cuaderno 2 teniendo en cuenta el peso de la maquinaria, acero, equipos y habilitación, y a continuación se recuerda:

	P Rosca (Ton)	XG (m)	YG (m)	KG (m)
	32927,2113	115,8012	0	16,0395
Margen 10%	36219,9324	116,8012	0	16,5395

3.2 Pesos fijos a bordo

3.2.1 Víveres

Para el tipo de buque se estiman 5 kg por persona y día, por tanto:

$$P_{Viveres} = 5kg * Tripulantes * DíasAutonomia = 5 * 28 * 25 = 3500 kg = 3.5 Ton$$

Su centro de gravedad se localizará en la cubierta principal, en la zona de la habilitación, por tanto:

$$XG = 28 m$$

$$YG = 0$$

$$KG = 31 m$$

3.2.2 Pertrechos

Los pertrechos con los elementos que no son consumibles y que el armador considera necesarios llevar a bordo, como, por ejemplo, repuestos o elementos adicionales.

Este valor depende mucho de cada armador, pero para el buque proyectado se estima:

$$P_{Pertrechos} = 100 Ton$$

Se situará en cámara de máquinas, por tanto, su centro de gravedad se localizará:

$$XG = 28m$$

$$YG = 0$$

$$KG = 15 m$$

3.2.3 Tripulación

Debido a que es un buque de carga, no hay pasaje a bordo, es decir, se tendrá en cuenta solo la tripulación. Considerando 125 kg por persona:

$$P_{Tripulación} = 125 * 28 = 3500 kg = 3.5 Ton$$

Con un centro de gravedad localizado en el centro de gravedad de la habilitación:

$$XG = 28 m$$

$$KG = 39 \text{ m}$$

$$YG = 0$$

3.2.4 Respetos

Calculados con la expresión:

$$P_{Respetos} = a * MCR + b * MCR^{0.7}$$

Siendo, para potencias mayores de 736 kW, como en el caso de proyecto

- a = 0.0109
- b = 0.07525

Resulta,

$$P_{Respetos} = 380 \text{ Ton}$$

Localizándose en la cámara de máquinas:

$$XG = 28 \text{ m}$$

$$YG = 0$$

$$KG = 15 \text{ m}$$

3.2.5 Equipos amarre y fondeo

Se utilizará la siguiente expresión:

$$NE = \Delta^{2/3} + 2 \times B \times H + \frac{Ap}{10}$$

Donde,

- H es la altura desde el calado de verano la altura de las casetas superiores a B/4. Consideraremos H=18m.
- Ap es el área de perfil del buque. Fr será el francobordo calculado en el cuaderno 1.

$$Ap = Lpp \times Fr$$

Finalmente,

$$NE = 4063,45$$

Utilizando el libro citado anteriormente, se aproximará el valor del peso de amarre y fondeo para este numeral de equipo calculado.

$$Paf = 320 \text{ toneladas}$$

El centro de gravedad se considerará dividido en dos partes.

En primer lugar: El 80% del peso a proa distribuido en 0,02L. Centrado a 0,0035L a popa de la proa.

$$Pproa = 0,2 \times 320$$

$$XG pr = 255 - 0,0035 \times 255$$

En segundo lugar, el 20% del peso se llevará a popa, distribuido en 0,02L. Se tomará en la perpendicular de popa.

$$Ppp = 0,2 \times 320$$

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

Finalmente, combinando los dos centros de gravedad anterior, obtenemos el total:

$$XG = 220 \text{ m}$$

$$KG = 28 m$$

3.3 Capacidad de tanques

Los tanques se llenarán siguiendo las indicaciones de los anteriores subapartados según las distintas condiciones.

A continuación, se muestra una tabla resumen con la capacidad de todos los tanques:

Item name	Total mass [Tonne]	Total volume [m3]
Lightship	36219	
Pique proa	6792,571	6626,899
Pique popa	11501,797	11221,266
Comb (Uso Diario)	396,9	441
Comb Sedimentacion	396,9	441
Aceite Lub	28,224	31,36
Agua dulce	211,68	211,68
AGrisés CM	273,738	267,061
Lodos CM	264,962	264,962
CombAlm 1	2298,918	2554,353
CombAlm2	2298,918	2554,353
LastreAlm 1	6542,62	6383,044
LastreAlm 2	6542,62	6383,044
Doble fondo Alm 1	1044,099	1018,633
Doble fondo Alm 2	1044,099	1018,633
Doble fondo Carga 1	3265,976	3186,319
Doble fondo Carga 2	3265,976	3186,319
Doble fondo Carga 3	3647,143	3558,188
Doble fondo Carga 4	3647,143	3558,188
Doble casco 1	3526,947	3440,924
Doble casco 1	3599,887	3512,085
Tanque 1A	8777,984	19082,573
Tanque 1B	8777,984	19082,573
Tanque 2A	8387,044	18232,704
Tanque 2B	8387,044	18232,704
Tanque 3A	8387,044	18232,704
Tanque 3B	8387,044	18232,704
Tanque 4A	8387,044	18232,704

3.3.1 Corrección por superficies libres

La corrección por superficies libres pretende evaluar la elevación virtual del centro de gravedad del líquido en el tanque debido al movimiento del fluido dentro de él. La variación del centro de gravedad del tanque hará que aumente también la altura del centro de

gravidad total del buque. A mayor superficie del tanque, más habrá que considerar su efecto en la estabilidad.

El efecto de las superficies libres habrá que tenerlo en cuenta en tanques con un nivel de llenado comprendido entre el 2% y el 98%.

Para identificar los tanques a los que hay que aplicar corrección y los que no se utiliza la siguiente expresión obtenida de los apuntes de la asignatura “Proyectos del buque y artefactos marinos I”:

$$M_{SL} = v * b * \gamma * k * \delta^{\frac{1}{2}}$$

Siendo,

- M_SL el momento por superficie libre a una inclinación de 30°
- V la capacidad total del tanque en metros cúbicos
- B la manga máxima del tanque
- Y el peso específico del líquido que contiene el tanque
- K es un coeficiente que indica el reglamento ISC 2008

θ b/h	5°	10°	15°	20°	30°	40°	45°	50°	60°	70°	75°	80°	90°	θ 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

- Delta que es el coeficiente de bloque del tanque

Se evalúan todos los tanques que cumplan que el momento generado a 30° sea superior al 1% del desplazamiento mínimo. Los tanques que generen un momento inferior no necesitaran ser corregidos.

CUADERNO 5: Condiciones de carga

Marina de la Peña Herrero; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

TANQUE	PESO	VOLUMEN	ANCHO	LONGITUD	ALTURA	DENSIDAD	COEF.BLOQUE	B/H	K	MSL	1%P.ROSCA	CORRIGE
Pique proa	6792,571	6626,899	40	16,004	30	1,025	0,345064699	1,33333333	0,062	9895,46402	362,1993	SI
Pique popa	11501,797	11221,266	40	22,464	30	1,025	0,41626845	1,33333333	0,062	18403,6579		SI
Comb (Uso Diario)	396,9	441	10	10	4,5	0,9	0,98	2,22222222	0,0725	284,860442		NO
Comb Sedimentacion	396,9	441	10	10	4,5	0,9	0,98	2,22222222	0,0725	284,860442		NO
Aceite Lub	28,224	31,36	8	2	2	0,9	0,98	4	0,11	24,5874944		NO
Agua dulce	211,68	211,68	8	6	4,5	1	0,98	1,77777778	0,08	134,113606		NO
AGrises CM	273,738	267,061	8	14	2,5	1,025	0,953790941	3,2	0,11	235,257569		NO
Lodos CM	264,962	264,962	8	14	2,5	1	0,946292857	3,2	0,11	226,818799		NO
CombAlm 1	2298,918	2554,353	22	34	4	0,9	0,853727718	5,5	0,11	5140,41854		SI
CombAlm2	2298,918	2554,353	22	34	4	0,9	0,853727718	5,5	0,11	5140,41854		SI
LastreAlm 1	6542,62	6383,044	19	30	12	1,025	0,933193553	1,58333333	0,071	8526,08225		SI
LastreAlm 2	6542,62	6383,044	19	30	12	1,025	0,933193553	1,58333333	0,071	8526,08225		SI
Doble fondo Alm 1	1044,099	1018,633	20	28	2,5	1,025	0,727595122	8	0,11	1959,33717		SI
Doble fondo Alm 2	1044,099	1018,633	20	28	2,5	1,025	0,727595122	8	0,11	1959,33717		SI
Doble fondo Carga 1	3265,976	3186,319	20	80	2,5	1,025	0,796579512	8	0,11	6412,83943		SI
Doble fondo Carga 2	3265,976	3186,319	20	80	2,5	1,025	0,796579512	8	0,11	6412,83943		SI
Doble fondo Carga 3	3647,143	3558,188	20	78	2,5	1,025	0,912355972	8	0,11	7664,03707		SI
Doble fondo Carga 4	3647,143	3558,188	20	78	2,5	1,025	0,912355972	8	0,11	7664,03707		SI
Doble casco 1	3526,947	3440,924	2	160	27	1,025	0,398255081	0,07407407	0	0		NO
Doble casco 1	3599,887	3512,085	2	160	27,2	1,025	0,403502399	0,07352941	0	0		NO
Tanque 1A	8777,984	19082,573	19	38	27,2	0,46	0,971696977	0,69852941	0,032	5260,94509		SI
Tanque 1B	8777,984	19082,573	19	38	27,2	0,46	0,971696977	0,69852941	0,032	5260,94509		SI
Tanque 2A	8387,044	18232,704	19	36	27,2	0,46	0,980000019	0,69852941	0,032	5048,07193		SI
Tanque 2B	8387,044	18232,704	19	36	27,2	0,46	0,980000019	0,69852941	0,032	5048,07193		SI
Tanque 3A	8387,044	18232,704	19	36	27,2	0,46	0,980000019	0,69852941	0,032	5048,07193		SI
Tanque 3B	8387,044	18232,704	19	36	27,2	0,46	0,980000019	0,69852941	0,032	5048,07193		SI
Tanque 4A	8387,044	18232,704	19	36	27,2	0,46	0,980000019	0,69852941	0,032	5048,07193	SI	
Tanque 4B	8387,044	18232,704	19	36	27,2	0,46	0,980000019	0,69852941	0,032	5048,07193	SI	

En la tabla anterior se muestran el proceso de cálculo y los resultados obtenidos en cada caso.

Los tanques de lastre se llenarán siempre hasta el 98% o estarán vacíos, por tanto, no será necesaria su corrección. Lo mismo ocurre con los tanques de carga, por tanto, tampoco corrigen.

Se destacan los tanques para los cuales es necesaria la corrección por superficies libres. Son aquellos que transportan consumibles. Además, se indica que en caso de ser pares (Por ejemplo, tanque de combustible de babor y tanque de combustible de estribor) solo corrige uno de ellos, ya que no van a estar los dos con un llenado medio simultáneamente.

4 CRITERIOS

4.1 Calado medio y asiento

En la regla 18, parte A, anexo I del MARPOL se indica la obligatoriedad de los buques de tener en todo momento un calado mínimo y un asiento máximo.

Además, como se indicó en documentos anteriores, se debe asegurar que la hélice está completamente sumergida en todo momento, por ello, se exige que se disponga de tanques de lastre a popa del buque.

A continuación, se indican los criterios a cumplir:

1. Calado de trazado en el centro del buque no debe ser menor a:

$$T = 2 + 0.02 * L_{pp} = 2 + 0.02 * 255.1 = 7.1 \text{ m}$$

Pero en el caso proyectado, teniendo en cuenta el diámetro de la hélice (8.5 m calculado en el cuaderno 3) y que está ha de estar completamente sumergida, el calado no podrá ser inferior a 8.5 metros.

2. El asiento por popa máximo no será mayor que el 1.5% de la eslora:

$$t_{M\acute{a}x} = 1.5\% \text{ de } L_{pp} = 0.015 * 255.1 = 3.826 \text{ metros}$$

4.2 Criterios de estabilidad

Los criterios de estabilidad aplicables al buque en estado intacto se recogen en el ISC Code 2008 y son los siguientes:

- El área bajo la curva de brazos adrizantes GZ no será inferior a 0,055 metros por radian hasta un ángulo de escora de 30°, ni inferior a 0,090 metros por radian hasta un ángulo de escora de 40°, o hasta el ángulo de inundación, si es inferior a 40°. Además, el área bajo la curva de brazos adrizantes entre los ángulos de escora de 30° y 40° (o 30° y el ángulo de inundación progresiva) no será inferior a 0,03 metros por radian.

$$d_{30} \geq 0.055 \text{ m.rad}$$

$$d_{40} \geq 0.090 \text{ m.rad}$$

$$d_{40-30} \geq 0.030 \text{ m.rad}$$

- El brazo adrizante GZ será como mínimo 0,2 metros a un ángulo de escora igual o superior a 30°, pero no inferior a 25°.

$$GZ \geq 0.2 \text{ metros para } \alpha \geq 30^\circ$$

- El brazo adrizante GZ máximo corresponderá a un ángulo de escora no inferior a 25°, y preferiblemente superior a 30°

$$GZ_{M\acute{a}x} \geq 25^\circ$$

- La altura metacéntrica inicial GM no será inferior a 0,15 metros.

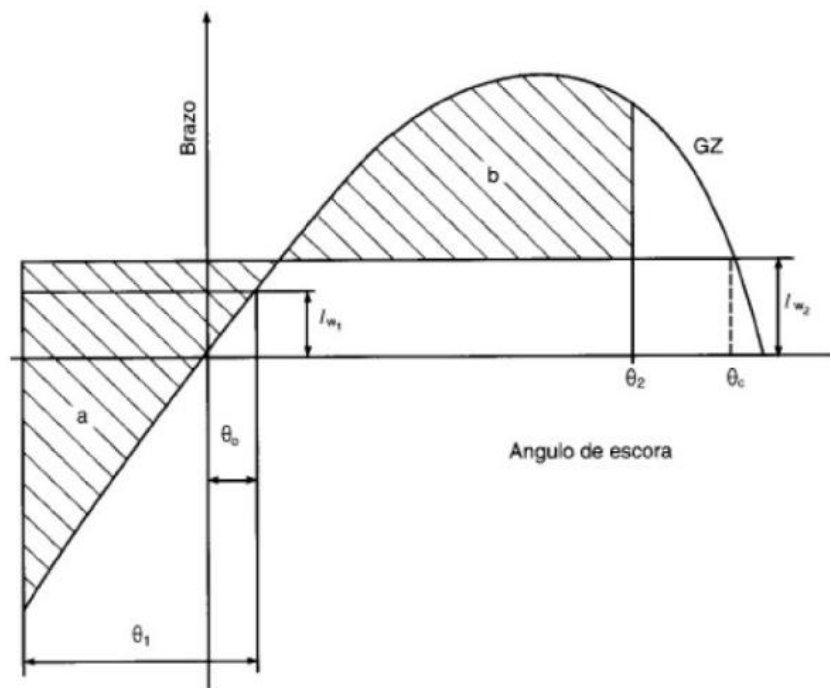
$$GM_0 \geq 0.15 \text{ metros}$$

Dado que el CIG obliga a comprobar otras condiciones, solo se comprueban las que regula la OMI.

4.3 Criterios de viento

El buque ha de ser capaz de soportar también los efectos del viento y del balance, para ello se somete al buque a una presión de viento constante con dirección perpendicular al plano de crujía, esta fuerza producirá un par escorante lw_1 . Se supone que a partir de un ángulo resultante de equilibrio el buque se balancea a causa de las olas hasta que alcanza un ángulo de balance a barlovento. El ángulo de escora para el caso de viento constante no puede ser superior a 16° o al 80% del ángulo de inmersión del borde de la cubierta.

Después, se somete al buque a la presión de una ráfaga de viento que generará un par escorante lw_2 , se deberá cumplir en la siguiente imagen que el área b sea igual o mayor al área a :



5 RESULTADOS DE EQUILIBRIO

5.1 Comprobación de calado, asiento, escora y GM

A continuación, se presentarán los resultados de equilibrio obtenidos de Maxsurf Stability para cada condición de carga. Después, se comprobará que se cumplen los criterios que se han definido en otros apartados de este documento. A continuación, se recuerdan:

$$T_{Min} = 8.5 \text{ m}$$

$$t_{POPAmáx} = 3.826 \text{ m}$$

$$GM > 0.15 \text{ m}$$

$$Escora < 0.5$$

5.1.1 Condición 1: Salida de puerto del buque a plena carga

Displacement t	110008
Heel deg	0
Draft at FP m	10,668
Draft at AP m	13,95
Draft at LCF m	12,298
Trim (+ve by stern) m	3,282
WL Length m	262,024
Beam max extents on WL m	41,967
Wetted Area m ²	14198,115
Waterpl. Area m ²	9604,477
Prismatic coeff. (Cp)	0,806
Block coeff. (Cb)	0,793
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,986
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,874
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	129,549
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	128,384
KB m	6,446
KG fluid m	16,758
BMt m	11,551
BML m	413,479
Gmt corrected m	1,238
GML m	403,167
KMt m	17,996
KML m	419,892
Immersion (TPC) tonne/cm	98,446
MTc tonne.m	1738,595
RM at 1deg = Gmt.Disp.sin(1) tonne.m	2376,788

CUADERO 5: Condiciones de carga

Marina de la Peña Herrero; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Max deck inclination deg	0,737
Trim angle (+ve by stern) deg	0,737

Keypoint	Type	Freebord
Acceso Habilitacion 1	Downflooding point	16,333
Acceso habilitación 2	Downflooding point	16,333
Ventilacion CM	Downflooding point	16,333

5.1.2 Condición 2: Llegada a puerto del buque a plena carga

Draft Amidships m	12,057
Displacement t	107526
Heel deg	-2,2
Draft at FP m	10,123
Draft at AP m	13,991
Draft at LCF m	12,043
Trim (+ve by stern) m	3,868
WL Length m	262,588
Beam max extents on WL m	41,996
Wetted Area m ²	14060,814
Waterpl. Area m ²	9625,864
Prismatic coeff. (Cp)	0,797
Block coeff. (Cb)	0,789
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,994
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,873
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	128,588
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	128,499
KB m	6,337
KG fluid m	16,295
BMt m	11,838
BML m	425,821
GMt corrected m	1,871
GML m	415,854
KMt m	18,164
KML m	431,786
Immersion (TPc) tonne/cm	98,665
MTc tonne.m	1752,844
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	3510,365
Max deck inclination deg	2,393
Trim angle (+ve by stern) deg	0,8687

Keypoint	Type	Freebord
----------	------	----------

CUADERO 5: Condiciones de carga

Marina de la Peña Herrero; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Acceso Habilitacion 1	Downflooding point	16,285
Acceso habilitacion 2	Downflooding point	16,285
Ventilacion CM	Downflooding point	16,246

Tanques de lastre del doble fondo del pañol están llenos.

5.1.3 Condición 3: Salida de puerto del buque en lastre

Draft Amidships m	12,248
Displacement t	110467
Heel deg	-11,5
Draft at FP m	14,099
Draft at AP m	10,396
Draft at LCF m	12,306
Trim (+ve by stern) m	-3,703
WL Length m	254,287
Beam max extents on WL m	42,817
Wetted Area m ²	14138,718
Waterpl. Area m ²	9552,128
Prismatic coeff. (Cp)	0,792
Block coeff. (Cb)	0,809
Max Sect. area coeff. (Cm)	1,029
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,878
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	140,082
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	131,554
KB m	6,706
KG fluid m	12,332
BMT m	11,911
BML m	390,056
GMT corrected m	6,169
GML m	384,313
KMT m	18,377
KML m	388,875
Immersion (TPC) tonne/cm	97,909
MTc tonne.m	1664,208
RM at 1deg = GMT.Disp.sin(1) tonne.m	11892,56
Max deck inclination deg	11,5416
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,8316

Keypoint	Type	Freebord
Acceso Habilitacion 1	Downflooding point	19,408
Acceso habilitacion 2	Downflooding point	19,408

Ventilacion CM	Downflooding point	19,208
----------------	--------------------	--------

5.1.4 Condición 4: Llegada a puerto del buque en lastre

Draft Amidships m	11,83
Displacement t	106170
Heel deg	-11,4
Draft at FP m	12,692
Draft at AP m	10,968
Draft at LCF m	11,853
Trim (+ve by stern) m	-1,724
WL Length m	254,271
Beam max extents on WL m	42,793
Wetted Area m ²	13936,267
Waterpl. Area m ²	9562,449
Prismatic coeff. (Cp)	0,818
Block coeff. (Cb)	0,805
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,985
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,88
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	137,351
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	131,026
KB m	6,451
KG fluid m	11,947
BMt m	12,39
BML m	407,802
GMt corrected m	6,782
GML m	402,195
KMt m	18,596
KML m	406,21
Immersion (TPc) tonne/cm	98,015
MTc tonne.m	1673,901
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	12567,449
Max deck inclination deg	11,3982
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,3872

Keypoint	Type	Freebord
Acceso Habilitacion 1	Downflooding point	18,959
Acceso habilitacion 2	Downflooding point	18,959
Ventilacion CM	Downflooding point	18,762

6 RESULTADOS ESTABILIDAD

6.1 Resultados de criterios establecidos satisfactorios

6.1.1 Condición 1: Salida de puerto del buque en plena carga

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
	to the lesser of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	angle of vanishing stability	70	deg			
	shall not be less than (\geq)	0,055	m.rad	0,2799	Pass	408,86
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		
	first flooding angle of the DownfloodingPoints	n/a	deg			
	angle of vanishing stability	70	deg			
	shall not be less than (\geq)	0,09	m.rad	0,6047	Pass	571,88
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		
	first flooding angle of the DownfloodingPoints	n/a	deg			
	angle of vanishing stability	70	deg			
	shall not be less than (\geq)	0,03	m.rad	0,3248	Pass	982,7
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
	in the range from the greater of					

CUADERO 5: Condiciones de carga

Marina de la Peña Herrero; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

	spec. heel angle	30	deg	30		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	90	deg			
	angle of max. GZ	53,8	deg	53,8		
	shall not be less than (\geq)	0,2	m	3,021	Pass	1410,5
	Intermediate values					
	angle at which this GZ occurs		deg	53,8		
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
	shall not be less than (\geq)	25	deg	53,8	Pass	115,01
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMT				Pass	
	spec. heel angle	0	deg			
	shall not be less than (\geq)	0,15	m	1,194	Pass	696

6.1.2 Condición 2: Llegada a puerto del buque en plena carga

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
	to the lesser of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	angle of vanishing stability	70	deg			
	shall not be less than (\geq)	0,055	m.rad	0,397	Pass	621,75
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		
	first flooding angle of the DownfloodingPoints	n/a	deg			
	angle of vanishing stability	70	deg			
	shall not be less than (\geq)	0,09	m.rad	0,7887	Pass	776,39
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		
	first flooding angle of the DownfloodingPoints	n/a	deg			
	angle of vanishing stability	70	deg			
	shall not be less than (\geq)	0,03	m.rad	0,3918	Pass	1205,93
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
	in the range from the greater of					

CUADERO 5: Condiciones de carga

Marina de la Peña Herrero; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

	spec. heel angle	30	deg	30		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	90	deg			
	angle of max. GZ	54,7	deg	54,7		
	shall not be less than (\geq)	0,2	m	3,476	Pass	1638
	Intermediate values					
	angle at which this GZ occurs		deg	54,7		
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
	shall not be less than (\geq)	25	deg	54,7	Pass	118,63
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMT				Pass	
	spec. heel angle	0	deg			
	shall not be less than (\geq)	0,15	m	1,837	Pass	1124,67

6.1.3 Condición 3: Salida de puerto del buque en lastre

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
	to the lesser of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	angle of vanishing stability	70	deg			
	shall not be less than (>=)	0,055	m.rad	1,3904	Pass	2427,95
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		
	first flooding angle of the DownfloodingPoints	n/a	deg			
	angle of vanishing stability	70	deg			
	shall not be less than (>=)	0,09	m.rad	2,2974	Pass	2452,66
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		
	first flooding angle of the DownfloodingPoints	n/a	deg			
	angle of vanishing stability	70	deg			
	shall not be less than (>=)	0,03	m.rad	0,907	Pass	2923,3
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
	in the range from the greater of					

CUADERO 5: Condiciones de carga

Marina de la Peña Herrero; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

	spec. heel angle	30	deg	30		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	90	deg			
	angle of max. GZ	57,3	deg	57,3		
	shall not be less than (\geq)	0,2	m	7,208	Pass	3504
	Intermediate values					
	angle at which this GZ occurs		deg	57,3		
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
	shall not be less than (\geq)	25	deg	57,3	Pass	129,35
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMT				Pass	
	spec. heel angle	0	deg			
	shall not be less than (\geq)	0,15	m	5,324	Pass	3449,33

6.1.4 Condición 4: Llegada a puerto del buque en lastre

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
	to the lesser of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	angle of vanishing stability	70	deg			
	shall not be less than (>=)	0,055	m.rad	1,5251	Pass	2672,95
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		
	first flooding angle of the DownfloodingPoints	n/a	deg			
	angle of vanishing stability	70	deg			
	shall not be less than (>=)	0,09	m.rad	2,4994	Pass	2677,15
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		
	first flooding angle of the DownfloodingPoints	n/a	deg			
	angle of vanishing stability	70	deg			
	shall not be less than (>=)	0,03	m.rad	0,9743	Pass	3147,58
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
	in the range from the greater of					

CUADERO 5: Condiciones de carga

Marina de la Peña Herrero; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

	spec. heel angle	30	deg	30		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	90	deg			
	angle of max. GZ	57,3	deg	57,3		
	shall not be less than (\geq)	0,2	m	7,659	Pass	3729,5
	Intermediate values					
	angle at which this GZ occurs		deg	57,3		
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
	shall not be less than (\geq)	25	deg	57,3	Pass	129,35
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMT				Pass	
	spec. heel angle	0	deg			
	shall not be less than (\geq)	0,15	m	5,91	Pass	3840

7 GRÁFICAS GZ Y PUNTOS DE INUNDACIÓN

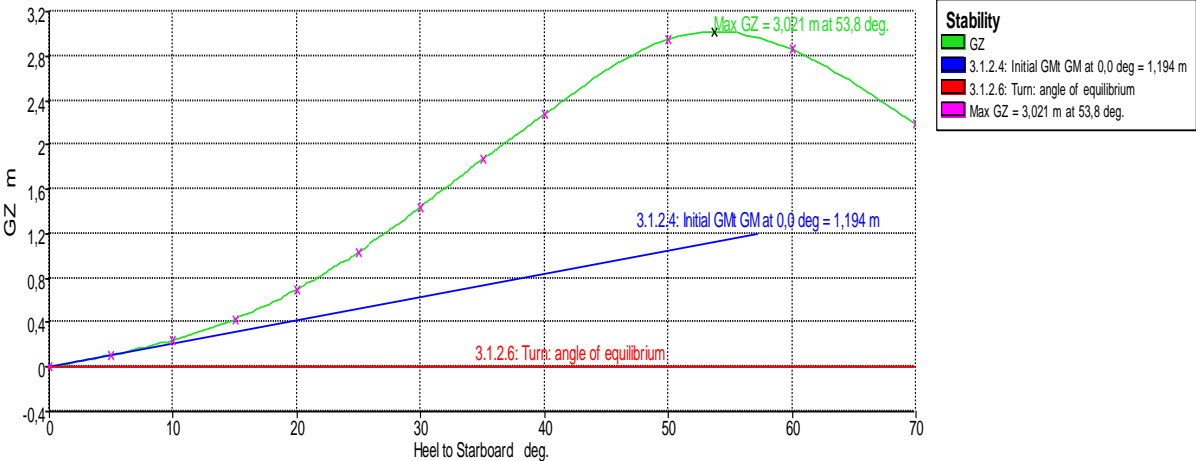
7.1 Resultados

7.1.1 Condición 1: Salida del puerto del buque en plena carga

Heel to Starboard deg	0,0	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	50,0	60,0	70,0
GZ m	0,000	0,108	0,242	0,430	0,696	1,037	1,440	1,866	2,272	2,950	2,857	2,195
Area under GZ curve from zero heel m.rad	0,000 0	0,004 6	0,019 6	0,048 5	0,097 0	0,172 1	0,279 9	0,424 2	0,604 7	1,066 9	1,586 4	2,030 9
Displacement t	1097 34	1097 31	1097 33	1097 30	1097 29	1097 33	1097 31	1097 22	1097 30	1097 30	1097 20	1097 22
Draft at FP m	10,72 4	10,73 4	10,76 9	10,83 1	10,92 0	11,00 6	11,04 1	10,94 7	10,63 9	9,103	6,357	1,112
Draft at AP m	13,83 7	13,80 8	13,71 9	13,55 4	13,30 4	12,99 0	12,59 1	12,07 5	11,37 7	9,157	5,782	- 0,411
WL Length m	261,9 52	261,9 40	261,8 95	261,8 12	261,6 79	261,5 61	261,7 46	262,1 10	262,4 35	263,2 70	263,7 71	263,2 04
Beam max extents on WL m	41,96 7	42,12 4	42,60 0	43,40 6	44,48 8	45,46 5	45,73 8	45,37 8	44,59 6	41,27 9	36,54 0	33,67 6
Wetted Area m ²	1417 8,652	1418 9,924	1422 5,228	1428 6,706	1434 3,052	1439 5,312	1445 6,516	1447 4,519	1445 7,869	1454 9,011	1459 0,945	1458 9,599
Waterpl. Area m ²	9592, 029	9638, 593	9780, 665	1002 6,237	1028 2,861	1052 9,519	1071 2,145	1078 7,904	1079 4,869	1031 5,454	9243, 960	8540, 052
Prismatic coeff. (Cp)	0,807	0,808	0,811	0,815	0,823	0,831	0,839	0,845	0,850	0,847	0,844	0,844
Block coeff. (Cb)	0,793	0,791	0,784	0,774	0,761	0,752	0,757	0,782	0,833	1,080	1,833	34,47 8
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	129,8 25	129,8 27	129,8 33	129,8 43	129,8 57	129,8 76	129,8 96	129,9 13	129,9 28	129,9 51	129,9 65	129,9 78
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	128,5 08	128,4 04	128,0 94	127,6 02	127,5 22	127,7 69	127,7 14	127,3 07	126,8 55	126,6 47	126,8 13	126,7 22
Max deck inclination deg	0,699 1	5,047 0	10,02 11	15,01 14	20,00 61	25,00 31	30,00 14	35,00 05	40,00 02	50,00 00	60,00 00	70,00 00
Trim angle (+ve by stern) deg	0,699 1	0,690 3	0,662 6	0,611 6	0,535 6	0,445 5	0,348 0	0,253 4	0,165 7	0,012 2	- 0,1292	- 0,3421

CUADERO 5: Condiciones de carga

Marina de la Peña Herrero; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**



CUADERO 5: Condiciones de carga

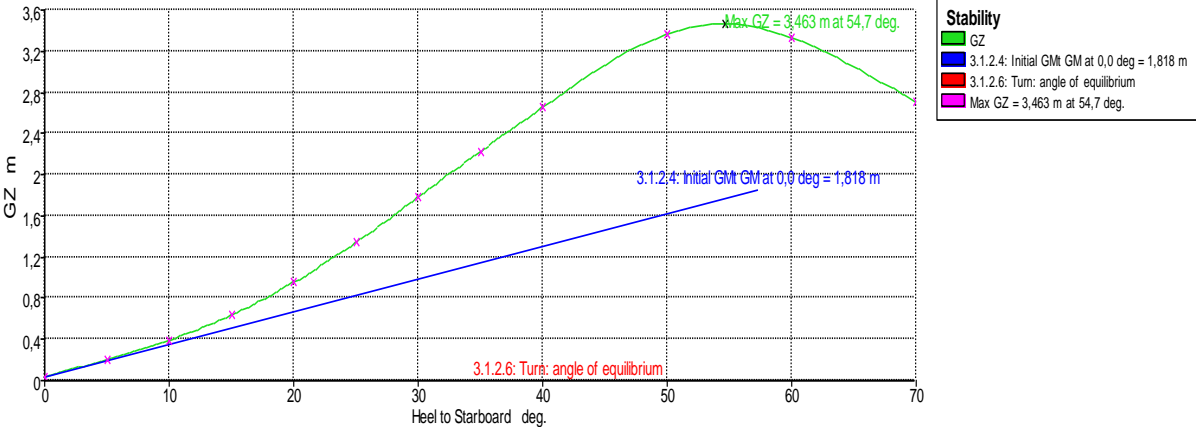
Marina de la Peña Herrero; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

7.1.2 Condición 2: Llegada a puerto del buque en plena carga

Heel to Starboard deg	0,0	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	50,0	60,0	70,0
GZ m	0,041	0,203	0,391	0,633	0,951	1,339	1,778	2,229	2,650	3,368	3,333	2,706
Area under GZ curve from zero heel m.rad	0,000 0	0,010 6	0,036 2	0,080 4	0,149 0	0,248 4	0,384 1	0,559 1	0,771 9	1,303 3	1,900 8	2,431 8
Displacement t	1077 55	1077 50	1077 52	1077 48	1077 47	1077 49	1077 43	1077 48	1077 48	1077 48	1077 39	1077 41
Draft at FP m	10,20 6	10,21 5	10,25 2	10,31 6	10,40 6	10,48 8	10,51 0	10,39 2	10,04 7	8,385	5,342	- 0,503
Draft at AP m	13,95 7	13,92 9	13,83 8	13,67 0	13,41 8	13,10 2	12,70 3	12,19 1	11,49 4	9,285	5,954	- 0,134
WL Length m	262,5 13	262,5 07	262,4 74	262,4 13	262,3 23	262,2 37	262,2 69	262,5 17	262,7 64	263,4 72	263,7 35	262,9 09
Beam max extents on WL m	41,96 5	42,12 2	42,59 8	43,39 7	44,44 9	45,32 0	45,49 9	45,10 0	44,40 2	41,28 4	36,54 1	33,67 6
Wetted Area m ²	1407 0,986	1408 0,381	1411 4,202	1418 1,003	1423 0,426	1428 8,377	1434 3,037	1435 2,148	1432 6,142	1441 5,457	1447 0,142	1445 3,256
Waterpl. Area m ²	9610, 039	9659, 158	9803, 817	1004 2,981	1029 2,492	1051 2,383	1066 3,730	1071 6,697	1070 7,636	1030 3,146	9239, 303	8528, 122
Prismatic coeff. (Cp)	0,799	0,800	0,802	0,807	0,815	0,823	0,832	0,839	0,845	0,848	0,847	0,849
Block coeff. (Cb)	0,790	0,788	0,781	0,771	0,758	0,751	0,759	0,787	0,841	1,095	1,934	0,000
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	128,7 94	128,7 91	128,7 97	128,8 06	128,8 21	128,8 39	128,8 58	128,8 75	128,8 90	128,9 12	128,9 22	128,9 30
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	128,5 24	128,4 45	128,1 58	127,5 87	127,5 70	127,6 64	127,4 35	126,8 57	126,3 25	126,4 99	126,7 55	126,5 00
Max deck inclination deg	0,842 5	5,068 4	10,03 11	15,01 72	20,00 97	25,00 53	30,00 27	35,00 14	40,00 06	50,00 01	60,00 00	70,00 00
Trim angle (+ve by stern) deg	0,842 5	0,834 1	0,805 5	0,753 3	0,676 5	0,587 0	0,492 5	0,404 1	0,325 1	0,202 1	0,137 5	0,082 8

CUADERO 5: Condiciones de carga

Marina de la Peña Herrero; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**



CUADERO 5: Condiciones de carga

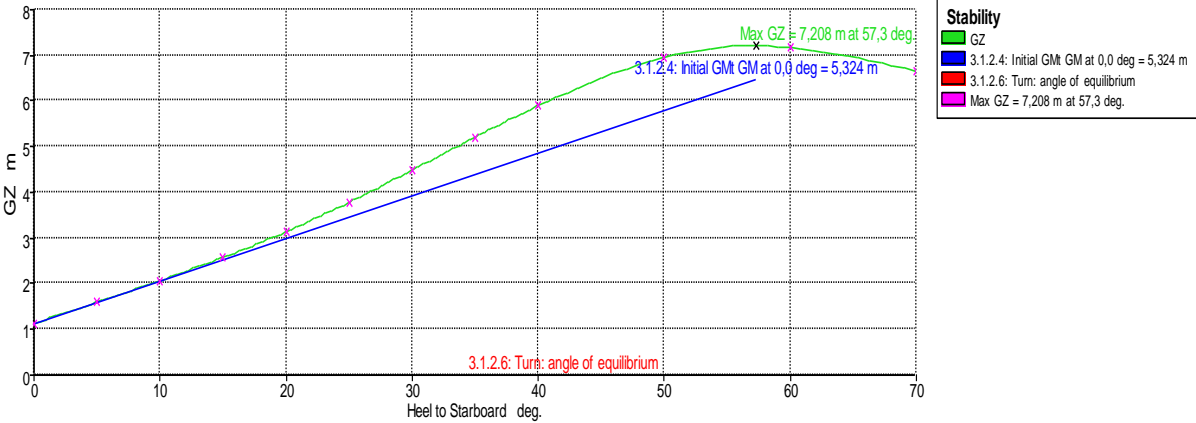
Marina de la Peña Herrero; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

7.1.3 Condición 3: Salida de puerto del buque en lastre

Heel to Starboard deg	0,0	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	50,0	60,0	70,0
GZ m	1,128	1,592	2,066	2,573	3,138	3,779	4,482	5,201	5,888	6,955	7,168	6,670
Area under GZ curve from zero heel m.rad	0,000 0	0,118 7	0,278 1	0,480 2	0,728 9	1,030 2	1,390 4	1,812 8	2,297 4	3,425 8	4,672 9	5,885 6
Displacement t	1104 64	1104 68	1104 75	1104 78	1104 68	1104 68	1104 68	1104 68	1104 68	1104 70	1104 62	1104 68
Draft at FP m	14,07 4	14,07 4	14,09 6	14,12 7	14,17 2	14,23 6	14,28 6	14,26 2	14,08 3	13,26 7	12,21 3	10,36 2
Draft at AP m	10,50 0	10,48 6	10,42 0	10,30 8	10,12 4	9,835	9,422	8,842	8,028	5,242	0,292	- 9,207
WL Length m	254,3 08	254,3 05	254,2 92	254,2 69	254,2 38	254,1 97	254,1 49	256,2 30	257,7 06	261,4 40	262,7 14	263,4 29
Beam max extents on WL m	41,96 9	42,12 7	42,60 7	43,42 1	44,57 4	45,88 8	46,77 9	47,13 2	47,14 5	41,24 4	36,52 7	33,67 7
Wetted Area m ²	1410 1,652	1410 8,385	1412 9,205	1416 9,659	1424 1,508	1434 8,927	1447 5,037	1450 5,456	1448 3,733	1455 3,322	1459 2,107	1456 2,031
Waterpl. Area m ²	9340, 369	9380, 094	9499, 420	9703, 044	9993, 565	1032 5,076	1057 3,417	1070 8,827	1077 2,144	1027 1,542	9251, 840	8493, 016
Prismatic coeff. (Cp)	0,791	0,792	0,791	0,791	0,791	0,791	0,792	0,785	0,780	0,769	0,764	0,760
Block coeff. (Cb)	0,822	0,819	0,812	0,800	0,786	0,776	0,782	0,801	0,848	1,080	1,798	21,08 0
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	140,0 90	140,0 75	140,0 93	140,0 97	140,1 05	140,1 14	140,1 25	140,1 41	140,1 57	140,1 94	140,2 52	140,3 12
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	131,7 06	131,6 76	131,5 97	131,4 32	131,1 26	130,7 18	130,6 41	130,9 20	131,2 23	127,8 07	127,6 00	129,1 21
Max deck inclination deg	0,802 6	5,063 9	10,03 27	15,02 23	20,01 75	25,01 50	30,01 35	35,01 24	40,01 13	50,00 98	60,00 90	70,00 72
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,8026	-0,8057	-0,8256	-0,8575	-0,9090	-0,9884	-1,0924	-1,2170	-1,3595	-1,8017	-2,6755	-4,3866

CUADERO 5: Condiciones de carga

Marina de la Peña Herrero; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**



CUADERO 5: Condiciones de carga

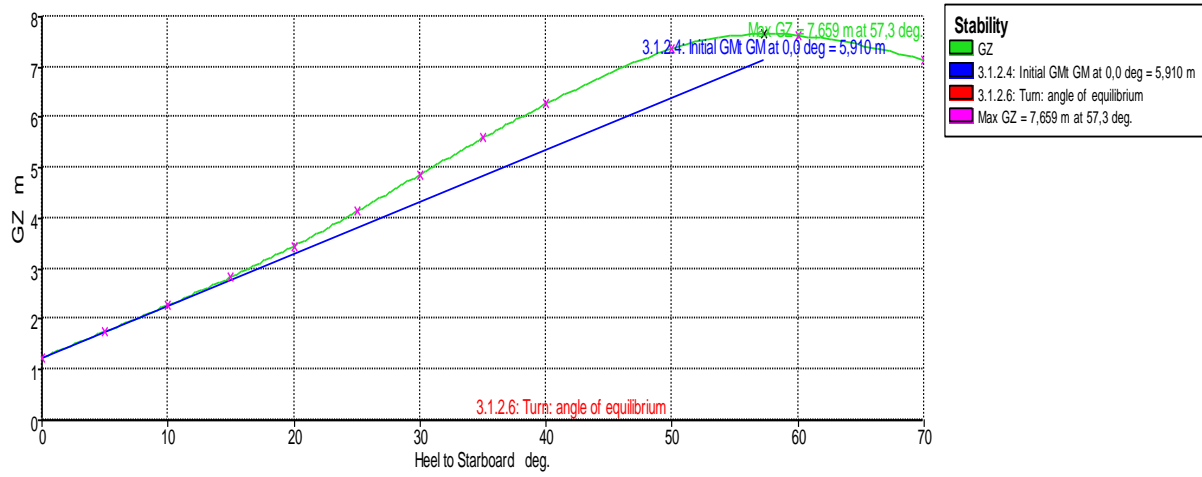
Marina de la Peña Herrero; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

7.1.4 Condición 4: Llegada a puerto del buque en lastre

Heel to Starboard deg	0,0	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	50,0	60,0	70,0
GZ m	1,236	1,750	2,275	2,834	3,449	4,136	4,867	5,592	6,262	7,365	7,630	7,147
Area under GZ curve from zero heel m.rad	0,000 0	0,130 3	0,305 8	0,528 4	0,802 0	1,132 4	1,525 1	1,981 7	2,499 4	3,695 8	5,019 2	6,314 2
Displacement t	1061 71	1061 68	1061 78	1061 68	1061 68	1061 68	1061 68	1061 68	1061 68	1061 64	1061 68	1061 68
Draft at FP m	12,66 1	12,65 7	12,68 4	12,71 8	12,77 2	12,84 0	12,87 6	12,82 0	12,58 0	11,38 4	9,563	6,201
Draft at AP m	11,07 7	11,06 7	10,99 6	10,87 6	10,68 0	10,37 6	9,953	9,369	8,557	5,856	1,126	- 7,884
WL Length m	254,3 18	254,3 13	254,2 83	254,2 39	254,1 78	254,1 05	254,8 57	257,7 62	260,1 05	262,4 86	263,3 14	263,8 15
Beam max extents on WL m	41,96 7	42,12 4	42,60 2	43,40 9	44,51 6	45,60 0	46,05 6	45,97 8	45,55 9	41,25 9	36,53 6	33,67 8
Wetted Area m ²	1389 8,124	1390 5,032	1392 7,212	1397 0,073	1405 0,534	1417 8,161	1423 3,914	1423 9,171	1420 1,215	1427 4,273	1430 1,186	1431 0,973
Waterpl. Area m ²	9354, 840	9394, 873	9514, 398	9718, 082	1000 6,002	1031 2,736	1050 1,754	1062 0,265	1062 6,300	1029 2,982	9242, 491	8517, 604
Prismatic coeff. (Cp)	0,817	0,818	0,818	0,818	0,819	0,820	0,818	0,808	0,799	0,788	0,784	0,780
Block coeff. (Cb)	0,818	0,815	0,808	0,797	0,784	0,778	0,786	0,809	0,860	1,110	2,018	0,000
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	137,3 56	137,3 24	137,3 48	137,3 53	137,3 59	137,3 68	137,3 80	137,3 95	137,4 10	137,4 39	137,4 86	137,5 39
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	131,2 30	131,1 86	131,0 75	130,8 43	130,3 94	129,8 33	129,8 12	130,1 08	130,0 77	127,5 05	127,0 62	128,4 19
Max deck inclination deg	0,355 6	5,012 6	10,00 69	15,00 52	20,00 47	25,00 47	30,00 49	35,00 50	40,00 50	50,00 47	60,00 45	70,00 37
Trim angle (+ve by stern) deg	- 0,3556	- 0,3570	- 0,3791	- 0,4137	- 0,4697	- 0,5534	- 0,6566	- 0,7752	- 0,9035	- 1,2413	- 1,8944	- 3,1604

CUADERO 5: Condiciones de carga

Marina de la Peña Herrero; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**



Fdo: Marina de la Peña Herrero

Ferrol, 15 de Septiembre de 2022