



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

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
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 2: DEFINICIÓN DEL PESO EN ROSCA Y PESO
MUERTO**

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
PARÁMETROS DE FORMA DEL BUQUE	7
INTRODUCCIÓN	8
1. PESO EN ROSCA	9
1.1 PESO ACERO ESTRUCTURAL	9
1.2 PESO TOTAL DE LA MAQUINARIA.....	9
1.2.1 PESO DE LA MAQUINARIA MOTORA	9
1.2.2 PESO DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS	10
1.3 PESO DEL EQUIPAMIENTO RESTANTE	10
1.3.1 PESO PINTURA.....	10
1.3.2 PESO DE LA PROTECCIÓN CATÓDICA.....	10
1.3.3 PESO EQUIPO DE GOBIERNO	11
1.3.4 PESO GRUPO EMERGENCIA.....	11
1.3.5 PESO EQUIPO DE NAVEGACIÓN	11
1.3.6 PESO PORTILLOS Y VENTANAS	11
1.3.7 PESO TECLES DE LA CÁMARA DE MÁQUINAS.....	11
1.3.8 PESO DE LA HABILITACIÓN.....	12
1.3.9 PESO DEL EQUIPO CONTRA INCENDIOS	13
1.3.10 PESO DE LA HÉLICE.....	13
1.3.11 PESO DEL EQUIPO DE SALVAMENTO	13
1.3.12 PESO DE LAS TUBERIAS Y BOMBAS	13
1.3.13 PESO DE CHIMENEAS.....	14
1.3.14 PESO DE LOS EJES.....	14
1.3.15 PESO DE EQUIPOS DE CARGA Y DESCARGA	14
1.3.16 PESO DE AMARRE Y FONDEO	15
1.4 RECOPIACIÓN DE DATOS FINAL	15
2 . COMPROBACIÓN DEL PESO MUERTO	17
2.1 Combustible.....	17
2.2 Peso de la carga.....	17
2.3 Peso agua dulce	17
2.4 Peso del aceite	17
2.5 Resultado	18
3 Conclusiones	19

4 Bibliografia.....	21
---------------------	----

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

PARÁMETROS DE FORMA DEL BUQUE

A continuación, se muestra una tabla con los datos del buque que se han ido obteniendo en los cuadernos anteriores:

	Lpp	B	D	T	CB	CM	CP	LBD	Desplazamiento
Inicial	285.45	46.6	27	12	0.81	0.998	0.849	359153.2	132854.8
Final	255.1	42	33.5	13	0.81	0.998	0.811	359153.2	115849.2

INTRODUCCIÓN

El peso en rosca de buque es el peso total del buque listo para navegar, a excepción de consumos, víveres, combustible, etc.

Lo dividiremos en tres grupos (como ya vimos en el anterior cuaderno): el peso de la maquinaria, el peso de la estructura y el peso del equipo restante. Cada grupo lo veremos a continuación detalladamente y explicaré su cálculo.

Finalmente se realizará una estimación del peso muerto del buque y se comprobará si la suma del peso muerto y del peso en rosca coincide o no con el desplazamiento proporcionado en el cuaderno anterior.

1. PESO EN ROSCA

1.1 PESO ACERO ESTRUCTURAL

Se calculará mediante el **método de Watson**.

Primero calcularemos el valor E, al que llamaremos numeral de equipo:

$$E = Lpp \times (B + T) + 0,85 \times [Lpp \times (D - T)] + \sum 0,85 \times (Ls - Hs) + \sum 0,75 \times (Lc - Hc)$$

Datos medidos del buque base:

$$Ls \text{ (eslora de la superestructura)} = 53,5m$$

$$Hs \text{ (altura de la superestructura)} = 32,2m$$

El buque no tiene caseta, por tanto, el cuarto sumando de la expresión que define el numeral de equipo no aparecerá.

Finalmente, obtenemos un resultado del **numeral de equipo**:

$$E = 18273,8857$$

Ahora, procederemos al cálculo del peso del acero estructural mediante la expresión:

$$Ps = k \times E^{1,36} \times [1 + 0,5 \times (Cb'' - 0,7)]$$

El valor de K depende del buque y se utilizarán los valores medios obtenidos del libro "Proyecto de buques y artefactos" del profesor Fernando Junco. No aparece una k para buques que transporten gas natural, por tanto, se optará por coger la k propia de un buque semejante.

$$K = 0,04$$

Por otra parte, el coeficiente de bloque que aparece en esta expresión hay que recalcarlo, ya que es el coeficiente de bloque al 80% del puntal.

$$Cb'' = Cb + (1 - Cb) \times \frac{0,8 \times D - T}{3T}$$

De esta forma obtenemos el **peso del acero estructural**:

$$Ps = 27743,66 \text{ toneladas}$$

Hay que calcular también la posición del centro de gravedad del peso calculado anteriormente. Para ello se utilizarán expresiones que aparecen en el libro "Proyecto de buques y artefactos".

$$XG = 0,482 \times Lpp + 0,12$$

$$XG = 123,081m$$

$$KG = 0,416 \times D + 1,73$$

$$KG = 15,255m$$

1.2 PESO TOTAL DE LA MAQUINARIA

1.2.1 PESO DE LA MAQUINARIA MOTORA

El peso de la maquinaria se calcula a partir de la potencia de los motores calculada en el cuaderno 1 mediante el Método de Holtrop Mennen.

$$P_{maq} = 0,72 \times MCR^{0,78}$$

$$P_{maq} = 1777,52 \text{ toneladas}$$

La coordenada longitudinal del centro de gravedad de la maquinaria se calculará como el centro de la cámara de máquinas. El KG en cambio lo calcularemos mediante la siguiente expresión:

$$KG = 0,17 \times T + 0,36 \times D$$

$$KG = 13,56m$$

$$XG = 32m$$

1.2.2 PESO DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS

En primer lugar, necesitamos conocer el peso de los motores, que como lo desconocemos, haremos referencia al de otro buque.

$$P_{motor} = 750 \text{ toneladas}$$

En segundo lugar, precisaremos conocer la longitud de los cables, esto se calculará mediante una expresión que lo relaciona con la eslora del buque.

$$L_{cables} = 10,82 + 0,268 \times L + 0,000597 \times L^2 = 118 \text{ km}$$

Relacionando estas dos expresiones, obtendremos el peso de los sistemas eléctricos.

$$P_{se} = L_{cables} + \frac{P_{motor}}{1000}$$

$$P_{se} = 119,8 \text{ toneladas}$$

Se tomará como centro de gravedad:

$$XG = 34m$$

$$KG = 35m$$

1.3 PESO DEL EQUIPAMIENTO RESTANTE

1.3.1 PESO PINTURA

El peso de la pintura se estima mediante el buque base a 300t. Su centro de gravedad se localizará en el centro.

1.3.2 PESO DE LA PROTECCIÓN CATÓDICA

El peso de la protección catódica se calcula en función del volumen de carga mediante la siguiente expresión:

$$P_{pc} = 0,0012 \times V_{carga} = 0,0012 \times 140000$$

$$P_{pc} = 168 \text{ toneladas}$$

El centro de gravedad se supondrá en:

$$XG = 130 \text{ m}$$

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

1.3.3 PESO EQUIPO DE GOBIERNO

Se obtiene con esta ecuación:

$$Peg = 0,0224 \times At \times V^{\frac{2}{3}} + 2$$

Siendo, At el área del timón, como desconocemos este dato, tomaremos este valor como 40. V es la velocidad de servicio de nuestro buque, indicada en las RPA, es 17,2 nudos.

$$Peg = 7,97 \text{ toneladas}$$

Se tomará como centro de gravedad:

$$XG = -2m$$

$$KG = 6m$$

1.3.4 PESO GRUPO EMERGENCIA

Basándonos en el grupo de emergencia de buques semejantes se tomará una potencia del grupo de emergencia de 600kW. Utilizando la formulación se calcula:

$$Pge = \frac{7,45 \times (kW - 30) + 765}{1000} = 5t$$

El centro de gravedad se tomará mediante una aproximación, sabiendo que dicho equipo de emergencia se situará en la cámara de máquinas.

$$Xg = 40m$$

$$Kg = 8m$$

1.3.5 PESO EQUIPO DE NAVEGACIÓN

Se utilizará la aproximación 2t que se indica en el libro "Proyecto de buques y artefactos" del profesor Fernando Junco, pero añadiendo un ligero margen que hace que resulte 2,5 t.

El equipo de navegación se encuentra en popa, por tanto, el centro de gravedad se localizará aproximadamente:

$$Xg = 10m$$

$$Kg = 5m$$

1.3.6 PESO PORTILLOS Y VENTANAS

Su peso se obtiene multiplicando por 0,12 el número de tripulantes, que viene definido en las RPA del proyecto. Finalmente, resulta 3,4 t cuyo centro de gravedad se localizará en el centro.

1.3.7 PESO TECLES DE LA CÁMARA DE MÁQUINAS

Se utiliza la siguiente formulación:

$$Pt = 0,047 \times l \times B \times 0,6 = 57,7t$$

Siendo l la eslora de la cámara de máquinas que se definirá en el cuaderno 4 (compartimentación).

La posición del centro de gravedad será:

$$Xg = 30m$$

$$Kg = 6m$$

1.3.8 PESO DE LA HABILITACIÓN

El peso de la habitación se hará mediante un desglose. Además, se calculará de la forma que explica el libro "Proyecto de buques y artefactos".

Desglose	Número	kg/m ²	m ²	kg
Camarotes oficiales	18	160	360	57600
Camarotes cap	2	150	100	15000
Camarotes trip	15	170	300	51000
Comedores	2	200	79	15800
Salones	3	200	160	32000
Pasillos	10	90	160	14400
Aseos	6	250	9	2250
Cocina	1	227	50	11350
Gamuza seca	1	80	48	3840
Gamuza frigorifica	1	190	70	13300
Servicio lavanderia	3	160	53	8480
Hospital	1	300	30	9000
Vestuarios	1	200	25	5000
Controles de carga	1	300	48	14400
Gimnasio	1	500	35	17500
Paños	12	80	40	3200
Oficina	3	12	84	1008
Sala reuniones	1	40	40	1600
Puente	1	300	260	78000
			TOTAL	354728

$$P(\text{habitación}) = 354,728 \text{ toneladas}$$

El centro de gravedad de la habitación se tomará en el centro de la zona destinada a la habitación del buque base.

$$XG = 35 m$$

$$KG = 36 m$$

1.3.9 PESO DEL EQUIPO CONTRAINCENDIOS

Se calculará a partir del volumen de la cámara de máquinas, obteniendo dicho valor de un buque base.

$$Pei = 0,0025 \times Vcm + 1$$

$$Pei = 84,63 \text{ toneladas}$$

El centro de gravedad se tomará en:

$$XG = 40 \text{ m}$$

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

1.3.10 PESO DE LA HÉLICE

Se obtiene mediante una expresión que relaciona el diámetro de la hélice con su peso. El diámetro de la hélice lo calculamos en el cuaderno anterior para utilizarlo en el cálculo de la potencia con el método de Holtrop Mennen.

$$Ph = 0,08 \times Dh^3$$

$$Dh = 9,1 \text{ m}$$

$$Ph = 60,29 \text{ toneladas}$$

El centro de gravedad se considerará en:

$$XG = 4,5 \text{ m}$$

$$KG = 3,9 \text{ m}$$

1.3.11 PESO DEL EQUIPO DE SALVAMENTO

Se considerará el número de tripulantes impuesto en las RPA del proyecto. Siendo "n" el número de tripulantes, cuando $n < 35$, se utilizará $n = 35$.

En nuestro caso, habrá 28 tripulantes, por tanto, tomaremos $n = 35$.

$$Ps = 9,5 + (n - 35) \times 0,1 + 3,5$$

$$Ps = 13 \text{ toneladas}$$

El centro de gravedad se considerará en la siguiente posición:

$$XG = 45 \text{ m}$$

$$KG = 25 \text{ m}$$

1.3.12 PESO DE LAS TUBERIAS Y BOMBAS

- Tuberías y bombas distribuidas por el casco:

$$Ptc = 0,0047 \times L \times \sqrt{L} \times B = 801,9 \text{ toneladas}$$

- Tuberías y bombas de la cámara de máquinas:

$$PtcM = 0,00981 \times Pm = 219,3 \text{ toneladas}$$

Siendo Pm la potencia de los motores.

Finalmente,

$$Pt = 1020,9 \text{ toneladas}$$

El centro de gravedad se considerará mediante la siguiente expresión:

$$XG = L \times 0,578$$

$$KG = D \times 0,79$$

Por tanto,

$$XG = 147,9 \text{ m}$$

$$KG = 25,68 \text{ m}$$

1.3.13 PESO DE CHIMENEAS

Se empleará la siguiente expresión:

$$Pc = 0,0034 \times L \times B$$

$$Pc = 36,414 \text{ toneladas}$$

El centro de gravedad se dispondrá:

$$XG = 18 \text{ m}$$

$$KG = 41 \text{ m}$$

1.3.14 PESO DE LOS EJES

$$Pe = Le \times 0,081 \times \left(\frac{n \times MCR}{rpm} \right)^{2/3}$$

- Le es la longitud de la línea de eje y se tomará como referencia $Le = 6 \text{ m}$.
- N es el número de motores principales, en nuestro caso consideraremos $n = 1$.
- N' es el número de propulsores, en nuestro caso $n' = 1$.
- Rpm son las revoluciones por minuto, lo indicamos en el cuaderno anterior en el cálculo de la potencia, $rpm = 91$.

Finalmente,

$$Pe = 97,7 \text{ toneladas}$$

El centro de gravedad se considerará:

$$XG = 9 \text{ m}$$

$$KG = 4 \text{ m}$$

1.3.15 PESO DE EQUIPOS DE CARGA Y DESCARGA

No existe ninguna expresión que relacione los valores que conocemos, obteniendo el peso final. Por tanto, lo aproximaremos a un valor definido por otros buques.

$$Pcd = 4 \text{ toneladas}$$

Y el centro de gravedad:

$$XG = 160 \text{ m}$$

$$KG = 29 \text{ m}$$

1.3.16 PESO DE 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.

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

$$XG_{pp} = 0 \text{ m}$$

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

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

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

1.4 RECOPIACIÓN DE DATOS FINAL

A continuación, se muestran desglosados los cada uno de los componentes ya nombrados del peso en rosca del buque proyectado:

P ACEROS	P (ton)	XG (m)	KG (m)	MOMX (ton·m)	MOMZ (ton·m)
Acero estructural	27743,6564	123,08061	15,458	3414706,15	428861,4401
TOTAL	27743,6564	123,08061	15,458	3414706,15	428861,4401

P MAQUINARIA	P (ton)	XG (m)	KG (m)	MOMX (ton·m)	MOMZ (ton·m)
Maquinaria	1777,52	32	13,55976	56880,64	24102,7446
Motores	750	32	13,55976	24000	10169,82

Stmas.Electricos	119,8	38	35	4552,4	4193
TOTAL	2647,32	32,27151988	14,5300019	85433,04	38465,5646

P EQ. RESTANTE	P (ton)	XG (m)	KG (m)	MOMX (ton·m)	MOMZ (ton·m)
Pintura	300	127	15	38100	4500
Grupo emergencia	5	40	8	200	40
Proteccion catódica	168	130	15	31920	2520
Equipo Gobierno	7,97026545	-2	6	15,9405309	47,82159268
Habilitación	354,73	35	36	12415,55	12770,28
Equipo navegación	2,5	10	5	300	12,5
Equipo CI	84,635	40	28	3385,4	2369,78
Hélices	60,28568	4,5	3,9	271,28556	235,114152
Ventanas y portillos	3,4	122	20	414,8	68
Tecles c. máquinas	57,7	30	6	1731	346,2
Salvamento	13	45	25	585	325
Tuberías y bombas	1020,9	147,9	26,07	150991,11	26614,863
Chimenes	36,414	18	41	655,42	1492,974
Ejes	97,7	9	4	879,3	390,8
C/D	4	160	29	640	116
Amarre y fondeo	320	220	28	70400	8960
TOTAL	2536,23495	123,3611884	23,9762223	312872,957	60809,33274

Finalmente, se observa el peso en rosca total final y el centro de gravedad. Se le añadirán unos márgenes de seguridad que indicarán una situación más desfavorable.

	P Rosca	XG (m)	KG (m)	MOMX (ton·m)	MOMZ (ton·m)
	32927,2113	115,8012	16,0395	3813012,1	528136,3375
Margen 10%	36219,9324	116,8012	16,5395	4194313,36	580949,9712

Prozca = 36219,93 toneladas

XG = 116,8 m

KG = 16,54 m

2 . COMPROBACIÓN DEL PESO MUERTO

En primer lugar, se calculará el peso muerto a partir del desplazamiento y del peso en rosca:

$$P_{muerto} = \Delta - P_{rosca}$$

El desplazamiento se obtiene del cuaderno 1, en nuestro caso serán 115849. El peso en rosca es el calculado mediante el proceso anterior.

Finalmente,

$$P_{muerto} = 79629,07 \text{ toneladas}$$

Ahora comprobaremos el resultado obtenido teniendo en cuenta el peso de los consumos (combustible, agua dulce, carga, etc). A continuación, se muestran los pesos comentados:

2.1 Combustible

Se calcula a partir de la autonomía y la velocidad de servicio del buque, viene definido en las RPA del proyecto. En nuestro caso: Velocidad servicio de 17,2 nudos, 85% MCR 10 MM. Autonomía 10.000 millas. También se utilizan otros parámetros que después definiré.

$$P_{comb} = Autonomia \times BHP \times Ce \times 10^{-6}$$

Ce es el consumo del motor. Este valor se obtiene del libro nombrado en otros casos. El valor medio será 170g/BHP.

$$Autonomia(h) = \frac{Autonomia}{Velocidad} = 581,4 \text{ horas} = 24,225 \text{ días}$$

BHP es la potencia de los motores, calculada también en el cuaderno 1.

$$P_{comb} = 3624,83 \text{ toneladas}$$

2.2 Peso de la carga

El peso de la carga se calcula a partir de la densidad del gas y el volumen transportado:

$$P_{carga} = \rho(\text{gas}) \times Vol$$

El volumen viene definido en las RPA y es 140000 metros cúbicos. La densidad del gas se tomará como 0,46.

$$P_{carga} = 64400 \text{ toneladas}$$

2.3 Peso agua dulce

Se estima un consumo de 100 litros por persona y día. Tripulantes: 28. Autonomía: 24,225 días.

$$P_{ad} = 100 \times 24,225 \times 28 \times 10^{-3}$$

$$P_{ad} = 67,83 \text{ toneladas}$$

2.4 Peso del aceite

Se aproximará a un 4% del peso del combustible.

$$Pac = 0,04 \times 3624,83$$

$$Pac = 145 \text{ toneladas}$$

2.5 Resultado

Finalmente, sumando todos los consumos definidos con anterioridad, el peso muerto del buque resulta:

$$Pmuerto = 68346,9 \text{ toneladas}$$

3 CONCLUSIONES

El peso muerto del buque calculado de ambas formas difiere en un 14,15%. Cabe destacar, que los valores obtenidos en el cuaderno 1 partían de aproximaciones y rectas de regresión, por lo que se tomarán como valores aceptables los calculados a lo largo de este cuaderno. Por tanto, será necesario modificar el desplazamiento del buque proyectado de la siguiente forma:

$$\Delta = P_{muerto} + P_{rosca} = 68346,9 + 36219,9 = 104566,8 \text{ toneladas}$$

Se añade un margen ya que en este momento nos encontramos en un momento preliminar del diseño, teniendo en cuenta un 4% de margen:

$$\Delta = 108749,5 \text{ toneladas}$$

Variando de esta forma el resto de los parámetros del buque, pero teniendo en cuenta la optimización económica realizada en el cuaderno 1 y los criterios de estabilidad en cuanto a dimensiones, por lo que se muestra una tabla con los parámetros modificados y posteriormente un breve comentarios sobre los dos factores nombrados:

PARÁMETRO	VALOR INICIAL (CUADERNO 1)	VALOR MODIFICADO (CUADERNO 2)
Lpp	255,105	255,105
B	41,972	41,972
D	31,512	31,512 → 30
T	13,032	12,2
Δ	115849	108749,5
LBD	348112,88	321211,12
Fn	0,18	0,18
Cb (80%D)	0,873	0,873
Cb	0,81	0,81
Cm	0,833	0,81
Cp	0,97	0,97

Para cumplir con los parámetros anteriormente definidos, dado que la relación T/D no cumple, se reducirá el puntal del buque a 30 metros. En la siguiente tabla se recuerdan esos criterios:

L/D MAX	L/D MIN	B/D MAX	B/D MIN	T/D MAX	T/D MIN
14,2906	7,8091	2,3454	0,8172	0,4923	0,3956

El valor de LBD será menor que el establecido cuando se realizó la optimización económica de las dimensiones del buque, pero en una segunda fase de la espiral de este proyecto, se observó que no era necesaria tanta capacidad LBD, por esa razón, se optó por la disminución del puntal. Además, se comprobó su viabilidad económica introduciendo el nuevo valor de LBD, a continuación, se muestran las tres alternativas más económicas, destacando que la primera es la que se elige para el caso del buque proyectado por ser la cual tiene un coeficiente de bloque igual al establecido en el cuaderno 1:

Lpp	B	D	T	CB	CM	CP
255,105	41,972	29,9993638	12,23	0,81	0,99808834	0,81155141

Cuaderno 2: Definición del peso en rosca y del peso muerto
Marina de la Peña Herrero

255,105	41,972	29,9993638	12,67	0,8	0,99808834	0,80153226
255,105	41,972	29,9993638	12,97	0,79	0,99808834	0,7915131

4 BIBLIOGRAFÍA

- Proyecto de buques y artefactos – Fernando Junco, EPS, UDC, Ferrol.
- El proyecto básico del buque mercante – Ricardo Alvariño, Juan J. Aspiroz, Manuel Meizoso.
- Practical Ship Design – D.G.M. Watson.
- Apuntes asignatura “Proyectos de buques y artefactos marinos I” – Vicente Diaz y Basilio Puente

Fdo: Marina de la Peña Herrero



Ferrol, 15 de Septiembre de 2022