

UNIVERSIDADE DA CORUÑA

BUQUE PORTACONTENEDORES POST-PANAMAX 9000 TEU'S

*CUADERNO 2. Estudio de pesos y centros de
gravedad del peso en rosca.*

PROYECTO NÚMERO: 15-13

Nadia Conde Alonso



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

ANTEPROYECTO Y PROYECTO FIN DE CARRERA

CURSO 2015-2016

PROYECTO NÚMERO 15-13

TIPO DE BUQUE: Buque Portacontenedores Post-panamax.

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: Lloyd's Register.
Marpol. Solas.

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 9000 TEUS.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: Velocidad máxima de 25,5 nudos, al 85% de MCR y 10% de margen de mar.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Sin grúas.

PROPULSIÓN: Motor acoplado a la línea de ejes.

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 15 camarotes oficiales, 13 camarotes tripulación.

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

Ferrol, septiembre 2015

ALUMNO: D^a Nadia Conde Alonso

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
2. CÁLCULO DEL PESO EN ROSCA.....	6
2.1. PRIMERA APROXIMACIÓN DEL PESO EN ROSCA	6
2.2. PESO ESTRUCTURAL.....	7
2.2.1. CÁLCULO DEL PESO DE ACERO	7
2.2.2. PESO DE LA AMURADA REFORZADA	10
2.3. PESO DE LA MAQUINARIA	11
2.3.1. PESO DE LA MAQUINARIA PROPULSORA	12
2.3.2. PESO DE LA MAQUINARIA RESTANTE	14
2.3.3. PESO DE LOS POLINES	15
2.3.4. PESO DE UNA INSTALACIÓN DE INCINERADOR	16
2.3.5. PESO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES....	17
2.3.6. PESO DE LA HÉLICE.....	17
2.3.7. PESO DE LA LÍNEA DE EJES	18
2.3.8. PESO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	18
2.3.9. PESO DE LA INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS DE LA CÁMARA DE MÁQUINAS.....	19
2.3.10. PESO DE PIEZAS DE RESPETO, CARGAS DE CÁMARA DE MÁQUINAS Y LÍQUIDOS EN CIRCUITOS INCLUIDOS EN EL PESO EN ROSCA.....	20
2.3.11. PESO DE LOS TECLES DE LA CAMARA DE MÁQUINAS	20
2.3.12. PESO TANQUES VARIOS EN CÁMARA DE MÁQUINAS	21
2.3.13. PESO TUBERÍAS Y BOMBAS EN CÁMARA DE MÁQUINAS	21
2.3.14. PESO DEL GENERADOR DE COLA.....	22
2.3.15. PESO DEL GRUPO DE EMERGENCIA	22
2.3.16. PESO HÉLICE TRANSVERSAL DE PROA.....	23
2.4. PESO DEL EQUIPO Y LA HABILITACIÓN	23
2.4.1. PRIMERA APROXIMACIÓN	23
2.4.2. PESO DE LA HABILITACIÓN	24

2.4.3.	PESO DE LA PROTECCIÓN ANTICORROSIVA.....	26
2.4.4.	PESO DEL EQUIPO DE FONDEO Y AMARRE	27
2.4.5.	PESO DEL EQUIPO DE AMARRE DE POPA.....	28
2.4.6.	PESO DEL EQUIPO DE NAVEGACIÓN.....	28
2.4.7.	PESO DEL EQUIPO DE GOBIERNO.....	28
2.4.8.	PESO DE LOS EQUIPOS DE SALVAMENTO	29
2.4.9.	PESO DE TUBERÍAS Y BOMBAS EN EL CASCO.....	30
2.4.10.	PESO DEL AIRE ACONDICIONADO	30
2.4.11.	PESO DEL EQUIPO DE LA CHIMENEA	31
2.4.12.	PESO DE LA INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS EN BODEGAS	31
2.4.13.	PESO DE TRINCAS	32
2.4.14.	PESO DE GUÍAS EN BUQUES PORTACONTENEDORES.....	32
2.4.15.	PESO DE TAPAS DE ESCOTILLAS.....	33
3.	RESUMEN DE PESOS, CENTROS DE GRAVEDAD Y MOMENTOS.....	34
	ANEXO I: CATÁLOGO MOTOR PRINCIPAL	36
	ANEXO II: CATÁLOGO INCINERADOR.....	38
	ANEXO III: CATÁLOGO PLANTA DE AGUAS RESIDUALES	40
	ANEXO IV: CATÁLOGO HÉLICE DE PROA	42
	ANEXO V: PLANO DISTRIBUCIÓN DE PESOS.....	44

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este cuaderno es obtener un desglose más detallado del peso en rosca obtenido en el Cuaderno 1, contabilizando los pesos y centros de gravedad de todos los elementos del buque que sean conocidos en esta etapa del proyecto. Para ello se partirá de las dimensiones calculadas en el cuaderno mencionado ya que se utilizarán en formulación empírica que más adelante se mostrará con detalle.

A continuación se muestran las dimensiones del Cuaderno 1:

TEU'S TOTALES	9000 TEU'S		
TEU'S BODEGA	4256 TEU'S		
TEU'S CUBIERTA	4744 TEU'S		
ESLORA TOT (<i>LOA</i>)	333,37 m.	N FROUD	0,235
ESLORA PERPENDICULARES (<i>LPP</i>)	318,4 m.	COEF BLOQUE	0,65
MANGA (<i>B</i>)	44,23 m.	COEF MAESTRA	0,994
PUNTAL (<i>D</i>)	26,41 m.	COEF PRISM	0,654
CALADO (<i>T</i>)	14,73 m.		
DESPLAZAMIENTO (<i>Δ</i>)	138.197 ton.		
VELOCIDAD (<i>V</i>)	25,5 kn.		

El peso en rosca se puede desglosar en tres partidas: peso de la estructura, peso de la maquinaria propulsora y peso de los equipos y la habilitación.

Para realizar una primera aproximación del peso en rosca y de su posición longitudinal y vertical del c.g.d. del buque, existen diferentes ecuaciones que en la fase de proyecto que dependen del tipo de buque, de las dimensiones principales y de otros factores de cálculo sencillo.

2. CÁLCULO DEL PESO EN ROSCA

Este cálculo se realizará a través de la aplicación de diferentes fórmulas y gráficas, optando en cada caso por una solución óptima de los resultados obtenidos.

La formulación utilizada para la realización de los cálculos de este documento ha sido extraída del libro de Fernando Junco, “*Proyectos de Buques y Artefactos. Cálculo del desplazamiento*”. En el caso de expresiones que no pertenezcan a dicha referencia, se especificará su procedencia.

2.1. PRIMERA APROXIMACIÓN DEL PESO EN ROSCA

En primer lugar realizaremos una estimación preliminar del peso en rosca del buque proyecto aplicando una fórmula específica para buques portacontenedores correspondiente a la segunda etapa:

$$PR = 0,02144 \times L^{1,15} \times B \times D^{0,5} + 7,9999 \times BHP^{0,49855} + 0,03775 \times L \times B \times D$$

$$ZR = 0,64193 \times D + 1,02109$$

$$XR = 0,41699 \times L$$

donde:

- PR, peso en rosca del buque proyecto (ton).
- KG, posición vertical del centro de gravedad del peso en rosca (m).
- XG, posición longitudinal del centro de gravedad del buque en rosca (m).

Sustituyendo los datos obtenidos a partir del Cuaderno 1 en las ecuaciones obtenemos los siguientes valores:

$$PR = 44.203 \text{ ton.}$$

$$ZR = 17,97 \text{ m.}$$

$$XR = 132,77 \text{ m.}$$

Al estudiar la gráfica del libro, se observa que las características de este buque se encuentran fuera del rango abarcado por la gráfica por lo que no podrá ser usada.

2.2. PESO ESTRUCTURAL

2.2.1. CÁLCULO DEL PESO DE ACERO

Dado que en la fase de proyecto en la que nos encontramos no se conocen aún muchos datos, el cálculo del peso de acero se hará mediante diversas formulaciones realizando un balance final para obtener así el peso final de acero.

Utilizaremos los métodos de Chapman y Miller, con formulación específica para los buques portacontenedores y Watson y J.L. García Garcés, con formulación para todo tipo de buques, propuestos en el libro de Fernando Junco, mencionado anteriormente, y en el libro *“El proyecto básico del buque mercante”* como métodos por características principales para el cálculo del peso del acero.

2.2.1.1. MÉTODO DE CHAPMAN

$$PS1 = 0,03 \times L^{1,759} \times B^{0,712} \times D^{0,374}$$

$$PS1 = 0,03 \times 318,4^{1,759} \times 44,23^{0,712} \times 26,41^{0,374} = \mathbf{38.313 \text{ ton.}}$$

2.2.1.2. MÉTODO DE MILLER

$$PS2 = 8400 \times \left(\frac{L \times B \times D}{10^5} \right)^{0,9} \times \left(0,675 + \frac{Cb}{2} \right) \times \left[0,00585 \times \left(\frac{L}{D} - 8,3 \right)^{1,8} + 0,939 \right]$$

$$PS2 = \mathbf{27.460 \text{ ton.}}$$

2.2.1.3. MÉTODO DE D.G.M. WATSON Y A.W. GILFILLAN

$$PS3 = K \times E^{1,35} \times (1 + 0,5 \times (CB80D - 0,7)),$$

siendo,

- $E = Lpp(B + D) + 0,85 \times Lpp(D - T) + 1,45 \times Lpp - 11$
- $CB80D = Cb + (1 - Cb) \times \frac{0,8 \times D - T}{3} \times T$
- $K = 0,034$ para portacontenedores.

$$PS3 = \mathbf{31.120 \text{ ton.}}$$

2.2.1.4. MÉTODO DE J.L. GARCÍA GARCÉS

$$PS4 = 0,01665 \times L^{1,5} \times B \times D^{0,5} \times (1 + Cb)$$

$$PS4 = 0,01665 \times 318,4^{1,5} \times 44,23 \times 26,41^{0,5} \times (1 + 0,65) = \mathbf{35.478 \text{ ton.}}$$

Tras obtener el valor del peso de acero por cada uno de los métodos, realizamos la media aritmética para obtener el valor final:

$$PStot = \frac{P_{Chapman} + P_{Miller} + P_{Watson} + P_{J.L.García Garces}}{4} = \mathbf{33.093 \text{ ton.}}$$

Calcularemos ahora el centro de gravedad del acero según distintos métodos:

- *Fórmula de Kupras*

Propuesta en el libro del "Proyecto del buque mercante" para el cálculo del centro de gravedad:

$$ZS = 0,01 \times D \times \left(46,6 + 0,135 \times (0,81 - Cb) \times \frac{L^2}{D^2} \right) + \left(\frac{L}{B} - 6,5 \right) \times 0,008 \times D$$

Suponiendo un factor de corrección para el bulbo de proa de:

$$\text{Corrección} = -0,002 \times D = -0,002 \times 26,41 = -0,053$$

$$KG_{Kupras} = \mathbf{13,28 \text{ m.}}$$

- *Método de Taggaet*

Método propuesto en el libro del profesor Fernando Junco:

$$KG_{Taggaet} = (0,725 - 0,0007218 \times L) \times D = \mathbf{13,07 \text{ m.}}$$

- Método de J.L. García Garcés

También propuesto en el libro del profesor Fernando Junco:

$$KG_{J.L.García Garcés} = 0,52207 \times D + 1,1717 = \mathbf{14,96 m.}$$

$$XG_{J.L.García Garcés} = 0,37009 \times L + 5,924 = \mathbf{123,76 m.}$$

Finalmente si realizamos las metías aritméticas de los resultados obtenidos con los distintos métodos tenemos que:

$$KG_{Acero} = \frac{KG_{Kupras} + KG_{Taggaet} + KG_{J.L.García Garcés}}{3} = \mathbf{13,77 m.}$$

$$XG_{acero} = XG_{J.L.García Garcés} = \mathbf{123,76 m.}$$

2.2.2. PESO DE LA AMURADA REFORZADA

En buques portacontenedores, dadas sus formas en "U" la estructura suele estar sometida a mayores esfuerzos, por lo que la amurada deberá ir reforzada. Para el cálculo de este peso se utiliza la siguiente expresión:

$$P_{bc} = 1,05 \times (6 - 0,0021875 \times L^2 + 1,1125 \times L) \times \frac{L_b}{1000}$$

donde L_b es la longitud de la amura, y que se estimada como el doble de la eslora entre perpendiculares. Sustituyendo los valores obtendremos el peso de la amurada reforzada:

$$P_{bc} = \mathbf{92,58 ton.}$$

Los valores de las coordenadas del centro de gravedad se obtendrán de la siguiente manera: para XG el valor se supondrá en el mismo punto que el del acero, y para el KG el valor se supondrá igual al valor del puntal del buque más la mitad de la altura de la amurada:

$$XG_{bc} = 123,76 \text{ m} \quad KG_{bc} = 28,62 \text{ m}$$

2.3. PESO DE LA MAQUINARIA

El cálculo del peso de la maquinaria (PQ) se suele descomponer en dos partidas: el peso de la maquinaria propulsora (PQP) y el peso restante (PQR). A su vez, el peso de la maquinaria propulsora puede dividirse en otras dos partidas, el peso del motor propulsor (QP) y el peso restante de la maquinaria propulsora (RP).

Según lo dicho, el peso de la maquinaria quedaría descompuesto de la siguiente manera:

$$PQ = PQP + PQR = QP + RP + PQR$$

En el caso de que la propulsión del buque se realice con motores diésel lentos, podemos obtener una primera estimación del peso de la maquinaria mediante la siguiente fórmula:

$$PQ = BKW \times \frac{895 - 0,0025 \times BKW}{10000} = 4.965 \text{ ton.}$$

donde BKW es la potencia propulsora del motor seleccionado en el Cuaderno 1.

2.3.1. PESO DE LA MAQUINARIA PROPULSORA

Se divide en el peso del motor propulsor (QP) y el peso restante de la maquinaria propulsora (RP).

2.3.1.1. PESO DEL MOTOR PROPULSOR (QP)

Existen dos procedimientos para el cálculo del peso del motor propulsor para buques lentos.

El primero de los procedimientos, publicado por el Lloyd's Register, se realiza mediante coeficientes e índices de regresión:

$$QP1 = a \times \left(\frac{BHP}{rpm} \right)^b$$

donde,

- a, b : coeficientes e índices de regresión. Se obtienen de la Fig. 9.5.2 del libro de Fernando Junco "Proyectos de Buques y Artefactos. Cálculo del desplazamiento":

$$a = 9,38 \quad b = 0,84$$

Sustituyendo en la ecuación obtenemos el siguiente valor del peso:

$$QP1 = 9,38 \times \left(\frac{93360}{102} \right)^{0,84} = \mathbf{2.884 \text{ ton}}$$

El segundo procedimiento es mediante las características técnicas proporcionadas por el fabricante en su catálogo y que son las siguientes para la gama de motores Wärtsilä:

PRINCIPAL ENGINE DIMENSIONS (MM) AND WEIGHTS (TONNES)										
Cyl.	A	B	C	D	E	F*	G	I	K	Weight
6	11 564	4 480	1 800	10 925	5 232	12 950	2 594	723	676	1 160
7	13 244	4 480	1 800	10 925	5 232	12 950	2 594	723	676	1 290
8	15 834	4 480	1 800	10 925	5 232	12 950	2 594	723	676	1 470
9	17 514	4 480	1 800	10 925	5 232	12 950	2 594	723	676	1 620
10	19 194	4 480	1 800	10 925	5 232	12 950	2 594	723	676	1 760
11	20 874	4 480	1 800	10 925	5 232	12 950	2 594	723	676	1 910
12	22 554	4 480	1 800	10 925	5 232	12 950	2 594	723	676	2 050
13	24 234	4 480	1 800	10 925	5 232	12 950	2 594	723	676	2 160
14	25 914	4 480	1 800	10 925	5 232	12 950	2 594	723	676	2 300

Ya que se ha escogido para la potencia estimada de 66.570Kw un motor Wärtsilä RT-flex96C de 12 cilindros, tendremos un peso de la maquinaria propulsora de:

$$QP2 = 2.050 \text{ ton.}$$

Tomaremos el valor dado por el fabricante como el más fiable, $QP = 2.050 \text{ ton.}$ Se adjunta el catalogo como Anexo I.

2.3.1.2. PESO RESTANTE DE LA MAQUINARIA PROPULSORA (RP)

El cálculo del peso restante de la maquinaria propulsora se realiza, al igual que el peso del motor propulsor, mediante los coeficientes e índices de regresión publicados por el Lloyd's Register.

$$RP = c \times BHP^d$$

donde,

- c, d : coeficientes e índices de regresión. Se obtienen de la Fig. 9.5.2 del libro de Fernando Junco "Proyectos de Buques y Artefactos, Capítulo 9".

$$c = 0,63 \quad d = 0,70$$

$$RP = 0,63 \times 93360^{0,7} = 1.899 \text{ ton.}$$

El peso de la maquinaria propulsora será:

$$PQP = QP + RP = 2.050 + 1.899 = \mathbf{3.949 \text{ ton.}}$$

La posición de los centros de gravedad de la maquinaria propulsora se obtendrá a partir de la disposición general:

$$XG_{PQP} = 73,83 \text{ m.} \quad KG_{PQP} = 9,31 \text{ m.}$$

2.3.2. PESO DE LA MAQUINARIA RESTANTE

El Lloyd's Register tiene también una serie de coeficientes e índices de regresión para el cálculo del peso de la maquinaria restante:

$$PQR = k \times VE^l + h \times EJ \times (j \times L_{PP} + 5)$$

Siendo,

- k, l, h, j : coeficientes e índices de regresión. Se obtienen de la Fig. 9.5.2 del libro de Fernando Junco "Proyectos de Buques y Artefactos. Cálculo del desplazamiento".

$$k = 0,0295 \quad l = 1 \quad h = 1 \quad j = 0,0164$$

- VE : volumen de la cámara de máquinas (m^3), calculado mediante la siguiente fórmula del libro "Proyecto básico del buque mercante":

$$VE = 0,85 \times Lcm \times B \times (D - DDFM) \times Cb$$

donde,

- Lcm , la longitud de la cámara de máquinas, obtenida midiendo en la disposición general (22 m).

- *DDFM*, altura del doble fondo en la zona de la cámara de máquinas, obtenida midiendo en la disposición general (2 m).

$$VE = 13.527 m^3$$

- *Ej*: longitud línea de ejes fuera de máquinas (m), medida en la disposición general del buque (58,8 m).

Sustituyendo en la ecuación obtenemos el valor del peso de la maquinaria restante:

$$PQR = 1000 \text{ ton.}$$

La posición de los centros de gravedad se obtendrá mediante formulación empírica y midiendo en la disposición general:

$$XG_{PQR} = 73,83 \text{ m.}$$

$$KG_{PQR} = 0,17 \times T + 0,36 \times D = 12,01 \text{ m.}$$

2.3.3. PESO DE LOS POLINES

Se propone para el cálculo del peso de cada uno de los polines del motor principal la siguiente formulación:

$$P_{MPP} = (a + b) \times \frac{MCR}{1000}$$

Siendo los valores de *a* y *b* para motores lentos sin reductor los siguientes:

- $a = 0,00381 \times \left(\frac{MCR(kW)}{1000}\right)^{0,5} - 0,164 \times \left(\frac{MCR(kW)}{1000}\right) + 3,26$

- $b = \left(\frac{150-RPM}{200}\right)$, para motores que estén dentro de $100 < RPM < 200$.
- $MCR = 68.640 \text{ kW}$.

Sustituyendo los datos obtenemos los siguientes valores de a y b y el peso cada polín:

$$a = 8,81 \quad b = 0,24$$

$$P_{MMPP} = (8,81 + 0,24) \times \frac{68.640}{1000} = \mathbf{621 \text{ ton.}}$$

La posición de los centros de gravedad se obtendrá de la disposición general:

$$XG_{MMPP} = \mathbf{73,83 \text{ m.}} \quad KG_{MMPP} = \mathbf{3,75 \text{ m.}} \text{ (parte baja de la cam. maq.)}$$

2.3.4. PESO DE UNA INSTALACIÓN DE INCINERADOR

Para el cálculo del peso del incinerador nos basaremos en la capacidad de un incinerador utilizado en un buque similar de la base de datos, Kangrim KFB-110S con una capacidad de 1.100.000 kcal/hr y un peso de 6 toneladas. Se adjunta el catalogo como Anexo II.

$$Pi = \mathbf{6 \text{ ton.}}$$

La posición de los centros de gravedad se obtendrá de la disposición general:

$$XG_i = \mathbf{73,83 \text{ m.}}$$

$$KG_i = \mathbf{12,01 \text{ m.}}$$

2.3.5. PESO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Para el cálculo del peso de la planta de tratamiento de aguas residuales nos basaremos en la capacidad de una planta utilizada en un buque similar de la base de datos, Hamworthy STC 02-13 con una capacidad de 3.120 l/día y un peso de 3,03 toneladas. Se adjunta el catalogo como Anexo III.

$$**P_{ar} = 3 \text{ ton.}**$$

La posición de los centros de gravedad se obtendrá de la disposición general:

$$**XG_i = 73,83 \text{ m.}**$$

$$**KG_i = 12,01 \text{ m.}**$$

2.3.6. PESO DE LA HÉLICE

Para el cálculo del peso de la hélice utilizamos la siguiente fórmula adaptada para hélices de paso fijo:

$$P_h = 0,080 \times D^3$$

Siendo D el diámetro del propulsor, estimado el en Cuaderno 1 en 8,9 m. Por tanto, tendremos que:

$$**P_h = 0,080 \times 9,8^3 = 75,3 \text{ ton.}**$$

Para las coordenadas de los centros de gravedad de la hélice se medirá sobre la disposición general:

$$**XG_{MMPP} = 7,30 \text{ m.} \quad \mathbf{KG_{MMPP} = 3,92 \text{ m.}}**$$

2.3.7. PESO DE LA LÍNEA DE EJES

La fórmula utilizada para el cálculo del peso de la línea de ejes es la siguiente:

$$P_{eje} = L_{eje} \times 0,081 \left(\frac{n \times MCR}{\frac{n'}{rpm}} \right)^{2/3}$$

siendo,

- L_{eje} , longitud línea de ejes medida en la disposición general del buque (61,3 m).
- n , número de motores principales.
- n' , número de propulsores.

$$P_{eje} = 61,3 \times 0,081 \left(\frac{1 \times 68.640}{\frac{1}{102}} \right)^{2/3} = \mathbf{381 \text{ ton.}}$$

Los centros de gravedad se obtendrán a partir de la disposición general:

$$\mathbf{XG_{eje} = 17,37 \text{ m.} \quad KG_{eje} = 3,92 \text{ m.}}$$

2.3.8. PESO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

En este caso, se nos propone la siguiente formulación:

$$P_{IE} = lc + \frac{Pm}{1000}, \quad \text{si } L > 60 \text{ m.}$$

donde,

- l_c , es la longitud de los cables (km). Esta longitud se obtiene para buques portacontenedores a partir de la siguiente fórmula:

$$l_c = 1,82 + 0,268 \times L + 0,000597 \times L^2 = 147,67 \text{ m.} = 0,147 \text{ km.}$$

- P_m , es la potencia del motor propulsor (kW).

Obtenemos sustituyendo los valores el peso de la instalación eléctrica:

$$P_{IE} = 0,147 + \frac{68.640}{1000} = 68,78 \approx 68 \text{ ton.}$$

Los centros de gravedad se obtendrán a partir de la disposición general:

$$XG_{inst.electrica} = 73,83 \text{ m.} \quad KG_{inst.electrica} = 12,01 \text{ m.}$$

2.3.9. PESO DE LA INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS DE LA CÁMARA DE MÁQUINAS

El peso de la instalación contra incendios se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$P_{IM} = 0,125 \times (0,0046 \times P_m + 0,0088 \times L \times B)$$

$$P_{IM} = 0,125 \times (0,0046 \times 68.640 + 0,0088 \times 318,4 \times 44,23) = 55 \text{ ton.}$$

Los centros de gravedad se obtendrán a partir de la disposición general:

$$XG_{IM} = 73,83 \text{ m.} \quad KG_{IM} = 12,01 \text{ m.}$$

2.3.10. PESO DE PIEZAS DE RESPETO, CARGAS DE CÁMARA DE MÁQUINAS Y LÍQUIDOS EN CIRCUITOS INCLUIDOS EN EL PESO EN ROSCA

Se evaluarán estos pesos a partir de la siguiente formulación:

$$P_{\text{varios}} = a \times MCR(kW) + b \times MCR(kW)^{0,7}$$

Siendo los valores de a y b : $a = 0,0109$ $b = 0,07525$

$$P_{\text{varios}} = 0,0109 \times 68.640 + 0,07525 \times 68.640^{0,7} = \mathbf{931 \text{ ton.}}$$

Los centros de gravedad se obtendrán a partir de la disposición general:

$$XG_{\text{varios}} = \mathbf{73,83 \text{ m.}} \quad KG_{\text{varios}} = \mathbf{12,01 \text{ m.}}$$

2.3.11. PESO DE LOS TECLES DE LA CAMARA DE MÁQUINAS

A partir de la siguiente fórmula obtenemos el peso de los tecles:

$$P_{TM} = 0,047 \times Lcm \times B \times 0,60 = 0,047 \times 22 \times 44,23 \times 0,60 = \mathbf{27,44 \text{ ton.}}$$

Los centros de gravedad se obtendrán a partir de la disposición general:

$$XG_{TM} = \mathbf{73,83 \text{ m.}} \quad KG_{TM} = \mathbf{12,01 \text{ m.}}$$

2.3.12. PESO TANQUES VARIOS EN CÁMARA DE MÁQUINAS

Una vez más utilizaremos fórmulas del libro mencionado anteriormente para el cálculo del peso de tanques varios, no estructurales, en cámara de máquinas:

$$P_{TV} = 1,2 + 0,0009 \times P_m, \quad \text{si } P_m > 736 \text{ kW}$$

$$P_{TV} = 1,2 + 0,0009 \times 68640 = \mathbf{63 \text{ ton.}}$$

Los centros de gravedad se obtendrán a partir de la disposición general:

$$XG_{TV} = \mathbf{73,83 \text{ m.}} \quad KG_{TV} = \mathbf{12,01 \text{ m.}}$$

2.3.13. PESO TUBERÍAS Y BOMBAS EN CÁMARA DE MÁQUINAS

La fórmula para el cálculo del peso de las tuberías y bombas en la cámara de máquinas es la siguiente:

$$P_{TBM} = 0,014101 \times P_m, \quad \text{si } P_m > 736 \text{ kW}$$

$$P_{TBM} = 0,014101 \times 68640 = \mathbf{968 \text{ ton.}}$$

Los centros de gravedad se obtendrán a partir de la disposición general:

$$XG_{TBM} = \mathbf{73,83 \text{ m.}} \quad KG_{TBM} = \mathbf{12,01 \text{ m.}}$$

2.3.14. PESO DEL GENERADOR DE COLA

En el texto se propone la siguiente fórmula:

$$P_{GC} = \frac{4,485 \times KVA + 0,000455 \times KVA^2}{1000}$$

Si tenemos en cuenta que el valor de KVA a partir del buque base es de 3.500 kVA, y que el centro de gravedad sigue siendo el centro de la maquinaria, tendremos que:

$$P_{GC} = 21,27 \text{ ton.}$$

$$XG_{GC} = 73,83 \text{ m.} \quad KG_{GC} = 12,01 \text{ m.}$$

2.3.15. PESO DEL GRUPO DE EMERGENCIA

Para su cálculo, se hará uso de la siguiente fórmula:

$$P_{GE} = \frac{7,45 \times (KVA - 30) + 765}{1000}$$

El valor de KVA se evaluará con un valor de 300 kW.

$$P_{GE} = \frac{7,45 \times (300 - 30) + 765}{1000} = 2,78 \text{ ton.}$$

Los centros de gravedad irán en la cubierta de la toldilla, de forma que obtenemos como resultado:

$$XG_{GE} = 54,44 \text{ m.} \quad KG_{GE} = 28,41 \text{ m.}$$

2.3.16. PESO HÉLICE TRANSVERSAL DE PROA

Para su cálculo recurriremos al catálogo de Kawasaki, el modelo KT-255B5 de 3000 kW. Se adjunta el catálogo como Anexo IV.

$$P_{He.Pr} = 18 \text{ ton.}$$

Los centros de gravedad se obtendrán a partir de la disposición general:

$$XG_{He.Pr} = 301,76 \text{ m.} \quad KG_{He.Pr} = 5,20 \text{ m.}$$

2.4. PESO DEL EQUIPO Y LA HABILITACIÓN

En este apartado se realizará el cálculo del peso del equipo y de la habilitación. En primer lugar realizaremos el cálculo mediante el método preliminar, como una primera aproximación y a continuación mediante un método iterativo por servicios en el que, para cada partida o concepto, se dicen las características necesarias para un cálculo más exacto.

2.4.1. PRIMERA APROXIMACIÓN

Para el cálculo de una primera aproximación del peso de los equipos del buque proyecto se recurrirá a la siguiente fórmula ya que no aparece ninguna expresión referida a buques portacontenedores:

$$PE = Pe_3 \times L^{1,3} \times B^{0,8} \times D^{0,3}$$

siendo $Pe_3 = 0,65$, para buques cargueros. Sustituyendo los valores obtenemos el peso de los equipos mediante la fórmula preliminar:

$$PE1 = 0,65 \times 318,4^{1,3} \times 44,23^{0,8} \times 26,41^{0,3} = \mathbf{6.454 ton.}$$

También es posible calcular el valor del peso del equipo y el armamento mediante la gráfica 9.5.12 que se incluye en el libro mencionado al inicio del documento.

Entrando en esta gráfica con una eslora de 318,4 m. obtenemos:

$$\frac{PE2}{L \times B} \approx 0,3$$

Despejando en la ecuación obtenemos un peso de equipos de: $PE2 = 4.225 ton$

Haciendo la media aritmética de ambos valores obtenemos el peso de los equipos:

$$PE_{tot} = \frac{PE1 + PE2}{2} = \mathbf{5339,5 ton.}$$

Calcularemos ahora los centros de gravedad de los equipos:

$$XG_{equipos} = XG_{acero} = \mathbf{123,76 m.}$$

$$KG_{equipos} = (1,005 - 0,000689 \times L) \times D = \mathbf{20,75 m.}$$

2.4.2. PESO DE LA HABILITACIÓN

El texto nos proporciona una serie de valores del peso por unidad de superficie para distintos conceptos de la habilitación:

- Subpavimentado, $P_{SP} = 28 \text{ kg/m}^2$
- Aislamiento acústico, $P_{AA} = 16 \text{ kg/m}^2$
- Pavimento PVC, $P_{PVC} = 8 \times 0,8 \text{ kg/m}^2$
- Moqueta, $P_{MQ} = 8 \times 0,2 \text{ kg/m}^2$
- Techos, $P_{MQ} = 17 \text{ kg/m}^2$
- Mamparos, $P_{MD} = 26 \text{ kg/m}^2$
- Aislamiento, $P_{AC} = 8 \text{ kg/m}^2$

Sumando estos datos se obtiene un valor de 103 Kg/m^2 .

El valor de la superficie de habilitación lo estimaremos a partir del plano del buque de referencia. De forma que tenemos una superficie de habilitación de 4.366 m^2 .

Además, se le suman el peso de 8 aseos y 28 cabinas quedando:

- 8 aseos = 4,5 ton.
- 28 cabinas sencillas = 10,8 ton.

El valor final obtenido de los pesos de la habilitación es:

$$**P_{HAB} = 465 \text{ ton.}**$$

El centro de gravedad se considerará en el punto medio de la superestructura:

$$**XG_{HAB} = 78,91 \text{ m.} \quad \mathbf{KG_{HAB} = 40,61 \text{ m.}}**$$

2.4.3. PESO DE LA PROTECCIÓN ANTICORROSIVA

2.4.3.1. PESO DE LA PINTURA DEL BUQUE

Para buques con un peso de acero (PS) mayor de 12.000 tm se propone la siguiente expresión:

$$P_i = 0,006 \times PS = 0,006 \times 33.093 = \mathbf{198,5 \text{ ton.}}$$

2.4.3.2. PESO PROTECCIÓN CATÓDICA DEL CASCO

Para el peso de la protección catódica del casco por ánodos de sacrificio, P_{cc} :

$$P_{cc} = 0,0004 \times Sm \times a \times y$$

donde,

- Sm es la superficie mojada. Esta se calculará a partir de la fórmula de Denny:

$$Sm = L \times T \times \left(1,7 + \frac{Cb}{T}\right) = 318,4 \times 14,73 \times \left(1,7 + \frac{0,65}{14,73}\right) = 8.180 \text{ m}^2$$

- $a = 1$, ánodos de Zinc.
- $y = 2$, número de años de protección.

$$P_{cc} = 0,0004 \times 8180 \times 1 \times 2 = \mathbf{6,54 \text{ ton.}}$$

$$ZG_{\text{protección anticorrosiva}} = 1,15 \times D = \mathbf{30,37 m.}$$

$$XG_{\text{protección anticorrosiva}} = XG_{\text{hab}} - 0,0468 \times L = 78,91 - 0,0468 \times 318,4 = \mathbf{64 m.}$$

2.4.4. PESO DEL EQUIPO DE FONDEO Y AMARRE

El peso del equipo de amarre y fondeo se calcula partiendo del numeral de equipo:

$$EN = \Delta^{2/3} + 2 \times B \times h + 0,1 \times Ap$$

siendo,

- h, altura total, incluidas casetas con manga mayor de B/4, desde el calado de verano hasta la cubierta más alta.

$$h = h_{\text{francobordo}} + h_{\text{superestruct.}} = 7,20 + 29,45 = 36,65 m.$$

- Ap, área lateral por encima del calado de verano (4.180 m²)
- Δ, desplazamiento al calado de verano (138.113 ton.)

Los términos h y Ap se calculan partiendo de la disposición general.

Una vez determinadas estas incógnitas resolvemos la primera ecuación:

$$EN = \mathbf{6.332}$$

Con este valor del numeral de equipo entramos en la gráfica 9.5.6 del libro de Fernando Junco a fin de obtener el peso total del equipo de fondeo y amarre, evaluando el conjunto de cadenas, anclas y molinetes

$$P_{AF} = \mathbf{475 ton.}$$

Sus centros de gravedad se situarán en la perpendicular de proa y sobre la cubierta:

$$\mathbf{XG_{AF} = 316,17 m. \quad KG_{AF} = 27,41 m.}$$

2.4.5. PESO DEL EQUIPO DE AMARRE DE POPA

Se considera que tiene un valor del 20% del equipo de amarre principal:

$$\mathbf{P_{AF POPA} = 0,2 \times P_{AF} = 0,2 \times 475 = 95 ton.}$$

El centro de gravedad se supone en popa y sobre cubierta, de modo que:

$$\mathbf{XG_{AF POPA} = -1 m \quad ZG_{AF POPA} = 27,41 m}$$

2.4.6. PESO DEL EQUIPO DE NAVEGACIÓN

Como indica el texto el peso del equipo de navegación es muy reducido y se recomienda tomar para esta partida el siguiente valor:

$$\mathbf{P_N = 2 ton.}$$

Los centros de gravedad se obtendrán a partir de la disposición general:

$$\mathbf{XG_N = 81,43 m. \quad KG_N = 54,82 m.}$$

2.4.7. PESO DEL EQUIPO DE GOBIERNO

El peso del equipo de gobierno se obtendrá a partir de la siguiente formulación:

$$PG = 0,0224 \times A \times v^{\frac{2}{3}} + 2$$

Donde,

- A es el área del timón (m^2). Como se desconoce este dato se calculará a partir de la siguiente ecuación:

$$A = \frac{L \times T \times \left(1,1 + 25 \times \frac{B^2}{L^2}\right)}{100} = 74,21 \text{ m}^2$$

- v , velocidad en pruebas del buque.

$$v = 1,06 \times v_s = 1,06 \times 25,5 = 27,03 \text{ kn}$$

$$PG = 0,0224 \times 74,21 \times 27,03^{\frac{2}{3}} + 2 = \mathbf{16,97 \text{ ton.}}$$

Los centros de gravedad se obtendrán a partir de la disposición general:

$$XG_{PG} = 0 \text{ m.} \quad KG_{PG} = 12 \text{ m.}$$

2.4.8. PESO DE LOS EQUIPOS DE SALVAMENTO

Para obtener el peso de los equipos de salvamento recurrimos a la siguiente fórmula:

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

donde n es igual al número de tripulantes si es mayor de 35. En caso contrario, que es el nuestro, n es 35.

$$PL = 9,5 + (35 - 35) \times 0,1 = \mathbf{9,5 \text{ ton.}}$$

Los centros de gravedad se suponen en cubierta y en una zona cercana a la habitación, resultando:

$$XG_{PL} = 78,91 \text{ m.} \quad KG_{PL} = 36,84 \text{ m.}$$

2.4.9. PESO DE TUBERÍAS Y BOMBAS EN EL CASCO

El peso de esta partida se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$P_{TBC} = 0,0047 \times L \times \sqrt{L \times B} = 0,0047 \times 318,4 \times \sqrt{318,4 \times 44,23} = 177,49 \text{ ton.}$$

Los centros de gravedad se suponen a la mitad de la eslora entre perpendiculares y a la mitad del puntal:

$$XG_{TBC} = 159,2 \text{ m.} \quad KG_{TBC} = 13,20 \text{ m}$$

2.4.10. PESO DEL AIRE ACONDICIONADO

Según el texto esta partida se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$P_{AA} = 0,020 \times Sh$$

donde Sh es la superficie de habitación, que se obtiene a partir de la disposición general:

$$L_{hab} = 17 \text{ m.} \quad B_{hab} = 26 \text{ m.}$$

$$Sh = 9 \text{ niveles} \times (17 \times 26) = 3.978 \text{ m}^2$$

$$P_{AA} = 0,020 \times 3978 = 79,56 \text{ ton.}$$

Los centros de gravedad se obtendrán a partir de la disposición general:

$$XG_{AA} = 78,91 \text{ m.} \quad KG_{AA} = 40,61 \text{ m.}$$

2.4.11. PESO DEL EQUIPO DE LA CHIMENEA

Para el cálculo de este peso utilizamos la siguiente fórmula:

$$P_{EF} = 0,0034 \times L \times B = 0,0034 \times 318,4 \times 44,23 = 47,88 \text{ ton.}$$

Los centros de gravedad se obtendrán a partir de la disposición general:

$$XG_{AA} = 78,45 \text{ m.} \quad KG_{AA} = 42,59 \text{ m.}$$

2.4.12. PESO DE LA INSTALACIÓN CONTRAINCENDIOS EN BODEGAS

El peso del equipo para la extinción de incendios en bodegas se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$P_{IB} = (4 \times L \times B + 1400) \times \left(\frac{1}{1000}\right) = (4 \times 318,4 \times 44,23 + 1400) \times \left(\frac{1}{1000}\right)$$

$$P_{IB} = 57,73 \text{ ton.}$$

El centro de gravedad de este peso se situará en el centro de la zona de carga.

$$XG_{IB} = 143,95 \text{ m.} \quad KG_{IB} = 10,23 \text{ m}$$

2.4.13. PESO DE TRINCAS

Para el cálculo del peso de las trincas de buques portacontenedores utilizaremos la siguiente fórmula:

$$P_T = 0,040 \times (N_{CC} + N_{CB})$$

siendo N_{CC} y N_{CB} el número de FEU's en cubierta y bodega respectivamente, que conocemos del Cuaderno 1.

$$P_T = 0,040 \times (N_{CC} + N_{CB}) = 0,040 \times (2372 + 2128) = \mathbf{180 \text{ ton.}}$$

El centro de gravedad se entiende que se encuentra sobre cubierta y en la sección media del buque:

$$XG_T = \mathbf{159,2 \text{ m.}} \quad KG_T = \mathbf{26,41 \text{ m.}}$$

2.4.14. PESO DE GUÍAS EN BUQUES PORTACONTENEDORES

Utilizaremos la siguiente expresión para el cálculo de esta partida:

$$P_{GC} = 0,25 \times N_{CB}$$

siendo N_{CB} el número de contenedores en bodega (4256 TEU's).

$$P_{GC} = 0,25 \times 4256 = \mathbf{1.064 \text{ ton.}}$$

La posición de los centros de gravedad la suponemos en el centro de la zona de carga:

$$\mathbf{XG_{GC} = 143,95 m. \quad KG_{GC} = 10,23 m}$$

2.4.15. PESO DE TAPAS DE ESCOTILLAS

Nuestro buque de referencia dispone de 10 bodegas, todas ellas con escotillas tipo pontón. Haremos uso de la siguiente fórmula para el cálculo del peso de las tapas de escotilla.

$$PH = PH_{esp} \times \frac{Ah}{Bh}$$

$$PH_{esp} = a \times Bh^{1,53} + b \times 0,065 \times (Bh - 12) * (TEU/20)^{0,2}$$

donde:

- PH_{esp} , es el peso específico de la escotilla.
- Ah , es el área de las tapas de escotilla, 491 m².
- Bh , es la anchura del vano de los paneles.
- a , 0,04611 (anchura del vano inferior a 12 m).
- b , 0 (anchura del vano inferior a 12 m).

Sustituyendo obtenemos:

$$PH_{esp} = 0,541 t/m^2$$

Disponemos de 10 bodegas con un total de 19 tapas de escotilla:

$$PH = \left(0,541 \times \frac{491}{5}\right) \times 19 = \mathbf{1009 ton.}$$

El centro de gravedad se calcula de acuerdo a las siguientes fórmulas:

$$XG_{PH} = \frac{L}{2} + 0,0625 \times L = \mathbf{179,1 m.}$$

$$KG_{PH} = 1,07 \times D = \mathbf{28,26 m.}$$

3. RESUMEN DE PESOS, CENTROS DE GRAVEDAD Y MOMENTOS

CONCEPTO	PESO, ton	XG, m	KG, m	MOM. LONG., txm	MOM. VERT., txm
Peso de aceros	33.093,00	123,76	13,77	4.095.589,68	455.690,61
Amurada reforzada	92,58	123,76	28,62	11.457,70	2.649,64
PESO ESTRUCTURAL	33.185,58	123,76	13,81	4.107.047,38	458.340,25
Maquinaria propulsora	3.949,00	73,83	9,31	291.554,67	36.765,19
Maquinaria restante	1.000,00	73,83	12,01	73.830,00	12.010,00
Peso de los polines del motor principal	621,00	73,83	3,75	45.848,43	2.328,75
Peso de una instalación de incinerador	6,00	73,83	12,01	442,98	72,06
Peso planta aguas residuales	3,00	73,83	12,01	221,49	36,03
Hélice propulsora	75,30	7,30	3,92	549,69	295,18
Línea de ejes	381,00	17,37	3,92	6.617,97	1.493,52
Instalación eléctrica	68,00	73,83	12,01	5.020,44	816,68
Contraincendios cam. maq.	55,00	73,83	12,01	4.060,65	660,55
Respetos, cargos y líquidos	931,00	73,83	12,01	68.735,73	11.181,31
Peso de teclés	27,44	73,83	12,01	2.025,90	329,55
Peso de tanques en cam. maq.	63,00	73,83	12,01	4.651,29	756,63
Tuberías y bombas en cam. maq.	986,00	73,83	12,01	72.796,38	11.841,86
Grupo de emergencia	2,78	54,44	28,41	151,34	78,98
Generador de cola	21,27	73,83	12,01	1.570,36	255,45
Hélice transversal de proa	18,00	301,76	5,20	5.431,68	93,60
PESO MAQUINARIA	8.207,79	71,09	9,63	583.509,00	79.015,34
Habilitación	465,00	78,91	40,61	36.693,15	18.883,65
Pintura	198,50	64,00	30,37	12.704,00	6.028,45
Protección catódica	6,54	64,00	30,37	418,56	198,62
Equipo de fondeo y amarre de proa	475,00	316,17	27,41	150.180,75	13.019,75
Equipo de amarre de popa	123,20	-1,00	27,41	-123,20	3.376,91
Equipo de navegación	2,00	81,43	54,82	162,86	109,64
Equipo de gobierno	16,97	0,00	12,00	0,00	203,64
Equipo de salvamento	9,50	78,91	36,84	749,65	349,98
Tuberías y bombas	177,50	159,20	13,20	28.258,00	2.343,00
Aire acondicionado	79,56	78,91	40,61	6.278,08	3.230,93
Equipo chimenea	47,88	78,45	42,59	3.756,19	2.039,21
Contra incendios en bodegas	57,73	143,95	10,23	8.310,23	590,58
Trincas para contenedores	180,00	159,20	26,41	28.656,00	4.753,80
Guías celulares	1.064,00	143,95	10,23	153.162,80	10.884,72
Peso de tapas de escotilla	1.009,00	179,10	28,26	180.711,90	28.514,34
PESO EQUIPO Y HABILITACIÓN	3.912,38	155,89	48,32	609.918,96	94.527,22

ROSCA	45.305,75	116,99	13,95	5.300.475,35	631.882,81
MARGEN	0,05	1	0,5		

ROSCA TOTAL	47.571	117,99	14,45		
--------------------	---------------	---------------	--------------	--	--

En una primera estimación del peso en rosca obtuvimos un valor de 40.087 toneladas, frente a las 47.571 toneladas obtenidas realizando un cálculo más detallado.

Contrastando el peso en rosca obtenido 47.571 toneladas con el peso en rosca de buques similares de la base de datos se comprueba que este valor está dentro del rango entre los que oscila el peso en estos buques.

A partir de ahora, los valores con los que trabajaremos serán los obtenidos en la tabla anterior ya que es un cálculo más detallado y una mayor cantidad.

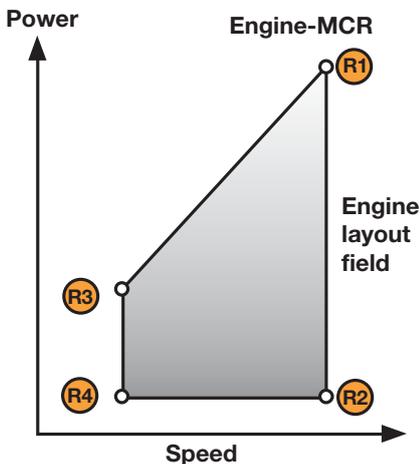
Se adjunta como Anexo V un plano de la distribución de los distintos pesos obtenidos en este cuaderno en el buque.

ANEXO I: CATÁLOGO MOTOR PRINCIPAL

MAIN TECHNICAL DATA

DEFINITIONS:

- Dimensions and weights: All dimensions are in millimetres and are not binding. The engine weight is net in metric tonnes (t), without oil and water, and is not binding.
- R1, R2, R3, R4 = power/speed ratings at the four corners of the engine layout field (see diagram).
- R1 = engine Maximum Continuous Rating (MCR).
- Contract-MCR (CMCR) = selected rating point for particular installation. Any CMCR point can be selected within the engine layout field.
- BSFC = brake specific fuel consumptions (BSFC). All figures are quoted for fuel of lower calorific value 42.7 MJ/kg, and for ISO standard reference conditions (ISO 15550 and 3046). The BSFC figures are given with a tolerance of +5%.
- Wärtsilä RT-flex96C engines have a lower part-load fuel consumption than the corresponding Wärtsilä RTA96C engines.
- The values of power in kilowatts and fuel consumption in g/kWh are the standard figures, and discrepancies occur between these and the corresponding brake horsepower (bhp) values owing to the rounding of numbers. For definitive values, please contact Wärtsilä local offices.
- ISO standard reference conditions
 Total barometric pressure at R1 1.0 bar
 Suction air temperature 25 °C
 Relative humidity 30%
 Scavenge air cooling water temperature:
 - with sea water 25 °C
 - with fresh water 29 °C



WÄRTSILÄ

RT-flex

WÄRTSILÄ

RTA

MAIN DATA RT-flex96C AND RTA96C

Cylinder bore	960 mm
Piston stroke	2500 mm
Speed	92 - 102 rpm
Mean effective pressure at R1	18.6 bar
Piston speed	8.5 m/s
Fuel specification:	730 cSt/50°C
Fuel oil	7200 sR1/100°F
	ISO 8217, category ISO-F-RMK 55

RATED POWER: PROPULSION ENGINES

Cyl.	Output in kW/bhp at							
	102 rpm				92 rpm			
	R1		R2		R3		R4	
	kW	bhp	kW	bhp	kW	bhp	kW	bhp
6	34 320	46 680	24 000	32 640	30 960	42 120	24 000	32 640
7	40 040	54 460	28 000	38 080	36 120	49 140	28 000	38 080
8	45 760	62 240	32 000	43 520	41 280	56 160	32 000	43 520
9	51 480	70 020	36 000	48 960	46 440	63 180	36 000	48 960
10	57 200	77 800	40 000	54 400	51 600	70 200	40 000	54 400
11	62 920	85 580	44 000	59 840	56 760	77 220	44 000	59 840
12	68 640	93 360	48 000	65 280	61 920	84 240	48 000	65 280
13	74 360	101 140	52 000	70 720	67 080	91 260	52 000	70 720
14	80 080	108 920	56 000	76 160	72 240	98 280	56 000	76 160

BRAKE SPECIFIC FUEL CONSUMPTION (BSFC)

	g/kWh	g/bhph	g/kWh	g/bhph	g/kWh	g/bhph	g/kWh	g/bhph
Load 100%	171	126	163	120	171	126	164	121
BMEP, bar	18.6		13.0		18.6		14.4	

PRINCIPAL ENGINE DIMENSIONS (MM) AND WEIGHTS (TONNES)

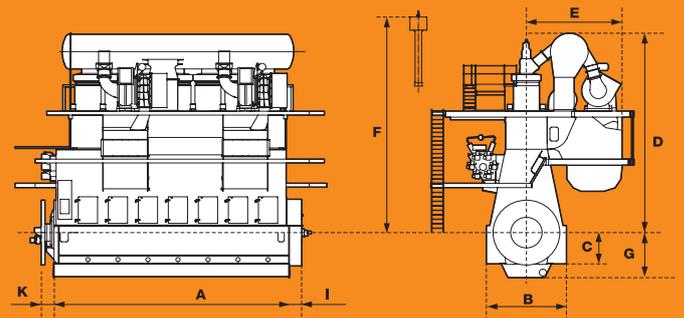
Cyl.	A	B	C	D	E	F*	G	I	K	Weight
6	11 564	4 480	1 800	10 925	5 232	12 950	2 594	723	676	1 160
7	13 244	4 480	1 800	10 925	5 232	12 950	2 594	723	676	1 290
8	15 834	4 480	1 800	10 925	5 232	12 950	2 594	723	676	1 470
9	17 514	4 480	1 800	10 925	5 232	12 950	2 594	723	676	1 620
10	19 194	4 480	1 800	10 925	5 232	12 950	2 594	723	676	1 760
11	20 874	4 480	1 800	10 925	5 232	12 950	2 594	723	676	1 910
12	22 554	4 480	1 800	10 925	5 232	12 950	2 594	723	676	2 050
13	24 234	4 480	1 800	10 925	5 232	12 950	2 594	723	676	2 160
14	25 914	4 480	1 800	10 925	5 232	12 950	2 594	723	676	2 300

* Standard piston dismantling height, can be reduced with tilted piston withdrawal.

13- and 14-cylinder engines are only available in RT-flex versions, and not RTA versions.

All the above data apply to both RTA96C and RT-flex96C versions. However, there may be differences in weights for the RT-flex96C.

Wärtsilä RT-flex engines are also available with part-load optimisation for lower fuel consumptions.



ANEXO II: CATÁLOGO INCINERADOR

WASTE OIL INCINERATOR

KFB-TYPE



■ Dimension table

Type	Capacity (kcal/hr)	Dimension(mm)			Weight (ton)
		L	W	H	
KFB-32	320,000	1,600	1,635	2,200	3.3
KFB-50	520,000	1,695	1,890	2,175	3.7
KFB-73S	730,000	1,910	2,120	2,285	4.0
KFB-110S	1,100,000	2,085	2,405	2,285	6.0
KFB-129	1,290,000	4,525	2,265	2,220	7.7



KANGRIM HEAVY INDUSTRIES CO.,LTD.

CHANGWON FACTORY

76, Yeondeok-ro, Seongsan-gu, Changwon-si
Gyeongnam, Korea
TEL : +82-55-269-7700(Rep.) FAX : +82-55-269-7795-9(Rep.)
http : //www.kangrim.com E-mail:kangrim@kangrim.com

POHANG FACTORY

1111, Hae-an-ro, Heung-hae-eup, Buk-gu,
Pohang-si Gyeongbuk, Korea
TEL : +82-54-230-8500(Rep.)
FAX : +82-54-230-8544(Rep.)

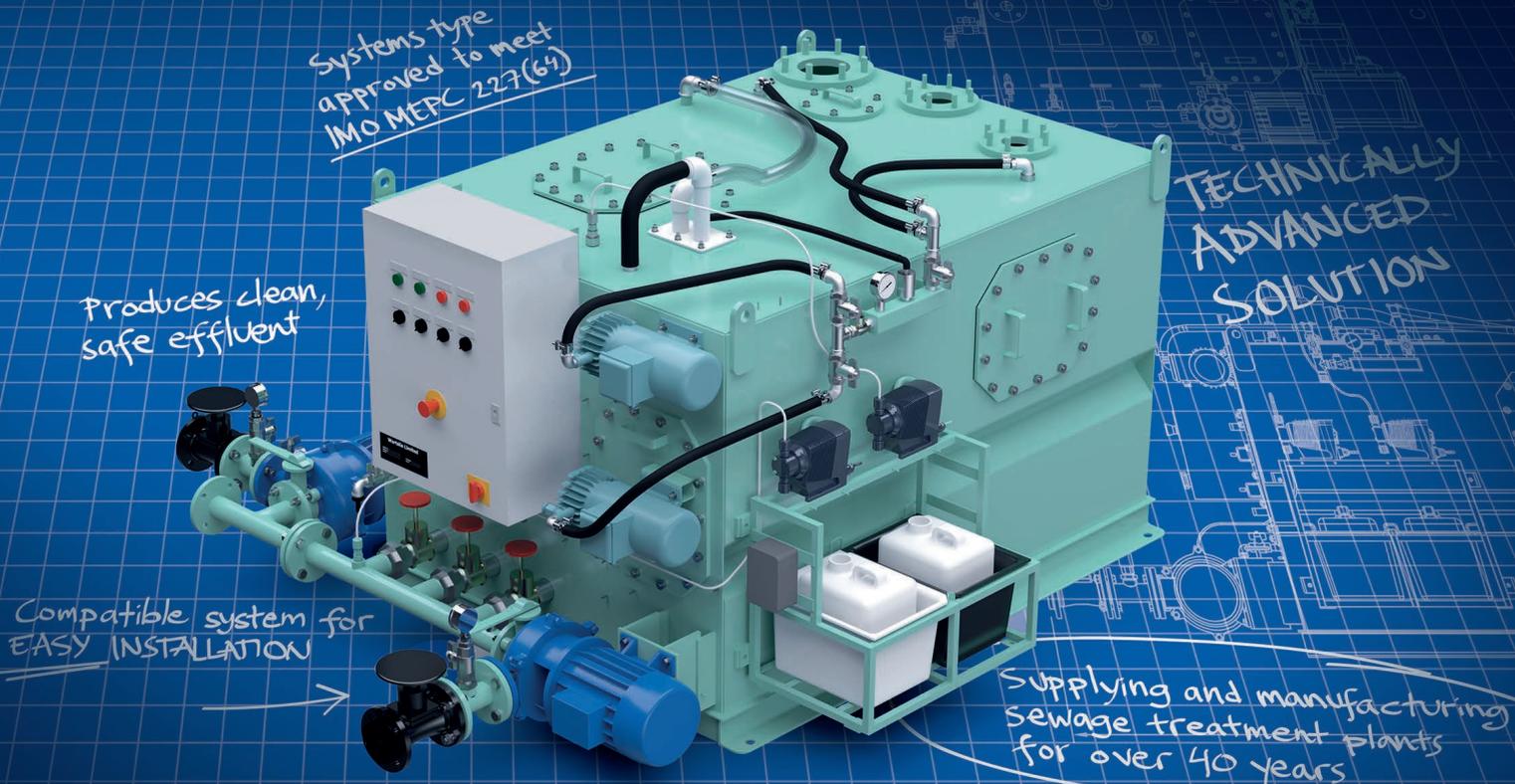
CHANGZHOU FACTORY

Kohler Road 8#, XinBei-Area Changzhou
City Jiangsu China
TEL : +86-519-8822-3601-5(Rep.) FAX : +86-519-8822-3630(Rep.)
http : //www.kangrim.com

ANEXO III: CATÁLOGO PLANTA DE AGUAS RESIDUALES

ENERGY
ENVIRONMENT
ECONOMY

WÄRTSILÄ HAMWORTHY SMALL STC-13 SERIES SUPER TRIDENT SEWAGE TREATMENT PLANT



Wärtsilä is the world's leading manufacturer of marine sewage treatment systems.

For over four decades the Wärtsilä Hamworthy Super Trident sewage treatment plant has been widely regarded as standard specification on all types of vessels and has been designed to meet all existing and future IMO standards.

Plants installed on or after 1 January 2016 must meet the new IMO MEPC 227(64) effluent quality standards, which introduce a dilution compensation factor and designate the Baltic Sea as a "Special Area". The Wärtsilä Hamworthy Super Trident sewage treatment plant is certified to meet these standards, which are more stringent than the current IMO MEPC 159(55) guidelines.

The Wärtsilä Hamworthy Super Trident sewage treatment plant is a cost-effective and safe answer to disposal of waste at sea, maintaining the quality of the world's oceans and complying with regulations for operational peace of mind.

The small STC-13 sewage treatment plants are fully compatible with gravity and vacuum collection systems and uses the activated sludge system, which accelerates natural biological processes. Chemical chlorination and dechlorination are employed to produce a clean, safe, effluent suitable for discharging overboard.

STANDARD FEATURES

- IMO & MED certified
- Single power supply input point
- Minimal maintenance requirement
- Solids handling centrifugal discharge pump
- Chemical disinfection and dechlorination
- Automatic control
- Compact design

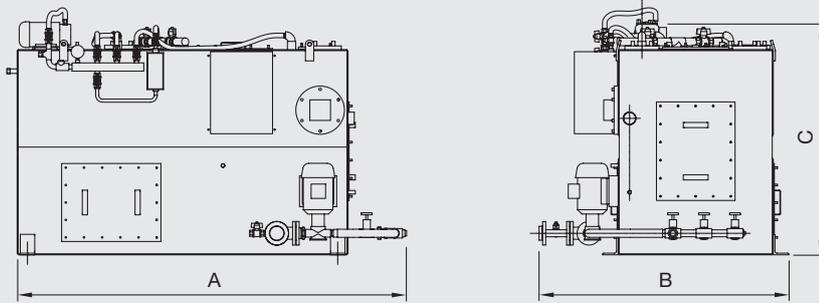
OPTIONAL FEATURES

- Fitted vacuum sewage collection equipment
- Conditioning water flow meter
- Standby compressor (mounted)
- Standby discharge pump (mounted)
- Maceration
- Separate sewage feed system
- Retrofit options available to aid installation

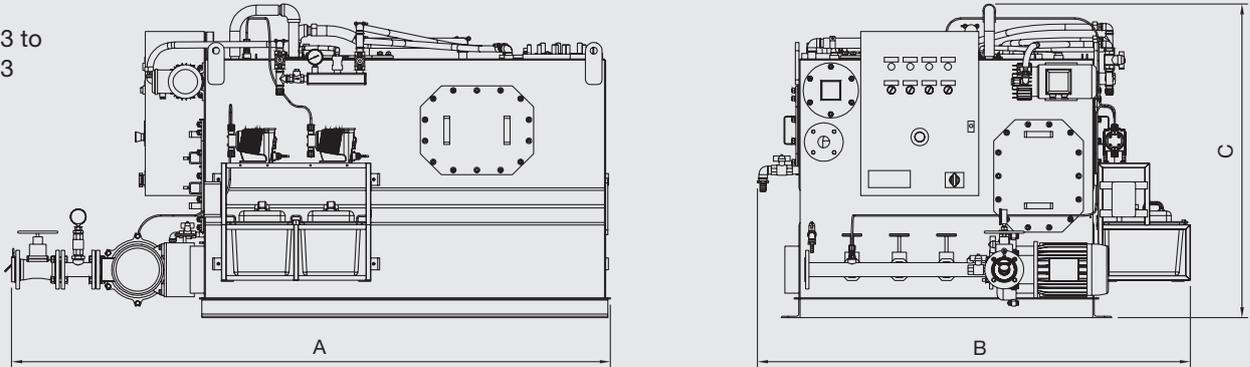
Model No.	IMO Certified* (litres/day)	Dimensions** (mm)			Weight Full** (kg)
		A	B	C	
STC01-13	1740	1890	1400	1181	1550
STC02-13	3120	2518	1863	1336	3030
STC03-13	4660	2622	1863	1681	3959
STC04-13	6010	2722	2080	1821	5027
STC06-13	9360	3072	2280	1971	7367

*IMO certificate issued by Lloyd's Register **Weights and dimensions based on one pump and one compressor variant

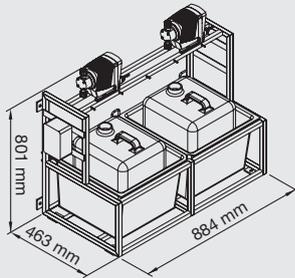
STC01-13



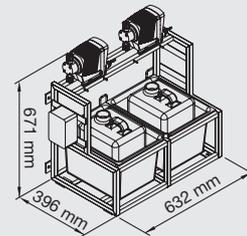
STC02-13 to
STC06-13



Chemical Dosing Unit
(Loose Supply)
STC01-13, STC04-13
and STC06-13



Chemical Dosing Unit
(Loose Supply)
STC02-13 and STC03-13



DETAILED SPECIFICATION

MAIN TANK

The main tank consists of integral aeration, settling, and disinfecting compartments and is coated with a heavy application of a proven finish, internally, and with a rust resistant primer and gloss finish externally. All air pipework and tank connections are supplied as standard.

AIR COMPRESSOR

One or more rotary air compressors (duty/stand-by) can be supplied, to provide air to the aerators.

DISCHARGE PUMP

One or more discharge pumps (duty/stand-by) can be supplied. These are also suitable for routine desludging.

ELECTRICAL CONTROL PANEL

The electrical controls are housed in a steel enclosure to IP55 standards. The door of the control cabinet is fitted with a triple pole interlocked isolator. A volt free contact is provided for connection to the ship's main control panel or to any indicators or alarms.

CHLORINATION AND DECHLORINATION

Separate dosing systems for chlorination and dechlorination each include a solenoid-diaphragm dosing pump and a chemical container, all mounted, piped and wired to sewage treatment plant.

WÄRTSILÄ® is a registered trademark. Copyright © 2015 Wärtsilä Corporation. Specifications are subject to change without prior notice.

wastewater@wartsila.com

WARTSILA.COM



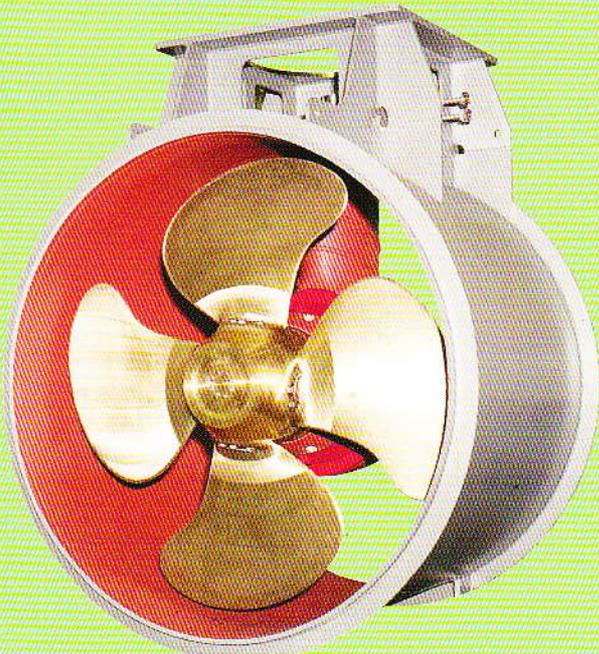
ANEXO IV: CATÁLOGO HÉLICE DE PROA

THRUSTER SELECTION

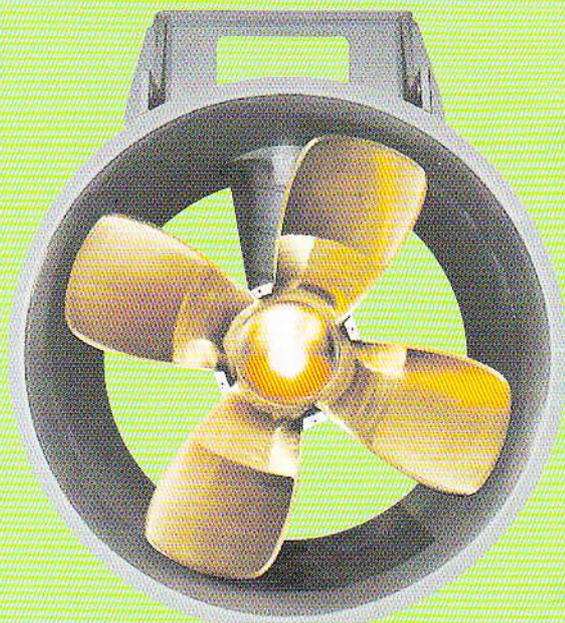
Model	Propeller Dia.	Max. Power		Input Speed, 60 Hz
	mmø	kW	PS	r/min
KT- 32B3	1000	320	435	1750
KT- 43B1	1150	330	450	1750
KT- 55B3	1300	550	750	1750
KT- 72B3	1450	700	950	1750
KT- 88B3	1650	920	1250	1160
KT-105B3	1800	1070	1455	1160
KT-130B3	2000	1350	1835	1160
KT-157B5	2200	1800	2450	1160
KT-187B5	2400	2150	2930	1160
KT-219B5	2600	2500	3400	880
KT-255B5	2850	3000	4080	880
KT-300B5	3100	3500	4760	880
KT-355B5	3300	4000	5440	706

Option

-  *FPP (Fixed Pitch Propeller Type)*
-  *50Hz Frequency*
-  *Low Noise Double Wall Tunnel*
-  *DPS Interface*

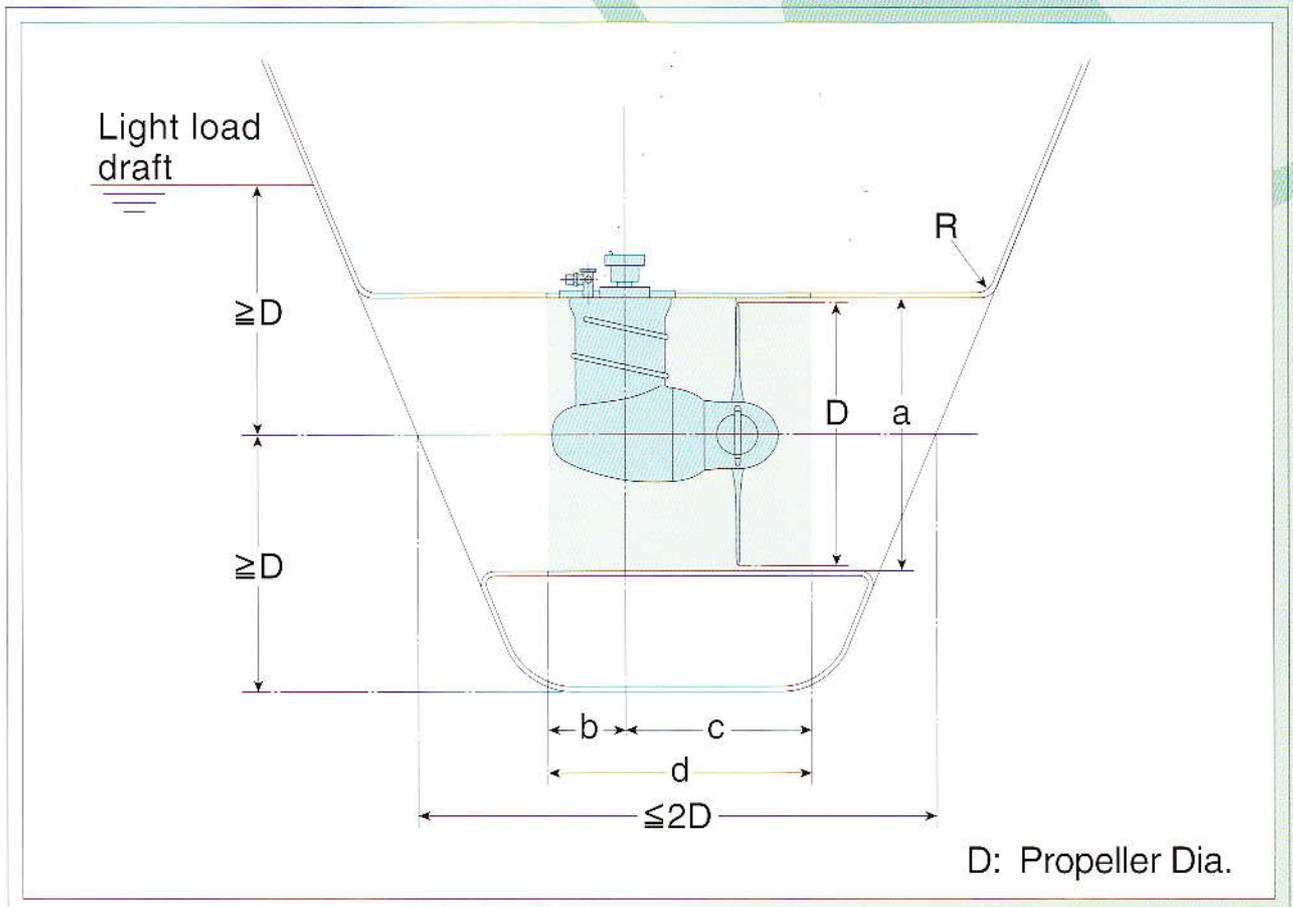


Controllable Pitch Propeller



Fixed Pitch Propeller

TECHNICAL DATA



DIMENSIONS

(mm)

Model	KT-32B3	KT-43B1	KT-55B3	KT-72B3	KT-88B3	KT-105B3	KT-130B3	KT-157B5	KT-187B5	KT-219B5	KT-255B5	KT-300B5	KT-355B5
D	1000	1150	1300	1450	1650	1800	2000	2200	2400	2600	2850	3100	3300
a	1060	1219	1377	1536	1747	1903	2114	2324	2534	2744	3004	3269	3479
b	335	335	375	390	475	475	515	585	620	655	715	770	815
c	710	710	790	860	1075	1075	1170	1295	1420	1540	1670	1830	1935
d	1045	1045	1165	1250	1550	1550	1685	1880	2040	2195	2385	2600	2750
R min.	100	115	130	145	165	180	200	220	240	260	285	310	330

WEIGHTS

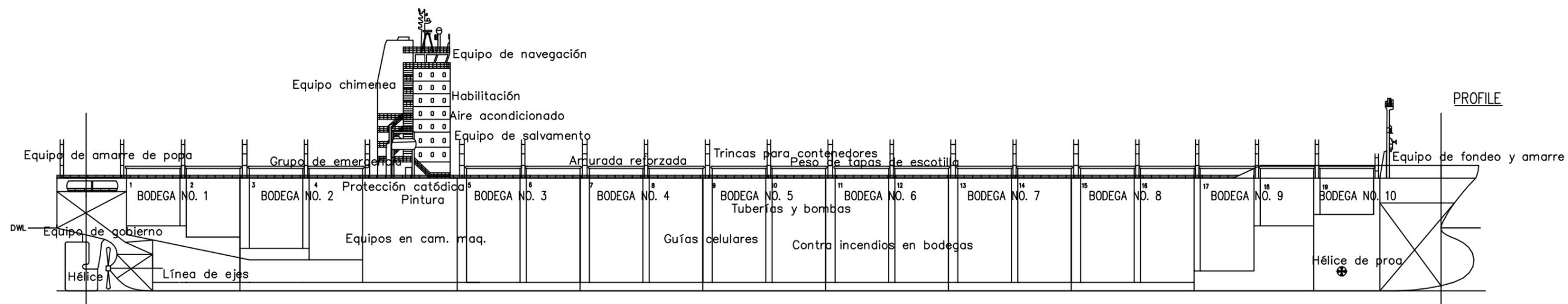
(kg)

Model	KT-32B3	KT-43B1	KT-55B3	KT-72B3	KT-88B3	KT-105B3	KT-130B3	KT-157B5	KT-187B5	KT-219B5	KT-255B5	KT-300B5	KT-355B5
Main unit	1050	1400	1800	2600	4500	5100	6500	8300	10800	13700	18000	23200	28000
Hydraulic unit	220	220	220	220	260	260	260	220	220	220	230	230	230

HYDRAULIC SYSTEM

Model	KT-32B3	KT-43B1	KT-55B3	KT-72B3	KT-88B3	KT-105B3	KT-130B3	KT-157B5	KT-187B5	KT-219B5	KT-255B5	KT-300B5	KT-355B5
Motor power kW	2.2	2.2	2.2	2.2	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	7.5	7.5	7.5
Gravity tank lit.	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Total oil lit.	130	135	180	210	295	305	375	510	630	780	1000	1260	1500

ANEXO V: PLANO DISTRIBUCIÓN DE PESOS



Estado	Fecha	Nombre	Firmas	Proyecto:	A3
Dibujado	27/05/16	Nadia Conde		Portacontenedores 9000 TEU's	
Comprobado					
Escala:	Num proyecto: 15 - 13			Escuela Politécnica Superior de Ferrol	
1:1000	Alumna: Nadia Conde Alonso				
	Título: DISTRIBUCIÓN PESO EN ROSCA			Num plano: 1	Rev: 1/1
	Sustituido por:			Sustituye a:	