



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado

CURSO 2021/22

BUQUE PORTACONTENEDORES

16000 TEUs

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNA/O

Javier García Ávila

TUTORAS/ES

Alicia Munín Doce

FECHA

Septiembre 2022



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2020/21

BUQUE PORTACONTENEDORES

16000 TEUs

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

CUADERNO 2.

**CÁLCULO DE PESOS Y CENTROS DE GRAVEDAD DEL PESO EN ROSCA Y DE SUS
PARTIDAS CORRESPONDIENTES.**



TIPO DE BUQUE: Portacontenedores

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: DNV, SOLAS, MARPOL

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 16000 TEUS

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 22 nudos de velocidad de servicio con una autonomía de 20000 millas.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Sin grúas

PROPULSIÓN: Motor Diesel acoplado a línea de ejes

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 30

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:

ALUMNO: D. Javier García Ávila

ÍNDICE

Índice	4
Ilustraciones.....	5
Tablas.....	5
Acrónimos usados	6
1. Introducción	7
2. Cálculo del peso en rosca	8
2.1 Cálculo preliminar	8
2.2 Peso estructural.....	9
2.2.1 Peso de aceros.....	9
2.2.2 Peso amurada reforzada	11
2.3 Peso de maquinaria.....	11
2.3.1 Peso de maquinaria propulsora	11
2.3.2 Instalación contra incendios de cámara de máquinas	14
2.3.3 Tecles de la cámara de máquinas.....	15
2.3.4 Peso de tanques de usos varios.....	15
2.3.5 Planta de tratamiento de aguas residuales.....	16
2.3.6 Planta incineradora.....	17
2.3.7 Planta de tratamiento de aguas de lastre	17
2.3.8 Planta eléctrica	18
2.3.9 Hélice.....	19
2.3.10 Piezas de respeto	19
2.3.11Tuberías y bombas de la cámara de maquinas.....	19
2.3.12 Grupo de emergencia	20
2.3.13 Hélice de proa.....	20
2.4 Peso habilitación y otros equipos	20
2.4.1 Habilitación (Superestructura de proa)	20
2.3.2 Superestructura popa	21
2.3.3 Protección de superficies.....	21
2.3.4 Peso trincas de los contenedores.....	22
2.3.5 Equipo de gobierno.....	22
2.3.6 Tuberías y bombas a lo largo de la eslora.....	22
2.3.7 Equipos de salvamento	23
2.3.8 Instalación contra incendios de bodegas.....	23
2.3.9 Peso de las guías	23

3. Justificación del centro de gravedad sobre el plano de disposición general	24
4. Márgenes considerados en el peso y en los centros de gravedad.....	26
5. Comprobación del peso muerto.....	27
Bibliografía.....	28
Anexo 1. CMA CGM Argentina.....	29
Anexo 2. Catálogo motor Wärtsilä X92.....	31
Anexo 3. Catálogo planta de tratamiento de aguas residuales	34
Anexo 4. Catálogo planta tratamiento de aguas de lastre.....	36
Anexo 5. Catálogo incinerador	39
Anexo 6. Catálogo planta eléctrica.....	41
Anexo 7. Hélice de proa	42

ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Dimensiones preliminares	7
Ilustración 2. Especificaciones del motor propulsor.....	12
Ilustración 3. Detalle línea de ejes CMA CGM Argentina.....	14
Ilustración 4. Planta de tratamiento de agua	16
Ilustración 6. Planta de tratamiento de agua de lastre	17
Ilustración 7. Generador Eléctrico	18
Ilustración 8. Localización en plano de los centros de gravedad	25
Ilustración 9. Dimensiones finales	27

TABLAS

Tabla 1. Resumen partidas de pesos.....	24
Tabla 2. Peso en rosca.....	24

ACRÓNIMOS USADOS

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	UNIDADES
Δ	Desplazamiento	Tn
B	Manga del buque	m
Cb	Coefficiente de bloque	-
Cf	Coefficiente de la flotación	-
Cm	Coefficiente de la maestra	-
Cp	Coefficiente prismático	-
D	Puntal	m
Dp	Diámetro Hélice	m
Fb	Francobordo	m
Fn	Número de Fraude	-
g	Gravedad	m/s^2
GM	Radio metacéntrico	m
KB	Posición vertical del centro de carena	-
KG	Posición vertical del centro de gravedad	-
KM	Posición vertical del metacentro	-
Lpp	Longitud entre perpendiculares del buque	-
Loa	Longitud total del buque	-
P	Potencia	KW
PM	Peso muerto	Tn
PR	Peso en Rosca	Tn
T	Calado	m
Vmx	Velocidad máxima	m/s o Kn
Vsv	Velocidad servicio	m/s o Kn
XB, XC	Posición longitudinal del centro de carena	m
XG	Posición longitudinal del centro de gravedad	m

1. INTRODUCCIÓN

En este cuaderno se calculará, de forma más detallada que en el Cuaderno 1, el peso en rosca con todas sus partidas y sus correspondientes centros de gravedad, a partir de los datos obtenidos en el dimensionamiento preliminar del buque.

TEUs Totales	16000 TEUs	Cb	0,7 [-]
TEUs Bodega	6963 TEUs	Cm	0,998[-]
Lpp	356 [m]	Cp	0,7 [-]
Loa	371 [m]	V	22 [Kn]
B	53 [m]	Fn	0.192 [-]
D	31 [m]	Δ	212349 [t]
T	15,6 [m]		

Ilustración 1. Dimensiones preliminares

El peso en rosca se dividirá en tres partidas independientes: peso de la estructura, peso de la maquinaria, peso de equipos y habilitación.

De cara al cálculo de las distintas partidas se utilizarán fuentes bibliográficas que ofrecen formulaciones empíricas basadas en regresiones.

2. CÁLCULO DEL PESO EN ROSCA

Para un correcto cálculo del peso en rosca, primero se realizará un cálculo preliminar orientativo que se pueda comparar con el peso en rosca final, obtenido del sumatorio de cada una de las partidas, con el fin de tener una referencia inicial.

2.1 Cálculo preliminar

Para el cálculo preliminar se utilizarán tres fórmulas que permiten calcular el peso en rosca total.

$$PR_1 = 109,363 + 6,44 \cdot 10^{-3} \cdot (\ln(TEU))^7$$

$$PR_2 = 0,02144 \cdot L^{1,15} \cdot B \cdot D^{0,5} + 79,9999 \cdot BHP^{0,49855} + 0,03775 \cdot L \cdot B \cdot D$$

Análogamente se calculará la posición del centro de gravedad del peso en rosca:

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

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

Obteniéndose los valores:

$$PR_1 = 51409 [t]$$

$$PR_2 = 52227 [t]$$

$$PR_{prel} = 51820 [t]$$

$$ZR_{prel} = 20,92[m]$$

$$XR_{prel} = 148,45[m]$$

2.2 Peso estructural

El peso estructural se dividirá en peso de aceros y peso de la armadura reforzada.

2.2.1 Peso de aceros

En estos momentos, no se poseen todos los datos necesarios para un cálculo exhaustivo del peso de aceros, es por ello por lo que se emplearán distintas fórmulas empíricas que permitan realizar cálculos aproximados, para posteriormente calcular su valor promedio.

Miller

Específica para portacontenedores.

$$PS_1 = 8400 \cdot \left(\frac{L \cdot B \cdot D}{10^5}\right)^{0,9} \cdot \left(0,675 + \frac{C_B}{2}\right) \cdot \left(0,00585 \cdot \left(\frac{L}{D} - 8,3\right)^{1,8} + 0,939\right)$$
$$PS_1 = 41618[t]$$

Chapman

Específica para portacontenedores.

$$PS_2 = 0,03 \cdot L^{1,759} \cdot B^{0,712} \cdot D^{0,374}$$
$$PS_2 = 42223 [t]$$

J.L García Garcés

$$PS_3 = 0,01665 \cdot L^{1,5} \cdot B \cdot D^{0,5} \cdot (1 + C_B)$$
$$PS_3 = 46104[t]$$

D. Watson y A. Gilfillan

$$PS_4 = K \cdot E^{1,36} [1 + 0,5 \cdot (C_B - 0,70)]$$

Con:

$$E = L_{pp}(B + D) + 0,85 \cdot L_{pp}(D - T) + 1,45 \cdot L_{pp} - 11$$

$$C_B = C_B + (1 - C_B)[(0,8D - T)/3T]$$

K = 0,033 para los portacontenedores.

$$PS_4 = 47722 [t]$$

Se calcula la media de los 4 pesos, obteniendo el peso de aceros total:

$$PS = 44390 [t]$$

Cálculo de centros de gravedad del peso de aceros:

- F. Junco [2]:

$$KG_1 = (0,725 - 0,0007218 \cdot L) \cdot D$$
$$KG_1 = 14,44[m]$$

- Kupras [3]:

$$KG_2 = 0,01 \cdot D \cdot \left(46,6 + 0,135 \cdot (0,81 - C_B) \cdot \frac{L^2}{D^2} \right) + \left(\frac{L}{B} - 6,5 \right) \cdot 0,008 \cdot D$$

Aplicando una corrección para el bulbo de proa de:

$$-0,002 \cdot D = -0,059[m]$$

$$KG_2 = 15,05[m]$$

J.L García Garcés [4]:

$$KG_3 = 0,52207 \cdot D + 1,1717 = 17,35 [m]$$

$$XG_1 = 0,37009 \cdot L + 5,924 = 137,68[m]$$

Realizando la media finalmente se obtiene:

$$PS = 44390 [t]$$

$$KG_S = 15,61 [m]$$

$$XG_S = 137,68 [m]$$

2.2.2 *Peso amurada reforzada*

El buque a diseñar poseerá unas formas en “U”, por ser las más típicas en los buques de su clase. Para este tipo de formas, se establece la siguiente expresión:

$$P_{AR} = 1,05 \cdot (6 - 0,0021875 \cdot L^2 + 1,1125 \cdot L) \cdot \frac{L_a}{1000} \quad [3]$$

Donde L_a se corresponde con la longitud de amurada, que se tomará como dos veces la eslora entre perpendiculares, obteniendo de esta manera un valor para el peso de la armadura reforzada:

$$P_{AR} = 93,31 [t]$$

El centro de gravedad vertical de la armadura reforzada se calculará mediante la siguiente formulación:

$$KG_{AR} = D + 0.5(D - T) \quad [3]$$

$$KG_{AR} = 36,5 [m]$$

El centro de gravedad longitudinal se estimará que coincidirá con el centro de gravedad del peso de aceros, calculado en el apartado anterior.

$$XG_{AR} = 137,68 [m]$$

Luego:

$$P_{AR} = 93,61 [t]$$

$$KG_{AR} = 38,95 [m]$$

$$XG_{AR} = 137,68 [m]$$

2.3 **Peso de maquinaria**

El peso de maquinaria se dividirá en dos, el peso de la maquinaria destinada a propulsión, y el peso de otros equipos restantes.

2.3.1 *Peso de maquinaria propulsora*

Se dividirá en peso del equipo propulsor en nuestro caso (motor) y peso de equipos de propulsión restantes.

2.3.1.1 Peso de equipo propulsor

El equipo propulsor fue seleccionado en el cuaderno 1, siendo el Wartsila X92, la opción de 12 cilindros R2+.

Del catálogo del fabricante se obtiene la siguiente hoja de especificaciones técnicas dónde aparece el peso total de la planta propulsora.

Wärtsilä X92						IMO Tier II
Cylinder bore						920 mm
Piston stroke						3468 mm
Speed						70-80 rpm
Mean effective pressure at R1/R1+						21.0/20.0 bar
Stroke / bore						3.77
Rated power, principal dimensions and weights						
Cyl.	Output in kW at				Length A mm	Weight tonnes
	76/80 rpm		70 rpm			
	R1 / R1+	R2 / R2+	R3	R4		
6	36 780	26 520	33 900	24 420	11 630	1 120
7	42 910	30 940	39 550	28 490	13 210	1 260
8	49 040	35 360	45 200	32 560	16 350	1 460
9	55 170	39 780	50 850	36 630	17 850	1 630
10	61 300	44 200	56 500	40 700	19 520	1 790
11	67 430	48 620	62 150	44 770	21 280	1 960
12	73 560	53 040	67 800	48 840	22 870	2 140
Dimensions mm	B	C	D	E		
	5550	1900	12 950	6050		
	F1	F2	F3	G		
	15 420	15 450	14 240	2930		
Brake specific fuel consumption (BSFC) in g/kWh						
Full load						
Rating point			R1/R1+	R2/R2+	R3	R4
BMEP, bar			21.0/20.0	15.1/14.4	21.0	15.1
BSFC	Standard Tuning		166/165	159	166	159
Part load, % of R1/R1+						
Tuning variant	Standard	Standard	Delta	Delta	Low-Load	
BSFC	162.4/161.4	162.0/161.0	161.7/160.7	160.5/159.5	157.2/156.4	

Ilustración 2. Especificaciones del motor propulsor

$$PQ_1 = 2140 [t]$$

2.3.1.2 Peso de maquinaria restante

- Polines

Partiendo de nuevo de una fórmula obtenida del Watson.

$$P_{polines} = (a + b) \cdot \frac{MCR}{1000} [3]$$

Donde:

$$MCR = 73560 [KW]$$

$$RPM = 70$$

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

$$b = \left(\frac{50-RPM}{100}\right) \text{ para buques con RPM comprendidas entre 50 y 100 RPM}$$

Obteniendo:

$$P_{Polines} = 140 [t]$$

El centro de gravedad se encontrará en la misma eslora que la maquinaria, pero a la altura del fondo de esta:

$$KG_{Polines} = 2,8 [m]$$

$$XG_{Polines} = 64[m]$$

- Otros

A partir de las recomendaciones de cálculo de las IACS se obtiene la siguiente formulación para el cálculo aproximado del peso restante de los componentes de la cámara de máquinas:

$$PQR = K \cdot VE^l + h \cdot EJ \cdot (j * L_{pp} + 5) = 1012 [t]$$

Donde:

- K, l, h, j: coeficientes obtenidos de los recursos bibliográficos [2].

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

- VE: volumen de la cámara de máquinas.

Suponiendo una cámara prismática:

$$VE = 0,85 \cdot L_m \cdot B_m \cdot (D - df) = 27268[m^3]$$

$$L_m, \text{ eslora de la cámara de máquinas. } L_m = 24[m]$$

$$B_m, \text{ manga de la cámara de máquinas. } B_m = B - 2 \cdot d_{doblecasco} = 47,4[m].$$

$$df, \text{ altura del doble fondo, } 2,8 [m]$$

- EJ: longitud de la línea de ejes fuera de la cámara de máquinas.

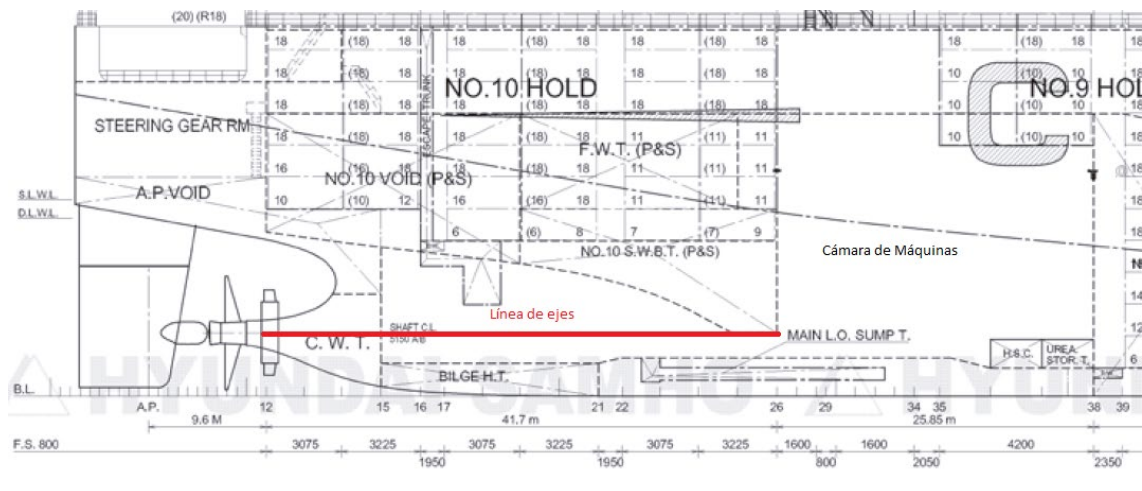


Ilustración 3. Detalle línea de ejes CMA CGM Argentina

A partir del buque referencia CMA CGM Argentina se obtiene el valor estimado de:

$$EJ = 9,6 \cdot 2 = 19,2 [m]$$

El centro de gravedad se obtendrá suponiendo que su coordenada longitudinal coincide con el centro de la cámara de máquinas y calculando su coordenada vertical con la siguiente fórmula empírica:

$$XG_{Otros} = 64 [m]$$

$$KG_{Otros} = 0,17 \cdot T + 0,36 \cdot D = 13,73 [m]$$

Obteniendo un peso de maquinaria restante total de:

$$P_{Qres} = P_{polines} + P_{Otros} = 1152 [t]$$

$$XG_{Qres} = 64[m]$$

$$KG_{Qres} = 12,8[m]$$

2.3.2 Instalación contra incendios de cámara de máquinas

El peso de la instalación contra incendios específica para la cámara de máquinas se obtendrá mediante la siguiente formulación:

$$P_{Icm} = 0,0025 \cdot VE + 1$$

Teniendo en cuenta el dato de VE calculada en la partida anterior $VE = 27268[m^3]$

$$P_{Icm} = 69,17[t]$$

Los centros de gravedad se tomarán en el centro de la cámara de máquinas:

$$XG_{Icm} = 64[m]$$

$$KG_{Icm} = 12.8[m]$$

2.3.3 Tecles de la cámara de máquinas

Los tecles para la elevación de equipos situados en la cámara de máquinas se estimarán mediante la siguiente expresión:

$$P_{Tcm} = 0,047 \cdot l_m \cdot B \cdot 0,6$$

Con:

- l_m , eslora de la cámara de máquinas, obtenida del buque referencia.
- B , manga del buque.

$$P_{Tcm} = 35,9[t]$$

El centro de gravedad se tomará de igual manera en el centro geométrico de la cámara de máquinas.

$$XG_{Icm} = 64[m]$$

$$KG_{Icm} = 12.8[m]$$

2.3.4 Peso de tanques de usos varios

El peso de los tanques que se ubican en la cámara de máquinas para los sistemas instalados se puede aproximar mediante la siguiente fórmula:

$$P_{Tvcn} = a + b \cdot MCR$$

Donde, al ser MCR superior a 736 [KW], los coeficientes a y b resultan:

- $a = 1,2$
- $b = 0,0009$

Resultando:

$$P_{Tvcn} = 1,2 + 0,0009 \cdot 73560 = 67,4[t]$$

Con el centro de gravedad situado igualmente en el centro de la cámara de máquinas.

$$XG_{Tvcn} = 64[m]$$

$$KG_{Tvcn} = 12.8[m]$$

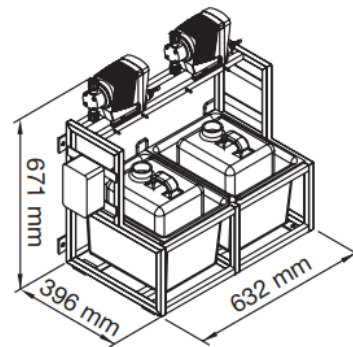
2.3.5 Planta de tratamiento de aguas residuales

De buques similares, se obtiene la información de la planta de tratamiento de aguas residuales, se elige la planta "Small STC-13 series" del fabricante Wartsila. (Se adjunta el catálogo en el Anexo).

Se escoge en este caso el STC03-13.

Chemical Dosing Unit
(Loose Supply)

STC02-13 and STC03-13



WEIGHTS & DIMENSIONS

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

Ilustración 4. Planta de tratamiento de agua

Suponiendo que el centro de gravedad del equipo está situado en su centro geométrico:

$$P_{wt} = 4[t]$$

$$KG_{wt} = 0,671/2 + 2,8 = 3,1[m]$$

$$XG_{wt} = 64[m]$$

2.3.6 Planta incineradora

Partiendo del buque referencia, y de la normativa de la IMO encontramos en catálogo del fabricante ATLAS, escogiendo el siguiente (Catalogo adjunto en Anexo):

Model Data	ATLAS 600 SL WS P
Combustion Capacity	581kW
Combustion capacity (calorific value)	500,000kcal/h
Combustion capacity - Solid Waste IMO standard	100kg/h
Combustion capacity – Liquid Waste IMO standard with 20% water content	66l/h
Combustion capacity – Liquid Waste IMO standard with 50% water content	100/h
Dimensions – L x W x H	2.5 x 1.8 x 2.4m
Dimensions – L x W x H (ATLAS 400)	2.1 x 1.9 x 2.4m
Weight	5,000kg

Ilustración 5. Planta Incineradora

$$P_{inc} = 5[t]$$

Sin tener en cuenta la altura de los polines, y suponiendo que el centro de gravedad del equipo se encuentra en el centro geométrico de este:

$$KG_{inc} = 2,4/2 + 2,8 = 4[m]$$

Y considerando su posición en la cámara de máquinas.

$$XG_{inc} = 64[m]$$

2.3.7 Planta de tratamiento de aguas de lastre

En base al buque referencia, se instalará una planta AQ-4000-EC del fabricante Wärtsilä con una capacidad máxima de 4000 $[m^3/h]$.

Aquarius® EC System	Maximum Capacity (m³/h)	Total Footprint (m²)	Installed Power (kW)	Nominal Power (kW)	Total Weight (kg)
AQ-550-EC	55 – 550	11.4	38	33	4,695
AQ-1200-EC	120 – 1200	14.5	75	65	6,445
AQ-1650-EC	165 – 1650	15.8	104	90	8,523
AQ-2500-EC	250 – 2500	16.5	161	140	10,115
AQ-3300-EC	330 – 3300	16.5	202	174	10,585
AQ-4000-EC	400 – 4000	16.7	245	211	11,905

NOTE 1: Assumed operating conditions: Installed Power at 15°C & 15PSU Nominal Power at 25°C & 30PSU

NOTE 2: Power panel size to be advised on enquiry

Ilustración 6. Planta de tratamiento de agua de lastre

Suponiendo el centro de gravedad del equipo se encuentra en su centro geométrico:

$$P_{BW} = 11,9[t]$$

$$KG_{BW} = 3,4/2 + 2,8 = 4,5[m]$$

$$XG_{BW} = 64[m]$$

2.3.8 Planta eléctrica

De acuerdo con el buque referencia se usarán 3 unidades del 8H32/40 (8 cilindros), del fabricante Hyundai.

Speed	cyl.	Dimension (mm)				Dry Mass (ton)	
		A	B ₁₎	C ₁₎	H	Engine ₂₎	GenSet _{1),3)}
750 rpm	6	5,760	3,130	8,890	3,959	33.7	68.6
	7	6,112	3,374	9,486	4,130	38.6	77.1
	8	6,602	3,594	10,196	4,130	41.5	82.0
	9	7,092	4,097	11,189	4,130	44.6	89.1

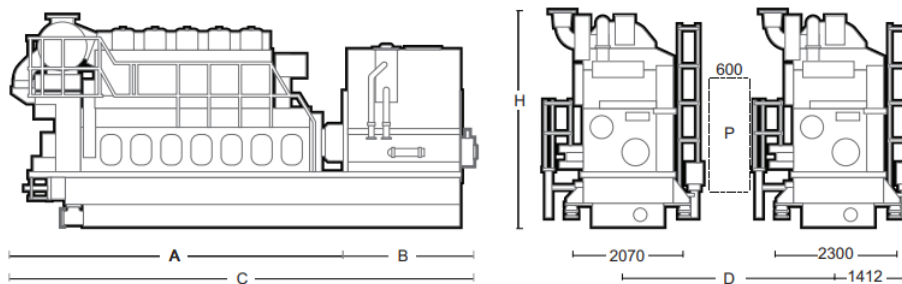


Ilustración 7. Generador Eléctrico

$$P_{PE} = 371[t]$$

Igualmente, se considerará que el centro de gravedad de la planta eléctrica se encuentra en su punto medio.

$$KG_{PE} = 4,13/2 + 2,8 = 4,87[m]$$

$$XG_{PE} = 64[m]$$

2.3.9 Hélice

Se usará la fórmula del Watson:

$$P_{Hélice} = 0,080 \cdot D^3 [3]$$

Siendo el diámetro, empleado en el cuaderno 1, $D = 9100[mm]$

$$P_H = 60,3[t]$$

Del buque referencia, se observa que el eje se encuentra a 5m de la línea base y a 9,6m de la perpendicular de popa:

$$KG_H = 5 [m]$$

$$XG_H = 9,6[m]$$

2.3.10 Piezas de respeto

Del libro de Junco se extrae la siguiente fórmula:

$$P_{respeto} = a \cdot MCR + b \cdot MCR^{0.7} [2]$$

Donde a y b se extraen de una gráfica: $a = 0,012$ $b = 0,08025$

$$P_{respeto} = 1087 [t]$$

El centro de gravedad de las piezas de respeto se encontrará en la misma eslora que la maquinaria, pero a la altura del fondo de esta:

$$KG_{respeto} = 2,8 [m]$$

$$XG_{respeto} = 64[m]$$

2.3.11 Tuberías y bombas de la cámara de maquinas

$$P_{tub.maq} = 0,014101 \cdot MCR \quad \text{Para } MCR > 736 \text{ KW} [2]$$

$$P_{tub.maq} = 1037 [t]$$

El centro de gravedad se encontrará en proa de la cámara de máquinas y por aproximación, se tomará la misma altura que la maquinaria propulsora:

$$KG_{tub.maq} = 10,75 [m]$$

$$XG_{tub.maq} = 70[m]$$

2.3.12 Grupo de emergencia

Se establecerá un grupo de emergencia de 350KW, basándome en buques de su misma clase:

$$P_{GE} = \frac{7,45 \cdot (KW - 30) + 765}{1000} [2]$$

$$P_{GE} = 2 \cdot 3,15 = 6,3 [t]$$

Centro de gravedad en la cámara de máquinas:

$$KG_{GE} = 10,75 [m]$$

$$XG_{GE} = 64[m]$$

2.3.13 Hélice de proa

Se anexionan las especificaciones.

Se utilizará una hélice de proa, de 3000KW, al ser la potencia aproximada a la que utilizan los buques de la base de datos consultada.

En concreto, la KT-255B5 del fabricante Kawasaki.

$$P_{BTH} = 18[t]$$

$$XG_{BTH} = 331,4 [m]$$

$$KG_{BTH} = 4[m]$$

2.4 Peso habilitación y otros equipos

A continuación, se procede al cálculo del peso de habilitación, y otros equipos, como superestructura de popa (chimenea), pinturas...

2.4.1 Habilitación (Superestructura de proa)

A partir de la bibliografía se extrae que un peso aproximado por unidad de superficie de habilitación se corresponde con el siguiente coeficiente:

$$P_{hab} = 50 [Kg/m^2] = 0,05 [t/m^2] [2]$$

Del buque referencia (CMA CGM Argentina), se obtiene una superficie total de habilitación:

- 7 cubiertas
- $L_{hab} = 13,5[m]$
- $B_{hab} = 35[m]$

$$P_{hab} = 13,5 \cdot 49,5 \cdot 7 \cdot 0,1 = 165,4 [t]$$

Suponiendo que el centro de gravedad se encuentre en el centro de la superestructura:

$$KG_{hab} = 44,56[m]$$

$$XG_{hab} = 248,4[m]$$

2.3.2 Superestructura popa

Del Watson se obtiene la siguiente fórmula para el peso de las chimeneas, teniendo en cuenta que la superestructura de popa se forma exclusivamente por chimeneas, se aproximará su peso al de estas, con un incremento de un 20% como margen.

$$P_{chim} = 0,0034 \cdot L \cdot B [3]$$

$$P_{Spopa} = 78,5 [t]$$

Se supondrá así mismo, que el centro de gravedad se encuentra en el centro de la superestructura.

$$KG_{Spopa} = 46[m]$$

$$XG_{Spopa} = 62,3[m]$$

2.3.3 Protección de superficies

Suponiendo un peso de pintura por unidad de superficie, y aproximando esta unidad de superficie a la extensión de una tonelada de acero, se obtiene de la bibliografía [3], una fórmula que permite relacionar el peso de aceros con el peso de la pintura.

$$P_{pintura} = 0,006 \cdot PS [3]$$

$$KG_{pintura} = D/2$$

$$XG_{pintura} = L/2$$

Dónde PS es el peso del acero.

$$P_{pintura} = 281,6[t]$$

$$KG_{pintura} = 15,5 [m]$$

$$XG_{pintura} = 178 [m]$$

2.3.4 Peso trincas de los contenedores

$$P_{trincas} = 0,040 \cdot \frac{1}{2} \cdot TEU's [2]$$

$$P_{trincas} = 320[t]$$

Se supondrá que el centro de gravedad longitudinal se encuentra en el mismo punto que las escotillas y el vertical, a la altura de la cubierta, D.

$$XG_{trincas} = 200,3[m] \quad KG_{trincas} = D = 31 [m]$$

2.3.5 Equipo de gobierno

A partir del libro de Junco [3], se procede a calcular el peso aproximado del timón.

$$P_{timón} = 0,0224 \cdot A \cdot v^{2/3} + 2 [2]$$

Donde:

- A es el área del timón, que se puede aproximar a:

$$A = \frac{L \cdot T \cdot \left(1,1 + 25 \cdot \frac{B^2}{L^2}\right)}{100} = 88,91[m^2]$$

- v es la velocidad de pruebas del buque: $v = 1,06 \cdot V_{sv} = 25,54[kn]$

$$P_{timón} = 17,27[t]$$

Donde el centro de gravedad se encontrará, aproximadamente en la perpendicular de popa y a una altura T/2.

$$XG_{timon} = 0[m]$$

$$KG_{timon} = 7,55[m]$$

2.3.6 Tuberías y bombas a lo largo de la eslora

Se obtiene de la bibliografía una formulación que permite calcular el peso aproximado de las tuberías y las bombas que se disponen en el buque fuera de la cámara de máquinas.

$$P_{TyB} = 0,0047 \cdot L \cdot (L \cdot B)^{0,5} [2]$$

$$P_{TyB} = 228,7[t]$$

Se supone el centro de gravedad a $L_{pp}/2$ y $D/2$.

$$KG_{TyB} = 15,5 [m]$$

$$XG_{TyB} = 178 [m]$$

2.3.7 Equipos de salvamento

De la misma forma, se establece un peso para equipos de salvamento [3].

$$P_{SV} = 9,5 \text{ [2]}$$

Este coeficiente solo se aplica a buques con un número de tripulantes menor a 35, en el caso del buque proyecto es 30 luego, aplica.

Corrigiendo este peso con el número de tripulantes establecidos en el RPA:

$$P_{SV} = 9,5 + (30 - 35) \cdot 0,1 = 9 \text{ [t]}$$

Suponiendo los centros de gravedad, en los costados de la habitación, luego:

$$KG_{SV} = 44,56 \text{ [m]}$$

$$XG_{SV} = 248,4 \text{ [m]}$$

2.3.8 Instalación contra incendios de bodegas

Se puede obtener un peso aproximado del equipo contra incendios de las bodegas desde la formulación proporcionada por la bibliografía. [3]

$$P_{In} = 0,001 \cdot (4 \cdot L \cdot B + 1400) [2]$$

$$P_{In} = 76,87 \text{ [t]}$$

Se supondrá que el centro de gravedad se encuentra en el centro de la eslora y a 0,75D.

$$KG_{In} = 23,25 \text{ [m]}$$

$$XG_{In} = 178 \text{ [m]}$$

2.3.9 Peso de las guías

Partiendo de la fórmula del libro de Junco:

$$P_{Guías} = 0,25 \cdot N_{cb} \text{ [2]}$$

Donde N_{cb} es el número de contenedores en bodega, del cuaderno 1:

$$N_{cb} = 6963 \text{ [TEU's]}$$

$$P_{Guías} = 1740,8 \text{ [t]}$$

Los centros de gravedad se supondrán en el sentido de la eslora el mismo de las escotillas, y D en altura.

$$XG_{Guías} = 200,25 \text{ [m]} \quad KG_{Guías} = D/2 = 15,5 \text{ [m]}$$

3. JUSTIFICACIÓN DEL CENTRO DE GRAVEDAD SOBRE EL PLANO DE DISPOSICIÓN GENERAL

Resumiendo todas las partidas calculadas anteriormente en una tabla:

	Peso [t]	XG [m]	KG [m]	Momento longitudinal	Momento Vertical
Aceros	44390	137,7	15,6	6,1E+06	6,9E+05
Armadura Reforzada	93	135,7	38,7	1,3E+04	3,6E+03
Peso total estructura	44483	137,7	15,7	6,1E+06	7,0E+05
Equipo Propulsor	2140	64,0	10,7	1,4E+05	2,3E+04
Peso maquinaria Restante	1153	64,0	12,8	7,4E+04	1,5E+04
Maquinaria Propulsora	3293	64,0	11,5	2,1E+05	3,8E+04
Instalación Contra Incendios	69	64,0	12,8	4,4E+03	8,9E+02
Tecles	36	64,0	12,8	2,3E+03	4,6E+02
Tanques CM	67	64,0	12,8	4,3E+03	8,6E+02
Planta aguas residuales	4	64,0	3,1	2,6E+02	1,2E+01
Planta aguas de Lastre	12	64,0	119,0	7,6E+02	1,4E+03
Incinerador	5	64,0	4,0	3,2E+02	2,0E+01
Planta eléctrica	371	64,0	4,9	2,4E+04	1,8E+03
Piezas Respeto	1087	64,0	2,8	7,0E+04	3,0E+03
Tuberías C. Máquinas	1037	64,0	10,8	6,6E+04	1,1E+04
Grupo de Emergencia	6	64,0	10,8	4,0E+02	6,8E+01
Restantes C. Máquinas	2695	64,0	7,3	1,7E+05	2,0E+04
Hélice	60	9,6	5,0	5,8E+02	3,0E+02
Hélice Proa	18	331,0	4,0	6,0E+03	7,2E+01
Habilitación	165	248,4	44,6	4,1E+04	7,4E+03
Chimeneas	79	62,3	46,0	4,9E+03	3,6E+03
Fondeo	460	349,0	23,0	1,6E+05	1,1E+04
Pintura corrosión	282	178,0	15,5	5,0E+04	4,4E+03
Timón	17	0,0	7,6	0,0E+00	1,3E+02
Tuberías y Bombas	229	178,0	15,5	4,1E+04	3,5E+03
Incendios bodega	77	178,0	23,3	1,4E+04	1,8E+03
Salvamento	9	248,4	44,6	2,2E+03	4,0E+02
Guías	1741	200,3	15,5	3,5E+05	2,7E+04
Trincas	320	200,3	31,0	6,4E+04	9,9E+03
TOTAL	53926	134,2	15,3	7,2E+06	8,2E+05

Tabla 1. Resumen partidas de pesos

Aplicando un margen de un 5%, se obtiene el siguiente peso en rosca:

Peso en rosca	XG [m]	KG [m]
56623	134,25	15,27

Tabla 2. Peso en rosca

Situando las diferentes partidas en la disposición longitudinal del buque y suponiendo que el centro de gravedad de todas las partidas se encuentra situado en crujía.

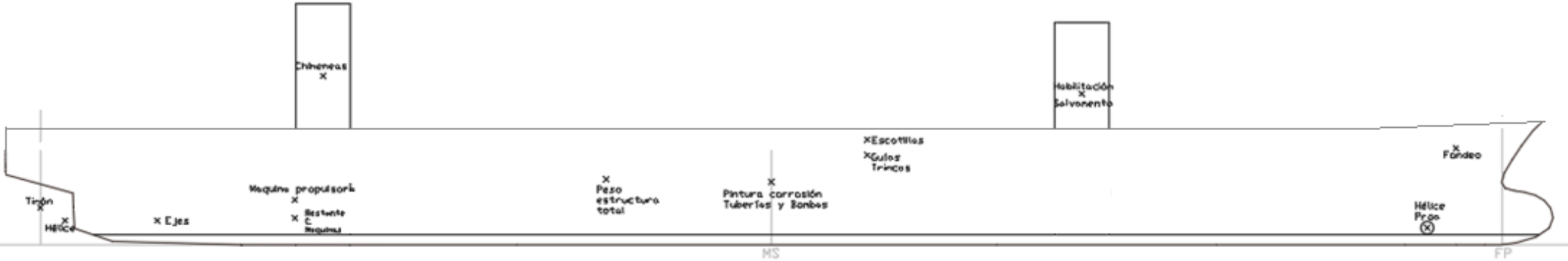


Ilustración 8. Localización en plano de los centros de gravedad

4. MÁRGENES CONSIDERADOS EN EL PESO Y EN LOS CENTROS DE GRAVEDAD.

Al haberse efectuado la estimación de pesos con fórmulas empíricas existen diferencias entre el resultado calculado, y el resultado real final.

Se presupone un margen del 5% para el peso en rosca final obtenido, entendiendo que es un margen razonable a la hora de realizar el estudio de pesos preliminar del anteproyecto de un buque.

Por otro lado, en base a la bibliografía consultada (principalmente [1]), se observa una desviación estándar de 1900 [t], en las regresiones en las que se basan sus fórmulas empíricas.

Si se compara el cálculo preliminar promedio, con el resultado final aplicado el margen de $\pm 5\%$:

$$P_{Rprel} = 51820[t]$$

$$P_{Rfin} = 56623 [t]$$

En comparación con el cuaderno 1 el desglose de pesos del presente cuaderno es mucho más exhaustivo, generando desviaciones del peso en rosca final. En este caso, la desviación es de 4803 [t], que se considera elevado, pero dentro de un margen razonable.

Así mismo, la diferencia de calados producida por estas 4803 [t], es de 35cm que, en un principio y de acuerdo con los cálculos de francobordo realizados en el Cuaderno 1, no compromete en ningún momento la operativa del buque.

Luego puede concluirse que a pesar de obtener un peso en rosca superior al esperado en un cálculo preliminar, el valor obtenido no dista en exceso del valor esperado y se tomará este peso en rosca final como válido.

5. COMPROBACIÓN DEL PESO MUERTO

Tras el cálculo del peso en rosca final, 56623 [t] se calcula el desplazamiento a partir del peso muerto máximo calculado en el Cuaderno 1 (153790 [t]).

$$56623 + 153790 = 210413 [t]$$

Comparado con el desplazamiento obtenido en el C1., 212349 [t], hay una diferencia baja, dentro del margen del del 5% sobre el peso en rosca.

$$d\Delta = 210413 - 212349 = -1936 [t]$$

Esta diferencia de desplazamiento se puede subsanar de distintas formas, una opción sería aumentar el calado, otra aumentar el coeficiente de bloque.

Actuando sobre el calado, que resulta la dimensión más barata de modificar durante el proyecto.

$$\Delta = L_{pp} \cdot B \cdot T \cdot C_B \cdot \rho$$

$$T_2 = \frac{\Delta}{L_{pp} \cdot B \cdot C_b \cdot \rho} = 15,5 [m]$$

Ese debería ser el calado nuevo para que el buque cumpla las especificaciones de Peso Muerto, manteniendo constantes el resto de las dimensiones.

Con este nuevo calado, al ser menor que el calculado en el Cuaderno 1, el criterio de francobordo se sigue cumpliendo. Siendo a partir de este momento el valor del calado de diseño para cuadernos posteriores.

Como dimensiones finales tras la modificación de calado se obtiene:

TEUs Totales	16000 TEUs	Cb	0,7 [-]
TEUs Bodega	6963 TEUs	Cm	0,998[-]
Lpp	356 [m]	Cp	0,7 [-]
Loa	371 [m]	V	22 [Kn]
B	53 [m]	Fn	0.192 [-]
D	31 [m]	Δ	210413 [t]
T	15,5 [m]		

Ilustración 9. Dimensiones finales

BIBLIOGRAFÍA

- [1] ABRAMOWSKI, Tomasz, Tomasz CEPOWSKI y Peter ZVOLENSKY. Determination Of Regression Formulas for key Design characteristics container ships at preliminary design stage. 2018.
- [2] JUNCO OCAMPO, Fernando Antonio. *Proyectos de buques y artefactos. Anteproyecto y dimensionamiento del buque*. Ferrol: Universidade da Coruña, [sin fecha].
- [3] CONDE ALONSO, Nadia. *Buque portacontenedores post panamax 9000 TEU's* . Trabajo fin de máster, Universidade da Coruña, 2017.
- [4] JUNCO OCAMPO, Fernando Antonio. *Proyectos de buques y artefactos. Cálculo del desplazamiento del buque*. Ferrol: Universidade da Coruña, [sin fecha].
- [5] PARSONS, M. G. *Parametric ship design*.
- [6] RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, Miguel Ángel. *Buque portacontenedores de 20000 TEUS adaptado a ruta Asia-Europa*. Ferrol: Universidade da Coruña, 2021.
- [7] SCHNEEKLUTH, H. y V. BERTRAM. *Ship design for efficiency and economy*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1989.
- [8] VAN DOKKMUN, Klaas. *Ship Knowledge. Ship Design, construction and operation*. 5ª ed. Enkhuizen: Dokmar.
- [9] WATSON, D. G. M. Proyecto del buque mercante.

ANEXO 1. CMA CGM ARGENTINA



CMA CGM ARGENTINA: Container ship

Shipbuilder: Hyundai Samho Heavy Industries Co., Ltd.
Vessel's name: CMA CGM Argentina
Hull No: S985
Owner/Operator: Eastern Pacific Shipping / CMA CGM
Country: Singapore
Designer: Hyundai Samho Heavy Industries
Country: Republic of Korea
Model test establishment used: Hyundai Maritime Research Institute
Flag: Malta
IMO Number: 9839909
Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): 3 off
Total number of sister ships still on order: 2 off

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 365.98m
Length bp: 350m
Breadth moulded: 51m
Depth moulded to main deck: 29.85m
to upper deck: 29.85m
Width of double skin side: 2.5m
bottom: 2.3m
Draught scantling: 16m
design: 14.5m
Gross: 149,314gt
Displacement: 199,983t (at Scant.)
Lightweight: 42,907t
Deadweight Design: 133,607t
scantling: 157,076t
Block co-efficient: 0.6818 (At Scant.)
Speed, service: 22knots at design draught at NCR with 15% S.M.

Bunkers (m³)
Heavy oil: 8,087.5
Diesel oil: 1,442.6
Water ballast (m³): 41,810.4

Daily fuel consumption (tonnes/day)
Main engine only: 163.6g/kWh + 5% at NCR
Classification society and notations: LR, +100A1, containership(SDA, FDA, FDASPR, WDA2, GM, ACS(B)), *IWS, LI, BoxMax(V, W, L), +LMC, UMS, BWTS, with descriptivenotesShipRight(BWMP(T), IHM, SCM), CSA, GR(A)

% high-tensile steel used in construction: 68.84 %
Main engine(s)
Design: Hyundai-Man B&W
Model: 11G90ME-C10.5-EGRTC
Manufacturer: HHI-EMD
Number: 1 off
Type of fuel: HFO/MDO
Output of each engine: 46,360kW x 75.7rpm (two stroke, crosshead, turbocharged)

Propeller(s)
Material: Ni-Al-Bronze
Designer/Manufacturer: HHI-EMD
Number: 1 off
Fixed/Controllable pitch: Fixed
Diameter: 10m

Diesel-driven alternators
Number: 5 sets
Engine make/type: 8H32/40, 7H32/40
Type of fuel: HFO
Output/speed of each set: Abt. 4,000kW @ 720rpm, Abt. 3,500kW @ 720rpm
Alternator make/type: HHI-EES/Manine Design IP54 Enclosure Brushless

Output/speed of each set: Abt. 3,840kW @ 720rpm, Abt. 3,360kW @ 720rpm
Exhaust-gas scrubbing equipment
Manufacturer: Wärtsilä Moss AS
Type: Open-loop EGC system Q-50x5SMW
On main engines?: Yes
On auxiliary engines?: Yes

Boilers
Number: 1 off
Type: Automatic, forced draught, heavy fuel oil burning, marine boiler
Make: Kangrim
Output, each boiler: 5,000kg/h x 1 set

Other cranes
Number: 1 off
Make: Oriental Precision & Engineering Co., Ltd.
Type: Electric motor driven system
Tasks: Monorail crane
Performance: 12.5t x 7.0m/min

Other cranes
Number: 2 set
Make: Dongnam Marine Crane Co., Ltd.
Type: Electric Motor Driven System
Tasks: Provision Crane
Performance: 3.0t x 10.0m/min

Mooring equipment
Number: 12 sets
Make: TTS Marine GMBH
Type: Electric

Hatch covers
Design: Non-tight, Pontoon non-sequential operation type
Manufacturer: SMS-SME
Type: Upper Deck

Containers
Lengths: 40ft container of 40'(L) x 8'(W) x 9'6"(H) ISO container
Heights: 40ft container of 40'(L) x 8'(W) x 9'6"(H) ISO container
Cell guides: 40ft container of 40'(L) x 8'(W) x 9'6"(H) ISO container
Total TEU capacity: 15,072TEU
On deck: 8,778TEU
In holds: 6,294TEU
Homogeneously loaded to 14t: Yes
Reefer plugs: 1,500 FEU reefer container socket on deck/hatch covers

Tiers/rows (maximum)
On deck: 11 Tiers/22 rows
In holds: 11 Tiers/21 rows

Ballast control system
Make: Emerson Process
Type: Hyd. operated and remotely controlled
Water ballast Treatment System
Make: Hyundai Heavy Industries
Capacity: Filter + electrolysis unit (2,000m³/h)

Complement
Officers: 11 persons
Crew: 20 persons

Bow thruster(s)
Make: KTE Co., Ltd.
Number: 1 off
Output (each): 3,000kW

Bridge control system
Make: HHI-EES

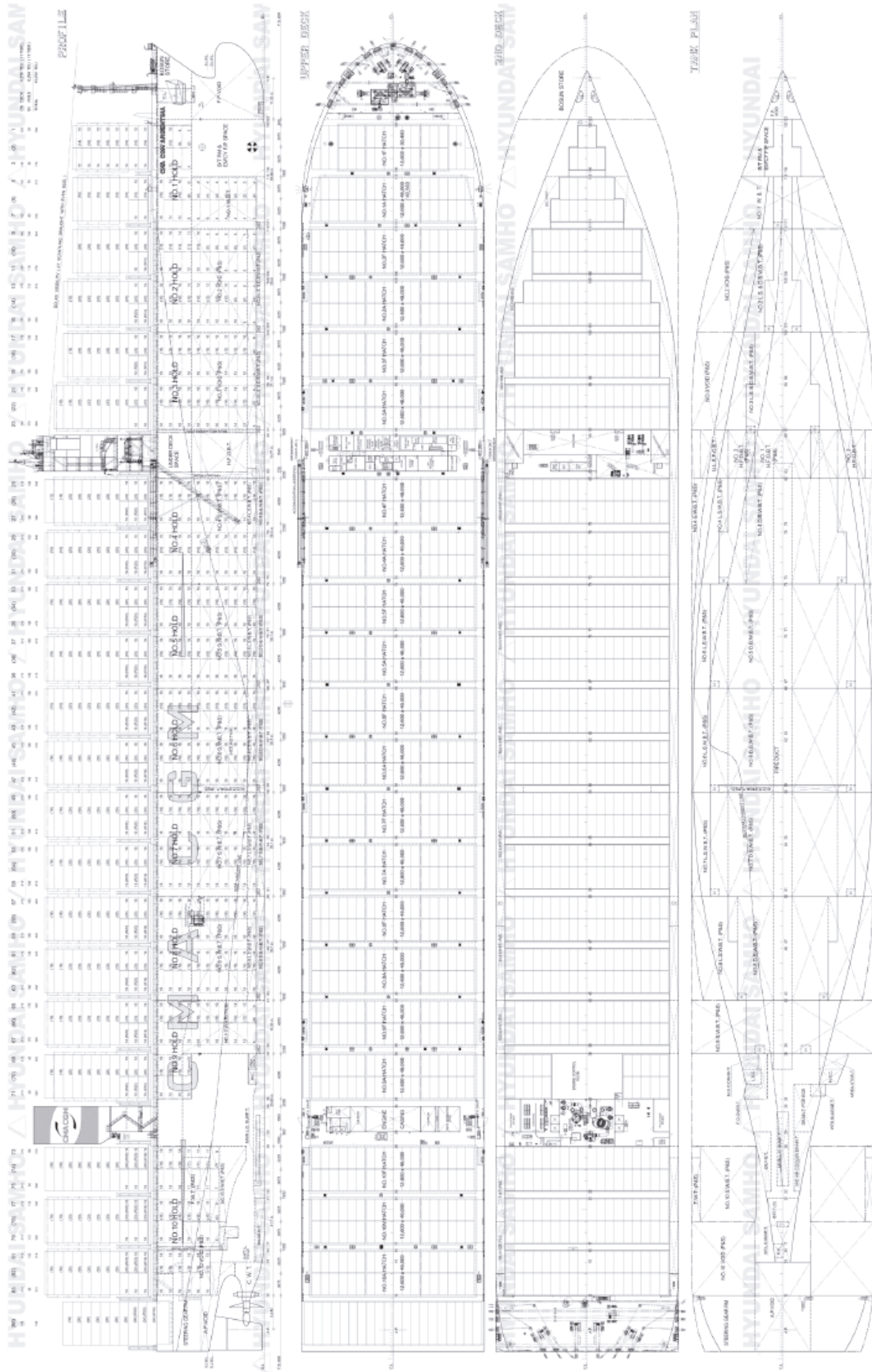
Fire detection system
Make: Autronica
Type: Analogue addressable optical smoke detector

Fire extinguishing systems
Cargo holds: High pressure CO₂, sea water
Make/Type: FAÏN Co., Ltd.
Engine room: Water mist
Make/Type: NK Co., Ltd.

Radars
Number: 2 sets
Make: JRC
Model(s): S-Band (JMR-9282-S), X-Band (JMR-922S-6X)

Waste disposal plant
Incinerator
Make: Hyundai Marine Machinery Co., Ltd.
Model: MAXI 1500SL WS

Sewage plant
Make: Jonghap Machinery
Model: Biological type
Contract date: 28 September 2017
Launch/float-out date: 22 March 2019
Delivery date: 1 July 2019



ANEXO 2. CATÁLOGO MOTOR WÄRTSILÄ X92



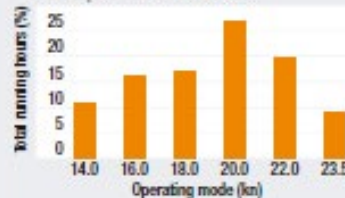
At Wärtsilä, we are passionate about optimising lifecycle value by offering precisely what each of our customers need. We can deliver on this promise because we provide the only true total offering of marine products, integrated solutions and services in the industry – worldwide. We help our customers find the shorter route to robust growth and bigger profits through operational efficiency, environmental excellence, fuel flexibility and services. Even though this brochure is just a beginning to learn why Wärtsilä nowadays powers one in every three ships worldwide, it still demonstrates how we are able to customise our comprehensive offering in order to give customers a crucial competitive edge. What can we do for you?

WÄRTSILÄ X92 CASE STUDY

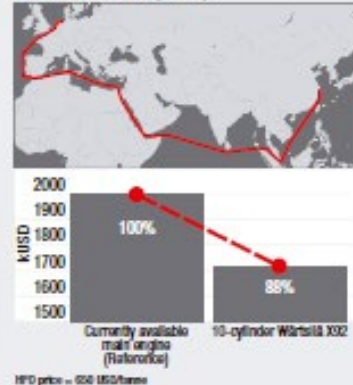
13,200TEU Container vessel: Asia – Europe (Shanghai, Ningbo, Singapore, Rotterdam, Bremerhaven) comparison

Sailing profile

- Distance: 10,726 nm/leg
- HFO price = 650 USD/tonne



FUEL COSTS/LEG (kUSD)

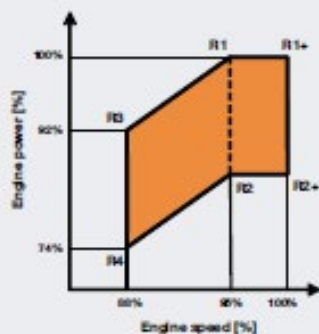


The Wärtsilä X92 is the marine two-stroke diesel engine designed to provide propulsion power for modern large and ultra large container vessels following the latest trends in container vessel propulsion. The combination of the large bore, long stroke, and low shaft speeds together with the advanced proven common-rail technology results in an engine with particularly high efficiency and environmental performance.

The Wärtsilä X92, which has a cylinder bore of 920 mm, provides a power output of 24,420 to 73,560 kW and is available in 6–12 cylinder configurations.

The key benefits of the Wärtsilä X92 include:

- Extra low fuel consumption over the whole operating range together with low cylinder oil consumption
- Flexibility of optimum rpm selection to enable increased propeller diameter
- Stable operation down to 12% nominal engine speed for slow steaming
- Reduced CO₂, SO_x and NO_x emissions, offering shipyards excellent possibilities for improved EEDI



Wärtsilä X92 rating field



TYPICAL APPLICATION AREAS

- ■ ■ The Wärtsilä X92 has been designed as a main engine for large and ultra large container vessels of 8000TEU and beyond. The Wärtsilä X92 engine offers flexibility for changing market conditions, providing minimum daily fuel consumption. When comparing the Wärtsilä X92 to previous generation main engine options, a gain of approximately 10% and beyond in daily fuel consumption can be achieved. This can be attributed mainly to the low shaft speeds of the engine allowing larger propeller diameters to be installed on the vessel.

OPERATIONAL FEATURES

The engine offers high efficiency due to the large bore, high stroke-to-bore ratio and Wärtsilä's well proven electronically-controlled common-rail technology which plays a key role in enabling ship owners to reduce fuel costs, mainly through the flexibility of the fuel injection and exhaust valve operations. A unique feature of Wärtsilä low-speed electronically controlled engines is the possibility to control each fuel injector separately. This flexibility results in lower fuel consumption across the entire operating range, especially at low and part loads. In addition, different engine tunings are available in order to meet specific customer requirements according to their particular needs Standard, Delta, Delta Bypass and Low Load). Other advantages of this technology include stable low running speeds (down to 12% of nominal speed), smokeless operation, and improved control of exhaust emissions. As far as cylinder lubrication is concerned, an oil feed rate of 0.6 g/kWh can be achieved. The engines are equipped as standard with intelligent combustion control (ICC) system enabling further fuel savings and balanced working of each cylinder.

ENVIRONMENTAL COMPLIANCE

The engine is fully compliant with IMO Tier II requirements. It can also be equipped with a SCR catalyst to meet IMO Tier III NO_x emission levels, and a scrubber to reduce SO_x emissions to 0.1% – even with high sulphur fuels. The introduction of the EEDI index also puts an emphasis on CO₂ emissions and total vessel efficiency. The Wärtsilä X92 internal engine efficiency, and the possibility to apply various Power Take Off (PTO) arrangements for onboard electricity production, make it easy for shipyards to meet these new requirements. Thanks to Wärtsilä's common-rail fuel injection technology, the engine has no visible smoke at any load.

TOTAL COST OF OWNERSHIP

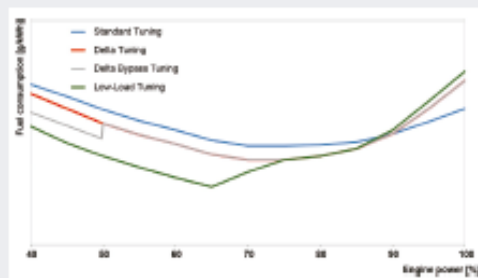
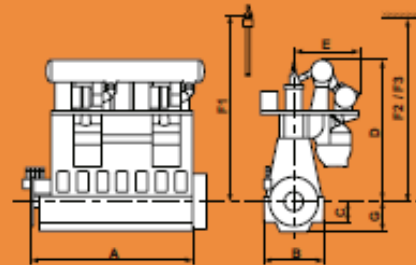
Minimum total cost of ownership can be achieved by a low engine cost and low operational costs during the lifetime of the engine. The Wärtsilä X92 is designed for exceptional reliability and for long periods of maintenance-free operation. It also allows extended Time Between Overhaul (TBO) of the critical components, to as much as 5 years. The service-friendly design will reduce downtime, maintain vessel operation and cut operating costs. Together with Condition Based Maintenance (CBM) and service agreements, the overhaul interval can be even further extended, thus minimizing maintenance costs and maximizing the revenue-earning

Wärtsilä X92		IMO Tier II
Cylinder bore		900 mm
Piston stroke		3468 mm
Speed		70-80 rpm
Mean effective pressure at R1/R1+		21.0/20.0 bar
Stroke / bore		3.77

Cyl.	Output in kW at				Length A mm	Weight tonnes
	76/80 rpm		70 rpm			
	R1 / R1+	R2 / R2+	R3	R4		
6	36 780	26 520	33 900	24 420	11 630	1 120
7	42 910	30 940	39 550	28 490	13 210	1 260
8	49 040	35 360	45 200	32 560	16 350	1 460
9	55 170	39 780	50 850	36 630	17 850	1 630
10	61 300	44 200	56 500	40 700	19 520	1 790
11	67 430	48 620	62 150	44 770	21 280	1 960
12	73 560	53 040	67 800	48 840	22 870	2 140

Dimensions mm	B	C	D	E
	5550	1900	12 950	8050
	F1	F2	F3	G
	15 420	15 450	14 240	2930

Brake specific fuel consumption (BSFC) in g/kWh					
Full load					
Rating point	R1/R1+	R2/R2+	R3	R4	
BMEP bar	21.0/20.0	15.1/14.4	21.0	15.1	
BSFC	Standard Tuning	166/165	159	166	
Part load, % of R1/R1+	65	70	85	70	65
Tuning variant	Standard	Standard	Delta	Delta	Low Load
BSFC	162.4/161.4	162.0/161.0	161.7/160.7	160.5/159.5	157.2/156.4



WÄRTSILÄ® is a registered trademark. Copyright © 2014 Wärtsilä Corporation.

WARTSILA.COM



TYPICAL APPLICATION AREAS

- ■ ■ The Wärtsilä X92 has been designed as a main engine for large and ultra large container vessels of 8000TEU and beyond. The Wärtsilä X92 engine offers flexibility for changing market conditions, providing minimum daily fuel consumption. When comparing the Wärtsilä X92 to previous generation main engine options, a gain of approximately 10% and beyond in daily fuel consumption can be achieved. This can be attributed mainly to the low shaft speeds of the engine allowing larger propeller diameters to be installed on the vessel.

OPERATIONAL FEATURES

The engine offers high efficiency due to the large bore, high stroke-to-bore ratio and Wärtsilä's well proven electronically-controlled common-rail technology which plays a key role in enabling ship owners to reduce fuel costs, mainly through the flexibility of the fuel injection and exhaust valve operations. A unique feature of Wärtsilä low-speed electronically controlled engines is the possibility to control each fuel injector separately. This flexibility results in lower fuel consumption across the entire operating range, especially at low and part loads. In addition, different engine tunings are available in order to meet specific customer requirements according to their particular needs Standard, Delta, Delta Bypass and Low Load). Other advantages of this technology include stable low running speeds (down to 12% of nominal speed), smokeless operation, and improved control of exhaust emissions. As far as cylinder lubrication is concerned, an oil feed rate of 0.6 g/kWh can be achieved. The engines are equipped as standard with intelligent combustion control (ICC) system enabling further fuel savings and balanced working of each cylinder.

ENVIRONMENTAL COMPLIANCE

The engine is fully compliant with IMO Tier II requirements. It can also be equipped with a SCR catalyst to meet IMO Tier III NO_x emission levels, and a scrubber to reduce SO_x emissions to 0.1% – even with high sulphur fuels. The introduction of the EEDI index also puts an emphasis on CO₂ emissions and total vessel efficiency. The Wärtsilä X92 internal engine efficiency, and the possibility to apply various Power Take Off (PTO) arrangements for onboard electricity production, make it easy for shipyards to meet these new requirements. Thanks to Wärtsilä's common-rail fuel injection technology, the engine has no visible smoke at any load.

TOTAL COST OF OWNERSHIP

Minimum total cost of ownership can be achieved by a low engine cost and low operational costs during the lifetime of the engine. The Wärtsilä X92 is designed for exceptional reliability and for long periods of maintenance-free operation. It also allows extended Time Between Overhaul (TBO) of the critical components, to as much as 5 years. The service-friendly design will reduce downtime, maintain vessel operation and cut operating costs. Together with Condition Based Maintenance (CBM) and service agreements, the overhaul interval can be even further extended, thus minimizing maintenance costs and maximizing the revenue-earning

WÄRTSILÄ® is a registered trademark. Copyright © 2014 Wärtsilä Corporation.



Wärtsilä X92		IMO Tier II
Cylinder bore	920 mm	
Piston stroke	3468 mm	
Speed	70-80 rpm	
Mean effective pressure at R1/R1+	21.0/20.0 bar	
Smoke / bore	5.77	

Rated power, principal dimensions and weights						
Cyl.	Output in kW at				Length A mm	Weight ton/150
	76/60 rpm		70 rpm			
	R1 / R1+	R2 / R2+	R3	R4		
6	36 780	26 520	33 900	24 420	11 630	1 120
7	42 910	30 940	39 550	28 490	13 210	1 260
8	49 040	35 360	45 200	32 560	16 350	1 460
9	55 170	39 780	50 850	36 630	17 850	1 630
10	61 300	44 200	56 500	40 700	19 520	1 790
11	67 430	48 620	62 150	44 770	21 280	1 960
12	73 560	53 040	67 800	48 840	22 870	2 140

Dimensions mm	B	C	D	E
	5550	1900	12 950	6050
	F1	F2	F3	G
	15 420	15 450	14 240	2930

Brake specific fuel consumption (BSFC) in g/kWh					
Full load					
Rating point	R1/R1+	R2/R2+	R3	R4	
BMEP bar	21.0/20.0	15.1/14.4	21.0	15.1	
BSFC	Standard Tuning	166/165	159	166	159

Part load, % of R1/R1+	85	70	85	70	85
	Standard	Standard	Delta	Delta	Low-Load
Tuning variant	Standard	Standard	Delta	Delta	Low-Load
BSFC	162.4/161.4	162.0/161.0	161.7/160.7	160.5/159.5	157.2/156.4



ANEXO 3. CATÁLOGO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES



WÄRTSILÄ Waste, Oil & Fresh Water Management

Super Trident sewage treatment plant Small STC-13 series

PRODUCT LEAFLET



Wärtsilä is the world's leading manufacturer of marine sewage treatment systems. For over four decades the Wärtsilä Super Trident sewage treatment plant has been widely regarded as standard specification on all types of vessels. The Wärtsilä Super Trident plant is certified to meet the new IMO MEPC 227(64) effluent quality standards, which introduced a dilution compensation factor.



The Wärtsilä 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.

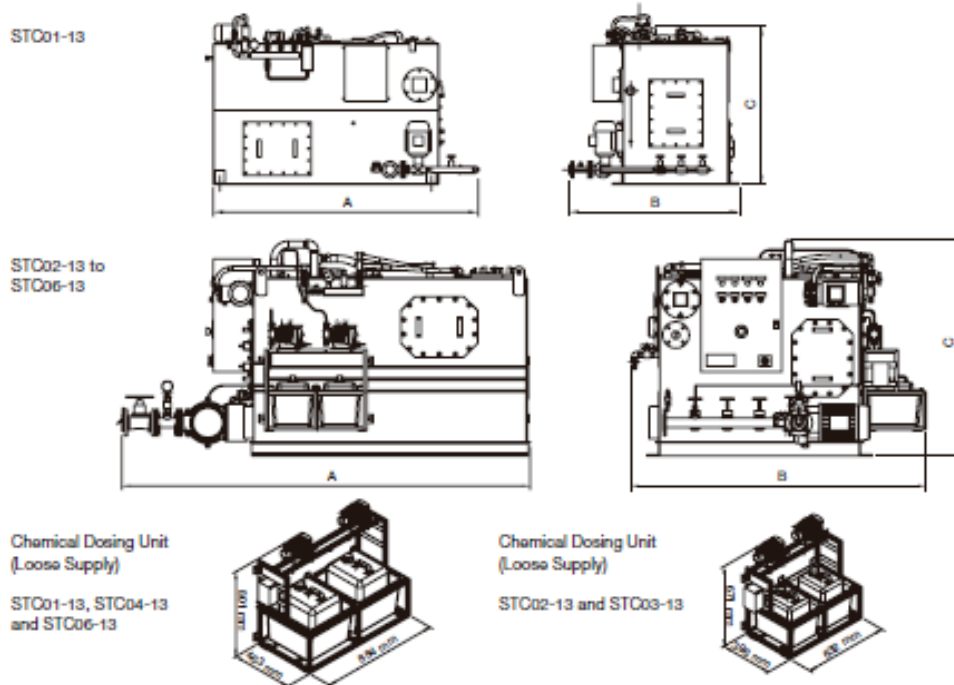
STANDARD FEATURES

- 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

Fig.1 Detailed elevation drawings



WEIGHTS & DIMENSIONS

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

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.

www.wartsila.com wastewater@wartsila.com

WÄRTSILÄ® is a registered trademark. Copyright © 2019 Wäertsilä Corporation. Specifications are subject to change without prior notice.



ANEXO 4. CATÁLOGO PLANTA TRATAMIENTO DE AGUAS DE LASTRE



WÄRTSILÄ Ballast Water Management

Aquarius® EC Ballast water management system

PRODUCT LEAFLET



As international ballast water regulations come into force the Wärtsilä Aquarius® EC ballast water management system delivers compliance in globally encountered environmental conditions. The proven treatment technology incorporates robust features covering operation, maintenance and through life support, ensuring a low risk path to both retrofit and compliance.

TECHNICAL OVERVIEW

Wärtsilä Aquarius® EC is a ballast water management system providing a safe, flexible and economical process for the treatment of ballast water.

Ballast water treatment with a Wärtsilä Aquarius® EC system is achieved through a simple and efficient two stage process. Upon uptake the sea water is first passed through a back washing filter (1st Stage) and then the filtered sea water passes through a static mixer, where the disinfectant generated from the side stream electrolysis unit (2nd stage) is injected to ensure a maximum level of 10ppm in the treated ballast water.

FEATURES & BENEFITS

- IMO & USCG Type Approved System
- Flexible integration for retrofitting
- No salinity or temperature limits
- In situ safe, sustainable and economical disinfectant generation
- Efficient dosing controls
- Intelligent PLC control ensuring safe, automatic and economical operation
- Dedicated BWMS training programme at Wärtsilä land and sea academy
- Explosion proof available for Zone 1 Installations

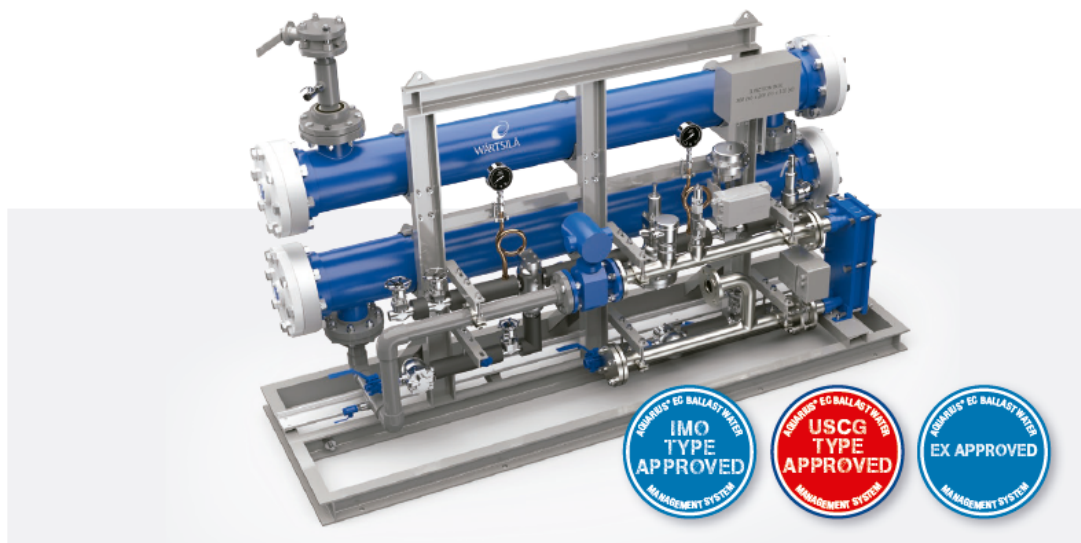
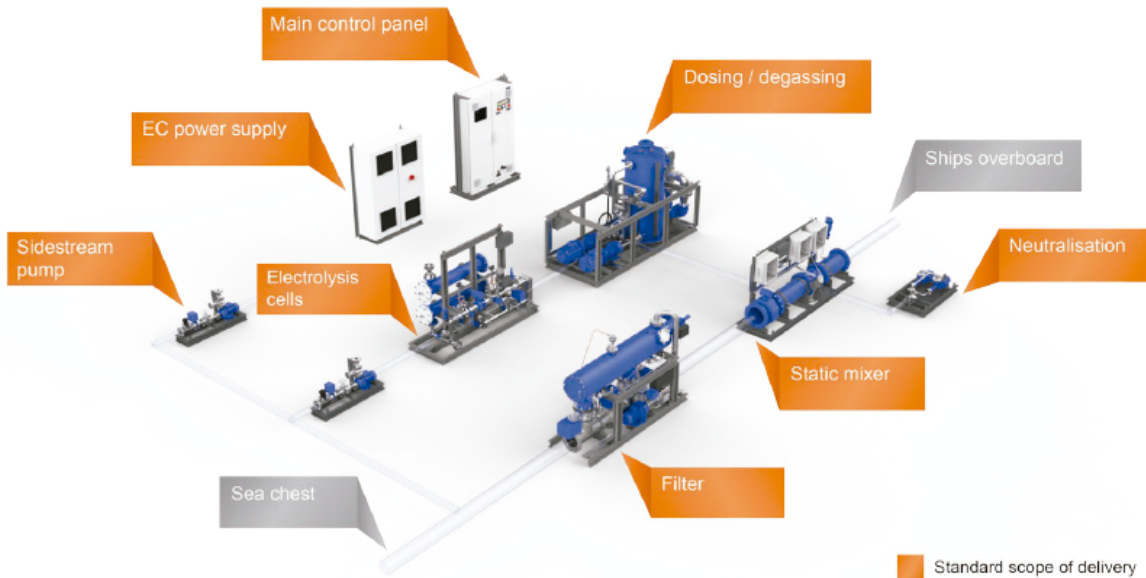


Fig 1. Aquarius® EC Scope of Supply



KEY PARAMETERS

Aquarius® EC System	Maximum Capacity (m³/h)	Total Footprint (m²)	Installed Power (kW)	Nominal Power (kW)	Total Weight (kg)
AQ-550-EC	55 – 550	11.4	38	33	4,695
AQ-1200-EC	120 – 1200	14.5	75	65	6,445
AQ-1650-EC	165 – 1650	15.8	104	90	8,523
AQ-2500-EC	250 – 2500	16.5	161	140	10,115
AQ-3300-EC	330 – 3300	16.5	202	174	10,585
AQ-4000-EC	400 – 4000	16.7	245	211	11,905

NOTE 1: Assumed operating conditions: Installed Power at 15°C & 15PSU Nominal Power at 25°C & 30PSU

NOTE 2: Power panel size to be advised on enquiry

COMPONENT DETAIL

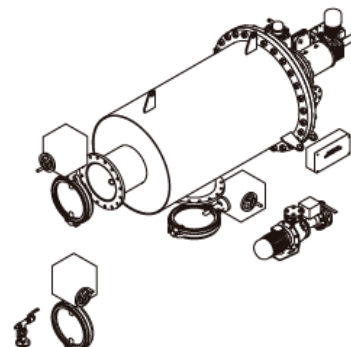
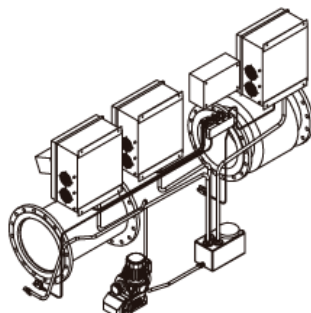
STATIC MIXER

Component Size	Dimensions (metres)			Dry Weight (kg)
	Length	Width	Height	
AQ-550-EC	0.5	0.4	0.4	300
AQ-1200-EC	0.6	0.6	0.6	350
AQ-1650-EC	0.7	0.6	0.6	400
AQ-2500-EC	0.8	0.8	0.8	600
AQ-3300-EC	0.8	0.8	0.8	600
AQ-4000-EC	0.8	0.8	0.8	600

FILTER

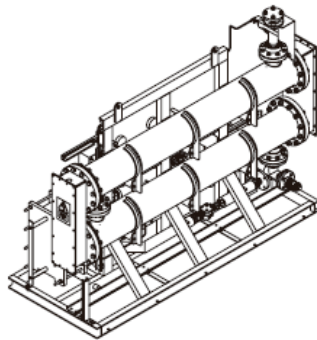
Component Size	Dimensions (metres)			Dry Weight (kg)
	Length	Width	Height	
AQ-550-EC	1.0	0.7	3.0	890
AQ-1200-EC	1.3	1.2	3.3	1,700
AQ-1650-EC	1.7	1.6	3.0	3,558
AQ-2500-EC	1.8	1.8	3.5	4,950
AQ-3300-EC	1.8	1.8	3.8	5,170
AQ-4000-EC	2.2	2.2	3.4	6,430

NOTE: all filters may be installed in vertical or horizontal orientation



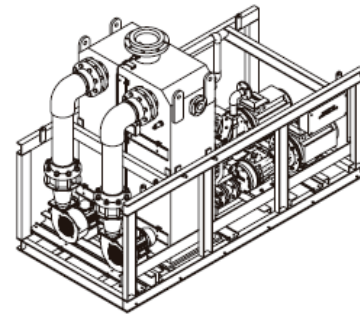
ELECTROCHLORINATION CELLS

Component Size	Dimensions (metres)			Dry Weight (kg)
	Length	Width	Height	
AQ-550-EC	2.5	1.0	1.4	585
AQ-1200-EC	2.5	1.0	1.8	760
AQ-1650-EC	2.5	1.0	2.3	930
AQ-2500-EC	2.5	1.0	1.9	930
AQ-3300-EC	2.5	1.0	2.4	1,180
AQ-4000-EC	2.5	1.0	2.9	1,500



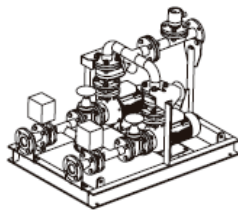
DOSING / DEGASSING

Component Size	Dimensions (metres)			Dry Weight (kg)
	Length	Width	Height	
AQ-550-EC	2.6	1.2	1.9	1,005
AQ-1200-EC	3.5	1.6	1.9	1,650
AQ-1650-EC	3.5	1.6	1.9	1,650
AQ-2500-EC	3.5	1.6	1.9	1,650
AQ-3300-EC	3.5	1.6	1.9	1,650
AQ-4000-EC	2.6	1.6	1.9	1,400



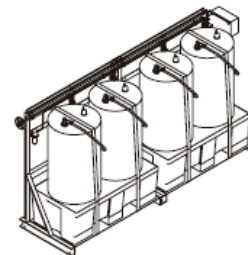
SIDESTREAM PUMP

Component Size	Dimensions (metres)			Dry Weight (kg)
	Length	Width	Height	
AQ-550-EC	1.2	0.8	0.9	220
AQ-1200-EC	1.2	0.8	0.9	280
AQ-1650-EC	1.2	0.8	0.9	280
AQ-2500-EC	1.2	0.8	0.9	280
AQ-3300-EC	1.2	0.8	0.9	280
AQ-4000-EC	1.2	0.8	0.9	280



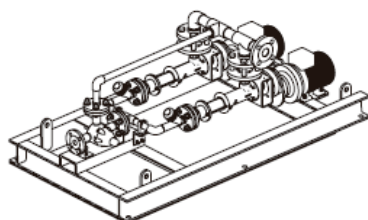
NEUTRALISER DRUM

Component Size	Dimensions (metres)			Dry Weight (kg)
	Length	Width	Height	
AQ-550-EC	3.1	0.8	1.6	1,300
AQ-1200-EC	3.1	0.8	1.6	1,300
AQ-1650-EC	3.1	0.8	1.6	1,300
AQ-2500-EC	3.1	0.8	1.6	1,300
AQ-3300-EC	3.1	0.8	1.6	1,300
AQ-4000-EC	3.1	0.8	1.6	1,300

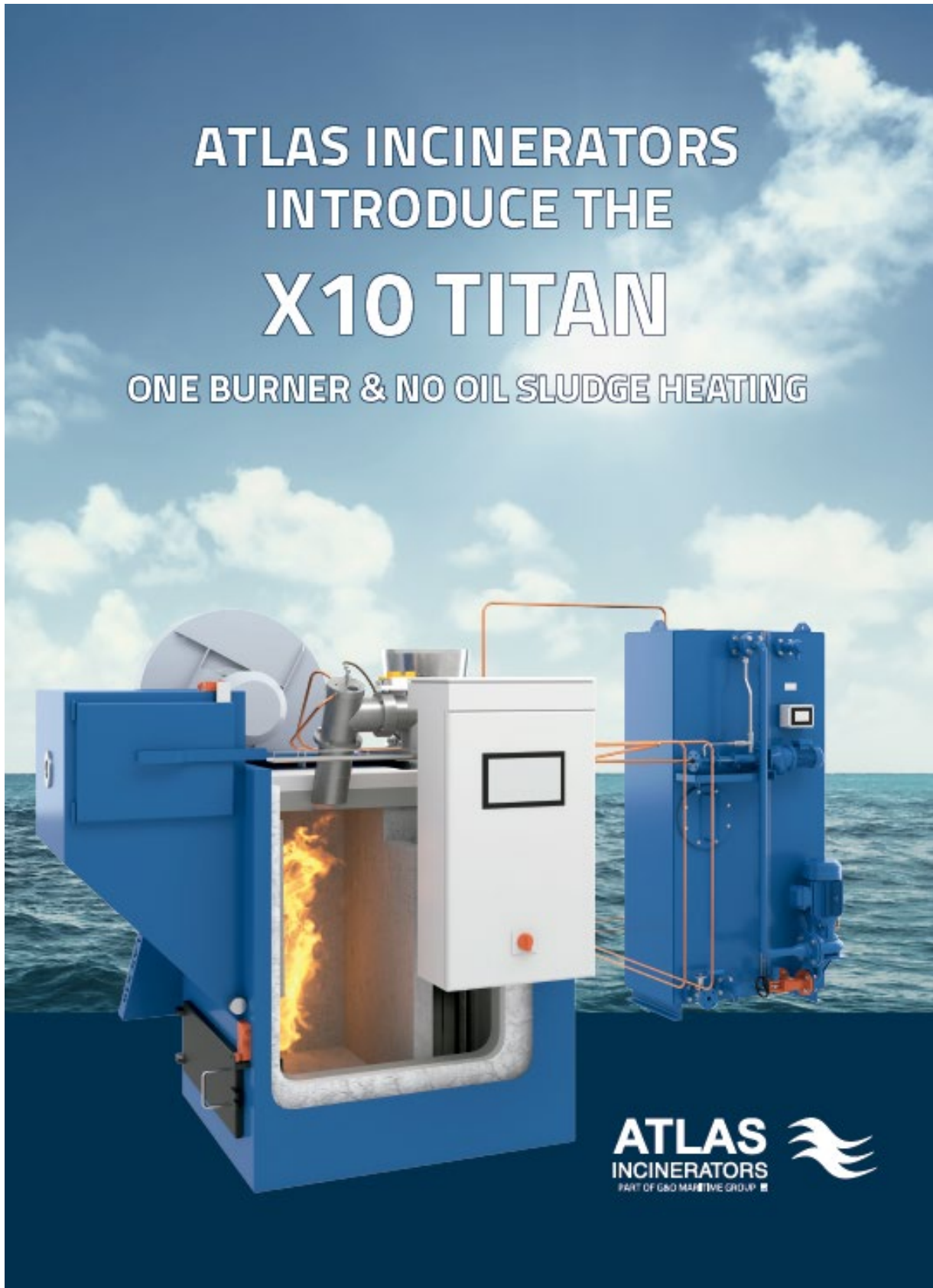


NEUTRALISER

Component Size	Dimensions (metres)			Dry Weight (kg)
	Length	Width	Height	
AQ-550-EC	1.2	0.7	0.5	145
AQ-1200-EC	1.3	0.7	0.5	145
AQ-1650-EC	1.3	0.7	0.5	145
AQ-2500-EC	1.3	0.7	0.5	145
AQ-3300-EC	1.3	0.7	0.5	145
AQ-4000-EC	1.3	0.7	0.5	145



ANEXO 5. CATÁLOGO INCINERADOR



Model Data	ATLAS 600 SL WS P	X610 SL WS P
Combustion Capacity	581kW	684kW
Combustion capacity [calorific value]	500,000kcal/h	588,000kcal/h
Combustion capacity - Solid Waste IMO standard	100kg/h	100kg/h
Combustion capacity - Liquid Waste IMO standard with 20% water content	66l/h	78l/h
Combustion capacity - Liquid Waste IMO standard with 50% water content	100/h	130l/h
Dimensions - L x W x H Dimensions - L x W x H (ATLAS 400)	2.5 x 1.8 x 2.4m 2.1 x 1.9 x 2.4m	2 x 1.8 x 2m
Weight	5,000kg	3,500kg

Basically, the "X10 TITAN" is a more compact incinerator plant with much more capacity than any similar incineration plan.

Without compromising on the high quality of the ATLAS series, the X10 TITAN has been designed to incinerate sludge oil and simultaneously load and/or burn solid waste while consuming an absolute minimum of energy onboard the ship.

While the X10 TITAN offers a significant improvement in combustion capacity, size and weight, the real game changer is that the sludge oil is not heated prior to burning, which means that the incinerator consumes an absolute minimum of energy.

Moreover, the new design offers significant savings for both shipyards and shipowners.

This is thanks to the application of the latest incineration technology and an oil burner developed by ATLAS Incinerators.

The entire incineration process has been simplified and shortened, with several operations that occur in conventional incinerators now being redundant (see the illustration below).

ANEXO 6. CATÁLOGO PLANTA ELÉCTRICA

Marine Offshore Gensets

H32/40 | Bore: 320 mm, Stroke: 400 mm

Main Data

Speed Frequency	720 rpm 60 Hz		750 rpm 50 Hz	
	Eng.kW	Gen.kW	Eng.kW	Gen.kW
6H32/40	3,000	2,880	3,000	2,880
7H32/40	3,500	3,360	3,500	3,360
8H32/40	4,000	3,840	4,000	3,840
9H32/40	4,500	4,320	4,500	4,320

Based on alternator efficiency of 96 %.

Specific Fuel Oil Consumption

Load	720 rpm	750 rpm
100 %	179 g/kWh	181 g/kWh

Specific Lubricating Oil Consumption

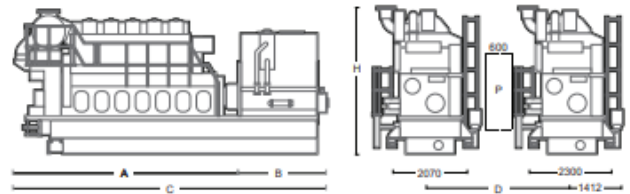
Lub. Oil: 0.5 g/kWh

Tier II, Tier III (with SCR)

Dimensions

Speed	cyl.	Dimension (mm)				Dry Mass (ton)	
		A	B ₁₎	C ₁₎	H	Engine ₂₎	GenSet _{1,3)}
720 rpm	6	5,760	3,130	8,890	3,959	33.7	68.6
	7	6,112	3,374	9,486	4,130	38.6	77.1
	8	6,602	3,594	10,196	4,130	41.5	82.0
	9	7,092	4,097	11,189	4,130	44.6	89.1

Speed	cyl.	Dimension (mm)				Dry Mass (ton)	
		A	B ₁₎	C ₁₎	H	Engine ₂₎	GenSet _{1,3)}
750 rpm	6	5,760	3,130	8,890	3,959	33.7	68.6
	7	6,112	3,374	9,486	4,130	38.6	77.1
	8	6,602	3,594	10,196	4,130	41.5	82.0
	9	7,092	4,097	11,189	4,130	44.6	89.1



Remarks

- 1) Depending on alternator.
- 2) Without common base frame.
- 3) With common base frame & alternator (Maker: Hyundai Electric).

D: Min. distance between engines 3,408 mm (with gallery).

P: Free passage between the engines, width 600 mm and height 2,000 mm.

Note) All dimensions and weight are approximate value and subject to change without prior notice.

ANEXO 7. HÉLICE DE PROA

<p>TECHNICAL SPECIFICATIONS and DRAWINGS</p> <hr/> <p>OF</p> <p>KAWASAKI SIDE THRUSTER</p> <hr/> <p>KT-255B5</p> <hr/> <p>FOR</p> <hr/> <p>9,400 TEU CONTAINER VESSEL</p> <hr/> <p>JIANGNAN SHIPYARD (GROUP) CO., LTD.</p> <p>S.No. H2552 / H2553</p> <p>SHANGHAI JIANGNAN-CHANGXING SHIPBUILDING CO., LTD. </p> <p>S.No. H3001 / H3002 / H3003 / H3004</p>																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">DELIVERY</td> <td style="text-align: center;">ORDER NO.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">YARD</td> <td style="text-align: center;">31KC767/768, 31K015/16/17/178</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">配 算</td> <td rowspan="5" style="vertical-align: top;"> <p>NOTES</p> <p>For Approval For Working</p> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">KPME 工事</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">KPME 工事</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">検査</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">生産管理</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">控 1</td> <td style="vertical-align: top;"> <p>REVISION</p> <p>R1: Add drawings, etc. Sept. 11, 2013 Y.P. J.H. AS</p> <p>R2: Add the stopped and stop etc. Jan. 23, 2014 I.F. M.Z. AS</p> <p>R3: Add the height of gravity tank and draft tank Nov. 28, 2014 I.F. M.Z.</p> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">計</td> <td style="vertical-align: top;"> <p>APPROVED</p> <p style="text-align: right;"><i>A. Shw</i></p> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">ISSUE</td> <td style="vertical-align: top;"> <p>CHECKED</p> <p style="text-align: right;"><i>I. Hayashi</i></p> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">DATE</td> <td style="vertical-align: top;"> <p>DRAWN</p> <p style="text-align: right;"><i>J. Yoshida</i></p> </td> </tr> <tr> <td></td> <td style="vertical-align: top;"> <p>DRAWING NO.</p> <p style="text-align: right;">95001-07497R3</p> </td> </tr> </table>	DELIVERY	ORDER NO.	YARD	31KC767/768, 31K015/16/17/178	配 算	<p>NOTES</p> <p>For Approval For Working</p>	KPME 工事	KPME 工事	検査	生産管理	控 1	<p>REVISION</p> <p>R1: Add drawings, etc. Sept. 11, 2013 Y.P. J.H. AS</p> <p>R2: Add the stopped and stop etc. Jan. 23, 2014 I.F. M.Z. AS</p> <p>R3: Add the height of gravity tank and draft tank Nov. 28, 2014 I.F. M.Z.</p>	計	<p>APPROVED</p> <p style="text-align: right;"><i>A. Shw</i></p>	ISSUE	<p>CHECKED</p> <p style="text-align: right;"><i>I. Hayashi</i></p>	DATE	<p>DRAWN</p> <p style="text-align: right;"><i>J. Yoshida</i></p>		<p>DRAWING NO.</p> <p style="text-align: right;">95001-07497R3</p>	<div style="text-align: center;"> <p>Kawasaki</p> <p>KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES, LTD. GAS TURBINE & MACHINERY COMPANY MACHINERY DIVISION MARINE PROPULSION SYSTEM DEPT PROPULSION MACHINERY ENG'NG SECT.</p> </div>
DELIVERY	ORDER NO.																				
YARD	31KC767/768, 31K015/16/17/178																				
配 算	<p>NOTES</p> <p>For Approval For Working</p>																				
KPME 工事																					
KPME 工事																					
検査																					
生産管理																					
控 1	<p>REVISION</p> <p>R1: Add drawings, etc. Sept. 11, 2013 Y.P. J.H. AS</p> <p>R2: Add the stopped and stop etc. Jan. 23, 2014 I.F. M.Z. AS</p> <p>R3: Add the height of gravity tank and draft tank Nov. 28, 2014 I.F. M.Z.</p>																				
計	<p>APPROVED</p> <p style="text-align: right;"><i>A. Shw</i></p>																				
ISSUE	<p>CHECKED</p> <p style="text-align: right;"><i>I. Hayashi</i></p>																				
DATE	<p>DRAWN</p> <p style="text-align: right;"><i>J. Yoshida</i></p>																				
	<p>DRAWING NO.</p> <p style="text-align: right;">95001-07497R3</p>																				

(32 SHEETS COVER INC)



95001-07497

1

I GENERAL

01 Contractor	
02 Ship Owner	MSC
03 Shipyard and Ship No.	Jiangnan Shipyard (Group) Corporation, Ltd. H2552 / H2553 Shanghai Jiangnan-Changxing Shipbuilding Co., Ltd. H3001 / H3002 / H3003 / H3004 △
04 Kind of ship	9,400 TEU CONTAINER VESSEL
05 Hull dimensions	
Lpp x B x D x d	x x x m
06 Classification	GL
07 Location of thruster(s)	Bow x 1

II PARTICULARS

01 Thruster unit	
01) Model	KT-255B5
02) Number of units	1 unit / vessel
03) Type of propeller	4 bladed, Skewed type, Controllable Pitch type
04) Propeller diameter	2,850 mm
05) Thrust (per unit)	Approx. 427 kN (Approx. 43.6 metric tons)
06) Input shaft speed	880 min ⁻¹
07) Input power (per unit)	3,000 kW
08) Direction of input shaft rotation	Clockwise view from prime mover
09) Position of propeller blade	Starboard side
10) Anti-corrosive anodes	Aluminum, bolting type, lifetime 5 years
11) Lubrication method	Oil bath
12) Lubrication oil	Gear oil equivalent to ISO VG100

SIDE THRUSTER



02 Prime mover and control device

02-1 Main motor (Drive motor)

01) Type	Vertical type, squirrel cage, induction motor
02) Number	1 unit / thruster
03) Output	3,000 kW x 900 min ⁻¹ (synchronous speed)
04) Voltage x Frequency	AC3 ϕ 6,600V x 60Hz
05) Rating	60 minutes
06) Insulation	F class, F rise
07) Protection	IP 44
08) Space heater	Element type
09) Temperature sensor	PT 100 Ω x 3 phase PTC Thermistor x 3 for alarm, x 3 for trip (Total6)

02-2 Motor control device

01) Type	Self-standing type
02) Number	1 unit / thruster
03) Voltage x Frequency	AC3 ϕ 6,600V x 60Hz (Power source) AC1 ϕ 220V x 60Hz (Control source)
04) Protection	IP44
05) Starting method	Auto transformer starting, 65% Tap
06) Start interlock	The prime mover start function interlocks with the following conditions. a) Gravity tank oil level Normal close, open at low level b) Control oil pressure Normal close, open at low pressure c) Blade angle Close at pitch neutral zone (AB : +3 / -3 degrees) d) Fan run x 2 Close at No.1 and No.2 fan running *1 e) Hydraulic pump run Close at hydraulic pump running f) Generators run Close at generators running *1 g) Door for starter Close at door close h) Suction & Drain line valve open Close at valve full open
07) Door open interlock	The starter door open function interlocks with the following conditions. a) ACB open Close at ACB open (Interface with switch board) *1 *1: Potential free signal should be supplied by shipyard.
08) Accessories	Earthing device

Note: Please prepare some protection by shipyard for safety of operators from internal arc, for instance to install the starter into an independent compartment.

Note: Emergency stop button and ammeter for bow thruster are provided in ECR, bridge wings, bridge console, and starter in bow thruster room.

KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES, LTD.

Page 3

2. OPERATION

2.1 Interlock for prime mover

- | | |
|----------------------------|--------------------------------------|
| (1) Gravity tank oil level | : Normal (checking by float switch) |
| (2) Control oil pressure | : Normal (checking by press. switch) |
| (3) Blade angle | : Neutral (AB = 0 degree) |
| Allowable range | : ± 3 degree |

2.2 Rated draft

The draft should be kept shown in "fig.- 1" at running.

Fore draft : $df \geq 6.4$ m

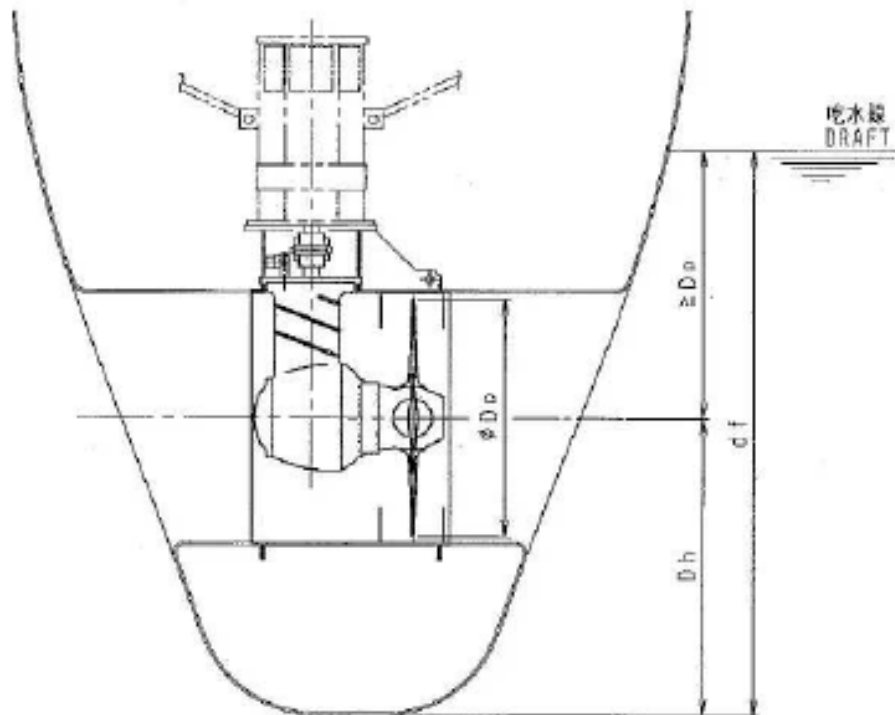


fig.- 1

2.3 Oil temperature of the thruster

The kinematic coefficient of viscosity for thruster should be kept the range of $40 \sim 500 \text{ mm}^2/\text{s}$ { cSt } at running.

The corresponding temperature to the fore mentioned viscosity is at about $10 \sim 60$ degrees C for the gear oil ISO VG 100.