



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado

CURSO 2020/21

***BUQUE PORTACONTENEDORES DE 20000 TEUS
ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA***

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNO

Miguel Ángel Rodríguez González

TUTOR

D. Luis Manuel Carral Couce

FECHA

Septiembre 2021



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2020/21

*BUQUE PORTACONTENEDORES DE 20000 TEUS
ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA*

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

Cuaderno 11

**“DEFINICIÓN DE LA PLANTA PROPULSORA Y SUS
AUXILIARES”**

ÍNDICE

1 RPA.....	4
2 Resumen	5
2.1 Castellano.....	5
2.2 Gallego	5
2.3 Inglés	5
3 Introducción.....	4
4 Tipo de Corriente	8
5 Definición de la Planta Eléctrica	9
5.1 Frecuencia y Tensión.....	9
5.2 Características.....	10
6 Desglose y Características de los Consumidores	11
6.1 Sistemas de Cámara de Máquinas	12
6.2 Equipos y Servicios Varios	13
6.3 Iluminación.....	17
6.3.1 Alumbrado de habitación y Cámara de Máquinas	18
6.3.2 Alumbrado Exterior.....	20
6.3.3 Alumbrado de Emergencia	21
7 Explicación del Balance Eléctrico del Buque.....	23
7.1 Justificación de Coeficientes	25
8 Cálculo del Balance Eléctrico	27
8.1 Condición de Navegabilidad en Modo HFO	28
8.2 Condición de Navegabilidad en Modo Lastre	33
8.3 Condición de Puerto	38
8.4 Condición de Navegabilidad en Atrake o Desatraque.....	43
8.5 Condición de Navegabilidad en Emergencia	48
8.6 Resultados del Balance Eléctrico	53
9 Planta Generadora.....	54
9.1 Planta Generadora Principal	54
9.2 Planta Generadora de Emergencia	55
10 Definición y Caracterización del Sistema de Cableado.....	57
11 Esquema Unifilar.....	65
12 Anexo I: Motores Generadores	66
13 Anexo II: Generador de Emergencia.....	68
14 Anexo III: Esquema Unifilar.....	69

1 RPA



GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO NÚMERO

TIPO DE BUQUE: Portacontenedores con ruta Asia-Norte de Europa.

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

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 20000 TEUS

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 20 nudos en condiciones de servicio y 20000 millas de autonomía.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Sin medios propios de carga/descarga.

PROPULSIÓN: Motor Diésel.

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 40 tripulantes en camarotes dobles e individuales.

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

Ferrol, 4 Octubre 2020

ALUMNO/A: **D Miguel Ángel Rodríguez González**

2 RESUMEN

2.1 Castellano

La finalidad del presente Trabajo Fin de Grado es el dimensionamiento y definición de un buque portacontenedores, cumpliendo con la RPA establecida. Una de las principales características es que es un buque de carga normalizada que ha de transportar 20000 TEUS, lo cual afecta a las dimensiones del mismo. Este portacontenedores será diseñado para dar servicio a la ruta Asia – Norte de Europa, por lo que ha de tener una autonomía que le permita realizar un trayecto de unas 20000 millas.

2.2 Gallego

A finalidade do presente Traballo de Fin de Grao é o dimensionamento e definición dun buque portacontenedores, cumprindo co establecido na RPA. Unha das principais características é que é un buque de carga normalizada que transporta 20 000 TEUS, o cal afecta as dimensións do mesmo. Este portacontenedores deseñarase para dar servizo a ruta Asia – Norte de Europa, polo que terá unha autonomía que permita realizar o traxecto dunhas 20000 millas.

2.3 Inglés

The purpose of this Final Degree Project is the dimensioning and definition of a container ship, complying with the established RPA. One of the main characteristics is that it is a standardized cargo ship and that it has to transport 20000 TEUS, which affects its dimensions. This container ship will be designed to serve the Asia - North Europe route, so it must have an autonomy that allows it to cover a journey of about 20000 miles.

3 INTRODUCCIÓN

La instalación eléctrica a bordo de un buque, tiene que disponer de todos aquellos elementos que la permitan ser segura y autónoma. Una instalación eléctrica ha de tener como componentes los siguientes:

- Una planta generadora, donde la energía mecánica sea transformada en energía eléctrica.
- Un cuadro principal de distribución que permita el accionamiento, acoplamiento y selección de los generadores correspondientes.
- Una red de distribución que permita el enlace del cuadro principal con las estaciones y subestaciones de distribución hasta que la energía eléctrica pueda llegar al último receptor.
- Los receptores

Para una segura instalación, se debe disponer:

- Planta de emergencia que incluya generador y baterías.
- Disposición de conmutadores y disyuntores que protejan a los servicios esenciales, asegurándoles la continuidad en el suministro de energía.

Por lo anteriormente expuesto, el objetivo de este cuaderno será el dimensionamiento de la instalación eléctrica del buque, es decir, tener una estimación bastante aproximada de la cantidad de energía eléctrica que consumirán los equipos, utilizando para ello un balance eléctrico, en el cual se puede determinar el consumo de los equipos en las diferentes situaciones que pueden darse.

Se incluirá, además, un diagrama general de la planta eléctrica y su accionamiento.

Para el desarrollo de este cuaderno se utilizarán los datos obtenidos en los cuadernos anteriores, los cuales son los siguientes:

TEUS TOTALES	20000 TEUS
TEUS BODEGA	8518 TEUS
TEUS CUBIERTA	11481 TEUS
ESLORA TOTAL (Loa)	399,8 m.
ESLORA PERPENDICULARES (Lpp)	382,4 m.
MANGA (B)	58 m.
PUNTAL (D)	32 m.
CALADO (T)	16,5 m.
DESPLAZAMIENTO (Δ)	299292 ton
VELOCIDAD (V)	20 kn

Nº DE FROUD	0,1698
COEFICIENTE DE BLOQUE	0,797
COEFICIENTE DE LA MAESTRA	0,994
COEFICIENTE PRISMÁTICO	0,887

4 TIPO DE CORRIENTE

El tipo de corriente que utilizará el buque proyecto será trifásica. Esto se debe a que este tipo de corriente presenta una serie de ventajas frente a los demás tipos. Se muestran a continuación algunas de esas ventajas:

- Menos coste, peso y empacho de los grupos generadores y de los motores eléctricos.
- Menos mantenimiento de generadores y motores.
- Posibilidad de usar la red del puerto cuando se esté en él, lo cual ya ha comenzado a regularse mediante normativa, de manera que en alguno de los casos es obligatorio la utilización de la red de puerto.
- Permite usar tensiones mas elevadas con la prestación de un menor coste.

5 DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA

En este apartado se va a realizar una descripción de la planta eléctrica incluyendo las características que puedan influir en su diseño.

5.1 Frecuencia y Tensión

Antes de realizar el balance eléctrico del buque, es necesario definir la tensión que se empleará a bordo. Se tienen dos posibilidades las cuales son:

- 400 V a 50 Hz en Europa
- 480 V a 60 Hz en América, Asia, etc.

El empleo de corriente trifásica en el buque presenta las siguientes ventajas:

- La posibilidad de poder conectarse a la red de puerto.
- Menor coste, peso y empacho de los grupos generadores y los motores eléctricos.
- Permite usar tensiones más elevadas a menor coste.
- Menor mantenimiento de generadores y motores.

Se decide emplear corriente eléctrica alterna trifásica. La selección de la tensión y la frecuencia está principalmente condicionada por la corriente empleada en los puertos donde el buque atracará o de las aguas en las que opere en su recorrido más frecuente.

Es decisión del proyectista decidir sobre el tipo de corriente a utilizar, distribución y frecuencia. En este caso el buque proyecto no presenta ninguna restricción en la RPA.

Debido al transporte para el cual está destinado el buque proyecto, contenedores, a los países que más transitan estos tipos de buques y al comercio actual, se elegirá la opción de 480 V y 60 Hz. Esta solución requerirá una menor intensidad y, por lo tanto, como consecuencia, una menor sección en los cables, cuyo cálculo se realizará en este Cuaderno.

El buque contará, por tanto, con dos tipos de tensión:

- 480 V
- 240 V

Para transformar esta tensión para los diferentes consumidores del buque, se emplean transformadores.

Para las tensiones de red anteriormente definidas, se empleó como referencia la tabla de la Norma UNE 21-135-93/201, dónde se muestran las tensiones y frecuencias en función del tipo de consumidor:

Tensiones y frecuencias en corriente alterna en función de los tipos de consumidores

Utilización	Tensiones nominales (V)	Frecuencias nominales (Hz)		Tensiones máximas (V)
1 Motores, calefacción y cocina. Equipos fijos y permanentemente conectados. Tomas de corriente alimentando a aparatos puestos a masa, sea de forma permanente por fijación o por una conexión específica que incorpore un conductor de masa dimensionado conforme a la tabla 1 de la norma CEI 92-401: Instalación y Pruebas de recepción.	Trifásica	Trifásica	Trifásica	Trifásica
	120	50	60	1 000
	220 ¹⁾	50	60	1 000
	240 ¹⁾	50	-	1 000
	380 ²⁾	50	-	1 000
	415 ²⁾	50	-	1 000
	440	-	60	1 000
	660 ³⁾ *	50	60	1 000
	3 000 ⁴⁾ /3 300 ⁴⁾ *	50	60	11 000
	6 000 ⁴⁾ /6 600 ⁴⁾ *	50	60	11 000
	10 000 ⁴⁾ /11 000 ⁴⁾ *	50	60	
	Monofásica	Monofásica	Monofásica	Monofásica
	120	50	60	500
	220 ¹⁾	50	60	500
240 ¹⁾	50	-	500	
2 Alumbrado fijo incluyendo tomas de corriente para fines no mencionados en los puntos 1 y 3, pero destinados a aparatos con aislamiento reforzado o doble aislamiento, o conectados con un cable flexible que incluya un conductor de masa de dimensiones conforme a la tabla 1, norma CEI 92-401.	Monofásica	Monofásica	Monofásica	Monofásica
	120	50	60	250
	220 ¹⁾	50	60	250
	240 ¹⁾	50	-	250
3 Tomas de corriente para usos que precisen de precauciones especiales contra el choque eléctrico: a) Alimentación con o sin transformador de aislamiento. b) En caso de empleo de un transformador de aislamiento alimentando a un solo consumidor. Ambos conductores de tales sistemas deberán estar aislados de masa.	Monofásico	Monofásico	Monofásico	Monofásico
	24	50	60	55
	120	50	60	250
	220 ¹⁾	50	60	250
	240 ¹⁾	50	-	250

5.2 Características

El tipo de propulsión especificado en la RPA es un motor Fuel Oil, por lo que la planta generadora se diseñará con motores generadores adicionales. Se establecerán como se detallará en el apartado pertinente, que estos motores generadores sean Diésel y que además, puedan trabajar con combustibles pesados como el fuel aprovechando así la planta de tratamiento e impulsión de combustible para poder abastecerlos.

6 DESGLOSE Y CARACTERÍSTICAS DE LOS CONSUMIDORES

Para la obtención de las potencias de los consumidores, se ha recurrido a los cálculos realizados a lo largo de los cuadernos anteriores, concretamente al Cuaderno 10 “Cámara de máquinas” y Cuaderno 12 “Equipos y Servicios”.

A lo largo de este apartado se realizará el desglose de las características de cada consumidor. Se destaca que, en el caso de bombas accionadas por motores eléctricos, se han empleado las eficiencias y potencias normalizadas que se mostrarán en la siguiente tabla:

**Nominal efficiency limits defined in IEC
60034-30-1:2014 (reference values at 50 Hz,
based on test methods specified in IEC 60034-
2-1:2014).**

Out-put kW	IE1 Standard efficiency				IE2 High efficiency				IE3 Premium efficiency				IE4 Super Premium efficiency			
	2 pole	4 pole	6 pole	8 pole	2 pole	4 pole	6 pole	8 pole	2 pole	4 pole	6 pole	8 pole	2 pole	4 pole	6 pole	8 pole
0.12	45.0	50.0	38.3	31.0	53.6	59.1	50.5	39.8	60.8	64.8	57.7	50.7	66.5	69.8	64.9	62.3
0.18	52.8	57.0	45.5	38.0	60.4	64.7	56.6	45.9	65.9	69.9	63.9	58.7	70.8	74.7	70.1	67.2
0.20	54.6	58.5	47.6	39.7	61.9	65.9	58.2	47.4	67.2	71.1	65.4	60.6	71.9	75.8	71.4	68.4
0.25	58.2	61.5	52.1	43.4	64.8	68.5	61.6	50.6	69.7	73.5	68.6	64.1	74.3	77.9	74.1	70.8
0.37	63.9	66.0	59.7	49.7	69.5	72.7	67.6	56.1	73.8	77.3	73.5	69.3	78.1	81.1	78.0	74.3
0.40	64.9	66.8	61.1	50.9	70.4	73.5	68.8	57.2	74.6	78.0	74.4	70.1	78.9	81.7	78.7	74.9
0.55	69.0	70.0	65.8	56.1	74.1	77.1	73.1	61.7	77.8	80.8	77.2	73.0	81.5	83.9	80.9	77.0
0.75	72.1	72.1	70.0	61.2	77.4	79.6	75.9	66.2	80.7	82.5	78.9	75.0	83.5	85.7	82.7	78.4
1.1	75.0	75.0	72.9	66.5	79.6	81.4	78.1	70.8	82.7	84.1	81.0	77.7	85.2	87.2	84.5	80.8
1.5	77.2	77.2	75.2	70.2	81.3	82.8	79.8	74.1	84.2	85.3	82.5	79.7	86.5	88.2	85.9	82.6
2.2	79.7	79.7	77.7	74.2	83.2	84.3	81.8	77.6	85.9	86.7	84.3	81.9	88.0	89.5	87.4	84.5
3	81.5	81.5	79.7	77.0	84.6	85.5	83.3	80.0	87.1	87.7	85.6	83.5	89.1	90.4	88.6	85.9
4	83.1	83.1	81.4	79.2	85.8	86.6	84.6	81.9	88.1	88.6	86.8	84.8	90.0	91.1	89.5	87.1
5.5	84.7	84.7	83.1	81.4	87.0	87.7	86.0	83.8	89.2	89.6	88.0	86.2	90.9	91.9	90.5	88.3
7.5	86.0	86.0	84.7	83.1	88.1	88.7	87.2	85.3	90.1	90.4	89.1	87.3	91.7	92.6	91.3	89.3
11	87.6	87.6	86.4	85.0	89.4	89.8	88.7	86.9	91.2	91.4	90.3	88.6	92.6	93.3	92.3	90.4
15	88.7	88.7	87.7	86.2	90.3	90.6	89.7	88.0	91.9	92.1	91.2	89.6	93.3	93.9	92.9	91.2
18.5	89.3	89.3	88.6	86.9	90.9	91.2	90.4	88.6	92.4	92.6	91.7	90.1	93.7	94.2	93.4	91.7
22	89.9	89.9	89.2	87.4	91.3	91.6	90.9	89.1	92.7	93.0	92.2	90.6	94.0	94.5	93.7	92.1
30	90.7	90.7	90.2	88.3	92.0	92.3	91.7	89.8	93.3	93.6	92.9	91.3	94.5	94.9	94.2	92.7
37	91.2	91.2	90.8	88.8	92.5	92.7	92.2	90.3	93.7	93.9	93.3	91.8	94.8	95.2	94.5	93.1
45	91.7	91.7	91.4	89.2	92.9	93.1	92.7	90.7	94.0	94.2	93.7	92.2	95.0	95.4	94.8	93.4
55	92.1	92.1	91.9	89.7	93.2	93.5	93.1	91.0	94.3	94.6	94.1	92.5	95.3	95.7	95.1	93.7
75	92.7	92.7	92.6	90.3	93.8	94.0	93.7	91.6	94.7	95.0	94.6	93.1	95.6	96.0	95.4	94.2
90	93.0	93.0	92.9	90.7	94.1	94.2	94.0	91.9	95.0	95.2	94.9	93.4	95.8	96.1	95.6	94.4
110	93.3	93.3	93.3	91.1	94.3	94.5	94.3	92.3	95.2	95.4	95.1	93.7	96.0	96.3	95.8	94.7
132	93.5	93.5	93.5	91.5	94.6	94.7	94.6	92.6	95.4	95.6	95.4	94.0	96.2	96.4	96.0	94.9
160	93.8	93.8	93.8	91.9	94.8	94.9	94.8	93.0	95.6	95.8	95.6	94.3	96.3	96.6	96.2	95.1
200	94.0	94.0	94.0	92.5	95.0	95.1	95.0	93.5	95.8	96.0	95.8	94.6	96.5	96.7	96.3	95.4
250	94.0	94.0	94.0	92.5	95.0	95.1	95.0	93.5	95.8	96.0	95.8	94.6	96.5	96.7	96.5	95.4
315	94.0	94.0	94.0	92.5	95.0	95.1	95.0	93.5	95.8	96.0	95.8	94.6	96.5	96.7	96.6	95.4
355	94.0	94.0	94.0	92.5	95.0	95.1	95.0	93.5	95.8	96.0	95.8	94.6	96.5	96.7	96.6	95.4
400	94.0	94.0	94.0	92.5	95.0	95.1	95.0	93.5	95.8	96.0	95.8	94.6	96.5	96.7	96.6	95.4
450	94.0	94.0	94.0	92.5	95.0	95.1	95.0	93.5	95.8	96.0	95.8	94.6	96.5	96.7	96.6	95.4
500-1000	94.0	94.0	94.0	92.5	95.0	95.1	95.0	93.5	95.8	96.0	95.8	94.6	96.5	96.7	96.6	95.4

Para ello, se elegirán las potencias y eficiencias normalizadas de motor de 4 polos, trabajando a la misma frecuencia que el buque, es decir, 60 Hz. Esta tabla viene dada según la IEC 60034-30.

Para motores con potencias inferiores a 20 kW, se emplearán motores de eficiencia estándar, sin embargo, para los superiores a 20 kW, se emplearán de alta eficiencia:

- $P > 20 \text{ kW} \rightarrow$ IE-1 Estándar efficiency
- $P < 20 \text{ kW} \rightarrow$ IE-2 High efficiency

Para el resto de equipos y servicios calculados en cuadernos anteriores, se considerará la potencia calculada con la eficiencia incluida. En aquellos casos que sea necesario, se consultarán sus catálogos comerciales para obtener la potencia real consumida.

En cuanto al desglose de los consumidores se van a considerar tres bloques principales:

- Sistemas de cámara de máquinas
 - Sistema de propulsión
 - Sistemas auxiliares del motor principal generador (Cuaderno 10)
- Equipos y servicios
 - Servicio de sentinas
 - Servicio de lastre
 - Servicio contra incendios
 - Ventilación y A/C.
 - Equipos de mantenimiento
 - Equipos de cubierta y servo
 - Fonda y Hotel
 - Equipos de navegación, comunicaciones y electrónica.
- Iluminación
 - Iluminación principal
 - Iluminación de emergencia

A continuación, se muestran las potencias y desglose de consumidores de cada sistema. Además, se calculará la potencia de iluminación para el buque proyecto.

6.1 Sistemas de Cámara de Máquinas

Los sistemas de cámara de máquinas del buque son los que se han calculado a lo largo del Cuaderno 10. Se tienen los diferentes servicios que son necesarios para el correcto funcionamiento de el motor principal y con ello el buque sea propulsado de la manera en la que se desea.

Dentro de los sistemas auxiliares de la cámara de máquinas, se han incluido las bombas, equipos y demás servicios que se van a mostrar a continuación.

- Servicio de refrigeración: Se incluyen todas las bombas de agua dulce y salada.

- Servicio de lubricación: Se incluyen todas las bombas y equipos de tratamiento del aceite lubricante.
- Servicio de combustible: Se incluyen todas las bombas y equipos necesarios para el HFO y el MDO, los cuales son los combustibles para el motor principal.
- Servicio de aire de arranque: Se incluye todo lo necesario para el sistema de arranque del motor.

A continuación, se muestra una tabla de potencias totales del buque proyecto, correspondientes a esta parte.

EQUIPO	CARACTERISTICAS		CARACTERISTICAS			
	Nº Inst	P. Ca. (kW)	P. Unitaria (kW)			P. Total
			Útil	ne	Abs.	N x P. Abs.
1. SERVICIO DE REFRIGERACIÓN						
Bomba agua salada	2	210,37	220	0,954	230,61	461,2
Bomba agua dulce HT	2	71,9	75	0,954	78,62	157,2
Bomba agua dulce LT	2	71,9	75	0,954	78,62	157,2
TOTAL						775,68
2. SERVICIO DE LUBRICACIÓN						
Bomba de lubricación	2	230	235	0,94	250,0	500,0
Bomba de prelubricación	2	44	45	0,936	48,1	96,2
Purificación de aceite	2	3	-	-	3,0	6,0
TOTAL						602,2
3. SERVICIO DE COMBUSTIBLE						
Bomba de trasiego HFO	2	15,7	18,5	0,83	22,29	44,6
Purificadora de HFO	2	24	-	-	24,00	48,0
Bomba alimentación purificadora	2	2	2,2	0,83	2,65	5,3
Calentador HFO	2	302	-	-	302,00	604,0
Bomba de trasiego de lodos	2	1,5	1,5	0,815	1,84	3,7
Bomba de Diésel	2	5,59	6	0,83	7,23	14,5
TOTAL						720,02
4. SERVICIO DE AIRE						
Compresores de aire	6	10	-	-	10,00	60,0
TOTAL						60,00

6.2 Equipos y Servicios Varios

Este subapartado engloba los diversos sistemas instalados en el buque a proyectar que son necesarios para el correcto funcionamiento del buque, aunque no tanto para su propulsión o para su motor propulsor:

- Servicio de sentinas y lastre: Se incluyen todos los equipos necesarios para el achique y tratamiento.

- Servicio contraincendios: Se incluyen todas las bombas contraincendios principales especificadas en el Cuaderno 12, así como la de emergencia.
- Ventilación y A/C: Se incluyen todos los sistemas de ventilación tanto de cámara de máquinas, como de habitación y zonas de carga.
- Sistemas de elevación: Se hace referencia aquí, tanto al ascensor como al montacargas.
- Equipos de mantenimiento: Se incluyen los equipos necesarios para el mantenimiento y reparación del buque.
- Equipos de cubierta y servo: Refiriéndose al servomotor, chigres y molinetes.
- Equipos de fonda y hotel: Se incluyen todos los equipos comentados en el Cuaderno 12 y necesarios para la habitabilidad del buque.
- Equipos de navegación, comunicaciones y electrónica.

Se muestra a continuación, la tabla con las potencias de los consumidores comentados:

EQUIPO	CARACTERISTICAS		CARACTERISTICAS				
	Nº Inst	P. Ca. (kW)	P. Unitaria (kW)			P. Total	
			Útil	ne	Abs.	N x P. Abs.	
SENTINAS	5. SERVICIO DE SENTINAS						
	Bomba de sentinas	4	11	15	0,936	16,03	64,1
	Separador de sentinas	1	3	-	-	3	3,0
	TOTAL						67,10
LASTRE	6. SERVICIO DE LASTRE						
	Bomba de lastre	6	250	250	0,936	267,09	1602,6
	Bomba de lastre (Agotamiento)	1	7,5	7,5	0,936	8,01	8,0
	TOTAL						1610,6
CONTRAINCENDIOS	7. SERVICIO CONTRAINCENDIOS						
	Bomba CI	4	5,5	8,0	0,936	8,55	34,2
	Bomba CI emergencia	1	22,0	35,0	0,936	37,39	37,4
	TOTAL						71,58
AGUA SANITARIA	8. SERVICIO DE AGUA SANITARIA						
	Bombas de suministro	2	3	5,0	0,83	6,02	12,0
	Calentador de agua	1	30	-	-	30,0	30,0
	Generador de Agua Dulce	1	308	-	-	308,0	308,0
	Planta TAR	1	3,3	-	-	3,3	3,3
	TOTAL						353,35
VENTILACIÓN	9. VENTILACIÓN CM Y AIRE ACONDICIONADO						
	A/C	1	135	-	-	135,0	135,0
	Impulsión CM	11	45	-	-	45,0	495,0

BUQUE PORTACONTENEDORES DE 20000 TEU'S ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA

Cuaderno 11: Definición de la planta eléctrica.

Miguel Ángel Rodríguez González

	Extracción CM	5	45	-	-	45,0	225,0	
	Bodega 1	2	6,6	-	-	6,6	13,2	
	Bodega 2	4	4,8	-	-	4,8	19,2	
	Bodega 3	4	6,6	-	-	6,6	26,4	
	Bodega 4	4	6,6	-	-	6,6	26,4	
	Bodega 5	2	6,6	-	-	6,6	13,2	
	Bodega 6	2	6,6	-	-	6,6	13,2	
	Bodega 7	6	6,6	-	-	6,6	39,6	
	Bodega 8	6	6,6	-	-	6,6	39,6	
	Bodega 9	6	6,6	-	-	6,6	39,6	
	Bodega 10	6	6,6	-	-	6,6	39,6	
	Bodega 11	6	6,6	-	-	6,6	39,6	
	Bodega 12	6	6,6	-	-	6,6	39,6	
	Bodega 13	6	6,6	-	-	6,6	39,6	
	Bodega 14	6	6,6	-	-	6,6	39,6	
	Bodega 15	6	6,6	-	-	6,6	39,6	
	Bodega 16	6	6,6	-	-	6,6	39,6	
	Bodega 17	4	4,8	-	-	4,8	19,2	
	Bodega 18	6	4,8	-	-	4,8	28,8	
	Bodega 19	6	6,6	-	-	6,6	39,6	
	Bodega 20	4	6,6	-	-	6,6	26,4	
	Bodega 21	4	6,6	-	-	6,6	26,4	
	Bodega 22	2	6,6	-	-	6,6	13,2	
	Ventilación/Extracción G.	12	24	-	-	24,0	288,0	
	TOTAL							1804,2
ELEVADORES	10. ASCENSORES Y MONTACARGAS							
	Ascensor	1	20	-	-	20	20,0	
	Montacargas	1	10	-	-	10	10,0	
	TOTAL							30,0
EQUIPOS DE HABILITACIÓN	11. FONDA Y HOTEL							
	Cocina eléctrica	2	15	-	-	15	30,0	
	Frigorífico	2	1	-	-	1	2,0	
	Horno industrial	1	5	-	-	5	5,0	
	Microondas	2	4	-	-	4	8,0	
	Freidora	1	5	-	-	5	5,0	
	Lavaplatos	2	4	-	-	4	8,0	
	Cafetera	5	3	-	-	3	15,0	
	Compresores Gambuzas frigoríficas	4	15	-	-	15	60,0	
	Lavadoras	2	2	-	-	2	4,0	
	Secadoras	2	3	-	-	3	6,0	
Plancha	2	5	-	-	5	10,0		

BUQUE PORTACONTENEDORES DE 20000 TEU'S ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA

Cuaderno 11: Definición de la planta eléctrica.

Miguel Ángel Rodríguez González

	Televisores	15	0,2	-	-	0,2	3,0
	Trituradora de basuras	1	9	-	-	9	9,0
	Incineradora	1	14,7	-	-	14,7	14,7
	Compactadora	1	3,6	-	-	3,6	3,6
	TOTAL						183,3
MANTENIMIENTO	12. EQUIPOS DE MANTENIMIENTO						
	Torno	1	3,5	-	-	3,5	3,5
	Grupo de soldadura	1	1	-	-	1	1,0
	Rectificadora	1	8,5	-	-	8,5	8,5
	Taladro	1	1	-	-	1	1,0
	TOTAL						14,0
EQUIPOS VARIOS	13. EQUIPOS DE CUBIERTA Y SERVO						
	Molinetes	4	1035	-	-	1035	4140,0
	Chigres	12	60	-	-	60	720,0
	Servomotor	1	90	-	-	90	90,0
	TOTAL						4950,0
LUZ	14. ILUMINACIÓN						
	Alumbrado Interior (HAB + CM)	1	137,5	-	-	137,5	137,5
	Alumbrado de navegación	1	30,1	-	-	30,1	30,1
	Alumbrado exterior	1	325	-	-	325	325,0
	Alumbrado de emergencia	1	40	-	-	40	40,0
	TOTAL						532,6
NAVEGACIÓN	15. EQUIPOS DE NAVEGACIÓN, COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA						
	Equipo radio	1	5,0	-	-	5,0	5,0
	Equipo de navegación	1	6,0	-	-	6,0	6,0
	TYFON	1	5,0	-	-	5,0	5,0
	Automatización	1	5,0	-	-	5,0	5,0
	Protección catódica	1	24,0	-	-	24,0	24,0
	TOTAL						45,0
PROP. PROA	16. HÉLICE DE PROA						
	Propulsor de proa	2	3000,0	-	-	3000,0	6000,0
	TOTAL						6000,0

6.3 Iluminación

Dentro de la iluminación del buque, se pueden distinguir tres tipos diferentes:

- **Alumbrado general:** es aquel que consiste en el alumbrado común de los distintos compartimentos del buque. Los puntos de iluminación han de estar repartidos de manera adecuada para dotar de la iluminación necesaria a cada local. Las luces de navegación y señales son aquellas que debe llevar todo buque para poder navegar de noche con seguridad.
- **Alumbrado exterior:** es el que ilumina todas las zonas de la cubierta principal, zonas de botes de rescate, etc.
- **Alumbrado de emergencia:** permitirá tener iluminación en caso de que falle la fuente de energía principal. En caso del alumbrado de socorro, deberá poder iluminar cámara de máquinas y puestos de maniobra, puente, local de apartado de gobiernos, puntos de evacuación y proyectores de botes.

El alumbrado de emergencia deberá activarse de manera automática cuando se produzca un fallo en la fuente de energía principal.

Por simplicidad en los cálculos, y por falta de datos, se calcula la potencia de iluminación necesaria que se muestra en el libro "Electricidad aplicada al buque" de Mario Baquerizo.

La expresión utilizada en el cálculo es:

$$L = E \cdot S \cdot \left(\frac{F_d}{F_u} \right)$$

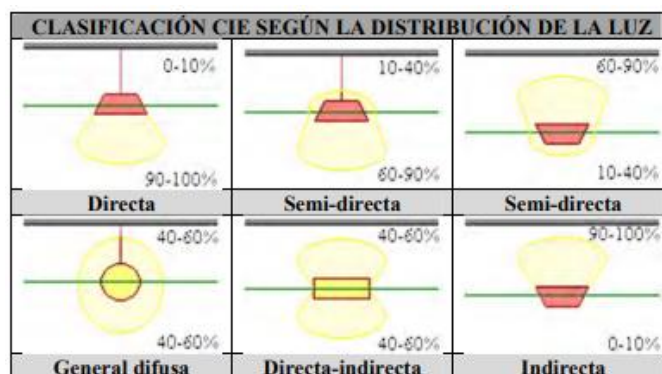
$$P = \frac{L}{n} [kW]$$

Donde cada término será:

- P: potencia en kW
- L: Flujo luminoso en lúmenes (lm)
- n: Rendimiento de la lámpara en lm/W
- E: Iluminación en luxes (lx). Viene dado según la zona del buque:

Locales	Iluminancias (lx)
Camarotes de pasajeros y oficialidad	200-250
Camarotes de tripulación	150-200
Camarotes de lujo	250-300
Pasillos del pasaje	100-150
Pasillos de la tripulación	100-150
Locales de reunión	100-150
Locales de reunión:	
Pasaje	200-400
Tripulación	120-250
Locales sanitarios	200-250
Locales de servicios	250-300
Enfermería	500-1000
Puentes de paseo y puentes descubiertos	20-40
Puentes de bores	10-20
Salas de máquinas	300-450
Puestos de maniobra	500-750
Salas de calderas	250-350
Bocas de calderas	500-750
Túneles y compartimientos < 200 m ³	100-150
Talleres de montaje y precisión	1000-2000
Talleres de maquinaria	500-1000
Salas de dibujo	750-1500
Oficinas normales	400-750
Salas de espera, archivos, etc...	75-150

- S: Superficie a iluminar en m^2
- F_d : Factor de suciedad, estimado entre 1,25 y 2,5 según la zona. Se toma como valor medio 2.
- F_u : Factor de utilización. Se toma un valor de 0 a 1 para establecer el porcentaje de tiempo que suele utilizarse la iluminación. Se escogerá luz directa y e toma un valor medio de 0,5.



6.3.1 Alumbrado de habitación y Cámara de Máquinas

Según los diferentes locales y de acuerdo a la tabla anteriormente expuesta, se establecen unos coeficientes E:

- Gambuzas, vestuarios, enfermería, gimnasio, etc.: Se estima un coeficiente E de 300 lx.
- Cocina, comedores de tripulación y oficiales, etc.: Se estima un coeficiente E de 200 lx.
- Zonas de camarotes: Se estima un coeficiente E de 200 lx.
- Puente de gobierno y derrotas: Se estima un coeficiente E de 250 lx.

A continuación, se muestra una estimación de la potencia de iluminación para la habitación.

ALUMBRADO DE HABILITACIÓN					
ZONA	ILUMINACIÓN [lx]	SUPERFICIE [m ²]	FLUJO LUMINOSO (lm)	n LED [lm/W]	POTENCIA [kW]
CUBIERTA -1	300	655,4	786480	150	5,24
CUBIERTA PPAL	300	495,78	594936	150	3,97
CUBIERTA 1	200	339,3	271440	150	1,81
CUBIERTA 2	300	457,41	548892	150	3,66
CUBIERTA 3	300	459,42	551304	150	3,68
CUBIERTA 4	200	462,1	369680	150	2,46
CUBIERTA 5	200	464,75	371800	150	2,48
CUBIERTA 6	200	462,8	370240	150	2,47
CUBIERTA 7	200	463,45	370760	150	2,47
CUBIERTA 8	200	463,7	370960	150	2,47
PUENTE	250	344,97	344970	150	2,30
TOTAL [kW]					33,01

Además, se establece también la potencia necesaria para el alumbrado de cámara de máquinas del buque proyecto. Su iluminación según la tabla del coeficiente E, establece que se ha de coger el rango de entre 300 y 450 lx. Para el buque proyecto se establece un valor medio de unos 400 lx.

ALUMBRADO DE CÁMARA DE MÁQUINAS					
ZONA	ILUMINACIÓN [lx]	SUPERFICIE [m ²]	FLUJO LUMINOSO (lm)	n LED [lm/W]	POTENCIA [kW]
CUBIERTA A 3,75 m	400	2142,5	3428000	150	22,85
CUBIERTA A 7,772 m	400	2227,5	3564000	150	23,76
CUBIERTA A 11,987 m	400	2034,69	3255504	150	21,70
CUBIERTA A 16,5m	400	2073,76	3318016	150	22,12

ZONA	ILUMINACIÓN [lx]	SUPERFICIE [m ²]	FLUJO LUMINOSO (lm)	n LED [lm/W]	POTENCIA [kW]
CUBIERTA A 21,128 m	400	661,55	1058480	150	7,06
CUBIERTA A 25,542 m	400	661,55	1058480	150	7,06
TOTAL [kW]					104,55

6.3.2 Alumbrado Exterior

En cuanto al alumbrado exterior, es lo que se refiere a las luces de navegación. Las luces serán tal y como se indican en la siguiente tabla:

ALUMBRADO EXTERIOR				
SITUACIÓN	COLOR	ARCO DE VISIBILIDAD	MILLAS	POTENCIA [kW]
De Tope	Blanca	225º	6	13,00
De Costado	Verde	112,5º	3	4,60
De Costado	Roja	112,5º	3	2,90
De alcance	Blanca	135º	3	2,80
De remolque	Amarilla	136º	3	2,00
De todo Horizonte	Blanca	360º	3	4,80
TOTAL [kW]				30,10

Las luces seleccionadas serán de la empresa Lopolight y son las que se muestran a continuación:

TOPE DOBLE
Montaje vertical




Medidas	Visibilidad	V	W	Aluminio	Ref.:
92x74x132mm	6 nm	22-32	13	Silver	218037
92x74x132mm	6 nm	22-32	13	Black	218437

ESTRIBOR
Montaje vertical




Medidas	Visibilidad	V	W	Aluminio	Ref.:
92x56x44mm	3 nm	10-32	4,6	Silver	218103
92x56x44mm	3 nm	10-32	4,6	Black	218453

BABOR
Montaje vertical




Medidas	Visibilidad	V	W	Aluminio	Ref.:
92x56x44mm	3 nm	10-32	2,9	Silver	218104
92x56x44mm	3 nm	10-32	2,9	Black	218454

ALCANCE
Montaje horizontal




Medidas	Visibilidad	V	W	Aluminio	Ref.:
ø92x130mm	3 nm	10-32	2,8	Silver	218134
ø92x130mm	3 nm	10-32	2,8	Black	218460

REMOLQUE
Montaje vertical




Medidas	Visibilidad	V	W	Aluminio	Ref.:
92x75x44mm	3 nm	10-32	2	Silver	218108

TODO HORIZONTE
Montaje horizontal




Medidas	Visibilidad	V	W	Aluminio	Ref.:
ø92x78mm	3 nm	10-32	4,8	Silver	218136
ø92x78mm	3 nm	10-32	4,8	Black	218462

En cuanto al alumbrado exterior del buque, tanto para las operaciones de fondeo y amarre, en escalas reales o para trabajos en cubierta principal:

ALUMBRADO EXTERIOR			
SITUACIÓN	COLOR	NÚMERO	POTENCIA [kW]
<i>Palo de Proa</i>	Blanca	1	65,00
<i>Puente</i>	Blanca	6	65,00
<i>Banda Babor</i>	Blanca	3	65,00
<i>Banda Estribor</i>	Blanca	3	65,00
<i>Palo de Popa</i>	Blanca	1	65,00
TOTAL [kW]			325,00

Se escoge el foco siguiente del fabricante Bplus:



MACAO

Proyector de LED de máxima calidad. Carcasa de fundición de aluminio con frontal y difusor de plástico, resistente a los rayos UV y a la intemperie. Soporte de acero inox. El diseño de las lentes ofrece mayor eficiencia que en ningún otro proyector. IP67



	Color emitido	Número LED	V	W	Ángulo
Ref.: 222106	Blanco frío	48	10-33	65	40°
Ref.: 222107	Blanco frío	48	10-33	65	80°

6.3.3 Alumbrado de Emergencia

Para el alumbrado de emergencia, como se ha comentado anteriormente, se alimentará por un grupo de baterías, las cuales saltarán de manera automática cuando se detecte una caída de potencia. Los espacios a iluminar serán tanto cámara de máquinas del buque, como el puente de gobierno y los pasillos de acceso, además de la cubierta de botes de rescate.

ALUMBRADO DE EMERGENCIA					
ZONA	ILUMINACIÓN [lx]	SUPERFICIE [m ²]	FLUJO LUMINOSO (lm)	n LED [lm/W]	POTENCIA [kW]
<i>CUBIERTA -1</i>	150	262,9	157740	150	1,05
<i>CUBIERTA PPAL</i>	150	237,17	142302	150	0,95
<i>CUBIERTA 1</i>	150	71,89	43134	150	0,29
<i>CUBIERTA 2</i>	150	87,75	52650	150	0,35
<i>CUBIERTA 3</i>	150	87,75	52650	150	0,35
<i>CUBIERTA 4</i>	150	131,6	78960	150	0,53
<i>CUBIERTA 5</i>	150	164,75	98850	150	0,66
<i>CUBIERTA 6</i>	150	151,8	91080	150	0,61
<i>CUBIERTA 7</i>	150	138,5	83100	150	0,55
<i>CUBIERTA 8</i>	150	156	93600	150	0,62
<i>PUENTE</i>	150	91	54600	150	0,36

ZONA	ILUMINACIÓN [lx]	SUPERFICIE [m ²]	FLUJO LUMINOSO (lm)	n LED [lm/W]	POTENCIA [kW]
CM + CUBIERTA BOTES	-	-	-	-	33,01
TOTAL [kW]					39,33

Para este buque, se han escogido lámparas LED, los cuales convierten casi toda la energía consumida en luz en lugar de en calor como es el caso de los fluorescentes o de las lámparas incandescentes, lo que los hace muy eficientes. Tienen enormes ventajas sobre las lámparas comunes, como su bajo consumo de energía y su casi nulo mantenimiento.

Cabe destacar sobre este tipo de iluminación, su gran vida útil de aproximadamente entre 50000 h y 100000 h.

El rendimiento de los LED se estima en un valor aproximado de mínimo 150 lm/W frente al resto, cuyo valor ronda los 80 lm/W. Debido a esto la potencia consumida por el alumbrado será mucho menor que si se hubieran utilizado otro tipo de lámparas.

7 EXPLICACIÓN DEL BALANCE ELÉCTRICO DEL BUQUE

El balance de carga del buque, es un estudio del conjunto de las necesidades energéticas dependiendo de la situación de carga en la que se encuentre el mismo. Se basa en un cálculo probabilístico en el cual se estima la potencia promedio que necesita cada consumidor, siendo esta una fracción de la total instalada.

El grado de precisión dependerá del nivel de desarrollo del proyecto, ya que cuanto más avanzado se encuentre, más datos y mayor precisión se tendrá.

Existen varios métodos para la realización del balance eléctrico:

- Estimación directa mediante fórmulas: ofrece una estimación simple del consumo en la situación de navegación, sirviendo para hacer una estimación del peso, volumen y consumos de los grupos generadores.
- Estimación basada en el buque de referencia: si se dispone de un proyecto se puede establecer una proporción para estimar la potencia de los grupos en función del cálculo realizado anteriormente.
- Estimación clásica detallada: Se realizan subtotales y totales de potencias activas de cada grupo para cada situación de navegación.
- Cálculo avanzado: Se realiza el cálculo de la potencia reactiva y aparente, teniendo en cuenta el factor de potencia de cada consumidor.

El objetivo del balance por tanto es determinar la potencia que han de tener los generadores que se van a instalar, la cual ha de satisfacer la potencia absorbida por el buque en la situación más desfavorable.

En este cuaderno, se desarrolla el balance para diferentes situaciones de navegación permitiendo calcular con buena precisión la potencia consumida.

Se detallan ahora las situación de carga con las que se va a trabajar:

- **Navegación a plena carga en modo HFO:** Se estudiará el balance para el buque navegando a plena carga, con los sistemas que necesite operativos, a 20 knot durante 24 h. El fuel empleado será el HFO.
- **Navegación en condición de lastre:** El estudio será de la potencia requerida para navegar a 20 knot con el buque lastrado. Para ello, se añade la potencia necesaria para las bombas y sistemas correspondientes. Además, al no llevar carga, no funcionarán los sistemas de ventilación de bodegas.
- **Carga y descarga:** En este caso el buque se encuentra parado, por lo que los motores no funcionarán. Al no tener sistemas de carga y descarga propios, solo se tendrán en cuenta los sistemas de amarre y fondeo.
- **Condición de maniobra de atraque o desatraque:** Se estudia la potencia que necesita el buque para realizar las tareas oportunas de atraque o desatraque, estimando un tiempo de unas 4 h.

- **Condición de emergencia:** En esta situación se ha de estudiar la potencia que demandan los consumidores que deben funcionar durante la emergencia. Esta condición esta regulada y se dimensiona en base al SOLAS, Parte D, Regla 43. Esta regla diferencia entre los buques de pasaje y los buques de carga. En el caso del buque proyecto, la fuente de energía eléctrica de emergencia tendrá la capacidad de alimentar simultáneamente como mínimo y durante los periodos que se especifican a los servicios que se detallan a continuación:
 - Durante un período de 18 h:
 - Alumbrado de emergencia (Apartado 6.3)
 - Luces de navegación
 - Instalación radioeléctrica de ondas métricas
 - Equipo de comunicaciones interiores.
 - Aparatos náuticos a bordo
 - Sistema de detección de incendios y alarmas.
 - Lámpara de señales diurnas, el claxon, avisadores de accionamiento manual y todas las señales interiores.
 - Bombas contraincendios
 - Bombas de emergencia de achique de sentinas.
 - Durante un período de 30 minutos:
 - Toda puerta estanca
 - Dispositivos de emergencia que impulsan los ascensores hasta la cubierta.

En apartados sucesivos se va a comentar con detalle como funciona el buque en cada una de las condiciones de carga anteriormente mencionadas. Para la realización del balance, se dividen los consumidores como se comentó en el apartado anterior.

En el balance se ha utilizado la potencia absorbida por cada consumidor, la cual viene dada por la expresión:

$$P_{absorbida} = \frac{P_{util}}{\eta_e}$$

Donde cada término es:

- P_{util} : vendrá dada por la potencia calculada, o potencia normalizada en algunos casos.
- η_e : Rendimiento efectivo de cada consumidor.

Por tanto, la potencia total de cada consumidor será:

$$P_{TOTAL} = P_{absorbida} \cdot n^{\circ}_{equipos}$$

Para la estimación de la potencia consumida por cada equipo o conjunto de equipos se empleará la siguiente ecuación:

$$P_{necesaria} = K_u \cdot P_{TOTAL}$$

Donde los diferentes términos:

- K_u : Factor de utilización
- P_{TOTAL} : Potencia total instalada para el grupo de aparatos.

7.1 Justificación de Coeficientes

Para obtener la potencia demandada en cada situación de carga, tal como se estudió en la asignatura de Sistemas Eléctricos y Electrónicos del buque, es necesario multiplicar las potencias totales por un coeficiente de utilización, el cual, se obtiene a partir de diversos factores:

$$K_u = K_n \cdot K_{sr}$$

Los términos son definidos a continuación:

- K_n : Factor de simultaneidad en marcha. Refleja este coeficiente que un cierto número de receptores idénticos puedan permanecer inactivos por tratarse de respectos. Se define por tanto como el cociente entre el número de equipos que están funcionando de manera simultánea entre el número total de equipos.

$$K_n = \frac{n^{\circ} \text{ de equipos en servicio}}{n^{\circ} \text{ de equipos instalados}}$$

- K_{sr} : Coeficiente de servicio y régimen. En este caso el factor se obtiene a partir de dos:

$$K_{sr} = K_s \cdot K_r$$

Donde los términos de los que dependen son:

- K_s : Coeficiente de servicio, el cual depende del número de horas que el equipo se encuentre funcionando.

$$K_s = \frac{n^{\circ} \text{ de horas en servicio}}{24 \text{ horas}}$$

- K_r : Coeficiente de régimen, depende del régimen al que trabaje el equipo.

$$K_r = \frac{\text{Potencia absorbida del motor en servicio}}{\text{Potencia absorbida en régimen nominal}}$$

$$K_r = \frac{\text{Potencia absorbida}}{\text{Potencia útil}} \cdot n$$

En el libro “Lecciones de Electricidad Aplicada al Buque” de Mario Baquerizo Pardo, se establecen algunos valores recomendados para el coeficiente de servicio. En el caso de este proyecto, se tratará de hacer de manera matemática, estableciendo el número de horas de funcionamiento. En caso de no conocer dicho valor, se recurre al libro anteriormente mencionado.

8 CÁLCULO DEL BALANCE ELÉCTRICO

En este apartado se adjuntarán las diferentes tablas del balance eléctrico y sus resultados finales para cada una de las condiciones de navegabilidad del buque proyecto anteriormente mencionadas y que se recuerdan a continuación:

- Navegación a plena carga en modo HFO
- Navegación en condición de lastre
- Puerto
- Condición de maniobra de atraque o desatraque
- Condición de emergencia

8.1 Condición de Navegabilidad en Modo HFO

EQUIPO	CARACTERISTICAS		CARACTERISTICAS				NAVEGACIÓN NORMAL EN MODO HFO					
	Nº Inst	P. Ca. (kW)	P. Unitaria (kW)			P. Total	Nº ON	Coeficientes			P. necesaria	
			Útil	ne	Abs.	N x P. Abs.		Kn	Ksr	Ku	Ku x P. Total	
SISTEMAS NECESARIOS PARA EL MOTOR GENERADOR PRINCIPAL	1. SERVICIO DE REFRIGERACIÓN											
	Bomba agua salada	2	210,37	220	0,954	230,61	461,2	2	1	0,675	0,675	311,3
	Bomba agua dulce HT	2	71,9	75	0,954	78,62	157,2	1	0,5	0,675	0,338	53,1
	Bomba agua dulce LT	2	71,9	75	0,954	78,62	157,2	1	0,5	0,675	0,338	53,1
	TOTAL						775,68	TOTAL			417,5	
	2. SERVICIO DE LUBRICACIÓN											
	Bomba de lubricación	2	230	235	0,94	250,0	500,0	1	0,5	0,675	0,338	168,8
	Bomba de prelubricación	2	44	45	0,936	48,1	96,2	1	0,5	0,675	0,338	32,5
	Purificación de aceite	2	3	-	-	3,0	6,0	1	0,5	0,675	0,338	2,0
	TOTAL						602,2	TOTAL			203,2	
	3. SERVICIO DE COMBUSTIBLE											
	Bomba de trasiego HFO	2	15,7	18,5	0,83	22,29	44,6	1	0,5	0,750	0,375	16,7
	Purificadora de HFO	2	24	-	-	24,00	48,0	1	0,5	0,960	0,480	23,0
	Bomba alimentación purificadora	2	2	2,2	0,83	2,65	5,3	1	0,5	0,500	0,250	1,3
	Calentador HFO	2	302	-	-	302,00	604,0	1	0,5	0,750	0,375	226,5
	Bomba de trasiego de lodos	2	1,5	1,5	0,815	1,84	3,7	1	0,5	0,500	0,250	0,9
	Bomba de Diésel	2	5,59	6	0,83	7,23	14,5	1	0,5	0,750	0,375	5,4
	TOTAL						720,02	TOTAL			273,9	
	4. SERVICIO DE AIRE											
	Compresores de aire	6	10	-	-	10,00	60,0	5	0,83	0,5	0,42	25,0

BUQUE PORTACONTENEDORES DE 20000 TEU'S ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA

Cuaderno 11: Definición de la planta eléctrica.

Miguel Ángel Rodríguez González

		TOTAL					60,00	TOTAL					25,0
SENTINAS	5. SERVICIO DE SENTINAS												
	Bomba de sentinas	4	11	15	0,936	16,03	64,1	1	0,25	0,4	0,1	6,4	
	Separador de sentinas	1	3	-	-	3	3,0	1	1	0,4	0,4	1,2	
	TOTAL						67,10	TOTAL					7,6
LASTRE	6. SERVICIO DE LASTRE												
	Bomba de lastre	6	250	250	0,936	267,09	1602,6	0	0		0	0,0	
	Bomba de lastre (Agotamiento)	1	7,5	7,5	0,936	8,01	8,0	0	0		0	0,0	
	TOTAL						1610,6	TOTAL					0,0
CONTRAINCENDIOS	7. SERVICIO CONTRAINCENDIOS												
	Bomba CI	4	5,5	8	0,936	8,55	34,2	0	0		0	0,0	
	Bomba CI emergencia	1	22	35	0,936	37,39	37,4	0	0		0	0,0	
	TOTAL						71,58	TOTAL					0,0
AGUA SANITARIA	8. SERVICIO DE AGUA SANITARIA												
	Bombas de suministro	2	3	5	0,83	6,02	12,0	4	2	0,9	1,8	21,7	
	Calentador de agua	1	30	-	-	30,0	30,0	1	1	0,675	0,675	20,3	
	Generador de Agua Dulce	1	308	-	-	308,0	308,0	1	1	0,45	0,45	138,6	
	Planta TAR	1	3,3	-	-	3,3	3,3	1	1	0,45	0,45	1,5	
	TOTAL						353,35	TOTAL					182,0
VENTILACIÓN	9. VENTILACIÓN CM Y AIRE ACONDICIONADO												
	A/C	1	135	-	-	135,0	135,0	1	1	0,6	0,6	81,0	
	Impulsión CM	11	45	-	-	45,0	495,0	10	0,91	0,675	0,61	303,8	
	Extracción CM	5	45	-	-	45,0	225,0	4	0,8	0,675	0,54	121,5	
	Bodega 1	2	6,6	-	-	6,6	13,2	2	1	0,85	0,85	11,2	
	Bodega 2	4	4,8	-	-	4,8	19,2	4	1	0,85	0,85	16,3	
	Bodega 3	4	6,6	-	-	6,6	26,4	4	1	0,85	0,85	22,4	

BUQUE PORTACONTENEDORES DE 20000 TEU'S ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA

Cuaderno 11: Definición de la planta eléctrica.

Miguel Ángel Rodríguez González

	Bodega 4	4	6,6	-	-	6,6	26,4	4	1	0,85	0,85	22,4
	Bodega 5	2	6,6	-	-	6,6	13,2	2	1	0,85	0,85	11,2
	Bodega 6	2	6,6	-	-	6,6	13,2	2	1	0,85	0,85	11,2
	Bodega 7	6	6,6	-	-	6,6	39,6	6	1	0,85	0,85	33,7
	Bodega 8	6	6,6	-	-	6,6	39,6	6	1	0,85	0,85	33,7
	Bodega 9	6	6,6	-	-	6,6	39,6	6	1	0,85	0,85	33,7
	Bodega 10	6	6,6	-	-	6,6	39,6	6	1	0,85	0,85	33,7
	Bodega 11	6	6,6	-	-	6,6	39,6	6	1	0,85	0,85	33,7
	Bodega 12	6	6,6	-	-	6,6	39,6	6	1	0,85	0,85	33,7
	Bodega 13	6	6,6	-	-	6,6	39,6	6	1	0,85	0,85	33,7
	Bodega 14	6	6,6	-	-	6,6	39,6	6	1	0,85	0,85	33,7
	Bodega 15	6	6,6	-	-	6,6	39,6	6	1	0,85	0,85	33,7
	Bodega 16	6	6,6	-	-	6,6	39,6	6	1	0,85	0,85	33,7
	Bodega 17	4	4,8	-	-	4,8	19,2	4	1	0,85	0,85	16,3
	Bodega 18	6	4,8	-	-	4,8	28,8	6	1	0,85	0,85	24,5
	Bodega 19	6	6,6	-	-	6,6	39,6	6	1	0,85	0,85	33,7
	Bodega 20	4	6,6	-	-	6,6	26,4	4	1	0,85	0,85	22,4
	Bodega 21	4	6,6	-	-	6,6	26,4	4	1	0,85	0,85	22,4
	Bodega 22	2	6,6	-	-	6,6	13,2	2	1	0,85	0,85	11,2
	Ventilación/Extracción G.	12	24	-	-	24,0	288,0	6	0,5	0,675	0,34	97,2
	TOTAL						1804,2	TOTAL				1165,5
ELEVADORES	10. ASCENSORES Y MONTACARGAS											
	Ascensor	1	20	-	-	20	20,0	1	1	0,225	0,225	4,5
	Montacargas	1	10	-	-	10	10,0	1	1	0,225	0,225	2,3
	TOTAL						30,0	TOTAL				6,8
EQ UIP OS DE HA BILI TA	11. FONDA Y HOTEL											

BUQUE PORTACONTENEDORES DE 20000 TEU'S ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA

Cuaderno 11: Definición de la planta eléctrica.

Miguel Ángel Rodríguez González

	Cocina eléctrica	2	15	-	-	15	30,0	2	1	0,23	0,23	6,9
	Frigorífico	2	1	-	-	1	2,0	2	1	0,9	0,9	1,8
	Horno industrial	1	5	-	-	5	5,0	1	1	0,23	0,23	1,2
	Microondas	2	4	-	-	4	8,0	2	1	0,15	0,15	1,2
	Freidora	1	5	-	-	5	5,0	1	1	0,15	0,15	0,8
	Lavaplatos	2	4	-	-	4	8,0	2	1	0,23	0,23	1,8
	Cafetera	5	3	-	-	3	15,0	5	1	0,15	0,15	2,3
	Compresores Gambuzas frigoríficas	4	15	-	-	15	60,0	3	0,75	0,68	0,51	30,6
	Lavadoras	2	2	-	-	2	4,0	2	1	0,23	0,23	0,9
	Secadoras	2	3	-	-	3	6,0	2	1	0,23	0,23	1,4
	Plancha	2	5	-	-	5	10,0	2	1	0,15	0,15	1,5
	Televisores	15	0,2	-	-	0,2	3,0	15	1	0,3	0,3	0,9
	Trituradora de basuras	1	9	-	-	9	9,0	1	1	0,15	0,15	1,4
	Incineradora	1	14,7	-	-	14,7	14,7	1	1	0,7	0,7	10,3
	Compactadora	1	3,6	-	-	3,6	3,6	1	1	0,7	0,7	2,5
	TOTAL						183,3	TOTAL				65,4
MANTENIMIENTO	12. EQUIPOS DE MANTENIMIENTO											
	Torno	1	3,5	-	-	3,5	3,5	1	1	0,08	0,08	0,3
	Grupo de soldadura	1	1	-	-	1	1,0	1	1	0,08	0,08	0,1
	Rectificadora	1	8,5	-	-	8,5	8,5	1	1	0,08	0,08	0,7
	Taladro	1	1	-	-	1	1,0	1	1	0,08	0,08	0,1
	TOTAL						14,0	TOTAL				1,1
EQUIPOS VARIOS	13. EQUIPOS DE CUBIERTA Y SERVO											
	Molinetes	4	1035	-	-	1035	4140,0	0	0		0	0,0
	Chigres	12	60	-	-	60	720,0	0	0		0	0,0
	Servomotor	1	90	-	-	90	90,0	1	1	0,45	0,45	40,5

BUQUE PORTACONTENEDORES DE 20000 TEU'S ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA

Cuaderno 11: Definición de la planta eléctrica.

Miguel Ángel Rodríguez González

	TOTAL						4950,0	TOTAL				40,5
LUZ	14. ILUMINACIÓN											
	Alumbrado Interior (HAB + CM)	1	137,5	-	-	137,5	137,5	1	1	0,9	0,9	123,8
	Alumbrado de navegación	1	30,1	-	-	30,1	30,1	1	1	0,9	0,9	27,1
	Alumbrado exterior	1	325	-	-	325	325,0	1	1	0,9	0,9	292,5
	Alumbrado de emergencia	1	40	-	-	40	40,0	0	0	0	0	0,0
	TOTAL						532,6	TOTAL				443,3
NAVEGACIÓN	15. EQUIPOS DE NAVEGACIÓN, COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA											
	Equipo radio	1	5	-	-	5,0	5,0	1	1	0,788	0,788	3,9
	Equipo de navegación	1	6	-	-	6,0	6,0	1	1	0,788	0,788	4,7
	TYFON	1	5	-	-	5,0	5,0	1	1	0,225	0,225	1,1
	Automatización	1	5	-	-	5,0	5,0	1	1	0,45	0,45	2,3
	Protección catódica	1	24	-	-	24,0	24,0	1	1	0,90	0,90	21,6
	TOTAL						45,0	TOTAL				33,6
PROP. PROA	16. HÉLICE DE PROA											
	Propulsor de proa	2	3000	-	-	3000,0	6000,0	0	0		0	0,0
	TOTAL						6000,0	TOTAL				0,0
	TOTAL DEL BALANCE ELÉCTRICO						17819,6	TOTAL BALANCE NAV NORMAL EN MODO HFO				2865,4

8.2 Condición de Navegabilidad en Modo Lastre

EQUIPO	CARACTERISTICAS		CARACTERISTICAS				NAVEGACIÓN NORMAL EN MODO HFO					
	Nº Inst	P. Ca. (kW)	P. Unitaria (kW)			P. Total	Nº ON	Coeficientes			P. necesaria	
			Útil	ne	Abs.	N x P. Abs.		Kn	Ksr	Ku	Ku x P. Total	
SISTEMAS NECESARIOS PARA EL MOTOR GENERADOR PRINCIPAL	1. SERVICIO DE REFRIGERACIÓN											
	Bomba agua salada	2	210,37	220	0,954	230,61	461,2	2	1	0,675	0,675	311,3
	Bomba agua dulce HT	2	71,9	75	0,954	78,62	157,2	1	0,5	0,675	0,3375	53,1
	Bomba agua dulce LT	2	71,9	75	0,954	78,62	157,2	1	0,5	0,675	0,3375	53,1
	TOTAL						775,68	TOTAL				417,5
	2. SERVICIO DE LUBRICACIÓN											
	Bomba de lubricación	2	230	235	0,94	250,0	500,0	1	0,5	0,675	0,3375	168,8
	Bomba de prelubricación	2	44	45	0,936	48,1	96,2	1	0,5	0,675	0,3375	32,5
	Purificación de aceite	2	3	-	-	3,0	6,0	1	0,5	0,675	0,3375	2,0
	TOTAL						602,2	TOTAL				203,2
	3. SERVICIO DE COMBUSTIBLE											
	Bomba de trasiego HFO	2	15,7	18,5	0,83	22,29	44,6	1	0,5	0,75	0,375	16,7
	Purificadora de HFO	2	24	-	-	24,00	48,0	1	0,5	0,96	0,48	23,0
	Bomba alimentación purificadora	2	2	2,2	0,83	2,65	5,3	1	0,5	0,5	0,25	1,3
	Calentador HFO	2	302	-	-	302,00	604,0	1	0,5	0,75	0,375	226,5
	Bomba de trasiego de lodos	2	1,5	1,5	0,815	1,84	3,7	1	0,5	0,5	0,25	0,9
	Bomba de Diésel	2	5,59	6	0,83	7,23	14,5	1	0,5	0,75	0,375	5,4
	TOTAL						720,02	TOTAL				273,9
	4. SERVICIO DE AIRE											
	Compresores de aire	6	10	-	-	10,00	60,0	5	0,83	0,5	0,42	25,0
	TOTAL						60,00	TOTAL				25,0

BUQUE PORTACONTENEDORES DE 20000 TEU'S ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA

Cuaderno 11: Definición de la planta eléctrica.

Miguel Ángel Rodríguez González

SENTINAS	5. SERVICIO DE SENTINAS												
	Bomba de sentinas	4	11	15	0,936	16,03	64,1	1	0,25	0,4	0,1	6,4	
	Separador de sentinas	1	3	-	-	3	3,0	1	1	0,4	0,4	1,2	
	TOTAL						67,10	TOTAL				7,6	
LASTRE	6. SERVICIO DE LASTRE												
	Bomba de lastre	6	250	250	0,936	267,09	1602,6	5	0,83333333	0,6	0,5	801,3	
	Bomba de lastre (Agotamiento)	1	7,5	7,5	0,936	8,01	8,0	1	1	0,7	0,7	5,6	
	TOTAL						1610,6	TOTAL				806,9	
CONTRAINCENDIOS	7. SERVICIO CONTRAINCENDIOS												
	Bomba CI	4	5,5	8	0,936	8,55	34,2	0	0		0	0,0	
	Bomba CI emergencia	1	22	35	0,936	37,39	37,4	0	0		0	0,0	
	TOTAL						71,58	TOTAL				0,0	
AGUA SANITARIA	8. SERVICIO DE AGUA SANITARIA												
	Bombas de suministro	2	3	5	0,83	6,02	12,0	4	2	0,9	1,8	21,7	
	Calentador de agua	1	30	-	-	30,0	30,0	1	1	0,675	0,675	20,3	
	Generador de Agua Dulce	1	308	-	-	308,0	308,0	1	1	0,45	0,45	138,6	
	Planta TAR	1	3,3	-	-	3,3	3,3	1	1	0,45	0,45	1,5	
	TOTAL						353,35	TOTAL				182,0	
VENTILACIÓN	9. VENTILACIÓN CM Y AIRE ACONDICIONADO												
	A/C	1	135	-	-	135,0	135,0	1	1	0,6	0,6	81,0	
	Impulsión CM	11	45	-	-	45,0	495,0	10	0,91	0,675	0,61	303,8	
	Extracción CM	5	45	-	-	45,0	225,0	4	0,8	0,675	0,54	121,5	
	Bodega 1	2	6,6	-	-	6,6	13,2	0	0	0,85	0	0,0	
	Bodega 2	4	4,8	-	-	4,8	19,2	0	0	0,85	0	0,0	
	Bodega 3	4	6,6	-	-	6,6	26,4	0	0	0,85	0	0,0	
	Bodega 4	4	6,6	-	-	6,6	26,4	0	0	0,85	0	0,0	

BUQUE PORTACONTENEDORES DE 20000 TEU'S ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA

Cuaderno 11: Definición de la planta eléctrica.

Miguel Ángel Rodríguez González

	Bodega 5	2	6,6	-	-	6,6	13,2	0	0	0,85	0	0,0	
	Bodega 6	2	6,6	-	-	6,6	13,2	0	0	0,85	0	0,0	
	Bodega 7	6	6,6	-	-	6,6	39,6	0	0	0,85	0	0,0	
	Bodega 8	6	6,6	-	-	6,6	39,6	0	0	0,85	0	0,0	
	Bodega 9	6	6,6	-	-	6,6	39,6	0	0	0,85	0	0,0	
	Bodega 10	6	6,6	-	-	6,6	39,6	0	0	0,85	0	0,0	
	Bodega 11	6	6,6	-	-	6,6	39,6	0	0	0,85	0	0,0	
	Bodega 12	6	6,6	-	-	6,6	39,6	0	0	0,85	0	0,0	
	Bodega 13	6	6,6	-	-	6,6	39,6	0	0	0,85	0	0,0	
	Bodega 14	6	6,6	-	-	6,6	39,6	0	0	0,85	0	0,0	
	Bodega 15	6	6,6	-	-	6,6	39,6	0	0	0,85	0	0,0	
	Bodega 16	6	6,6	-	-	6,6	39,6	0	0	0,85	0	0,0	
	Bodega 17	4	4,8	-	-	4,8	19,2	0	0	0,85	0	0,0	
	Bodega 18	6	4,8	-	-	4,8	28,8	0	0	0,85	0	0,0	
	Bodega 19	6	6,6	-	-	6,6	39,6	0	0	0,85	0	0,0	
	Bodega 20	4	6,6	-	-	6,6	26,4	0	0	0,85	0	0,0	
	Bodega 21	4	6,6	-	-	6,6	26,4	0	0	0,85	0	0,0	
	Bodega 22	2	6,6	-	-	6,6	13,2	0	0	0,85	0	0,0	
	Ventilación/Extracción G.	12	24	-	-	24,0	288,0	6	0,5	0,675	0,3375	97,2	
	TOTAL							1804,2	TOTAL				603,5
	ELEVADORES	10. ASCENSORES Y MONTACARGAS											
		Ascensor	1	20	-	-	20	20,0	1	1	0,225	0,225	4,5
Montacargas		1	10	-	-	10	10,0	1	1	0,225	0,225	2,3	
TOTAL							30,0	TOTAL				6,8	
EQUIPO S DE HABILITACIÓN	11. FONDA Y HOTEL												
	Cocina eléctrica	2	15	-	-	15	30,0	2	1	0,23	0,23	6,9	

BUQUE PORTACONTENEDORES DE 20000 TEU'S ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA

Cuaderno 11: Definición de la planta eléctrica.

Miguel Ángel Rodríguez González

	Frigorífico	2	1	-	-	1	2,0	2	1	0,9	0,9	1,8
	Horno industrial	1	5	-	-	5	5,0	1	1	0,23	0,23	1,2
	Microondas	2	4	-	-	4	8,0	2	1	0,15	0,15	1,2
	Freidora	1	5	-	-	5	5,0	1	1	0,15	0,15	0,8
	Lavaplatos	2	4	-	-	4	8,0	2	1	0,23	0,23	1,8
	Cafetera	5	3	-	-	3	15,0	5	1	0,15	0,15	2,3
	Compresores Gambuzas frigoríficas	4	15	-	-	15	60,0	3	0,75	0,68	0,51	30,6
	Lavadoras	2	2	-	-	2	4,0	2	1	0,23	0,23	0,9
	Secadoras	2	3	-	-	3	6,0	2	1	0,23	0,23	1,4
	Plancha	2	5	-	-	5	10,0	2	1	0,15	0,15	1,5
	Televisores	15	0,2	-	-	0,2	3,0	15	1	0,3	0,3	0,9
	Trituradora de basuras	1	9	-	-	9	9,0	1	1	0,15	0,15	1,4
	Incineradora	1	14,7	-	-	14,7	14,7	1	1	0,7	0,7	10,3
	Compactadora	1	3,6	-	-	3,6	3,6	1	1	0,7	0,7	2,5
TOTAL							183,3	TOTAL				65,4
MANTENIMIENTO	12. EQUIPOS DE MANTENIMIENTO											
	Torno	1	3,5	-	-	3,5	3,5	1	1	0,08	0,08	0,3
	Grupo de soldadura	1	1	-	-	1	1,0	1	1	0,08	0,08	0,1
	Rectificadora	1	8,5	-	-	8,5	8,5	1	1	0,08	0,08	0,7
	Taladro	1	1	-	-	1	1,0	1	1	0,08	0,08	0,1
	TOTAL							14,0	TOTAL			
EQUIPOS VARIOS	13. EQUIPOS DE CUBIERTA Y SERVO											
	Molinetes	4	1035	-	-	1035	4140,0	0	0	0	0	0,0
	Chigres	12	60	-	-	60	720,0	0	0	0	0	0,0
	Servomotor	1	90	-	-	90	90,0	1	1	0,45	0,45	40,5
	TOTAL							4950,0	TOTAL			

BUQUE PORTACONTENEDORES DE 20000 TEU'S ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA

Cuaderno 11: Definición de la planta eléctrica.

Miguel Ángel Rodríguez González

LUZ	14. ILUMINACIÓN											
	Alumbrado Interior (HAB + CM)	1	137,5	-	-	137,5	137,5	1	1	0,9	0,9	123,8
	Alumbrado de navegación	1	30,1	-	-	30,1	30,1	1	1	0,9	0,9	27,1
	Alumbrado exterior	1	325	-	-	325	325,0	1	1	0,9	0,9	292,5
	Alumbrado de emergencia	1	40	-	-	40	40,0	0	0	0	0	0,0
TOTAL							532,6	TOTAL				443,3
NAVEGACIÓN	15. EQUIPOS DE NAVEGACIÓN, COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA											
	Equipo radio	1	5	-	-	5,0	5,0	1	1	0,788	0,788	3,9
	Equipo de navegación	1	6	-	-	6,0	6,0	1	1	0,788	0,788	4,7
	TYFON	1	5	-	-	5,0	5,0	1	1	0,225	0,225	1,1
	Automatización	1	5	-	-	5,0	5,0	1	1	0,45	0,45	2,3
	Protección catódica	1	24	-	-	24,0	24,0	1	1	0,9	0,9	21,6
TOTAL							45,0	TOTAL				33,6
PROP. PROA	16. HÉLICE DE PROA											
	Propulsor de proa	2	3000	-	-	3000,0	6000,0	0	0		0	0,0
TOTAL							6000,0	TOTAL				0,0
TOTAL DEL BALANCE ELÉCTRICO							17819,6	TOTAL BALANCE LASTRE				3110,3

8.3 Condición de Puerto

EQUIPO	CARACTERISTICAS		CARACTERISTICAS				NAVEGACIÓN NORMAL EN MODO HFO					
	Nº Inst	P. Ca. (kW)	P. Unitaria (kW)			P. Total	Nº ON	Coeficientes			P. necesaria	
			Útil	ne	Abs.	N x P. Abs.		Kn	Ksr	Ku	Ku x P. Total	
SISTEMAS NECESARIOS PARA EL MOTOR GENERADOR PRINCIPAL	1. SERVICIO DE REFRIGERACIÓN											
	Bomba agua salada	2	210,37	220	0,954	230,61	461,2	0	0	0,675	0	0,0
	Bomba agua dulce HT	2	71,9	75	0,954	78,62	157,2	0	0	0,675	0	0,0
	Bomba agua dulce LT	2	71,9	75	0,954	78,62	157,2	0	0	0,675	0	0,0
	TOTAL						775,68	TOTAL			0,0	
	2. SERVICIO DE LUBRICACIÓN											
	Bomba de lubricación	2	230	235	0,94	250,0	500,0	0	0	0,675	0	0,0
	Bomba de prelubricación	2	44	45	0,936	48,1	96,2	0	0	0,675	0	0,0
	Purificación de aceite	2	3	-	-	3,0	6,0	0	0	0,675	0	0,0
	TOTAL						602,2	TOTAL			0,0	
	3. SERVICIO DE COMBUSTIBLE											
	Bomba de trasiego HFO	2	15,7	18,5	0,83	22,29	44,6	0	0	0,75	0	0,0
	Purificadora de HFO	2	24	-	-	24,00	48,0	0	0	0,96	0	0,0
	Bomba alimentación purificadora	2	2	2,2	0,83	2,65	5,3	0	0	0,5	0	0,0
	Calentador HFO	2	302	-	-	302,00	604,0	0	0	0,75	0	0,0
	Bomba de trasiego de lodos	2	1,5	1,5	0,815	1,84	3,7	0	0	0,5	0	0,0
	Bomba de Diésel	2	5,59	6	0,83	7,23	14,5	0	0	0,75	0	0,0
	TOTAL						720,02	TOTAL			0,0	
	4. SERVICIO DE AIRE											
	Compresores de aire	6	10	-	-	10,00	60,0	5	0,83	0,5	0,42	25,0

BUQUE PORTACONTENEDORES DE 20000 TEU'S ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA

Cuaderno 11: Definición de la planta eléctrica.

Miguel Ángel Rodríguez González

		TOTAL						60,00	TOTAL				25,0
SENTINAS	5. SERVICIO DE SENTINAS												
	Bomba de sentinas	4	11	15	0,936	16,03	64,1	2	0,5	0,4	0,2	12,8	
	Separador de sentinas	1	3	-	-	3	3,0	1	1	0,4	0,4	1,2	
	TOTAL						67,10	TOTAL				14,0	
LASTRE	6. SERVICIO DE LASTRE												
	Bomba de lastre	6	250	250	0,936	267,09	1602,6	0	0		0	0,0	
	Bomba de lastre (Agotamiento)	1	7,5	7,5	0,936	8,01	8,0	0	0		0	0,0	
	TOTAL						1610,6	TOTAL				0,0	
CONTRAINCENDIOS	7. SERVICIO CONTRAINCENDIOS												
	Bomba CI	4	5,5	8	0,936	8,55	34,2	0	0		0	0,0	
	Bomba CI emergencia	1	22	35	0,936	37,39	37,4	0	0		0	0,0	
	TOTAL						71,58	TOTAL				0,0	
AGUA SANITARIA	8. SERVICIO DE AGUA SANITARIA												
	Bombas de suministro	2	3	5	0,83	6,02	12,0	3	1,5	0,9	1,35	16,3	
	Calentador de agua	1	30	-	-	30,0	30,0	1	1	0,675	0,675	20,3	
	Generador de Agua Dulce	1	308	-	-	308,0	308,0	1	1	0,45	0,45	138,6	
	Planta TAR	1	3,3	-	-	3,3	3,3	0	0	0,45	0	0,0	
	TOTAL						353,35	TOTAL				175,1	
VENTILACIÓN	9. VENTILACIÓN CM Y AIRE ACONDICIONADO												
	A/C	1	135	-	-	135,0	135,0	1	1	0,6	0,6	81,0	
	Impulsión CM	11	45	-	-	45,0	495,0	10	0,91	0,675	0,61	303,8	
	Extracción CM	5	45	-	-	45,0	225,0	4	0,8	0,675	0,54	121,5	
	Bodega 1	2	6,6	-	-	6,6	13,2	2	1	0,85	0,85	11,2	
	Bodega 2	4	4,8	-	-	4,8	19,2	4	1	0,85	0,85	16,3	
	Bodega 3	4	6,6	-	-	6,6	26,4	4	1	0,85	0,85	22,4	

BUQUE PORTACONTENEDORES DE 20000 TEU'S ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA

Cuaderno 11: Definición de la planta eléctrica.

Miguel Ángel Rodríguez González

	Bodega 4	4	6,6	-	-	6,6	26,4	4	1	0,85	0,85	22,4	
	Bodega 5	2	6,6	-	-	6,6	13,2	2	1	0,85	0,85	11,2	
	Bodega 6	2	6,6	-	-	6,6	13,2	2	1	0,85	0,85	11,2	
	Bodega 7	6	6,6	-	-	6,6	39,6	6	1	0,85	0,85	33,7	
	Bodega 8	6	6,6	-	-	6,6	39,6	6	1	0,85	0,85	33,7	
	Bodega 9	6	6,6	-	-	6,6	39,6	6	1	0,85	0,85	33,7	
	Bodega 10	6	6,6	-	-	6,6	39,6	6	1	0,85	0,85	33,7	
	Bodega 11	6	6,6	-	-	6,6	39,6	6	1	0,85	0,85	33,7	
	Bodega 12	6	6,6	-	-	6,6	39,6	6	1	0,85	0,85	33,7	
	Bodega 13	6	6,6	-	-	6,6	39,6	6	1	0,85	0,85	33,7	
	Bodega 14	6	6,6	-	-	6,6	39,6	6	1	0,85	0,85	33,7	
	Bodega 15	6	6,6	-	-	6,6	39,6	6	1	0,85	0,85	33,7	
	Bodega 16	6	6,6	-	-	6,6	39,6	6	1	0,85	0,85	33,7	
	Bodega 17	4	4,8	-	-	4,8	19,2	4	1	0,85	0,85	16,3	
	Bodega 18	6	4,8	-	-	4,8	28,8	6	1	0,85	0,85	24,5	
	Bodega 19	6	6,6	-	-	6,6	39,6	6	1	0,85	0,85	33,7	
	Bodega 20	4	6,6	-	-	6,6	26,4	4	1	0,85	0,85	22,4	
	Bodega 21	4	6,6	-	-	6,6	26,4	4	1	0,85	0,85	22,4	
	Bodega 22	2	6,6	-	-	6,6	13,2	2	1	0,85	0,85	11,2	
	Ventilación/Extracción G.	12	24	-	-	24,0	288,0	6	0,5	0,675	0,3375	97,2	
	TOTAL							1804,2	TOTAL				1165,5
	ELEVADORES	10. ASCENSORES Y MONTACARGAS											
Ascensor		1	20	-	-	20	20,0	1	1	0,225	0,225	4,5	
Montacargas		1	10	-	-	10	10,0	1	1	0,225	0,225	2,3	
TOTAL							30,0	TOTAL				6,8	
EQ UIP OS DE HA BILI TA	11. FONDA Y HOTEL												

BUQUE PORTACONTENEDORES DE 20000 TEU'S ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA

Cuaderno 11: Definición de la planta eléctrica.

Miguel Ángel Rodríguez González

	Cocina eléctrica	2	15	-	-	15	30,0	1	0,5	0,23	0,115	3,5
	Frigorífico	2	1	-	-	1	2,0	1	0,5	0,9	0,45	0,9
	Horno industrial	1	5	-	-	5	5,0	1	1	0,23	0,23	1,2
	Microondas	2	4	-	-	4	8,0	1	0,5	0,15	0,075	0,6
	Freidora	1	5	-	-	5	5,0	1	1	0,15	0,15	0,8
	Lavaplatos	2	4	-	-	4	8,0	1	0,5	0,23	0,115	0,9
	Cafetera	5	3	-	-	3	15,0	2	0,4	0,15	0,06	0,9
	Compresores Gambuzas frigoríficas	4	15	-	-	15	60,0	4	1	0,68	0,68	40,8
	Lavadoras	2	2	-	-	2	4,0	2	1	0,23	0,23	0,9
	Secadoras	2	3	-	-	3	6,0	2	1	0,23	0,23	1,4
	Plancha	2	5	-	-	5	10,0	2	1	0,15	0,15	1,5
	Televisores	15	0,2	-	-	0,2	3,0	3	0,2	0,3	0,06	0,2
	Trituradora de basuras	1	9	-	-	9	9,0	0	0	0,15	0	0,0
	Incineradora	1	14,7	-	-	14,7	14,7	0	0	0,7	0	0,0
	Compactadora	1	3,6	-	-	3,6	3,6	0	0	0,7	0	0,0
	TOTAL						183,3	TOTAL				53,5
MANTENIMIENTO	12. EQUIPOS DE MANTENIMIENTO											
	Torno	1	3,5	-	-	3,5	3,5	1	1	0,08	0,08	0,3
	Grupo de soldadura	1	1	-	-	1	1,0	1	1	0,08	0,08	0,1
	Rectificadora	1	8,5	-	-	8,5	8,5	1	1	0,08	0,08	0,7
	Taladro	1	1	-	-	1	1,0	1	1	0,08	0,08	0,1
	TOTAL						14,0	TOTAL				1,1
EQUIPOS VARIOS	13. EQUIPOS DE CUBIERTA Y SERVO											
	Molinetes	4	1035	-	-	1035	4140,0	0	0	0	0	0,0
	Chigres	12	60	-	-	60	720,0	0	0	0	0	0,0
	Servomotor	1	90	-	-	90	90,0	0	0	0,45	0	0,0

BUQUE PORTACONTENEDORES DE 20000 TEU'S ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA

Cuaderno 11: Definición de la planta eléctrica.

Miguel Ángel Rodríguez González

	TOTAL						4950,0	TOTAL				0,0
LUZ	14. ILUMINACIÓN											
	Alumbrado Interior (HAB + CM)	1	137,5	-	-	137,5	137,5	1	1	0,9	0,9	123,8
	Alumbrado de navegación	1	30,1	-	-	30,1	30,1	0	0	0	0	0,0
	Alumbrado exterior	1	325	-	-	325	325,0	1	1	0,9	0,9	292,5
	Alumbrado de emergencia	1	40	-	-	40	40,0	0	0	0	0	0,0
	TOTAL						532,6	TOTAL				416,3
NAVEGACIÓN	15. EQUIPOS DE NAVEGACIÓN, COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA											
	Equipo radio	1	5	-	-	5,0	5,0	1	1	0,7875	0,7875	3,9
	Equipo de navegación	1	6	-	-	6,0	6,0	0	0	0,7875	0	0,0
	TYFON	1	5	-	-	5,0	5,0	1	1	0,225	0,225	1,1
	Automatización	1	5	-	-	5,0	5,0	1	1	0,45	0,45	2,3
	Protección catódica	1	24	-	-	24,0	24,0	1	1	0,9	0,9	21,6
	TOTAL						45,0	TOTAL				28,9
PROP. PROA	16. HÉLICE DE PROA											
	Propulsor de proa	2	3000	-	-	3000,0	6000,0	0	0		0	0,0
	TOTAL						6000,0	TOTAL				0,0
	TOTAL DEL BALANCE ELÉCTRICO						17819,6	TOTAL BALANCE PUERTO				1886,1

8.4 Condición de Navegabilidad en Atraque o Desatraque

EQUIPO	CARACTERISTICAS		CARACTERISTICAS				NAVEGACIÓN NORMAL EN MODO HFO					
	Nº Inst	P. Ca. (kW)	P. Unitaria (kW)			P. Total	Nº ON	Coeficientes			P. necesaria	
			Útil	ne	Abs.	N x P. Abs.		Kn	Ksr	Ku	Ku x P. Total	
SISTEMAS NECESARIOS PARA EL MOTOR GENERADOR PRINCIPAL	1. SERVICIO DE REFRIGERACIÓN											
	Bomba agua salada	2	210,37	220	0,954	230,61	461,2	2	1	0,15	0,15	69,2
	Bomba agua dulce HT	2	71,9	75	0,954	78,62	157,2	1	0,5	0,15	0,075	11,8
	Bomba agua dulce LT	2	71,9	75	0,954	78,62	157,2	1	0,5	0,15	0,075	11,8
	TOTAL						775,68	TOTAL			92,8	
	2. SERVICIO DE LUBRICACIÓN											
	Bomba de lubricación	2	230	235	0,94	250,0	500,0	1	0,5	0,15	0,075	37,5
	Bomba de prelubricación	2	44	45	0,936	48,1	96,2	1	0,5	0,15	0,075	7,2
	Purificación de aceite	2	3	-	-	3,0	6,0	1	0,5	0,15	0,075	0,5
	TOTAL						602,2	TOTAL			45,2	
	3. SERVICIO DE COMBUSTIBLE											
	Bomba de trasiego HFO	2	15,7	18,5	0,83	22,29	44,6	1	0,5	0,17	0,085	3,8
	Purificadora de HFO	2	24	-	-	24,00	48,0	1	0,5	0,17	0,085	4,1
	Bomba alimentación purificadora	2	2	2,2	0,83	2,65	5,3	1	0,5	0,17	0,085	0,5
	Calentador HFO	2	302	-	-	302,00	604,0	1	0,5	0,17	0,085	51,3
	Bomba de trasiego de lodos	2	1,5	1,5	0,815	1,84	3,7	1	0,5	0,17	0,085	0,3
	Bomba de Diésel	2	5,59	6	0,83	7,23	14,5	1	0,5	0,17	0,085	1,2
	TOTAL						720,02	TOTAL			61,2	
	4. SERVICIO DE AIRE											
	Compresores de aire	6	10	-	-	10,00	60,0	5	0,83	0,15	0,13	7,5

BUQUE PORTACONTENEDORES DE 20000 TEU'S ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA

Cuaderno 11: Definición de la planta eléctrica.

Miguel Ángel Rodríguez González

	TOTAL						60,00	TOTAL				7,5
SENTINAS	5. SERVICIO DE SENTINAS											
	Bomba de sentinas	4	11	15	0,936	16,03	64,1	1	0,25	0,4	0,1	6,4
	Separador de sentinas	1	3	-	-	3	3,0	1	1	0,4	0,4	1,2
	TOTAL						67,10	TOTAL				7,6
LASTRE	6. SERVICIO DE LASTRE											
	Bomba de lastre	6	250	250	0,936	267,09	1602,6	0	0		0	0,0
	Bomba de lastre (Agotamiento)	1	7,5	7,5	0,936	8,01	8,0	0	0		0	0,0
	TOTAL						1610,6	TOTAL				0,0
CONTRAINCENDIOS	7. SERVICIO CONTRAINCENDIOS											
	Bomba CI	4	5,5	8	0,936	8,55	34,2	0	0		0	0,0
	Bomba CI emergencia	1	22	35	0,936	37,39	37,4	0	0		0	0,0
	TOTAL						71,58	TOTAL				0,0
AGUA SANITARIA	8. SERVICIO DE AGUA SANITARIA											
	Bombas de suministro	2	3	5	0,83	6,02	12,0	4	2	0,15	0,3	3,6
	Calentador de agua	1	30	-	-	30,0	30,0	1	1	0,15	0,15	4,5
	Generador de Agua Dulce	1	308	-	-	308,0	308,0	1	1	0,15	0,15	46,2
	Planta TAR	1	3,3	-	-	3,3	3,3	1	1	0,15	0,15	0,5
	TOTAL						353,35	TOTAL				54,8
VENTILACIÓN	9. VENTILACIÓN CM Y AIRE ACONDICIONADO											
	A/C	1	135	-	-	135,0	135,0	1	1	0,15	0,15	20,3
	Impulsión CM	11	45	-	-	45,0	495,0	10	0,91	0,15	0,14	67,5
	Extracción CM	5	45	-	-	45,0	225,0	4	0,8	0,15	0,12	27,0
	Bodega 1	2	6,6	-	-	6,6	13,2	2	1	0,15	0,15	2,0
	Bodega 2	4	4,8	-	-	4,8	19,2	4	1	0,15	0,15	2,9
	Bodega 3	4	6,6	-	-	6,6	26,4	4	1	0,15	0,15	4,0

BUQUE PORTACONTENEDORES DE 20000 TEU'S ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA

Cuaderno 11: Definición de la planta eléctrica.

Miguel Ángel Rodríguez González

	Bodega 4	4	6,6	-	-	6,6	26,4	4	1	0,15	0,15	4,0
	Bodega 5	2	6,6	-	-	6,6	13,2	2	1	0,15	0,15	2,0
	Bodega 6	2	6,6	-	-	6,6	13,2	2	1	0,15	0,15	2,0
	Bodega 7	6	6,6	-	-	6,6	39,6	6	1	0,15	0,15	5,9
	Bodega 8	6	6,6	-	-	6,6	39,6	6	1	0,15	0,15	5,9
	Bodega 9	6	6,6	-	-	6,6	39,6	6	1	0,15	0,15	5,9
	Bodega 10	6	6,6	-	-	6,6	39,6	6	1	0,15	0,15	5,9
	Bodega 11	6	6,6	-	-	6,6	39,6	6	1	0,15	0,15	5,9
	Bodega 12	6	6,6	-	-	6,6	39,6	6	1	0,15	0,15	5,9
	Bodega 13	6	6,6	-	-	6,6	39,6	6	1	0,15	0,15	5,9
	Bodega 14	6	6,6	-	-	6,6	39,6	6	1	0,15	0,15	5,9
	Bodega 15	6	6,6	-	-	6,6	39,6	6	1	0,15	0,15	5,9
	Bodega 16	6	6,6	-	-	6,6	39,6	6	1	0,15	0,15	5,9
	Bodega 17	4	4,8	-	-	4,8	19,2	4	1	0,15	0,15	2,9
	Bodega 18	6	4,8	-	-	4,8	28,8	6	1	0,15	0,15	4,3
	Bodega 19	6	6,6	-	-	6,6	39,6	6	1	0,15	0,15	5,9
	Bodega 20	4	6,6	-	-	6,6	26,4	4	1	0,15	0,15	4,0
	Bodega 21	4	6,6	-	-	6,6	26,4	4	1	0,15	0,15	4,0
	Bodega 22	2	6,6	-	-	6,6	13,2	2	1	0,15	0,15	2,0
	Ventilación/Extracción G.	12	24	-	-	24,0	288,0	6	0,5	0,15	0,075	21,6
	TOTAL						1804,2	TOTAL				235,5
ELEVADORES	10. ASCENSORES Y MONTACARGAS											
	Ascensor	1	20	-	-	20	20,0	1	1	0,15	0,15	3,0
	Montacargas	1	10	-	-	10	10,0	1	1	0,15	0,15	1,5
	TOTAL						30,0	TOTAL				4,5
EQ UIP OS DE HA BILI TA	11. FONDA Y HOTEL											

BUQUE PORTACONTENEDORES DE 20000 TEU'S ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA

Cuaderno 11: Definición de la planta eléctrica.

Miguel Ángel Rodríguez González

	Cocina eléctrica	2	15	-	-	15	30,0	2	1	0,15	0,15	4,5
	Frigorífico	2	1	-	-	1	2,0	2	1	0,15	0,15	0,3
	Horno industrial	1	5	-	-	5	5,0	1	1	0,15	0,15	0,8
	Microondas	2	4	-	-	4	8,0	2	1	0,15	0,15	1,2
	Freidora	1	5	-	-	5	5,0	1	1	0,15	0,15	0,8
	Lavaplatos	2	4	-	-	4	8,0	2	1	0,15	0,15	1,2
	Cafetera	5	3	-	-	3	15,0	5	1	0,15	0,15	2,3
	Compresores Gambuzas frigoríficas	4	15	-	-	15	60,0	3	0,75	0,15	0,1125	6,8
	Lavadoras	2	2	-	-	2	4,0	2	1	0,15	0,15	0,6
	Secadoras	2	3	-	-	3	6,0	2	1	0,15	0,15	0,9
	Plancha	2	5	-	-	5	10,0	2	1	0,15	0,15	1,5
	Televisores	15	0,2	-	-	0,2	3,0	15	1	0,15	0,15	0,5
	Trituradora de basuras	1	9	-	-	9	9,0	1	1	0,15	0,15	1,4
	Incineradora	1	14,7	-	-	14,7	14,7	1	1	0,15	0,15	2,2
	Compactadora	1	3,6	-	-	3,6	3,6	1	1	0,15	0,15	0,5
	TOTAL						183,3	TOTAL				25,2
MANTENIMIENTO	12. EQUIPOS DE MANTENIMIENTO											
	Torno	1	3,5	-	-	3,5	3,5	1	1	0,08	0,08	0,3
	Grupo de soldadura	1	1	-	-	1	1,0	1	1	0,08	0,08	0,1
	Rectificadora	1	8,5	-	-	8,5	8,5	1	1	0,08	0,08	0,7
	Taladro	1	1	-	-	1	1,0	1	1	0,08	0,08	0,1
	TOTAL						14,0	TOTAL				1,1
EQUIPOS VARIOS	13. EQUIPOS DE CUBIERTA Y SERVO											
	Molinetes	4	1035	-	-	1035	4140,0	3	0,75	0,15	0,1125	465,8
	Chigres	12	60	-	-	60	720,0	6	0,5	0,15	0,075	54,0
	Servomotor	1	90	-	-	90	90,0	1	1	0,15	0,15	13,5

BUQUE PORTACONTENEDORES DE 20000 TEU'S ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA

Cuaderno 11: Definición de la planta eléctrica.

Miguel Ángel Rodríguez González

	TOTAL						4950,0	TOTAL				533,3
LUZ	14. ILUMINACIÓN											
	Alumbrado Interior (HAB + CM)	1	137,5	-	-	137,5	137,5	1	1	0,15	0,15	20,6
	Alumbrado de navegación	1	30,1	-	-	30,1	30,1	1	1	0	0	0,0
	Alumbrado exterior	1	325	-	-	325	325,0	1	1	0,15	0,15	48,8
	Alumbrado de emergencia	1	40	-	-	40	40,0	0	0	0	0	0,0
	TOTAL						532,6	TOTAL				69,4
NAVEGACIÓN	15. EQUIPOS DE NAVEGACIÓN, COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA											
	Equipo radio	1	5	-	-	5,0	5,0	1	1	0,15	0,15	0,8
	Equipo de navegación	1	6	-	-	6,0	6,0	1	1	0,15	0,15	0,9
	TYFON	1	5	-	-	5,0	5,0	1	1	0,15	0,15	0,8
	Automatización	1	5	-	-	5,0	5,0	1	1	0,15	0,15	0,8
	Protección catódica	1	24	-	-	24,0	24,0	1	1	0,15	0,15	3,6
	TOTAL						45,0	TOTAL				6,8
PROP. PROA	16. HÉLICE DE PROA											
	Propulsor de proa	2	3000	-	-	3000,0	6000,0	1	0,5	0,85	0,425	2550,0
	TOTAL						6000,0	TOTAL				2550,0
	TOTAL DEL BALANCE ELÉCTRICO						17819,6	TOTAL BALANCE ATRAQUE/DESATRAQUE				3694,8

8.5 Condición de Navegabilidad en Emergencia

EQUIPO	CARACTERISTICAS		CARACTERISTICAS				NAVEGACIÓN NORMAL EN MODO HFO					
	Nº Inst	P. Ca. (kW)	P. Unitaria (kW)			P. Total	Nº ON	Coeficientes			P. necesaria	
			Útil	ne	Abs.	N x P. Abs.		Kn	Ksr	Ku	Ku x P. Total	
SISTEMAS NECESARIOS PARA EL MOTOR GENERADOR PRINCIPAL	1. SERVICIO DE REFRIGERACIÓN											
	Bomba agua salada	2	210,37	220	0,954	230,61	461,2	0	0	0	0	0,0
	Bomba agua dulce HT	2	71,9	75	0,954	78,62	157,2	0	0	0	0	0,0
	Bomba agua dulce LT	2	71,9	75	0,954	78,62	157,2	0	0	0	0	0,0
	TOTAL						775,68	TOTAL			0,0	
	2. SERVICIO DE LUBRICACIÓN											
	Bomba de lubricación	2	230	235	0,94	250,0	500,0	0	0	0	0	0,0
	Bomba de prelubricación	2	44	45	0,936	48,1	96,2	0	0	0	0	0,0
	Purificación de aceite	2	3	-	-	3,0	6,0	0	0	0	0	0,0
	TOTAL						602,2	TOTAL			0,0	
	3. SERVICIO DE COMBUSTIBLE											
	Bomba de trasiego HFO	2	15,7	18,5	0,83	22,29	44,6	0	0	0	0	0,0
	Purificadora de HFO	2	24	-	-	24,00	48,0	0	0	0	0	0,0
	Bomba alimentación purificadora	2	2	2,2	0,83	2,65	5,3	0	0	0	0	0,0
	Calentador HFO	2	302	-	-	302,00	604,0	0	0	0	0	0,0
	Bomba de trasiego de lodos	2	1,5	1,5	0,815	1,84	3,7	0	0	0	0	0,0
	Bomba de Diésel	2	5,59	6	0,83	7,23	14,5	0	0	0	0	0,0
	TOTAL						720,02	TOTAL			0,0	
	4. SERVICIO DE AIRE											
	Compresores de aire	6	10	-	-	10,00	60,0	0	0,00	0	0,00	0,0

BUQUE PORTACONTENEDORES DE 20000 TEU'S ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA

Cuaderno 11: Definición de la planta eléctrica.

Miguel Ángel Rodríguez González

	TOTAL						60,00	TOTAL				0,0
SENTINAS	5. SERVICIO DE SENTINAS											
	Bomba de sentinas	4	11	15	0,936	16,03	64,1	1	0,25	0,68	0,17	10,9
	Separador de sentinas	1	3	-	-	3	3,0	0	0	0	0	0,0
	TOTAL						67,10	TOTAL				10,9
LASTRE	6. SERVICIO DE LASTRE											
	Bomba de lastre	6	250	250	0,936	267,09	1602,6	5	0,833	0,75	0,625	1001,6
	Bomba de lastre (Agotamiento)	1	7,5	7,5	0,936	8,01	8,0	1	1	0,75	0,75	6,0
	TOTAL						1610,6	TOTAL				1007,6
CONTRAINCENDIOS	7. SERVICIO CONTRAINCENDIOS											
	Bomba CI	4	5,5	8	0,936	8,55	34,2	3	0,75	0,675	0,506	17,3
	Bomba CI emergencia	1	22	35	0,936	37,39	37,4	1	1	0,675	0,675	25,2
	TOTAL						71,58	TOTAL				42,5
AGUA SANITARIA	8. SERVICIO DE AGUA SANITARIA											
	Bombas de suministro	2	3	5	0,83	6,02	12,0	0	0	0	0	0,0
	Calentador de agua	1	30	-	-	30,0	30,0	0	0	0	0	0,0
	Generador de Agua Dulce	1	308	-	-	308,0	308,0	0	0	0	0	0,0
	Planta TAR	1	3,3	-	-	3,3	3,3	0	0	0	0	0,0
	TOTAL						353,35	TOTAL				0,0
VENTILACIÓN	9. VENTILACIÓN CM Y AIRE ACONDICIONADO											
	A/C	1	135	-	-	135,0	135,0	0	0	0	0	0,0
	Impulsión CM	11	45	-	-	45,0	495,0	0	0	0	0	0,0
	Extracción CM	5	45	-	-	45,0	225,0	0	0	0	0	0,0
	Bodega 1	2	6,6	-	-	6,6	13,2	0	0	0	0	0,0
	Bodega 2	4	4,8	-	-	4,8	19,2	0	0	0	0	0,0
	Bodega 3	4	6,6	-	-	6,6	26,4	0	0	0	0	0,0

BUQUE PORTACONTENEDORES DE 20000 TEU'S ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA

Cuaderno 11: Definición de la planta eléctrica.

Miguel Ángel Rodríguez González

	Bodega 4	4	6,6	-	-	6,6	26,4	0	0	0	0	0,0
	Bodega 5	2	6,6	-	-	6,6	13,2	0	0	0	0	0,0
	Bodega 6	2	6,6	-	-	6,6	13,2	0	0	0	0	0,0
	Bodega 7	6	6,6	-	-	6,6	39,6	0	0	0	0	0,0
	Bodega 8	6	6,6	-	-	6,6	39,6	0	0	0	0	0,0
	Bodega 9	6	6,6	-	-	6,6	39,6	0	0	0	0	0,0
	Bodega 10	6	6,6	-	-	6,6	39,6	0	0	0	0	0,0
	Bodega 11	6	6,6	-	-	6,6	39,6	0	0	0	0	0,0
	Bodega 12	6	6,6	-	-	6,6	39,6	0	0	0	0	0,0
	Bodega 13	6	6,6	-	-	6,6	39,6	0	0	0	0	0,0
	Bodega 14	6	6,6	-	-	6,6	39,6	0	0	0	0	0,0
	Bodega 15	6	6,6	-	-	6,6	39,6	0	0	0	0	0,0
	Bodega 16	6	6,6	-	-	6,6	39,6	0	0	0	0	0,0
	Bodega 17	4	4,8	-	-	4,8	19,2	0	0	0	0	0,0
	Bodega 18	6	4,8	-	-	4,8	28,8	0	0	0	0	0,0
	Bodega 19	6	6,6	-	-	6,6	39,6	0	0	0	0	0,0
	Bodega 20	4	6,6	-	-	6,6	26,4	0	0	0	0	0,0
	Bodega 21	4	6,6	-	-	6,6	26,4	0	0	0	0	0,0
	Bodega 22	2	6,6	-	-	6,6	13,2	0	0	0	0	0,0
	Ventilación/Extracción G.	12	24	-	-	24,0	288,0	0	0	0	0	0,0
	TOTAL						1804,2	TOTAL				0,0
ELEVADORES	10. ASCENSORES Y MONTACARGAS											
	Ascensor	1	20	-	-	20	20,0	1	1	0,02	0,02	0,4
	Montacargas	1	10	-	-	10	10,0	1	1	0,02	0,02	0,2
	TOTAL						30,0	TOTAL				0,6

BUQUE PORTACONTENEDORES DE 20000 TEU'S ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA

Cuaderno 11: Definición de la planta eléctrica.

Miguel Ángel Rodríguez González

EQUIPOS DE HABILITACIÓN	11. FONDA Y HOTEL											
	Cocina eléctrica	2	15	-	-	15	30,0	0	0	0	0	0,0
	Frigorífico	2	1	-	-	1	2,0	0	0	0	0	0,0
	Horno industrial	1	5	-	-	5	5,0	0	0	0	0	0,0
	Microondas	2	4	-	-	4	8,0	0	0	0	0	0,0
	Freidora	1	5	-	-	5	5,0	0	0	0	0	0,0
	Lavaplatos	2	4	-	-	4	8,0	0	0	0	0	0,0
	Cafetera	5	3	-	-	3	15,0	0	0	0	0	0,0
	Compresores Gambuzas frigoríficas	4	15	-	-	15	60,0	0	0	0	0	0,0
	Lavadoras	2	2	-	-	2	4,0	0	0	0	0	0,0
	Secadoras	2	3	-	-	3	6,0	0	0	0	0	0,0
	Plancha	2	5	-	-	5	10,0	0	0	0	0	0,0
	Televisores	15	0,2	-	-	0,2	3,0	0	0	0	0	0,0
	Trituradora de basuras	1	9	-	-	9	9,0	0	0	0	0	0,0
	Incineradora	1	14,7	-	-	14,7	14,7	0	0	0	0	0,0
	Compactadora	1	3,6	-	-	3,6	3,6	0	0	0	0	0,0
	TOTAL							183,3	TOTAL			
MANTENIMIENTO	12. EQUIPOS DE MANTENIMIENTO											
	Torno	1	3,5	-	-	3,5	3,5	0	0	0	0	0,0
	Grupo de soldadura	1	1	-	-	1	1,0	0	0	0	0	0,0
	Rectificadora	1	8,5	-	-	8,5	8,5	0	0	0	0	0,0
	Taladro	1	1	-	-	1	1,0	0	0	0	0	0,0
TOTAL							14,0	TOTAL				0,0
EQUIPOS VARIOS	13. EQUIPOS DE CUBIERTA Y SERVO											
	Molinetes	4	1035	-	-	1035	4140,0	0	0	0	0	0,0
	Chigres	12	60	-	-	60	720,0	0	0	0	0	0,0

BUQUE PORTACONTENEDORES DE 20000 TEU'S ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA

Cuaderno 11: Definición de la planta eléctrica.

Miguel Ángel Rodríguez González

	Servomotor	1	90	-	-	90	90,0	1	1	0,45	0,45	40,5
	TOTAL						4950,0	TOTAL				40,5
LUZ	14. ILUMINACIÓN											
	Alumbrado Interior (HAB + CM)	1	137,5	-	-	137,5	137,5	0	0	0,75	0	0,0
	Alumbrado de navegación	1	30,1	-	-	30,1	30,1	0	0	0,75	0	0,0
	Alumbrado exterior	1	325	-	-	325	325,0	0	0	0,75	0	0,0
	Alumbrado de emergencia	1	40	-	-	40	40,0	1	1	0,75	0,75	30,0
	TOTAL						532,6	TOTAL				30,0
NAVEGACIÓN	15. EQUIPOS DE NAVEGACIÓN, COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA											
	Equipo radio	1	5	-	-	5,0	5,0	1	1	0,75	0,75	3,8
	Equipo de navegación	1	6	-	-	6,0	6,0	1	1	0,75	0,75	4,5
	TYFON	1	5	-	-	5,0	5,0	1	1	0,75	0,75	3,8
	Automatización	1	5	-	-	5,0	5,0	1	1	0,75	0,75	3,8
	Protección catódica	1	24	-	-	24,0	24,0	1	1	0	0	0,0
	TOTAL						45,0	TOTAL				15,8
PROP. PROA	16. HÉLICE DE PROA											
	Propulsor de proa	2	3000	-	-	3000,0	6000,0	0	0		0	0,0
	TOTAL						6000,0	TOTAL				0,0
TOTAL DEL BALANCE ELÉCTRICO						17819,6	TOTAL BALANCE NAV NORMAL EN MODO HFO				1147,9	

8.6 Resultados del Balance Eléctrico

A continuación, se muestra una tabla resumen con la potencia resultante para cada una de las condiciones de navegación que se han estudiado en el balance:

SISTEMA	NAVEGACIÓN NORMAL HFO	NAVEGACIÓN LASTRE	PUERTO	NAVEGACIÓN MANIOBRA	NAVEGACIÓN EMERGENCIA
Refrigeración	417,45	417,45	0,00	92,77	0,00
Lubricación	203,23	203,23	0,00	45,16	0,00
Combustible	273,92	273,92	0,00	61,20	0,00
Aire	25,00	25,00	25,00	7,50	0,00
Sentinas	7,61	7,61	14,02	7,61	10,90
Lastre	0,00	806,89	0,00	0,00	1007,61
Contraincendios	0,00	0,00	0,00	0,00	42,55
Agua Sanitara	182,02	182,02	175,12	54,81	0,00
Ventilación y A/C	1165,47	603,45	1165,47	235,53	0,00
Elevadores	6,75	6,75	6,75	4,50	0,60
Fonda y Hotel	65,35	65,35	53,45	25,25	0,00
Mantenimiento	1,12	1,12	1,12	1,12	0,00
Equipos de cubierta	40,50	40,50	0,00	533,25	40,50
Iluminación	443,34	443,34	416,25	69,38	30,00
Alumbrado	33,64	33,64	28,91	6,75	15,75
Propulsores Proa	0,00	0,00	0,00	2550,00	0,00
TOTAL [KW]	2865,40	3110,27	1886,09	3694,82	1147,91

Se observa que la situación de mayor potencia requerida es con el buque en navegación de maniobras.

Por lo tanto, la planta generadora se dimensionará de manera que pueda hacer frente a la demanda de potencia eléctrica cuando el buque navega en condición de maniobra.

Se puede observar, además, que la potencia para la condición de lastre y para la de navegación normal con HFO, son muy similares.

9 PLANTA GENERADORA

9.1 Planta Generadora Principal

Una vez que se conoce la potencia requerida para cada una de las situaciones de navegación, se procede a dimensionar el/los generadores. Como ya se comentó al inicio del cuaderno, la propulsión del buque es de Fuel Oil, por lo que se ha de instalar un generador para dar suministro de electricidad al buque.

Según el Convenio SOLAS en todo buque se han de instalar al menos dos grupos generadores de energía eléctrica de forma que se pueda asegurar el funcionamiento de los equipos auxiliares del buque aún en caso de avería de uno de ellos.

Con el objetivo de minimizar los costes de mantenimiento y piezas a bordo se opta por elegir dos diésel generadores de la misma casa y modelo. A continuación, se presenta la tabla resumen del balance, teniendo en cuenta un margen de un 20%.

SISTEMA	NAVEGACIÓN NORMAL HFO	NAVEGACIÓN LASTRE	PUERTO	NAVEGACIÓN MANIOBRA	NAVEGACIÓN EMERGENCIA
Refrigeración	417,45	417,45	0,00	92,77	0,00
Lubricación	203,23	203,23	0,00	45,16	0,00
Combustible	273,92	273,92	0,00	61,20	0,00
Aire	25,00	25,00	25,00	7,50	0,00
Sentinas	7,61	7,61	14,02	7,61	10,90
Lastre	0,00	806,89	0,00	0,00	1007,61
Contraincendios	0,00	0,00	0,00	0,00	42,55
Agua Sanitara	182,02	182,02	175,12	54,81	0,00
Ventilación y A/C	1165,47	603,45	1165,47	235,53	0,00
Elevadores	6,75	6,75	6,75	4,50	0,60
Fonda y Hotel	65,35	65,35	53,45	25,25	0,00
Mantenimiento	1,12	1,12	1,12	1,12	0,00
Equipos de cubierta	40,50	40,50	0,00	533,25	40,50
Iluminación	443,34	443,34	416,25	69,38	30,00
Alumbrado	33,64	33,64	28,91	6,75	15,75
Propulsores Proa	0,00	0,00	0,00	2550,00	0,00
TOTAL [KW]	2865,40	3110,27	1886,09	3694,82	1147,91
POTENCIA + 20%	3438,484029	3732,32926	2263,305688	4433,784128	1377,489231

Tal como se explicó anteriormente, la situación más desfavorable es la navegación en lastre, por lo que será a partir de esta potencia a la que se dimensionará la planta generadora principal. Se deberá distribuir la potencia total de dicha condición en un número de generadores de igual potencia de tal manera que n - 1 puedan suministrar la potencia de la condición.

Será conveniente que los grupos generadores sean capaces de consumir combustibles pesados, esto redundará en una disminución de costes de explotación, además de poder aprovechar la misma planta de tratamiento de combustible dispuesta para el motor principal.

A continuación, se indica la potencia unitaria que tendrían que dar N-1 generadores para abordar la potencia máxima requerida. En este caso, sólo un generador tendría que dar la potencia total, siendo el otro el de respeto.

		GENERADORES		
		2 (1+1)	3 (2+1)	4 (3+1)
SITUACIÓN	kW	4800,00	4800,00	4800,00
Navegación	2865,40	59,70%	29,85%	19,90%
Maniobra	3694,82	76,98%	38,49%	25,66%
Lastre	3110,27	64,80%	32,40%	21,60%
Puerto	1886,09	39,29%	19,65%	13,10%

Por lo tanto, la potencia mínima de cada uno de los generadores ha de ser de 3962 kW. A partir de este valor, consultando los catálogos de fabricantes, se seleccionan los grupos generadores para el buque proyecto.

En este caso, se han seleccionado tres grupos diésel generadores del fabricante MAN, los cuales tienen flexibilidad de combustible. Será el modelo MAN L35/44 DF GenSet, ya que con él se cubre el rango de potencia necesario.

Cada generador está formado por un motor diésel de 8 cilindros y cuatro tiempos, de 4800 kW a 720 rpm y un alternador de 4632 kW a 60 Hz, con las características que se detallan en el Anexo I.

Una vez definidos los grupos generadores, se puede comparar el % de carga en cada una de las situaciones:

SITUACIÓN	Motores ON	POT TOTAL NECESARIA	POT. UNITARIA	CARGA MOTOR
Navegación	2	2865,40	4800,00	30%
Maniobra	2	3694,82	4800,00	38%
Lastre	2	3110,27	4800,00	32%
Puerto	2	1886,09	4800,00	20%

9.2 Planta Generadora de Emergencia

Teniendo en cuenta los cálculos realizados en el balance eléctrico, el generador de emergencia ha de ser capaz de suministrar la potencia necesaria para abastecer a todos los consumidores que se indican en la Regla 43 del Capítulo II-1 del SOLAS.

El grupo de emergencia será autónomo y deberá poder arrancar fácilmente en frío a una temperatura de 0°C, tal y como se indica en el SOLAS.

El grupo generará corriente trifásica a 480 V y 60 Hz con la que alimentará todos los sistemas que sean necesarios en esa condición, transformándose en cada caso a la tensión necesaria para cada equipo.

Se escoge un motor del mismo fabricante que los anteriores, es decir, MAN, concretamente el modelo MAN 9L28/32 DF, con 9 cilindros a 720 rpm, suministrando una potencia total de 1800 kW, tal y como se muestra en el Anexo II.

SITUACIÓN	Motores ON	POT TOTAL NECESARIA	POT. UNITARIA	CARGA MOTOR
Emergencia	1	1147,91	1800	64%

10 DEFINICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE CABLEADO

En este apartado, se realizará la caracterización del sistema de cableados que ha de llevar el buque proyecto.

Los cables que se van a utilizar, se componen de los siguientes elementos:

- **Conductor:** Cobre clase 2, IEC 60228.
- **Aislamiento:** Polietileno reticulado libre de alógenos (XLPE), IEC 600392-351.
- **Recubrimiento interno:** Poliolefina termoplástica, libre de alógenos.
- **Cubierta exterior:** Poliolefina termoplástica, libre de alógenos (SHF1), IEC 60092-359.

El XLPE, normalmente llamado polietileno reticulado, es un material termoestable, el cual presenta una escasa deformación con la temperatura. Tiene propiedades mecánicas y eléctricas muy óptimas, admitiendo que los espesores sean inferiores al etileno reticulado.

Además, este material, por las propiedades anteriormente mencionadas, admite altas temperaturas (90°C) y su aislamiento podrá soportar hasta 10°C más. Si los cables están a la intemperie o en locales con humedad, deberán llevar un recubrimiento impermeable.

Para el cálculo realizado para los cables, se utilizan las expresiones que se muestra a continuación.

Type of switchboard cubicle	Rated current [kA]	Legend
Alternator incoming	$P_r / (\sqrt{3} * U_r * \cos \varphi_{Grid})$	P_r : Rated power of alternator [kWe] U_r : Rated voltage [V] $\cos \varphi$: Power factor of the network (typically = 0.9)
Transformer outgoing	$S_r / (\sqrt{3} * U_r)$	S_r : Apparent power of transformer [kVA] U_r : Rated voltage [V]
Motor outgoing (Induction motor controlled by a PWM-converter)	$P_r / (\sqrt{3} * U_r * \cos \varphi_{Converter} * \eta_{Motor} * \eta_{Converter})$	P_r : Rated power of motor [kWe] U_r : Rated voltage [V] $\cos \varphi$: Power factor converter (typically = 0.95) η_{Motor} : typically = 0.96 $\eta_{Converter}$: typically = 0.97
Motor outgoing (Induction motor started: DoL, Y/ Δ , Soft-Starter)	$P_r / (\sqrt{3} * U_r * \cos \varphi_{Motor} * \eta_{Motor})$	P_r : Rated power of motor [kWe] U_r : Rated voltage [V] $\cos \varphi$: Power factor motor (typically = 0.85...0.90) η_{Motor} : typically = 0.96

Para el cálculo de la sección nominal normalizada de los cables, se empleará la tabla siguiente. En los buques, se trata de instalar cables de sección nominal no mayor de 120 mm^2 .

Table 5 Rating of cables with copper conductors and temperature class 90°C

Nominal cross-section [mm^2]	Current rating [A] (Based on ambient temperature 45°C)					
	Single-core		2-core		3 or 4-core	
1	18		15		13	
1.5	23		20		16	
2.5	30		26		21	
4	40		34		28	
6	52		44		36	
10	72		61		50	
16	96		82		67	
25	127		108		89	
35	157		133		110	
50	196		167		137	
70	242		206		169	
95	293		249		205	
120	339		288		237	
150	389		331		272	
185	444		377		311	
240	522		444		365	
300	601		511		421	
	DC	AC	DC	AC	DC	AC
400	690	670	587	570	483	469
500	780	720	663	612	546	504
600	890	780	757	663	623	546

Las ecuaciones para la selección de los cables son:

$$I_{abs} = \frac{P_{abs} \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi}$$

$$I_{adm} = \frac{I_{abs} \cdot 1,25}{0,7}$$

$$\Delta V = \frac{0,023 \cdot \sqrt{3} \cdot L \cdot I_{abs} \cdot 1,25 \cdot \cos \phi}{S \cdot n_{cables}^2}$$

Se supone que la variación de tensión máxima es de un 2,5%. Lo cual es para 480 V un ΔV máximo de 12 V y para 240 V una variación máxima de 6 V.

Cuando más de 6 cables forman parte del mismo circuito, funcionando bajo la misma carga y están agrupados o colocados juntos de forma que el aire no circule libremente a su alrededor, se aplica un factor de corrección de 0,85 a los valores de la corriente. No se pueden agrupar cables a no ser que la sección sea superior a 10 mm^2 .

A continuación, se muestra una tabla con los cálculos realizados:

EQUIPO		CARACTERISTICAS		CARACTERISTICAS			CABLEADO DEL SISTEMA ELÉCTRICO					
		Nº Inst	P. Ca. (kW)	P. Unitaria (kW)			cos fi	I absorbida (A)	Cable XLPE	Nº cables	S (mm ²)	ΔU por cada 100 m
				Útil	ne	Abs.			Nº cables/Tipo			
SISTEMAS NECESARIOS PARA EL MOTOR GENERADOR PRINCIPAL	1. SERVICIO DE REFRIGERACIÓN						TENSIÓN 480 V					
	Bomba agua salada	2	210,37	220	0,954	230,61	0,9	308,20	3/3x50 mm ²	3	50	9,21
	Bomba agua dulce HT	2	71,9	75	0,954	78,62	0,9	105,07	1/3x50 mm ²	1	50	9,42
	Bomba agua dulce LT	2	71,9	75	0,954	78,62	0,9	105,07	1/3x50 mm ²	1	50	9,42
	2. SERVICIO DE LUBRICACIÓN						TENSIÓN 480 V					
	Bomba de lubricación	2	230	235	0,94	250,0	0,9	334,11	3/3x50 mm ²	3	50	9,98
	Bomba de prelubricación	2	44	45	0,936	48,1	0,9	64,25	1/3x25 mm ²	1	25	11,52
	Purificación de aceite	2	3	-	-	3,0	0,9	4,01	1/3x4 mm ²	1	4	4,49
	3. SERVICIO DE COMBUSTIBLE						TENSIÓN 480 V					
	Bomba de trasiego HFO	2	15,7	18,5	0,83	22,29	0,9	29,79	1/3x6 mm ²	1	6	22,25
	Purificadora de HFO	2	24	-	-	24,00	0,9	32,08	1/3x6 mm ³	1	6	23,96
	Bomba alimentación purificadora	2	2	2,2	0,83	2,65	0,9	3,54	1/3x4 mm ²	1	4	3,97
	Calentador HFO	2	302	-	-	302,00	0,9	403,61	4/3x35 mm ²	4	35	12,92
	Bomba de trasiego de lodos	2	1,5	1,5	0,815	1,84	0,9	2,46	1/3x4 mm ²	1	4	2,76
	Bomba de Diésel	2	5,59	6	0,83	7,23	0,9	9,66	1/3x4 mm ²	1	4	10,82
	4. SERVICIO DE AIRE						TENSIÓN 480 V					
	Compresores de aire	6	10	-	-	10,00	0,9	13,36	1/3x4 mm ²	1	4	14,97
	5. SERVICIO DE SENTINAS						TENSIÓN 480 V					
Bomba de sentinas	4	11	15	0,936	16,03	0,9	21,42	1/3x25 mm ²	1	25	3,84	
Separador de sentinas	1	3	-	-	3	0,9	4,01	1/3x4 mm ²	1	4	4,49	
LASTRE	6. SERVICIO DE LASTRE						TENSIÓN 480 V					

BUQUE PORTACONTENEDORES DE 20000 TEU'S ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA

Cuaderno 11: Definición de la planta eléctrica.

Miguel Ángel Rodríguez González

	Bomba de lastre	6	250	250	0,936	267,09	0,9	356,96	4/3x35 mm ²	4	35	11,43
	Bomba de lastre (Agotamiento)	1	7,5	7,5	0,936	8,01	0,9	10,71	1/3x4 mm ²	1	4	12,00
CONTRAINCENDIOS	7. SERVICIO CONTRAINCENDIOS						TENSIÓN 480 V					
	Bomba CI	4	5,5	8	0,936	8,55	0,9	11,42	1/3x25 mm ²	1	25	2,05
	Bomba CI emergencia	1	22	35	0,936	37,39	0,9	49,97	1/3x25 mm ²	1	25	8,96
AGUA SANITARIA	8. SERVICIO DE AGUA SANITARIA						TENSIÓN 480 V					
	Bombas de suministro	2	3	5	0,83	6,02	0,9	8,05	1/3x25 mm ²	1	25	1,44
	Calentador de agua	1	30	-	-	30,0	0,9	40,09	1/3x10 mm ²	1	10	17,97
	Generador de Agua Dulce	1	308	-	-	308,0	0,9	411,63	5/3x25 mm ²	5	25	14,76
	Planta TAR	1	3,3	-	-	3,3	0,9	4,41	1/3x4 mm ²	1	4	4,94
VENTILACIÓN	9. VENTILACIÓN CM Y AIRE ACONDICIONADO						TENSIÓN 480 V					
	A/C	1	135	-	-	135,0	0,9	180,42	2/3x35 mm ²	2	35	11,55
	Impulsión CM	11	45	-	-	45,0	0,9	60,14	1/3x16 mm ²	1	16	16,85
	Extracción CM	5	45	-	-	45,0	0,9	60,14	1/3x16 mm ³	1	16	16,85
	Bodega 1	2	6,6	-	-	6,6	0,9	8,82	1/3x4 mm ²	1	4	9,88
	Bodega 2	4	4,8	-	-	4,8	0,9	6,42	1/3x4 mm ²	1	4	7,19
	Bodega 3	4	6,6	-	-	6,6	0,9	8,82	1/3x4 mm ²	1	4	9,88
	Bodega 4	4	6,6	-	-	6,6	0,9	8,82	1/3x4 mm ²	1	4	9,88
	Bodega 5	2	6,6	-	-	6,6	0,9	8,82	1/3x4 mm ²	1	4	9,88
	Bodega 6	2	6,6	-	-	6,6	0,9	8,82	1/3x4 mm ²	1	4	9,88
	Bodega 7	6	6,6	-	-	6,6	0,9	8,82	1/3x4 mm ²	1	4	9,88
	Bodega 8	6	6,6	-	-	6,6	0,9	8,82	1/3x4 mm ²	1	4	9,88
	Bodega 9	6	6,6	-	-	6,6	0,9	8,82	1/3x4 mm ²	1	4	9,88
	Bodega 10	6	6,6	-	-	6,6	0,9	8,82	1/3x4 mm ²	1	4	9,88
	Bodega 11	6	6,6	-	-	6,6	0,9	8,82	1/3x4 mm ²	1	4	9,88
	Bodega 12	6	6,6	-	-	6,6	0,9	8,82	1/3x4 mm ²	1	4	9,88

BUQUE PORTACONTENEDORES DE 20000 TEU'S ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA

Cuaderno 11: Definición de la planta eléctrica.

Miguel Ángel Rodríguez González

	Bodega 13	6	6,6	-	-	6,6	0,9	8,82	1/3x4 mm ²	1	4	9,88
	Bodega 14	6	6,6	-	-	6,6	0,9	8,82	1/3x4 mm ²	1	4	9,88
	Bodega 15	6	6,6	-	-	6,6	0,9	8,82	1/3x4 mm ²	1	4	9,88
	Bodega 16	6	6,6	-	-	6,6	0,9	8,82	1/3x4 mm ²	1	4	9,88
	Bodega 17	4	4,8	-	-	4,8	0,9	6,42	1/3x4 mm ²	1	4	7,19
	Bodega 18	6	4,8	-	-	4,8	0,9	6,42	1/3x4 mm ²	1	4	7,19
	Bodega 19	6	6,6	-	-	6,6	0,9	8,82	1/3x4 mm ²	1	4	9,88
	Bodega 20	4	6,6	-	-	6,6	0,9	8,82	1/3x4 mm ²	1	4	9,88
	Bodega 21	4	6,6	-	-	6,6	0,9	8,82	1/3x4 mm ²	1	4	9,88
	Bodega 22	2	6,6	-	-	6,6	0,9	8,82	1/3x4 mm ²	1	4	9,88
	Ventilación/Extracción G.	12	24	-	-	24,0	0,9	32,08	1/3x6 mm ²	1	6	23,96
ELEVADORES	10. ASCENSORES Y MONTACARGAS						TENSIÓN 480 V					
	Ascensor	1	20	-	-	20	0,9	26,73	1/3x6 mm ²	1	6	19,97
	Montacargas	1	10	-	-	10	0,9	13,36	1/3x4 mm ²	1	4	14,97
EQUIPOS DE HABILITACIÓN	11. FONDA Y HOTEL						TENSIÓN 480 V					
	Cocina eléctrica	2	15	-	-	15	0,9	20,05	1/3x4 mm ²	1	4	22,46
	Frigorífico	2	1	-	-	1	0,9	1,34	1/3x4 mm ²	1	4	1,50
	Horno industrial	1	5	-	-	5	0,9	6,68	1/3x4 mm ²	1	4	7,49
	Microondas	2	4	-	-	4	0,9	5,35	1/3x4 mm ²	1	4	5,99
	Freidora	1	5	-	-	5	0,9	6,68	1/3x4 mm ²	1	4	7,49
	Lavaplatos	2	4	-	-	4	0,9	5,35	1/3x4 mm ²	1	4	5,99
	Cafetera	5	3	-	-	3	0,9	4,01	1/3x4 mm ²	1	4	4,49
	Compresores Gambuzas frigoríficas	4	15	-	-	15	0,9	20,05	1/3x4 mm ²	1	4	22,46
	Lavadoras	2	2	-	-	2	0,9	2,67	1/3x4 mm ²	1	4	2,99
	Secadoras	2	3	-	-	3	0,9	4,01	1/3x4 mm ²	1	4	4,49
	Plancha	2	5	-	-	5	0,9	6,68	1/3x4 mm ²	1	4	7,49

BUQUE PORTACONTENEDORES DE 20000 TEU'S ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA

Cuaderno 11: Definición de la planta eléctrica.

Miguel Ángel Rodríguez González

	Televisores	15	0,2	-	-	0,2	0,9	0,27	1/3x4 mm ²	1	4	0,30
	Trituradora de basuras	1	9	-	-	9	0,9	12,03	1/3x4 mm ²	1	4	13,48
	Incineradora	1	14,7	-	-	14,7	0,9	19,65	1/3x4 mm ²	3	4	7,34
	Compactadora	1	3,6	-	-	3,6	0,9	4,81	1/3x4 mm ²	1	4	5,39
MANTENIMIENTO	12. EQUIPOS DE MANTENIMIENTO						TENSIÓN 240 V					
	Torno	1	3,5	-	-	3,5	0,9	9,36	1/3x4 mm ²	1	4	10,48
	Grupo de soldadura	1	1	-	-	1	0,9	2,67	1/3x4 mm ²	1	4	2,99
	Rectificadora	1	8,5	-	-	8,5	0,9	22,72	1/3x4 mm ²	1	4	25,46
	Taladro	1	1	-	-	1	0,9	2,67	1/3x4 mm ²	1	4	2,99
EQUIPOS VARIOS	13. EQUIPOS DE CUBIERTA Y SERVO						TENSIÓN 480 V					
	Molinetes	4	1035	-	-	1035	0,9	1383,24	8/3x95 mm ²	8	95	8,16
	Chigres	12	60	-	-	60	0,9	80,19	1/3x25 mm ²	1	25	14,38
	Servomotor	1	90	-	-	90	0,9	120,28	1/3x50 mm ²	1	50	10,78
LUZ	14. ILUMINACIÓN						TENSIÓN 240 V					
	Alumbrado Interior (HAB + CM)	1	137,5	-	-	137,5	0,9	367,53	4/3x35 mm ²	4	35	11,77
	Alumbrado de navegación	1	30,1	-	-	30,1	0,9	80,45	1/3x25 mm ²	1	25	14,42
	Alumbrado exterior	1	325	-	-	325	0,9	868,70	8/3x50 mm ²	8	50	9,73
	Alumbrado de emergencia	1	40	-	-	40	0,9	106,92	1/3x50 mm ²	1	50	9,58
NAVEGACIÓN	15. EQUIPOS DE NAVEGACIÓN, COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA						TENSIÓN 240 V					
	Equipo radio	1	5	-	-	5,0	0,9	13,36	1/3x4 mm ²	1	4	14,97
	Equipo de navegación	1	6	-	-	6,0	0,9	16,04	1/3x4 mm ²	1	4	17,97
	TYFON	1	5	-	-	5,0	0,9	13,36	1/3x4 mm ²	1	4	14,97
	Automatización	1	5	-	-	5,0	0,9	13,36	1/3x4 mm ²	1	4	14,97
	Protección catódica	1	24	-	-	24,0	0,9	64,15	1/3x25 mm ²	1	25	11,50
PROP. PROA	16. HÉLICE DE PROA						TENSIÓN 3300 V					
	Propulsor de proa	2	3000	-	-	3000,0	0,9	583,18	5/3x50 mm ²	5	50	10,45

11 INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS

Los interruptores automáticos son aparatos mecánicos de conexión capaces de establecer, soportar e interrumpir corrientes en las condiciones normales del circuito, así como establecer, soportar durante un tiempo determinado e interrumpir intensidades de sobrecarga o establecer la corriente eléctrica.

En este apartado se procede a calcular el poder de corte de los interruptores automáticos necesarios en el buque proyecto. Se establece que el poder de corte de un elemento de protección es el valor eficaz de la intensidad con un determinado coseno de φ y con una determinada tensión, que un interruptor o un fusible puede desconectar con servicio seguro.

$$I_{kg} = \frac{I_{rg} \cdot 100}{X_d''\%}$$

Donde los términos son:

- I_{kg} → valor máximo de la corriente de cortocircuito en el punto de instalación
- I_{rg} → es la corriente asignada del generador

$$I_{rg} = \frac{S_{rg}}{\sqrt{3} \cdot U_T}$$

- X_d'' → es la reactancia transitoria, para la cual se toma un valor del 15%

El interruptor automático de protección del generador debe elegirse en base a los siguientes criterios:

- Corriente regulada superior a la corriente asignada del generador.
- Poder de corte I_{cu} o I_{cs} superior al valor máximo de la corriente de cortocircuito en el punto de instalación.
 - En el caso de n generadores: $I_{CU} \geq I_{kg} \cdot (n - 1)$

A continuación, se muestra la tabla con los resultados obtenidos de los cálculos.

GENERADORES PRINCIPALES	
INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS	
Generador en kW	4800,00
I_{rg}	6,42
S_{rg}	5333,33
U_t	480,00
X_d	15,00
cos φ	0,90
I_{kg}	42,77
$I_{kg} \cdot (n-1)$	85,53

GENERADOR EMERGENCIA	
INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS	
Generador en kW	1800,00
Irg	2,41
Srg	2000,00
Ut	480,00
Xd	16,00
cos fi	0,90
Ikg	15,04

Una vez realizados los cálculos, se elige el tipo de interruptor automático en la tabla siguiente:

$(U_e \leq 440 \text{ V})$	$I_e \text{ (AC1) (A)}$		$I_e \text{ (AC3)}$ $T \leq 55^\circ\text{C}$
	$t \leq 55^\circ\text{C}$	$t \leq 70^\circ\text{C}$	
K9	25	17	9
K12	25	17	12
K18	32	22	18
K25	40	28	25
K32	50	35	32
K40	80	42	40
K50	80	56	50
K65	80	56	65
K80	125	80	80
K95	125	80	95

Para el caso de los generadores principales, se escogería un K95 de clase AC3, teniendo este en torno a 1,75 millones de maniobras.

Sin embargo, para el generador de emergencia, se escogerá un K18 de clase AC3, el cual proporcionará en torno a 2 millones de maniobras.

12 ESQUEMA UNIFILAR

En el esquema unifilar que se muestra en el Anexo III, donde se puede ver con más detalle, representa la planta eléctrica del buque proyecto. Está compuesto de los generadores de corriente y los diferentes equipos instalados en el buque.

Los servicios se clasifican como:

- **Servicios esenciales:** Son aquellos con los cuales el buque no puede mantenerse autopropulsado. Este tipo de servicios tendrán preferencia frente al resto.
- **Servicios no esenciales:** Su funcionamiento no afecta a la navegabilidad del buque, aunque tuvieran algún tipo de fallo.
- **Servicios de emergencia:** Son aquellos que deberán estar operativos en caso de accidente, como por ejemplo el caso de las bombas CI. Éstos son alimentados por el generador de emergencia.

En el esquema se pueden encontrar tanto los consumidores de 480 V como los de 240 V.

El esquema unifilar representa una distribución en la cual se garantiza la continuidad del servicio de manera que se establecen etapas de potencia segregadas. Los generadores están repartidos en secciones y cada sección dispone con un embarrado y la posibilidad de ser interconectadas ambas secciones si fuera necesario.

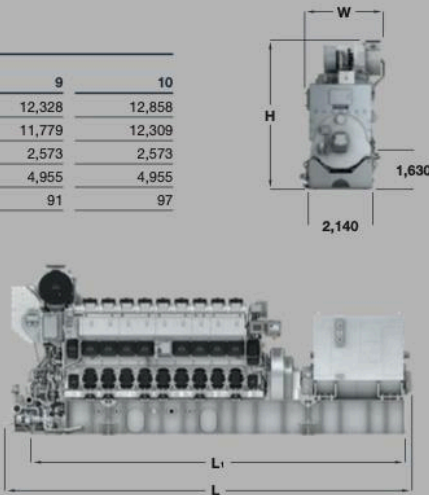
13 ANEXO I: MOTORES GENERADORES

MAN L32/44CR

GenSet

Dimensions

Cyl. No.		6	7	8	9	10
L	mm	10,738	11,268	11,798	12,328	12,858
L _i	mm	10,150	10,693	11,236	11,779	12,309
W	mm	2,490	2,490	2,573	2,573	2,573
H	mm	4,768	4,768	4,955	4,955	4,955
Dry mass	t	71	78	84	91	97



Output

Speed	rpm	750	750	720	720
Frequency	Hz	50	50	60	60
		Eng.	Gen.*	Eng.	Gen.*
MAN 6L32/44CR	kW	3,600	3,474	3,600	3,474
MAN 7L32/44CR**	kW	4,060	3,918	4,060	3,918
MAN 8L32/44CR	kW	4,800	4,632	4,800	4,632
MAN 9L32/44CR	kW	5,400	5,211	5,400	5,211
MAN 10L32/44CR	kW	6,000	5,790	6,000	5,790

* Based on nominal generator efficiencies of 96.5 %
** 580 kW/cyl

Last updated July 2018

General

- Engine cycle: four-stroke
- No. of cylinders: 6, 7, 8, 9, 10
- Bore: 320 mm - Stroke: 440 mm
- Swept volume per cyl: 35.4 dm³

Fuel consumption at 85% MCR*

- SFOC: 172 g/kWh
- SFOC: 173 g/kWh, 580 kW (7 cyl.)

Cylinder output (MCR)

- At 750/720 rpm: 600 kW
- At 750/720 rpm: 580 kW (7 cyl.)
- Power-to-weight ratio: 16.2 - 19.7 kg/kW

Compliance with emission regulations*

- IMO Tier II
- IMO Tier III (with MAN SCR)
- EPA Tier 2

Main features

Turbocharging system

- High efficiency constant pressure MAN TCR series exhaust turbocharging system

Engine automation and control

- MAN in-house developed engine attached safety and control system MAN SaCoS_{one}

Fuel system

- Advanced electronic common rail injection system

Lube oil system

- Attached lube oil automatic filter

Cooling system

- 2-string high and low temperature cooling water systems

Starting system

- Pressurized air starter (turbine type)

Engine mounting

- Direct resilient mounting of the engine on the foundation frame (cone elements)

Optional equipment

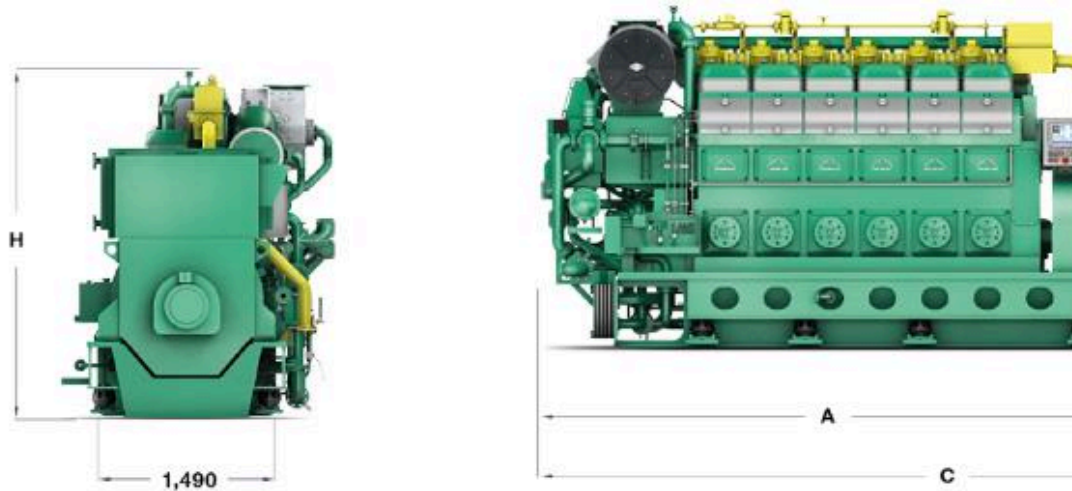
- MAN ECOMAP concept - using different IMO Tier II compliant injection maps to improve fuel economy
- Frame auxiliary box (FAB) attached at engine free end available

MCR = Maximum continuous rating
SCR = Selective catalytic reduction
SFOC = Specific fuel oil consumption
* According to IMO E2 test cycle

MAN Energy Solutions

86224 Augsburg, Germany
P + 49 821 322-0
F + 49 821 322-3382
info@man-es.com
www.man-es.com

14 ANEXO II: GENERADOR DE EMERGENCIA



Dimensions

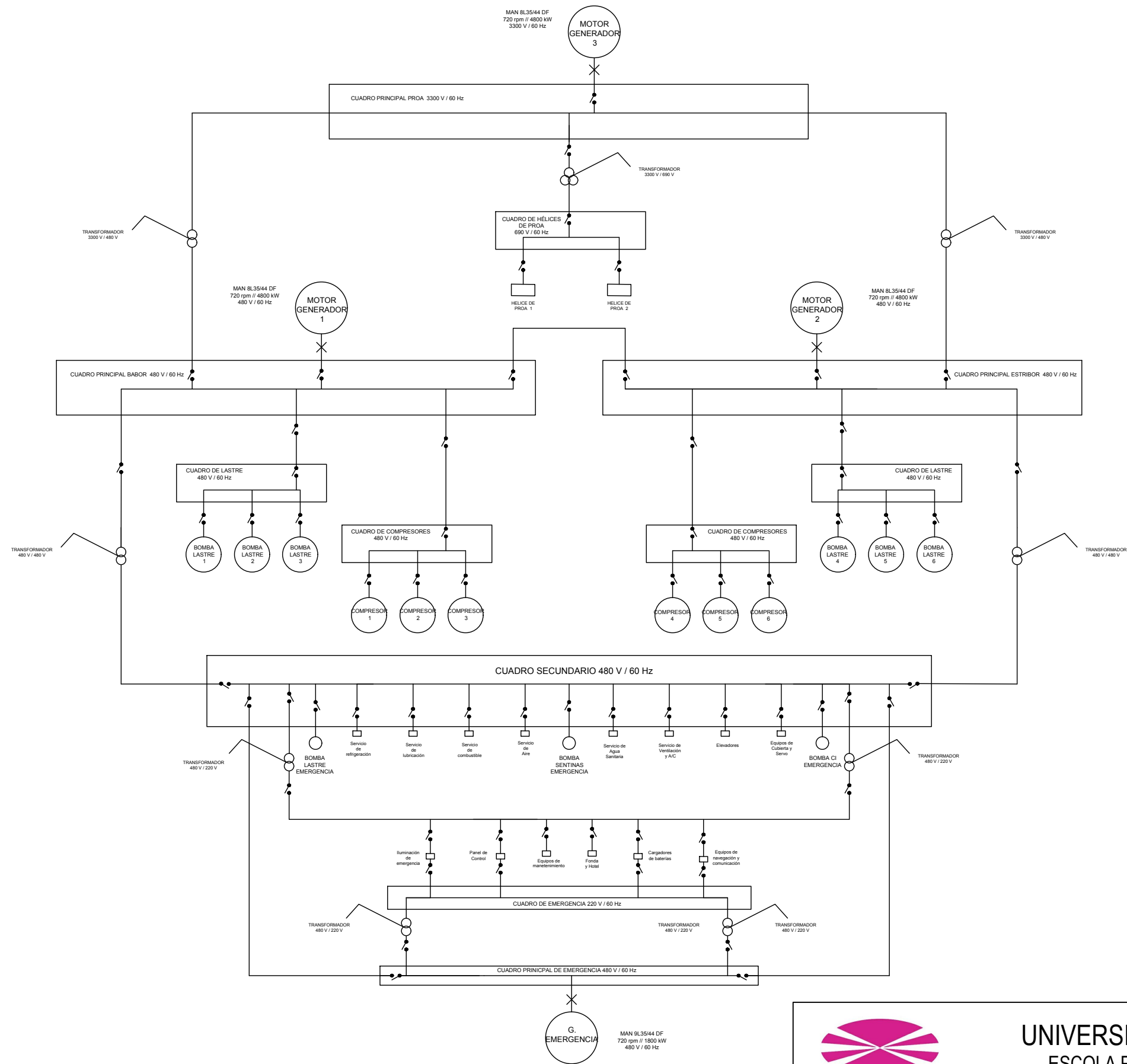
Cyl. No.	5	6	7	8	9	
	720/750	720/750	720/750	720/750	720/750	r/min
A	4,321	4,801	5,281	5,761	6,241	mm
B	2,400	2,510	2,680	2,770	2,690	mm
C	6,721	7,311	7,961	8,531	8,931	mm
H	2,835	3,009	3,009	3,009	3,009	mm
Dry mass	32,6	36,3	39,4	40,7	47,1	t

Output

Speed	750	750	720	720	r/min
Frequency	50	50	60	60	Hz
	Eng. kW	Gen. kW*	Eng. kW	Gen. kW*	
MAN 5L28/32DF	1,000	950	1,000	950	kW
MAN 6L28/32DF	1,200	1,140	1,200	1,140	kW
MAN 7L28/32DF	1,400	1,330	1,400	1,330	kW
MAN 8L28/32DF	1,600	1,520	1,600	1,520	kW
MAN 9L28/32DF	1,800	1,710	1,800	1,710	kW

* Based on nominal generator efficiencies of 95%. Gas methane number ≥ 80 .

15 ANEXO III: ESQUEMA UNIFILAR



UNIVERSIDADE DA CORUÑA
ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR



PROYECTO: BUQUE PROTACONTENEDORES DE 20000 TEUS CON RUTA ASIA-NORTE DE EUROPA

TÍTULO PLANO: ESQUEMA UNIFILAR

FIRMA:

ESCALA: SE

FORMATO: A3

AUTOR: MIGUEL ÁNGEL RODRÍGUEZ GONZÁLEZ

FECHA: SEPTIEMBRE 2021

Nº DE PLANO: 01/01