



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado
CURSO 2019/2020

PETROLERO SUEZMAX 150000 TPM

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNO

Julián Rodríguez Cortegoso

TUTOR

Fernando Lago Rodríguez

FECHA

Septiembre, 2019

11.1. RPA



GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA **TRABAJO FIN DE GRADO**

CURSO 2019-2020

PROYECTO NÚMERO: GENO-1920-04.

TIPO DE BUQUE: Petrolero Suezmax 150000 TPM.

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

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: Crudo de densidad máxima 0,86 t/m³.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 15 nudos (85 % MCR – 10 % MM) y 10000 millas.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Cámara de bombas.

PROPULSIÓN: Diésel eléctrica.

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 25 personas con camarotes individuales.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Los habituales en este equipo.

Ferrol, 10 septiembre 2019

ALUMNO: D. JULIÁN RODRÍGUEZ CORTEGOSO



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO 2019/2020**

PETROLERO SUEZMAX 150000 TPM

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

Cuaderno 11

DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA

ÍNDICE

11.1. RPA	2
11.2. Introducción	6
11.3. Definición de la planta eléctrica.....	7
11.3.1. Corriente.....	7
11.3.2. Frecuencia y tensión	7
11.3.3. Composición.....	8
11.4. Consumidores del barco	10
11.4.1. Servicio de propulsión y gobierno	11
11.4.2. Auxiliares de máquinas.....	11
11.4.2.1. Sistema de combustible	12
11.4.2.2. Sistema de aceite lubricante	12
11.4.2.3. Sistema de agua de refrigeración.....	12
11.4.2.4. Sistema de aire de arranque	12
11.4.3. Auxiliares de casco.....	13
11.4.3.1. Sistema sanitario	13
11.4.3.2. Servicio de sentinas	13
11.4.3.3. Sistema contraincendios	13
11.4.3.4. Sistema de carga y descarga	13
11.4.3.5. Servicio de lastre	13
11.4.3.6. Sistema de gas inerte	14
11.4.4. Ventilación y aire acondicionado	14
11.4.4.1. Ventilación	14
11.4.4.2. Aire acondicionado.....	14
11.4.5. Talleres	15
11.4.6. Aparatos de navegación y comunicación.....	15
11.4.7. Maquinaria de cubierta	15
11.4.8. Servicios comunes	16
11.4.9. Iluminación	16
11.4.9.1. Alumbrado interior.....	17
11.4.9.2. Alumbrado exterior.....	21
11.4.9.3. Luces de navegación	21
11.4.9.4. Alumbrado de emergencia	22
11.5. Balance eléctrico.....	24
11.5.1. Justificación de coeficientes	24
11.5.2. Cálculo del balance eléctrico	25
11.5.2.1. Navegación a plena carga.....	25

11.5.2.2. Navegación en lastre	31
11.5.2.3. Puerto cargando/descargando	37
11.5.2.4. Maniobra.....	43
11.5.2.5. Puerto amarrado	49
11.5.2.6. Emergencia.....	55
11.5.3. Resumen del balance eléctrico.....	62
11.6. Selección de la planta generadora	63
11.6.1. Fuente principal de energía	63
11.6.1.1. Elección del número de generadores.....	63
11.6.1.2. Reserva de energía.....	65
11.6.2. Planta de emergencia.....	67
11.7. Cableado	69
11.8. Diagrama unifilar.....	76
11.9. Bibliografía.....	77
Anexo I: Buque base.....	78
Anexo II: Diagrama unifilar.....	80

11.2. INTRODUCCIÓN

En este cuaderno se realizará el balance eléctrico del buque, incluyendo sus consumidores principales y aquellos definidos y dimensionados en los distintos cuadernos, para las principales condiciones de navegación del mismo, con el objetivo de seleccionar la planta de generación eléctrica del buque, cumpliendo los requisitos del *Convenio SOLAS* y verificando el régimen de funcionamiento en las distintas condiciones de operación. Por último, también se realizará el diagrama general de la planta eléctrica del buque.

En la siguiente tabla se muestran las características principales del barco del proyecto:

Dimensiones	Valor	Unidades
L_{pp}	263,6	m
B	48	m
D	24	m
T	17,2	m
Δ	186563	t
v	15	kn
C_b	0,823	-
C_p	0,826	-
C_m	0,996	-
C_{wf}	0,896	-

11.3. DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA

Por planta eléctrica se entiende el conjunto de todos los equipos eléctricos instalados a bordo tales como generadores, motores, conductores, aparataje, etc.

A continuación, definiremos sus principales características:

11.3.1. CORRIENTE

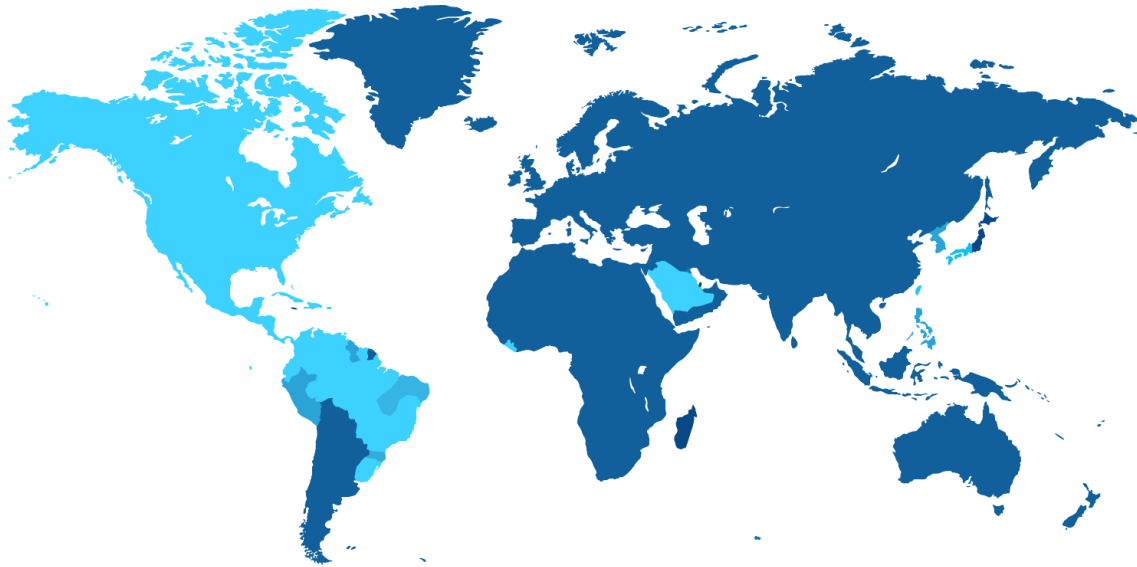
La corriente en buques mercantes es mayoritariamente alterna y su uso viene justificado por presentar las siguientes ventajas:

- Menor peso, volumen y coste de las máquinas.
- Mayor fiabilidad y robustez de los elementos instalados, lo que redundará en un menor coste de mantenimiento.
- Mayor disponibilidad comercial de equipos.
- Posibilidad de utilizar un mayor margen de niveles de tensión respecto a la corriente continua.
- Permite el empleo de tensiones más elevadas reduciéndose así el peso al disminuir la sección necesaria.
- El empleo de corriente alterna permite escalar las tensiones empleadas mediante la instalación de transformadores.
- Mayor compatibilidad con los equipos utilizados en tierra.

Para maximizar los beneficios del uso de corriente alterna, sobre todo desde el punto de vista de la generación, la corriente generada a bordo será alterna trifásica.

11.3.2. FRECUENCIA Y TENSIÓN

La elección de la tensión y la frecuencia está condicionada por la empleada en los puertos en los que el barco del proyecto atraque. Este barco está diseñado para atravesar el canal de Suez partiendo del puerto de Ras Tanura, en Arabia Saudí, hasta Nueva York, en Estados Unidos, por lo que se emplearán los valores que le corresponden a estos países y que vienen en la siguiente imagen:



● 100-127V - 60Hz ● 220-240V - 50Hz ● 220-240V - 60Hz ● 100-127V - 50Hz

Tanto Arabia Saudí como Estados Unidos emplean una frecuencia de 60 Hz, por lo que será la elegida para el barco del proyecto.

Para la elección de la tensión se tendrá en cuenta la siguiente tabla proporcionada por el fabricante *MAN*:

Total installed alternator power	Voltage	Breaking capacity of CB
< 10 – 12 MWe (and: Single propulsion motor < 3,5 MW)	480 V	100 kA
< 13 – 15 MWe (and: Single propulsion motor < 4,5 MW)	690 V	100 kA
< 48 MWe	6600 V	30 kA
< 130 MWe	11000 V	50 kA

Nos encontramos en el rango de potencia correspondiente a la tercera fila, lo que supone una tensión de 6600 V con una capacidad de corte de 30 kA.

De los cuadros principales, mediante transformadores, se bajará la tensión a 480 V en los cuadros secundarios, que abastecerán a todos los equipos de potencia. Se dispondrán también cuadros de baja tensión a 240 V para los equipos que estén más expuestos a la tripulación como los de navegación y comunicación, el alumbrado, las máquinas y herramientas y el servicio de fonda y hotel.

11.3.3. COMPOSICIÓN

La planta eléctrica del buque estará compuesta por los siguientes elementos:

- Planta generadora de energía eléctrica: es la planta encargada de generar la energía eléctrica mediante la transformación de energía mecánica. A su vez las plantas generadoras se dividen en:
 - Planta principal: es la encargada del suministro eléctrico en condiciones normales. Su potencia debe ser tal que permita el normal funcionamiento de la instalación.
 - Planta de emergencia o auxiliar: su misión es suministrar la energía eléctrica necesaria para alimentar todos los servicios esenciales para la seguridad en caso de emergencia.

- Cuadros de distribución: están destinados a distribuir energía eléctrica para los servicios del buque. Se dividen en un cuadro principal y otro de emergencia.
- Red de distribución: es la encargada de unir el cuadro principal con las estaciones y subestaciones de distribución.
- Transformadores: son los encargados de transformar la tensión en aquellos sistemas cuyo funcionamiento se produzca a tensiones menores que las nominales.
- Convertidores de frecuencia: son los dispositivos empleados para controlar la velocidad de los motores eléctricos.
- Conjunto de consumidores: Son los elementos y equipos que consumen la energía eléctrica y que facilitan el funcionamiento del buque.

11.4. CONSUMIDORES DEL BARCO

En este apartado se realizará una agrupación de los distintos consumidores que se encuentran a bordo del buque. La potencia total instalada será la suma de todas las potencias de los receptores eléctricos instalados.

Para la determinación de los consumos es necesario conocer la potencia absorbida de los equipos instalados, la cual en algunos casos ha sido obtenida a partir de catálogos comerciales. En aquellos productos en los que se desconozca este valor, como por ejemplo las bombas accionadas por motores eléctricos, obtendremos la potencia absorbida a partir de los valores de la potencia útil y el rendimiento propuestos por la siguiente tabla:

Table 1 Table with efficiency classes: IE 60034-30 (2008)

kW	HP	IE-1 - Standard efficiency						IE2 - High efficiency						IE3 - Premium efficiency					
		2 pole		4 pole		6 pole		2 pole		4 pole		6 pole		2 pole		4 pole		6 pole	
		50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz
0.75	1	72.1	77.0	72.1	78.0	70.0	73.0	77.4	75.5	79.6	82.5	75.9	80.0	80.7	77.0	82.5	85.5	78.9	82.5
1.1	1.5	75.0	78.5	75.0	79.0	72.9	75.0	79.6	82.5	81.4	84.0	78.1	85.5	82.7	84.0	84.1	86.5	81.0	87.5
1.5	2	77.2	81.0	77.2	81.5	75.2	77.0	81.3	84.0	82.8	84.0	79.8	86.5	84.2	85.5	85.3	86.5	82.5	88.5
2.2	3	79.7	81.5	79.7	83.0	77.7	78.5	83.2	85.5	84.3	87.5	81.8	87.5	85.9	86.5	86.7	89.5	84.3	89.5
3	3	81.5	-	81.5	-	79.7	-	84.6	-	85.5	-	83.3	-	87.1	-	87.7	-	85.6	-
3.7	5	-	84.5	-	85.0	-	83.5	-	87.5	-	87.5	-	87.5	-	88.5	-	89.5	-	89.5
4	4	83.1	-	83.1	-	81.4	-	85.8	-	86.6	-	84.6	-	88.1	-	88.6	-	86.8	-
5.5	7.5	84.7	86.0	84.7	87.0	83.1	85.0	87.0	88.5	87.7	89.5	86.0	89.5	89.2	89.5	89.6	91.7	88.0	91.0
7.5	10	86.0	87.5	86.0	87.5	84.7	86.0	88.1	89.5	88.7	89.5	87.2	89.5	90.1	90.2	90.4	91.7	89.1	91.0
11	15	87.6	87.5	87.6	88.5	86.4	89.0	89.4	90.2	89.8	91.0	88.7	90.2	91.2	91.0	91.4	92.4	90.3	91.7
15	20	88.7	88.5	88.7	89.5	87.7	89.5	90.3	90.2	90.6	91.0	89.7	90.2	91.9	91.0	92.1	93.0	91.2	91.7
18.5	25	89.3	89.5	89.3	90.5	88.6	90.2	90.9	91.0	91.2	92.4	90.4	91.7	92.4	91.7	92.6	93.6	91.7	93.0
22	30	89.9	89.5	89.9	91.0	89.2	91.0	91.3	91.0	91.6	92.4	90.9	91.7	92.7	91.7	93.0	93.6	92.2	93.0
30	40	90.7	90.2	90.7	91.7	90.2	91.7	92.0	91.7	92.3	93.0	91.7	93.0	93.3	92.4	93.6	94.1	92.9	94.1
37	50	91.2	91.5	91.2	92.4	90.8	91.7	92.5	92.4	92.7	93.0	92.2	93.0	93.7	93.0	93.9	94.5	93.3	94.1
45	60	91.7	91.7	91.7	93.0	91.4	91.7	92.9	93.0	93.1	93.6	92.7	93.6	94.0	93.6	94.2	95.0	93.7	94.5
55	75	92.1	92.4	92.1	93.0	91.9	92.1	93.2	93.0	93.5	94.1	93.1	93.6	94.3	93.6	94.6	95.4	94.1	94.5
75	100	92.7	93.0	92.7	93.2	92.6	93.0	93.8	93.6	94.0	94.5	93.7	94.1	94.7	94.1	95.0	95.4	94.6	95.0
90	125	93.0	93.0	93.0	93.2	92.9	93.0	94.1	94.5	94.2	94.5	94.0	94.1	95.0	95.0	95.2	95.4	94.9	95.0
110	150	93.3	93.0	93.3	93.5	93.3	94.1	94.3	94.5	94.5	95.0	94.3	95.0	95.2	95.0	95.4	95.8	95.1	95.8
132	-	93.5	-	93.5	-	93.5	-	94.6	-	94.7	-	94.6	-	95.4	-	95.6	-	95.4	-
150	200	-	94.1	-	94.5	-	94.1	-	95.0	-	95.0	-	95.0	-	95.4	-	96.2	-	95.8
160	-	93.8	-	93.8	-	93.8	-	94.8	-	94.9	-	94.8	-	95.6	-	95.8	-	95.6	-
185	250	-	94.1	-	94.5	-	94.1	-	95.4	-	95.4	-	95.0	-	95.8	-	96.2	-	95.8
200	-	94.0	-	94.0	-	94.0	-	95.0	-	95.1	-	95.0	-	95.8	-	96.0	-	95.8	-
220	300	94.0	94.1	94.0	94.5	94.0	94.1	95.0	95.4	95.1	95.4	95.0	95.0	95.8	95.8	96.0	96.2	95.8	95.8
250	350	94.0	94.1	94.0	94.5	94.0	94.1	95.0	95.4	95.1	95.4	95.0	95.0	95.8	95.8	96.0	96.2	95.8	95.8
300	400	94.0	94.1	94.0	94.5	94.0	94.1	95.0	95.4	95.1	95.4	95.0	95.0	95.8	95.8	96.0	96.2	95.8	95.8
330	450	94.0	94.1	94.0	94.5	94.0	94.1	95.0	95.4	95.1	95.4	95.0	95.0	95.8	95.8	96.0	96.2	95.8	95.8
375	500	94.0	94.1	94.0	94.5	94.0	94.1	95.0	95.4	95.1	95.4	95.0	95.0	95.8	95.8	96.0	96.2	95.8	95.8

En el barco del proyecto se elegirán los valores correspondientes a motores de cuatro polos para una alta eficiencia (IE2). La frecuencia empleada será la misma que la frecuencia del buque (60 Hz).

Para realizar la lista exhaustiva de consumidores se puede atender a varios criterios:

- Grado de esencialidad a bordo del equipo.
- Servicio al que pertenece el equipo.
- Red de distribución a la que pertenece en función de la potencia demandada por el equipo.
- Red de distribución en función de la frecuencia de alimentación demandada por el equipo.

Teniendo en cuenta el grado de esencialidad de los consumidores de cara a la seguridad y el cumplimiento del buque:

- Servicios no esenciales: aquellos cuyo fallo no afecta la operación segura del buque, como por ejemplo las grúas de cargas.

- Servicios esenciales: son aquellos que son vitales para el mantenimiento de unas condiciones normales de propulsión y seguridad y mantenimiento mínimo de habitabilidad y conservación de la carga. Aparecen definidos en los reglamentos de las Sociedades de Clasificación, y son por ejemplo los compresores de aire, las bombas contra incendios, de lastre, etc.
- Servicios de emergencia: aquellos que deben funcionar en una situación de emergencia, pero también en condiciones normales, por lo tanto, deben de tener doble alimentación.

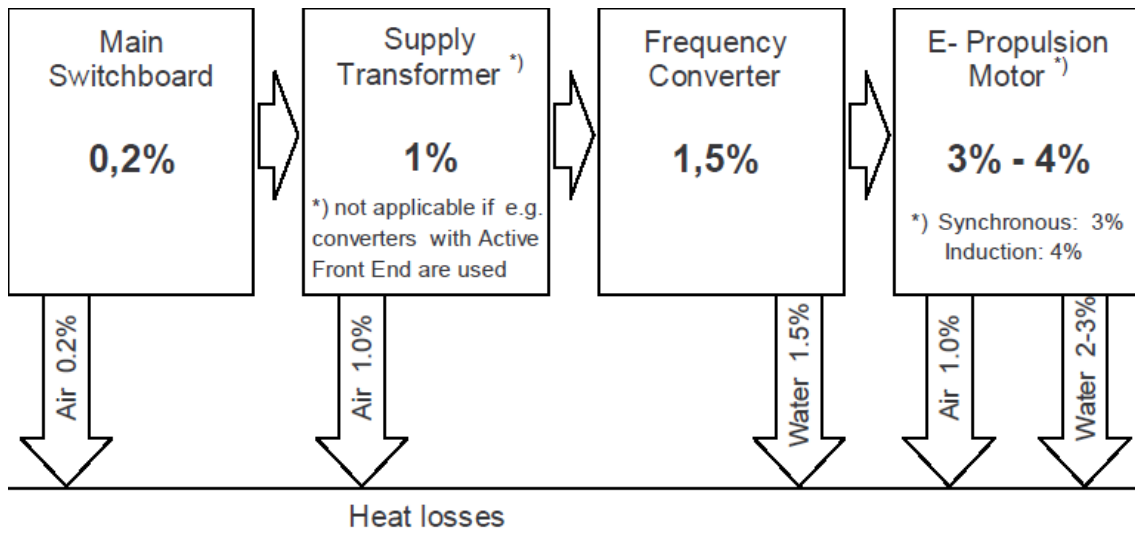
En nuestro caso, consideraremos una clasificación de los consumidores por servicio, como se muestra a continuación:

11.4.1. SERVICIO DE PROPULSIÓN Y GOBIERNO

Este servicio lo componen los dos motores eléctricos y el servo principal y auxiliar. Los valores han sido obtenidos en el *Cuaderno 6: Predicción de potencia y selección de planta propulsora*:

Equipo	Uds.	P. Obtenida (kW)	P.Unitaria (kW)			P.Total (kW)
			P.Útil (kW)	η_e	P.Abs (kW)	N·P.Abs (kW)
Motores eléctricos	2	-	15400	0,943	16330,9	32661,7
Servo principal	1	161,5	185	0,954	193,9	193,9
Servo auxiliar	1	34,8	37	0,93	39,8	39,8

Para el rendimiento de los motores eléctricos de propulsión se han tenido en cuenta las siguientes pérdidas:



Para el barco del proyecto, por contar con motores síncronos tendrán un valor de:

$$\text{Pérdidas} = 3\% + 1,5\% + 1\% + 0,2 = 5,7\%$$

Haciendo un rendimiento igual a:

$$\eta_e = 100\% - 5,7\% = 94,3\%$$

11.4.2. AUXILIARES DE MÁQUINAS

Estos sistemas han sido calculados en el *Cuaderno 10: Definición de la planta propulsora y sus auxiliares* y lo componen:

11.4.2.1. SISTEMA DE COMBUSTIBLE

Este sistema está formado por bombas, calentadores y purificadores:

EQUIPOS	Uds.	P. Obtenida (kW)	P.Unitaria (kW)			P.Total
			P.Útil (kW)	η_e	P.Abs (kW)	N·P.Abs (kW)
Bombas de trasiego	2	11,3	15	0,91	16,5	33
Bombas purificador	2	1,7	2,2	0,875	2,5	5,0
Precaentador	2	-	-	-	155	310
Purificador	2	-	-	-	18,5	37
Bomba MDO	2	1	1,1	0,84	1,3	2,6
Bomba de suministro	2	7,1	7,5	0,895	8,4	16,8
Bomba booster	2	16,8	18,5	0,924	20	40
Calentador final	2	-	-	-	1095	2190

11.4.2.2. SISTEMA DE ACEITE LUBRICANTE

En este sistema se incluyen las bombas de prelubricación, stand-by y de trasiego, además del precaentador y del purificador de aceite:

EQUIPOS	Uds.	P. Obtenida (kW)	P.Unitaria (kW)			P.Total
			P.Útil (kW)	η_e	P.Abs (kW)	N·P.Abs (kW)
Precaentador	3	-	-	-	41,2	123,6
Bomba Stand-by	3	75,9	90	0,945	95,2	285,7
Bomba prelubricación	3	4,9	5,5	0,895	6,1	18,4
Purificador	3	-	-	-	2,3	6,9
Bomba trasiego	1	0,35	0,75	0,825	0,9	0,9

11.4.2.3. SISTEMA DE AGUA DE REFRIGERACIÓN

Para este sistema se tendrán en cuenta las bombas de refrigeración de agua salada y las de agua dulce de alta y baja temperatura, además del precaentador:

EQUIPOS	Uds.	P. Obtenida (kW)	P.Unitaria (kW)			P.Total
			P.Útil (kW)	η_e	P.Abs (kW)	N·P.Abs (kW)
Bomba Agua salada	2	137,8	150	0,95	157,9	315,8
Bomba A.D. L.T. Stand-by	1	74,7	75	0,945	79,4	79,4
Bomba inyectoras	1	0,84	1,1	0,84	1,3	1,3
Bomba precaentador	3	3,5	3,7	0,875	4,2	12,7
Precaentador	3	-	-	-	96	288
Bomba A.D. H.T. Stand-by	3	17,2	18,5	0,924	20	60

11.4.2.4. SISTEMA DE AIRE DE ARRANQUE

Formado por los compresores de aire de arranque:

EQUIPO	Uds.	P. Obtenida (kW)	P.Unitaria (kW)			P.Total
			P.Útil (kW)	η_e	P.Abs (kW)	N·P.Abs (kW)
Compresores	2	-	-	-	37	74

11.4.3. AUXILIARES DE CASCO

Estos sistemas han sido calculados en el *Cuaderno 12: Equipos y servicios* y se clasifican de la siguiente manera:

11.4.3.1. SISTEMA SANITARIO

El sistema sanitario está formado por los generadores de agua dulce, las bombas de suministro y de circulación, el calentador eléctrico, la planta de tratamiento de aguas residuales y se incluirán también el incinerador y la compactadora:

EQUIPOS	Uds.	P. Obtenida (kW)	P.Unitaria (kW)			P.Total
			P.Útil (kW)	η_e	P.Abs (kW)	N·P.Abs (kW)
Generador de agua dulce	2	-	-	-	4,9	9,8
Bombas de suministro	2	2,8	3	0,855	3,5	7,0
Bomba circulación agua fría	1	0,12	0,75	0,825	0,9	0,9
Bomba circulación a. caliente	1	0,1	0,75	0,825	0,9	0,9
Calentador eléctrico	1	-	-	-	49,5	49,5
TAR	1	-	-	-	3,5	3,5
Incinerador	1	-	-	-	12,7	12,7
Compactadora	1	-	-	-	0,75	0,75

11.4.3.2. SERVICIO DE SENTINAS

Compuesto por las bombas y el separador de sentinas:

EQUIPOS	Uds.	P. Obtenida (kW)	P.Unitaria (kW)			P.Total
			P.Útil (kW)	η_e	P.Abs (kW)	N·P.Abs (kW)
Bombas de sentinas	2	64	75	0,945	79,4	158,7
Separador de sentinas	1	-	-	-	2,8	2,8

11.4.3.3. SISTEMA CONTRAINCENDIOS

Se incluyen las bombas CI principales y las de emergencia:

EQUIPOS	Uds.	P. Obtenida (kW)	P.Unitaria (kW)			P.Total
			P.Útil (kW)	η_e	P.Abs (kW)	N·P.Abs (kW)
Bombas CI	2	49	55	0,941	58,4	116,9
Bomba CI emergencia	1	73,4	75	0,945	79,4	79,4
Bomba rociadores	1	156	185	0,954	193,9	193,9

11.4.3.4. SISTEMA DE CARGA Y DESCARGA

Formado por las bombas de carga y descarga ubicadas en la cámara de bombas:

EQUIPO	Uds.	P. Obtenida (kW)	P.Unitaria (kW)			P.Total
			P.Útil (kW)	η_e	P.Abs (kW)	N·P.Abs (kW)
Bombas de C/D	3	1543,2	1600	0,951	1682,4	5047,3

11.4.3.5. SERVICIO DE LASTRE

Además de las bombas de lastre se incluirá la planta de tratamiento de aguas de lastre:

EQUIPOS	Uds.	P. Obtenida (kW)	P.Unitaria (kW)			P.Total
			P.Útil (kW)	η_e	P.Abs (kW)	N·P.Abs (kW)
Bombas de lastre	3	126	150	0,95	157,9	473,7
Tratamiento aguas de lastre	1	-	-	-	245	245

11.4.3.6. SISTEMA DE GAS INERTE

Este sistema cuenta con dos potencias en función del modo en el que trabaje:

EQUIPOS	Uds.	P. Obtenida (kW)	P.Unitaria (kW)			P.Total
			P.Útil (kW)	η_e	P.Abs (kW)	N·P.Abs (kW)
Generador gas inerte	1	-	-	-	225	225
Economizador	1	-	-	-	120	120

11.4.4. VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO

Los sistemas de ventilación y aire acondicionado se han definido en el *Cuaderno 12: Equipos y servicios*.

11.4.4.1. VENTILACIÓN

La ventilación se agrupa en los distintos espacios como se muestra a continuación:

EQUIPOS	Uds.	P. Obtenida (kW)	P.Unitaria (kW)			P.Total
			P.Útil (kW)	η_e	P.Abs (kW)	N·P.Abs (kW)
Ventilación CCMM	3	55	55	0,941	58,4	175,3
Ventilación Cámara de bombas	1	4	5,5	0,895	6,1	6,1
Ventilación espacios públicos	1	3	3,7	0,875	4,2	4,2
Ventilación aseos	4	0,32	0,75	0,825	0,9	3,6
Ventilación pañoles	1	0,37	0,75	0,825	0,9	0,9
Ventilación equipos eléctricos	1	0,25	0,75	0,825	0,9	0,9
Ventilación sala fumadores	1	0,37	0,75	0,825	0,9	0,9
Ventilación cocina	1	0,75	0,75	0,825	0,9	0,9
Ventilación sala de baterías	1	0,18	0,75	0,825	0,9	0,9
Ventilación sala de CO ₂	1	0,15	0,75	0,825	0,9	0,9
Ventilación generador emergencia	1	3	3,7	0,875	4,2	4,2
Ventilación almacén de pinturas	1	1,1	1,1	0,84	1,3	1,3
Ventilación incinerador	1	0,25	0,75	0,825	0,9	0,9
Ventilación sala motores eléctricos	1	22	22	0,924	23,8	23,8

11.4.4.2. AIRE ACONDICIONADO

Este equipo tendrá una potencia de:

EQUIPO	Uds.	P. Obtenida (kW)	P.Unitaria (kW)			P.Total
			P.Útil (kW)	η_e	P.Abs (kW)	N·P.Abs (kW)
AACC	1	-	-	-	31,5	31,5

11.4.5. TALLERES

Este servicio lo componen las siguientes máquinas y herramientas:

EQUIPOS	Uds.	P. Obtenida (kW)	P.Unitaria (kW)			P.Total
			P.Útil (kW)	η_e	P.Abs (kW)	N·P.Abs (kW)
Torno	1	-	-	-	1,5	1,5
Taladro	1	-	-	-	1	1
Esmeriladora	1	-	-	-	1	1
Equipo de soldadura	1	-	-	-	10	10
Rectificadora	1	-	-	-	1	1

11.4.6. APARATOS DE NAVEGACIÓN Y COMUNICACIÓN

Los equipos de navegación y comunicación considerados son:

EQUIPOS	Uds.	P. Obtenida (kW)	P.Unitaria (kW)			P.Total
			P.Útil (kW)	η_e	P.Abs (kW)	N·P.Abs (kW)
Receptor NAVTEX	1	-	-	-	0,4	0,4
INMARSAT Std. B	1	-	-	-	0,2	0,2
INMARSAT Std. C	2	-	-	-	0,3	0,6
Sistema de comunicación interior	1	-	-	-	0,8	0,8
Sistema de intercomunicación en maniobras	1	-	-	-	0,2	0,2
Sistema de alarma general	1	-	-	-	1,2	1,2
Sistema de navegación GPS	2	-	-	-	0,5	1
Ecosonda	1	-	-	-	0,8	0,8
Radar	3	-	-	-	1,2	3,6
Corredera	2	-	-	-	0,8	1,6
Sistema de identificación automático	1	-	-	-	0,8	0,8
Girocompás	1	-	-	-	0,3	0,3
Sistema indicador de la posición del timón	1	-	-	-	0,2	0,2
Registrador de datos de travesía	1	-	-	-	1	1

11.4.7. MAQUINARIA DE CUBIERTA

En este servicio se encuentran las grúas de carga, las grúas de provisiones, los chigres de amarre y los molinetes:

EQUIPOS	Uds.	P. Obtenida (kW)	P.Unitaria (kW)			P.Total
			P.Útil (kW)	η_e	P.Abs (kW)	N·P.Abs (kW)
Grúas de carga	2	51	55	0,941	58,4	116,9
Grúas de provisiones	2	25,5	30	0,93	32,3	64,5
Molinetes	2	350	375	0,954	393,1	786,2
Chigres de amarre	8	121	150	0,95	157,9	1263,2

11.4.8. SERVICIOS COMUNES

En este apartado se incluyen los equipos necesarios para la habitabilidad en el barco y que han sido definidos en el cuaderno 12:

EQUIPOS	Uds.	P. Obtenida (kW)	P.Unitaria (kW)			P.Total
			P.Útil (kW)	η_e	P.Abs (kW)	N·P.Abs (kW)
Cocina eléctrica	1	-	-	-	20	20
Horno	1	-	-	-	6	6
Peladora	1	-	-	-	0,5	0,5
Cafetera	2	-	-	-	1,5	3
Freidora	1	-	-	-	3	3
Lavavajillas	2	-	-	-	5,7	11,4
Frigorífico	2	-	-	-	0,6	1,2
Picadora	1	-	-	-	1	1
Lavadora	2	-	-	-	3,8	7,6
Secadora	2	-	-	-	3	6
Plancha	2	-	-	-	2,5	5

11.4.9. ILUMINACIÓN

En este apartado realizaremos el cálculo del alumbrado del barco del proyecto.

En primer lugar, definiremos el tipo de lámparas que se instalarán. Para llevar a cabo la iluminación a bordo disponemos de diversos tipos de luminarias o lámparas como las de incandescencia o las de tubos fluorescentes. En los últimos años y debido a su relación coste-horas de funcionamiento, la tecnología LED se ha ido imponiendo. En el barco del proyecto se ha optado por instalar este último tipo de bombillas por presentar las siguientes ventajas frente a las otras:

- Alta eficiencia: la iluminación LED consume un 80-90 % menos de electricidad que una bombilla corriente de similares características.
- Duración: se considera una duración entre 30000 y 50000 horas, hasta que su luminosidad decae por debajo del 70 %.
- Calidad de luz emitida.
- Baja tensión: la posibilidad de alimentarse a 12 y 24 voltios.
- Baja emisión de calor: al consumir poca energía las bombillas LED emiten poco calor.
- Versatilidad.

Una vez que se ha definido el tipo de lámparas a instalar, realizaremos el cálculo de los siguientes tipos de alumbrado:

11.4.9.1. ALUMBRADO INTERIOR

El alumbrado interior se encarga de dar servicio a los compartimentos del buque como pueden ser: puente de gobierno, cámara de máquinas, pasillos, camarotes, etc.

La siguiente fórmula propuesta en el libro *Electricidad aplicada al buque* de Manuel Baquerizo Pardo permite obtener el flujo luminoso:

$$L = \frac{E \cdot S \cdot F_D}{F_U}$$

Siendo:

L el flujo luminoso en lúmenes (Lm). Se estimará que 1 W equivale a 150 lúmenes.

E la iluminancia en luxes. Se tomarán los valores propuestos en la siguiente tabla:

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 botes	10-20
Salas de máquinas	300-450
Puestos de maniobra	500-750
Salas de calderas	250-350
Bocas de calderas	500-750
Túneles y compartimentos < 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

F_D es un factor de suciedad que normalmente oscila entre 1,25 y 2,5. Para los cálculos se tomará un valor de 2.

F_U el factor de utilización que es función de si el alumbrado es directo o indirecto. Se tomará un valor de 0,5 para el ejercicio.

El alumbrado interior lo agruparemos en las siguientes zonas: habitación, guardacalor, cámara de máquinas, cámara de bombas, local del servo y local de las bombas contraincendios de emergencia.

La potencia necesaria para alumbrar a los locales de la cubierta principal es de:

Espacio	Iluminancia (luxes)	Superficie (m ²)	F _D /F _U	Flujo luminoso (lm)	Potencia (kW)
Tronco acceso CCMM	150	9,6	4	5760	0,04
Gambuza vegetales	300	20,4	4	24480	0,16
Gambuza pescado	300	9,6	4	11520	0,08
Espacio común gambuzas	150	8,4	4	5040	0,03
Gambuza carne	300	12	4	14400	0,10
Gambuza seca	300	34,6	4	41520	0,28
Montacargas	150	5,8	4	3480	0,02
Pañol de equipo de seguridad	150	7,4	4	4440	0,03
Tronco escaleras y ascensor	150	15,75	4	9450	0,06
Aire Acondicionado	300	51,65	4	61980	0,41
Tripulación Suez	200	28,8	4	23040	0,15
Hospital	1000	31,2	4	124800	0,83
Lavandería	300	22,4	4	26880	0,18
Local de secado	300	11,2	4	13440	0,09
Sala de espuma y control de fuego	300	44,8	4	53760	0,36
Vestuarios femeninos	250	16,8	4	16800	0,11
Vestuarios masculinos	250	16,8	4	16800	0,11
Gimnasio	300	28	4	33600	0,22
Pasillo	150	30	4	18000	0,12
TOTAL					3,39

Para la cubierta A:

Espacio	Iluminancia (luxes)	Superficie (m ²)	F _D /F _U	Flujo luminoso (lm)	Potencia (kW)
Comedor de oficiales	300	33,6	4	40320	0,27
Sala de reuniones	250	21,12	4	21120	0,14
Dispensa oficiales	250	18	4	18000	0,12
Montacargas	250	5,8	4	5800	0,04
Pañol de equipo de seguridad	150	7,4	4	4440	0,03
Cocina	300	39	4	46800	0,31
Tronco escaleras y ascensor	150	14	4	8400	0,06
Dispensa tripulantes	250	16,2	4	16200	0,11
Comedor de tripulantes	300	38,08	4	45696	0,30
Zona de recreo	300	10,67	4	12804	0,09
Sala de fumadores	150	13,97	4	8382	0,06
Salón de tripulantes	300	30,8	4	36960	0,25
Sala de control de carga	750	30,8	4	92400	0,62

Cuaderno 11: Definición de la planta eléctrica.
 Julián Rodríguez Cortegoso

Oficina	750	19,6	4	58800	0,39
Aseos femeninos	250	14	4	14000	0,09
Aseos masculinos	250	14	4	14000	0,09
Salón de oficiales	300	30,8	4	36960	0,25
Pasillo	150	40,56	4	24336	0,16
TOTAL					3,37

La cubierta B:

Espacio	Iluminancia (luxes)	Superficie (m ²)	F _D /F _U	Flujo luminoso (lm)	Potencia (kW)
Camarotes tripulación	200	302,96	4	242368	1,62
Pañol de ropa	150	7	4	4200	0,03
Pañol de equipo de seguridad	150	7,4	4	4440	0,03
Pañol de limpieza	150	4,4	4	2640	0,02
Tronco escaleras y ascensor	150	14	4	8400	0,06
TOTAL					2,00

La cubierta C:

Espacio	Iluminancia (luxes)	Superficie (m ²)	F _D /F _U	Flujo luminoso (lm)	Potencia (kW)
Camarotes oficiales	250	284,96	4	284960	1,90
Pañol de ropa	150	7	4	4200	0,03
Pañol de equipo de seguridad	150	7,4	4	4440	0,03
Pañol de limpieza	150	4,4	4	2640	0,02
Tronco escaleras y ascensor	150	14	4	8400	0,06
Pasillo	150	58,56	4	35136	0,23
TOTAL					2,27

El puente de gobierno:

Espacio	Iluminancia (luxes)	Superficie (m ²)	F _D /F _U	Flujo luminoso (lm)	Potencia (kW)
Puente	750	129,05	4	387150	2,58
Aseo individual	250	4,62	4	4620	0,03
Tronco escaleras y ascensor	150	14	4	8400	0,06
Equipos de navegación	300	7,35	4	8820	0,06
Equipos eléctricos	300	15,84	4	19008	0,13
Sala de baterías	300	21,56	4	25872	0,17
TOTAL					3,03

El guardacalor consta de los siguientes locales que deben ser alumbrados:

Espacio	Iluminancia (luxes)	Superficie (m ²)	F _D /F _U	Flujo luminoso (lm)	Potencia (kW)
Almacén de pintura	300	36,4	4	43680	0,29
Almacén de cubierta	300	14	4	16800	0,11
Incinerador	300	12	4	14400	0,10
Sala de CO ₂	300	62,4	4	74880	0,50
Generador de emergencia	450	42,72	4	76896	0,51
TOTAL					1,51

La zona de la cámara de máquinas la agruparemos por cubiertas con sus respectivos locales como muestra la siguiente tabla:

Espacio	Iluminancia (luxes)	Superficie (m ²)	F _D /F _U	Flujo luminoso (lm)	Potencia (kW)
CUBIERTA 4					
Local de motores eléctricos	450	359,26	4	646668	4,31
CUBIERTA 3					
Cámara de máquinas	450	842,3	4	1516140	10,11
Sala cuadros eléctricos	300	76,8	4	92160	0,61
CUBIERTA 2					
Cámara de máquinas	450	1002,34	4	1804212	12,03
Sala cuadros eléctricos	300	76,8	4	92160	0,61
CUBIERTA 1					
Local de electricidad	300	64	4	76800	0,51
Taller	300	120	4	144000	0,96
Sala de control	300	81	4	97200	0,65
Cámara de máquinas	450	669,8	4	1205640	8,04
TOTAL					37,83

Para la cámara de bombas será necesaria una potencia de:

Espacio	Iluminancia (luxes)	Superficie (m ²)	F _D /F _U	Flujo luminoso (lm)	Potencia (kW)
Cámara de bombas	450	290	4	522000	3,48

El local de servo:

Espacio	Iluminancia (luxes)	Superficie (m ²)	F _D /F _U	Flujo luminoso (lm)	Potencia (kW)
Local del servo	450	266	4	478800	3,19

El espacio de las bombas contraincendios de emergencia:

Espacio	Iluminancia (luxes)	Superficie (m ²)	F _D /F _U	Flujo luminoso (lm)	Potencia (kW)
Bombas CI de emergencia	450	86,7	4	156060	1,04

Finalmente, la potencia necesaria total para el alumbrado interior será de:

Espacio	Potencia (kW)
Cubierta principal	3,39
Cubierta A	3,37
Cubierta B	2,00
Cubierta C	2,27
Puente	3,03
Guardacalor	1,51
CCMM	37,83
Cámara de bombas	3,48
Local del servo	3,19
Bombas CI emergencia	1,04
TOTAL	61,11

11.4.9.2. ALUMBRADO EXTERIOR

La iluminación exterior es muy importante para la seguridad de las maniobras de abordaje. Para ello contaremos con la siguiente distribución de los focos LED:

ALUMBRADO EXTERIOR			
Situación	Número	Potencia unitaria (kW)	Potencia total (W)
Palo de proa	6	100	600
Puente	6	100	600
Palo de popa	8	100	800
Banda babor	2	100	200
Banda estribor	2	100	200
TOTAL			2400

11.4.9.3. LUCES DE NAVEGACIÓN

Las luces de navegación son aquellas que todo buque debe llevar para poder navegar de noche. El voltaje máximo permitido para estas luces es de 24 V debido a que si se produce una avería en la fuente de energía principal se pueda dar servicio a las luces con un grupo de baterías.

Se dispondrán las siguientes luces de acuerdo con el *Reglamento internacional para prevenir abordajes*:

LUCES DE NAVEGACIÓN				
Nombre	Color	Arco de visibilidad	Alcance (millas)	Potencia (W)
Luz de tope	Blanca	225 °	6	20
Luz de banda	Roja	112,5	3	20
Luz de banda	Verde	112,5	3	20
Luz de alcance	Blanca	135	3	20
Luz de remolque	Amarilla	135	3	20
Todo horizonte	Blanca	360	3	20
Todo horizonte	Roja	360	3	20
Todo horizonte	Verde	360	3	20
Destellante	Amarilla	360	3	20
TOTAL				180

Para la potencia se han considerados focos LED de 20 vatios.

11.4.9.4. ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Todo buque debe llevar un sistema de alumbrado de emergencia para que, en caso de fallo de la fuente de energía principal, se pueda disponer de luz.

Los locales que deben ser alumbrados en caso de emergencia vienen definidos por el SOLAS en el *Capítulo II-1: Construcción – Estructura, estabilidad e instalaciones* en la *Parte D: Instalaciones eléctricas*:

Regla 43: Fuente de energía eléctrica de emergencia en los buques de carga:

“La fuente de energía eléctrica de emergencia tendrá capacidad para alimentar simultáneamente como mínimo y durante los periodos que se especifican los servicios siguientes, si el funcionamiento de estos depende de una fuente de energía eléctrica:

Durante un período de 3 horas, alumbrado de emergencia en todos los puestos de embarco tanto en cubierta como fuera de los costados.

Durante un período de 18 horas, alumbrado de emergencia:

- *en todos los pasillos, escaleras y salidas de espacios de servicio y de alojamiento, así como en los ascensores destinados al personal y en los troncos de estos ascensores;*
- *en los espacios de máquinas y en las centrales generatrices principales con sus correspondientes puestos de mando;*
- *en todos los puestos de control, en las cámaras de mando de máquinas y en cada cuadro de distribución principal y de emergencia;*
- *en todos los pañoles de equipos de bombero;*
- *en el aparato de gobierno;*
- *en la bomba contraincendios, en la bomba de rociadores, si la hay, y en la bomba de emergencia de achique de sentinas, si la hay, y en el punto de arranque de sus respectivos motores; y*
- *en todas las cámaras de bombas de carga de los buques tanque.*

Durante un período de 18 horas:

- *las luces de navegación y demás luces prescritas en el Reglamento Internacional para prevenir los abordajes que haya en vigor.”*

El cálculo del alumbrado de emergencia se muestra en la siguiente tabla:

ALUMBRADO DE EMERGENCIA		
Cubierta	Espacio	Potencia (kW)
Cubierta principal	Tronco escaleras y ascensor	0,06
	Pasillo	0,12
Cubierta A	Tronco escaleras y ascensor	0,06
	Pasillo	0,16
Cubierta B	Tronco escaleras y ascensor	0,06
	Pasillo	0,25
Cubierta C	Tronco escaleras y ascensor	0,06

	Pasillo	0,23
Puente	Puente	2,57
	Tronco escaleras y ascensor	0,06
Luces de navegación		0,18
Alumbrado exterior		2,4
CCMM		37,83
Cámara de bombas		3,48
Local del servo		3,19
Bombas de emergencia		1,04
TOTAL		51,76

11.5. BALANCE ELÉCTRICO

El objetivo del balance eléctrico es determinar la potencia de los generadores a instalar de tal manera que satisfaga la potencia absorbida del buque en su situación más desfavorable.

El cálculo del balance eléctrico se va a realizar para una serie de condiciones operativas que van a cubrir el rango de operación del buque. Estas son:

- Navegación a plena carga.
- Navegación en lastre.
- Maniobra de entrada o salida de puerto.
- En puerto cargando o descargando.
- En puerto atracado.
- Emergencia.

11.5.1. JUSTIFICACIÓN DE COEFICIENTES

Para estimar la potencia consumida de cada equipo se emplea la siguiente fórmula:

$$P_u = K_u \cdot P$$

Siendo:

P la potencia total instalada.

K_u el coeficiente de utilización. Este factor se obtiene a partir de otros con la siguiente fórmula:

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

Donde:

K_n es un coeficiente llamado factor de simultaneidad en marcha.

K_{sr} es el coeficiente de servicio y régimen y se obtiene de otros dos coeficientes:

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

Siendo:

K_s el coeficiente de servicio. Este factor depende del número de horas funcionamiento del equipo:

$$K_s = \frac{N}{24}$$

K_r el coeficiente de régimen que depende del régimen en que trabaja cada máquina:

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

A continuación, se realizará como ejemplo el cálculo de los coeficientes de los motores eléctricos de propulsión en la condición de navegación a plena carga.

El coeficiente de régimen se extrae del programa *NavCad*, y para la condición de navegación a plena carga tiene un valor de:

SPEED COEFS			HULL-PROPULSOR				ENGINE		
SPEED [kt]	FN	FV	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBENG [kW]	LOADENG [% rated]
13,50	0,135	0,295	8387,1	0,4377	0,2163	1,0131	88	6571,1	42,7
14,00	0,140	0,306	9400,4	0,4374	0,2163	1,0131	92	7377,5	47,9
14,50	0,146	0,316	10530,3	0,4372	0,2163	1,0131	95	8286,5	53,8
15,00	0,151	0,327	11797,8	0,4369	0,2163	1,0131	99	9319,3	60,5
15,50	0,156	0,338	13228,3	0,4366	0,2163	1,0131	103	10502,4	68,2
16,00	0,161	0,349	14852,0	0,4364	0,2163	1,0131	107	11867,8	77,1
16,50	0,166	0,360	16704,4	0,4362	0,2163	1,0131	111	13454,5	87,4

$$k_r = 60,5 \% = 0,605$$

La potencia útil de cada motor eléctrico es de 15400 kW y esta condición trabajarán a 9319,3 kW, entonces el coeficiente de régimen será de:

$$k_r = \frac{9319,3 \text{ kW}}{15400 \text{ kW}} = 0,605$$

Para el resto de los equipos supondremos un coeficiente de régimen como mínimo de 0,9, pero lo habitual es que sea menor, ya que al entrar en las tablas de los motores se elegirá un motor mayor al obtenido. Por ejemplo, para el caso de la bomba de agua salada de refrigeración, con una potencia calculada en el *Cuaderno 12* de 137,8 kW, entrando en la tabla de los motores, elegimos el correspondiente a 150 kW, y el coeficiente de régimen será de:

$$k_r = 0,9 \cdot \frac{137,8 \text{ kW}}{150 \text{ kW}} = 0,83$$

Continuando con el ejemplo de los motores eléctricos de propulsión, el coeficiente de servicio durante la navegación será igual a uno, ya que el motor se encuentra funcionando todas las horas del día:

$$K_s = \frac{24}{24} = 1$$

Por tanto, el coeficiente de servicio y régimen tiene un valor de:

$$K_{sr} = 1 \cdot 0,605 = 0,605$$

El coeficiente de simultaneidad durante la navegación es igual a uno, ya que disponemos de dos motores y ambos se encuentran operando:

$$K_n = \frac{N^\circ \text{ motores ON}}{N^\circ \text{ motores instalados}} = \frac{2}{2} = 1$$

La multiplicación del coeficiente de simultaneidad y el de servicio y régimen nos permite obtener el coeficiente de utilidad:

$$K_u = 1 \cdot 0,605 = 0,605$$

11.5.2. CÁLCULO DEL BALANCE ELÉCTRICO

11.5.2.1. NAVEGACIÓN A PLENA CARGA

Esta situación se define como aquella en la que el buque se encuentra navegando a plena carga y con la totalidad de provisiones y combustible.

Es la situación más exigente desde el punto de vista eléctrico donde el máximo consumo se producirá en la propulsión. Los auxiliares de máquinas y parte de los de cubierta también se encontrarán en funcionamiento. Además, contaremos con toda la tripulación, por lo que se tendrá una gran demanda en consumidores como la iluminación, HVAC, cocina y lavandería.

El balance eléctrico correspondiente a esta condición se muestra a continuación:

SERVICIO	EQUIPOS	Uds.	P. Obtenida (kW)	P.Unitaria (kW)			P.Total	NAVEGACIÓN A PLENA CARGA						
				P.Útil (kW)	η_e	P.Abs (kW)		N·P.Abs (kW)	Nº ON	FACTORES DE UTILIZACIÓN				P _u
							K _n			K _s	K _r	K _u		
PROPULSIÓN Y GOBIERNO	MOTORES DE PROPULSIÓN													
	Motores eléctricos	2	-	15400	0,943	16330,9	32661,7	2	1	1	0,605	0,605	19760,3	
	SERVOMOTORES													
	Servo principal	1	161,5	185	0,954	193,9	193,9	1	1	0,33	0,79	0,26	50,8	
	Servo auxiliar	1	34,8	37	0,93	39,8	39,8	-	-	-	-	-	-	
TOTAL							32895,4	TOTAL				19811,1		
AUXILIARES DE MÁQUINAS	SISTEMA DE COMBUSTIBLE													
	Bombas de trasiego	2	11,3	15	0,91	16,5	33,0	2	1	0,25	0,68	0,17	5,6	
	Bombas purificador	2	1,7	2,2	0,875	2,5	5,0	2	1	0,75	0,70	0,52	2,62	
	Precalentador purificador	2	-	-	-	155,0	310,0	2	1	0,75	0,9	0,68	209,3	
	Purificador	2	-	-	-	18,5	37,0	2	1	0,75	0,9	0,68	25,0	
	Bomba MDO	2	1	1,1	0,84	1,3	2,6	-	-	-	-	-	-	
	Bomba de suministro	2	7,1	7,5	0,895	8,4	16,8	2	1	0,75	0,85	0,64	10,7	
	Bomba booster	2	16,8	18,5	0,924	20,0	40,0	2	1	0,75	0,82	0,61	24,5	
	Calentador final	2	-	-	-	1095,0	2190,0	2	1	0,75	0,9	0,68	1478,3	
	SISTEMA DE ACEITE LUBRICANTE													
	Precalentador	3	-	-	-	41,2	123,6	3	1	0,13	0,9	0,11	13,9	
	Bomba Stand-by	3	75,9	90	0,945	95,2	285,7	-	-	-	-	-	-	
	Bomba prelubricación	3	4,9	5,5	0,895	6,1	18,4	3	1	0,13	0,80	0,10	1,8	
	Purificador	3	2,3	-	-	2,3	6,9	3	1	0,13	0,90	0,11	0,8	
	Bomba trasiego	1	0,35	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,04	0,42	0,02	0,02	

AUXILIARES DE MÁQUINAS	SISTEMA DE AGUA REFRIGERACIÓN													
	Bomba Agua salada	2	137,8	150	0,95	157,9	315,8	2	1	0,75	0,83	0,62	195,8	
	Bomba A.D. L.T. - Stand by	1	74,7	75	0,945	79,4	79,4	-	-	-	-	-	-	
	Bomba inyectoras	1	0,84	1,1	0,84	1,3	1,3	1	1	0,75	0,69	0,52	0,7	
	Bomba precalentador	3	3,5	3,7	0,875	4,2	12,7	-	-	-	-	-	-	
	Precalentador	3	-	-	-	96,0	288,0	-	-	-	-	-	-	
	Bomba A.D. H.T. - Stand by	3	17,2	18,5	0,924	20,0	60,1	-	-	-	-	-	-	
	SISTEMA DE AIRE DE ARRANQUE													
	Compresores	2	-	-	-	37,0	74,0	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL						3901,2	TOTAL						1969,0	
AUXILIARES DE CASCO	SISTEMA SANITARIO													
	Generador de agua dulce	2	-	-	-	4,9	9,8	2	1	0,75	0,9	0,68	6,6	
	Bombas de suministro	2	2,8	3	0,855	3,5	7,0	2	1	0,75	0,84	0,63	4,4	
	Bomba de circulación agua fría	1	0,12	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,75	0,14	0,11	0,1	
	Bomba de circulación agua caliente	1	0,1	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,75	0,12	0,09	0,1	
	Calentador eléctrico	1	-	-	-	49,5	49,5	1	1	0,5	0,9	0,45	22,3	
	TAR	1	-	-	-	3,5	3,5	1	1	0,5	0,9	0,45	1,6	
	Incinerador	1	-	-	-	12,7	12,7	1	1	0,33	0,9	0,30	3,8	
	Compactadora	1	-	-	-	0,75	0,75	1	1	0,33	0,9	0,30	0,2	
	SENTINAS													
	Bombas de sentinas	2	64	75	0,945	79,4	158,7	1	0,5	0,75	0,77	0,29	45,7	
	Separador de sentinas	1	-	-	-	2,8	2,8	1	1	0,5	0,9	0,45	1,3	
	SISTEMA CONTRAINCENDIOS													
	Bombas CI	2	49	55	0,941	58,4	116,9	-	-	-	-	-	-	
Bomba CI emergencia	1	73,4	75	0,945	79,4	79,4	-	-	-	-	-	-		
Bomba rociadores	1	156	185	0,954	193,9	193,9	-	-	-	-	-	-		

AUXILIARES DE CASCO	SISTEMA DE CARGA Y DESCARGA													
	Bombas de carga y descarga	3	1543,2	1600	0,951	1682,4	5047,3	-	-	-	-	-	-	
	SERVICIO DE LASTRE													
	Bombas de lastre	3	126	150	0,95	157,9	473,7	-	-	-	-	-	-	
	Tratamiento aguas de lastre	1	-	-	-	245,0	245,0	-	-	-	-	-	-	
	SISTEMA GAS INERTE													
	Generador gas inerte	1	-	-	-	225,0	225,0	-	-	-	-	-	-	
	Gases de combustión	1	-	-	-	120,0	120,0	1	1	0,75	0,9	0,675	81,0	
TOTAL							6747,8	TOTAL					167,1	
VENTILACIÓN Y AACC	VENTILACIÓN													
	Ventilación CCMM	3	55	55	0,941	58,4	175,3	3	1	0,75	0,9	0,68	118,4	
	Ventilación Cámara de bombas	1	4	5,5	0,895	6,1	6,1	1	1	0,75	0,65	0,49	3,0	
	Ventilación espacios públicos	1	3	3,7	0,875	4,2	4,2	1	1	0,5	0,73	0,36	1,5	
	Ventilación aseos	4	0,32	0,75	0,825	0,9	3,6	4	1	0,5	0,38	0,19	0,7	
	Ventilación pañoles	1	0,09	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,5	0,44	0,22	0,2	
	Ventilación equipos eléctricos	1	0,37	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,75	0,30	0,23	0,2	
	Ventilación sala fumadores	1	0,37	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,75	0,44	0,33	0,3	
	Ventilación cocina	1	0,75	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,5	0,90	0,45	0,4	
	Ventilación sala de baterías	1	0,18	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,75	0,22	0,16	0,1	
	Ventilación sala de CO ₂	1	0,15	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,75	0,18	0,14	0,1	
	Ventilación generador emergencia	1	3	3,7	0,875	4,2	4,2	1	1	0,75	0,73	0,55	2,3	
	Ventilación almacén de pinturas	1	1,1	1,1	0,84	1,3	1,3	1	1	0,75	0,9	0,68	0,9	
	Ventilación incinerador	1	0,25	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,75	0,3	0,23	0,2	
	Ventilación sala motores eléctricos	1	22	22	0,924	23,8	23,8	1	1	0,75	0,9	0,68	16,1	
	AIRE ACONDICIONADO													
AACC	1	-	-	-	31,5	31,5	1	1	0,5	0,9	0,45	14,2		
TOTAL							256,6	TOTAL					158,7	

	MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS												
	TALLERES	Torno	1	-	-	-	1,5	1,5	1	1	0,33	0,9	0,3
Taladro		1	-	-	-	1,0	1,0	1	1	0,33	0,9	0,3	0,3
Esmeriladora		1	-	-	-	1,0	1,0	1	1	0,33	0,9	0,3	0,3
Equipo de soldadura		1	-	-	-	10,0	10,0	1	1	0,33	0,9	0,3	3,0
Rectificadora		1	-	-	-	1,0	1,0	1	1	0,33	0,9	0,3	0,3
TOTAL							14,5				TOTAL		
APARATOS DE NAVEGACIÓN	EQUIPOS DE NAVEGACIÓN Y COMUNICACIÓN												
	Receptor NAVTEX	1	-	-	-	0,4	0,4	1	1	0,75	0,9	0,68	0,3
	INMARSAT Std. B	1	-	-	-	0,2	0,2	1	1	0,75	0,9	0,68	0,1
	INMARSAT Std. C	2	-	-	-	0,3	0,6	2	1	0,75	0,9	0,68	0,4
	Sistema de comunicación interior	1	-	-	-	0,8	0,8	1	1	0,75	0,9	0,68	0,5
	Sistema de intercomunicación en maniobras	1	-	-	-	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-
	Sistema de alarma general	1	-	-	-	1,2	1,2	1	1	0,75	0,9	0,68	0,8
	Sistema de navegación GPS	2	-	-	-	0,5	1,0	1	0,5	0,75	0,9	0,34	0,3
	Ecosonda	1	-	-	-	0,8	0,8	1	1	0,75	0,9	0,68	0,5
	Radar	3	-	-	-	1,2	3,6	3	1	0,75	0,9	0,68	2,4
	Corredera	2	-	-	-	0,8	1,6	1	0,5	0,75	0,9	0,34	0,5
	Sistema de identificación automático	1	-	-	-	0,8	0,8	1	1	0,75	0,9	0,68	0,5
	Girocompás	1	-	-	-	0,3	0,3	1	1	0,75	0,9	0,68	0,2
	Sistema indicador de la posición del timón	1	-	-	-	0,2	0,2	1	1	0,75	0,9	0,68	0,1
	Registrador de datos de travesía	1	-	-	-	1,0	1,0	1	1	0,75	0,9	0,68	0,7
TOTAL						12,7				TOTAL			7,6
MAQUINARIA DE CUBIERTA	EQUIPOS DE ELEVACIÓN												
	Grúas de carga	2	51	55	0,941	58,4	116,9	-	-	-	-	-	-
	Grúas de provisiones	2	25,5	30	0,93	32,3	64,5	-	-	-	-	-	-

MAQUINARIA DE CUBIERTA	ELEMENTOS DE AMARRE Y FONDEO												
	Molinetes	2	350	375	0,954	393,1	786,2	-	-	-	-	-	-
	Chigres de amarre	8	121	150	0,95	157,9	1263,2	-	-	-	-	-	-
TOTAL						2230,7	TOTAL					0,0	
SERVICIOS COMUNES	FONDA Y HOTEL												
	Cocina eléctrica	1	-	-	-	20,0	20,0	1	1	0,50	0,9	0,45	9,0
	Horno	1	-	-	-	6,0	6,0	1	1	0,33	0,9	0,3	1,8
	Peladora	1	-	-	-	0,5	0,5	1	1	0,33	0,9	0,3	0,2
	Cafetera	2	-	-	-	1,5	3,0	2	1	0,33	0,9	0,3	0,9
	Freidora	1	-	-	-	3,0	3,0	1	1	0,33	0,9	0,3	0,9
	Lavavajillas	2	-	-	-	5,7	11,4	2	1	0,33	0,9	0,3	3,4
	Frigorífico	2	-	-	-	0,58	1,2	2	1	0,33	0,9	0,3	0,3
	Picadora	1	-	-	-	1,0	1,0	1	1	0,33	0,9	0,3	0,3
	Lavadora	2	-	-	-	3,8	7,6	2	1	0,33	0,9	0,3	2,3
	Secadora	2	-	-	-	3,0	6,0	2	1	0,33	0,9	0,3	1,8
	Plancha	2	-	-	-	2,5	5,0	2	1	0,33	0,9	0,3	1,5
TOTAL						64,7	TOTAL					22,40	
ILUMINACIÓN	ALUMBRADO GENERAL												
	Alumbrado interior	1	-	-	-	61,1	61,1	1	1	0,75	0,9	0,68	41,2
	Alumbrado exterior	1	-	-	-	2,4	2,4	1	1	0,75	0,9	0,68	1,6
	Luces de navegación	1	-	-	-	0,2	0,2	1	1	0,63	0,9	0,56	0,1
	ALUMBRADO DE EMERGENCIA												
Alumbrado de emergencia	1	-	-	-	51,8	51,8	-	-	-	-	-	-	
TOTAL						115,4	TOTAL					43,0	
											POTENCIA TOTAL NAVEGACIÓN A PLENA CARGA	22183,1	

11.5.2.2. NAVEGACIÓN EN LASTRE

Esta situación se define como aquella en la que el buque se encuentra navegando sin carga y con la totalidad de provisiones y combustible.

Es interesante estudiar esta condición de carga en el barco del proyecto, ya que hay una diferencia importante entre el desplazamiento cuando navega a plena carga y el desplazamiento durante la navegación en lastre.

En esta situación de carga se verá reducida la demanda eléctrica en la propulsión, debido a lo expuesto en el anterior párrafo, y se verá incrementada la de los servicios de lastre, quedando el resto de los consumos iguales a la condición de carga anterior.

El balance eléctrico correspondiente a esta condición se muestra a continuación:

SERVICIO	EQUIPOS	Uds.	P. Obtenida (kW)	P.Unitaria (kW)			P.Total	NAVEGACIÓN EN LASTRE					
				P.Útil (kW)	η_e	P.Abs (kW)		N.P.Abs (kW)	Nº ON	FACTORES DE UTILIZACIÓN			
							K _n			K _s	K _r	K _u	
PROPULSIÓN Y GOBIERNO	MOTORES DE PROPULSIÓN												
	Motores eléctricos	2	-	15400	0,943	16330,9	32661,7	2	1	1	0,28	0,28	9194,1
	SERVOMOTORES												
	Servo principal	1	161,5	185	0,954	193,9	193,9	1	1	0,33	0,79	0,26	50,8
	Servo auxiliar	1	34,8	37	0,93	39,8	39,8	-	-	-	-	-	-
TOTAL							32895,4	TOTAL				9244,8	
AUXILIARES DE MÁQUINAS	SISTEMA DE COMBUSTIBLE												
	Bombas de trasiego	2	11,3	15	0,91	16,5	33,0	2	1	0,25	0,68	0,17	5,6
	Bombas purificador	2	1,7	2,2	0,875	2,5	5,0	2	1	0,75	0,70	0,52	2,6
	Precalentador purificador	2	-	-	-	155,0	310,0	2	1	0,75	0,9	0,68	209,3
	Purificador	2	-	-	-	18,5	37,0	2	1	0,75	0,9	0,68	25,0
	Bomba MDO	2	1	1,1	0,84	1,3	2,6	-	-	-	-	-	-
	Bomba de suministro	2	7,1	7,5	0,895	8,4	16,8	2	1	0,75	0,85	0,64	10,7
	Bomba booster	2	16,8	18,5	0,924	20,0	40,0	2	1	0,75	0,82	0,61	24,5
	Calentador final	2	-	-	-	1095,0	2190,0	2	1	0,75	0,9	0,68	1478,3
	SISTEMA DE ACEITE LUBRICANTE												
	Precalentador	3	-	-	-	41,2	123,6	3	1	0,13	0,9	0,11	13,9
	Bomba Stand-by	3	75,9	90	0,945	95,2	285,7	-	-	-	-	-	-
	Bomba prelubricación	3	4,9	5,5	0,895	6,1	18,4	3	1	0,13	0,80	0,10	1,8
	Purificador	3	2,3	-	-	2,3	6,9	3	1	0,13	0,90	0,11	0,8
	Bomba trasiego	1	0,35	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,04	0,42	0,02	0,02

AUXILIARES DE MÁQUINAS	SISTEMA DE AGUA REFRIGERACIÓN													
	Bomba Agua salada	2	137,8	150	0,95	157,9	315,8	2	1	0,75	0,83	0,62	195,8	
	Bomba A.D. L.T. - Stand by	1	74,7	75	0,945	79,4	79,4	-	-	-	-	-	-	
	Bomba inyectoras	1	0,84	1,1	0,84	1,3	1,3	1	1	0,75	0,69	0,52	0,7	
	Bomba precalentador	3	3,5	3,7	0,875	4,2	12,7	-	-	-	-	-	-	
	Precalentador	3	-	-	-	96,0	288,0	-	-	-	-	-	-	
	Bomba A.D. H.T. - Stand by	3	17,2	18,5	0,924	20,0	60,1	-	-	-	-	-	-	
	SISTEMA DE AIRE DE ARRANQUE													
	Compresores	2	-	-	-	37,0	74,0	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL						3901,2	TOTAL						1969,0	
AUXILIARES DE CASCO	SISTEMA SANITARIO													
	Generador de agua dulce	2	-	-	-	4,9	9,8	2	1	0,75	0,9	0,68	6,6	
	Bombas de suministro	2	2,8	3	0,855	3,5	7,0	2	1	0,75	0,84	0,63	4,4	
	Bomba de circulación agua fría	1	0,12	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,75	0,14	0,11	0,1	
	Bomba de circulación agua caliente	1	0,1	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,75	0,12	0,09	0,1	
	Calentador eléctrico	1	-	-	-	49,5	49,5	1	1	0,5	0,9	0,45	22,3	
	TAR	1	-	-	-	3,5	3,5	1	1	0,5	0,9	0,45	1,6	
	Incinerador	1	-	-	-	12,7	12,7	1	1	0,33	0,9	0,30	3,8	
	Compactadora	1	-	-	-	0,75	0,75	1	1	0,33	0,9	0,30	0,2	
	SENTINAS													
	Bombas de sentinas	2	64	75	0,945	79,4	158,7	1	0,5	0,75	0,77	0,29	45,7	
	Separador de sentinas	1	-	-	-	2,8	2,8	1	1	0,5	0,9	0,45	1,3	
	SISTEMA CONTRAINCENDIOS													
	Bombas CI	2	49	55	0,941	58,4	116,9	-	-	-	-	-	-	
Bomba CI emergencia	1	73,4	75	0,945	79,4	79,4	-	-	-	-	-	-		
Bomba rociadores	1	156	185	0,954	193,9	193,9	-	-	-	-	-	-		

AUXILIARES DE CASCO	SISTEMA DE CARGA Y DESCARGA													
	Bombas de carga y descarga	3	1543,2	1600	0,951	1682,4	5047,3	-	-	-	-	-	-	
	SERVICIO DE LASTRE													
	Bombas de lastre	3	126	150	0,95	157,9	473,7	3	1	0,75	0,76	0,57	268,6	
	Tratamiento aguas de lastre	1	-	-	-	245,0	245,0	1	1	0,75	0,9	0,68	165,4	
	SISTEMA GAS INERTE													
	Generador gas inerte	1	-	-	-	225,0	225,0	-	-	-	-	-	-	
	Gases de combustión	1	-	-	-	120,0	120,0	-	-	-	-	-	-	
TOTAL							6747,8	TOTAL					520,0	
VENTILACIÓN Y AACC	VENTILACIÓN													
	Ventilación CCMM	3	55	55	0,941	58,4	175,3	3	1	0,75	0,90	0,68	118,4	
	Ventilación Cámara de bombas	1	4	5,5	0,895	6,1	6,1	1	1	0,75	0,65	0,49	3,0	
	Ventilación espacios públicos	1	3	3,7	0,875	4,2	4,2	1	1	0,5	0,73	0,36	1,5	
	Ventilación aseos	4	0,32	0,75	0,825	0,9	3,6	4	1	0,5	0,38	0,19	0,7	
	Ventilación pañoles	1	0,37	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,5	0,44	0,22	0,2	
	Ventilación equipos eléctricos	1	0,25	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,75	0,30	0,23	0,2	
	Ventilación sala fumadores	1	0,37	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,75	0,44	0,33	0,3	
	Ventilación cocina	1	0,75	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,5	0,90	0,45	0,4	
	Ventilación sala de baterías	1	0,18	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,75	0,22	0,16	0,1	
	Ventilación sala de CO ₂	1	0,15	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,75	0,18	0,14	0,1	
	Ventilación generador emergencia	1	3	3,7	0,875	4,2	4,2	1	1	0,75	0,73	0,55	2,3	
	Ventilación almacén de pinturas	1	1,1	1,1	0,84	1,3	1,3	1	1	0,75	0,90	0,68	0,9	
	Ventilación incinerador	1	0,25	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,75	0,30	0,23	0,2	
	Ventilación sala motores eléctricos	1	22	22	0,924	23,8	23,8	1	1	0,75	0,90	0,68	16,1	
	AIRE ACONDICIONADO													
AACC	1	-	-	-	31,5	31,5	1	1	0,5	0,9	0,45	14,2		
TOTAL							256,6	TOTAL					158,7	

	MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS													
	TALLERES	Torno	1	-	-	-	1,5	1,5	1	1	0,33	0,9	0,3	0,5
Taladro		1	-	-	-	1,0	1,0	1	1	0,33	0,9	0,3	0,3	
Esmeriladora		1	-	-	-	1,0	1,0	1	1	0,33	0,9	0,3	0,3	
Equipo de soldadura		1	-	-	-	10,0	10,0	1	1	0,33	0,9	0,3	3,0	
Rectificadora		1	-	-	-	1,0	1,0	1	1	0,33	0,9	0,3	0,3	
TOTAL							14,5				TOTAL			4,4
APARATOS DE NAVEGACIÓN	EQUIPOS DE NAVEGACIÓN Y COMUNICACIÓN													
	Receptor NAVTEX	1	-	-	-	0,4	0,4	1	1	0,75	0,9	0,68	0,3	
	INMARSAT Std. B	1	-	-	-	0,2	0,2	1	1	0,75	0,9	0,68	0,1	
	INMARSAT Std. C	2	-	-	-	0,3	0,6	2	1	0,75	0,9	0,68	0,4	
	Sistema de comunicación interior	1	-	-	-	0,8	0,8	1	1	0,75	0,9	0,68	0,5	
	Sistema de intercomunicación en maniobras	1	-	-	-	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-	
	Sistema de alarma general	1	-	-	-	1,2	1,2	1	1	0,75	0,9	0,68	0,8	
	Sistema de navegación GPS	2	-	-	-	0,5	1,0	1	0,5	0,75	0,9	0,34	0,3	
	Ecosonda	1	-	-	-	0,8	0,8	1	1	0,75	0,9	0,68	0,5	
	Radar	3	-	-	-	1,2	3,6	3	1	0,75	0,9	0,68	2,4	
	Corredera	2	-	-	-	0,8	1,6	1	0,5	0,75	0,9	0,34	0,5	
	Sistema de identificación automático	1	-	-	-	0,8	0,8	1	1	0,75	0,9	0,68	0,5	
	Girocompás	1	-	-	-	0,3	0,3	1	1	0,75	0,9	0,68	0,2	
	Sistema indicador de la posición del timón	1	-	-	-	0,2	0,2	1	1	0,75	0,9	0,68	0,1	
	Registrador de datos de travesía	1	-	-	-	1,0	1,0	1	1	0,75	0,9	0,68	0,7	
TOTAL						12,7				TOTAL			7,6	
MAQUINARIA DE CUBIERTA	EQUIPOS DE ELEVACIÓN													
	Grúas de carga	2	51	55	0,941	58,4	116,9	-	-	-	-	-	-	
	Grúas de provisiones	2	25,5	30	0,93	32,3	64,5	-	-	-	-	-	-	

MAQUINARIA DE CUBIERTA	ELEMENTOS DE AMARRE Y FONDEO												
	Molinetes	2	350	375	0,954	393,1	786,2	-	-	-	-	-	-
	Chigres de amarre	8	121	150	0,95	157,9	1263,2	-	-	-	-	-	-
TOTAL							2230,7	TOTAL					0,0
SERVICIOS COMUNES	FONDA Y HOTEL												
	Cocina eléctrica	1	-	-	-	20,0	20,0	1	1	0,50	0,9	0,45	9,0
	Horno	1	-	-	-	6,0	6,0	1	1	0,33	0,9	0,3	1,8
	Peladora	1	-	-	-	0,5	0,5	1	1	0,33	0,9	0,3	0,2
	Cafetera	2	-	-	-	1,5	3,0	2	1	0,33	0,9	0,3	0,9
	Freidora	1	-	-	-	3,0	3,0	1	1	0,33	0,9	0,3	0,9
	Lavavajillas	2	-	-	-	5,7	11,4	2	1	0,33	0,9	0,3	3,4
	Frigorífico	2	-	-	-	0,6	1,2	2	1	0,33	0,9	0,3	0,3
	Picadora	1	-	-	-	1,0	1,0	1	1	0,33	0,9	0,3	0,3
	Lavadora	2	-	-	-	3,8	7,6	2	1	0,33	0,9	0,3	2,3
	Secadora	2	-	-	-	3,0	6,0	2	1	0,33	0,9	0,3	1,8
	Plancha	2	-	-	-	2,5	5,0	2	1	0,33	0,9	0,3	1,5
TOTAL							64,7	TOTAL					22,4
ILUMINACIÓN	ALUMBRADO GENERAL												
	Alumbrado interior	1	-	-	-	61,1	61,1	1	1	0,75	0,9	0,68	41,2
	Alumbrado exterior	1	-	-	-	2,40	2,4	1	1	0,75	0,9	0,68	1,6
	Luces de navegación	1	-	-	-	0,2	0,2	1	1	0,63	0,9	0,56	0,1
	ALUMBRADO DE EMERGENCIA												
	Alumbrado de emergencia	1	-	-	-	51,8	51,8	-	-	-	-	-	-
TOTAL							115,4	TOTAL					43,0
							POTENCIA TOTAL NAVEGACIÓN EN LASTRE					11969,8	

11.5.2.3. PUERTO CARGANDO/DESCARGANDO

Durante esta operación, desde un punto de vista de consumos eléctricos, habrá que tener en cuenta que:

- Los consumos relativos a la iluminación, HVAC, auxiliares varios y cocina y lavandería tendrán que ajustarse a las necesidades de las 25 personas correspondientes a la tripulación.
- Los equipos propios para llevar a cabo esta operación estarán en funcionamiento (grúas y bombas de carga y descarga).

SERVICIO	EQUIPOS	Uds.	P. Obtenida (kW)	P.Unitaria (kW)			P.Total	PUERTO CARGANDO/DESCARGANDO						
				P.Útil (kW)	η_e	P.Abs (kW)	N.P.Abs (kW)	Nº ON	FACTORES DE UTILIZACIÓN				P _u	
									K _n	K _s	K _r	K _u		
PROPULSIÓN Y GOBIERNO	MOTORES DE PROPULSIÓN													
	Motores eléctricos	2	-	15400	0,943	16330,9	32661,7	-	-	-	-	-	-	-
	SERVOMOTORES													
	Servo principal	1	161,5	185	0,954	193,9	193,9	-	-	-	-	-	-	-
	Servo auxiliar	1	34,8	37	0,93	39,8	39,8	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL							32895,4	TOTAL				0,0		
AUXILIARES DE MÁQUINAS	SISTEMA DE COMBUSTIBLE													
	Bombas de trasiego	2	11,3	15	0,91	16,5	33,0	1	0,5	0,25	0,68	0,08	2,8	
	Bombas purificador	2	1,7	2,2	0,875	2,5	5,0	-	-	-	-	-	-	
	Precalentador purificador	2	-	-	-	155,0	310,0	-	-	-	-	-	-	
	Purificador	2	-	-	-	18,5	37,0	-	-	-	-	-	-	
	Bomba MDO	2	1	1,1	0,84	1,3	2,6	1	0,5	0,75	0,82	0,31	0,8	
	Bomba de suministro	2	7,3	7,5	0,895	8,4	16,8	-	-	-	-	-	-	
	Bomba booster	2	17,5	18,5	0,924	20,0	40,0	-	-	-	-	-	-	
	Calentador final	2	-	-	-	1095	2190,0	-	-	-	-	-	-	
	SISTEMA DE ACEITE LUBRICANTE													
	Precalentador	3	-	-	-	41,2	123,6	1	0,33	0,13	0,9	0,04	4,6	
	Bomba Stand-by	3	75,9	90	0,945	95,2	285,7	-	-	-	-	-	-	
	Bomba prelubricación	3	4,9	5,5	0,895	6,1	18,4	1	0,33	0,13	0,80	0,03	0,6	
	Purificador	3	2,3	-	-	2,3	6,9	1	0,33	0,13	0,90	0,04	0,3	
	Bomba trasiego	1	0,35	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,04	0,42	0,02	0,02	

AUXILIARES DE MÁQUINAS	SISTEMA DE AGUA REFRIGERACIÓN													
	Bomba Agua salada	2	137,8	150	0,95	157,9	315,8	2	1	0,25	0,83	0,21	65,3	
	Bomba A.D. L.T. - Stand by	1	74,7	75	0,945	79,4	79,4	-	-	-	-	-	-	
	Bomba inyectoras	1	0,84	1,1	0,84	1,3	1,3	1	1	0,25	0,69	0,17	0,2	
	Bomba precalentador	3	3,5	3,7	0,875	4,2	12,7	1	0,33	0,5	0,85	0,14	1,8	
	Precalentador	3	-	-	-	96,0	288,0	1	0,33	0,5	0,9	0,15	43,2	
	Bomba A.D. H.T. - Stand by	3	17,2	18,5	0,924	20,0	60,1	-	-	-	-	-	-	
	SISTEMA DE AIRE DE ARRANQUE													
	Compresores	2	-	-	-	37,0	74,0	1	0,5	0,5	0,9	0,23	16,7	
TOTAL						3901,2	TOTAL						136,3	
AUXILIARES DE CASCO	SISTEMA SANITARIO													
	Generador de agua dulce	2	-	-	-	4,9	9,8	2	1	0,75	0,9	0,68	6,6	
	Bombas de suministro	2	2,8	3	0,855	3,5	7,0	2	1	0,75	0,84	0,63	4,4	
	Bomba de circulación agua fría	1	0,12	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,75	0,14	0,11	0,1	
	Bomba de circulación agua caliente	1	0,1	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,75	0,12	0,09	0,1	
	Calentador eléctrico	1	-	-	-	49,5	49,5	1	1	0,5	0,9	0,45	22,3	
	TAR	1	-	-	-	3,5	3,5	1	1	0,5	0,9	0,45	1,6	
	Incinerador	1	-	-	-	12,7	12,7	1	1	0,33	0,9	0,30	3,8	
	Compactadora	1	-	-	-	0,75	0,75	1	1	0,33	0,9	0,30	0,2	
	SENTINAS													
	Bombas de sentinas	2	64	75	0,945	79,4	158,7	1	0,5	0,75	0,77	0,29	45,7	
	Separador de sentinas	1	-	-	-	2,8	2,8	1	1	0,5	0,9	0,45	1,3	
	SISTEMA CONTRAINCENDIOS													
	Bombas CI	2	49	55	0,941	58,4	116,9	-	-	-	-	-	-	
	Bomba CI emergencia	1	73,4	75	0,945	79,4	79,4	-	-	-	-	-	-	
Bomba rociadores	1	156	185	0,954	193,9	193,9	-	-	-	-	-	-		

AUXILIARES DE CASCO	SISTEMA DE CARGA Y DESCARGA												
	Bombas de carga y descarga	3	1543,2	1600	0,951	1682,4	5047,3	3	1	0,58	0,87	0,51	2555,8
	SERVICIO DE LASTRE												
	Bombas de lastre	3	126	150	0,95	157,9	473,7	3	1	0,58	0,76	0,44	208,9
	Tratamiento aguas de lastre	1	-	-	-	245,0	245,0	1	1	0,58	0,9	0,53	128,6
	SISTEMA GAS INERTE												
	Generador gas inerte	1	-	-	-	225,0	225,0	1	1	0,75	0,9	0,68	151,9
	Gases de combustión	1	-	-	-	120,0	120,0	-	-	-	-	-	-
TOTAL						6747,8	TOTAL					3131,2	
VENTILACIÓN Y AACC	VENTILACIÓN												
	Ventilación CCMM	3	55	55	0,941	58,4	175,3	3	1	0,75	0,9	0,68	118,4
	Ventilación Cámara de bombas	1	4	5,5	0,895	6,1	6,1	1	1	0,75	0,65454545	0,49	3,0
	Ventilación espacios públicos	1	3	3,7	0,875	4,2	4,2	1	1	0,5	0,73	0,36	1,5
	Ventilación aseos	4	0,32	0,75	0,825	0,9	3,6	4	1	0,5	0,38	0,19	0,7
	Ventilación pañoles	1	0,37	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,5	0,44	0,22	0,2
	Ventilación equipos eléctricos	1	0,25	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,75	0,30	0,23	0,2
	Ventilación sala fumadores	1	0,37	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,75	0,44	0,33	0,3
	Ventilación cocina	1	0,75	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,5	0,90	0,45	0,4
	Ventilación sala de baterías	1	0,18	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,75	0,22	0,16	0,1
	Ventilación sala de CO ₂	1	0,15	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,75	0,18	0,14	0,1
	Ventilación generador emergencia	1	3	3,7	0,875	4,2	4,2	1	1	0,75	0,73	0,55	2,3
	Ventilación almacén de pinturas	1	1,1	1,1	0,84	1,3	1,3	1	1	0,75	0,9	0,68	0,9
	Ventilación incinerador	1	0,25	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,75	0,3	0,23	0,2
	Ventilación sala motores eléctricos	1	22	22	0,924	23,8	23,8	1	1	0,75	0,9	0,68	16,1
	AIRE ACONDICIONADO												
AACC	1	-	-	-	31,5	31,5	1	1	0,5	0,9	0,45	14,2	
TOTAL						256,6	TOTAL					158,7	

	MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS													
	TALLERES	Torno	1	-	-	-	1,5	1,5	1	1	0,33	0,9	0,3	0,5
Taladro		1	-	-	-	1,0	1,0	1	1	0,33	0,9	0,3	0,3	
Esmeriladora		1	-	-	-	1,0	1,0	1	1	0,33	0,9	0,3	0,3	
Equipo de soldadura		1	-	-	-	10,0	10,0	1	1	0,33	0,9	0,3	3,0	
Rectificadora		1	-	-	-	1,0	1,0	1	1	0,33	0,9	0,3	0,3	
TOTAL								14,5	TOTAL					
	EQUIPOS DE NAVEGACIÓN Y COMUNICACIÓN													
	APARATOS DE NAVEGACIÓN	Receptor NAVTEX	1	-	-	-	0,4	0,4	1	1	0,75	0,9	0,68	0,3
INMARSAT Std. B		1	-	-	-	0,2	0,2	1	1	0,75	0,9	0,68	0,1	
INMARSAT Std. C		2	-	-	-	0,3	0,6	2	1	0,75	0,9	0,68	0,4	
Sistema de comunicación interior		1	-	-	-	0,8	0,8	1	1	0,75	0,9	0,68	0,5	
Sistema de intercomunicación en maniobras		1	-	-	-	0,2	0,2	1	1	0,75	0,9	0,68	0,1	
Sistema de alarma general		1	-	-	-	1,2	1,2	1	1	0,75	0,9	0,68	0,8	
Sistema de navegación GPS		2	-	-	-	0,5	1,0	-	-	-	-	-	-	
Ecosonda		1	-	-	-	0,8	0,8	-	-	-	-	-	-	
Radar		3	-	-	-	1,2	3,6	-	-	-	-	-	-	
Corredera		2	-	-	-	0,8	1,6	-	-	-	-	-	-	
Sistema de identificación automático		1	-	-	-	0,8	0,8	-	-	-	-	-	-	
Girocompás		1	-	-	-	0,3	0,3	1	1	0,75	0,9	0,68	0,2	
Sistema indicador de la posición del timón		1	-	-	-	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-	
Registrador de datos de travesía		1	-	-	-	1,0	1,0	-	-	-	-	-	-	
TOTAL							12,7	TOTAL						2,5
	EQUIPOS DE ELEVACIÓN													
	MAQUINARIA DE CUBIERTA	Grúas de carga	2	51	55	0,941	58,4	116,9	2	1	0,75	0,83	0,63	73,2
Grúas de provisiones		2	25,5	30	0,93	32,3	64,5	2	1	0,75	0,77	0,57	37,0	

MAQUINARIA DE CUBIERTA	ELEMENTOS DE AMARRE Y FONDEO												
	Molinetes	2	350	375	0,954	393,1	786,2	2	1	0,5	0,9	0,45	353,8
	Chigres de amarre	8	121	150	0,95	157,9	1263,2	-	-	-	-	-	-
TOTAL							2230,7	TOTAL					464,0
SERVICIOS COMUNES	FONDA Y HOTEL												
	Cocina eléctrica	1	-	-	-	20,0	20,0	1	1	0,50	0,9	0,45	9,0
	Horno	1	-	-	-	6,0	6,0	1	1	0,33	0,9	0,3	1,8
	Peladora	1	-	-	-	0,5	0,5	1	1	0,33	0,9	0,3	0,2
	Cafetera	2	-	-	-	1,5	3,0	2	1	0,33	0,9	0,3	0,9
	Freidora	1	-	-	-	3,0	3,0	1	1	0,33	0,9	0,3	0,9
	Lavavajillas	2	-	-	-	5,7	11,4	2	1	0,33	0,9	0,3	3,4
	Frigorífico	2	-	-	-	0,6	1,2	2	1	0,33	0,9	0,3	0,3
	Picadora	1	-	-	-	1,0	1,0	1	1	0,33	0,9	0,3	0,3
	Lavadora	2	-	-	-	3,8	7,6	2	1	0,33	0,9	0,3	2,3
	Secadora	2	-	-	-	3,0	6,0	2	1	0,33	0,9	0,3	1,8
	Plancha	2	-	-	-	2,5	5,0	2	1	0,33	0,9	0,3	1,5
	TOTAL							64,7	TOTAL				
ILUMINACIÓN	ALUMBRADO GENERAL												
	Alumbrado interior	1	-	-	-	61,1	61,1	1	1	0,75	0,9	0,68	41,2
	Alumbrado exterior	1	-	-	-	2,4	2,4	1	1	0,75	0,9	0,68	2,2
	Luces de navegación	1	-	-	-	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-
	ALUMBRADO DE EMERGENCIA												
	Alumbrado de emergencia	1	-	-	-	51,8	51,8	-	-	-	-	-	-
TOTAL							115,4	TOTAL					43,4
												POTENCIA TOTAL PUERTO C/D	3962,8

11.5.2.4. MANIOBRA

Durante la maniobra, desde un punto de vista de consumos eléctricos, habrá que tener en cuenta que:

- La planta propulsora y los auxiliares de máquinas se encuentran en funcionamiento, aunque el buque navegará a una velocidad reducida.
- Los consumos relativos a la iluminación, HVAC, auxiliares varios y cocina y lavandería tendrán que ajustarse a las necesidades de las 25 personas correspondientes a la tripulación.
- Los auxiliares de cubierta necesarios para llevar a cabo esta operación estarán en funcionamiento.

SERVICIO	EQUIPOS	Uds.	P. Obtenida (kW)	P.Unitaria (kW)			P.Total	MANIOBRA					P _u
				P.Útil (kW)	η_e	P.Abs (kW)		N·P.Abs (kW)	Nº ON	FACTORES DE UTILIZACIÓN			
							K _n			K _s	K _r	K _u	
PROPULSIÓN Y GOBIERNO	MOTORES DE PROPULSIÓN												
	Motores eléctricos	2	-	15400	0,943	16330,9	32661,7	2	1	1	0,09	0,09	2939,6
	SERVOMOTORES												
	Servo principal	1	161,5	185	0,954	193,9	193,9	1	1	0,50	0,79	0,39	76,2
	Servo auxiliar	1	34,8	37	0,93	39,8	39,8	-	-	-	-	-	-
TOTAL							32895,4	TOTAL				3015,7	
AUXILIARES DE MÁQUINAS	SISTEMA DE COMBUSTIBLE												
	Bombas de trasiego	2	11,3	15	0,91	16,5	33,0	1	0,5	0,25	0,68	0,08	2,8
	Bombas purificador	2	1,7	2,2	0,875	2,5	5,0	1	0,5	0,25	0,70	0,09	0,4
	Pre calentador purificador	2	-	-	-	155,0	310,0	1	0,5	0,25	0,9	0,11	34,9
	Purificador	2	-	-	-	18,5	37,0	1	0,5	0,25	0,9	0,11	4,2
	Bomba MDO	2	1	1,1	0,84	1,3	2,6	-	-	-	-	-	-
	Bomba de suministro	2	7,3	7,5	0,895	8,4	16,8	1	0,5	0,25	0,88	0,11	1,8
	Bomba booster	2	17,5	18,5	0,924	20,0	40,0	1	0,5	0,25	0,85	0,11	4,1
	Calentador final	2	-	-	-	1095,0	2190,0	1	0,5	0,25	0,9	0,11	246,4
	SISTEMA DE ACEITE LUBRICANTE												
	Pre calentador	3	-	-	-	41,2	123,6	1	0,33	0,13	0,9	0,04	4,6
	Bomba Stand-by	3	75,9	90	0,945	95,2	285,7	-	-	-	-	-	-
	Bomba prelubricación	3	4,9	5,5	0,895	6,1	18,4	1	0,33	0,13	0,80	0,03	0,6
	Purificador	3	2,3	-	-	2,3	6,9	1	0,33	0,13	0,90	0,04	0,3
	Bomba trasiego	1	0,35	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,04	0,42	0,02	0,02

AUXILIARES DE MÁQUINAS	SISTEMA DE AGUA REFRIGERACIÓN													
	Bomba Agua salada	2	137,8	150	0,95	157,9	315,8	2	1	0,25	0,83	0,62	65,3	
	Bomba A.D. L.T. - Stand by	1	74,7	75	0,945	79,4	79,4	-	-	-	-	-	-	
	Bomba inyectoras	1	0,84	1,1	0,84	1,3	1,3	1	1	0,25	0,69	0,17	0,2	
	Bomba precalentador	3	3,5	3,7	0,875	4,2	12,7	1	0,33	0,25	0,85	0,07	0,9	
	Precalentador	3	-	-	-	96,0	288,0	1	0,33	0,25	0,9	0,08	21,6	
	Bomba A.D. H.T. - Stand by	3	17,2	18,5	0,924	20,0	60,1	-	-	-	-	-	-	
	SISTEMA DE AIRE DE ARRANQUE													
	Compresores	2	-	-	-	37,0	74,0	1	0,5	0,25	0,9	0,11	8,3	
TOTAL						3901,2	TOTAL						396,4	
AUXILIARES DE CASCO	SISTEMA SANITARIO													
	Generador de agua dulce	2	-	-	-	4,9	9,8	2	1	0,75	0,9	0,68	6,6	
	Bombas de suministro	2	2,8	3	0,855	3,5	7,0	2	1	0,75	0,84	0,63	4,4	
	Bomba de circulación agua fría	1	0,12	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,75	0,14	0,11	0,1	
	Bomba de circulación agua caliente	1	0,1	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,75	0,12	0,09	0,1	
	Calentador eléctrico	1	-	-	-	49,5	49,5	1	1	0,5	0,9	0,45	22,3	
	TAR	1	-	-	-	3,5	3,5	1	1	0,5	0,9	0,45	1,6	
	Incinerador	1	-	-	-	12,7	12,7	1	1	0,33	0,9	0,30	3,8	
	Compactadora	1	-	-	-	0,75	0,75	1	1	0,33	0,9	0,30	0,2	
	SENTINAS													
	Bombas de sentinas	2	64	75	0,945	79,4	158,7	1	0,5	0,75	0,77	0,29	45,7	
	Separador de sentinas	1	-	-	-	2,8	2,8	1	1	0,75	0,9	0,68	1,9	
	SISTEMA CONTRAINCENDIOS													
	Bombas CI	2	49	55	0,941	58,4	116,9	-	-	-	-	-	-	
Bomba CI emergencia	1	73,4	75	0,945	79,4	79,4	-	-	-	-	-	-		
Bomba rociadores	1	156	185	0,954	193,9	193,9	-	-	-	-	-	-		

AUXILIARES DE CASCO	SISTEMA DE CARGA Y DESCARGA													
	Bombas de carga y descarga	3	1543,2	1600	0,951	1682,4	5047,3	-	-	-	-	-	-	
	SERVICIO DE LASTRE													
	Bombas de lastre	3	126	150	0,94	157,9	473,7	-	-	-	-	-	-	
	Tratamiento aguas de lastre	1	-	-	-	245,0	245,0	-	-	-	-	-	-	
	SISTEMA GAS INERTE													
	Generador gas inerte	1	-	-	-	225,0	225,0	-	-	-	-	-	-	
	Gases de combustión	1	-	-	-	120,0	120,0	1	1	0,75	0,9	0,68	81,0	
TOTAL							6747,8	TOTAL					167,7	
VENTILACIÓN Y AACC	VENTILACIÓN													
	Ventilación CCMM	3	55	55	0,941	58,4	175,3	3	1	0,75	0,9	0,68	118,4	
	Ventilación Cámara de bombas	1	4	5,5	0,895	6,1	6,1	1	1	0,75	0,65	0,49	3,0	
	Ventilación espacios públicos	1	3	3,7	0,875	4,2	4,2	1	1	0,5	0,73	0,36	1,5	
	Ventilación aseos	4	0,32	0,75	0,825	0,9	3,6	4	1	0,5	0,38	0,19	0,7	
	Ventilación pañoles	1	0,37	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,5	0,44	0,22	0,2	
	Ventilación equipos eléctricos	1	0,25	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,75	0,30	0,23	0,2	
	Ventilación sala fumadores	1	0,37	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,75	0,44	0,33	0,3	
	Ventilación cocina	1	0,75	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,5	0,90	0,45	0,4	
	Ventilación sala de baterías	1	0,18	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,75	0,22	0,16	0,1	
	Ventilación sala de CO ₂	1	0,15	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,75	0,18	0,14	0,1	
	Ventilación generador emergencia	1	3	3,7	0,875	4,2	4,2	1	1	0,75	0,73	0,55	2,3	
	Ventilación almacén de pinturas	1	1,1	1,1	0,84	1,3	1,3	1	1	0,75	0,9	0,68	0,9	
	Ventilación incinerador	1	0,25	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,75	0,3	0,23	0,2	
	Ventilación sala motores eléctricos	1	22	22	0,924	23,8	23,8	1	1	0,75	0,9	0,68	16,1	
	AIRE ACONDICIONADO													
AACC	1	-	-	-	31,5	31,5	1	1	0,5	0,9	0,45	14,2		
TOTAL							256,6	TOTAL					158,7	

	MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS												
	TALLERES	Torno	1	-	-	-	1,5	1,5	1	1	0,33	0,9	0,3
Taladro		1	-	-	-	1,0	1,0	1	1	0,33	0,9	0,3	0,3
Esmeriladora		1	-	-	-	1,0	1,0	1	1	0,33	0,9	0,3	0,3
Equipo de soldadura		1	-	-	-	10,0	10,0	1	1	0,33	0,9	0,3	3,0
Rectificadora		1	-	-	-	1,0	1,0	1	1	0,33	0,9	0,3	0,3
TOTAL							14,5				TOTAL		
APARATOS DE NAVEGACIÓN	EQUIPOS DE NAVEGACIÓN Y COMUNICACIÓN												
	Receptor NAVTEX	1	-	-	-	0,4	0,4	1	1	0,75	0,9	0,68	0,3
	INMARSAT Std. B	1	-	-	-	0,2	0,2	1	1	0,75	0,9	0,68	0,1
	INMARSAT Std. C	2	-	-	-	0,3	0,6	2	1	0,75	0,9	0,68	0,4
	Sistema de comunicación interior	1	-	-	-	0,8	0,8	1	1	0,75	0,9	0,68	0,5
	Sistema de intercomunicación en maniobras	1	-	-	-	0,2	0,2	1	1	0,75	0,9	0,68	0,1
	Sistema de alarma general	1	-	-	-	1,2	1,2	1	1	0,75	0,9	0,68	0,8
	Sistema de navegación GPS	2	-	-	-	0,5	1,0	1	0,5	0,75	0,9	0,34	0,3
	Ecosonda	1	-	-	-	0,8	0,8	-	-	-	-	-	-
	Radar	3	-	-	-	1,2	3,6	3	1	0,75	0,9	0,68	2,4
	Corredera	2	-	-	-	0,8	1,6	-	-	-	-	-	-
	Sistema de identificación automático	1	-	-	-	0,8	0,8	1	1	0,75	0,9	0,68	0,5
	Girocompás	1	-	-	-	0,3	0,3	1	1	0,75	0,9	0,68	0,2
	Sistema indicador de la posición del timón	1	-	-	-	0,2	0,2	1	1	0,75	0,9	0,68	0,1
	Registrador de datos de travesía	1	-	-	-	1,0	1,0	1	1	0,75	0,9	0,68	0,7
TOTAL						12,7				TOTAL			6,6
MAQUINARIA DE CUBIERTA	EQUIPOS DE ELEVACIÓN												
	Grúas de carga	2	51	55	0,941	58,4	116,9	-	-	-	-	-	-
	Grúas de provisiones	2	25,5	30	0,93	32,3	64,5	-	-	-	-	-	-

MAQUINARIA DE CUBIERTA	ELEMENTOS DE AMARRE Y FONDEO												
	Molinetes	2	350	375	0,954	393,1	786,2	2	1	0,5	0,9	0,45	353,8
	Chigres de amarre	8	121	150	0,95	157,9	1263,2	8	1	0,5	0,9	0,45	568,4
TOTAL						2230,7	TOTAL					922,2	
SERVICIOS COMUNES	FONDA Y HOTEL												
	Cocina eléctrica	1	-	-	-	20,0	20,0	1	1	0,50	0,9	0,45	9,0
	Horno	1	-	-	-	6,0	6,0	1	1	0,33	0,9	0,3	1,8
	Peladora	1	-	-	-	0,5	0,5	1	1	0,33	0,9	0,3	0,2
	Cafetera	2	-	-	-	1,5	3,0	2	1	0,33	0,9	0,3	0,9
	Freidora	1	-	-	-	3,0	3,0	1	1	0,33	0,9	0,3	0,9
	Lavavajillas	2	-	-	-	5,7	11,4	2	1	0,33	0,9	0,3	3,4
	Frigorífico	2	-	-	-	0,6	1,2	2	1	0,33	0,9	0,3	0,3
	Picadora	1	-	-	-	1,0	1,0	1	1	0,33	0,9	0,3	0,3
	Lavadora	2	-	-	-	3,8	7,6	2	1	0,33	0,9	0,3	2,3
	Secadora	2	-	-	-	3,0	6,0	2	1	0,33	0,9	0,3	1,8
	Plancha	2	-	-	-	2,5	5,0	2	1	0,33	0,9	0,3	1,5
TOTAL						64,7	TOTAL					22,4	
ILUMINACIÓN	ALUMBRADO GENERAL												
	Alumbrado interior	1	-	-	-	61,1	61,1	1	1	0,75	0,9	0,68	41,2
	Alumbrado exterior	1	-	-	-	2,4	2,4	1	1	0,75	0,9	0,68	1,6
	Luces de navegación	1	-	-	-	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-
	ALUMBRADO DE EMERGENCIA												
	Alumbrado de emergencia	1	-	-	-	51,8	51,8	-	-	-	-	-	-
TOTAL						115,4	TOTAL					42,9	
											POTENCIA TOTAL MANIOBRA	4736,9	

11.5.2.5. PUERTO AMARRADO

En esta situación al estar el barco atracado no existe consumo en la propulsión y la demanda eléctrica se producirá para mantener los servicios de hotel (iluminación, HVAC, lavandería, etc.)

SERVICIO	EQUIPOS	Uds.	P. Obtenida (kW)	P.Unitaria (kW)			P.Total	PUERTO AMARRADO						
				P.Útil (kW)	η_e	P.Abs (kW)		Nº ON	FACTORES DE UTILIZACIÓN				P _u	
							N.P.Abs (kW)		K _n	K _s	K _r	K _u		
PROPULSIÓN Y GOBIERNO	MOTORES DE PROPULSIÓN													
	Motores eléctricos	2	-	15400	0,943	16330,9	32661,7	-	-	-	-	-	-	-
	SERVOMOTORES													
	Servo principal	1	161,5	185	0,954	193,9	193,9	-	-	-	-	-	-	-
	Servo auxiliar	1	34,8	37	0,93	39,8	39,8	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL							32895,4	TOTAL					0,0	
AUXILIARES DE MÁQUINAS	SISTEMA DE COMBUSTIBLE													
	Bombas de trasiego	2	12,2	15	0,91	16,5	33,0	1	0,5	0,25	0,68	0,08	2,8	
	Bombas purificador	2	1,7	2,2	0,875	2,5	5,0	-	-	-	-	-	-	
	Precalentador purificador	2	-	-	-	155,0	310,0	-	-	-	-	-	-	
	Purificador	2	-	-	-	18,5	37,0	-	-	-	-	-	-	
	Bomba MDO	2	1	1,1	0,84	1,3	2,6	1	0,5	0,75	0,82	0,31	0,8	
	Bomba de suministro	2	7,3	7,5	0,895	8,4	16,8	-	-	-	-	-	-	
	Bomba booster	2	17,5	18,5	0,924	20,0	40,0	-	-	-	-	-	-	
	Calentador final	2	-	-	-	1095,0	2190,0	-	-	-	-	-	-	
	SISTEMA DE ACEITE LUBRICANTE													
	Precalentador	3	-	-	-	41,2	123,6	1	0,33	0,13	0,9	0,04	4,6	
	Bomba Stand-by	3	75,9	90	0,945	95,2	285,7	-	-	-	-	-	-	
	Bomba prelubricación	3	4,9	5,5	0,895	6,1	18,4	1	0,33	0,13	0,80	0,03	0,6	
	Purificador	3	2,3	-	-	2,3	6,9	1	0,33	0,13	0,90	0,04	0,3	
Bomba trasiego	1	0,35	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,04	0,42	0,02	0,02		

AUXILIARES DE MÁQUINAS	SISTEMA DE AGUA REFRIGERACIÓN													
	Bomba Agua salada	2	137,8	150	0,95	157,9	315,8	1	0,5	0,25	0,83	0,1	32,6	
	Bomba A.D. L.T. - Stand by	1	74,7	75	0,945	79,4	79,4	-	-	-	-	-	-	
	Bomba inyectoras	1	0,84	1,1	0,84	1,3	1,3	1	1	0,25	0,69	0,17	0,2	
	Bomba precalentador	3	3,5	3,7	0,875	4,2	12,7	1	0,33	0,5	0,85	0,14	1,8	
	Precalentador	3	-	-	-	96,0	288,0	1	0,33	0,5	0,9	0,15	43,2	
	Bomba A.D. H.T. - Stand by	3	17,2	18,5	0,924	20,0	60,1	-	-	-	-	-	-	
	SISTEMA DE AIRE DE ARRANQUE													
	Compresores	2	-	-	-	37,0	74,0	1	0,5	0,5	0,9	0,23	16,7	
TOTAL						3901,2	TOTAL					103,6		
AUXILIARES DE CASCO	SISTEMA SANITARIO													
	Generador de agua dulce	2	-	-	-	4,9	9,8	2	1	0,75	0,9	0,68	6,6	
	Bombas de suministro	2	2,8	3	0,855	3,5	7,0	2	1	0,75	0,84	0,63	4,4	
	Bomba de circulación agua fría	1	0,12	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,75	0,14	0,11	0,1	
	Bomba de circulación agua caliente	1	0,1	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,75	0,12	0,09	0,1	
	Calentador eléctrico	1	-	-	-	49,5	49,5	1	1	0,5	0,9	0,45	22,3	
	TAR	1	-	-	-	3,5	3,5	1	1	0,5	0,9	0,45	1,6	
	Incinerador	1	-	-	-	12,7	12,7	1	1	0,33	0,9	0,30	3,8	
	Compactadora	1	-	-	-	0,75	0,75	1	1	0,33	0,9	0,30	0,2	
	SENTINAS													
	Bombas de sentinas	2	64	75	0,945	79,4	158,7	1	0,5	0,75	0,77	0,29	45,7	
	Separador de sentinas	1	-	-	-	2,8	2,8	1	1	0,75	0,9	0,68	1,9	
	SISTEMA CONTRAINCENDIOS													
	Bombas CI	2	49	55	0,941	58,4	116,9	-	-	-	-	-	-	
Bomba CI emergencia	1	73,4	75	0,945	79,4	79,4	-	-	-	-	-	-		
Bomba rociadores	1	156	185	0,954	193,9	193,9	-	-	-	-	-	-		

AUXILIARES DE CASCO	SISTEMA DE CARGA Y DESCARGA												
	Bombas de carga y descarga	3	1543,2	1600	0,951	1682,4	5047,3	-	-	-	-	-	-
	SERVICIO DE LASTRE												
	Bombas de lastre	3	126	150	0,95	157,9	473,7	-	-	-	-	-	-
	Tratamiento aguas de lastre	1	-	-	-	245,0	245,0	-	-	-	-	-	-
	SISTEMA GAS INERTE												
	Generador gas inerte	1	-	-	-	225,0	225,0	-	-	-	-	-	-
	Gases de combustión	1	-	-	-	120,0	120,0	-	-	-	-	-	-
TOTAL						6747,8	TOTAL					86,7	
VENTILACIÓN Y AACC	VENTILACIÓN												
	Ventilación CCMM	3	55	55	0,941	58,4	175,3	3	1	0,75	0,9	0,68	118,4
	Ventilación Cámara de bombas	1	4	5,5	0,895	6,1	6,1	1	1	0,75	0,65454545	0,49	3,0
	Ventilación espacios públicos	1	3	3,7	0,875	4,2	4,2	1	1	0,5	0,73	0,36	1,5
	Ventilación aseos	4	0,32	0,75	0,825	0,9	3,6	4	1	0,5	0,38	0,19	0,7
	Ventilación pañoles	1	0,37	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,5	0,44	0,22	0,2
	Ventilación equipos eléctricos	1	0,25	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,75	0,30	0,23	0,2
	Ventilación sala fumadores	1	0,37	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,75	0,44	0,33	0,3
	Ventilación cocina	1	0,75	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,5	0,90	0,45	0,4
	Ventilación sala de baterías	1	0,18	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,75	0,22	0,16	0,1
	Ventilación sala de CO ₂	1	0,15	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,75	0,18	0,14	0,1
	Ventilación generador emergencia	1	3	3,7	0,875	4,2	4,2	1	1	0,75	0,73	0,55	2,3
	Ventilación almacén de pinturas	1	1,1	1,1	0,84	1,3	1,3	1	1	0,75	0,9	0,68	0,9
	Ventilación incinerador	1	0,25	0,75	0,825	0,9	0,9	1	1	0,75	0,3	0,23	0,2
	Ventilación sala motores eléctricos	1	22	22	0,924	23,8	23,8	1	1	0,75	0,9	0,68	16,1
	AIRE ACONDICIONADO												
AACC	1	-	-	-	31,5	31,5	1	1	0,5	0,9	0,45	14,2	
TOTAL						256,6	TOTAL					158,7	

	MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS													
	TALLERES	Torno	1	-	-	-	1,5	1,5	1	1	0,33	0,9	0,3	0,5
Taladro		1	-	-	-	1,0	1,0	1	1	0,33	0,9	0,3	0,3	
Esmeriladora		1	-	-	-	1,0	1,0	1	1	0,33	0,9	0,3	0,3	
Equipo de soldadura		1	-	-	-	10,0	10,0	1	1	0,33	0,9	0,3	3,0	
Rectificadora		1	-	-	-	1,0	1,0	1	1	0,33	0,9	0,3	0,3	
TOTAL								14,5	TOTAL					
APARATOS DE NAVEGACIÓN	EQUIPOS DE NAVEGACIÓN Y COMUNICACIÓN													
	Receptor NAVTEX	1	-	-	-	0,4	0,4	1	1	0,75	0,9	0,68	0,3	
	INMARSAT Std. B	1	-	-	-	0,2	0,2	1	1	0,75	0,9	0,68	0,1	
	INMARSAT Std. C	2	-	-	-	0,3	0,6	2	1	0,75	0,9	0,68	0,4	
	Sistema de comunicación interior	1	-	-	-	0,8	0,8	1	1	0,75	0,9	0,68	0,5	
	Sistema de intercomunicación en maniobras	1	-	-	-	0,2	0,2	1	1	0,75	0,9	0,68	0,1	
	Sistema de alarma general	1	-	-	-	1,2	1,2	1	1	0,75	0,9	0,68	0,8	
	Sistema de navegación GPS	2	-	-	-	0,5	1,0	-	-	-	-	-	-	
	Ecosonda	1	-	-	-	0,8	0,8	-	-	-	-	-	-	
	Radar	3	-	-	-	1,2	3,6	-	-	-	-	-	-	
	Corredera	2	-	-	-	0,8	1,6	-	-	-	-	-	-	
	Sistema de identificación automático	1	-	-	-	0,8	0,8	-	-	-	-	-	-	
	Girocompás	1	-	-	-	0,3	0,3	1	1	0,75	0,9	0,68	0,2	
	Sistema indicador de la posición del timón	1	-	-	-	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-	
	Registrador de datos de travesía	1	-	-	-	1,0	1,0	-	-	-	-	-	-	
TOTAL							12,7	TOTAL						2,5
MAQUINARIA DE CUBIERTA	EQUIPOS DE ELEVACIÓN													
	Grúas de carga	2	51	55	0,941	58,4	116,9	-	-	-	-	-	-	
	Grúas de provisiones	2	25,5	30	0,93	32,3	64,5	-	-	-	-	-	-	

MAQUINARIA DE CUBIERTA	ELEMENTOS DE AMARRE Y FONDEO												
	Molinetes	2	350	375	0,954	393,1	786,2	2	1	0,17	0,9	0,15	117,9
	Chigres de amarre	8	121	150	0,95	157,9	1263,2	8	1	0,17	0,9	0,15	189,5
TOTAL						2230,7	TOTAL					307,4	
SERVICIOS COMUNES	FONDA Y HOTEL												
	Cocina eléctrica	1	-	-	-	20,0	20,0	1	1	0,50	0,9	0,45	9,0
	Horno	1	-	-	-	6,0	6,0	1	1	0,33	0,9	0,3	1,8
	Peladora	1	-	-	-	0,5	0,5	1	1	0,33	0,9	0,3	0,2
	Cafetera	2	-	-	-	1,5	3,0	2	1	0,33	0,9	0,3	0,9
	Freidora	1	-	-	-	3,0	3,0	1	1	0,33	0,9	0,3	0,9
	Lavavajillas	2	-	-	-	5,7	11,4	2	1	0,33	0,9	0,3	3,4
	Frigorífico	2	-	-	-	0,6	1,2	2	1	0,33	0,9	0,3	0,3
	Picadora	1	-	-	-	1,0	1,0	1	1	0,33	0,9	0,3	0,3
	Lavadora	2	-	-	-	3,8	7,6	2	1	0,33	0,9	0,3	2,3
	Secadora	2	-	-	-	3,0	6,0	2	1	0,33	0,9	0,3	1,8
	Plancha	2	-	-	-	2,5	5,0	2	1	0,33	0,9	0,3	1,5
TOTAL						64,7	TOTAL					22,4	
ILUMINACIÓN	ALUMBRADO GENERAL												
	Alumbrado interior	1	-	-	-	61,1	61,1	1	1	0,75	0,9	0,68	41,2
	Alumbrado exterior	1	-	-	-	2,4	2,4	1	1	0,75	0,9	0,68	2,2
	Luces de navegación	1	-	-	-	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-
	ALUMBRADO DE EMERGENCIA												
	Alumbrado de emergencia	1	-	-	-	51,8	51,8	-	-	-	-	-	-
TOTAL						115,4	TOTAL					43,4	
											POTENCIA TOTAL AMARRADO	729,0	

11.5.2.6. EMERGENCIA

Los equipos que deben ser alimentados en caso de emergencia vienen definidos por el SOLAS en el *Capítulo II-1: Construcción – Estructura, estabilidad e instalaciones* en la *Parte D: Instalaciones eléctricas*:

Regla 43: Fuente de energía eléctrica de emergencia en los buques de carga:

“La fuente de energía eléctrica de emergencia tendrá capacidad para alimentar simultáneamente como mínimo y durante los periodos que se especifican los servicios siguientes, si el funcionamiento de estos depende de una fuente de energía eléctrica:

Durante un período de 3 horas, alumbrado de emergencia en todos los puestos de embarco tanto en cubierta como fuera de los costados.

Durante un período de 18 horas, alumbrado de emergencia:

- *en todos los pasillos, escaleras y salidas de espacios de servicio y de alojamiento, así como en los ascensores destinados al personal y en los troncos de estos ascensores;*
- *en los espacios de máquinas y en las centrales generatrices principales con sus correspondientes puestos de mando;*
- *en todos los puestos de control, en las cámaras de mando de máquinas y en cada cuadro de distribución principal y de emergencia;*
- *en todos los pañoles de equipos de bombero;*
- *en el aparato de gobierno;*
- *en la bomba contraincendios, en la bomba de rociadores, si la hay, y en la bomba de emergencia de achique de sentinas, si la hay, y en el punto de arranque de sus respectivos motores; y*
- *en todas las cámaras de bombas de carga de los buques tanque.*

Durante un período de 18 horas:

- *las luces de navegación y demás luces prescritas en el Reglamento Internacional para prevenir los abordajes que haya en vigor;*
- *la instalación radioeléctrica de ondas métricas;*
- *la instalación radioeléctrica de ondas hectométricas;*
- *la instalación terrena de buque; y*
- *La instalación radioeléctrica de ondas hectométricas/decamétricas.*

Durante un periodo de 18 horas:

- *todo el equipo de comunicaciones interiores necesario en una situación de emergencia;*
- *los aparatos náuticos de a bordo;*
- *el sistema de detección de incendios y de alarma y;*

- *haciéndolos funcionar de modo intermitente, la lámpara de señales diurnas, el pito del buque, los dispositivos de alarma contra incendios de accionamiento manual y todas las señales interiores que se requieren en una situación de emergencia.*

Durante un periodo de 18 horas una de las bombas contra incendios prescritas.”

SERVICIO	EQUIPOS	Uds.	P. Obtenida (kW)	P.Unitaria (kW)			P.Total	EMERGENCIA						
				P.Útil (kW)	η_e	P.Abs (kW)		N.P.Abs (kW)	Nº ON	FACTORES DE UTILIZACIÓN				P _u
							K _n			K _s	K _r	K _u		
PROPULSIÓN Y GOBIERNO	MOTORES DE PROPULSIÓN													
	Motores eléctricos	2	-	15400	0,943	16330,9	32661,7	-	-	-	-	-	-	-
	SERVOMOTORES													
	Servo principal	1	161,5	185	0,954	193,9	193,9	-	-	-	-	-	-	-
	Servo auxiliar	1	34,8	37	0,93	39,8	39,8	1	1	0,013	0,85	0,01	0,4	
TOTAL							32895,4	TOTAL				0,4		
AUXILIARES DE MÁQUINAS	SISTEMA DE COMBUSTIBLE													
	Bombas de trasiego	2	12,2	15	0,91	16,5	33,0	-	-	-	-	-	-	
	Bombas purificador	2	1,7	2,2	0,875	2,5	5,0	-	-	-	-	-	-	
	Precalentador purificador	2	-	-	-	155,0	310,0	-	-	-	-	-	-	
	Purificador	2	-	-	-	18,5	37,0	-	-	-	-	-	-	
	Bomba MDO	2	1	1,1	0,84	1,3	2,6	-	-	-	-	-	-	
	Bomba de suministro	2	7,3	7,5	0,895	8,4	16,8	-	-	-	-	-	-	
	Bomba booster	2	17,5	18,5	0,924	20,0	40,0	-	-	-	-	-	-	
	Calentador final	2	-	-	-	1095,0	2190,0	-	-	-	-	-	-	
	SISTEMA DE ACEITE LUBRICANTE													
	Precalentador	3	-	-	-	41,2	123,6	-	-	-	-	-	-	
	Bomba Stand-by	3	75,9	90	0,945	95,2	285,7	-	-	-	-	-	-	
	Bomba prelubricación	3	4,9	5,5	0,895	6,1	18,4	-	-	-	-	-	-	
	Purificador	3	2,3	-	-	2,3	6,9	-	-	-	-	-	-	
	Bomba trasiego	1	0,35	0,75	0,825	0,9	0,9	-	-	-	-	-	-	

AUXILIARES DE MÁQUINAS	SISTEMA DE AGUA REFRIGERACIÓN													
	Bomba Agua salada	2	137,8	150	0,95	157,9	315,8	-	-	-	-	-	-	
	Bomba A.D. L.T. - Stand by	1	74,7	75	0,945	79,4	79,4	-	-	-	-	-	-	
	Bomba inyectoras	1	0,84	1,1	0,84	1,3	1,3	-	-	-	-	-	-	
	Bomba precalentador	3	3,5	3,7	0,875	4,2	12,7	-	-	-	-	-	-	
	Precalentador	3	-	-	-	96,0	288,0	-	-	-	-	-	-	
	Bomba A.D. H.T. - Stand by	3	17,2	18,5	0,924	20,0	60,1	-	-	-	-	-	-	
	SISTEMA DE AIRE DE ARRANQUE													
	Compresores	2	-	-	-	37,0	74,0	-	-	-	-	-	-	
TOTAL						3901,2	TOTAL					0,0		
AUXILIARES DE CASCO	SISTEMA SANITARIO													
	Generador de agua dulce	2	-	-	-	4,9	9,8	-	-	-	-	-	-	
	Bombas de suministro	2	2,8	3	0,855	3,5	7,0	-	-	-	-	-	-	
	Bomba de circulación agua fría	1	0,12	0,75	0,825	0,9	0,9	-	-	-	-	-	-	
	Bomba de circulación agua caliente	1	0,1	0,75	0,825	0,9	0,9	-	-	-	-	-	-	
	Calentador eléctrico	1	-	-	-	49,5	49,5	-	-	-	-	-	-	
	TAR	1	-	-	-	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-	
	Incinerador	1	-	-	-	12,7	12,7	-	-	-	-	-	-	
	Compactadora	1	-	-	-	0,75	0,75	-	-	-	-	-	-	
	SENTINAS													
	Bombas de sentinas	2	64	75	0,945	79,4	158,7	1	0,5	0,75	0,77	0,29	45,7	
	Separador de sentinas	1	-	-	-	2,8	2,8	1	1	0,75	0,9	0,68	1,9	
	SISTEMA CONTRAINCENDIOS													
	Bombas CI	2	49	55	0,941	58,4	116,9	1	0,5	0,75	0,9	0,34	39,5	
Bomba CI emergencia	1	73,4	75	0,945	79,4	79,4	1	1	0,75	0,9	0,68	53,6		
Bomba rociadores	1	156	185	0,954	193,9	193,9	1	1	0,75	0,9	0,68	130,9		

AUXILIARES DE CASCO	SISTEMA DE CARGA Y DESCARGA													
	Bombas de carga y descarga	3	1543,2	1600	0,951	1682,4	5047,3	-	-	-	-	-	-	
	SERVICIO DE LASTRE													
	Bombas de lastre	3	126	150	0,95	157,9	473,7	1	0,3	0,75	0,76	0,19	89,5	
	Tratamiento aguas de lastre	1	-	-	-	245,0	245,0	-	-	-	-	-	-	
	SISTEMA GAS INERTE													
	Generador gas inerte	1	-	-	-	225,0	225,0	-	-	-	-	-	-	
	Gases de combustión	1	-	-	-	120,0	120,0	-	-	-	-	-	-	
TOTAL							6747,8	TOTAL					361,1	
VENTILACIÓN Y AACC	VENTILACIÓN													
	Ventilación CCMM	3	55	55	0,941	58,4	175,3	-	-	-	-	-	-	
	Ventilación Cámara de bombas	1	4	5,5	0,895	6,1	6,1	-	-	-	-	-	-	
	Ventilación espacios públicos	1	3	3,7	0,875	4,2	4,2	-	-	-	-	-	-	
	Ventilación aseos	4	0,32	0,75	0,825	0,9	3,6	-	-	-	-	-	-	
	Ventilación pañoles	1	0,37	0,75	0,825	0,9	0,9	-	-	-	-	-	-	
	Ventilación equipos eléctricos	1	0,25	0,75	0,825	0,9	0,9	-	-	-	-	-	-	
	Ventilación sala fumadores	1	0,37	0,75	0,825	0,9	0,9	-	-	-	-	-	-	
	Ventilación cocina	1	0,75	0,75	0,825	0,9	0,9	-	-	-	-	-	-	
	Ventilación sala de baterías	1	0,18	0,75	0,825	0,9	0,9	-	-	-	-	-	-	
	Ventilación sala de CO ₂	1	0,15	0,75	0,825	0,9	0,9	-	-	-	-	-	-	
	Ventilación generador emergencia	1	3	3,7	0,875	4,2	4,2	-	-	-	-	-	-	
	Ventilación almacén de pinturas	1	1,1	1,1	0,84	1,3	1,3	-	-	-	-	-	-	
	Ventilación incinerador	1	0,25	0,75	0,825	0,9	0,9	-	-	-	-	-	-	
	Ventilación sala motores eléctricos	1	22	22	0,924	23,8	23,8	-	-	-	-	-	-	
AIRE ACONDICIONADO														
AACC	1	-	-	-	31,5	31,5	-	-	-	-	-	-		
TOTAL							256,6	TOTAL					0,0	

	MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS													
	TALLERES	Torno	1	-	-	-	1,5	1,5	-	-	-	-	-	-
Taladro		1	-	-	-	1,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-
Esmeriladora		1	-	-	-	1,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-
Equipo de soldadura		1	-	-	-	10,0	10,0	-	-	-	-	-	-	-
Rectificadora		1	-	-	-	1,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL							14,5		TOTAL				0,0	
	EQUIPOS DE NAVEGACIÓN Y COMUNICACIÓN													
	APARATOS DE NAVEGACIÓN	Receptor NAVTEX	1	-	-	-	0,4	0,4	1	1	0,75	0,9	0,68	0,3
INMARSAT Std. B		1	-	-	-	0,2	0,2	1	1	0,75	0,9	0,68	0,1	
INMARSAT Std. C		2	-	-	-	0,3	0,6	2	1	0,75	0,9	0,68	0,4	
Sistema de comunicación interior		1	-	-	-	0,8	0,8	1	1	0,75	0,9	0,68	0,5	
Sistema de intercomunicación en maniobras		1	-	-	-	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-	
Sistema de alarma general		1	-	-	-	1,2	1,2	1	1	0,75	0,9	0,68	0,8	
Sistema de navegación GPS		2	-	-	-	0,5	1,0	1	0,5	0,75	0,9	0,34	0,3	
Ecosonda		1	-	-	-	0,8	0,8	-	-	-	-	-	-	
Radar		3	-	-	-	1,2	3,6	3	1	0,75	0,9	0,68	2,4	
Corredera		2	-	-	-	0,8	1,6	-	-	-	-	-	-	
Sistema de identificación automático		1	-	-	-	0,8	0,8	1	1	0,75	0,9	0,68	0,5	
Girocompás		1	-	-	-	0,3	0,3	1	1	0,75	0,9	0,68	0,2	
Sistema indicador de la posición del timón		1	-	-	-	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-	
Registrador de datos de travesía		1	-	-	-	1,0	1,0	1	1	0,75	0,9	0,68	0,7	
TOTAL						12,7		TOTAL				6,3		
	EQUIPOS DE ELEVACIÓN													
	MAQUINARIA DE CUBIERTA	Grúas de carga	2	51	55	0,941	58,4	116,9	-	-	-	-	-	-
Grúas de provisiones		2	25,5	30	0,93	32,3	64,5	-	-	-	-	-	-	

MAQUINARIA DE CUBIERTA	ELEMENTOS DE AMARRE Y FONDEO													
	Molinetes	2	350	375	0,954	393,1	786,2	-	-	-	-	-	-	-
	Chigres de amarre	8	121	150	0,95	157,9	1263,2	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL							2230,7	TOTAL					0,0	
SERVICIOS COMUNES	FONDA Y HOTEL													
	Cocina eléctrica	1	-	-	-	20,0	20,0	-	-	-	-	-	-	-
	Horno	1	-	-	-	6,0	6,0	-	-	-	-	-	-	-
	Peladora	1	-	-	-	0,5	0,5	-	-	-	-	-	-	-
	Cafetera	2	-	-	-	1,5	3,0	-	-	-	-	-	-	-
	Freidora	1	-	-	-	3,0	3,0	-	-	-	-	-	-	-
	Lavavajillas	2	-	-	-	5,7	11,4	-	-	-	-	-	-	-
	Frigorífico	2	-	-	-	0,6	1,2	-	-	-	-	-	-	-
	Picadora	1	-	-	-	1,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-
	Lavadora	2	-	-	-	3,8	7,6	-	-	-	-	-	-	-
	Secadora	2	-	-	-	3,0	6,0	-	-	-	-	-	-	-
	Plancha	2	-	-	-	2,5	5,0	-	-	-	-	-	-	-
	TOTAL							64,7	TOTAL					0,0
ILUMINACIÓN	ALUMBRADO GENERAL													
	Alumbrado interior	1	-	-	-	61,1	61,1	-	-	-	-	-	-	-
	Alumbrado exterior	1	-	-	-	2,4	2,4	-	-	-	-	-	-	-
	Luces de navegación	1	-	-	-	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-	-
	ALUMBRADO DE EMERGENCIA													
	Alumbrado de emergencia	1	-	-	-	51,8	51,8	1	1	0,75	0,9	0,68	34,9	
	TOTAL							115,4	TOTAL					34,9
								POTENCIA TOTAL EMERGENCIA					402,8	

11.5.3. RESUMEN DEL BALANCE ELÉCTRICO

La siguiente tabla muestra un resumen de los resultados agrupados por servicio en cada una de las condiciones de navegación:

SERVICIO	CONDICIÓN					
	Navegación plena carga	Navegación lastre	Puerto C/D	Maniobra	Puerto amarrado	Emergencia
Propulsión y gobierno	19811,1	9244,8	0,0	3015,7	0,0	0,4
Auxiliares de máquinas	1969,0	1969,0	136,3	396,4	103,6	0,0
Auxiliares de casco	167,1	520,0	3131,2	167,7	86,7	361,1
Ventilación y AACC	158,7	158,7	158,7	158,7	158,7	0,0
Talleres	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	0,0
Aparatos de navegación	7,6	7,6	2,5	6,6	2,5	6,3
Maquinaria de cubierta	0,0	0,0	464,0	922,2	307,4	0,0
Servicios comunes	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	0,0
Iluminación	43,0	43,0	43,4	42,9	43,4	34,9
Σ	22183,1	11969,8	3962,8	4736,9	729,0	402,8

Como era de esperar, la mayor demanda eléctrica se produce con el barco navegando a plena carga.

11.6. SELECCIÓN DE LA PLANTA GENERADORA

11.6.1. FUENTE PRINCIPAL DE ENERGÍA

Todo buque debe estar provisto de una fuente principal de energía eléctrica de capacidad suficiente que asegure la alimentación de todos los servicios eléctricos auxiliares necesarios para mantener las condiciones normales de operación y habitabilidad, y para preservación de la carga, sin tener que acudir a la fuente de emergencia de energía eléctrica.

Recordamos los resultados obtenidos en las condiciones estudiadas:

	CONDICIÓN					
	Navegación a plena carga	Navegación en lastre	Puerto C/D	Maniobra	Puerto amarrado	Emergencia
Potencia (kW)	22183,1	11969,8	3962,8	4736,9	729,0	402,8

Para el dimensionamiento de la fuente principal se tomará la condición más desfavorable, que en nuestro caso se produce durante la navegación a plena carga.

11.6.1.1. ELECCIÓN DEL NÚMERO DE GENERADORES

En la propulsión diésel eléctrica no es necesario disponer de un generador de respeto y la redundancia se tendrá en la propulsión contando con dos motores eléctricos, de tal manera que en caso de que se produzca un fallo en un generador, el barco pueda navegar apagando un motor eléctrico y dejando el restante encendido.

De las posibles configuraciones a considerar se realizará el estudio para dos y para tres generadores. La opción de contar con uno se descarta por los siguientes motivos:

- no es seguro: una avería dejaría al buque sin los servicios esenciales;
- no es redundante: un fallo, por corto que fuese, dejaría las barras de distribución sin tensión y por tanto los servicios esenciales no tendrían suministro redundante; y
- no es flexible: en condiciones de carga menos demandantes trabajaría a muy bajo régimen, y su rendimiento sería muy bajo.

Además, la opción de contar con cuatro generadores también es descartada porque no tiene sentido priorizar la flexibilidad que se consigue al disponer de este número de generadores en un barco que va a estar la mayor parte de su vida útil en las dos condiciones más demandantes que son navegación a plena carga y navegación en lastre.

Para el estudio de la configuración de dos generadores el motor elegido es del fabricante *MAN*, concretamente el modelo *12V48/60 CR*, que cuenta con las siguientes características:

CYLINDERS	GENERATOR 514 RPM 60 Hz kWe	PROPULSION 500 RPM kWm
6L	6,984	7,200
7L	8,148	8,400
8L	9,312	9,600
9L	10,476	10,800
12V	13,968	14,400
14V	16,296	16,800

Para tres generadores se elegirá también un motor del fabricante MAN, concretamente el modelo *16V32/44 CR* que cuenta con las siguientes características:

Output					
Speed	750	750	720	720	r/min
Frequency	50	50	60	60	Hz
	Eng.	Gen.*	Eng.	Gen.*	
MAN 12V32/44CR	7,200	6,984	7,200	6,984	kW
MAN 14V32/44CR**	8,120	7,876	8,120	7,876	kW
MAN 16V32/44CR	9,600	9,312	9,600	9,312	kW
MAN 18V32/44CR	10,800	10,476	10,800	10,476	kW
MAN 20V32/44CR	12,000	11,640	12,000	11,640	kW

El estudio de las dos configuraciones consideradas se muestra a continuación para cada una de las situaciones de operación:

Condición	Potencia (kW)	2 Generadores (P=13968 kW)		3 Generadores (P=9312 kW)		
		1 ON	2 ON	1 ON	2 ON	3 ON
Navegación normal	22183,1	-	79,4 %	-	-	79,4 %
Navegación lastre	11969,8	-	42,8 %	-	64,3 %	42,8 %
Puerto cargando/descargando	3962,8	28,4 %	14,2 %	42,6 %	21,3 %	14,2 %
Maniobra	4736,9	33,9 %	17,0 %	50,9 %	25,4 %	17,0 %
Puerto amarrado	729,0	5,2 %	2,6 %	7,8 %	3,9 %	2,6 %

En este estudio se han descartado las configuraciones en las que el régimen del motor excediese el 85 %, ya que se trata de una exigencia de la RPA el no superar este valor.

A pesar de que la configuración de dos generadores es más económica y requiere un espacio disponible menor, es su bajo rendimiento al que trabajarían en las condiciones menos demandantes lo que hace que esta configuración sea poco efectiva.

Por tanto, se toma la decisión de contar con una configuración de tres generadores.

11.6.1.2. RESERVA DE ENERGÍA

En la siguiente tabla se muestra la administración de la reserva de energía para todas las condiciones estudiadas:

	Carga generador					Potencia disponible Pick-up					Potencia disponible Stand-by				
	Nav. normal	Nav. Lastre	Puerto C/D	Maniobra	Amarrado	Nav. normal	Lastre	Puerto C/D	Maniobra	Amarrado	Nav. normal	Lastre	Puerto C/D	Maniobra	Amarrado
	22183,1	11969,8	3962,8	4736,9	729,0	22183,1	11969,8	3962,8	4736,9	729,0	22183,1	11969,8	3962,8	4736,9	729,0
N = 1	79,4 %	64,3 %	42,6 %	50,9 %	7,8 %	20,6 %	35,7 %	57,4 %	49,1 %	92,2 %	-	-	-	-	-
N = 2	79,4 %	64,3 %	Stand-by	Stand-by	Stand-by	20,6 %	35,7 %	-	-	-	-	-	100 %	100 %	100 %
N = 3	79,4 %	Stand-by	Stand-by	Stand-by	Stand-by	20,6 %	-	-	-	-	-	100 %	100 %	100 %	100 %
DESGLOSE DE ENERGÍA (9312 kW)						61,8 %	71,5 %	57,4 %	49,1 %	92,2 %	-	100 %	200 %	200 %	200 %
						5752,9	6654,2	5349,2	4575,1	8583,0	-	9312	18624	18624	18624
RESERVA TOTAL DE ENERGÍA EN NAVEGACIÓN A PLENA CARGA						61,8 %									
						5752,9									
RESERVA TOTAL DE ENERGÍA EN NAVEGACIÓN EN LASTRE						171,5 %									
						15966,2									
RESERVA TOTAL DE ENERGÍA EN PUERTO C/D						257,4 %									
						23973,2									
RESERVA TOTAL DE ENERGÍA EN MANIOBRA						249,1 %									
						23199,1									
RESERVA TOTAL DE ENERGÍA EN PUERTO AMARRADO						292,2 %									
						27207,0									

11.6.2. PLANTA DE EMERGENCIA

El barco del proyecto debe contar con una fuente eléctrica de emergencia. Sus características vienen definidas por el SOLAS en el *Capítulo II-1: Construcción – Estructura, estabilidad e instalaciones* en la *Parte D: Instalaciones eléctricas*:

Regla 43: Fuente de energía eléctrica de emergencia en los buques de carga:

“Se proveerá una fuente autónoma de energía eléctrica de emergencia.

La fuente de energía eléctrica de emergencia, el correspondiente equipo transformador, si lo hay, la fuente transitoria de energía de emergencia, el cuadro de distribución de emergencia y el cuadro de distribución de alumbrado de emergencia estarán situados por encima de la cubierta corrida más alta y tendrán acceso fácil desde la cubierta expuesta. No estarán situados a proa del mamparo de colisión, salvo que en circunstancias excepcionales lo autorice la Administración.

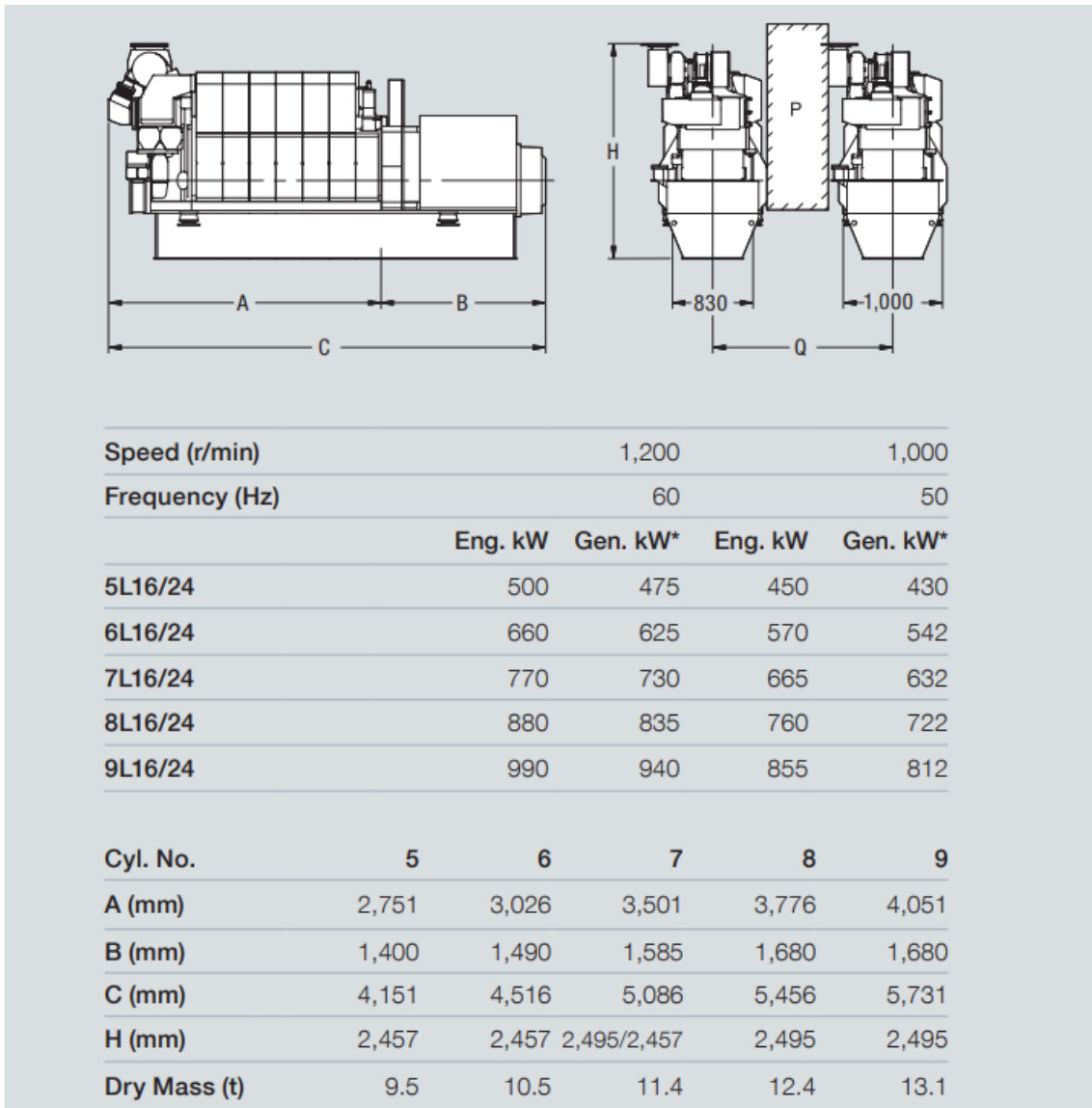
La ubicación de la fuente de energía eléctrica de emergencia, del correspondiente equipo transformador, si lo hay, de la fuente transitoria de energía de emergencia, del cuadro de distribución de emergencia y del cuadro de distribución de alumbrado de emergencia con respecto a la fuente de energía eléctrica principal, al correspondiente equipo transformador, si lo hay, y al cuadro de distribución principal será tal que asegure, de un modo que a juicio de la Administración sea satisfactorio, que un incendio o cualquier otro siniestro sufridos en el espacio que contenga la fuente de energía eléctrica principal, el correspondiente transformador, si lo hay, y el cuadro de distribución principal, o en cualquier espacio de categoría A para máquinas, no dificultarán el suministro, la regulación ni la distribución de energía eléctrica de emergencia. En la medida de lo posible, el espacio que contenga las fuentes de energía eléctrica de emergencia, el correspondiente equipo transformador, si lo hay, la fuente transitoria de energía eléctrica de emergencia y el cuadro de distribución de emergencia, no será contiguo a los mamparos límite de los espacios de categoría A para máquinas o de los espacios que contengan la fuente de energía eléctrica principal, el correspondiente transformador, si lo hay, y el cuadro de distribución principal.

A condición de que se tomen las medidas adecuadas para hacer seguro su funcionamiento independiente en situaciones de emergencia, en cualquier circunstancia, el generador de emergencia podrá utilizarse excepcionalmente, y durante cortos períodos, para alimentar circuitos que no sean de emergencia.”

En base a esto se decide instalar un generador de emergencia que irá ubicado en la cubierta A del guardacalor, con todos sus equipos correspondientes. La potencia requerida para esta condición ya ha sido calculada previamente y la recordamos en la siguiente tabla:

Servicio	Emergencia
Propulsión y gobierno	0,4
Auxiliares de máquinas	0,0
Auxiliares de casco	361,1
Ventilación y AACC	0,0
Talleres	0,0
Aparatos de navegación	6,3
Maquinaria de cubierta	0,0
Servicios comunes	0,0
Iluminación	34,9
Total (kW)	402,8

Con esta potencia se decide instalar un grupo generador del fabricante *MAN*, concretamente el modelo *5L16/24*, que cuenta con las siguientes características:



Se elige un alternador que a 60 Hz tiene una potencia de salida de 475 kW, suficiente para abastecer la demanda del barco del proyecto en la situación de emergencia.

11.7. CABLEADO

Para obtener la corriente absorbida se utilizará la siguiente fórmula del método de las corrientes admisibles:

$$I_{abs} = \frac{P_{abs} \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

El coseno de “fi” tendrá los siguientes valores:

- En potencias inferiores a 20 kW se emplearán arrancadores estáticos y tomaremos el coseno de “fi” natural de los motores con la tabla que se muestra a continuación:

Technical data, 460 V 60 Hz IE2 cast iron motors

IP 55 - IC 411 - Insulation class F, temperature rise class B
IE2 efficiency class according to IEC 60034-30-1; 2014

Output kW	Motor type	Product code	Speed r/min	Efficiency IEC 60034-30-1; 2014			Power factor Cos φ	Current		Torque		Moment of inertia J = 1/4 GD ² kgm ²	Weight kg	Sound pressure Level L _{pa} dB	
				Full load 100%	3/4 load 75%	1/2 load 50%		I _N A	I ₂ /I _N	T _N Nm	T ₁ /T _N				T ₂ /T _N
1800 r/min = 4 poles															
460 V 60 Hz															
CENELEC-design															
0.25	M3BP 71MA 4	3GBP072321-+B	1705	73,2	73,3	70,5	0,76	0,56	4,3	1,42	2,3	2,6	0,00074	10	48
0.37	M3BP 71MB 4	3GBP072322-+B	1710	75,1	74,9	71,9	0,78	0,77	5,5	2,05	1,9	2,7	0,00088	11	48
0.55	M3BP 80MA 4	3GBP082321-+B	1725	75,5	76	72,3	0,65	1,39	6,1	3,01	2,4	3,6	0,00144	15	48
0.75	M3BP 80MD 4	3GBP082324-+B	1740	82,5	81,7	78,5	0,69	1,64	6,1	4,12	3	3,8	0,00205	17	53
1.1	M3BP 90SLB 4	3GBP092322-+B	1740	85,4	85,1	82,7	0,77	2,11	7,5	6	2,7	4	0,0044	25	53
1.5	M3BP 90SLD 4	3GBP092325-+B	1740	86,1	86	84	0,81	2,74	7,8	8,2	3	4,1	0,0053	27	59
2.2	M3BP 100LC 4	3GBP102323-+B	1755	87,5	86,7	84,3	0,78	4,08	9	12	3	4,8	0,00948	36	59
3	M3BP 100LD 4	3GBP102324-+B	1755	87,6	87,2	85	0,78	5,42	9,1	16,35	3,2	4,1	0,011	38	61
4	M3BP 112MB 4	3GBP112322-+B	1745	87,7	87,6	86	0,82	6,94	8,2	21,96	2,8	3,4	0,0125	44	62
5.5	M3BP 132SMB 4	3GBP132322-+B	1765	89,9	89,6	87,5	0,79	9,64	7,6	29,8	2,4	3,6	0,0328	70	70
7.5	M3BP 132SMC 4	3GBP132323-+B	1760	90,5	90,4	88,8	0,82	12,7	8,2	40,88	2,7	4,1	0,0366	73	67
11	M3BP 160MLA 4	3GBP162410-+G	1772	91,3	91,6	90,5	0,83	18,2	7,7	59,2	2,4	3,2	0,081	135	66
15	M3BP 160MLB 4	3GBP162420-+G	1775	92,2	92,3	91,5	0,83	24,6	8	80,6	2,7	3,3	0,099	165	66
18.5	M3BP 180MLA 4	3GBP182410-+G	1781	92,5	92,8	92	0,83	30,2	8,2	99,1	2,8	3,2	0,166	205	66
22	M3BP 180MLB 4	3GBP182420-+G	1780	93,1	93,4	92,5	0,83	35,7	8,3	118	2,8	3,3	0,195	222	66
30	M3BP 200MLA 4	3GBP202410-+G	1783	93,8	94	93,1	0,83	48,3	8,4	160	3	3,3	0,309	291	67
37	M3BP 225SMA 4	3GBP222210-+G	1782	93,6	93,5	92,4	0,84	59	8,1	198	2,8	3,2	0,356	324	70
45	M3BP 225SMB 4	3GBP222220-+G	1784	94,2	94,1	93	0,85	70,5	8,6	240	2,7	3,3	0,44	356	70
55	M3BP 250SMA 4	3GBP252210-+G	1782	95	95,2	94,7	0,84	86,3	8	294	2,8	3,3	0,765	414	71
75	²⁾ M3BP 280SMA 4	3GBP282210-+G	1785	94,2	94,1	93	0,85	117	7,9	400	2,7	3,1	1,25	625	72
90	M3BP 280SMB 4	3GBP282220-+G	1785	94,7	94,7	93,9	0,85	140	8,2	481	2,7	3	1,5	665	72
110	²⁾ M3BP 315SMA 4	3GBP312210-+G	1788	94,5	94,2	92,9	0,86	170	8,1	587	2,4	3,1	2,3	900	74
132	M3BP 315SMB 4	3GBP312220-+G	1788	95,1	94,9	93,8	0,86	203	8	704	2,5	3	2,6	960	74
160	M3BP 315SMC 4	3GBP312230-+G	1788	95,2	95	94	0,85	249	8,2	854	2,6	3,2	2,9	1000	74
200	M3BP 315MLA 4	3GBP312410-+G	1787	95,3	95,2	94,4	0,86	307	8,2	1068	2,7	3,2	3,5	1160	74
250	M3BP 355SMA 4	3GBP352210-+G	1789	95,4	95,3	94,4	0,85	388	8	1334	2,4	3	5,9	1610	79
315	M3BP 355SMB 4	3GBP352220-+G	1789	95,8	95,7	94,8	0,86	481	8,3	1680	2,4	3,1	6,9	1780	74
355	M3BP 355SMC 4	3GBP352230-+G	1788	95,8	95,7	94,9	0,87	536	7,8	1894	2,5	3	7,2	1820	78
560	M3BP 400LA 4	3GBP402510-+G	1792	96,5	96,4	95,7	0,84	863	7,8	2985	2,7	3,1	15	3200	83
630	M3BP 400LB 4	3GBP402520-+G	1792	96,6	96,5	95,9	0,85	959	8,9	3358	2,2	3,3	16	3300	83
710	¹⁾ M3BP 400LC 4	3GBP402530-+G	1792	96,9	96,8	96,2	0,84	1091	7,9	3784	2,5	3,3	17	3400	83
800	M3BP 450LA 4	3GBP452510-+G	1792	96,7	96,6	95,9	0,85	1217	6,8	4261	1,4	3,3	23	4050	89
900	M3BP 450LB 4	3GBP452520-+G	1792	96,9	96,5	96,2	0,85	1373	7,9	4794	1,3	3,1	25	4350	89
1000	¹⁾ M3BP 450LC 4	3GBP452530-+G	1792	97,2	97,1	96,4	0,86	1505	7,2	5329	1,4	2,8	30	4700	89

¹⁾ Temperature rise class F

²⁾ Efficiency class IE1

- En potencias superiores a 20 kW, se emplearán convertidores de potencia para el arranque, y el valor del coseno de “fi” figura en la siguiente tabla:

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

El valor recomendado por el fabricante es de 0,95.

Una vez calculada la corriente absorbida se entra en la siguiente tabla propuesta por el DNV GL en la *Parte 4, Capítulo 8, Sección 2* y seleccionaremos el número y la sección de los cables:

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

Se tendrá en cuenta que:

- Solo se pondrá más de 1 cable cuando la sección de este sea igual o superior a 10 mm².
- Cuando se necesiten más de 6 cables para un mismo equipo, se multiplicará el valor de la intensidad de la tabla por un factor de corrección igual a 0,85.
- A partir de una sección igual o superior a 120 mm² habría que tener en cuenta la inductancia del cable. Además, su elevada sección implicaría un aumento del peso y una mayor dificultad para la instalación, por lo que se evitará la instalación de secciones superiores a 95 mm².

Para el cálculo de la caída de tensión se empleará la siguiente fórmula:

$$\Delta U_{max} = \frac{P \cdot L}{U \cdot \sigma \cdot S_{min}}$$

Siendo:

L la longitud de la línea en metros.

P la potencia activa en vatios.

U la tensión entre dos fases.

S_{min} la sección mínima a instalar. Esta sección debe ser suficiente para que la caída de tensión entre las barras del cuadro principal o de emergencia y cualquier punto de la instalación, cuando los conductores estén transportando la máxima corriente en condiciones normales, no exceda el 6 % de la tensión nominal.

σ la conductividad del conductor. Tomaremos el valor correspondiente a un conductor de cobre tipo XLPE:

MATERIAL	ρ_{20°	σ_{20°	TERMOPLÁSTICOS (PVC, poliolefinas Z1 o similares)		TERMOESTABLES (tipo XLPE, EPR, poliolefinas Z, silicona...)	
			ρ_{70°	σ_{70°	ρ_{90°	σ_{90°
Cobre	0'018	56	0'021	48	0'023	44
Aluminio	0'029	35	0'033	30	0'036	28

Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

TENSIÓN 6600 V							
EQUIPO	P.Abs. (kW)	Cos φ	I abs. (A)	Sección (mm ²)	Cable XLPE	ΔU	ΔU (%)
MOTORES DE PROPULSIÓN							
Motores eléctricos	16330,9	0,95	1503,8	95	9/3x95 mm ²	5,92	0,09%

Los equipos alimentados a 480 V:

TENSIÓN 480 V							
EQUIPOS	P.Abs. (kW)	Cos φ	I abs. (A)	Sección (mm ²)	Cable XLPE	ΔU	ΔU (%)
SERVOMOTORES							
Servo principal	193,9	0,95	245,5	35	3/3x35 mm ²	13,1	2,73%
Servo auxiliar	39,8	0,95	50,4	16	1/3x16 mm ²	5,9	1,23%
SISTEMA DE COMBUSTIBLE							
Bombas de trasiego	16,5	0,83	23,9	4	1/3x4 mm ²	2,0	0,41%
Bombas purificador	2,5	0,78	3,9	1	1/3x1 mm ²	1,2	0,25%
Precalentador purificador	155,0	0,95	196,2	35	2/3x35 mm ²	2,1	0,44%
Purificador	18,5	0,83	26,8	4	1/3x4 mm ²	2,4	0,46%
Bomba MDO	1,3	0,77	2,0	1	1/3x1 mm ²	0,6	0,13%
Bomba de suministro	8,4	0,82	12,3	1	1/3x1 mm ²	4,0	0,83%
Bomba booster	20,0	0,83	29,0	6	1/3x6 mm ²	1,6	0,33%
Calentador final	1095,0	0,95	1386,4	95	8/3x95 mm ²	5,5	1,14%
SISTEMA DE ACEITE LUBRICANTE							
Precalentador	41,2	0,95	52,2	16	1/3x16 mm ²	1,2	0,25%
Bomba Stand-by	95,2	0,95	120,6	16	2/3x16 mm ²	2,8	0,59%
Bomba prelubricación	6,1	0,79	9,4	1	1/3x1 mm ²	2,9	0,61%
Purificador	2,3	0,78	3,5	1	1/3x1 mm ²	1,1	0,23%
Bomba trasiego	0,9	0,69	1,6	1	1/3x1 mm ²	0,4	0,09%
SISTEMA DE AGUA REFRIGERACIÓN							
Bomba Agua salada	157,9	0,95	199,9	35	2/3x35 mm ²	2,1	0,45%
Bomba A.D. L.T. - Stand by	79,4	0,95	100,5	35	1/3x35 mm ²	1,1	0,22%
Bomba inyectoras	1,3	0,77	2,0	1	1/3x1 mm ²	0,6	0,13%
Bomba precalentador	4,2	0,82	6,2	1	1/3x1 mm ²	2,0	0,42%
Precalentador	96	0,95	121,5	16	2/3x16 mm ²	2,8	0,59%
Bomba A.D. H.T. - Stand by	20,0	0,83	29,0	6	1/3x6 mm ²	1,6	0,33%
SISTEMA DE AIRE DE ARRANQUE							
Compresores	37	0,95	46,8	10	1/3x16 mm ²	1,8	0,36%
SISTEMA SANITARIO							
Generador de agua dulce	4,9	0,79	7,5	1	1/3x1 mm ²	2,3	0,48%
Bombas de suministro	3,5	0,78	5,4	1	1/3x1 mm ²	1,7	0,35%
Bomba circulación a. fría	0,9	0,77	1,4	1	1/3x1 mm ²	0,4	0,09%
Bomba circulación a.cal	0,9	0,77	1,4	1	1/3x1 mm ²	0,4	0,09%
Calentador eléctrico	49,5	0,95	62,7	16	1/3x16 mm ²	1,5	0,31%
TAR	3,5	0,82	5,1	1	1/3x1 mm ²	1,7	0,35%
Incinerador	12,7	0,83	18,4	2,5	1/3x2,5 mm ²	2,4	0,50%
Compactadora	0,75	0,69	1,3	1	1/3x1 mm ²	0,4	0,07%

SENTINAS							
Bombas de sentinas	79,4	0,95	100,5	35	1/3x35 mm ²	2,1	0,45%
Separador de sentinas	2,8	0,78	4,3	1	1/3x1 mm ²	2,7	0,55%
SISTEMA CONTRAINCENDIOS							
Bombas CI	58,4	0,95	74,0	25	1/3x25 mm ²	2,2	0,46%
Bomba CI emergencia	79,4	0,95	100,5	50	1/3x50 mm ²	17,3	3,60%
Bomba rociadores	193,9	0,95	245,5	25	3/3x25 mm ²	7,3	1,53%
SISTEMA DE CARGA Y DESCARGA							
Bombas de carga y descarga	1682,4	0,95	2130,2	95	13/3x95 mm ²	12,6	2,62%
SERVICIO DE LASTRE							
Bombas de lastre	157,9	0,95	199,9	35	2/3x35 mm ²	4,3	0,89%
Tratamiento aguas de lastre	245	0,95	310,2	25	4/3x25 mm ²	9,3	1,93%
SISTEMA GAS INERTE							
Generador gas inerte	225	0,95	284,9	25	4/3x25 mm ²	5,1	1,07%
VENTILACIÓN							
Ventilación CCMM	58,4	0,95	74,0	25	1/3x25 mm ²	3,3	0,69%
Ventilación Cámara de bombas	6,1	0,79	9,4	1	1/3x1 mm ²	4,4	0,91%
Ventilación espacios públicos	4,2	0,82	6,2	1	1/3x1 mm ²	3,0	0,63%
Ventilación aseos	0,9	0,69	1,6	1	1/3x1 mm ²	0,6	0,13%
Ventilación pañoles	0,9	0,69	1,6	1	1/3x1 mm ²	0,6	0,13%
Ventilación equipos eléctricos	0,9	0,69	1,6	1	1/3x1 mm ²	0,6	0,13%
Ventilación sala fumadores	0,9	0,69	1,6	1	1/3x1 mm ²	0,6	0,13%
Ventilación cocina	0,9	0,69	1,6	1	1/3x1 mm ²	0,6	0,13%
Ventilación sala de baterías	0,9	0,69	1,6	1	1/3x1 mm ²	0,6	0,13%
Ventilación sala de CO ₂	0,9	0,69	1,6	1	1/3x1 mm ²	0,6	0,13%
Ventilación generador emergencia	4,2	0,82	6,2	1	1/3x1 mm ²	3,0	0,63%
Ventilación almacén de pinturas	1,3	0,77	2,0	1	1/3x1 mm ²	0,9	0,19%
Ventilación incinerador	0,9	0,69	1,6	1	1/3x1 mm ²	0,6	0,13%
Ventilación sala motores eléctricos	23,8	0,83	34,5	6	1/3x6 mm ²	2,8	0,59%
AIRE ACONDICIONADO							
AACC	31,5	0,95	39,9	10	1/3x10 mm ²	2,4	0,50%
EQUIPOS DE ELEVACIÓN							
Grúas de carga	58,4	0,95	74,0	25	1/3x25 mm ²	12,2	2,54%
Grúas de provisiones	32,3	0,95	40,8	10	1/3x10 mm ²	3,4	0,70%
ELEMENTOS DE AMARRE Y FONDEO							
Molinetes	393,1	0,95	497,7	95	3/3x95 mm ²	25,5	5,31%
Chigres de amarre	157,9	0,95	199,9	95	1/3x95 mm ²	18,1	3,77%

Los equipos alimentados a 240 V:

TENSIÓN 240 V							
EQUIPOS	P.Abs (kW)	Cos φ	I abs. (A)	Sección (mm ²)	Cable XLPE	ΔU	ΔU (%)
MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS							
Torno	1,5	0,81	4,5	1	1/3x1 mm ²	1,7	0,71%
Taladro	1	0,77	3,1	1	1/3x1 mm ²	1,1	0,47%
Esmeriladora	1	0,77	3,1	1	1/3x1 mm ²	1,1	0,47%
Equipo de soldadura	10	0,83	29,0	6	1/3x6 mm ²	1,9	0,79%
Rectificadora	1	0,77	3,1	1	1/3x1 mm ²	1,1	0,47%
EQUIPOS DE NAVEGACIÓN Y COMUNICACIÓN							
Receptor NAVTEX	0,4	0,65	1,5	1	1/3x1 mm ²	1,1	0,44%
INMARSAT Std. B	0,2	0,65	0,7	1	1/3x1 mm ²	0,5	0,22%
INMARSAT Std. C	0,3	0,65	1,1	1	1/3x1 mm ²	0,8	0,33%
Sistema comunicación interior	0,8	0,77	2,5	1	1/3x1 mm ²	2,1	0,88%
Sistema de intercomunicación en maniobras	0,2	0,65	0,7	1	1/3x1 mm ²	0,5	0,22%
Sistema de alarma general	1,2	0,75	3,8	1	1/3x1 mm ²	3,2	1,33%
Sistema de navegación GPS	0,5	0,65	1,9	1	1/3x1 mm ²	1,3	0,55%
Ecosonda	0,8	0,77	2,5	1	1/3x1 mm ²	2,1	0,88%
Radar	1,2	0,81	3,6	1	1/3x1 mm ²	3,2	1,33%
Corredera	0,8	0,77	2,5	1	1/3x1 mm ²	2,1	0,88%
Sistema de identificación automático	0,8	0,77	2,5	1	1/3x1 mm ²	2,1	0,88%
Girocompás	0,3	0,65	1,1	1	1/3x1 mm ²	0,8	0,33%
Sistema indicador de la posición del timón	0,2	0,65	0,7	1	1/3x1 mm ²	0,5	0,22%
Registrador de datos de travesía	1	0,77	3,1	1	1/3x1 mm ²	2,7	1,10%
FONDA Y HOTEL							
Cocina eléctrica	20	0,83	58,0	16	1/3x16 mm ²	2,4	0,99%
Horno	6	0,82	17,6	2,5	1/3x2,5 mm ²	4,5	1,89%
Peladora	0,5	0,65	1,9	1	1/3x1 mm ²	0,9	0,39%
Cafetera	1,5	0,81	4,5	1	1/3x1 mm ²	2,8	1,18%
Freidora	3	0,78	9,3	1	1/3x1 mm ²	5,7	2,37%
Lavavajillas	5,7	0,82	16,7	2,5	1/3x2,5 mm ²	4,3	1,80%
Frigorífico	0,6	0,69	2,0	1	1/3x1 mm ²	1,1	0,45%
Picadora	1	0,77	3,1	1	1/3x1 mm ²	1,9	0,79%
Lavadora	3,8	0,82	11,1	1	1/3x1 mm ²	7,2	3,00%
Secadora	3	0,78	9,3	1	1/3x1 mm ²	5,7	2,37%
Plancha	2,5	0,78	7,7	1	1/3x1 mm ²	4,7	1,97%

ALUMBRADO GENERAL							
Alumbrado interior	61,1	0,95	154,7	25	2/3x25 mm ²	6,5	2,70%
Alumbrado exterior	2,4	0,78	7,4	6	1/3x6 mm ²	8,7	3,63%
Luces de navegación	0,2	0,76	0,6	1	1/3x1 mm ²	3,9	1,63%
ALUMBRADO DE EMERGENCIA							
Alumbrado de interior habilitación	3,6	0,82	10,7	2,5	1/3x2,5 mm ²	3,9	1,61%
Alumbrado CCMM	37,8	0,85	107,1	10	3/3x10 mm ²	7,2	2,99%
Alumbrado cámara de bombas	3,5	0,82	10,2	2,5	1/3x2,5 mm ²	2,6	1,10%
Alumbrado bombas emergencia	1,0	0,77	3,3	2,5	1/3x2,5 mm ²	9,1	3,78%
Alumbrado servomotor	3,2	0,82	9,4	2,5	1/3x2,5 mm ²	6,0	2,52%
Luces de navegación	0,2	0,76	0,6	2,5	1/3x2,5 mm ²	1,6	0,65%
Alumbrado exterior	2,4	0,78	7,4	6	1/3x6 mm ²	8,7	3,63%

11.8. DIAGRAMA UNIFILAR

El diagrama unifilar eléctrico permite representar esquemáticamente cómo se conectan entre sí los generadores, los transformadores, los cuadros eléctricos y los consumidores de la planta.

Los generadores eléctricos descargan la potencia eléctrica a un cuadro principal, que en este caso será a una tensión de 6600 V. Este cuadro principal está dividido en dos secciones de tal manera que si se produjese un fallo eléctrico solo caería una de las dos. El seccionador que divide el cuadro principal estará normalmente cerrado, puesto que da mayor flexibilidad a la planta y además es imprescindible en situaciones como la de navegación a plena carga, para la que son necesarios tres generadores operando simultáneamente.

El seccionamiento del cuadro principal implica dividir toda la planta eléctrica en dos. Además, de cada cuadro principal, mediante transformadores se dará potencia a dos cuadros secundarios a 480 V.

También dispondremos de dos cuadros de baja tensión a 240 V, uno para servicios esenciales como el alumbrado de emergencia y los equipos de navegación y comunicación, y el otro para los servicios no esenciales como el alumbrado general, los servicios de fonda y hotel y las máquinas y herramientas. Ambos se alimentarán de los respectivos cuadros secundarios mediante transformadores.

Por último, el cuadro de emergencia se encuentra a 480 V, ya que no necesita abastecer a ningún consumidor a mayor tensión. Su misión consiste en comunicar el generador de emergencia con los cuadros secundarios de servicios esenciales.

El diagrama unifilar se muestra en el *Anexo II*, donde podrán apreciarse todos los detalles comentados anteriormente.

11.9. BIBLIOGRAFÍA

Convenio SOLAS.

Javier Bouza Fernández: *Proyecto de buques y artefactos marinos 2.*

ANEXO I: BUQUE BASE



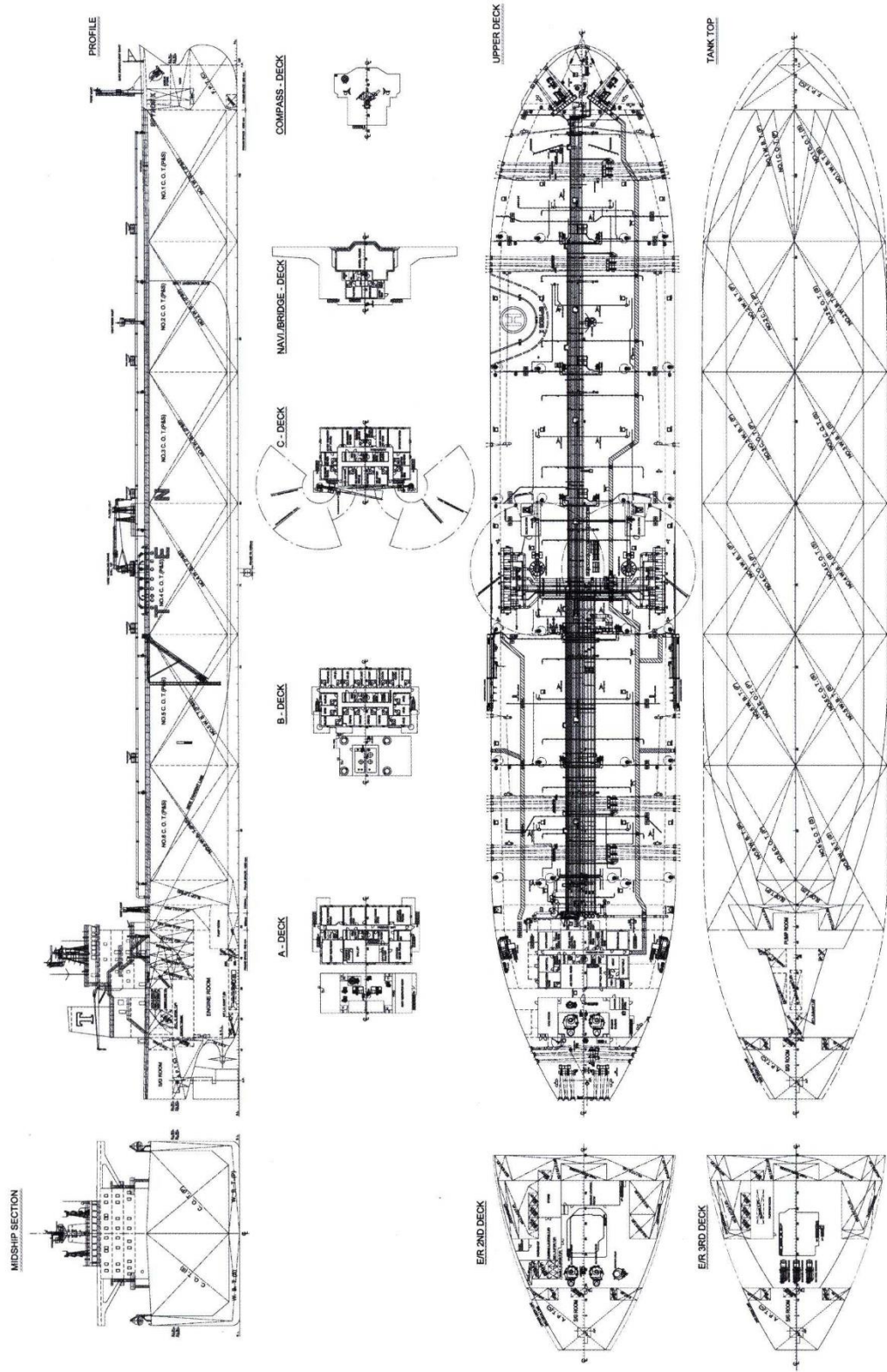
SPYROS K: Suezmax tanker for Tsakos Energy Navigation Ltd

Shipbuilder: **Sungdong Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd**
 Vessel's name: **Spyros K**
 Hull No.: **S2034**
 Owner/operator: **Tsakos Energy Navigation Limited**
 Country: **Greece**
 Designer: **Sungdong Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd**
 Country: **Korea**
 Model test establishment used: **MOERI, Korea**
 Flag: **Liberia**
 IMO number: **9565948**
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **1**
 Total number of sister ships still on order: **nil**

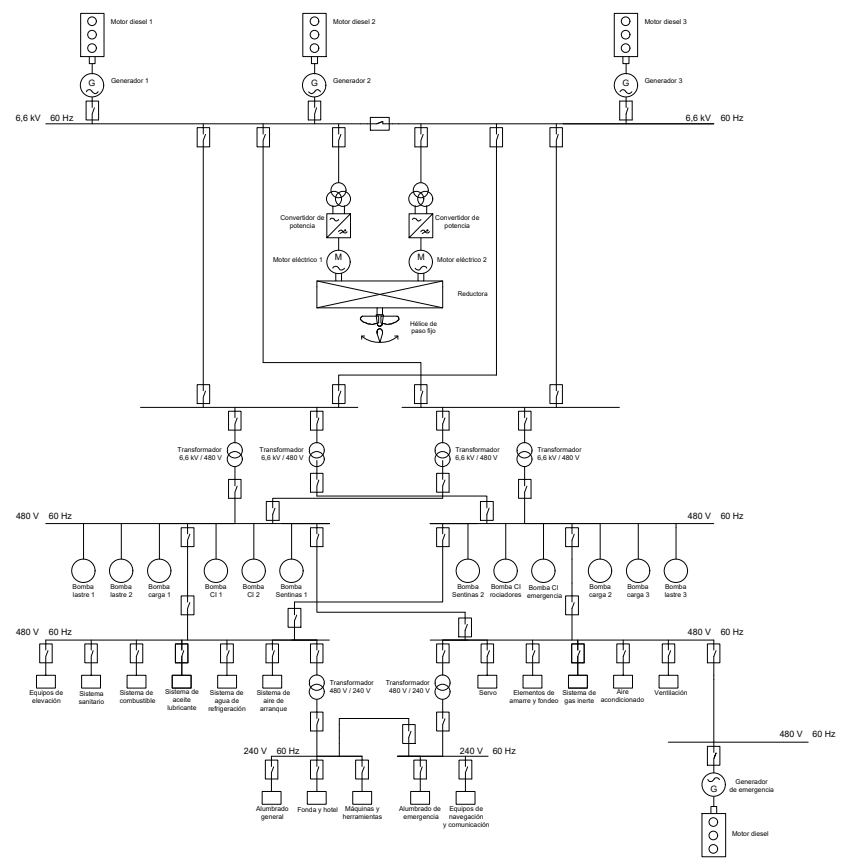
TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 274.2m
 Length bp: 264m
 Breadth moulded: 48m
 Depth moulded
 To main deck: 23.1m
 To upper deck: 23.1m
 Width of double skin
 Side: 2.5m
 Bottom: 2.8m
 Draught
 Scantling: 17.15m
 Design: 16m
 Gross: 81,000tonnes
 Deadweight
 Design: 145,000dwt
 Scantling: 158,000dwt
 Speed, service: 15.7knots @ 90% mCR with 15% sea margin
 Cargo capacity
 Liquid volume: 170,000m³
 Bunkers
 Heavy oil: 4500m³
 Diesel oil: 200m³
 Water ballast: 54,000m³
 Daily fuel consumption
 Main engine only: 69.3tonnes/day
 Classification society and notations: ABS A1(E), Oil Carrier, ESP, CRS, AB-CM, CPS, UWILD, +AMS, +ACCU, TCM, COW, VEC-L, BWE, ENVIRO, HM2+R, CRC, RW, PMA, GP
 % high tensile steel used in construction: abt. 40%
 Main engine
 Design: 2-stroke, direct revidible, crosshead
 Model: 6S70MC-C7 Tier II
 Manufacturer: Hyundai-MAN B&W
 Number: 1
 Type of fuel: HFO, MDO or MGO
 Output of each engine: 18,660kW x 91rpm
 Propeller
 Material: Ni-Al-Bronze
 Designer/manufacturer: HHI
 Number: 1
 Fixed/controllable pitch: Fixed
 Diameter: 8.2m
 Speed: 91rpm
 Diesel-driven alternators
 Number: 3
 Engine make/type: HHI/ Himsen 6H21/32
 Type of fuel: HFO, MDO or MGO
 Output/speed of each set: 1050kW/ 720rpm
 Alternator make/type: HHI-EES/ HFC7-564-14E
 Output/speed of each set: 987kW/ 720rpm
 Boilers
 Number: 2 x Aux. boilers
 1 x comp. boiler
 Type: oil fired, vertical, water tube & forced draft
 Make: Aalborg
 Output, each boiler:
 Aux boiler: 37,200kg/h
 Comp. boiler: 1500kg/h oil fired
 1200kg/h exh. Gas

Cargo cranes/ cargo gear
 Number: 2
 Make: Oriental
 Type: Electro hydraulic, cylinder luffing jib rest
 Performance: 15tonnes/ 17.4m outreach
 Other cranes
 Number: 2
 Make: Oriental
 Type: Electro hydraulic, cylinder luffing jib rest
 Tasks: Provisions
 Performance: 6.3tonnes/ 4m outreach,
 2tonnes/ 4m outreach
 Mooring equipment
 Number: 9
 Make: Rollis-Royce
 Type: Hydraulic/ high pressure
 Special lifesaving equipment
 Number of each and capacity: 2 x 29 persons
 Make: Hyundai lifeboats Co., Ltd
 Type: Totally enclosed lifeboat
 Cargo tanks
 Number: 6
 Grades of cargo carried: Crude oil
 Coated tanks, make and type: Nippon/Epoxy
 Cargo pumps
 Number: 3
 Type: Centrifugal steam turbine
 Make: Shinko pump Japan
 Stainless steel: Impeller shaft
 Capacity: 4000m³/h x 135mTH
 Cargo control system
 Make: ACE valve Korea
 Type: Console & VDU
 Ballast control system
 Make: ACE valve Korea
 Type: Console & VDU
 Complement
 Officers: 11
 Crew: 18
 Bridge control system
 Make: Nabtesco
 Type: M-8000III
 Fire detection system
 Make: Autronica Dire and Security
 Type: Autoprime
 Fire extinguishing systems
 Cargo holds: NK/ Deck foam
 Engine room: NK/ CO₂
 Seaplus/ Low pressure system
 Public spaces: Samjoo
 Radars
 Number: 2
 Make: JRC
 Models: JMA-9132-SA/ 9122-9XA
 Waste disposal plant
 Incinerator: Teamtec GS500CS
 Waste compactor: Samjoo/ TT 160
 Sewage plant: Jonghap/ JMC-18N073
 Contract date: 14 July 2009
 Launch/float-out date: 1 February 2011/ 11 February 2011
 Delivery date: 12 May 2011



ANEXO II: DIAGRAMA UNIFILAR



PETROLERO SUEZMAX 150000 TPM			A4	
Fecha	Nombre y apellidos	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR		
22/09/2020	Julián Rodríguez Cortegoso			
Escala	DIAGRAMA UNIFILAR		Número del proyecto	Número de plano: 1
1:1			GENO-1920-04	Hoja: 1/1