



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escuela Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado

CURSO 2019/20

*BULKARRIER PORTACONTENEDORES
40 000 TPM*

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNA

Marta González García

TUTOR

Vicente Díaz Casás

FECHA

DICIEMBRE 2019

TÍTULO Y RESUMEN

1.1 Título y Resumen

En este trabajo, se va a desarrollar el anteproyecto de un buque bulkcarrier portacontenedores de 40 000 t. Primeramente vamos a realizar un dimensionamiento preliminar, así como una predicción de potencia. Cabe destacar que la elección de las dimensiones del buque se ha hecho teniendo en cuenta varias combinaciones posibles, tomando como cifra de mérito el coste del buque.

Posteriormente, se procederá a un cálculo más detallado de los pesos del buque, así como a una definición de las formas del casco.

También detallaremos el compartimentado del buque, el cálculo de estabilidad en las diferentes situaciones de carga, una predicción de potencia más detallada, así como el diseño del timón y el cálculo del servomotor.

Llevaremos a cabo el cálculo estructural básico del buque, según el Bureau Veritas.

Con los datos obtenidos a lo largo del proyecto, elaboraremos los planos de disposición general del buque.

También se hará el cálculo del balance eléctrico del buque en las diferentes situaciones de demanda eléctrica.

Por último, haremos el cálculo del coste del buque, detallando cada partida.

1.2 Título e Resumo

Neste traballo, váise desenrolar o anteprojecto dun buque bulkcarrier portacontenedores de 40 000 t. Primeiramente imos face-lo dimensionamento preliminar, así coma unha predición de potencia. É preciso destacar que a elección das dimensións do buque fíxose tendo en conta varias combinacións posibles, tomando como cifra de mérito o coste do buque.

Posteriormente, procederáse a un cálculo máis detallado dos pesos do buque, así coma a unha definición das formas do casco.

Tamén detallaremos o compartimentado do buque, o cálculo da estabilidade nas diferentes situacións de carga, unha predición de potencia máis detallada, así coma o deseño do timón e o cálculo do servomotor.

Levaremos a cabo o cálculo estrutural básico do buque, según o Bureau Veritas.

Cos datos obtidos ó longo do proxecto, elaboraremos os planos de disposición xeral do buque.

Tamén se fará o cálculo do balance eléctrico do buque nas diferentes situacións de demanda eléctrica.

Por último, faremos o cálculo do coste do buque, detallando cada partida.

1.3 Tittle and Abstract

In this project will be developed the pre-project of a containership bulkcarrier of 40 000 tn. In the first place, it makes a preliminary sizing and power prediction. Its necessary to be noticed that the dimensions were choosen by making several posible combinations taking the minimun building cost as the criteria to minimize.

After that, it makes a more detailed calculation of the ship weights as well as a definition of the hull shapes.

It is also detailed the behaviour of the ship, the stability calculation in all the diferent cargo situations, a more detailed power prediction as well as the rudder design and the servo calculation.

In addition to that, it develops a basic stuctural calculation of the ship according to the Bureau Veritas.

With all the obtained data in the project, it will obtain the drawing of the ship general arrangement.

It also elaborates the electric balance for all the diferent situations of electric demanding.

Finally, it makes the calculation of the cost of the ship, detailing each item.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escuela Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO 2019/20**

*BULKCARRIER PORTACONTENEDORES
40 000 TPM*

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

Cuaderno 11

DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA

GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA
TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2 019-2 020

PROYECTO NÚMERO: 18-14

TIPO DE BUQUE: *Bulkcarrier y Portacontenedores*

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: *Bureau Veritas, MARPOL, SOLAS.*

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: *40 000 TPM. Grano, mineral, carbón. 2 Pilas de contenedores / madera sobre las tapas de escotillas. Madera.*

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: *15 nudos en condiciones de servicio al 85% MCR y 15% de margen de mar. 12 000 millas a la velocidad de servicio.*

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: *Escotillas de accionamiento hidráulico. Con grúas carga-descarga.*

PROPULSIÓN: *Motor diésel acoplado a una hélice de paso fijo. LNG para operaciones en puerto.*

TRIPULACIÓN Y PASAJE: *20 personas.*

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

Ferrol, 11 de marzo de 2019

ALUMNA: **D^a Marta González García**

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	CONTENIDO A DESARROLLAR EN EL PRESENTE CUADERNO	1
1.2.	PRESENTACIÓN.....	1
2.	DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA	2
1.3.	SISTEMAS DE CUADROS DE DISTRIBUCIÓN.....	2
1.3.1.	<i>Cuadro principal</i>	2
1.3.2.	<i>Cuadros de distribución</i>	2
1.3.3.	<i>Cuadros de emergencia</i>	2
1.4.	TRANSFORMADORES	3
1.5.	TOMAS DE CORRIENTE A TIERRA.....	3
3.	SISTEMA DE ALUMBRADO	4
3.1.	ALUMBRADO GENERAL	4
3.2.	LUCES DE NAVEGACIÓN.....	5
3.3.	ALUMBRADO DE EMERGENCIA	5
3.4.	ALUMBRADO DE SALVAGUARDA	6
4.	BALANCE ELÉCTRICO	7
4.1.	SITUACIONES DE NAVEGACIÓN	7
4.2.	ESTIMACIÓN DE LA POTENCIA CONSUMIDA	7
4.2.1.	<i>Potencias normalizadas</i>	8
4.3.	CÁLCULO DEL BALANCE ELÉCTRICO	9
5.	ELECCIÓN DE LOS MOTORES GENERADORES.....	10
5.1.	GENERADORES LNG	10
5.2.	ALTERNADOR DE COLA	11
5.3.	GENERADOR DE EMERGENCIA.....	11
6.	UNIFILAR ELÉCTRICO	13
	ANEXO I.....	14
	ANEXO II.....	15
	ANEXO III.....	16
	ANEXO IV.....	17
	ANEXO V.....	18

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Contenido a desarrollar en el presente cuaderno

- Presentación. Introducción al cuaderno. Descripción de características del buque proyecto.
- Balance eléctrico. Realización del balance eléctrico del buque, incluyendo consumidores principales del buque y aquellos definidos y dimensionados en los distintos cuadernos, para las principales condiciones de navegación del mismo.
- Selección de generadores eléctricos. Selección de la planta de generación eléctrica del buque, cumpliendo SOLAS. Verificación del régimen de funcionamiento de los generadores en las distintas condiciones de operación.
- Diagrama general de la planta eléctrica. Realización del diagrama general de la planta eléctrica del buque.

1.2. Presentación

El objetivo de este cuaderno será determinar la cantidad de energía eléctrica que consumen todos los equipos del buque para así poder plantear los generadores de energía necesarios para nuestro buque proyecto.

Las necesidades de energía dependen de la situación de operación en la que el buque se encuentre, por ello, el dimensionamiento del sistema requiere la realización de un balance eléctrico.

Se presentan a continuación las características principales del buque:

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES		
Eslora total	176,50	m
Eslora entre perpendiculares	170,40	m
Manga	30,17	m
Calado	11,56	m
Puntal	17,14	m
Peso muerto	40 000,00	t
Desplazamiento	50 138,00	t

2. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

Como ya se vino explicando en cuadernos anteriores, la planta generadora de nuestro buque contará con un alternador de cola para suministrar la energía eléctrica necesaria para las condiciones de navegación y dos generadores LNG cuya finalidad es la de soportar la situación de carga y descarga del buque.

El suministro de energía eléctrica del buque se hará a través de corriente de tipo alterna trifásica. Además, teniendo en cuenta que se presentan dos valores de tensión y frecuencia dependiendo de si estamos hablando del sistema europeo (380 V y 50 Hz) o americano (440 V y 60 Hz), escogeremos este último sistema por considerar que nuestro buque no operará únicamente en Europa.

Así pues, se presentará la ventaja de que al escoger el sistema con la mayor tensión, esto implicará una menor intensidad y por tanto una menor sección de cable. De esta manera, reduciremos el peso de los cables del buque, y por tanto, un ahorro en el coste de la instalación.

Además de la red de 440 V, incluiremos una red de 220 V para abastecer los servicios de habilitación y alumbrado. Esta reducción será posible gracias a la instalación de transformadores 440V/220V instalados en una zona de la plataforma superior de la cámara de máquinas.

Para alimentar la red de emergencia se dispondrá de un alternador auxiliar también de corriente alterna trifásica ubicado en un local independiente debidamente acondicionado fuera de la cámara de máquinas, esto es, en la cubierta toldilla, como se mostró en la disposición general realizada en el *Cuaderno 7*.

1.3. Sistemas de cuadros de distribución

El sistema de distribución eléctrica del buque consta de unos cuadros de distribución los cuales podemos dividir de la siguiente forma:

1.3.1. Cuadro principal

Recibe la potencia directamente de los generadores. De aquí, se distribuye la corriente a los cuadros secundarios o de distribución. Está ubicado en la cámara de máquinas.

1.3.2. Cuadros de distribución

Se sitúan en las inmediaciones de los centros de carga, con sus respectivos transformadores cuando sean necesarios.

1.3.3. Cuadros de emergencia

Se instalará en el local del generador de emergencia situado en la cubierta principal. El accionamiento de los circuitos de emergencia se podrá realizar desde el cuadro principal, pero siempre pasando por el de emergencia.

En el panel existen dispositivos de interrupción automática y conmutadores con el fin de cortar el contacto con los cuadros principales y establecerlo con los de emergencia.

El cuadro de emergencia alimentará directamente los siguientes servicios:

- Alumbrado de emergencia.
- Servomotor.
- Bomba contra incendios de emergencia.
- Instrumentos náuticos y de comunicaciones.

1.4. Transformadores

Hay sistemas cuyo funcionamiento se produce a tensiones menores que las nominales correspondientes a los sistemas de fuerza de la instalación. Para solventar este problema se instalarán transformadores de tensión que alimentarán a los consumidores de 220 V.

Estos transformadores serán de tipo marino, protegidos contra goteo y salpicaduras, disponiendo de ventilación natural.

1.5. Tomas de corriente a tierra

Se instalará tomas de corriente a tierra para permitir que el sistema eléctrico sea alimentado desde tierra. Con este fin se instalará un panel a cada banda del buque.

3. SISTEMA DE ALUMBRADO

3.1. Alumbrado general

El sistema de alumbrado, incluyendo la red de enchufes, será de 220 V de tensión con una frecuencia de 60 Hz.

Para calcular la potencia consumida por la iluminación vamos a utilizar la fórmula empleada en el libro *Electricidad aplicada al Buque* de Do. Manuel Baquerizo.:

$$L = \frac{E[lx] \cdot S[m^2] \cdot F_d}{F_u}$$

Donde:

- L : flujo luminoso en lúmenes.
- E : iluminancia en luxes.
- S : superficie a iluminar.
- F_d : factor de suciedad (entre 1,25 y 2,5).
- F_u : factor de utilización, estimado como 0,5 para alumbrado directo.

Estimaremos unas luminarias tipo LED con un valor de potencia requerida de 22 W y con un flujo luminoso de 2 800 lúmenes, lo que nos dará un ratio de 127 lúmenes por vatio.

Obtendremos pues, la potencia necesaria una vez obtenida la superficie de los distintos compartimentos de nuestro buque:

Espacio	Iluminancia requerida (lx)	Superficie (m2)	Fd	Fu	L (lm)	W
Camarote	150	329	1,5	0,5	148 050	1 165,75
Despachos	500	95	1,5	0,5	142 500	1 122,05
Baños	200	105	1,5	0,5	63 000	496,06
Vestuarios	200	60	1,75	0,5	42 000	330,71
Comedores	300	107	1,5	0,5	96 300	758,27
Salas de entretenimiento	200	59	1,75	0,5	41 300	325,20
Gimnasio	300	51	1,75	0,5	53 550	421,65
Enfermería	500	24	1,5	0,5	36 000	283,46
Pasillos y escaleras interiores	100	350	1,75	0,5	122 500	964,57
Ascensores	100	2	1,75	0,5	700	5,51
Pasillos exteriores (noche)	50	2 000	2	0,5	400 000	3 149,61
Escaleras exteriores	100	100	1,75	0,5	35 000	275,59
Puente (día)	300	175	1,5	0,5	157 500	1 240,16
Oficinas	300	21	1,5	0,5	18 900	148,82
Cocina	500	55	1,5	0,5	82 500	649,61
Lavandería	300	80	1,5	0,5	72 000	566,93
Paños	300	295	2	0,5	354 000	2 787,40
Gambuza refrigerada	100	37	1,5	0,5	11 100,00	87,40

Gambuza seca	200	35	1,5	0,5	21 000	165,35
Cámara de máquinas	300	500	2	0,5	600 000	4 724,41
Sala generador de emergencia	200	20	1,75	0,5	14 000	110,24
Sala de cuadros	200	15	1,75	0,5	10 500	82,68
Sala servotimón	200	90	1,75	0,5	63 000	496,06
Talleres	300	50	2	0,5	60 000	472,44
Zonas de carga y maniobra	200	1 200	2	0,5	960 000	7 559,06
TOTAL						28 388,98 W

3.2. Luces de navegación

El buque dispondrá obligatoriamente de una serie de luces estipuladas en el SOLAS. Éstas serán las luces de situación, luces de señales así como lámparas de morse. Estos servicios serán considerados como vitales y han de estar alimentados en todo momento.

A continuación, se presenta los distintos equipos considerados y su potencia estimada:

Equipo	Cantidad	Pot unitaria	Potencia (kW)
Proyector zona de maniobras PR	2	0,50	1,00
Proyector zona de maniobras PP	2	0,50	1,00
Proyector zona de acceso	2	0,125	0,25
Proyector zona bote caída libre	2	0,10	0,20
Luz de tope	1	0,013	0,013
Luz de costado estribor (verde)	1	0,0046	0,0046
Luz de costado babor (roja)	1	0,0029	0,0029
Luz de remolque (amarilla)	1	0,002	0,002
Luz de alcance	1	0,0028	0,0028
Luz de todo horizonte	1	0,0048	0,0048
Luz de fondeo	2	0,05	0,10
TOTAL			2,5801 kW

3.3. Alumbrado de emergencia

Para este alumbrado se empleará la corriente generada por el grupo de emergencia. Deberá alumbrar las siguientes zonas:

- Controles del motor principal.
- Motor principal.
- Parte posterior del cuadro eléctrico.
- Cuadro generador de emergencia.
- Local del servomotor.
- Puente de gobierno.
- Áreas de comunicación y derrota.
- Camarote.

- Escaleras y pasillos interiores de alojamientos.
- Escalas de acceso a máquinas y guardacalor.

3.4. Alumbrado de salvaguarda

Es un alumbrado que entra en funcionamiento automáticamente en caso de falla el alumbrado normal o el de emergencia. Este sistema proporciona un alumbrado reducido y está alimentado por baterías.

Los puntos de aplicación serán los mismos que los del alumbrado de emergencia, incluyendo la iluminación indicativa de las rutas de evacuación.

4. BALANCE ELÉCTRICO

Para realizar el balance eléctrico debemos calcular las potencias absorbidas por todos y cada uno de los elementos que en el buque consumen energía.

Una vez calculadas las potencias de los equipos, debemos comprobar distintas situaciones en las que el buque podrá encontrarse para determinar cuál es la más desfavorable y así saber de qué manera dimensionar nuestra planta eléctrica.

4.1. Situaciones de navegación

Las situaciones que tendremos en cuenta son las siguientes:

- Navegación normal: El buque se encuentra navegando a la velocidad de servicio, en mitad de una travesía. Los sistemas de carga y descarga y los de maniobras no trabajan. Sí trabajan todos los sistemas auxiliares del motor, el sistema de aire y todos los servicios vinculados a la vida normal en el buque (cocinas, lavanderías, etc).
- Fondeo o entrada en puerto: El buque espera fondeado para entrar en puerto o se encuentra aproximándose a este. Los motores no trabajan a su máxima capacidad, pero sí tienen demandas puntuales de alta potencia, por lo tanto, requerirán la misma potencia que en la navegación normal. Los sistemas de fondeo se encuentran funcionando en el primer caso y los sistemas de amarre están en funcionamiento por las estachas a los remolcadores en el caso de estar entrando en puerto. Las escotillas comienzan a abrirse y el aire sigue funcionando.
- Estancia en puerto: El buque se encuentra amarrado, con los propulsores apagados. Los sistemas de fonda y hotel siguen funcionando. Todas las escotillas están abiertas. Las grúas de provisiones se encuentran en funcionamiento para abastecer al buque.
- Carga/Descarga: El buque se encuentra amarrado, con los propulsores apagados. Los sistemas de fonda y hotel siguen funcionando. Todas las escotillas están abiertas. Las grúas de carga/descarga están a pleno rendimiento.
- Emergencia. Situación desfavorable en la que es necesario el funcionamiento de la propulsión, los sistemas de navegación y comunicaciones, así como todos los sistemas de incendios.

4.2. Estimación de la potencia consumida

Para calcular la potencia consumida por cada equipo utilizaremos el factor o coeficiente de utilización. Este coeficiente es el resultado de la multiplicación de los coeficientes de simultaneidad en marcha, de régimen y de servicio:

$$P_u = K_u \cdot P$$

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

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

Donde:

- P_u : Potencia consumida por el equipo.
- K_u : Coeficiente de utilización.
- P : Potencia total instalada del equipo.
- K_n : Coeficiente de simultaneidad en marcha.
- K_{sr} : Coeficiente de servicio y régimen.
- K_s : Coeficiente de servicio.
- K_r : Coeficiente de régimen.

El coeficiente de simultaneidad en marcha se calculará de la forma que sigue:

$$K_n = \frac{\text{número de aparatos en servicio}}{\text{número de aparatos instalados}}$$

Es decir, que cuando sólo tenemos un equipo instalado, su factor de simultaneidad será 1 mientras que si tenemos 2 o más podrá variar dependiendo de cuántos estén en funcionamiento y cuántos sean de respeto o estén en stand by.

El coeficiente de servicio depende del tiempo de funcionamiento de cada equipo, y se calcula como:

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

Donde:

- N : número de horas que el equipo funciona diariamente.

Por último, el coeficiente de régimen depende del régimen al que trabaja el motor, es decir, al total de su capacidad o no. Se calcula de la siguiente forma:

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

La determinación de estos dos últimos coeficientes no se puede realizar, en muchas ocasiones, de forma exacta ya que no se dispone de todos los datos de funcionamiento del motor durante el servicio. Normalmente los astilleros, optan por estimaciones basadas en experiencias anteriores.

Para equipos auxiliares de la propulsión, el coeficiente de servicio y régimen suele estar entre 0,8 y 0,9 ya que así reservamos un margen para poder hacer frente a un exceso de potencia requerida.

4.2.1. Potencias normalizadas

Debemos tener en cuenta que habrá que trabajar con las potencias normalizadas proporcionadas por el *IE 60034 – 30 (2018)* y que se muestran en la tabla que sigue:

KW	HP	IE1 - 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	72,10	77,00	72,10	78,00	70,00	73,00	77,40	75,50	79,60	82,50	75,90	80,00	80,70	77,00	82,50	85,50	78,90	82,50
1,1	1,5	75,00	78,50	75,00	79,00	72,90	75,00	79,60	82,50	81,40	84,00	78,10	85,50	82,70	84,00	84,10	86,50	81,00	87,50
1,5	2	77,20	81,00	77,20	81,50	75,20	77,00	81,30	84,00	82,80	84,00	79,80	86,50	84,20	85,50	85,30	86,50	82,50	88,50
2,2	3	79,70	81,50	79,70	83,00	77,70	78,50	83,20	85,50	84,30	87,50	81,80	87,50	85,90	86,50	86,70	89,50	84,30	89,50
3	4	81,50	84,50	81,50	85,00	79,70	83,50	84,60	87,50	85,50	87,50	83,30	87,50	87,10	88,50	87,70	89,50	85,60	89,50
4	5,5	83,10	84,50	83,10	85,00	81,40	83,50	85,80	87,50	86,60	87,50	84,60	87,50	88,10	88,50	88,60	89,50	86,80	89,50
5,5	7,5	84,70	86,00	84,70	87,00	83,10	85,00	87,00	88,50	87,70	89,50	86,00	89,50	89,20	89,50	89,60	91,70	88,00	91,00
7,5	10	86,00	87,50	86,00	87,50	84,70	86,00	88,10	89,50	88,70	89,50	87,20	89,50	90,10	90,20	90,40	91,70	89,10	91,00
11	15	87,60	87,50	87,60	88,50	86,40	89,00	89,40	90,20	89,80	91,00	88,70	90,20	91,20	91,00	91,40	92,40	90,30	91,70
15	20	88,70	88,50	88,70	89,50	87,70	89,50	90,30	90,20	90,60	91,00	89,70	90,20	91,90	91,00	92,10	93,00	91,20	91,70
18,5	25	89,30	89,50	89,30	90,50	88,60	90,20	90,90	91,00	91,20	92,40	90,40	91,70	92,40	91,70	92,60	93,60	91,70	93,00
22	30	89,90	89,50	89,90	91,00	89,20	91,00	91,30	91,00	91,60	92,40	90,90	91,70	92,70	91,70	93,00	93,60	92,20	93,00
30	40	90,70	90,20	90,70	91,70	90,20	91,70	92,00	91,70	92,30	93,00	91,70	93,00	93,30	92,40	93,60	94,10	92,90	94,10
37	50	91,20	91,50	91,20	92,40	90,80	91,70	92,50	92,40	92,70	93,00	92,20	93,00	93,70	93,00	93,90	94,50	93,30	94,10
45	60	91,70	91,70	91,70	93,00	91,40	91,70	92,90	93,00	93,10	93,60	92,70	93,60	94,00	93,60	94,20	95,00	93,70	94,50
55	75	92,10	92,40	92,10	93,00	91,90	92,10	93,20	93,00	93,50	94,10	93,10	93,60	94,30	93,60	94,60	95,40	94,10	94,50
75	100	92,70	93,00	92,70	93,20	92,60	93,00	93,80	93,60	94,00	94,50	93,70	94,10	94,70	94,10	95,00	95,40	94,60	95,00
90	125	93,00	93,00	93,00	93,20	92,90	93,00	94,10	94,50	94,20	94,50	94,00	94,10	95,00	95,00	95,20	95,40	94,90	95,00
110	150	93,30	93,00	93,30	93,50	93,30	94,10	94,30	94,50	94,50	95,00	94,30	95,00	95,20	95,00	95,40	95,80	95,10	95,80
132	180	93,50	94,10	93,50	94,50	93,50	94,10	94,60	94,50	94,70	95,00	94,60	95,00	95,40	95,00	95,60	95,80	95,40	95,80
160	220	93,80	94,10	93,80	94,50	93,80	94,10	94,80	95,40	94,90	95,40	94,80	95,00	95,60	95,40	95,80	96,20	95,60	95,80
200	270	94,00	94,10	94,00	94,50	94,00	94,10	95,00	95,40	95,10	95,40	95,00	95,00	95,80	95,80	96,00	96,20	95,80	95,80
250	340	94,00	94,10	94,00	94,50	94,00	94,10	95,00	95,40	95,10	95,40	95,00	95,00	95,80	95,80	96,00	96,20	95,80	95,80
315	430	94,00	94,10	94,00	94,50	94,00	94,10	95,00	95,40	95,10	95,40	95,00	95,00	95,80	95,80	96,00	96,20	95,80	95,80
355	470	94,00	94,10	94,00	94,50	94,00	94,10	95,00	95,40	95,10	95,40	95,00	95,00	95,80	95,80	96,00	96,20	95,80	95,80

4.3. Cálculo del balance eléctrico

A continuación, se presenta una tabla resumen del balance eléctrico de nuestro buque en todas las posibles condiciones de navegación.

Se adjunta como *Anexo I* el cálculo completo del balance eléctrico.

	Características	Navegación normal	Entrada Puerto	Estancia Puerto	Carga/Descarga	Emergencia
Potencia total (kW)	3 658,55	637,47	753,00	305,94	1 006,85	562,21

5. ELECCIÓN DE LOS MOTORES GENERADORES

Una vez realizado el balance eléctrico obtenemos la demanda de energía total en cada situación de vida del buque. Sin embargo, es necesario aplicar un 7% de margen de seguridad en el cual estén resguardados posibles aumentos de los consumidores, así como el hecho de que con el paso del tiempo los equipos pasarán a consumir más potencia.

Por tanto, los consumos finales serán los que siguen:

	Características	Navegación normal	Entrada puerto	Estancia puerto	Carga/Descarga	Emergencia
Potencia total (kW)	3 914,65	682,09	805,71	327,36	1 077,33	601,56

Debido a la particularidad de nuestro buque proyecto, la situación de carga/descarga en puerto, será realizada mediante un motor generador consumidor de LNG. El empleo de este tipo de grupo es una forma “moderna” de evitar la emisión de agentes contaminantes a la atmósfera producidos por la quema de productos pesados para el funcionamiento del buque.

Dado que sería demasiado engorroso el empleo de generadores de HFO para el resto de las condiciones además de los generadores de LNG para la condición anteriormente mencionada, se instalará a bordo un alternador de cola acoplado al motor principal para suministrar la potencia necesaria en todas las condiciones de navegación del buque.

5.1. Generadores LNG

Como se mencionó anteriormente, los generadores LNG serán los encargados de suministrar la potencia necesaria en la situación de carga y descarga en puerto, siempre y cuando no exista la posibilidad de conectar el buque a tierra.

	Carga/Descarga
Potencia total (kW)	1 077,33

Se estudian dos posibilidades de la casa *Caterpillar*.

Unidades	Potencia	s	kW	MODELO	%
2	1 077,33	538,67	750	938 kVA	71,82%
2	1 077,33	538,67	1000	1250 kVA	53,87%

Se deciden instalar, finalmente, dos equipos generadores de LNG capaces de suministrar 750 kW de potencia. Se presentan las características a continuación y se adjunta su especificación como *Anexo II*:

MODELO	Frecuencia (Hz)	Potencia (kVA)	Potencia (kW)
Cat G3512	60	938	750

5.2. Alternador de cola

Debido a las particularidades de nuestro buque, se decide instalar a bordo un alternador de cola para suministrar la potencia eléctrica necesaria para las condiciones de navegación en las que se encuentre el buque.

	Navegación normal	Entrada puerto	Estancia puerto
Potencia total (kW)	682,09	805,71	327,36

Dado que la condición que exige más demanda de potencia eléctrica es la de entrada en puerto, se instalará un alternador de cola capaz de proporcionar dicha potencia.

Se estudian diversos casos de la casa *Stamford / AvK* y finalmente se decide instalar el siguiente equipo, del cual se adjunta como *Anexo III* su especificación.

MODELO	Tensión (V)	rpm	Frecuencia (Hz)	Potencia (kVA)	Potencia (kW)
DSG 62 L2/4	440	1800	60	1056	845

Obtenemos finalmente el régimen del alternador en cada una de las instalaciones:

Situación	Potencia	Gen (kW)	%
Navegación normal	682,09	845	80,72%
Entrada puerto	805,71	845	95,35%
Estancia puerto	327,36	845	38,74%

5.3. Generador de emergencia

En caso de que el buque sufra alguna situación de emergencia y todos los sistemas caigan, es necesario llevar un grupo generador de emergencia que se conectará automáticamente gracias al cuadro de distribución y que estará encargado de mantener ciertos equipos y servicios en una situación de funcionamiento normal.

Este generador estará ubicado en un local debidamente acondicionado en la cubierta toldilla con un rápido acceso desde la propia cubierta.

La potencia que será necesario que suministre se obtuvo del balance eléctrico:

	Emergencia
Potencia total (kW)	601,56

Se decide escoger para tal fin un generador de la casa *Wärtsilä*, concretamente el modelo *735W7L16*, el cual proporciona una potencia de *660 kW* a una frecuencia de *60 Hz* y que trabajará al *91,15%*. Se adjunta su especificación como *Anexo IV*.

Unidades	Potencia	s	kW	MODELO	%
1	601,56	601,56	660	735W6L16	91,15%

Para transformar la energía mecánica ofrecida por el generador de emergencia en energía eléctrica, contaremos con un alternador de la casa *Leroy Somer* (como recomendación de la casa *Wärtsilä*), el cual será capaz de alternar entre 50 y 60 Hz y por tanto, permitir que la potencia del motor sea diferente.

6. UNIFILAR ELÉCTRICO

El esquema unifilar representa a grandes rasgos la planta eléctrica del buque.

El tipo de red escogida es la distribución radial compuesta, que divide el cuadro principal en dos, una parte conectada directamente a la PTO y la otra conectada a los otros dos de LNG. Entre ambas existe un seccionador que puede abrir y cerrar el paso de la corriente de una rama a otra.

El uso de la distribución compuesta responde a una necesidad de seguridad y disponibilidad. El hecho de dividir la planta en dos partes permite proteger a una de fallos que puedan surgir en la otra, y así asegurar que sólo una de las ramas cae en caso de fallo eléctrico.

De la sección con la PTO se alimenta una línea de 220 V a través de un transformador. Esta línea suministra a los equipos de habilitación, alumbrado y navegación que trabajen a esta tensión.

Por otra parte, existe un cuadro específico de emergencia al que se conecta la fuente de emergencia. Este cuadro está en condiciones normales conectado al cuadro principal.

Para alimentar a los consumidores de alumbrado y navegación, que debe estar operativos en situación de emergencia, se dispone un trafo independiente que sólo se emplea en dicha situación. Este trafo se conecta al cuadro de emergencia y está, en condiciones normales, desconectado.

Se adjunta como *Anexo V* una disposición esquemática que apoya la anterior explicación.

ANEXO I

Balance eléctrico

Equipo		Características					NAVEGACIÓN NORMAL					
		nº	Potencia unitaria (kW)			P. total (kW)	nº ON	Coeficientes			P. necesaria	
			Útil	Normalizada	ηe	Abs.		N x Pabs	Kn	Ksr	Ku	Ku x Ptotal
Carga	Grúas provisor	2	12,30	15,00	0,89	16,85	33,71	0	0	0,5	0	0,00
	Grúas carga	3	345,00	355,00	0,91	390,11	1 170,33	0	0	0,5	0	0,00
	Molinetes	2	150,56	160,00	0,93	172,04	344,09	0	0	0,1	0	0,00
	Chigres de ama	3	40,33	45,00	0,94	47,87	143,62	0	0	0,1	0	0,00
	Chigre escala	2	5,00	5,50	0,87	6,32	12,64	0	0	0,1	0	0,00
	Escotillas	5	15,00	15,00	0,92	16,30	81,52	0	0	0,3	0	0,00
	TOTAL						1 785,91				TOTAL	0,00

Navegación	Navegación	1	12,00	15,00	0,89	16,85	16,85	1	1	0,9	0,9	15,17
	Comunicación	1	4,00	5,50	0,85	6,47	6,47	1	1	0,7	0,7	4,53
	Comunicación	1	2,00	2,20	0,83	2,65	2,65	1	1	0,7	0,7	1,86
	TOTAL						25,98				TOTAL	21,55

Ventilación	Aire acondicion	1	11,45	15,00	0,93	16,13	16,13	1	1	0,75	0,75	12,10
	Ventilación acc	1	7,54	11,00	0,84	13,10	13,10	1	1	0,9	0,9	11,79
	Ventilación CM	4	14,11	15,00	0,83	18,07	72,29	4	1	0,9	0,9	65,06
	Extracción CMI	4	11,29	15,00	0,83	18,07	72,29	4	1	0,9	0,9	65,06
	Ventilación loc	1	0,80	1,10	0,82	1,34	1,34	1	1	0,9	0,9	1,21
	Ventilación loc	1	0,60	0,75	0,82	0,91	0,91	1	1	0,83	0,83	0,76
	TOTAL						176,06				TOTAL	155,97

Propulsión	Bombas trasiego	2	11,42	15,00	0,85	17,65	35,29	2	1	0,5	0,5	17,65
	Bombas alim. H	4	1,50	1,50	0,89	1,69	6,74	3	0,75	0,9	0,68	4,55
	Bombas trasiego	2	3,80	4,00	0,85	4,71	9,41	2	1	0,5	0,5	4,71
	Bombas alim. D	2	1,50	1,50	0,89	1,69	3,37	2	1	0,6	0,6	2,02
	Bomba lodos	2	1,54	2,20	0,89	2,47	4,94	2	1	0,2	0,2	0,99
	Servicio refrige	4	41,87	45,00	0,93	48,39	193,55	2	0,5	0,8	0,4	77,42
	Servotimón	1	93,56	110,00	0,85	129,41	129,41	1	1	0,6	0,6	77,65
	Servicio aire ar	2	55,00	55,00	0,45	122,22	244,44	0	0	0,45	0	0,00
	Servicio lubrica	2	62,10	75,00	0,95	78,95	157,89	1	0,5	0,7	0,35	55,26
	Protección cató	1	4,00	4,00	0,89	4,49	4,49	1	1	1	1	4,49
TOTAL						789,56				TOTAL	244,74	

	Bombas CI	2	31,50	37,00	0,93	39,78	79,57	0	0	0,38	0	0,00
	Bombas CI eme	1	28,00	30,00	0,93	32,26	32,26	0	0	0,38	0	0,00
	Bombas lastre	3	51,00	55,00	0,94	58,51	175,53	0	0	0,38	0	0,00

Aguas y fluidos	Bombas achiqu	2	23,00	30,00	0,94	31,91	63,83	1	0,5	0,8	0,4	25,53
	Planta sentinas	1	3,75	4,00	0,93	4,30	4,30	1	0,6	0,6	0,36	1,55
	Planta lastre	1	77,00	90,00	0,95	94,74	94,74	0	0	0,6	0	0,00
	Generador agu	1	4,55	5,50	0,87	6,32	6,32	1	1	0,32	0,32	2,02
	TAR	1	4,00	5,50	0,93	5,91	5,91	1	1	0,32	0,32	1,89
	Bombas de agu	4	0,09	0,75	0,78	0,96	3,85	4	1	0,5	0,5	1,92
	Bombas de agu	2	18,00	18,50	0,90	20,56	41,11	2	1	0,32	0,32	13,16
	Circuito agua	3	0,09	0,75	0,78	0,96	2,88	3	1	0,3	0,3	0,87
	TOTAL						510,31				TOTAL	

Fonda y hotel	Trituradora	1	9,00	11,00	0,88	12,50	12,50	1	1	0,36	0,36	4,50
	Compactadora	1	3,60	4,00	0,85	4,71	4,71	1	1	0,36	0,36	1,69
	Incineradora	1	12,70	15,00	0,84	17,86	17,86	1	1	0,36	0,36	6,43
	Equipos de coc	1	50,00	55,00	0,94	58,51	58,51	1	1	0,2	0,2	11,70
	Gambuzas	3	6,95	7,50	0,87	8,62	25,86	3	1	0,9	0,9	23,28
	Frigoríficos	4	2,51	3,00	0,85	3,53	14,12	4	1	0,9	0,9	12,71
	Montacargas	2	1,00	1,10	0,90	1,22	2,44	2	1	0,4	0,4	0,98
	Lavavajillas	4	2,00	2,20	0,78	2,82	11,28	4	1	0,2	0,2	2,26
	Lavadora	10	1,00	1,10	0,78	1,41	14,10	10	1	0,2	0,2	2,82
	Secadora	8	2,60	3,00	0,93	3,23	25,81	8	1	0,2	0,2	5,16
	Plancha de rop	4	7,50	7,50	0,78	9,62	38,46	4	1	0,2	0,2	7,69
	Taller	2	40,00	45,00	0,93	48,39	96,77	2	1	0,5	0,5	48,39
	Ascensor	1	10,00	11,00	0,90	12,22	12,22	1	1	0,7	0,7	8,56
TOTAL						334,65				TOTAL		136,16

Iluminac	Alumbrado hat	1	28,38	30	0,93	32,26	32,26	1	1	0,9	0,9	29,03
	Luces nav + alu	1	2,58	3	0,78	3,85	3,85	1	1	0,8	0,8	3,08
	TOTAL						36,10				TOTAL	32,11

Total	TOTAL					3 658,55					TOTAL	637,47
-------	-------	--	--	--	--	----------	--	--	--	--	-------	--------

Equipo		Características						FONDEO/ENTRADA EN PUERTO				
		nº	Potencia unitaria (kW)				P. total (kW)	nº ON	Coeficientes			P. necesaria
			Útil	Normalizada	ηe	Abs.	N x Pabs		Kn	Ksr	Ku	Ku x Ptotal
Carga	Grúas provisiones	2	12,30	15,00	0,89	16,85	33,71	0	0	0,5	0	0,00
	Grúas carga	3	345,00	355,00	0,91	390,11	1 170,33	0	0	0,5	0	0,00
	Molinetes	2	150,56	160,00	0,93	172,04	344,09	2	1	0,1	0,1	34,41
	Chigres de amarre	3	40,33	45,00	0,94	47,87	143,62	0	0,00	0,1	0,00	0,00
	Chigre escala	2	5,00	5,50	0,87	6,32	12,64	1	0,5	0,1	0,05	0,63
	Escotillas	5	15,00	15,00	0,92	16,30	81,52	5	1	0,3	0,3	24,46
	TOTAL						1 785,91					TOTAL

Navegación	Navegación	1	12,00	15,00	0,89	16,85	16,85	1	1	0,9	0,9	15,17
	Comunicación ext.	1	4,00	5,50	0,85	6,47	6,47	1	1	0,7	0,7	4,53
	Comunicación int.	1	2,00	2,20	0,83	2,65	2,65	1	1	0,7	0,7	1,86
	TOTAL						25,98					TOTAL

Ventilación	Aire acondicionado	1	11,45	15,00	0,93	16,13	16,13	1	1	0,75	0,75	12,10
	Ventilación acomodación	1	7,54	11,00	0,84	13,10	13,10	1	1	0,9	0,9	11,79
	Ventilación CMM	4	14,11	15,00	0,83	18,07	72,29	4	1	0,9	0,9	65,06
	Extracción CMM	4	11,29	15,00	0,83	18,07	72,29	4	1	0,9	0,9	65,06
	Ventilación local servo	1	0,80	1,10	0,82	1,34	1,34	1	1	0,9	0,9	1,21
	Ventilación local CO2	1	0,60	0,75	0,82	0,91	0,91	1	1	0,83	0,83	0,76
	TOTAL						176,06					TOTAL

Propulsión	Bombas trasiego HFO	2	11,42	15,00	0,85	17,65	35,29	2	1	0,5	0,5	17,65
	Bombas alim. HFO	4	1,50	1,50	0,89	1,69	6,74	3	0,75	0,9	0,675	4,55
	Bombas trasiego DO	2	3,80	4,00	0,85	4,71	9,41	2	1	0,5	0,5	4,71
	Bombas alim. DO	2	1,50	1,50	0,89	1,69	3,37	2	1	0,6	0,6	2,02
	Bomba lodos	2	1,54	2,20	0,89	2,47	4,94	2	1	0,2	0,2	0,99
	Servicio refrigeración	4	41,87	45,00	0,93	48,39	193,55	2	0,5	0,8	0,4	77,42
	Servotimón	1	93,56	110,00	0,85	129,41	129,41	1	1	0,6	0,6	77,65
	Servicio aire arranque	2	55,00	55,00	0,45	122,22	244,44	1	0,5	0,45	0,225	55,00
	Servicio lubricación	2	62,10	75,00	0,95	78,95	157,89	1	0,5	0,7	0,35	55,26
	Protección catódica	1	4,00	4,00	0,89	4,49	4,49	1	1	1	1	4,49
	TOTAL						789,56					TOTAL

idos	Bombas CI	2	31,50	37,00	0,93	39,78	79,57	0	0	0,38	0	0,00
	Bombas CI emergencia	1	28,00	30,00	0,93	32,26	32,26	0	0	0,38	0	0,00
	Bombas lastre	3	51,00	55,00	0,94	58,51	175,53	0	0	0,38	0	0,00
	Bombas achique sentinas	2	23,00	30,00	0,94	31,91	63,83	1	0,5	0,8	0,4	25,53
	Planta sentinas	1	3,75	4,00	0,93	4,30	4,30	1	1	0,6	0,6	2,58

Aguas y flu	Planta lastre	1	77,00	90,00	0,95	94,74	94,74	0	0	0,6	0	0,00
	Generador agua dulce	1	4,55	5,50	0,87	6,32	6,32	1	1	0,32	0,32	2,02
	TAR	1	4,00	5,50	0,93	5,91	5,91	1	1	0,32	0,32	1,89
	Bombas de agua	4	0,09	0,75	0,78	0,96	3,85	4	1	0,5	0,5	1,92
	Bombas de aguas negras	2	18,00	18,50	0,90	20,56	41,11	2	1	0,32	0,32	13,16
	Circuito agua	3	0,09	0,75	0,78	0,96	2,88	3	1	0,3	0,3	0,87
	TOTAL						510,31				TOTAL	47,97

Fonda y hotel	Trituradora	1	9,00	11,00	0,88	12,50	12,50	1	1	0,36	0,36	4,50
	Compactadora	1	3,60	4,00	0,85	4,71	4,71	1	1	0,36	0,36	1,69
	Incineradora	1	12,70	15,00	0,84	17,86	17,86	1	1	0,36	0,36	6,43
	Equipos de cocina	1	50,00	55,00	0,94	58,51	58,51	1	1	0,2	0,2	11,70
	Gambuzas	3	6,95	7,50	0,87	8,62	25,86	3	1	0,9	0,9	23,28
	Frigorificos	4	2,51	3,00	0,85	3,53	14,12	4	1	0,9	0,9	12,71
	Montacargas	2	1,00	1,10	0,90	1,22	2,44	2	1	0,4	0,4	0,98
	Lavavajillas	4	2,00	2,20	0,78	2,82	11,28	4	1	0,2	0,2	2,26
	Lavadora	10	1,00	1,10	0,78	1,41	14,10	10	1	0,2	0,2	2,82
	Secadora	8	2,60	3,00	0,93	3,23	25,81	8	1	0,2	0,2	5,16
	Plancha de ropa	4	7,50	7,50	0,78	9,62	38,46	4	1	0,2	0,2	7,69
	Taller	2	40,00	45,00	0,93	48,39	96,77	2	1	0,5	0,5	48,39
	Ascensor	1	10,00	11,00	0,90	12,22	12,22	1	1	0,7	0,7	8,56
TOTAL						334,65				TOTAL	136,16	

Iluminaci	Alumbrado hab + CMM	1	28,38	30	0,93	32,26	32,26	1	1	0,9	0,9	29,03
	Luces nav + alumb ext	1	2,58	3	0,78	3,85	3,85	1	1	0,8	0,8	3,08
	TOTAL					36,10					TOTAL	32,11

Total	TOTAL					3 658,55					TOTAL	753,00
-------	-------	--	--	--	--	----------	--	--	--	--	-------	--------

Equipo		Características						ESTANCIA EN PUERTO				
		nº	Potencia unitaria (kW)				P. total (kW)	nº ON	Coeficientes			P. necesaria
			Útil	Normalizada	ηe	Abs.	N x Pabs		Kn	Ksr	Ku	Ku x Ptotal
Carga	Grúas provisiones	2	12,30	15,00	0,89	16,85	33,71	2	1	0,5	0,5	16,85
	Grúas carga	3	345,00	355,00	0,91	390,11	1 170,33	0	0	0,5	0	0,00
	Molinetes	2	150,56	160,00	0,93	172,04	344,09	0	0	0,1	0	0,00
	Chigres de amarre	3	40,33	45,00	0,94	47,87	143,62	3	1	0,1	0,1	14,36
	Chigre escala	2	5,00	5,50	0,87	6,32	12,64	0	0	0,1	0	0,00
	Escotillas	5	15,00	15,00	0,92	16,30	81,52	0	0	0,3	0	0,00
	TOTAL						1 785,91					TOTAL

Navegación	Navegación	1	12,00	15,00	0,89	16,85	16,85	0	0	0,9	0	0,00
	Comunicación ext.	1	4,00	5,50	0,85	6,47	6,47	0	0	0,7	0	0,00
	Comunicación int.	1	2,00	2,20	0,83	2,65	2,65	0	0	0,7	0	0,00
	TOTAL						25,98				TOTAL	0,00

Ventilación	Aire acondicionado	1	11,45	15,00	0,93	16,13	16,13	1	1	0,75	0,75	12,10
	Ventilación acomodación	1	7,54	11,00	0,84	13,10	13,10	1	1	0,9	0,9	11,79
	Ventilación CMM	4	14,11	15,00	0,83	18,07	72,29	2	0,5	0,9	0,45	32,53
	Extracción CMM	4	11,29	15,00	0,83	18,07	72,29	2	0,5	0,9	0,45	32,53
	Ventilación local servo	1	0,80	1,10	0,82	1,34	1,34	0	0	0,9	0	0,00
	Ventilación local CO2	1	0,60	0,75	0,82	0,91	0,91	0	0	0,83	0	0,00
	TOTAL						176,06				TOTAL	88,94

Propulsión	Bombas trasiego HFO	2	11,42	15,00	0,85	17,65	35,29	0	0	0,5	0	0,00
	Bombas alim. HFO	4	1,50	1,50	0,89	1,69	6,74	0	0	0,9	0	0,00
	Bombas trasiego DO	2	3,80	4,00	0,85	4,71	9,41	0	0	0,5	0	0,00
	Bombas alim. DO	2	1,50	1,50	0,89	1,69	3,37	0	0	0,6	0	0,00
	Bomba lodos	2	1,54	2,20	0,89	2,47	4,94	2	1	0,2	0,2	0,99
	Servicio refrigeración	4	41,87	45,00	0,93	48,39	193,55	0	0	0,8	0	0,00
	Servotimón	1	93,56	110,00	0,85	129,41	129,41	0	0	0,6	0	0,00
	Servicio aire arranque	2	55,00	55,00	0,45	122,22	244,44	0	0	0,45	0	0,00
	Servicio lubricación	2	62,10	75,00	0,95	78,95	157,89	0	0	0,7	0	0,00
	Protección catódica	1	4,00	4,00	0,89	4,49	4,49	1	1	1	1	4,49
TOTAL						789,56				TOTAL	5,48	

idos	Bombas CI	2	31,50	37,00	0,93	39,78	79,57	0	0	0,38	0	0,00
	Bombas CI emergencia	1	28,00	30,00	0,93	32,26	32,26	0	0	0,38	0	0,00
	Bombas lastre	3	51,00	55,00	0,94	58,51	175,53	0	0	0,38	0	0,00
	Bombas achique sentinas	2	23,00	30,00	0,94	31,91	63,83	0	0	0,8	0	0,00
	Planta sentinas	1	3,75	4,00	0,93	4,30	4,30	0	0	0,6	0	0,00

Aguas y flu	Planta lastre	1	77,00	90,00	0,95	94,74	94,74	0	0	0,6	0	0,00
	Generador agua dulce	1	4,55	5,50	0,87	6,32	6,32	1	1	0,32	0,32	2,02
	TAR	1	4,00	5,50	0,93	5,91	5,91	1	1	0,32	0,32	1,89
	Bombas de agua	4	0,09	0,75	0,78	0,96	3,85	2	0,5	0,5	0,25	0,96
	Bombas de aguas negras	2	18,00	18,50	0,90	20,56	41,11	1	0,5	0,32	0,16	6,58
	Circuito agua	3	0,09	0,75	0,78	0,96	2,88	2	0,67	0,3	0,2	0,58
	TOTAL						510,31				TOTAL	12,03

Fonda y hotel	Trituradora	1	9,00	11,00	0,88	12,50	12,50	1	1	0,36	0,36	4,50
	Compactadora	1	3,60	4,00	0,85	4,71	4,71	1	1	0,36	0,36	1,69
	Incineradora	1	12,70	15,00	0,84	17,86	17,86	1	1	0,36	0,36	6,43
	Equipos de cocina	1	50,00	55,00	0,94	58,51	58,51	1	1	0,2	0,2	11,70
	Gambuzas	3	6,95	7,50	0,87	8,62	25,86	3	1	0,9	0,9	23,28
	Frigorificos	4	2,51	3,00	0,85	3,53	14,12	4	1	0,9	0,9	12,71
	Montacargas	2	1,00	1,10	0,90	1,22	2,44	2	1	0,4	0,4	0,98
	Lavavajillas	4	2,00	2,20	0,78	2,82	11,28	4	1	0,2	0,2	2,26
	Lavadora	10	1,00	1,10	0,78	1,41	14,10	10	1	0,2	0,2	2,82
	Secadora	8	2,60	3,00	0,93	3,23	25,81	8	1	0,2	0,2	5,16
	Plancha de ropa	4	7,50	7,50	0,78	9,62	38,46	4	1	0,2	0,2	7,69
	Taller	2	40,00	45,00	0,93	48,39	96,77	2	1	0,5	0,5	48,39
	Ascensor	1	10,00	11,00	0,90	12,22	12,22	1	1	0,7	0,7	8,56
TOTAL						334,65				TOTAL	136,16	

Iluminaci	Alumbrado hab + CMM	1	28,38	30	0,93	32,26	32,26	1	1	0,9	0,9	29,03
	Luces nav + alumb ext	1	2,58	3	0,78	3,85	3,85	1	1	0,8	0,8	3,08
	TOTAL					36,10					TOTAL	32,11

Total	TOTAL					3 658,55					TOTAL	305,94
-------	-------	--	--	--	--	----------	--	--	--	--	-------	--------

Equipo		Características						CARGA/DESCARGA				
		nº	Potencia unitaria (kW)				P. total (kW)	nº ON	Coeficientes			P. necesaria
			Útil	Normalizada	ηe	Abs.	N x Pabs		Kn	Ksr	Ku	Ku x Ptotal
Carga	Grúas provisiones	2	12,30	15,00	0,89	16,85	33,71	1	0,5	0,5	0,25	8,43
	Grúas carga	3	345,00	355,00	0,91	390,11	1 170,33	3	1	0,5	0,5	585,16
	Molinetes	2	150,56	160,00	0,93	172,04	344,09	0	0	0,1	0	0,00
	Chigres de amarre	3	40,33	45,00	0,94	47,87	143,62	3	1	0,1	0,1	14,36
	Chigre escala	2	5,00	5,50	0,87	6,32	12,64	1	0,5	0,1	0,05	0,63
	Escotillas	5	15,00	15,00	0,92	16,30	81,52	0	0	0,3	0	0,00
	TOTAL						1 785,91					TOTAL

Navegación	Navegación	1	12,00	15,00	0,89	16,85	16,85	0	0	0,9	0	0,00
	Comunicación ext.	1	4,00	5,50	0,85	6,47	6,47	0	0	0,7	0	0,00
	Comunicación int.	1	2,00	2,20	0,83	2,65	2,65	0	0	0,7	0	0,00
	TOTAL						25,98					TOTAL

Ventilación	Aire acondicionado	1	11,45	15,00	0,93	16,13	16,13	1	1	0,75	0,75	12,10
	Ventilación acomodación	1	7,54	11,00	0,84	13,10	13,10	1	1	0,9	0,9	11,79
	Ventilación CMM	4	14,11	15,00	0,83	18,07	72,29	2	0,5	0,9	0,45	32,53
	Extracción CMM	4	11,29	15,00	0,83	18,07	72,29	2	0,5	0,9	0,45	32,53
	Ventilación local servo	1	0,80	1,10	0,82	1,34	1,34	0	0	0,9	0	0,00
	Ventilación local CO2	1	0,60	0,75	0,82	0,91	0,91	0	0	0,83	0	0,00
	TOTAL						176,06					TOTAL

Propulsión	Bombas trasiego HFO	2	11,42	15,00	0,85	17,65	35,29	0	0	0,5	0	0,00
	Bombas alim. HFO	4	1,50	1,50	0,89	1,69	6,74	0	0	0,9	0	0,00
	Bombas trasiego DO	2	3,80	4,00	0,85	4,71	9,41	0	0	0,5	0	0,00
	Bombas alim. DO	2	1,50	1,50	0,89	1,69	3,37	0	0	0,6	0	0,00
	Bomba lodos	2	1,54	2,20	0,89	2,47	4,94	2	1	0,2	0,2	0,99
	Servicio refrigeración	4	41,87	45,00	0,93	48,39	193,55	0	0	0,8	0	0,00
	Servotimón	1	93,56	110,00	0,85	129,41	129,41	0	0	0,6	0	0,00
	Servicio aire arranque	2	55,00	55,00	0,45	122,22	244,44	0	0	0,45	0	0,00
	Servicio lubricación	2	62,10	75,00	0,95	78,95	157,89	0	0	0,7	0	0,00
	Protección catódica	1	4,00	4,00	0,89	4,49	4,49	1	1	1	1	4,49
TOTAL						789,56					TOTAL	5,48

r fluidos	Bombas CI	2	31,50	37,00	0,93	39,78	79,57	0	0	0,38	0	0,00
	Bombas CI emergencia	1	28,00	30,00	0,93	32,26	32,26	0	0	0,38	0	0,00
	Bombas lastre	3	51,00	55,00	0,94	58,51	175,53	3	1	0,38	0,38	66,70
	Bombas achique sentinas	2	23,00	30,00	0,94	31,91	63,83	0	0	0,8	0	0,00
	Planta sentinas	1	3,75	4,00	0,93	4,30	4,30	0	0	0,6	0	0,00
	Planta lastre	1	77,00	90,00	0,95	94,74	94,74	1	1	0,6	0,6	56,84

Aguas y	Generador agua dulce	1	4,55	5,50	0,87	6,32	6,32	1	1	0,32	0,32	2,02
	TAR	1	4,00	5,50	0,93	5,91	5,91	1	1	0,32	0,32	1,89
	Bombas de agua	4	0,09	0,75	0,78	0,96	3,85	2	0,5	0,5	0,25	0,96
	Bombas de aguas negras	2	18,00	18,50	0,90	20,56	41,11	1	0,5	0,32	0,16	6,58
	Circuito agua	3	0,09	0,75	0,78	0,96	2,88	2	0,67	0,3	0,2	0,58
	TOTAL						510,31				TOTAL	135,58

Fonda y hotel	Trituradora	1	9,00	11,00	0,88	12,50	12,50	1	1	0,36	0,36	4,50
	Compactadora	1	3,60	4,00	0,85	4,71	4,71	1	1	0,36	0,36	1,69
	Incineradora	1	12,70	15,00	0,84	17,86	17,86	1	1	0,36	0,36	6,43
	Equipos de cocina	1	50,00	55,00	0,94	58,51	58,51	1	1	0,2	0,2	11,70
	Gambuzas	3	6,95	7,50	0,87	8,62	25,86	3	1	0,9	0,9	23,28
	Frigoríficos	4	2,51	3,00	0,85	3,53	14,12	4	1	0,9	0,9	12,71
	Montacargas	2	1,00	1,10	0,90	1,22	2,44	2	1	0,4	0,4	0,98
	Lavavajillas	4	2,00	2,20	0,78	2,82	11,28	4	1	0,2	0,2	2,26
	Lavadora	10	1,00	1,10	0,78	1,41	14,10	10	1	0,2	0,2	2,82
	Secadora	8	2,60	3,00	0,93	3,23	25,81	8	1	0,2	0,2	5,16
	Plancha de ropa	4	7,50	7,50	0,78	9,62	38,46	4	1	0,2	0,2	7,69
	Taller	2	40,00	45,00	0,93	48,39	96,77	2	1	0,5	0,5	48,39
	Ascensor	1	10,00	11,00	0,90	12,22	12,22	1	1	0,7	0,7	8,56
	TOTAL						334,65				TOTAL	136,16

Iluminac	Alumbrado hab + CMM	1	28,38	30	0,93	32,26	32,26	1	1	0,9	0,9	29,03
	Luces nav + alumb ext	1	2,58	3	0,78	3,85	3,85	1	1	0,8	0,8	3,08
	TOTAL						36,10				TOTAL	32,11

Total	TOTAL					3 658,55				TOTAL	1 006,85
-------	-------	--	--	--	--	----------	--	--	--	-------	----------

Equipo		Características						EMERGENCIA				
		nº	Potencia unitaria (kW)				P. total (kW)	nº ON	Coeficientes			P. necesaria
			Útil	Normalizada	ηe	Abs.	N x Pabs		Kn	Ksr	Ku	Ku x Ptotal
Carga	Grúas provisiones	2	12,30	15,00	0,89	16,85	33,71	0	0	0,5	0	0,00
	Grúas carga	3	345,00	355,00	0,91	390,11	1 170,33	0	0	0,5	0	0,00
	Molinetes	2	150,56	160,00	0,93	172,04	344,09	0	0	0,1	0	0,00
	Chigres de amarre	3	40,33	45,00	0,94	47,87	143,62	0	0	0,1	0	0,00
	Chigre escala	2	5,00	5,50	0,87	6,32	12,64	0	0	0,1	0	0,00
	Escotillas	5	15,00	15,00	0,92	16,30	81,52	0	0	0,3	0	0,00
	TOTAL						1 785,91					TOTAL

Navegación	Navegación	1	12,00	15,00	0,89	16,85	16,85	1	1	0,9	0,9	15,17
	Comunicación ext.	1	4,00	5,50	0,85	6,47	6,47	1	1	0,7	0,7	4,53
	Comunicación int.	1	2,00	2,20	0,83	2,65	2,65	1	1	0,7	0,7	1,86
	TOTAL						25,98					TOTAL

Ventilación	Aire acondicionado	1	11,45	15,00	0,93	16,13	16,13	0	0	0,75	0	0,00
	Ventilación acomodación	1	7,54	11,00	0,84	13,10	13,10	0	0	0,9	0	0,00
	Ventilación CMM	4	14,11	15,00	0,83	18,07	72,29	2	0,5	0,9	0,45	32,53
	Extracción CMM	4	11,29	15,00	0,83	18,07	72,29	2	0,5	0,9	0,45	32,53
	Ventilación local servo	1	0,80	1,10	0,82	1,34	1,34	0	0	0,9	0	0,00
	Ventilación local CO2	1	0,60	0,75	0,82	0,91	0,91	0	0	0,83	0	0,00
	TOTAL						176,06					TOTAL

Propulsión	Bombas trasiego HFO	2	11,42	15,00	0,85	17,65	35,29	2	1	0,5	0,5	17,65
	Bombas alim. HFO	4	1,50	1,50	0,89	1,69	6,74	2	0,5	0,9	0,45	3,03
	Bombas trasiego DO	2	3,80	4,00	0,85	4,71	9,41	2	1	0,5	0,5	4,71
	Bombas alim. DO	2	1,50	1,50	0,89	1,69	3,37	2	1	0,6	0,6	2,02
	Bomba lodos	2	1,54	2,20	0,89	2,47	4,94	2	1	0,2	0,2	0,99
	Servicio refrigeración	4	41,87	45,00	0,93	48,39	193,55	2	0,5	0,8	0,4	77,42
	Servotimón	1	93,56	110,00	0,85	129,41	129,41	1	1	0,6	0,6	77,65
	Servicio aire arranque	2	55,00	55,00	0,45	122,22	244,44	2	1	0,45	0,45	110,00
	Servicio lubricación	2	62,10	75,00	0,95	78,95	157,89	1	0,5	0,7	0,35	55,26
	Protección catódica	1	4,00	4,00	0,89	4,49	4,49	1	1	1	1	4,49
	TOTAL						789,56					TOTAL

idos	Bombas CI	2	31,50	37,00	0,93	39,78	79,57	2	1	0,38	0,38	30,24
	Bombas CI emergencia	1	28,00	30,00	0,93	32,26	32,26	1	1	0,38	0,38	12,26
	Bombas lastre	3	51,00	55,00	0,94	58,51	175,53	1	0,33	0,38	0,13	22,23
	Bombas achique sentinas	2	23,00	30,00	0,94	31,91	63,83	1	0,5	0,8	0,4	25,53
	Planta sentinas	1	3,75	4,00	0,93	4,30	4,30	0	0	0,6	0	0,00

Aguas y flu	Planta lastre	1	77,00	90,00	0,95	94,74	94,74	0	0	0,6	0	0,00
	Generador agua dulce	1	4,55	5,50	0,87	6,32	6,32	0	0	0,32	0	0,00
	TAR	1	4,00	5,50	0,93	5,91	5,91	0	0	0,32	0	0,00
	Bombas de agua	4	0,09	0,75	0,78	0,96	3,85	0	0	0,5	0	0,00
	Bombas de aguas negras	2	18,00	18,50	0,90	20,56	41,11	0	0	0,32	0	0,00
	Circuito agua	3	0,09	0,75	0,78	0,96	2,88	0	0	0,3	0	0,00
	TOTAL						510,31				TOTAL	

Fonda y hotel	Trituradora	1	9,00	11,00	0,88	12,50	12,50	0	0	0,36	0	0,00
	Compactadora	1	3,60	4,00	0,85	4,71	4,71	0	0	0,36	0	0,00
	Incineradora	1	12,70	15,00	0,84	17,86	17,86	0	0	0,36	0	0,00
	Equipos de cocina	1	50,00	55,00	0,94	58,51	58,51	0	0	0,2	0	0,00
	Gambuzas	3	6,95	7,50	0,87	8,62	25,86	0	0	0,9	0	0,00
	Frigorificos	4	2,51	3,00	0,85	3,53	14,12	0	0	0,9	0	0,00
	Montacargas	2	1,00	1,10	0,90	1,22	2,44	0	0	0,4	0	0,00
	Lavavajillas	4	2,00	2,20	0,78	2,82	11,28	0	0	0,2	0	0,00
	Lavadora	10	1,00	1,10	0,78	1,41	14,10	0	0	0,2	0	0,00
	Secadora	8	2,60	3,00	0,93	3,23	25,81	0	0	0,2	0	0,00
	Plancha de ropa	4	7,50	7,50	0,78	9,62	38,46	0	0	0,2	0	0,00
	Taller	2	40,00	45,00	0,93	48,39	96,77	0	0	0,5	0	0,00
	Ascensor	1	10,00	11,00	0,90	12,22	12,22	0	0	0,7	0	0,00
TOTAL						334,65				TOTAL		0,00

Iluminaci	Alumbrado hab + CMM	1	28,38	30	0,93	32,26	32,26	1	1	0,9	0,9	29,03
	Luces nav + alumb ext	1	2,58	3	0,78	3,85	3,85	1	1	0,8	0,8	3,08
	TOTAL						36,10				TOTAL	32,11

Total	TOTAL					3 658,55					TOTAL	562,21
-------	-------	--	--	--	--	----------	--	--	--	--	-------	--------

ANEXO II

Especificación generador LNG

Cat® G3512

Gas Generator Sets

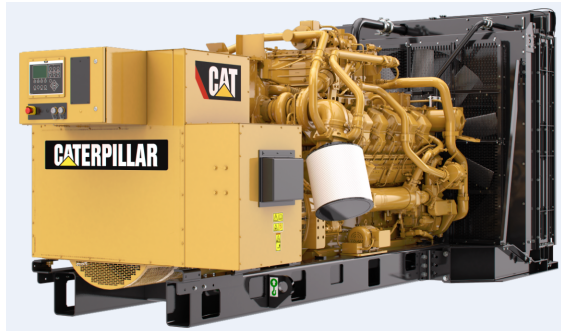


Image shown may not reflect actual configuration

Bore – mm (in)	170 (6.7)
Stroke – mm (in)	190 (7.5)
Displacement – L (in ³)	52 (3173)
Compression Ratio	9.7
Aspiration	Turbocharged
Fuel System	Electronic Fuel Control Valve
Governor Type	ADEM™ A4

Standby and Continuous 60 Hz ekW (kVA)	Emissions Performance
1000 (1250)	U.S. EPA Stationary
750 (938)	U.S. EPA Stationary

Standard Features

Cat® Natural Gas Engine

- Meets U.S. EPA Stationary Non-Emergency standards to be used in Emergency and Non-Emergency applications
- Robust high speed block design provides prolonged life and lower owning and operating costs
- Designed for maximum performance on low pressure gaseous fuel supply

Generator Set Package

- Accepts 100% block load in one step and facilitates compliance with NFPA 110, Type 10 starting and loading requirements
- Conforms to ISO 8528-5 G3 load acceptance criteria
- Reliability verified through torsional vibration, fuel consumption, oil consumption, transient performance, and endurance testing

Generators

- Superior motor starting capability minimizes need for oversizing generator
- Designed to match performance and output characteristics of Cat engines

Cooling System

- Cooling systems available to operate in ambient temperatures up to 43°C (110°F)
- Package tested to ensure proper cooling of complete generator set

EMCP 4 Control Panels

- User-friendly interface and navigation
- Scalable system to meet a wide range of installation requirements
- Expansion modules and site specific programming for specific customer requirements

Warranty

- 24 months/1000-hour warranty for standby ratings
- 12 months/unlimited hour warranty for continuous ratings
- Extended service protection is available to provide extended coverage options

Worldwide Product Support

- Cat dealers have over 1,800 dealer branch stores operating in 200 countries
- Your local Cat dealer provides extensive post-sale support, including maintenance and repair agreements

Financing

- Caterpillar offers an array of financial products to help you succeed through financial service excellence
- Options include loans, finance lease, operating lease, working capital, and revolving line of credit
- Contact your local Cat dealer for availability in your region

Optional Equipment

Engine

Air Cleaner (Single Element)

- Installed
- Supplied loose

Muffler

- Industrial grade (15 dB)
- Residential grade (18 dB)
- Critical grade (25 dB)
- Spark arresting

Starting

- Standard batteries
- Standard electric starter(s)
- Air starter(s)
- Jacket water heater

Generators

Output voltage

- 208V 2400V
- 220V 4160V
- 240V 12470V
- 380V 13200V
- 440V 13800V
- 480V
- 600V

Temperature Rise (over 40°C ambient)

- 150°C
- 125°C/130°C
- 105°C
- 80°C

Winding type

- Random wound
- Form wound

Excitation

- Permanent magnet (PM)

Attachments

- Anti-condensation heater
- Stator and bearing temperature monitoring and protection

Power Termination

Type

- Bus bar
- Circuit breaker
- 400A 800A
- 1200A 1600A
- 2000A 2500A
- 3200A 4000A
- UL IEC
- 3-pole 4-pole
- Manually operated

- Electrically operated

Trip Unit

- LSI
- LSI-G
- LSI-G-P

Enclosure

- Weather protective
- Sound attenuated

Attachments

- Cold weather bundle
- DC lighting package
- AC lighting package
- Motorized louvers

Fuel System Pressure

- Standard
- Low

Control System

Controller

- EMCP 4.3
- EMCP 4.4

Attachments

- Local annunciator module
- Remote annunciator module
- Load share module
- Remote monitoring software

Charging

- Battery charger – 20A
- Battery charger – 35A
- Battery charger – 50A

Vibration Isolators

- Rubber
- Spring
- Seismic rated

Cat Connect

Connectivity

- Ethernet

Extended Service Options

Terms

- 2 year
- 3 year
- 5 year
- 10 year

Coverage

- Silver
- Gold
- Platinum
- Platinum Plus

Ancillary Equipment

- Automatic transfer switch (ATS)
- Uninterruptible power supply (UPS)
- Paralleling switchgear
- Paralleling controls

Certifications

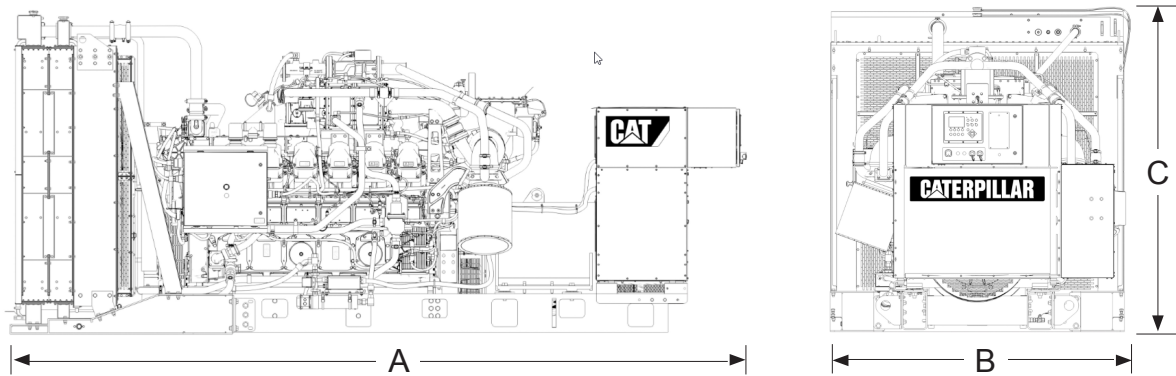
- UL 2200 Listed
- CSA Certified

Note: Some options may not be available on all models. Certifications may not be available with all model configurations. Consult factory for availability.

Package Performance

Performance		Standby & Continuous			
Frequency	60 Hz				
Genset power rating @ 0.8 power factor – kW (kVA)	750 (938kVA)		1000 (1250)		
Emissions	U.S. EPA Stationary				
Performance number	EM4567-01 & EM4494-01		EM4565-01 & EM4492-01		
Fuel Consumption					
100% load with fan – MJ/ekW-hr (Btu/ekW-hr)	10.84	(10282)	10.29	(9757)	
75% load with fan – MJ/ekW-hr (Btu/ekW-hr)	11.60	(10994)	10.78	(10225)	
50% load with fan – MJ/ekW-hr (Btu/ekW-hr)	13.18	(12495)	11.84	(11227)	
Cooling System					
Radiator air flow restriction – kPa (in. water)	0.12	(0.5)	0.12	(0.5)	
Radiator air flow – m ³ /min (cfm)	1830	(64625)	1830	(64625)	
Radiator ambient capability @ 304 m (1000 ft) – °C (°F)	45	(113)	45	(113)	
Auxiliary circuit temperature (maximum inlet) – °C (°F)	54	(130)	54	(130)	
Jacket water temperature (maximum outlet) – °C (°F)	99	(210)	99	(210)	
Inlet Air					
Combustion air inlet flow rate – Nm ³ /bKW-hr (ft ³ /min)	4.59	(2451)	4.37	(3071)	
Altitude Capability					
At 25°C (77°F) ambient, above sea level – m (ft)	2862	(9390)	1928	(6325)	
Exhaust System					
Exhaust temperature – engine outlet – °C (°F)	512	(953)	512	(954)	
Exhaust Gas Flow – Nm ³ /bKW-hr (ft ³ /min)	4.88	(6955)	4.65	(8721)	
Exhaust Gas Mass Flow – kg/bkW-hr (lb/hr)	6.15	(11263)	5.85	(14116)	
Heat Rejection					
Heat rejection to jacket water circuit (JW+AC1+OC) – kW (Btu/min)	491	(27927)	611	(34726)	
Heat rejection to jacket water – kW (Btu/min)	364	(20683)	423	(24072)	
Heat rejection to exhaust (LHV to 120°C/248°F) – kW (Btu/min)	627	(35672)	1002	(44757)	
Auxiliary circuit temperature (maximum inlet) – °C (°F)	54	(130)	54	(130)	
Heat rejection to atmosphere from engine and generator – kW (Btu/min)	138	(7840)	153	(8705)	

Weights and Dimensions



Dim "A" mm (in)	Dim "B" mm (in)	Dim "C" mm (in)	Dry Weight kg (lb)
6011(236)	2809 (110)	2671 (105)	12,500 (27,500)

Note: For reference only. Do not use for installation design. Contact your local Cat dealer for precise weights and dimensions.

Ratings Definitions

Standby

Output available with varying load for the duration of an emergency outage. Average power output is 100% of the standby power rating. Typical operation is 200 hours per year, with maximum expected usage of 500 hours per year.

Continuous

Output available with non-varying load for unlimited time. Average power output is 70-100% of the continuous power rating. Typical peak demand is 100% of continuous rating for 100% of the operating hours the duration of an emergency outage. Average power output is 100% of the standby power rating. Typical operation is 200 hours per year, with maximum expected usage of 500 hours per year.

Applicable Codes and Standards

AS 1359, CSA C22.2 No. 100-04, UL 489, UL 869, UL 2200, NFPA37, NFPA70, NFPA99, NFPA110, IBC, IEC 60034-1, ISO 3046, ISO 8528, NEMA MG1-22, NEMA MG1-33, 2014/35/EU, 2006/42/EC, 2014/30/EU.

Note: Codes may not be available in all model configurations. Please consult your local Cat dealer for availability.

Fuel Rates

1. For transient response, ambient, and altitude capabilities consult your local Cat dealer.
2. Fuel pressure range specified is to the engine fuel control valve. Additional fuel train components may be required and should be considered in pressure and flow calculations.
3. For a complete reference of definitions and conditions see the following datasheets
 - a. 750ekw Standby / Emergency
EM4567 w/fan, EM4568 w/o fan
 - b. 750ekw Continuous / Standard
EM4494 w/fan, EM4495 w/o fan
 - c. 1000ekw Standby / Emergency
EM4565 w/fan, EM4566 w/o fan
 - d. 1000ekw Continuous / Standard
EM4492 w/fan, EM4493 w/o fan

www.cat.com/electricpower

©2019 Caterpillar
All rights reserved.

Materials and specifications are subject to change without notice.
The International System of Units (SI) is used in this publication.

ANEXO III

Especificación PTO

**Technical Data Sheet for AvK-Alternators**

FM 7.3-5

Date:	25/09/13	Customer:	GENERIC DATASHEET only
Project No.:		AvK Reference:	DSG062L2_4_60_480

Object data:

Site:		Prime Mover:	
Application:	Stationary Power Plant	Manufacturer:	

Generator data:

Generator:	DSG 62 L2/4	Poles:	4	Standards:	IEC 60034
Rated power:	1320 kVA	1056 kWe	1109 kWm		
Power factor:	0.80				
Power at pf 1,0	1069 kVA	1069 kWe	1109 kWm		
Rated voltage:	0.48 kV				
Speed:	1800 1/min				
Frequency:	60 Hz			Voltage range / frequency range:	
Rated current:	1587.7 A			Zone A according IEC 60034-1 (dU = +/-5%, df = +/-2%)	

Winding pitch:	2/3
----------------	-----

Insulation class:	Stator: Class H	Rotor: Class H	Temperature rise:	H
-------------------	-----------------	----------------	-------------------	---

Ambient temperature:	40 ° C	Environment:	Standard environment
----------------------	--------	--------------	----------------------

Site altitude:	1000 m		
----------------	--------	--	--

Enclosure:	IP23	Filter:	
------------	------	---------	--

Cooling:	IC 01 - Open-circuit ventilation
----------	----------------------------------

Coolant:	Ambient Air	Temperature	40 ° C	Temperature Air inlet	40 ° C
		Coolant:		generator:	

Moment of inertia (I):	19.6 kgm ²	Cooling air vol.:	2.1 m ³ /s	Cooling water quantity:	n/a
		Weight:	2750 Kg	Losses (environment):	53 KW
				Losses (cooling):	n/a

Wires:	4 terminals, starpoint connected in terminal box
--------	--

Operation mode:	Single mode
-----------------	-------------

Regulators:	
-------------	--

Voltage regulator:	DECS 100
--------------------	----------

Electrical data: (acc. IEC)

Efficiencies:	110%	100%	75%	50%	25%
Power factor 0.8	95	95,24	95,26	94,68	91,78
Power factor 0.9	95,62	95,83	95,73	95,02	91,99
Power factor 1.0	96,24	96,42	96,2	95,36	92,2

Reactances and time constants

	unsaturated	saturated		unsaturated	saturated				
X _d	2.59	2.33 p.u.	X _q	1.20	1.18 p.u.	T _{d0'}	2.53682 s	T _{d0''}	0.01575 s
X _{d'}	0.198	0.198 p.u.	X _{q'}	1.20	1.18 p.u.	T _{d'}	0.20 s	T _{q0'}	0.1686 s
X _{d''}	0.117	0.106 p.u.	X _{q''}	0.126	0.126 p.u.	T _{d''}	0.00843 s	T _{q0''}	0.16057 s
X ₂	0.127	0.115 p.u.	X ₀	0.051	0.046 p.u.	T _a	0.02037 s	T _{q'}	0.1686 s
X _{1s}	n.a.	0.064 p.u.						T _{q''}	0.01686 s

Short circuit ratio saturated: 0.43	Z _n 0.175 Ohm
-------------------------------------	--------------------------

Short circuit data:

Initial short circuit current (3-phase):	I _{k''}	14978 A	
Max. peak current (3-phase):	I _s	38128 A	
Sustained short circuit current:	I _k	4763 A	Minimum 3 x rated current for max.10 s
Initial short circuit torque:	M _{k2}	85.9 kNm	
	M _{k3}	51.5 kNm	
Max. faulty synchron moment:	M _f	184.7 kNm	
Rated kVA torque:	M _{SN}	7.00 kNm	
Rated torque	M _N	5.60 kNm	
Shaft torque	M _{Sh}	5.88 kNm	

Load application:

max. load application: 1000 kVA (corresponds to 75,76 % from 1320 kVA) for Power factor 0.4 15% transient voltage drop	Power: 1320 kVA Power factor: 0.8 transient voltage drop: -16.5 %
---	---

Remarks:

ANEXO IV

Especificación generador emergencia

3. Technical Data

3.1 Wärtsilä Auxpac, 60 Hz

3.1.1 Wärtsilä Auxpac 16, 1200 rpm / 60 Hz

Wärtsilä Auxpac		525W5L16 / 60 Hz	630W6L16 / 60 Hz	735W7L16 / 60 Hz
Engine speed	rpm	1200	1200	1200
Engine output	kW	550	660	770
Mean effective pressure	MPa	2.19	2.19	2.19
IMO compliance		IMO Tier 2	IMO Tier 2	IMO Tier 2
Combustion air system				
Flow of air at 100% load	kg/s	1.15	1.38	1.61
Temperature at turbocharger intake, max	°C	45	45	45
Temperature after air cooler (TE 601)	°C	25...38	25...38	25...38
Exhaust gas system (Note 1)				
Flow at 100% load	kg/s	1.18	1.416	1.65
Flow at 85% load	kg/s	1.01	1.212	1.41
Temp. after turbocharger at 100% load (TE 517)	°C	345	345	345
Temp. after turbocharger at 85% load (TE 517)	°C	340	340	340
Backpressure, max.	kPa	4.0	4.0	4.0
Calculated exhaust diameter for 35 m/s	mm	273	299	323
Heat balance at 100% load (Note 2)				
Jacket water	kW	125	150	175
Charge air (LT-circuit)	kW	205	246	287
Lubricating oil	kW	80	96	112
Radiation, etc	kW	9	10	12
Fuel system (Note 3)				
Pressure before injection pumps (PT 101)	kPa	700±0	700±50	700±0
Pressure before injection pumps, unifuel system	kPa	1000±0	1000±50	1000±0
HFO viscosity before injection pumps	cSt	16...24	16...24	16...24
HFO viscosity before injection pumps, unifuel system	cSt	12...24	12...24	12...24
Max. HFO temperature before engine (TE 101)	°C	140	140	140
MDF viscosity, min.	cSt	1.8	1.8	1.8
Max. MDF temperature before engine (TE 101)	°C	60	60	60
Fuel consumption at 100% load	g/kWh	199.0	199.0	199.0
Fuel consumption at 85% load	g/kWh	200.0	200.0	200.0
Fuel consumption at 75% load	g/kWh	201.0	201.0	201.0
Fuel consumption at 50% load	g/kWh	210.0	210.0	210.0
Clean leak fuel quantity, MDF at 100% load	kg/h	1.7	2.0	2.4
Clean leak fuel quantity, HFO at 100% load	kg/h	0.3	0.4	0.5

Wärtsilä Auxpac		525W5L16 / 60 Hz	630W6L16 / 60 Hz	735W7L16 / 60 Hz
Lubricating oil system				
Pressure before engine, nom. (PT 201)	kPa	450	450	450
Priming pressure, nom. (PT 201)	kPa	200	200	200
Temperature before bearings, nom. (TE 201)	°C	66	66	66
Temperature after engine, about	°C	80	80	80
Pump capacity (main), engine driven	m³/h	18	21	25
Priming pump capacity	m³/h	5.5	5.5	5.5
Filter fineness, mesh size	mi-crons	25	25	25
Oil consumption at 100% load, about	g/kWh	0.6	0.6	0.6
Crankcase ventilation flow rate at full load	l/min	460	552	644
Crankcase ventilation backpressure, max.	kPa	0.3	0.3	0.3
High temperature cooling water system				
Pressure at engine, after pump, nom. (PT 401)	kPa	250 + static	250 + static	250 + static
Pressure at engine, after pump, max. (PT 401)	kPa	320	320	320
Temperature before cylinders, approx. (TE 401)	°C	85	85	85
Temperature after engine, nom.	°C	90	90	90
Capacity of engine driven pump, nom.	m³/h	15.0	18.0	21.0
Pressure drop over engine	kPa	70	70	70
Pressure drop in external system, max.	kPa	120	120	120
Pressure from expansion tank	kPa	70...150	70...150	70...150
Engine water volume	m³	0.053	0.058	0.063
Low temperature cooling water system				
Pressure at engine, after pump, nom. (PT 451)	kPa	250 + static	250 + static	250 + static
Pressure at engine, after pump, max. (PT 451)	kPa	320	320	320
Temperature before engine (TE 451)	°C	25...38	25...38	25...38
Capacity of engine driven pump, nom.	m³/h	18.0	22.0	26.0
Pressure drop over charge air cooler	kPa	30	30	30
Pressure drop over thermostatic valve	kPa	30	30	30
Pressure drop over oil cooler	kPa	50	50	50
Pressure drop in the external system, max.	kPa	120	120	120
Pressure from expansion tank	kPa	70...150	70...150	70...150
Starting air system				
Pressure, nom.	kPa	3000	3000	3000
Pressure, max	kPa	3000	3000	3000
Pressure, min	kPa	1800	1800	1800
Starting air consumption, start (successful)	Nm³	0.6	0.6	0.6
Generator data (Note 4)				
Generator brand		Leroy Somer	Leroy Somer	Leroy Somer
Frequency	Hz	60	60	60
Rated output	kVa	688	788	963
Voltage	V	450	450	450
Rated current	A	883	1011	1234
Power factor		0.8	0.8	0.8

Wärtsilä Auxpac		525W5L16 / 60 Hz	630W6L16 / 60 Hz	735W7L16 / 60 Hz
CT/Ratio		1000/1A 10VA CL0.5	1250/1A 10VA CL0.5	1250/1A 10VA CL0.5
Temperature rise		F	F	F
Insulation class		H	H	H
Td'	s	0.136	0.123	0.124
Td''	s	0.019	0.019	0.021
Ta	s	0.036	0.045	0.045
Heat dissipation of air cooled generator	kW	27	30	34

Notes:

Note 1 At an ambient temperature of 25°C.

Note 2 ISO-optimized engine at ambient conditions according to ISO 15550. With engine driven pumps. Fuel net calorific value: 42700 kJ/kg. Radiation includes generator cooling power.

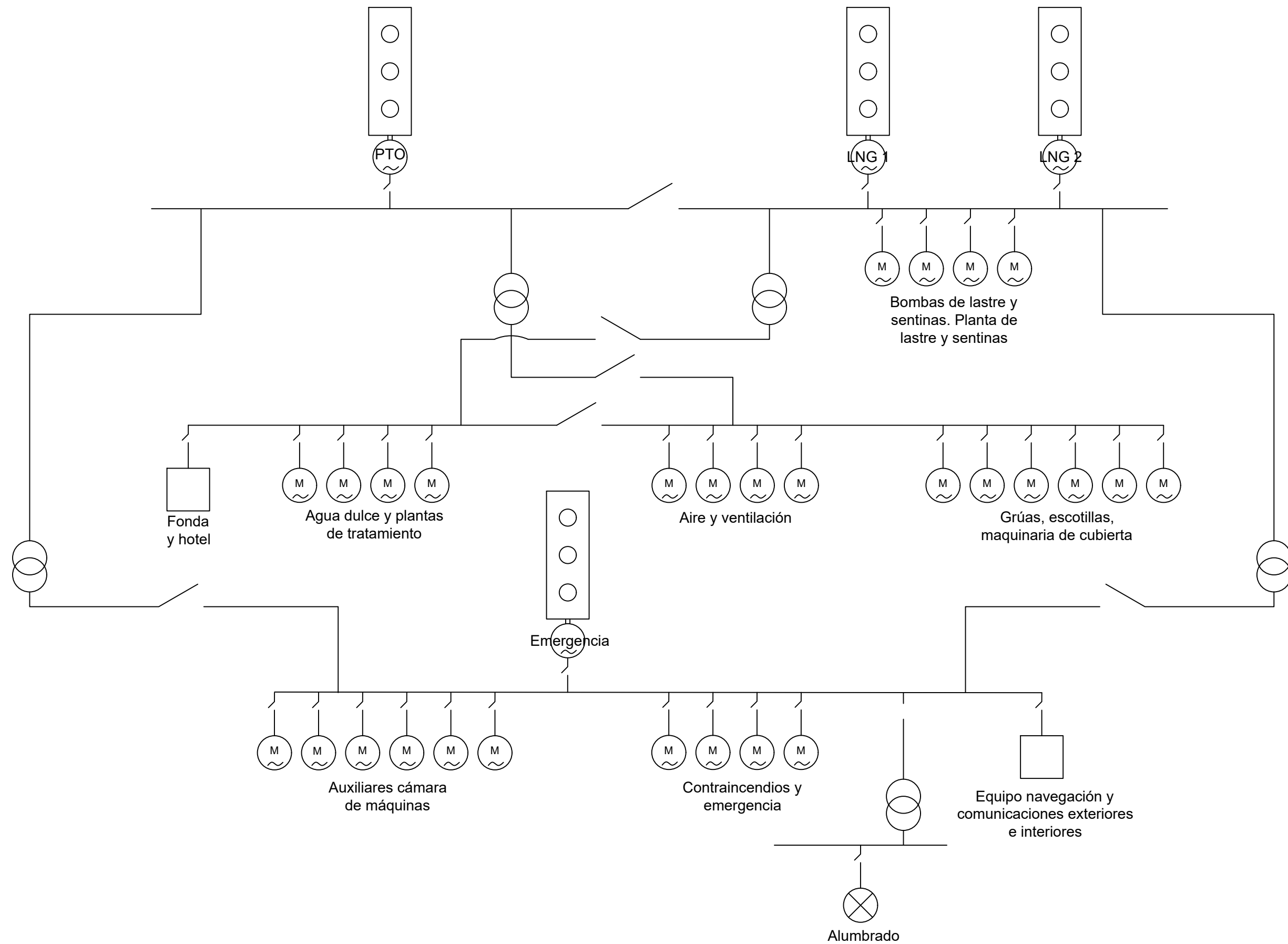
Note 3 According to ISO 15550, lower calorific value 42 700 kJ/kg at constant engine speed, with engine driven pumps (two cooling water + one lubricating oil). Tolerance 5%.



Note 4 Acc. to IEC 34.

Subject to revision without notice.

ANEXO V

Esquema unifilar



GRADO	INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA	ESCUELA:		UNIVERSIDAD:	
TFG	BULK CARRIER PORTACONTENEDORES 40 000 TPM				UNIVERSIDADE DA CORUÑA
DOCUMENTO	CUADERNO 11	ALUMNA	MARTA GONZÁLEZ GARCÍA		
ESCALA:	PLANO:	TUTOR	VICENTE DÍAZ CASÁS		
-	UNIFILAR				