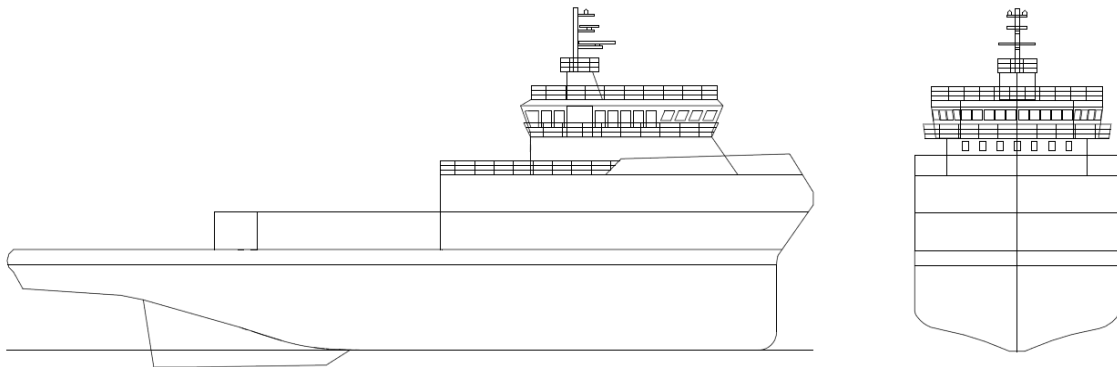


REMOLCADOR DE ALTURA POLIVALENTE  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR  
UNIVERSIDAD DE A CORUÑA



PROYECTO FIN DE GRADO 2014/2015  
GRADO EN INGENIERÍA DE PROPULSIÓN Y SERVICIOS DEL  
BUQUE



CUADERNO 11: DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA

ALUMNO: MARIO TEIJEIRO PRIETO  
TUTOR: RAÚL VILLA CARO



**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA**

**GRADO EN INGENIERÍA DE PROPULSIÓN Y SERVICIOS DEL BUQUE**

*CURSO 2.014-2015*

**PROYECTO NÚMERO**

**TIPO DE BUQUE:** Remolcador de Altura Polivalente, escolta, lucha contra incendios y lucha contra la contaminación.

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** American Bureau of Shipping, Solas, Marpol.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** 130 toneladas de tiro a punto fijo, 700 toneladas de carga en cubierta.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 15 nudos al 85 % de la MCR, 15 % de margen de mar, autonomía de 8000 millas.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** Maquinillas de remolque en proa y popa, gancho giratorio y articulado, los habituales en este tipo de buques.

**PROPULSIÓN:** Propulsión diésel-eléctrica, propulsores azimutales tipo Schottel.

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 14 tripulantes, 60 supervivientes.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Hélice transversal en proa,

Ferrol, 23 de Marzo de 2.015

ALUMNO: D. Mario Teijeiro Prieto.



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	3
2. DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA.....	4
3. SELECCIÓN DEL TIPO DE CORRIENTE.....	4
4. REDES DE DISTRIBUCIÓN.....	5
5. CONSUMIDORES.....	8
5.1 Alumbrado.....	8
5.1.1 Iluminación interior.....	8
5.1.2 Alumbrado exterior.....	12
5.1.3 Luces de navegación.....	12
5.2 Equipos de navegación y comunicación.....	15
5.3 Sistemas auxiliares de la propulsión.....	15
5.3.1 Servicio de combustible.....	15
5.3.2 Sistema de lubricación.....	16
5.3.4 Sistema de refrigeración.....	16
5.4 Máquinas auxiliares.....	16
5.5 Sistema de agua dulce.....	16
5.6 Sistema de aguas residuales.....	17
5.7 Bombas y equipo de remolque.....	17
5.8 Ventilación.....	17
5.9 Habilitación.....	18
5.10 Thruster proa.....	18
5.11 Grúas.....	18
5.12 Lucha contra la contaminación.....	18
5.13 Lucha contra incendios.....	19
6. BALANCE ELÉCTRICO.....	19
6.1 Coeficientes de cálculo.....	19
6.2 Resultados del balance eléctrico.....	20
7. PLANTA GENERADORA.....	20
7.1 Planta generadora principal.....	20
7.2 Planta generadora de emergencia.....	21
8. DIAGRAMA DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	23
8.1 Descripción de la solución adoptada.....	23



## **1. INTRODUCCIÓN**

En el presente cuaderno se realizarán los cálculos de las necesidades eléctricas del buque para poder definir la planta eléctrica. Los principales consumidores eléctricos han sido definidos en los cuadernos 10 y 12 por lo que los cálculos se basarán en estos y en estimaciones realizadas a partir de los buques de referencia.

La importancia de la planta eléctrica en el buque proyecto es vital ya que es la que alimenta a la propulsión y a la gran mayoría de consumidores definidos en él.

Lo primero que se definirá será el tipo de corriente que será instalada, la frecuencia y la tensión que estarán definidos por las características eléctricas de los receptores. El balance eléctrico se realizará estudiando todos los consumidores en las distintas situaciones en las que se encontrará el buque en su vida útil.

La situación de mayor demanda será la que defina la potencia necesaria de los generadores de la planta. Una vez conocida la potencia, se determinarán los generadores, grupos auxiliares y de emergencia necesarios.

Por último se realizará el diagrama unifilar de la red eléctrica donde se definirán los generadores, consumidores y cuadros eléctricos de distribución.

Para el desarrollo del cuaderno se tendrán en cuenta las siguientes reglas:

- Reglamento SOLAS Capítulo II-1, Parte D.
- ABS Parte 8 Capítulo I.
- Norma UNE 21 135-201 de diseño de instalaciones eléctricas en buques.
- Norma UNE 21 135-303 de transformadores de potencia.
- Norma UNE 21 135-501 de buques de propulsión eléctrica.



## **2. DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA**

Los principales componentes de la planta eléctrica del buque serán:

- Planta generadora: se encarga de transformar la energía mecánica en energía eléctrica.
- Cuadro de distribución principal: es el que permite el accionamiento, acoplamiento y la selección de generadores.
- Red de distribución: enlaza el cuadro principal con las estaciones y subestaciones de distribución.
- Consumidores.

Existirán tres plantas generadoras a bordo:

- Planta principal: esta estará compuesta por tres generadores diésel-eléctricos con capacidad de funcionamiento en paralelo que suministrarán la potencia necesaria para la operación del buque, aún con uno fuera de servicio.
- Planta de emergencia: estará constituida por un generador diésel que abastecerá los consumidores de emergencia.
- Planta transitoria de energía: está formada por una serie de baterías recargables. Puede estar centralizada o distribuida para cada consumidor o grupo de consumidores.

## **3. SELECCIÓN DEL TIPO DE CORRIENTE**

La corriente que se utilizará en el buque será corriente alterna ya que presenta grandes ventajas para la transmisión.

De acuerdo con la norma UNE 21-135-201 de diseño de instalaciones eléctricas en buques, podemos encontrar tres tipos de tensiones en el buque:

- Tensión de seguridad: Será menor de 50 V.
- Baja tensión: tensiones entre 50 y 500 V.
- Media tensión: tensiones entre 500 y 1000 V.
- Alta tensión: Mayor de 1000 V.



La decisión de la utilización de energía alterna se ha realizado debido a las ventajas que esta presenta con respecto a la energía continua:

Ventajas
Posibilidad de mayores tensiones
Menor coste económico
Menor peso y empacho
Tranformación fácil con transformadores estáticos
Mayor compatibilidad en puerto

El mayor inconveniente de la corriente alterna frente a la continua, es que en los motores la velocidad es más difícil de regular y estos tienen un par de arranque menor.

#### **4. REDES DE DISTRIBUCIÓN**

Según el reglamento de la sociedad de clasificación ABS parte 8 capítulo I, los sistemas de distribución de energía pueden ser de varios tipos según las características descritas a continuación:

Corriente	Nº conductores
Continúa	2
Alterna monofásica	2
Alterna trifásica	3, 4

La distribución principal del buque se realizará con corriente alterna trifásica, con tres conductores aislados.

Para la elección del tipo de tensión y frecuencia sería necesario definir la zona en la que operará el buque. Aunque la frecuencia de 60 Hz presenta ventajas como un mayor rendimiento en los motores eléctricos, esta sólo se utiliza en puertos norteamericanos.

Es por esto que se ha decidido utilizar una frecuencia de 50 Hz ya que el buque se proyectará para su operación en la zona europea.

La tensión está condicionada por las características de los consumidores más importantes. Los consumidores de grandes potencias requieren tensiones de trabajo altas para conseguir que las intensidades de funcionamiento no sean excesivamente altas.

La tensión máxima utilizada la determinarán los motores eléctricos de la propulsión que funcionarán a 690 V.

Esta tensión será la tensión de generación de energía por parte de los diésel-generadores. A partir de esta se determinarán las tensiones a las que operarán los consumidores y los transformadores que se utilizarán.



## Tensión de generación y consumidores por red

Para definir las tensiones de red anteriores se ha utilizado como referencia la siguiente tabla de la Norma UNE 21-135-93/201 en la que se muestran las tensiones y frecuencias en función del tipo de consumidores:

**Tabla 2**  
**Tensiones y frecuencias en corriente alterna en función de los tipos de consumidores**

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



### Aplicación al buque proyecto

La tensión de generación de energía se realizará a la máxima tensión demandada, es decir 690 V. Esta es la tensión demandada por los motores eléctricos de los propulsores. Será necesario instalar transformadores para pasar de una tensión de 690 V a 400 y a 230 V.

Los principales consumidores de cada red se describen a continuación:

Tensión	Consumidores
690	Motores eléctricos propulsores
	Thruster proa
	Bomba CI
	Accionamiento remolque principal
400	Servicios combustible
	Sistema de lubricación
	Sistema de agua dulce
	Sistema de aguas residuales
	Ventilación
	Habilitación
	Remolque secundario
	Auxiliares
	Grúas
	Equipos CI
	Refrigeración
Casco y cubierta	
230	Comunicaciones y equipo de navegación
	Alumbrado

Al definir diferentes niveles de voltaje se consigue que las secciones de los cables de distribución sean menores con lo que se reducirá el peso de la instalación.

### Transformadores

Una vez definidas las redes de distribución se definen los transformadores que es necesario instalar:

Tensión consumidores (V)	Voltajes (V)	Potencia (kVA)	Nº Transformadores
400	690 / 400	2000	4
230	400 / 230	75	5

Los transformadores serán para aplicación marina, de tipo seco y refrigerado por aire de acuerdo con la norma UNE 21-135/303 y tendrán un grado de protección IP 23.





## **5. CONSUMIDORES**

La realización del balance eléctrico del buque se basará en las potencias requeridas por los diferentes consumidores eléctricos.

Las partidas en las que se dividirán los distintos consumidores son las siguientes:

### **5.1 Alumbrado**

Los cálculos de alumbrado se realizarán tanto para el alumbrado interior como para las luces de cubierta y las luces de navegación.

#### **5.1.1 Iluminación interior**

El cálculo de la potencia necesaria para la iluminación interior se realizará en base al flujo luminoso, la iluminancia y la superficie a iluminar en los espacios de habitación.

Las fórmulas utilizadas son las siguientes:

$$P = \frac{L}{\eta} W$$

$$L = E * S * \frac{F_d}{F_u} lm$$

Donde:

$P$  = Potencia necesaria (W).

$\eta$  = Rendimiento luminoso (lm/W).

$L$  = Flujo luminoso (lm).

$E$  = Iluminancia (lx).

$S$  = Superficie a iluminar (m<sup>2</sup>).

$F_d$  = Factor de suciedad.

$F_u$  = Factor de utilización.

Para la elección del tipo de luminaria que se instalará se estudiará el rendimiento luminoso de las distintas opciones disponibles:



Tipo de lámpara	Potencia nominal W	Rendimiento lúmin lm/W
Fluorescentes.....	0,3	2
Incandescente Standard 40 W/220 V	40	11
Fluorescente L 40 W/20 (Blanco frío)	40	80
Mercurio a alta presión HQL 400 W	400	58
Halogenuros metálicos HQI 400 W	360	78
Sodio a alta presión NAV-T 400 W...	400	120
Sodio a baja presión NA 180 W.....	180	183

El tipo de lámpara elegida será la fluorescente L 40 W/220 V con una potencia nominal de 40 W y un rendimiento luminoso de 80 lm/W.

Los valores de luminancia deseada según el tipo de estancia se definirán según la siguiente tabla:

<b>Locales</b>	
<b>Illuminancias (lx)</b>	
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 <sup>3</sup>	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

Para el cálculo del flujo luminoso será necesario definir el factor de suciedad o mantenimiento y el factor de utilización:



El factor de suciedad o mantenimiento tiene en cuenta la pérdida de flujo luminoso de las lámparas motivada tanto por el envejecimiento natural como por el polvo y suciedad que se deposita en ellas. Su valor suele situarse entre 1,25 y 2,5. Se tomará un valor medio:

$$F_d = 1,875$$

En cuanto al facto de utilización, este varía según el tipo de alumbrado, directo o indirecto y tiene en cuenta las dimensiones del local. Se considerará un alumbrado de tipo directo y se supondrá un valor del factor de utilización de:

$$F_u = 0,5$$

Una vez definidos estos factores se obtendrá el flujo luminoso en cada local y la potencia consumida:

Cubierta	Local	Superficie (m <sup>2</sup> )	F <sub>d</sub>	F <sub>u</sub>	E (lx)	L (lm)	η (lm/W)	Potencia (kW)
	Cocina	21,4	1,875	0,5	300	24075	80	0,301
	Gambuza	16,5	1,875	0,5	125	7734,375	80	0,097
	Comedor tripulación	18,73	1,875	0,5	225	15803,4375	80	0,198
	Comedor oficiales	21,18	1,875	0,5	225	17870,625	80	0,223
	Sala de supervivientes	45,1	1,875	0,5	225	38053,125	80	0,476
	Lavandería	7,36	1,875	0,5	300	8280	80	0,104
	Vestuario	21,15	1,875	0,5	225	17845,3125	80	0,223
	Local de recepción	3,9	1,875	0,5	125	1828,125	80	0,023
	Local no supervivientes	6,73	1,875	0,5	125	3154,6875	80	0,039
	Incinerador	6,86	1,875	0,5	125	3215,625	80	0,040
	Water Mist	6,86	1,875	0,5	500	12862,5	80	0,161
	HPU	11,5	1,875	0,5	500	21562,5	80	0,270
	Taller cubierta	6,97	1,875	0,5	1500	39206,25	80	0,490
	Almacén	7	1,875	0,5	125	3281,25	80	0,041
	Baño 1	9,64	1,875	0,5	200	7230	80	0,090
	Baño superv. Hombres	12,87	1,875	0,5	200	9652,5	80	0,121
Baño superv. Mujeres	12,2	1,875	0,5	200	9150	80	0,114	



Cubierta	Local	Superficie (m2)	Fd	Fu	E (lx)	L (lm)	$\eta$ (lm/W)	Potencia (kW)
Cubierta 1	Enfermería	17,65	1,875	0,5	800	52950	80	0,662
	Camarote 2 Trip. A	12,67	1,875	0,5	175	8314,6875	80	0,104
	Camarote 2 Trip. B	11,17	1,875	0,5	175	7330,3125	80	0,092
	Camarote 1 Trip. C	9,03	1,875	0,5	175	5925,9375	80	0,074
	Camarote 2 Trip. D	12,67	1,875	0,5	175	8314,6875	80	0,104
	Camarote 2 Trip. E	11,17	1,875	0,5	175	7330,3125	80	0,092
	Camarote 1 Trip. F	9,03	1,875	0,5	175	5925,9375	80	0,074
	Camarote Oficial	19,59	1,875	0,5	225	16529,0625	80	0,207
	Almacén	8,5	1,875	0,5	125	3984,375	80	0,050
	Baño 2	1,36	1,875	0,5	200	1020	80	0,013
	Oficina 1	10,77	1,875	0,5	575	23222,8125	80	0,290
	Sala de juntas	6,75	1,875	0,5	575	14554,6875	80	0,182
	Gimnasio	11,27	1,875	0,5	225	9509,0625	80	0,119
	Salón	19,96	1,875	0,5	225	16841,25	80	0,211

Cubierta	Local	Superficie (m2)	Fd	Fu	E (lx)	L (lm)	$\eta$ (lm/W)	Potencia (kW)
Cubierta 2	Camarote oficial	20,55	1,875	0,5	225	17339,0625	80	0,217
	Camarote Jefe Máquinas	31,5	1,875	0,5	225	26578,125	80	0,332
	Camarote Capitán	31,5	1,875	0,5	225	26578,125	80	0,332
	Oficina 2	24,17	1,875	0,5	575	52116,5625	80	0,651
	Almacén	8,5	1,875	0,5	125	3984,375	80	0,050
	Baño 3	1,76	1,875	0,5	200	1320	80	0,017



Cubierta	Local	Superficie (m <sup>2</sup> )	Fd	Fu	E (lx)	L (lm)	$\eta$ (lm/W)	Potencia (kW)
Puente	Puente	130	1,875	0,5	575	280312,5	80	3,504

General	Superficie (m <sup>2</sup> )	Fd	Fu	E (lx)	L (lm)	$\eta$ (lm/W)	Potencia (kW)
Sala de máquinas	433,72	1,875	0,5	450	731902,5	80	9,149
Local propulsores	442,67	1,875	0,5	450	747005,6 25	80	9,338
Pasillos habilitación	100,57	1,875	0,5	150	56570,62 5	80	0,707
Escaleras	70,02	1,875	0,5	150	39386,25	80	0,492

### 5.1.2 Alumbrado exterior

A continuación se definirá el alumbrado exterior:

Tipo	Número	Situación	Potencia (W)	Potencia total (W)
Incandescente	2	Proa de la superestructura	60	120
Incandescente	1	Estribor	60	60
Incandescente	1	Babor	60	60
Pantalla	4	Popa habilitación. Cubierta principal	60	240
Pantalla	2	Exterior habilitación. Cubierta 1	60	120
Pantalla	4	Exterior habilitación. Cubierta 2	60	240
Foco	6	Exteriores	1500	9000
<b>Potencia total consumida</b>				<b>9840</b>

### 5.1.3 Luces de navegación

La definición de las luces de navegación se realizará según el Convenio Internacional para prevenir los abordajes (1972):

Serán aplicables las siguientes Reglas del Convenio:

**Regla 23.** Buques de propulsión mecánica en navegación:

Todos los buques de más de 50 metros de eslora exhibirán:

- Una luz de tope a proa.
- Una segunda luz de tope a popa y más alta que la de proa.



- Luces de costado.
- Una luz de alcance.

**Regla 24.** Buques remolcando y empujando:

Todo buque de propulsión mecánica cuando remolque a otro exhibirá:

- Dos luces de tope en línea vertical. Cuando la longitud del remolque, medido desde la popa del buque que remolca hasta el extremo de popa del remolque, sea superior a 200 metros, tres luces de tope a proa, según una línea vertical.
- Luces de costado.
- Una luz de alcance.
- Una luz de remolque en línea vertical y por encima de la luz de alcance.

**Aplicación al buque proyecto**

El emplazamiento de las luces de proa y popa se realizará en la cubierta del puente de navegación y por encima de esta.

Las luces de fondeo de popa se instalarán en un palo en la zona de popa del buque.

Se dispondrán luces de reserva para todas las luces definidas al ser un servicio vital para el buque.

Ubicación	Luces de navegación
Puente de navegación	Luces de costado
Mástiles sobre puente	Luz de fondeo todo horizonte proa
	Luz tope de proa
	Luz tope de popa
	Luz navegación restringida todo horizonte
	Luz de remolque (1)
	Luz de remolque (2)
	Luz de remolque de popa
	Luz de maniobra todo horizonte
	Luz navegación restringida todo horizonte
	Luz de alcance
Mástil de popa	Luz de fondeo de popa



La potencia de las luces se ha estimado a partir de datos obtenidos en buques de referencia:

Condición	Luz	N	Reserva	Ángulo	Color	Alcance (millas)	Potencia total (kW)
Navegación	Luz de tope de proa	2	1	225	Blanco	6	0,1
	Luz tope de popa	2	1	225	Blanco	6	0,1
	Luz de alcance	2	1	135	Blanco	3	0,065
	Luces de costado	4	2	112,5	Rojo y verde	3	0,13
Remolque	Luz de remolque tope 1	3	1	225	Blanco	6	0,2
	Luz de remolque tope 2	4	1	225	Blanco	6	0,3
	Luz de remolque	2	1	135	Amarillo	3	0,065
	Luz de remolque de popa	2	1	225	Blanco	6	0,1
	Luz de alcance	2	1	135	Blanco	3	0,065
	Luces de costado	4	2	112,5	Rojo y verde	3	0,13
Fondeo	Luz todo horizonte proa	2	1	360	Blanco	3	0,08
	Luz todo horizonte popa	2	1	360	Blanco	3	0,08
Maniobra	Luz todo horizonte	2	1	360	Amarillo	3	0,1
	Buque sin control	4	1	360	Rojo	3	0,2
Rescate	Proyectores	4	2	-	Blanco	-	1



## **5.2 Equipos de navegación y comunicación**

Los equipos de navegación y comunicación han sido definidos basándose en los equipos que utilizan los buques de referencia:

Consumidores	Número	Potencia total (kW)
Respondedor de radar	1	1,2
NAVTEX	1	0,08
INMARSAT	1	0,8
Telefonía	1	0,8
Piloto automático	1	0,08
Radiogoniómetro	1	0,08
Radar arpa banda s	1	1,2
Radar arpa banda x	1	1,2
Giroscópica	4	0,6
Ecosonda	1	0,12
Corredera Doppler	2	0,12
GMDSS	2	2
GPS	1	0,16
DGPS	1	0,16

## **5.3 Sistemas auxiliares de la propulsión**

Los sistemas auxiliares de la propulsión se han definido en el cuaderno 10 y están formados por el servicio de combustible, lubricación y refrigeración de los generadores diésel principales.

### **5.3.1 Servicio de combustible**

Consumidores	Número	Potencia (kW)
Separadora DO Gen.	3	2,04
Bombas trasiego SED.	2	1,5
Bombas trasiego UD	3	1,5
Bomba circulación DO 1	2	32,77
Bomba circulación DO 2	2	32,77
Bomba circulación DO 3	2	32,77





### 5.3.2 Sistema de lubricación

Consumidores	Número	Potencia (kW)
Bomb. Principal 1	1	32
Bomb. Principal 2	1	26
Bomb. Principal 3	1	22,3
Bomb. Prelubric. 1	1	29,8
Bomb. Prelubric. 2	1	25,5
Bomb. Prelubric. 3	1	20,8
Separadora DO Gen.	3	2
Bomba de trasiego 1	2	3
Bomba de trasiego 2	2	2,35
Bomba de trasiego 3	2	1,85

### 5.3.4 Sistema de refrigeración

Consumidores	Número	Potencia (kW)
Bomba refrig. HT 1	1	8,2
Bomba refrig. HT 2	1	7,45
Bomba refrig. HT 3	1	5,6
Bomba refrig. LT 1	1	8,2
Bomba refrig. LT 2	1	5,96
Bomba refrig. LT 3	1	5,2
Precalentador AD 1	2	108
Precalentador AD 2	1	32
Bombas AS	3	11,04

### 5.4 Máquinas auxiliares

Consumidores	Número	Potencia (kW)
Incinerador	1	11
Compresor aire arranque	2	7
Secador aire arranque	3	0,33

### 5.5 Sistema de agua dulce

Consumidores	Número	Potencia (kW)
Bomba de agua dulce	1	1,5
Bomba agua caliente	1	1,5
Generador AD	1	5,5
Calentador de agua	1	120



## **5.6 Sistema de aguas residuales**

Consumidores	Número	Potencia (kW)
Planta de tratamiento	1	5

## **5.7 Bombas y equipo de remolque**

Los consumidores que se nombran como sistemas auxiliares de remolque serían equipos como los pines de remolque y mordazas, estibadores, etc. Las potencias de estos equipos se han aproximado a partir de buques de referencia.

Consumidores	Número	Potencia (kW)
Chigre de remolque	1	760
Maquinilla remolque proa	1	145
Bombas de lastre	2	25
Sistemas auxiliares de remolque	Varios	120
Control sistema de remolque	1	8
Bombas achique de sentinas	2	19
Bomba de achique	1	5,8
Bomba de achique	1	21

## **5.8 Ventilación**

Los valores de potencia de la ventilación instalada en el local incinerador, el local de generación de gas inerte y en la habitación son valores que se han definido aproximándolos a partir de buques de referencia.

Consumidores	Número	Potencia (kW)
Ventilación CCMM		
Ventilación local incinerador	2	0,44
Ventilación local gen. gas inerte	2	0,44
Ventilación habitación	3	4



### **5.9 Habilitación**

Consumidores	Número	Potencia (kW)
Aire acondicionado	1	67,33
Extracción	1	0,74
Fogones	6	1
Horno	1	3
Freidora	1	1,5
Microondas	1	1
Trituradora de basura	1	1
Peladora	1	0,5
Batidora	1	1
Exprimidor	1	0,5
Torstador	1	0,5
Lavandería	1	14
Gambuza	1	6

### **5.10 Thruster proa**

Consumidores	Número	Potencia (kW)
Thuster	1	516

### **5.11 Grúas**

Consumidores	Número	Potencia (kW)
Grúa 1	1	20
Grúa 2	1	59

### **5.12 Lucha contra la contaminación**

Consumidores	Número	Potencia (kW)
Sistema calefacción tanques ORO	1	600
Bomba Dispersante	1	2



### **5.13 Lucha contra incendios**

La potencia de la bomba del sistema de agua nebulizada se ha aproximado a partir de las características de la bomba definidas en el Cuaderno 12.

Consumidores	Número	Potencia (kW)
Bombas CI	2	1700
Bomba CI emergencia	1	9,32
Detección de incendios	-	0,1
Bomba sistema agua nebulizada	1	120

## **6. BALANCE ELÉCTRICO**

Para determinar la potencia necesaria para abastecer a todos los consumidores del buque, se estimará la potencia que será necesaria en cada estado de carga.

Los estados de carga que se considerarán serán los siguientes:

- Navegación libre: situación en la que el consumo de energía eléctrica en la mar es el necesario para atender todos los servicios normales del buque.
- Remolque: situación en la que el consumo es el correspondiente a los consumidores que funcionan durante el remolque de otro buque.
- Anti contaminación y contra incendios: situación en la que el consumo es el correspondiente a los consumidores que funcionan durante las labores de lucha contra incendios o durante la operación anti contaminación.
- Rescate: situación en la que el consumo es el correspondiente a los consumidores que funcionan en la operación de rescate.
- Puerto: situación en la que sólo están en funcionamiento los servicios del buque ajenos a la propulsión.
- Emergencia: situación en la que el consumo corresponde al necesario para mantener los servicios de seguridad y maniobrabilidad en condiciones de emergencia.

### **6.1 Coeficientes de cálculo**

Para determinar en cada condición la potencia que va a consumir cada receptor se definirán los siguientes coeficientes:

$k_u$  = Coeficiente de utilización.

$k_n$  = Coeficiente de simultaneidad. Relación entre el número de receptores equivalentes en funcionamiento y el número de receptores equivalentes instalados.



$k_s$  = Coeficiente de servicio. Número de horas estimadas de funcionamiento al día.  
 $k_r$  = Coeficiente de régimen. Porcentaje de potencia consumida en la condición sobre la total del receptor.

$$k_u = k_n * k_s * k_r$$

La potencia consumida por cada receptor en cada condición de navegación será:

$$P_i = k_u * P_{total}$$

Se considerará un factor de potencia para todos los consumidores de 0,8.

## **6.2 Resultados del balance eléctrico**

Una vez realizado el balance eléctrico aplicando los factores correspondientes a cada receptor, se conocen las potencias demandadas en cada condición de operación:

Navegación libre	2535,353
Remolque	9338,568
Anti contaminación	3423,819
Contra incendios	5003,536
Rescate	2449,703
Puerto	204,047
Emergencia	140,058

En el Anexo... se presenta el desarrollo del balance eléctrico.

## **7. PLANTA GENERADORA**

### **7.1 Planta generadora principal**

Los generadores de la planta generadora de energía eléctrica principal se han definido en el cuaderno 10 utilizando como base los cálculos realizados en el balance eléctrico.

Para esto se han tenido en cuenta los requerimientos de las normas UNE 21-135/201 y UNE 21-135/501 que se describen a continuación:

#### **UNE 21-135/201**

Todo buque debe estar provisto de una fuente principal de energía eléctrica de capacidad suficiente para alimentar todos los servicios que permitan mantener al buque en las condiciones normales de operación y habitabilidad, así como de preservación de la carga. Esta fuente principal deberá consistir como mínimo en dos grupos generadores.

La capacidad de estos generadores deberá ser tal que en el caso de parada de uno de ellos, aún sea posible alimentar a los servicios necesarios para garantizar:

1. Unas condiciones normales de propulsión y seguridad.



2. Un confort correspondiente a unas condiciones mínimas de habitabilidad: medios adecuados para el alumbrado, preparación de la comida, calefacción, refrigeración de víveres, ventilación mecánica y aprovisionamiento de agua potable y sanitaria.

3. La conservación de la carga: Se añaden requerimientos a la generación de energía eléctrica cuando la Cámara de Máquinas funciona sin presencia permanente de personal. Cuando ésta es suministrada por varios generadores, se tomarán precauciones contra los cambios bruscos de carga, o la separación adecuada de las barras del cuadro.

### **UNE 21-135/501**

En sistemas de propulsión en corriente alterna, para cada generador de propulsión debe instalarse:

- Un amperímetro
- Un voltímetro
- Un vatímetro
- Un tacómetro o frecuencímetro

En sistemas con muchos generadores se puede prever, como variante, voltímetros y frecuencímetros conmutables.

Para los generadores de propulsión en los que la potencia nominal sobrepase los 500 kW, será además necesario un indicador de temperatura que permita la lectura directa de la temperatura de los arrollamientos del estator.

Para los motores de propulsión alimentados por la red principal:

- Un amperímetro para la intensidad principal de cada motor

Para motores de más de 500 kW, deberá instalarse además un control de temperatura de los arrollamientos del motor.

Para cada hélice deberá instalarse un indicador de velocidad.

## **7.2 Planta generadora de emergencia**

La planta generadora de emergencia se ha definido en el cuaderno 10 en función de los resultados del balance eléctrico y de los requerimientos de reglamentación del SOLAS.

Se ha seleccionado a partir de la potencia necesaria en la condición de navegación de emergencia. Los equipos que funcionarán obligatoriamente en esta condición están definidos por el capítulo II-1, Parte D, Regla 43 del SOLAS:

Se proveerá una fuente autónoma de energía eléctrica de emergencia. La energía eléctrica será suficiente para alimentar todos los servicios que sean esenciales para la seguridad en caso de emergencia dando la consideración debida a los servicios que puedan tener que funcionar simultáneamente. Los períodos mínimos que la fuente de energía de emergencia los distintos equipos esenciales son:



### 3 horas

- Alumbrado de emergencia en todos los puestos de embarco tanto en cubierta como fuera de los costados.

### 18 horas

- Alumbrado de emergencia en:
  - Todos los pasillos, escaleras y salidas de espacios de servicio de alojamiento.
  - Espacios de máquinas y en las centrales generatrices principales.
  - Puestos de control, cámaras de mando de máquinas y cuadro de distribución principal y de emergencia.
  - Paños de equipos de bombero.
  - Aparato de gobierno.
  - Bomba contra incendios, bomba de rociadores.
  - Aparato de gobierno.
- Luces de navegación y demás luces prescritas en el Convenio de Abordajes.
- Instalación radioeléctrica de ondas métricas.
- Estación terrena de buque.
- Instalación radioeléctrica de ondas hectométricas/decamétricas.
- Equipo de comunicaciones interiores necesario.
- Aparatos náuticos de a bordo.
- Sistema de detección de incendios y alarma.
- Lámpara de señales diurnas, pito del buque, dispositivos de alarma contra incendios manual y señales interiores en funcionamiento intermitente.
- Una de las bombas contra incendios.

En caso de contar con fuente transitoria de energía eléctrica de emergencia, ésta será una batería de acumuladores que funcionará sin necesidad de recarga y manteniendo un tensión que como máximo difiera de la normal un 12% durante todo el periodo de descarga. Deberá ser capaz de alimentar durante media hora, dado que falle la fuente de energía principal o de emergencia, el alumbrado y los servicios esenciales descritos.

En condiciones normales de funcionamiento el cuadro eléctrico de distribución de emergencia estará alimentado desde el cuadro de distribución principal por un cable alimentador de interconexión adecuadamente protegido contra sobrecargas y



cortocircuitos en el cuadro principal y que se desconectará automáticamente en el cuadro de distribución de emergencia si falla la fuente de energía eléctrica principal.

Si el sistema está dispuesto para trabajar en retroalimentación, también será necesario proteger el cable alimentador en el cuadro de distribución de emergencia al menos contra cortocircuitos.

En el caso del proyecto los consumidores que funcionarán en la condición de emergencia, cumpliendo los requerimientos descritos anteriormente, serán los siguientes:

- Bombas de achique de emergencia.
- Ventilación de la cámara de máquinas.
- Equipos de radiocomunicaciones y navegación.
- Bomba contra incendios de emergencia.
- Grupo de bombeo del sistema de agua nebulizada.
- Sistema de detección de incendios.
- Alumbrado de emergencia.

## **8. DIAGRAMA DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

Por último se realizará el diagrama de la instalación eléctrica. Este mostrará los principales equipos descritos en este cuaderno: generadores principales, cuadros eléctricos, transformadores, consumidores, etc.

El diagrama se incluirá en el Anexo....

### **8.1 Descripción de la solución adoptada**

La generación de energía eléctrica en el buque estará compuesta por 3 diésel generadores de distintas potencias. Se ha decidido que estos se conectarán al cuadro eléctrico principal de 690 V. Este cuadro eléctrico se encuentra seccionado en dos partes de forma que sea posible el aislamiento entre ambos.

El cuadro eléctrico principal alimenta a los motores eléctricos de propulsión, que accionan los propulsores, y al thruster de proa. Tanto los motores eléctricos como el thruster funcionarán a 690 V por lo que no es necesario incluir un transformador y se conectarán directamente al cuadro principal.

Los generadores se han dispuesto en el cuadro principal de forma que cada sección del cuadro tiene asignada una potencia similar. Se ha dispuesto el generador de mayor





potencia (5220 KW) en una de las secciones y los otros dos generadores (2720 y 2040 kW) en la otra.

Los generadores contarán en su conexión al cuadro principal con rectificadores para reducir el ruido de armónicos que estos generan. Precisamente por esta razón se han dispuesto otros dos cuadros de 690 V donde irán conectadas las bombas CI (una a cada cuadro de forma que exista duplicidad) y la máquina de remolque principal.

A continuación se disponen cuatro transformadores de 690/400 V para alimentar los cuadros de 400 V. A estos cuadros se conectarán los consumidores de 400 V descritos anteriormente.

De estos cuadros se alimentarán, pasando por cuatro transformadores de 400/230 V, los cuadros de 230 V. A estos cuadros se conectarán los consumidores de 230 V.

Todo el suministro se ha definido de forma redundante de forma que si existe un fallo en un generador los otros generadores puedan abastecer al buque.

El generador de emergencia definido en el cuaderno 10, se conectará a un cuadro de emergencia de 400 V que a su vez estará conectado mediante un transformador de 400/230 V a un segundo cuadro de emergencia de 230 V.

El cuadro eléctrico de emergencia se conectará al cuadro de 400 V empleando interruptores magnetotérmicos que protegen la red de los cortocircuitos y las sobrecargas. Esto se realizará para cumplir con lo estipulado en la normativa del SOLAS.



ANEXO I  
BALANCE ELÉCTRICO



Categoría	Receptor	N	Pa (kW)	Pt (kW)	Pφ (kW)	Navegación libre						Remolque						Anti contaminación						Contra incendios						Rescate						Puerto						Emergencia										
						n	Kn	Ks	Kr	Ku	Pt (kW)	n	Kn	Ks	Kr	Ku	Pt (kW)	n	Kn	Ks	Kr	Ku	Pt (kW)	n	Kn	Ks	Kr	Ku	Pt (kW)	n	Kn	Ks	Kr	Ku	Pt (kW)	n	Kn	Ks	Kr	Ku	Pt (kW)	n	Kn	Ks	Kr	Ku	Pt (kW)					
Propulsión	Motor eléctrico	2	5030	10060	6287,5	1	0,5	1	0,9	0,45	2263,5	2	1	1	0,85	0,85	8551	1	0,5	1	0,85	0,425	2137,75	1	0,5	1	0,85	0,425	2137,75	1	0,5	1	0,85	0,425	2137,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Servicios de combustible	Separadora DO Gen.	3	2,04	6,12	2,55	2	0,67	0,5	0,4	0,13	0,5304	2	0,67	0,5	0,8	0,268	1,093	2	0,67	0,5	0,4	0,13	0,5304	2	0,67	0,5	0,8	0,268	1,09344	2	0,67	0,5	0,8	0,268	1,09344	1	0,33	0,5	0,8	0,132	0,26928	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bombas trasiego SED.	2	1,5	3	1,875	1	0,5	0,5	0,4	0,13	0,195	1	0,5	0,5	0,8	0,2	0,3	1	0,5	0,5	0,4	0,1	0,15	1	0,5	0,5	0,8	0,2	0,3	1	0,5	0,5	0,8	0,2	0,3	1	0,5	0,5	0,8	0,2	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bombas trasiego UD	3	1,5	4,5	1,875	2	0,67	0,5	0,4	0,13	0,39	2	0,67	0,5	0,8	0,268	0,804	2	0,67	0,5	0,4	0,13	0,39	2	0,67	0,5	0,8	0,268	0,804	2	0,67	0,5	0,8	0,268	0,804	2	0,67	0,5	0,8	0,268	0,804	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bomba circulación DO 1	2	32,77	65,54	40,963	0	0	0	0	0	0	1	0,5	1	0,8	0,4	13,108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
	Bomba circulación DO 2	2	32,77	65,54	40,963	1	0,5	1	0,6	0,3	9,831	1	0,5	1	0,6	0,3	9,831	1	0,5	1	0,9	0,45	14,7465	1	0,5	1	0,8	0,4	13,108	1	0,5	1	0,6	0,3	9,831	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bomba circulación DO 3	2	32,77	65,54	40,963	0	0	0	0	0	0	1	0,5	1	0,6	0,3	9,831	1	0,5	1	0,6	0,3	9,831	1	0,5	1	0,6	0,3	9,831	0	0	0	0	0	0	1	0,5	1	0,6	0,3	9,831	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sistema de lubricación	Bomb. Principal 1	1	32	32	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
	Bomb. Principal 2	1	26	26	32,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
	Bomb. Principal 3	1	22,3	22,3	27,875	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
	Bomb. Prelubric. 1	1	29,8	29,8	37,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
	Bomb. Prelubric. 2	1	25,5	25,5	31,875	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
	Bomb. Prelubric. 3	1	20,8	20,8	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
	Separadora DO Gen.	3	2	6	2,5	2	0,67	0,5	0,4	0,13	0,52	0,67	0,5	0,4	0,13	0	2	0,67	0,5	0,4	0,13	0,52	2	0,67	0,5	0,8	0,268	1,072	2	0,67	0,5	0,8	0,268	1,072	1	0,33	0,5	0,4	0,066	0,132	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Bomba de trasiego 1	2	3	6	3,75	0	0	0	0	0	0	1	0,5	0,5	0,8	0,2	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
Bomba de trasiego 2	2	2,35	4,7	2,938	1	0,5	0,5	0,4	0,1	0,235	1	0,5	0,5	0,6	0,15	0,3525	1	0,5	0,5	0,9	0,225	0,52875	1	0,5	0,5	0,8	0,2	0,47	1	0,5	0,5	0,6	0,15	0,3525	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Bomba de trasiego 3	2	1,85	3,7	2,313	0	0	0	0	0	0	1	0,5	0,5	0,6	0,15	0,2775	1	0,5	0,5	0,6	0,15	0,2775	1	0,5	0,5	0,6	0,15	0,2775	0	0	0	0	0	0	1	0,5	0,5	0,6	0,15	0,2775	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sistema de refrigeración	Bomba refrig. HT 1	1	8,2	8,2	10,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
	Bomba refrig. HT 2	1	7,45	7,45	9,313	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
	Bomba refrig. HT 3	1	5,6	5,6	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
	Bomba refrig. LT 1	1	8,2	8,2	10,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
	Bomba refrig. LT 2	1	5,96	5,96	7,45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
	Bomba refrig. LT 3	1	5,2	5,2	6,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
	Pre calentador AD 1	2	108	216	135	1	0,5	0,5	0,6	0,15	16,2	1	0,5	0,5	0,6	0,15	16,2	1	0,5	0,5	0,6	0,15	16,2	1	0,5	0,5	0,85	0,2125	22,95	1	0,5	0,5	0,6	0,15	16,2	1	0,5	0,5	0,04	0,01	1,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pre calentador AD 2	1	32	32	40	1	1	0,5	0,6	0,3	9,6	1	1	0,5	0,6	0,3	9,6	1	1	0,5	0,6	0,3	9,6	1	1	0,5	0,85	0,425	13,6	1	1	0,5	0,6	0,3	9,6	1	1	0,5	0,04	0,02	0,64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bombas AS	3	11,04	33,12	13,8	1	0,33	0,5	0,8	0,132	1,45728	3	1	0,5	0,8	0,4	13,248	2	0,67	0,5	0,8	0,268	5,91744	2	0,67	0,5	0,8	0,268	5,91744	1	0,33	0,5	0,8	0,132	1,45728	1	0,33	0,5	0,3	0,0495	0,54648	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Máquinas auxiliares	Incinerador	1	11	11	13,75	1	1	0,3	0,8	0,24	2,64	1	1	0,3	0,8	0,24	2,64	1	1	0,3	0,8	0,24	2,64	1	1	0,3	0,8	0,24	2,64	1	1	0,3	0,8	0,24	2,64	1	1	0,3	0,8	0,24	2,64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Compresor aire arranque	2	7	14	8,75	1	0,5	0,3	0,8	0,12	0,84	1	0,5	0,3	0,8	0,12	0,84	1	0,5	0,3	0,8	0,12	0,84	1	0,5	0,3	0,8	0,12	0,84	1	0,5	0,3	0,8	0,12	0,84	1	0,5	0,3	0,8	0,12	0,84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Secador aire arranque	3	0,33	0,99	0,4125	2	0,67	0,3	0,8	0,16	0,1056	2	0,67	0,3	0,8	0,16	0,1056	2	0,67	0,3	0,8	0,16	0,1056	2	0,67	0,3	0,8	0,16	0,1056	2	0,67	0,3	0,8	0,16	0,1056	2	0,67	0,3	0,8	0,16	0,1056	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bombas remolque y	Chigre remolque de	1	760	760	950	0	0	0	0	0	0	1	0,5	1	0,6	0,3	228	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
	Maquinilla remolque pr.	1	145	145	181,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
	Bombas de lastre	2	25	50	31,25	1	0,5	0,2	0,8	0,08	2	1	0,5	0,2	0,8	0,08	2	1	0,5	0,2	0,8	0,08	2	1	0,5	0,2	0,8	0,08	2	1	0,5	0,2	0,8	0,08	2	1	0,5	0,2	0,8	0,08	2	0	0	0	0	0	0	0	0			







Incandescente	1	0,06	0,06	0,075	1	1	0,5	0,8	0,4	0,024	1	1	0,5	0,8	0,4	0,024	1	1	0,5	0,8	0,4	0,024	1	1	0,5	0,8	0,4	0,024	1	1	0,5	0,8	0,4	0,024	1	1	0,5	0,8	0,4	0,024																														
Incandescente	1	0,06	0,06	0,075	1	1	0,5	0,8	0,4	0,024	1	1	0,5	0,8	0,4	0,024	1	1	0,5	0,8	0,4	0,024	1	1	0,5	0,8	0,4	0,024	1	1	0,5	0,8	0,4	0,024	1	1	0,5	0,8	0,4	0,024																														
Pantalla	4	0,06	0,24	0,075	2	0,5	0,5	0,8	0,2	0,024	2	0,5	0,5	0,8	0,2	0,024	2	0,5	0,5	0,8	0,2	0,024	2	0,5	0,5	0,8	0,2	0,024	2	0,5	0,5	0,8	0,2	0,024	2	0,5	0,5	0,8	0,2	0,024																														
Pantalla	2	0,06	0,12	0,075	2	1	0,5	0,8	0,4	0,048	2	1	0,5	0,8	0,4	0,048	2	1	0,5	0,8	0,4	0,048	2	1	0,5	0,8	0,4	0,048	2	1	0,5	0,8	0,4	0,048	2	1	0,5	0,8	0,4	0,048																														
Pantalla	4	0,06	0,24	0,075	2	0,5	0,5	0,8	0,2	0,024	2	0,5	0,5	0,8	0,2	0,024	2	0,5	0,5	0,8	0,2	0,024	2	0,5	0,5	0,8	0,2	0,024	2	0,5	0,5	0,8	0,2	0,024	2	0,5	0,5	0,8	0,2	0,024																														
Foco	6	1,5	9	1,875	3	0,5	0,5	0,8	0,2	0,9	3	0,5	0,5	0,8	0,2	0,9	3	0,5	0,5	0,8	0,2	0,9	3	0,5	0,5	0,8	0,2	0,9	3	0,5	0,5	0,8	0,2	0,9	3	0,5	0,5	0,8	0,2	0,9																														
Luces de operación																																																																						
Luces de navegación	1	0,395	0,395	0,494	1	1	0,5	0,8	0,4	0,158	0	0	0	0	0	0	1	1	0,5	0,8	0,4	0,158	1	1	0,5	0,8	0,4	0,158	1	1	0,5	0,8	0,4	0,158	0	0	0	0	0	0																														
Luces de remolque	1	1	1	1,25	0	0	0	0	0	0	1	1	0,5	0,8	0,4	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																														
Luces de fondeo	1	0,16	0,16	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																															
Luces de maniobra	1	0,3	0,3	0,375	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,5	0,3	0,15	0,045	1	1	0,5	0,3	0,15	0,045	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																														
Luces rescate	1	1	1	1,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																
Potencia (kW)	2468,699										9093,055										3333,806										4871,992										2385,300										198,682										136,376									
Pérdidas (kW)	66,655										245,512										90,013										131,544										64,403										5,364										3,682									
Potencia total (kW)	2535,353										9338,568										3423,819										5003,536										2449,703										204,047										140,058									



ANEXO II  
DIAGRAMA UNIFILAR

