



LNG TANKER 160.000m³ NÚMERO 17-05

AUTORA: CARMEN SEOANE FERNÁNDEZ
TUTOR: VICENTE DÍAZ CASÁS

CUADERNO 11

DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA





GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2.017-2018

PROYECTO NÚMERO 17/05

TIPO DE BUQUE: LNG carrier.

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

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: LNG con una capacidad de 160.000 m³.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 19.5 knots a velocidad de servicio, al 85% MCR + 15% MM y 5000 millas de autonomía.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: bombas de carga y de vapor habituales en buques de este tipo.

PROPULSIÓN: dual-fuel diesel-electric (DFDE)

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

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

Ferrol, 18 Setiembre 2017

ALUMNA: D^a Carmen Seoane Fernández

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	5
3. DEFINICIÓN DE LOS CONSUMIDORES.....	6
3.1. SISTEMA DE ILUMINACIÓN INTERIOR.....	7
3.2. EQUIPO DE COCINA Y LAVANDERÍA.....	9
3.3. OTROS EQUIPOS.....	10
4. BALANCE ELÉCTRICO.....	11
4.1. NAVEGACIÓN A PLENA CARGA.....	12
4.2. NAVEGACIÓN EN LASTRE.....	14
4.3. OPERACIÓN CARGA Y DESCARGA.....	16
4.4. SITUACIÓN DE EMERGENCIA.....	17
4.5. RESUMEN BALANCE ELÉCTRICO.....	19
5. PLANTA GENERADORA PRINCIPAL.....	19
6. PLANTA GENERADORA DE EMERGENCIA.....	20
7. ESQUEMA UNIFILAR.....	21
BIBLIOGRAFÍA.....	22

1. INTRODUCCIÓN.

En este cuaderno se definirá la planta eléctrica del buque para los diferentes servicios del buque. Se definirá cual será el tipo de corriente con la que operará el buque, la frecuencia y la tensión. Para el cálculo de la potencia de la instalación eléctrica habrá que estudiar todos los consumidores en las distintas situaciones a las que se someterá al buque a lo largo de la vida útil. Una vez obtenida esta potencia, se elegirán los grupos auxiliares y de emergencia necesarios para dicha demanda. Los consumidores más importantes se definen en el cuaderno 12 y los restantes se definirán en los siguientes puntos de este cuaderno.

A continuación se muestran las características principales del buque:

Lpp (m)	271,3
B (m)	45,4
D (m)	26,4
T (m)	12,7
Δ (t)	118826,0
LBD (m ³)	324682,4
Cb	0,745
Cf	0,829
Cm	0,991
Cp	0,752

La instalación eléctrica a bordo del buque está compuesta de:

- Planta generadora donde se transforma la energía mecánica en eléctrica.
- Cuadro principal de distribución que permita el accionamiento, acoplamiento y selección de los generadores.
- Red de distribución que permite el enlace del cuadro principal con las estaciones y subestaciones de distribución.
- Aparatos que utilicen energía eléctrica.

2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

Existen tres plantas generadoras a bordo:

- Planta principal: compuesta por dos o más generadores, con capacidad para funcionamiento en paralelo y para suministrar la potencia necesaria en las distintas condiciones de operación, aún estando uno fuera de servicio.
- Planta de emergencia: pequeño grupo diesel generador, dimensionado para atender a los consumidores de emergencia. Esta planta estará colocada por encima de la cubierta de francobordo.
- Planta transitoria de energía: a base de baterías recargables, distribuida para cada consumidor o grupo de consumidores. Proporciona continuidad a los sistemas electrónicos vitales.

Se ha optado por electricidad alterna, ya que presentan varias ventajas:

- Motores generadores más baratos, ligeros y de menor empacho.
- Equipos más económicos.
- Mayores tensiones.
- Mantenimiento menor y equipos más viables.

Las configuraciones empleadas para tipo, voltaje y frecuencia son:

- Trifásica, 440 V 60 Hz (América).
- Trifásica, 380 V 50 Hz (Europa).

La ruta que realizará el buque se ha definido en el cuaderno 1, desde América hasta Europa, por tanto la elección de la red a escoger vendría definida por otras cuestiones. Se ha decidido instalar 380 V 50 Hz.

El buque contará con los siguientes transformadores:

- Transformadores 6,6 kV/380 V, 50 Hz
- Transformadores 380V/220V, 50 Hz

Habrá que diferenciar los tipos de consumidores:

- Servicios esenciales: son aquellos servicios vitales para el mantenimiento de una condición normal de propulsión, seguridad y mantenimiento mínimo de habitabilidad y conservación de la carga. Vienen definidos por la Sociedad de Clasificación.
- Servicios no esenciales: son aquellos cuyo fallo no afecta a la operación segura del buque definida para el caso de los consumidores esenciales.

3. DEFINICIÓN DE LOS CONSUMIDORES.

La clasificación de los consumidores será la siguiente:

- Servicios de la propulsión.
- Servicios auxiliares.
- Ventilaciones.
- Habilitación.
- Equipos de cubierta y mantenimiento.
- Alumbrado.
- Equipos del puente.

La mayoría de estos consumidores se definen en el cuaderno 12, por tanto, se mostrarán en el cálculo de balance eléctrico. A continuación se definirán los consumidores que faltan.

3.1. SISTEMA DE ILUMINACIÓN INTERIOR.

El libro Electricidad Aplicada al Buque, del autor D. Manuel Baquerizo, determina una iluminación aconsejada (dada en luxes) según el local. Se definirán los luxes y se tendrá en cuenta la superficie de dichos locales. El valor del flujo luminoso se define como:

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

Siendo

E la luminancia en luxes.

S es la superficie a iluminar.

F_D es un factor de depreciación que oscila entre 1,25 y 2,5. Se tomará 2.

F_U es el factor de utilización que dependerá del tipo de iluminación, directa o indirecta. Se escogerá luz directa y se tomará un valor medio de 0,55 para este factor.

Conocido el valor del flujo luminoso, y calculando el rendimiento luminoso, se obtiene la potencia necesaria. Este rendimiento dependerá del tipo de lámpara utilizada, en este caso se escogerá incandescente. El valor del rendimiento será de 0,11.

A continuación se muestra una tabla con los resultados divididos por cubiertas:

CUBIERTA PRINCIPAL				
ZONA	ILUMINAC. (lux)	SUPERFICIE (m ²)	FLUJO LUMINOSO (L)	POTENCIA (kW)
EQUPOS AUX (B)	1000	150,8	548363,6364	60,3
EQUPOS AUX (E)	1000	123,2	448000	49,3
CÁMARA AUX	1000	37,7	137090,9091	15,1
CARGA (B Y E)	1000	48,0	174545,4545	19,2
CAMAROTE ADICIONAL	250	36,0	32727,27273	3,6
PAÑOL	300	48,0	52363,63636	5,8
PASILLOS	150	50,9	27763,63636	3,1
ESCALERAS	200	11,5	8363,636364	0,9

CUBIERTA A				
ZONA	ILUMINAC. (lux)	SUPERFICIE (m ²)	FLUJO LUMINOSO (L)	POTENCIA (kW)
COMEDOR (OF. Y MAR.)	250	60,0	54545,45455	6,0
COCINA	250	60,0	54545,45455	6,0
GAMBUZA (1 Y 2)	250	18,1	16454,54545	1,8
ZONA CAFÉ	250	12,0	10909,09091	1,2
HOSPITAL	1000	16,8	61090,90909	6,7
VEST. MARINERÍA	250	25,1	22818,18182	2,5
VEST. OFICIALES	250	18,0	16363,63636	1,8
ZONA FUMADORES	250	6,8	6181,818182	0,7
LOCAL OCIO (OF. Y MAR.)	400	40,0	58181,81818	6,4
GIMNASIO	250	28,6	26000	2,9
PAÑOL	300	11,4	12436,36364	1,4
ASEO	250	7,2	6545,454545	0,7
SALA CONTROL	1000	23,9	86909,09091	9,6
PASILLOS	150	61,9	33763,63636	3,7
ESCALERAS	200	11,5	8363,636364	0,9

CUBIERTA B				
ZONA	ILUMINAC. (lux)	SUPERFICIE (m ²)	FLUJO LUMINOSO (L)	POTENCIA (kW)
CAMAROTE MARINERÍA (x19)	250	300,2	272909,1	30,0
LAVANDERÍA	300	30,0	32727,3	3,6
SALA CONTROL	1000	40,8	148363,6	16,3
PAÑOL 1	300	14,4	15709,1	1,7
PAÑOL 2	300	18,9	20618,2	2,3
PAÑOL 3	300	7,9	8618,2	0,9
SALA INTERNET	400	31,0	45090,9	5,0
ASEO	250	6,0	5454,5	0,6
PASILLOS	150	87,4	47672,7	5,2
ESCALERAS	200	11,5	8363,6	0,9

CUBIERTA C				
ZONA	ILUMINAC. (lux)	SUPERFICIE (m ²)	FLUJO LUMINOSO (L)	POTENCIA (kW)
CAMAROTE MARINERÍA (x13)	250	205,4	186727,3	20,54
LAVANDERÍA	300	21,2	23127,3	2,544
CONTROL CARGA	1000	32,2	117090,9	12,88
SALA REUNIÓN	400	40,7	59200,0	6,512
PAÑOL 1	300	23,7	25854,5	2,844
PAÑOL 2	300	21,5	23454,5	2,58
SALA INTERNET	400	42,9	62400,0	6,864
OFICINA ADMINISTRACIÓN	750	25,9	70636,4	7,77
CONTROL FUEGO	1000	37,4	136000,0	14,96
PASILLOS	150	87,4	47672,7	5,244
ESCALERAS	200	11,5	8363,6	0,92

CUBIERTA D				
ZONA	ILUMINAC. (lux)	SUPERFICIE (m ²)	FLUJO LUMINOSO (L)	POTENCIA (kW)
CAMAROTE CAPITÁN	250	46,8	42545,5	4,68
CAMAROTE ARMADOR	250	46,8	42545,5	4,68
CAMAROTE OFIC. (1º Y 2º) (x4)	250	124,8	113454,5	12,48
CAMAROTE 3º OFIC. (x2)	250	57,4	52181,8	5,74
SALA INTERNET	400	62,0	90181,8	9,92
SALA DOCUMENTACIÓN	400	46,0	66909,1	7,36
PAÑOL	300	13,6	14836,4	1,632
SALA REUNIÓN	750	41,3	112636,4	12,39
PASILLOS	150	49,7	27109,1	2,982
ESCALERAS	200	11,5	8363,6	0,92

CUBIERTA PUENTE DE GOBIERNO				
ZONA	ILUMINAC. (lux)	SUPERFICIE (m ²)	FLUJO LUMINOSO (L)	POTENCIA (kW)
SALA PUENTE	750	146,5	399545,5	43,95
ASEO	250	5,0	4545,5	0,5
DOCUMENTO NAVEGACIÓN	400	9,0	13090,9	1,44
EQUIPOS NAVEGACIÓN	1000	19,7	71636,4	7,88
SALA BATERÍAS	1000	19,7	71636,4	7,88
ESCALERAS	200	11,5	8363,6	0,92

La potencia total del alumbrado será la suma de estos consumidores, consideraremos un 20% de margen, ya que en este cálculo no se han incluido las luces de exterior de cubierta.

POTENCIA TOTAL (Kw)	582,1
---------------------	-------

3.2. EQUIPO DE COCINA Y LAVANDERÍA.

En este punto se definirán los equipos principales que llevará el buque en la cocina y en las zonas de lavandería.

Para el funcionamiento de la cocina serán necesarios los siguientes equipos:

- Una cocina eléctrica con capacidad para 46 personas (16 kW)
- Un horno (14 kW)
- Una amasadora (1,5 kW)
- Una peladora eléctrica de patatas (0,6 kW)
- Un frigorífico de 4000 l (0,7 kW)
- Un refrigerador de 4000 l (0,9 kW)
- Una freidora eléctrica (4 kW)
- Una plancha (10 kW)
- Un lavavajillas (5 kW)
- Una trituradora de basuras (2 kW)
- Una máquina de cortar fiambre (0,5 kW)
- Un microondas (1,5 kW)
- Un molinillo de café eléctrico (0,3 kW)

Para el funcionamiento de la lavandería serán necesarios los siguientes equipos:

- Cuatro lavadoras de tipo industrial (2 kW cada una)
- Cuatro secadoras industriales (2,5 kW cada una)
- Dos tabla de planchar (3 kW cada una)

3.3. OTROS EQUIPOS.

Los principales equipos han sido definidos en punto anteriores de este cuaderno y en el cuaderno 12. A continuación se enumerarán algunos equipos de importancia de los que todavía no se ha hablado:

- Grúas para la operación de carga y descarga situadas a ambos costados del buque. Se estimará una potencia de 70 kW.
- Grúa para el taller 5 kW
- Grúa para pertrechos 4 kW
- Ascensor 4 kW
- Ventilación habitación, un dispositivo por cada cubierta de 10 kW y extracción que se considerará de la misma potencia.
- Ventilación de otros locales, se estimará una demanda de potencia de 10 kW para locales como el servo o locales que no hayan sido definidos.

4. BALANCE ELÉCTRICO.

El balance eléctrico del buque se estimará mediante el método clásico de balance, que es uno de los más utilizados. Se calcularán las diferentes situaciones de carga eléctrica que tiene el buque, para ello, dividiremos los consumidores eléctricos en:

- Servicios de propulsión
- Servicios auxiliares
- Ventilaciones
- Habilitación
- Equipos de carga

Para el cálculo del balance eléctrico se considerarán las siguientes situaciones:

- Navegación a plena carga
- Navegación en lastre
- Operación carga y descarga
- Situación de emergencia

El cálculo de las potencias de los consumidores se hace mediante factores que tendrán en cuenta las horas de uso de y el número de aparatos que permanecen trabajando:

- Factor de simultaneidad (K_n): Es la relación que hay entre el número de aparatos en servicio y el número de aparatos instalados a bordo.
- Factor de servicio y régimen (K_{sr}): Este factor hace referencia al tiempo de uso de los equipos en una jornada de trabajo. Relación entre horas de servicio y horas del día (servicio) así como relaciones de potencia total y absorbida (régimen).

4.1. NAVEGACIÓN A PLENA CARGA.

En esta situación estarán operativos todos los sistemas del buque, excepto los relacionados con situación de emergencia. El equipo de gas inerte funcionará en cualquier condición para asegurar la carga así como el forcing vaporizer que evitará una sobrepresión en la carga. El equipo de inertización se ha ubicado en servicios auxiliares. Se muestra una tabla con el balance para esta condición:

CONSUMIDORES	CARACTERÍSTICAS CONSUMIDORES				NAVEGACIÓN MODO HFO				
	Nº	POTENCIA (kW)			Nº EN SERVICIO	SIMULT. Kn	SERV. Y RÉG. Ksr	UTIL. Ku	POTENCIA NECESARIA
		ÚTIL UNIT Pu	ABSORBIDA Pa	TOTAL Pt					
SERVICIOS DE PROPULSIÓN									
MOTORES ELÉCTRICOS PRPL	2	17000	20000,0	40000,0	2	1,0	1,0	1,0	40000,0
BOMBA TRASIEGO HFO	3	25	29,4	88,2	1	0,3	0,2	0,1	6,1
BOMBA TRATAMIENTO HFO	2	3,7	4,4	8,7	1	0,5	1,0	0,5	4,4
CALEFACCION HFO	2	3,3	3,9	7,8	2	1,0	0,5	0,5	3,9
BOMBA TRASIEGO LODOS	2	5	5,9	11,8	1	0,5	1,0	0,5	5,9
BOMBA BOOSTER	2	5,7	6,7	13,4	1	0,5	1,0	0,5	6,7
BOMBA SEPARADORA ACEITE	2	3	3,5	7,1	1	0,5	1,0	0,5	3,5
BOMBA PRELUBRICANTE	2	69,1	81,3	162,6	1	0,5	1,0	0,5	81,3
BOMBA REFRIGERACIÓN	6	95,6	112,5	674,9	3	0,5	1,0	0,5	337,5
BOMBA AGUA SALADA	3	127,4	149,8	449,5	1	0,3	1,0	0,3	149,8
BOMBA PRECALENTADOR	2	5,2	6,1	12,2	1	0,5	1,0	0,5	6,1
SERVICIOS AUXILIARES									
BOMBAS DE SENTINAS	2	27,4	32,2	64,5	1	0,5	1,0	0,5	32,2
BOMBA C.I	4	110,7	130,2	520,9					
BOMBA C.I EMERGENCIA	1	161,3	189,8	189,8					
ALUMBRADO EMERGENCIA	1	349,5	411,2	411,2					
GENERADOR GAS INERTE	1	1,14	1,3	1,3	1	1,0	1,0	1,0	1,3
BOMBAS DE LASTRE	3	255,1	300,1	900,4					
CALENTADOR AGUA POTABLE	1	25	29,4	29,4	1	1,0	1,0	1,0	29,4
BOMBA AGUA POTABLE	2	2,7	3,2	6,4	1	0,5	1,0	0,5	3,2
GRÚA TALLER	1	5	5,9	5,9					
GRÚA PERTRECHO	1	4	4,7	4,7					
MOLINETES	2	312,4	367,5	735,1					
SERVO	1	200	235,3	235,3	1	1,0	1,0	1,0	235,3
VENTILACIONES									
VENTILACIÓN CÁMARA MÁQ.	1	0,5	0,6	0,6	1	1,0	1,0	1,0	0,6
EXTRACCIÓN CÁMARA MÁQ.	1	0,5	0,6	0,6	1	1,0	1,0	1,0	0,6
VENTILACIÓN HABILITACIÓN	5	10	11,8	58,8	5	1,0	1,0	1,0	58,8
EXTRACCIÓN HABILITACIÓN	5	10	11,8	58,8	5	1,0	1,0	1,0	58,8
OTRAS VENTILACIONES	1	10	11,8	11,8	1	1,0	1,0	1,0	11,8
OTRAS EXTRACCIONES	1	10	11,8	11,8	1	1,0	1,0	1,0	11,8
HABILITACIÓN									
COCINA	1	16	18,8	18,8	1	1	0,4	0,4	7,8
HORNO	1	14	16,5	16,5	1	1	0,4	0,4	6,9
AMASADORA	1	1,5	1,8	1,8	1	1	0,4	0,4	0,7
PELADORA	1	0,6	0,7	0,7	1	1	0,4	0,4	0,3
FRIGORÍFICO	1	0,7	0,8	0,8	1	1	0,4	0,4	0,3
REFRIGERADOR	1	0,9	1,1	1,1	1	1	0,4	0,4	0,4
FREIDORA	1	4	4,7	4,7	1	1	0,4	0,4	2,0
PLANCHA COCINA	1	10	11,8	11,8	1	1	0,4	0,4	4,9
LAVAVAJILLAS	1	5	5,9	5,9	1	1	0,4	0,4	2,5
TRITURADOR BASURA	1	2	2,4	2,4	1	1	0,4	0,4	1,0
CORTA FIAMBRE	1	0,5	0,6	0,6	1	1	0,4	0,4	0,2
MICROONDAS	1	1,5	1,8	1,8	1	1	0,4	0,4	0,7
MOLINILLO CAFÉ	1	0,3	0,4	0,4	1	1	0,4	0,4	0,1
LAVADORAS	4	2	2,4	9,4	1	0,25	0,3	0,1	0,6
SECADORAS	4	2,5	2,9	11,8	1	0,25	0,3	0,1	0,7
PLANCHA ROPA	2	3	3,5	7,1	1	0,5	0,1	0,1	0,4
ASCENSOR	1	4	4,7	4,7	1	1	1,0	1,0	4,7
CAMAROTES	41	1,5	1,8	72,4	41	1	0,7	0,7	48,2
ALUMBRADO	1	582,1	684,8	684,8	1	1	1,0	1,0	684,8

4.2. NAVEGACIÓN EN LASTRE.

Para esta situación se considerará que el buque navega en condiciones de entrada al astillero, es decir, lleva los tanques de gas vacíos completamente. El resto de equipos funcionan con normalidad. Se muestran los resultados:

CONSUMIDORES	CARACTERÍSTICAS CONSUMIDORES				NAVEGACIÓN MODO HFO				
	Nº	POTENCIA (kW)			Nº EN SERVICIO	SIMULT. Kn	SERV. Y RÉG Ksr	UTIL. Ku	POTENCIA NECESARIA
		ÚTIL UNIT Pu	ABSORBIDA Pa	TOTAL Pt					
SERVICIOS DE PROPULSIÓN									
MOTORES ELÉCTRICOS PRPL	2	17000	20000,0	40000,0	2	1,0	1,0	1,0	40000,0
BOMBA TRASIEGO HFO	3	25	29,4	88,2	1	0,3	0,2	0,1	6,1
BOMBA TRATAMIENTO HFO	2	3,7	4,4	8,7	1	0,5	1,0	0,5	4,4
CALEFACCION HFO	2	3,3	3,9	7,8	2	1,0	0,5	0,5	3,9
BOMBA TRASIEGO LODOS	2	5	5,9	11,8	1	0,5	1,0	0,5	5,9
BOMBA BOOSTER	2	5,7	6,7	13,4	1	0,5	1,0	0,5	6,7
BOMBA SEPARADORA ACEITE	2	3	3,5	7,1	1	0,5	1,0	0,5	3,5
BOMBA PRELUBRICANTE	2	69,1	81,3	162,6	1	0,5	1,0	0,5	81,3
BOMBA REFRIGERACIÓN	6	95,6	112,5	674,9	3	0,5	1,0	0,5	337,5
BOMBA AGUA SALADA	3	127,4	149,8	449,5	1	0,3	1,0	0,3	149,8
BOMBA PRECALENTADOR	2	5,2	6,1	12,2	1	0,5	1,0	0,5	6,1
SERVICIOS AUXILIARES									
BOMBAS DE SENTINAS	2	27,4	32,2	64,5	1	0,5	1,0	0,5	32,2
BOMBA C.I	4	110,7	130,2	520,9					
BOMBA C.I EMERGENCIA	1	161,3	189,8	189,8					
ALUMBRADO EMERGENCIA	1	349,5	411,2	411,2					
GENERADOR GAS INERTE	1	1,14	1,3	1,3	1	1,0	1,0	1,0	1,3
BOMBAS DE LASTRE	3	255,1	300,1	900,4					
CALENTADOR AGUA POTABLE	1	25	29,4	29,4	1	1,0	1,0	1,0	29,4
BOMBA AGUA POTABLE	2	2,7	3,2	6,4	1	0,5	1,0	0,5	3,2
GRÚA TALLER	1	5	5,9	5,9					
GRÚA PERTRECHO	1	4	4,7	4,7					
MOLINETES	2	312,4	367,5	735,1					
SERVO	1	200	235,3	235,3	1	1,0	1,0	1,0	235,3
VENTILACIONES									
VENTILACIÓN CÁMARA MÁQ.	1	0,5	0,6	0,6	1	1,0	1,0	1,0	0,6
EXTRACCIÓN CÁMARA MÁQ.	1	0,5	0,6	0,6	1	1,0	1,0	1,0	0,6
VENTILACIÓN HABILITACIÓN	5	10	11,8	58,8	5	1,0	1,0	1,0	58,8
EXTRACCIÓN HABILITACIÓN	5	10	11,8	58,8	5	1,0	1,0	1,0	58,8
OTRAS VENTILACIONES	1	10	11,8	11,8	1	1,0	1,0	1,0	11,8
OTRAS EXTRACCIONES	1	10	11,8	11,8	1	1,0	1,0	1,0	11,8
HABILITACIÓN									
COCINA	1	16	18,8	18,8	1	1	0,4	0,4	7,8
HORNO	1	14	16,5	16,5	1	1	0,4	0,4	6,9
AMASADORA	1	1,5	1,8	1,8	1	1	0,4	0,4	0,7
PELADORA	1	0,6	0,7	0,7	1	1	0,4	0,4	0,3
FRIGORÍFICO	1	0,7	0,8	0,8	1	1	0,4	0,4	0,3
REFRIGERADOR	1	0,9	1,1	1,1	1	1	0,4	0,4	0,4
FREIDORA	1	4	4,7	4,7	1	1	0,4	0,4	2,0
PLANCHA COCINA	1	10	11,8	11,8	1	1	0,4	0,4	4,9
LAVAVAJILLAS	1	5	5,9	5,9	1	1	0,4	0,4	2,5
TRITURADOR BASURA	1	2	2,4	2,4	1	1	0,4	0,4	1,0
CORTA FIAMBRE	1	0,5	0,6	0,6	1	1	0,4	0,4	0,2
MICROONDAS	1	1,5	1,8	1,8	1	1	0,4	0,4	0,7
MOLINILLO CAFÉ	1	0,3	0,4	0,4	1	1	0,4	0,4	0,1
LAVADORAS	4	2	2,4	9,4	1	0,25	0,3	0,1	0,6
SECADORAS	4	2,5	2,9	11,8	1	0,25	0,3	0,1	0,7
PLANCHA ROPA	2	3	3,5	7,1	1	0,5	0,1	0,1	0,4
ASCENSOR	1	4	4,7	4,7	1	1	1,0	1,0	4,7
CAMAROTES	41	1,5	1,8	72,4	41	1	0,7	0,7	48,2
ALUMBRADO	1	582,1	684,8	684,8	1	1	1,0	1,0	684,8

4.3. OPERACIÓN CARGA Y DESCARGA.

En esta condición los equipos relacionados con la propulsión estarán inactivos al estar el buque parado. Los equipos relacionados con el uso de gas como combustible no estarán activos. Todos los equipos relacionados con la carga estarán activos. Se muestra la tabla con dicho cálculo:

CONSUMIDORES	CARACTERÍSTICAS CONSUMIDORES				NAVEGACIÓN MODO HFO				
	Nº	POTENCIA (kW)			Nº EN SERVICIO	SIMULT. Kn	SERV. Y RÉG. Ksr	UTIL. Ku	POTENCIA NECESARIA
		ÚTIL UNIT Pu	ABSORBIDA Pa	TOTAL Pt					
SERVICIOS DE PROPULSIÓN									
MOTORES ELÉCTRICOS PRPL	2	17000	20000,0	40000,0					
BOMBA TRASIEGO HFO	3	25	29,4	88,2	1	0,3	0,2	0,1	6,1
BOMBA TRATAMIENTO HFO	2	3,7	4,4	8,7	1	0,5	1,0	0,5	4,4
CALEFACCION HFO	2	3,3	3,9	7,8	2	1,0	0,5	0,5	3,9
BOMBA TRASIEGO LODOS	2	5	5,9	11,8	1	0,5	1,0	0,5	5,9
BOMBA BOOSTER	2	5,7	6,7	13,4	1	0,5	1,0	0,5	6,7
BOMBA SEPARADORA ACEITE	2	3	3,5	7,1	1	0,5	1,0	0,5	3,5
BOMBA PRELUBRICANTE	2	69,1	81,3	162,6	1	0,5	1,0	0,5	81,3
BOMBA REFRIGERACIÓN	6	95,6	112,5	674,9	3	0,5	1,0	0,5	337,5
BOMBA AGUA SALADA	3	127,4	149,8	449,5	1	0,3	1,0	0,3	149,8
BOMBA PRECALENTADOR	2	5,2	6,1	12,2	1	0,5	1,0	0,5	6,1
SERVICIOS AUXILIARES									
BOMBAS DE SENTINAS	2	27,4	32,2	64,5	1	0,5	1,0	0,5	32,2
BOMBA C.I	4	110,7	130,2	520,9					
BOMBA C.I EMERGENCIA	1	161,3	189,8	189,8					
ALUMBRADO EMERGENCIA	1	349,5	411,2	411,2					
GENERADOR GAS INERTE	1	1,14	1,3	1,3	1	1,0	1,0	1,0	1,3
BOMBAS DE LASTRE	3	255,1	300,1	900,4	2	0,7	0,5	0,3	300,1
CALENTADOR AGUA POTABLE	1	25	29,4	29,4	1	1,0	1,0	1,0	29,4
BOMBA AGUA POTABLE	2	2,7	3,2	6,4	1	0,5	1,0	0,5	3,2
GRÚA TALLER	1	5	5,9	5,9					
GRÚA PERTRECHO	1	4	4,7	4,7					
MOLINETES	2	312,4	367,5	735,1					
SERVO	1	200	235,3	235,3					
VENTILACIONES									
VENTILACIÓN CÁMARA MÁQ.	1	0,5	0,6	0,6	1	1,0	1,0	1,0	0,6
EXTRACCIÓN CÁMARA MÁQ.	1	0,5	0,6	0,6	1	1,0	1,0	1,0	0,6
VENTILACIÓN HABILITACIÓN	5	15	17,6	88,2	5	1,0	1,0	1,0	88,2
EXTRACCIÓN HABILITACIÓN	5	10	11,8	58,8	5	1,0	1,0	1,0	58,8
OTRAS VENTILACIONES	1	25	29,4	29,4	1	1,0	1,0	1,0	29,4
OTRAS EXTRACCIONES	1	10	11,8	11,8	1	1,0	1,0	1,0	11,8
HABILITACIÓN									
COCINA	1	16	18,8	18,8	1	1	0,4	0,4	7,8
HORNO	1	14	16,5	16,5	1	1	0,4	0,4	6,9
AMASADORA	1	1,5	1,8	1,8	1	1	0,4	0,4	0,7
PELADORA	1	0,6	0,7	0,7	1	1	0,4	0,4	0,3
FRIGORÍFICO	1	0,7	0,8	0,8	1	1	0,4	0,4	0,3
REFRIGERADOR	1	0,9	1,1	1,1	1	1	0,4	0,4	0,4
FREIDORA	1	4	4,7	4,7	1	1	0,4	0,4	2,0
PLANCHA COCINA	1	10	11,8	11,8	1	1	0,4	0,4	4,9
LAVAVAJILLAS	1	5	5,9	5,9	1	1	0,4	0,4	2,5
TRITURADOR BASURA	1	2	2,4	2,4	1	1	0,4	0,4	1,0
CORTA FIAMBRE	1	0,5	0,6	0,6	1	1	0,4	0,4	0,2
MICROONDAS	1	1,5	1,8	1,8	1	1	0,4	0,4	0,7
MOLINILLO CAFÉ	1	0,3	0,4	0,4	1	1	0,4	0,4	0,1
LAVADORAS	4	2	2,4	9,4	1	0,25	0,3	0,1	0,6
SECADORAS	4	2,5	2,9	11,8	1	0,25	0,3	0,1	0,7
PLANCHA ROPA	2	3	3,5	7,1	1	0,5	0,1	0,1	0,4
ASCENSOR	1	4	4,7	4,7	1	1	1,0	1,0	4,7
CAMAROTES	41	1,5	1,8	72,4	41	1	0,7	0,7	48,2
ALUMBRADO	1	582,1	684,8	684,8	1	1	1,0	1,0	684,8

Esta potencia está definida dentro de los equipos auxiliares como alumbrado de emergencia.

Otros equipos que deben estar activos son los relacionados con contraincendios o los relativos a las comunicaciones. En puntos posteriores de este cuaderno se calculará la planta generadora de emergencia. Se muestra una tabla con los equipos que se han considerado:

CONSUMIDORES	CARACTERÍSTICAS CONSUMIDORES				NAVEGACIÓN MODO HFO				
	Nº	POTENCIA (kW)			Nº EN SERVICIO	SIMULT.	SERV. Y RÉG.	UTIL.	POTENCIA NECESARIA
		ÚTIL UNIT Pu	ABSORBIDA Pa	TOTAL Pt		Kn	Ksr	Ku	
SERVICIOS DE PROPULSIÓN									
MOTORES ELÉCTRICOS PRPL	2	17000	20000,0	40000,0					
BOMBA TRASIEGO HFO	3	25	29,4	88,2					
BOMBA TRATAMIENTO HFO	2	3,7	4,4	8,7					
CALEFACCION HFO	2	3,3	3,9	7,8					
BOMBA TRASIEGO LODOS	2	5	5,9	11,8					
BOMBA BOOSTER	2	5,7	6,7	13,4					
BOMBA SEPARADORA ACEITE	2	3	3,5	7,1					
BOMBA PRELUBRICANTE	2	69,1	81,3	162,6					
BOMBA REFRIGERACIÓN	6	95,6	112,5	674,9					
BOMBA AGUA SALADA	3	127,4	149,8	449,5					
BOMBA PRECALENTADOR	2	5,2	6,1	12,2					
SERVICIOS AUXILIARES									
BOMBAS DE SENTINAS	2	27,4	32,2	64,5					
BOMBA C.I	4	110,7	130,2	520,9	4	1,0	0,5	0,5	260,5
BOMBA C.I EMERGENCIA	1	161,3	189,8	189,8	1	1,0	0,5	0,5	94,9
ALUMBRADO EMERGENCIA	1	349,5	411,2	411,2	1	1,0	0,8	0,8	308,4
GENERADOR GAS INERTE	1	1,14	1,3	1,3	1	1,0	1,0	1,0	1,3
BOMBAS DE LASTRE	3	255,1	300,1	900,4					
CALENTADOR AGUA POTABLE	1	25	29,4	29,4					
BOMBA AGUA POTABLE	2	2,7	3,2	6,4					
GRÚA TALLER	1	5	5,9	5,9					
GRÚA PERTRECHO	1	4	4,7	4,7					
MOLINETES	2	312,4	367,5	735,1					
SERVO	1	200	235,3	235,3					
VENTILACIONES									
VENTILACIÓN CÁMARA MÁQ.	1	0,5	0,6	0,6	1	1,0	1,0	1,0	0,6
EXTRACCIÓN CÁMARA MÁQ.	1	0,5	0,6	0,6	1	1,0	1,0	1,0	0,6
VENTILACIÓN HABILITACIÓN	5	15	17,6	88,2					
OTRAS VENTILACIONES	1	25	29,4	29,4					
HABILITACIÓN									
COCINA	1	16	18,8	18,8					
HORNO	1	14	16,5	16,5					
AMASADORA	1	1,5	1,8	1,8					
PELADORA	1	0,6	0,7	0,7					
FRIGORÍFICO	1	0,7	0,8	0,8					
REFRIGERADOR	1	0,9	1,1	1,1					
FREIDORA	1	4	4,7	4,7					
PLANCHA COCINA	1	10	11,8	11,8					
LAVAVAJILLAS	1	5	5,9	5,9					
TRITURADOR BASURA	1	2	2,4	2,4					
CORTA FIAMBRE	1	0,5	0,6	0,6					
MICROONDAS	1	1,5	1,8	1,8					
MOLINILLO CAFÉ	1	0,3	0,4	0,4					
LAVADORAS	4	2	2,4	9,4					
SECADORAS	4	2,5	2,9	11,8					
PLANCHA ROPA	2	3	3,5	7,1					
ASCENSOR	1	4	4,7	4,7	1	1	0,02	0,02	0,1
CAMAROTES	41	1,5	1,8	72,4					
ALUMBRADO	1	582,1	684,8	684,8					

EQUIPOS DE CARGA									
BOMBA LÍQUIDO	8	287,4	338,1	2704,6					
BOMBA VAPOR	2	0,4	0,4	0,9					
BOMBA SPRAY	2	0,2	0,2	0,4					
BOMBA NITRÓGENO	2	0,1	0,1	0,1					
COMPRESOR HD	2	1020,0	1200,0	2400,0					
COMPRESOR LD	2	650,0	764,7	1529,4					
FORCING VAPORIZER	1	500,0	588,2	588,2					
LNG VAPORIZER	1	200,0	235,3	235,3					
GRÚAS CARGA/DESCARGA	2	70,0	82,4	164,7					
	Nº			POTENCIA CONSUMID	Nº EN SERVICIO				POTENCIA NECESARIA
TOTAL	144			53140,6	10,0				666,4

4.5. RESUMEN BALANCE ELÉCTRICO.

Se muestra un resumen más simple de las condiciones de carga estudiadas:

	POTENCIA TOTAL kW			
	MODO HFO	LASTRE	CARGA/DESCARGA	EMERGENCIA
SERVICIOS PROPULSIÓN	40605,2	40605,2	605,2	0,0
SERVICIOS AUXILIARES	301,5	301,5	366,3	665,1
VENTILACIÓN	130,6	142,4	177,6	1,2
HABILITACIÓN	767,5	767,5	767,5	0,1
EQUIPOS CARGA	676,5	0,0	2733,4	0,0
TOTAL (kW)	42481,2	41816,5	4650,0	666,4

5. PLANTA GENERADORA PRINCIPAL.

Según el Convenio SOLAS la capacidad de los grupos electrógenos será tal que aunque uno de ellos se pare será posible alimentar los servicios necesarios para lograr condiciones operacionales normales de propulsión y seguridad.

En el cuaderno 10 se ha definido la plante generadora del buque, en este punto se comprobará que con los motores elegidos cumplimos el mínimo que exige el buque en cada situación. Se muestra una tabla con la capacidad de la planta generadora:

	Nº	POTENCIA (kW)	85% mcr
18V50DF	3	17550	44753

La potencia generada, teniendo en cuenta que los motores irán al 85%, será superior a la demanda eléctrica calculada.

6. PLANTA GENERADORA DE EMERGENCIA.

Ya se han definido los consumidores que estarán activos en una situación de emergencia en el punto 4.4. El SOLAS establece el tiempo que estarán en funcionamiento los dispositivos en una situación de emergencia:

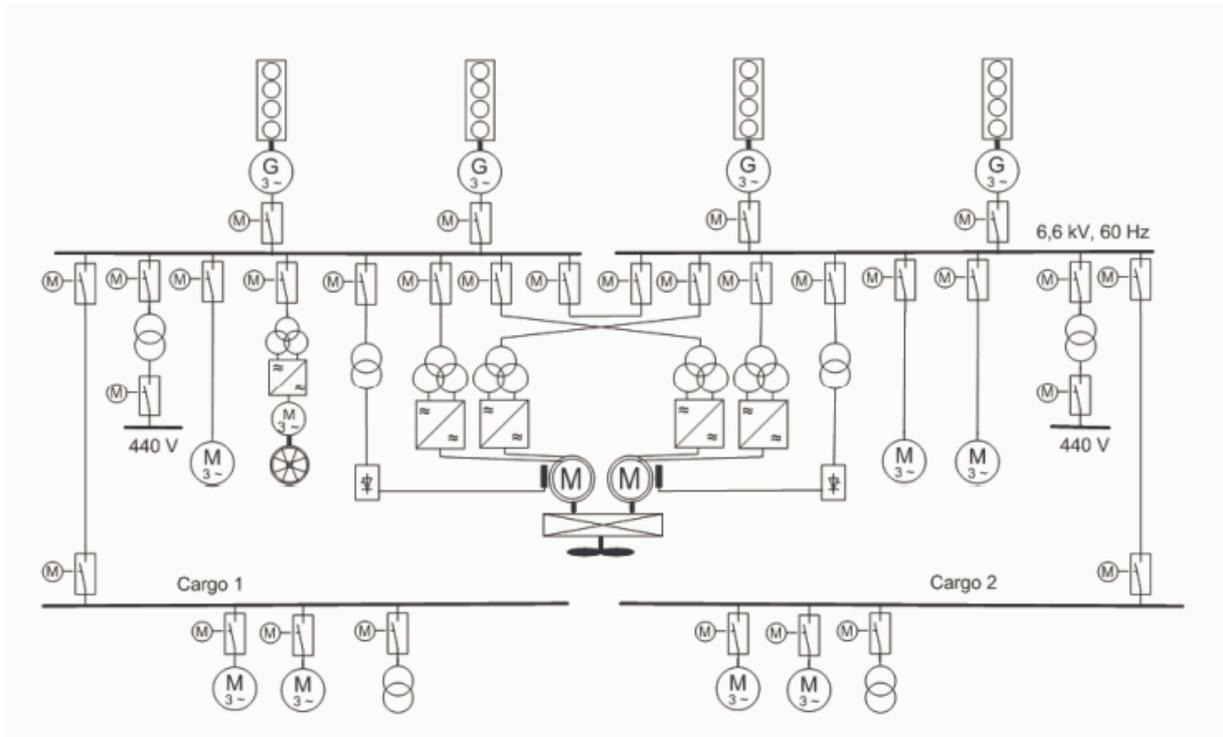
- Durante un periodo de 3 horas será capaz de abastecer el alumbrado de emergencia en todos los puestos de reunión.
- Durante un periodo de 18 horas habrá alumbrado de emergencia en todos los pasillos, escaleras y salidas de espacios de servicio y de alojamiento, así como en los ascensores destinados al personal y en los troncos de estos ascensores, en los espacios de máquinas, en todos los puestos de control, en cámaras de mando de máquinas y en cada cuadro de distribución principal y de emergencia. El puente también tendrá alumbrado de emergencia.
- Durante un periodo de 18 horas funcionará además la bomba contra incendios destinada a emergencias, así como también los equipos de navegación y comunicaciones.
- Durante un periodo de media hora toda puerta estanca así como los dispositivos de emergencia que impulsan los ascensores hasta la cubierta.

Se escogerá una planta generadora que pueda generar:

	EMERGENCIA
SERVICIOS PROPULSIÓN	0,0
SERVICIOS AUXILIARES	665,1
VENTILACIÓN	1,2
HABILITACIÓN	0,1
EQUIPOS CARGA	0,0
TOTAL (kW)	666,4

7. ESQUEMA UNIFILAR.

Se presenta un diagrama unifilar para una tensión de 440v y 60 Hz. Ya se ha mencionado que este buque llevará tensión de 380V y 50 Hz, pero el esquema a seguir será el mismo. Este esquema se ha obtenido del catálogo de MAN. Los motores principales generan 6.600V. De estas tensiones se alimentan los motores eléctricos que accionan la hélice, así como los equipos relacionados con la carga que serán consumidores de alta tensión.



Example: DE-configuration (redundant) of a LNG carrier with geared transmission, single screw and FP propeller

- CONSUMIDORES CORRIENTE TRIFÁSICA 6.600V: motores eléctricos principales, equipos relacionados con la carga.
- CONSUMIDORES CORRIENTE TRIFÁSICA 380V Y 50 Hz: sistemas de fuerza, motores, compresores, bombas, equipos de taller, grúas, equipos de cocina
- CONSUMIDORES CORRIENTE MONOFÁSICA 220 V Y 50Hz: equipos de habilitación, alumbrado, enchufes...
- CONSUMIDORES A 24 V DE CORRIENTE CONTINUA: equipos de radio y comunicación. Alimentados por baterías.

BIBLIOGRAFÍA

- PROYECTOS DE BUQUES Y ARTEFACTOS. Fernando Junco – EPS – UDC – Ferrol.
- ELECTRICIDAD APLICADA AL BUQUE. Manuel Baquerizo E.T.S.I.N
- SOLAS