



PROYECTO FIN DE GRADO

BUQUE PESQUERO ARRASTRERO CONGELADOR 1200 m³

CUADERNO 12

“EQUIPOS Y SERVICIOS”

Autor: Alejandro Mariño González.

DNI: 32717336-C

Grado en propulsión y servicios del buque.

Tutor: Marcos Míguez González

RPA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

GRADO EN INGENIERÍA DE PROPULSIÓN Y SERVICIOS DEL BUQUE

CURSO 2.015-2016

PROYECTO NÚMERO: 16-12P

TIPO DE BUQUE: BUQUE PESQUERO ARRASTRERO CONGELADOR

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

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 1200 m³ DE CAPACIDAD DE BODEGA.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 13,5 NUDOS EN CONDICIONES DE SERVICIO. 85% DE MCR Y 10% DE MARGEN DE MAR. AUTONOMÍA 60 DÍAS.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: CAPACIDAD DE CONGELACION TOTAL DE 60 T/DIA EN TÚNELES Y ARMARIOS DE CONGELACIÓN

PROPULSIÓN: UNA ÚNICA LÍNEA DE EJES ACCIONADA POR UN MOTOR DE 4 TIEMPOS Y HÉLICE CPP.

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 30 TRIPULANTES.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: HÉLICE TRANSVERSAL EN PROA. LOS HABITUALES EN ESTE TIPO DE BUQUE.

ÍNDICE.

1. SISTEMA DE LASTRE.....	Pág.4
2. SERVICIO CONTRAINCENDIOS.....	Pág.9
3. ACHIQUE DE SENTINAS.....	Pág.16
4. SALVAMENTO	Pág.19
5. SANITARIO.....	Pág.24
6. INCINERADOR DE RESIDUOS SOLIDOS.....	Pág.31
7. SEPARADOR DE SENTINAS.....	Pág.31
8. VENTILACION DE C.C.M.M Y AIRE ACONDICIONADO.....	Pág.34
9. AMARRE Y FONDEO.....	Pág.35
10. HÉLICE DE MANIOBRA.....	Pág.38
11.SISTEMA DE PESCA.....	Pág.38
12.SISTEMA DE PROCESADO DEL PESCADO.....	Pág.39
13.SISTEMA DE CONGELACIÓN Y CONSERVACIÓN.....	Pág.41
14.SISTEMA DE CARGA Y DESCARGA.....	Pág.46

1) SISTEMA DE LASTRE.

Con este servicio se podrán satisfacer las necesidades de lastrado/deslastrado del buque, por lo cual, se necesitan dimensionar las bombas para este fin. Estas bombas también se utilizarán para el servicio de achique.

Se dispone de dos tanques de lastre en el pique de proa para conseguir una operación del buque con una inmersión óptima del propulsor y del bulbo de proa. La capacidad de los tanques es de 42,04 m³.

El sistema se dimensionará con dos bombas capaces de realizar el proceso de lastrado/deslastrado del fluido en el tanque en un tiempo máximo de 30 minutos o 1 hora si se utiliza una bomba.

- ✓ Caudal mínimo necesario para el proceso

$$Q = \frac{\text{Volumen}}{\text{nº de horas}} = \frac{42,04}{2 \cdot 0,5} = 42,04 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

En principio se escogerán dos bombas de 50 m³h a la espera de determinar los sistemas de contraincendios y sentinas.

- ✓ Caudal suministrado por las 2 bombas en paralelo.

Según Bureau Veritas la velocidad del fluido se estima en 2 m/s. El caudal suministrado por las dos bombas funcionando en paralelo al 90% de su capacidad es:

$$Q = 50 \cdot 2 \cdot 0,9 = 90 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

- ✓ Área de la tubería

Sabiendo que la velocidad del fluido es de 2 m/s:

$$A = \frac{Q}{v} = \frac{90}{\frac{3600}{2}} \cdot 10^4 = 125 \text{ cm}^2$$

- ✓ Diámetro tubería.

El diámetro máximo de la tubería se establecerá en base a la siguiente fórmula:

$$D = \sqrt{4 \cdot \frac{A}{\pi}} \cdot 10 = \sqrt{4 \cdot \frac{125}{\pi}} \cdot 10 = 127 \text{ mm}$$

Se escoge un diámetro de 125 mm, ligeramente inferior para aumentar la velocidad del fluido en la tubería.

- ✓ Velocidad real del fluido en la tubería.

La velocidad del fluido en la tubería viene representada por la ecuación que se expresa a continuación.

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{90}{\pi \cdot \left(\frac{125}{2}\right)^2 \cdot 10^{-6}} = 2,05 \text{ m/s}$$

- ✓ Pérdidas de carga en la tubería.

Para calcular las pérdidas de carga en la tubería se necesita utilizar el diagrama de Moody para los tramos rectos y otros diagramas para las pérdidas en los codos, válvulas..etc. Aunque aún no se ha definido el sistema de tubería se realizara una aproximación aplicando el siguiente criterio.

- Pérdidas de cargas en tramos curvos.

-Se limitará la relación curvatura/diámetro (R/D) a valores mayores de 3 y menores de 5, para limitar las pérdidas.

Para la relación R/D=3; siendo D=75 como ya se calculara, R=285 mm.

La rugosidad relativa (teniendo en cuenta que $\xi = 0,28$ para acero galvanizado con 3 años de uso) la calcularemos con la siguiente formula:

$$K = \frac{\xi}{D} = \frac{0,28}{125} = 0,00224$$

Entrando en el gráfico correspondiente, se obtiene que la pérdida en cada codo será igual a $K= 0,30$. Se considera que el número total de codos en la tubería es de 6, y se suponen todos con el mismo valor $K=0,30$.

También hay que sumar las pérdidas en la aspiración de la bomba ($K=3$), en la conexión de la tubería al tanque ($K=1$) y en las válvulas, en total 6, con $K=6$ en cada una.

Por tanto, la suma total de pérdidas en codos, válvulas, etc es:

$$K= 6 \cdot 0,3 + 3 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 6 \cdot 6 = 41,8$$

- Pérdidas de carga en tramos rectos.

Para ello necesitamos utilizar el diagrama de Moody. Para ello necesitamos calcular el número de Reynolds de la tubería.

$$Re = D \cdot \frac{v}{\nu} = 0,095 \cdot \frac{2,12}{1,18831 \cdot 10^{-6}} = 1,6948 \cdot 10^5$$

-La viscosidad cinemática del agua de mar con una salinidad del 3,5% a 15°C, según la ITTC 1967 es de $1,18831 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.

La rugosidad relativa, calculada anteriormente, para la tubería de acero galvanizado es de 0,002947 ; entrando con este dato en el diagrama de Moody se obtiene el coeficiente de fricción λ y resulta 0,025.

La pérdida de carga total en el lastrado/deslastrado del tanque del pique de proa, suponiendo que la longitud total de la aspiración sea 70 m será de:

$$Ht = \frac{U^2}{2 \cdot g} \cdot \left(\lambda \cdot \frac{L}{D} + \sum K \right) = \frac{2,05^2}{2 \cdot 9,81} \cdot \left(0,025 \cdot \frac{70}{0,125} + 41,8 \right) = 14,74 \text{ mca}$$

○ Presión en las bombas

La presión en las bombas depende de la altura de columna de líquido respecto a la altura de la bomba, a la que se le deberán sumar las pérdidas de carga.

La altura a vencer durante el lastrado es igual a la altura entre el tanque de lastre y la bomba más un incremento de 2 mca por seguridad:

$$h=6,7+2= 8.7 \text{ mca.}$$

La altura a vencer durante el deslastrado será igual a la diferencia entre el punto más bajo del tanque y la bomba.

$$h=6,3+2=8,3 \text{ mca.}$$

por lo que la primera será más desfavorable.

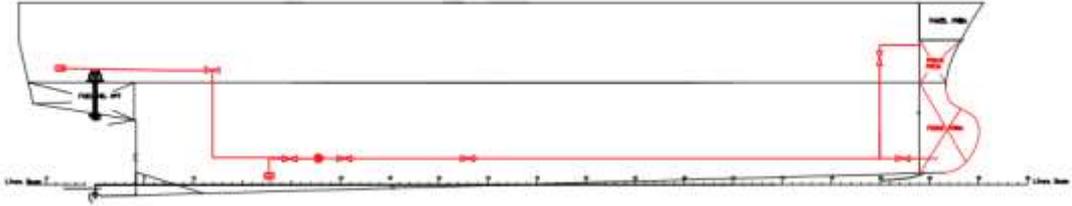
La presión necesaria será:

$$h=1,025 \cdot (8,7 + 14,74) =24 \text{ mca.}$$

Por tanto, se escogen en principio, dos bombas de 50 m³/h a 30 mca, para tener un margen de presión, además de la presión necesaria para vencer la altura y las pérdidas de carga.

Las bombas serán de la casa HASA, centrifugas, modelo MO50-160 A de 7,5 kw.

A continuación se muestra un esquema del sistema de lastre:



2) SERVICIO CONTRAINCENDIOS

Para el dimensionado del sistema contraincendios se utilizará el Convenio Internacional de Torremolinos y la sociedad de clasificación Bureau Veritas.

Se sigue lo dispuesto en el Capítulo V del Convenio Internacional de Torremolinos para la seguridad de los buques pesqueros.

Regla 35. Bombas contraincendios.

1) El número mínimo y el tipo de bombas contraincendios que deberán instalarse serán de alguno de los dos tipos siguientes:

a) Una bomba motorizada no dependiente de la máquina principal por lo que respecta a fuerza motriz.

b) Una bomba motorizada accionada por la máquina principal, a condición de que sea posible desembragar fácilmente los ejes portahélices o de que haya instalada una hélice de paso variable.

Se instalarán dos bombas en paralelo.

2) Las bombas sanitarias, las de sentina, las de lastre, las de servicios generales o cualesquiera otras podrán ser utilizadas como bombas contraincendios si satisfacen lo prescrito en el presente capítulo y su empleo no afecta a la capacidad necesaria para efectuar el achique de sentinas. Las bombas contraincendios irán conectadas de manera que no se las pueda utilizar para bombear combustible ni otros líquidos inflamables.

Se utilizarán las mismas bombas para los servicios de lastre y achique.

Para el sistema contraincendios se utilizarán otras bombas distintas, para asegurar que la presión en punta de lanza es de 7 bar tal y como estipula la sociedad de clasificación Bureau Veritas.

3) Las bombas centrífugas y otras bombas conectadas al colector contraincendios, a cuyo través pueda producirse un retroceso de flujo, estarán provistas de válvulas de retención.

En efecto, se utilizarán válvulas antirretorno para evitar el retroceso del flujo de la bomba.

- 4) *Los buques en que no haya instalada una bomba de emergencia contraincendios motorizada y que no tengan un sistema fijo de extinción de incendios en los espacios de máquinas, llevarán los medios complementarios de extinción que la Administración juzgue satisfactorios.*
- 5) *Dado que las haya instaladas, las bombas de emergencia contraincendios motorizadas serán bombas autónomas accionadas independientemente, bien sea por su propio motor que, con la fuente de suministro de combustible, vaya instalado en un lugar accesible fuera del compartimiento que contenga las bombas contraincendios principales, bien por un generador autónomo, que podrá ser un generador de emergencia de suficiente capacidad y situado en un lugar seguro fuera de la cámara de máquinas, preferentemente por encima de la cubierta de trabajo.*

La bomba contraincendios de emergencia deberá poder ser accionada por el generador de emergencia, situado sobre la cubierta superior.

- 6) En todo caso en que haya instalada una bomba de emergencia contraincendios, la bomba en sí, las válvulas de aspiración de agua de mar y las demás válvulas necesarias se podrán accionar desde fuera de los compartimientos que contengan las bombas principales contraincendios, en un lugar que no corra el riesgo de quedar aislado por un incendio en dichos compartimientos.

Se dispondrá de este sistema, para garantizar la seguridad de estos compartimentos.

7) La capacidad total (Q) de las bombas principales contra incendios, motorizadas, será al menos la representada en esta fórmula:

$$Q = \left(0,15 \cdot (L \cdot (B + D))^{\frac{1}{2}} + 2,25 \right)^2 = \left(0,15 \cdot (50,9 \cdot (14,2 + 8,6))^{\frac{1}{2}} + 2,25 \right)^2 = 54,16 \frac{m^3}{h}$$

En el reglamento de Bureau Veritas se establece como caudal mínimo el siguiente: $Q=7,67 \cdot 10^{-3} \cdot d^2$ donde d es el diámetro en mm del colector principal del servicio de sentinas (82 mm).

$$Q = 7,67 \cdot 10^{-3} \cdot 82^2 = 51,57 m^3/h$$

8) *Cuando se instalen dos bombas motorizadas de accionamiento independiente, cada una de ellas tendrá una capacidad no inferior al 40% del caudal prescrito en el párrafo 7).*

Se cumple ya que las dos bombas suministrarán el mismo caudal y este es superior al 40%.

9) Cuando las bombas principales contra incendios motorizadas estén descargando el caudal de agua prescrito en el párrafo 7) a través del colector contra incendios y de las mangueras y lanzas, la presión mantenida en toda boca contra incendios no será inferior a 0,25 N/mm² (25 mca).

- Cálculo de la presión de las bombas contra incendios.

Según la sociedad de clasificación Bureau Veritas se tienen que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- La velocidad máxima para este sistema será de 3 m/s.
- La presión mínima en punta de lanza debe ser 7 bar.

Para obtener la presión necesaria de las bombas contra incendios se tendrán que tener en cuenta la diferencia de altura entre las bombas contra incendios y la boca contra incendios más alta, además de las pérdidas de carga y la presión necesaria en punta de lanza.

$h_{\text{bomba}} = 1,45 \text{ m}$

$h_{\text{bocacubiertacastillo}} = 13,2 \text{ m.}$

$\Delta h = 13,2 - 1,45 \text{ m} = 11,75 \text{ m.c.a} = 1,175 \text{ bar}$

Pérdidas de carga estimadas en un 30 %.

$\text{Presión}_{\text{Total}} = (7 \text{ bar} + 1,175 \text{ bar}) \cdot 1,30 = 10,63 \text{ bar.}$

Se instalan dos bombas de 30 m³/h y 11 bar cumpliendo con el caudal y la presión demandada.

La bomba de respeto también tendrá un caudal de 30 m³/h y 11 bar.

Se eligen 3 bombas de la marca EBARA, modelo ENR 65-31545 de 45 kw.

Regla 37 Bocas, mangueras y lanzas contraincendios.

- 1) Las bocas contraincendios estarán situadas de modo que permitan conectar fácil y rápidamente las mangueras contraincendios y dirigir un chorro por lo menos a cualquiera de las partes del buque normalmente accesibles en el curso de la navegación.*
- 2) El chorro prescrito en el párrafo 1) será lanzado por una manguera de una sola pieza.*
- 3) Además de cumplir con lo prescrito en el párrafo 1), los espacios de categoría A para máquinas estarán provistos como mínimo de una boca contraincendios con su manguera y lanza de doble efecto. Esta boca contraincendios estará situada fuera del espacio y cerca de la entrada de éste.*
- 4) Para cada boca contraincendios prescrita habrá una manguera, Además se proveerá por lo menos una manguera de respeto.*
- 5) La longitud de las mangueras de una pieza no excederá de 20 m.*
- 6) Las mangueras serán de materiales aprobados. Cada una de ellas contará con acoplamientos y una lanza de doble efecto.*

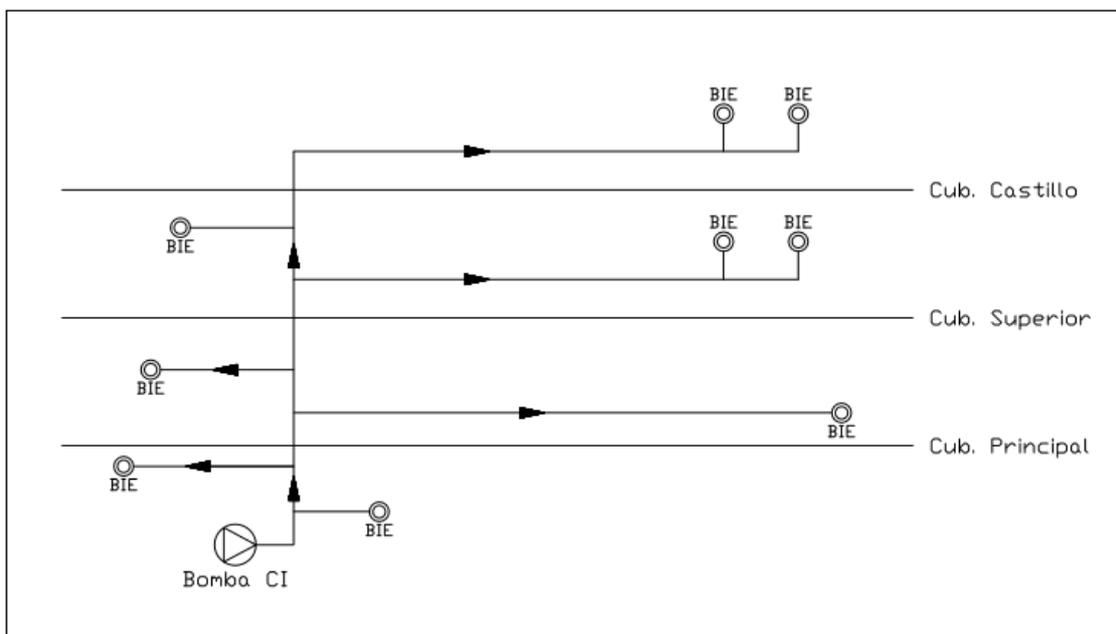
7) Salvo cuando las mangueras vayan permanentemente unidas al colector contraincendios, todos los acoplamientos y lanzas de manguera serán completamente intercambiables.

8) Las lanzas que se exigen en el párrafo 6) serán adecuadas para la capacidad de descarga de las bombas contraincendios instaladas, y en todo caso su diámetro no será de menos de 12 mm.

Se dispondrá de nueve bocas contraincendios sobre cubierta con nueve mangueras de 20 m, además de tres de respeto:

- 2 en Cámara de Máquinas
- 2 en la Cubierta Principal: una en el Parque de pesca y la otra en el pasillo que da acceso a los locales de la zona de proa
- 3 en la Cubierta Superior: una en el Local de la Maquinaria Hidráulica, y las otras dos en la zona de habilitación, situadas cada una en un pasillo
- 2 en la cubierta Castillo situadas cada una en un pasillo

A continuación se muestra un pequeño esquema de las bocas de incendio distribuidas por cada una de las cubiertas.



Esquema BIES

Regla 38. Extintores de incendios.

- 1) *Los extintores de incendios serán de un tipo aprobado. La capacidad de los extintores portátiles de carga líquida prescritos no excederá de 13,5 l ni será inferior a 9 l. Los extintores de otros tipos serán equivalentes, desde el punto de vista de maniobrabilidad, a los de carga líquida de 13,5 l, y no menos eficaces que los de 9 l. La Administración determinará las equivalencias entre los extintores.*
- 2) *Se proveerán las cargas de respeto que la Administración juzgue satisfactorias.*
- 3) *No se permitirán los extintores de incendios que a juicio de la Administración empleen un agente extintor que por sí mismo o en las condiciones de uso que quepa esperar, desprenda gases tóxicos en cantidades peligrosas para el ser humano.*
- 4) *Los extintores de incendios serán examinados periódicamente y sometidos a las pruebas que la Administración determine.*
- 5) *Normalmente, uno de los extintores portátiles destinados a ser utilizados en un espacio determinado estará situado cerca de la entrada a dicho espacio.*

Regla 39 Extintores portátiles en los puestos de control y en los espacios de alojamiento y de servicio.

- 1) *En los puestos de control y en los espacios de alojamiento y de servicio se proveerán extintores portátiles de tipo aprobado y en número suficiente para garantizar la pronta disponibilidad de un extintor, por lo menos, de tipo adecuado, que quepa utilizar en cualquier parte de esos espacios. El número total de extintores provistos en ellos no será inferior a tres.*
- 2) *Se proveerán las cargas de respeto que la Administración juzgue satisfactorias.*

Se dispondrá de cinco extintores portátiles adecuados en la zona de los alojamientos (uno por lo menos en cada cubierta), uno en la cocina, tres en la cámara de máquinas (uno de 45 litros y otros dos de 9 litros cada uno), uno en el parque de pesca, uno en el puente, uno por cada pañol que pueda contener pintura (3), uno en local del generador de emergencia, todos de polvo según lo dispuesto en el Convenio y en reglamento de Bureau Veritas. En total suman 15.

Además habrá que disponer de dos extintores de CO₂ en los espacios donde se sitúe el equipo de radio (en el puente de gobierno)

En la cámara de máquinas se instalara un sistema de extinción de incendios mediante CO₂. El sistema constará de un nº determinado de botellas de CO₂ de 45 kg cada una. El volumen específico del gas una vez liberado es igual a 0,56 m³/kg. Por tanto, para un volumen igual al 35% del volumen de la cámara de máquinas (que es aproximadamente 600 m³), se calcula el número de botellas necesario.

$$n^{\circ} = 0,35 \cdot \frac{600}{0,56 \cdot 45} = 8,3 = 9 \text{ botellas}$$

Se instalarán 9 botellas de CO₂ de 45 kg. El peso bruto de cada una es de 80 kg por lo que el peso total será 740 kg.

3) ACHIQUE DE SENTINAS

En este apartado se seguirá lo dispuesto en la parte E del reglamento de Bureau Veritas respecto a los buques de pesca, en concreto la sección 4.2 del capítulo 20.

Los buques de pesca deben estar provistos de un eficiente sistema de bombeo capaz de achicar bajo cualquier condición de trabajo cualquier compartimento estanco distinto de aquellos que están diseñados para la carga de líquidos, como agua dulce, lastre, fuel o gas-oil, para los cuales debe disponerse de un sistema de bombeo independiente, incluyendo aquellos espacios en los que la manipulación y procesado del pescado hagan que se acumule una cierta cantidad de agua. Por tanto, los espacios para los que hay que disponer de sistema de achique son:

- Cámara de máquinas.
- Cofferdams en cámara de máquinas.
- Local del servo.
- Bodega principal.
- Bodega del entrepuente.
- Parque de pesca.
- Caja de cadenas.
- Local hélice de proa.

El sistema debe contar con bombas conectadas a un colector principal de sentinas, que es donde descargarán todos los espacios, salvo las excepciones que se detallan a continuación.

- ✓ Para espacios pequeños, el reglamento permite el uso de eyectores hidráulicos o bombas de mano. Los primeros serán la solución adoptada para el local de la hélice de proa y la caja de cadenas, aprovechando el sistema contra incendios. En el caso del parque de pesca, se dispondrá de un sistema de achique con bombas independientes.
- ✓ El resto de los espacios (cámara de máquinas, cofferdams, local del servo y bodegas principal y de entrepuente), están conectados al colector principal de sentinas. Según el reglamento, los buques de pesca deben contar con al menos dos bombas de tipo autocebadas conectadas al colector principal de sentinas.

- Cálculo del caudal mínimo necesario.

Se realizara según la siguiente fórmula establecida por el reglamento:

$$Q = 0,00565 \cdot d^2 = 0,00565 \cdot 83^2 = 38,9 \frac{m^3}{h}$$

- Cálculo del diámetro del colector.

Se realizara según la siguiente fórmula establecida por el reglamento:

$$d = 25 + 1,68 \cdot \sqrt{L + (B + D)} = 25 + 1,68 \cdot \sqrt{50,9 \cdot (14,2 + 8,6)} = 82,23 \text{ mm}$$

- Cálculo del área.

Se utilizará la siguiente fórmula para el cálculo del área.

$$D = \sqrt{4 \cdot \frac{A}{\pi}}; A = 83^2 \cdot \frac{\pi}{4} = 5,41 \cdot 10^{-3} m^2$$

- Cálculo de la velocidad mínima del fluido en el colector

$$v = \frac{Q}{3600 \cdot A} = \frac{38,9}{3600 \cdot 5,41 \cdot 10^{-3}} = 2,35 \frac{m}{s}$$

Por tanto, se puede afirmar que dos bombas de 50 m³/h de caudal y presión de 30 m.c.a funcionando en paralelo, es más que suficiente para atender los servicios de achique y lastre

Las características de los achiques en cada uno de los espacios que desaguan en el colector principal de sentinas son:

1. Cámara de máquinas: Se dispondrán 4 pozos de sentinas (uno a cada costado a proa y popa), en dos ramales, uno a proa y otro a popa,

conectados independientemente al colector general de sentinas. El diámetro de los ramales se calculan con la siguiente fórmula:

$$d1 = 25 + 2,16 \cdot \sqrt{L1 \cdot (B + D)}$$

donde:

L_1 es la eslora del espacio considerado, en este caso 16 m.

B es la manga de trazado, igual a 14,2 m.

D es el puntal a la cubierta superior, igual a 8,6 m.

$$d1 = 25 + 2,16 \cdot \sqrt{16 \cdot (14,2 + 8,6)} = 72 \text{ mm} = 75 \text{ mm}$$

2. Cofferdams en cámara de máquinas: Se dispone de una aspiración por cada uno de ellos (en total dos a cada costado), que desaguan en el colector general de sentinas, de diámetro igual a 60 mm. (mínimo exigido).
3. Local del servo: Se dispone un pozo en cada costado, con un imbornal cada uno que permite el paso del fluido a la sentina de la cámara de máquinas, con una válvula antirretorno que impide el paso en el sentido contrario. Dichas válvulas estarán situadas en lugares accesibles y visibles.
4. Bodega principal: Se dispondrá de dos pozos de sentinas a popa de la bodega, uno a cada costado, conectados al colector general de sentinas. El diámetro de los mismos será igual a:

$$d1 = 25 + 2,16 \cdot \sqrt{L1 \cdot (B + D)} = 25 + 2,16 \cdot \sqrt{21,0 \cdot (14,2 + 8,6)} = 75 \text{ mm}$$

5. Bodega entrepuente: Se dispondrá de dos pozos de sentinas a popa de la bodega, uno a cada costado, conectados al colector general de sentinas. El diámetro de los mismos será igual a:

$$d1 = 25 + 2,16 \cdot \sqrt{L1 \cdot (B + D)} = 25 + 2,16 \cdot \sqrt{15,6 \cdot (14,2 + 8,6)} = 65 \text{ mm}$$

6. Parque de pesca: Cuenta con un evacuador de desperdicios propio, que servirá para achicar el agua acumulada en caso necesario.

4) SALVAMENTO.

Se sigue lo dispuesto en el Capítulo VII del Convenio Internacional de Torremolinos para la seguridad de los buques pesqueros.

Regla 1. Ámbito de aplicación.

- 1) *Salvo disposición expresa en otro sentido, el presente capítulo se aplicará a los buques nuevos de eslora igual o superior a 45 m.*

Regla 5. Cantidades y tipos de embarcaciones de supervivencia y botes de rescate.

- 1) *Todo buque llevará como mínimo dos embarcaciones de supervivencia.*

- 3) *Los buques de eslora inferior a 75 m se ajustarán a lo siguiente:*

- a) *se proveerán embarcaciones de supervivencia cuya capacidad conjunta baste para dar cabida a cada banda del buque al número total de personas, como mínimo, que haya a bordo; y*

- b) *se proveerá un bote de rescate, a menos que el buque lleve una embarcación de supervivencia adecuada que pueda recuperarse tras la operación de salvamento.*

Se dispondrá en cada banda de una balsa de supervivencia lanzable autoadrizable con una capacidad de 30 personas por unidad, de marca Duarry.

Además se dispondrá de un bote de rescate con capacidad para 6 personas, de marca Duarry modelo SR5.

Regla 6. Disponibilidad y estiba de las embarcaciones de supervivencia y de los botes de rescate.

- 1) *Las embarcaciones de supervivencia deberán:*

- a) *i) estar inmediatamente disponibles en caso de emergencia; ii) poder ser puestas a flote con seguridad y rapidez en las condiciones estipuladas en la regla 32 1) a); y*

iii) poder ser recuperadas rápidamente, si además se ajustan a las prescripciones aplicables a los botes de rescate;

b) ir estibadas de modo que:

i) no impidan la concentración de personas en la cubierta de embarco;

ii) no se vea impedido su manejo inmediato;

iii) se pueda efectuar el embarco rápida y ordenadamente; y

iv) no se dificulte la utilización de ninguna otra de las embarcaciones de supervivencia.

2) Cuando la distancia entre la cubierta de embarco y la flotación en la condición de servicio con calado mínimo exceda de 4,5 m, las embarcaciones de supervivencia, exceptuadas las balsas salvavidas de zafa automática, se podrán poner a flote con pescante llevando a bordo la asignación completa de personas o irán provistas de medios de embarco equivalentes y aprobados.

En este caso, la altura supera ese número, por lo que el bote de rescate deberá ponerse a flote mediante pescantes.

Regla 8. Chalecos salvavidas.

1) Para cada una de las personas que se encuentren a bordo se llevará un chaleco salvavidas de tipo aprobado que cumpla con las prescripciones de la regla 24.

Por tanto, se dispondrá de 30 chalecos salvavidas, uno para cada miembro de la tripulación, y cinco de reserva, en total 35.

3) Los chalecos salvavidas irán emplazados de modo que sea fácil llegar a ellos y el emplazamiento estará claramente indicado.

Los chalecos se colocarán en cada camarote, mientras que los otros cinco se destinarán a personal de guardia.

Regla 9. Trajes de inmersión y ayudas térmicas.

- 1) *A cada una de las personas asignadas para tripular el bote de rescate se le suministrará un traje de inmersión aprobado de tamaño apropiado que cumpla con lo prescrito en la regla 25.*

Se dispondrá de cuatro trajes de inmersión.

- 2) *Además de lo prescrito en el párrafo 2) a), los buques llevarán por cada bote salvavidas tres trajes de inmersión como mínimo que cumplan con lo prescrito en la regla 25. Además de las ayudas térmicas prescritas en la regla 17 8) xxxi), los buques llevarán ayudas térmicas que cumplan con lo prescrito en la regla 26 para las personas que dispongan de un sitio en los botes salvavidas y que no estén provistas de trajes de inmersión. Estos trajes de inmersión y ayudas térmicas no serán necesarios si el buque está equipado con botes salvavidas totalmente cerrados cuya capacidad conjunta en cada banda baste para dar cabida como mínimo al número total de personas a bordo, o con un bote salvavidas de caída libre de capacidad suficiente para dar cabida al número total de personas a bordo.*

En este caso el buque está dotado de balsas de supervivencia totalmente cerradas con capacidad suficiente, por lo que no son necesarios los trajes de inmersión y ayudas térmicas adicionales.

Regla 10. Aros salvavidas.

- 1) *Se proveerá como mínimo el número siguiente de aros salvavidas que cumplan con lo prescrito en la regla 27 1):*

- b) seis aros salvavidas en los buques de eslora inferior a 75 m.*

Se dispondrá de seis aros salvavidas a bordo

- 2) *Por lo menos la mitad de los aros salvavidas a que se hace referencia en el párrafo 1) irán provistos de luces de encendido automático que cumplan con lo prescrito en la regla 27 2).*

Cuatro de los seis aros irán provistos de luces de encendido automático.

- 3) *Al menos dos de los aros salvavidas provistos de luces de encendido automático conforme al párrafo 2) llevarán señales fumígenas de funcionamiento automático que cumplan con lo prescrito en la regla 27 3) y, si es practicable, que puedan soltarse rápidamente desde el puente de navegación.*

Los cuatro aros que poseen luces también tendrán señales fumígenas.

- 4) *A cada banda del buque habrá como mínimo un aro salvavidas provisto de una rabiza flotante que cumpla con lo prescrito en la regla 27 4), de una longitud igual por lo menos al doble de la altura a la que vaya estibado por encima de la flotación correspondiente a la condición de navegación marítima con calado mínimo, o a 30 m, si este valor es superior. Tales aros salvavidas no llevarán luces de encendido automático.*

Los dos aros que no van provistos de luces ni de señales fumígenas se destinan a este fin, uno a cada banda. La longitud de la rabiza será de 30 metros.

- 5) *Todos los aros salvavidas estarán emplazados de modo que las personas a bordo puedan alcanzarlos fácilmente, se les podrá lanzar siempre con rapidez y no irán permanentemente sujetos.*

Se dispondrán a tal efecto

Regla 11. Aparatos lanzacabos.

Todo buque llevará un aparato lanzacabos de tipo aprobado que cumpla con lo prescrito en la regla 28.

Se montará a bordo un aparato lanzacabos.

Regla 12. Señales de socorro.

- 1) Todo buque irá provisto, de manera satisfactoria a juicio de la Administración, de medios para hacer señales de socorro eficaces tanto de día como de noche, incluidos como mínimo 12 cohetes lanzabengalas con paracaídas que cumplan con lo prescrito en la regla 29.*

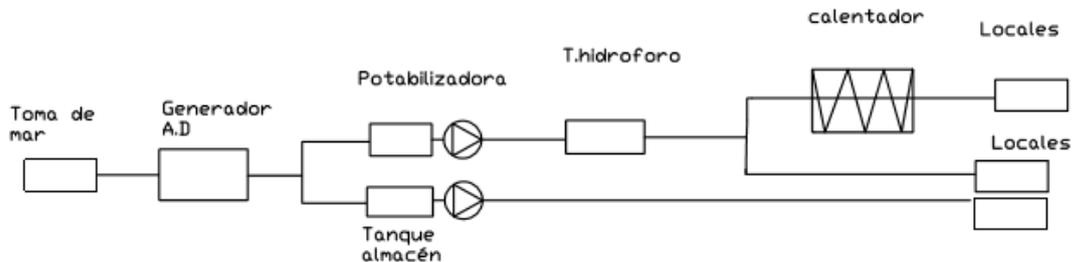
Se dispondrán a bordo 12 cohetes lanzabengalas con paracaídas.

- 2) Las señales de socorro serán de un tipo aprobado. Irán emplazadas de modo que sean fácilmente accesibles, y su posición quedará claramente indicada.*

5) SANITARIO.

5.1 Generación de agua potable.

El esquema de funcionamiento será el siguiente:



Los elementos que forman el sistema son:

- Toma de mar
- Generador A.D
- Potabilizadora: Tratamiento agua potable
- Tanque almacén (tanque de agua dulce doble fondo).
- Tanque hidróforo: Donde se almacena agua potable.
- Calentador
- Bombas agua potable
- Bombas agua no potable

El servicio de agua potable se ha hecho acorde al cumplimiento con la norma UNE-EN ISO 15748-2.

Se ha considerado un consumo de agua dulce potable equivalente a 150 litros por persona y por día.

Se establecerán en la siguiente tabla los consumos de agua caliente y fría en cada uno de los locales de las diferentes cubiertas.

$$Q = 175 \text{ l} \cdot 30 \text{ personas} = 5250 \frac{\text{l}}{\text{día}}$$

$$Q_{\text{fría}} = (100 + 8 + 2) \cdot 30 = 3300 \frac{\text{l}}{\text{día}}$$

$$Q_{caliente} = (50 + 12 + 3) \cdot 30 = 1950 \frac{l}{dia}$$

Por tanto, el tamaño del generador de agua dulce, para una tripulación de 30 personas será de 5250 litros/día.

Se aplica un 10% de seguridad por lo tanto serán 5731 litros/día

El generador escogido es un FONTEMAR TCS 3, con una capacidad de 6.000 litros al día. El equipo trabaja bajo el principio de destilación en vacío. El agua salada es suministrada mediante una bomba independiente, de 0,75 kW de potencia.

MODELO	PRODUCCIÓN 24 HORAS	ALTURA	LONGITUD	ANCHURA	CONSUMO KW / H	PESO NETO
60-80	1.600L	700	605	340	1.85	145 Kgs
TCS 1	2.000L	1.240	815	345	1.85	170 Kgs
TCS 1,5	3.000L	1.345	830	380	2.25	223 Kgs
TCS 2	4.000L	1.320	1.170	490	2.25	260 Kgs
120-160	4.000L	700	1.185	370	1.85	170 Kgs
TCS 2,5	5.000L	1.320	1.370	490	3.75	338 Kgs
TCS 3	6.000L	1.410	1.230	660	6.25	390 Kgs
TCS 4	8.000L	1.610	1.320	775	6.25	560 Kgs
TCS 5	10.000L	1.580	1.515	810	6.60	750 Kgs
TCS 6	12.000L	1.605	1.680	800	8.60	860 Kgs
TCS 8	16.000L	1.930	1.570	910	10.00	1.110 Kgs
TCS 10	20.000L	2.060	1.565	910	10.00	1.375 Kgs
TCS 12	24.000L	1.800	1.730	910	12.00	1.685 Kgs
TCS 15	30.000L	1.800	2.070	910	19.00	1.800 Kgs

Tabla 1. Modelos generadores agua dulce FONTEMAR.

De los tanques de almacenamiento de agua dulce en la cámara de máquinas se debe aspirar el agua que alimentará el tanque hidróforo, con capacidad de 500 litros. Esto se hará mediante dos bombas con una capacidad de 1,5 m³/hora cada una (potencia de 0,30 kW). Del tanque hidróforo saldrán dos ramales, uno de agua dulce no potable para los inodoros y grifos de baldeo y otro que alimentará el circuito de agua potable.

El agua producida por el generador no es potable, por lo que se instala un esterilizador por rayos ultravioletas y un mineralizador con capacidad suficiente, que abastecerán lavabos, fuentes, cocinas, etc. El suministro de agua caliente se efectúa mediante un circuito independiente mediante un

tanque de agua caliente, recirculando el agua mediante una bomba, para que no se enfríe en las líneas.

Para seleccionar los calentadores se tomará como demanda punta el 60% del agua caliente en 2 horas.

$$1950 \text{ l/día} \cdot 0,60 = 1170 \text{ l/día.}$$

- Se seleccionan 2 calentadores de 700 l y 40 kw según la tabla A.6 de la norma.

- CÁLCULO BOMBA AGUA POTABLE.

Para obtener el caudal y la presión necesarias para abastecer de agua potable las diferentes cubiertas se utilizará la norma UNE 15748.

Se utilizará la tabla A.12 de la norma para obtener el caudal necesario de agua caliente y agua fría en cada una de las cubiertas.

Los locales a abastecer de agua potable en cada cubierta son los siguientes:

- ✓ Cubierta puente: Aseo.
- ✓ Cubierta castillo: Aseos (oficiales, jefe de máquinas, capitán), aseo común y hospital.
- ✓ Cubierta superior: Aseos marinería, aseos comunes, parque de pesca y aseos parque de pesca (locales de emergencia).

El aseo de la cubierta castillo dispone de los siguientes elementos:

- 1 Bañera
- 1 Retrete
- 1 Lavabo

Cada aseo individual para cada oficial , en la cubierta superior, dispondrá de siguientes elementos:

- 1 Bañera
- 1 Retrete
- 1 Lavabo

El aseo común de la cubierta superior dispondrá de los siguientes elementos:

- 1 Bañera
- 1 Retrete
- 1 Lavabo

Los aseos comunes de la cubierta principal dispondrán de los siguientes elementos:

- 5 lavabos
- 5 retretes
- 4 platos de duchas
- 1 bañera

Los aseos de los locales de emergencia (2), tendrán cada uno los siguientes elementos.

- 1 Bañera
- 1 Retrete
- 1 Lavabo

Se ha seleccionado un caudal (l/s) para cada local a abastecer según la tabla A.12 de la norma. Se tiene en cuenta el caudal (l/s) de cada elemento y se suman todos los caudales de los elementos que conforman cada local.

Después se suman los caudales de los diferentes locales en cada cubierta para obtener un caudal punta para cada cubierta.

	Local	Q.agua fria(l/s)	Q.agua caliente(l/s)	V.total(l/s)
Cubierta puente	Aseo	0,37	0,07	0,44
Cubierta castillo	Aseo oficial	0,52	0,22	0,74
	Aseo oficial	0,52	0,22	0,74
	Aseo oficial	0,52	0,22	0,74
	Aseo oficial	0,52	0,22	0,74
	Aseo oficial	0,52	0,22	0,74
	Aseo capital	0,52	0,22	0,74
	Aseo jefe maquinas	0,52	0,22	0,74
	Aseo hospital	0,52	0,22	0,74

Cubierta superior	Aseos comunes	2,23	0,97	3,20
	Aseos parque pesca	0,52	0,22	0,74
	Cocina	0,15	0,22	0,37
Cubierta principal	Parque de pesca	0,14	0	0,14
	Local lavandería	0,25	0	0,25

Seguidamente, se utiliza la gráfica A3 de la norma para obtener un caudal punta en l/s de cada una de las cubiertas.

La longitud de la tubería se supondrá que es equivalente a la altura entre la bomba y cada cubierta.

La velocidad de flujo dentro de la tubería se establecerá como 2 m/s.

A continuación se muestran las pérdidas de carga en cada cubierta, que han sido obtenidas gracias a la tabla A.11 de la norma.

	Local	Caudal punta (l/s)	longitud tubería(m)	Perdidas de carga(mbar/m)	Perdidas de carga (bar)
Cubierta puente	Aseo	0,4	12,9	65	0,84
Cubierta castillo	Aseo oficial	0,45	9.6	70	0,672
	Aseo oficial	0,45	9.6		
	Aseo oficial	0,45	9.6		
	Aseo oficial	0,45	9.6		
	Aseo oficial	0,45	9.6		
	Aseo capital	0,45	9.6		
	Aseo jefe maquinas	0,45	9.6		
	Aseo hospital	0,45	9.6		
Cubierta superior	Aseos comunes	0,23	7,3	52	0,38
	Aseos parque pesca	0,23	7,3		
	Cocina	0,23	7,3		

El caudal de la bomba de agua potable se obtendrá de sumar los caudales suministrados por la tabla A.12.

Q= 10.32 l/s.

Ahora se entra en Fig. A3 de la norma y se obtiene un caudal punta total en l/s.

$$Q = 1,2 \text{ l/s} = 4,32 \text{ m}^3/\text{h}.$$

La presión de la bomba vendrá dada por la suma de las pérdidas de carga, la diferencia de altura y la presión mínima de funcionamiento.

La presión mínima de funcionamiento para los elementos escogidos en cada local es de 1 bar según la gráfica A.12 de la norma.

La situación más demandante es la de la cubierta castillo, pues la suma de pérdidas de carga y la diferencia de altura son mayores.

$$P = 1,29 + 0,84 + 1 = 3,13 \text{ bar}$$

Se escogen, para el suministro de agua potable dos bombas de 4,5 m³/h y 3,5 bar de la marca HASA, modelo NIZA 10.3 M de 0,75 Kw.

- CÁLCULO DE BOMBA DE AGUA NO POTABLE.

El procedimiento a realizar será el mismo que para el agua potable, aunque esta vez teniendo en cuenta, únicamente los locales a abastecer de agua no potable. Estos locales serán el parque de pesca y el local de lavandería situados en la cubierta principal.

El Parque de pesca no aparece como consumidor de la Tabla A.12, pero dado que el agua destinada a este local será utilizada para baldear y lavar la cubierta del parque tras la manipulación de la pesca, se han supuesto las mismas condiciones de presión mínima y caudal que las del consumidor Tanques para el baldeo de retretes.

Se supone que trabajarán 4 lavadoras en el local de lavandería.

Los caudales en l/s de cada local se establecen a continuación.

Cubierta principal	Parque de pesca	0,14
	Local lavandería	0,25

La presión mínima de funcionamiento será 1 bar para cada uno de los elementos que conforman estos dos locales.

A continuación se establecen los caudales punta por locales para obtener las pérdidas de carga.

	Local	Caudal punta (l/s)	longitud tubería(m)	Perdidas de carga(mbar/m)	Perdidas de carga (bar)
Cubierta principal	Parque de pesca	0,13	5	95	0,475
	Local lavandería	0,25	5		

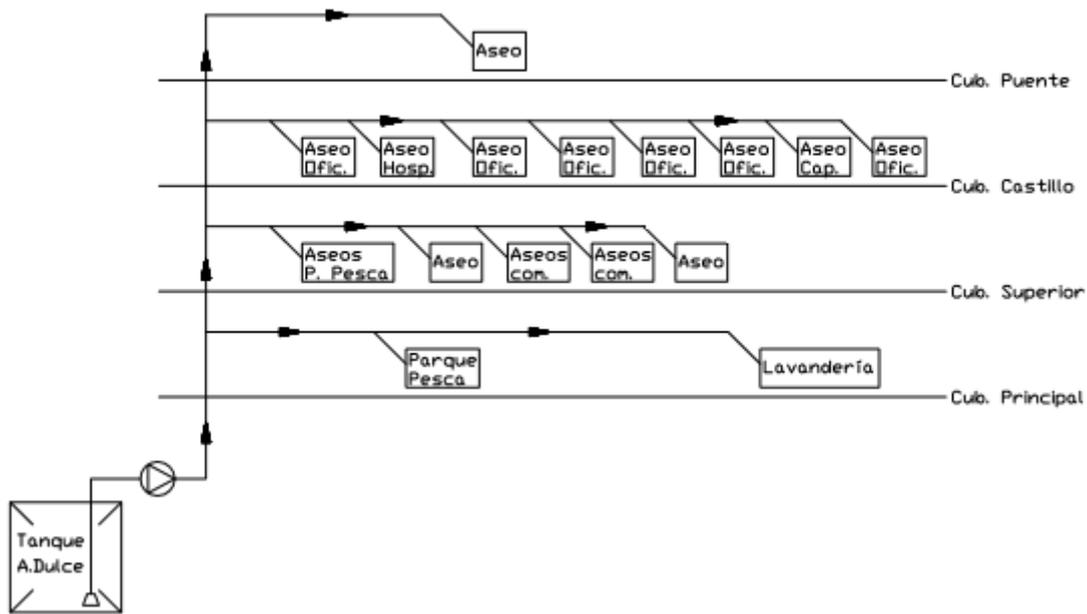
El caudal punta será de 0,37 l/s es decir, 1,26 m³/h.

La presión de la bomba de agua no potable será la suma de las pérdidas de carga, la diferencia de altura y la presión mínima de funcionamiento:

$$P = 0,475 + 0,5 + 1 = 1,975 \text{ bar}$$

Se elige una bomba de 1,5 m³/h y 2 bar, de la marca Hasa, modelo 3HM04S T de 0,3 Kw.

Finalmente se muestra un pequeño esquema de los locales a abastecer.



5.2 Planta de tratamiento de aguas.

Como su nombre indica, son los equipos cuyo objetivo es el tratamiento de las aguas negras (procedentes de los inodoros), y de aguas grises (procedentes de lavabos, duchas, etc.), previniéndose la contaminación del puerto, aguas litorales, etc.

La descarga de aguas sucias se rige por lo dispuesto en el Anexo IV, Regla 8 del MARPOL, que sólo permite la descarga de aguas sucias al mar siempre que se haga a una distancia superior a 4 millas de la tierra más próxima si han sido anteriormente desmenuzadas y desinfectadas mediante una planta de tratamiento de aguas, mientras que si no se usa la planta dicha distancia será de 12 millas.

Las plantas de tratamiento usan normalmente el principio aeróbico de digestión de aguas negras con tratamiento del efluente al añadir las aguas grises en el proceso de cloración. Las aguas negras se reciben mediante el sistema de inodoro por vacío. Se dispone un tanque para la recogida de aguas negras y otro para las grises.

La planta escogida se dimensiona en función de los estándares recogidos en los catálogos de la firma DETEGASA, que son de 60 litros de aguas negras por persona y día. Se escoge el modelo DELTA PR-260, de proceso

biológico, con una capacidad de proceso de 2.600 litros de aguas negras por día, suficiente según el catálogo para una tripulación de 33 personas.

La planta está diseñada para que el efluente resultante sea mejor que lo requerido por la OMI para descargas de agua tratada, con un valor de sólidos suspendidos menor de 50 miligramos por litro, un nivel BOD también menor a 50 miligramos por litro, y un nivel de bacterias coliformes menor a 200 cada 100 mililitros.

La potencia eléctrica total consumida por la planta es de 2,58 kW. a 380 V 50 Hz. El consumo de aire será de 5,1 m³/hora a 0,25 kg/cm², mientras que el de cloro será de 1,3 litros por día. La bomba de descarga suministrará entre 10 y 30 m³/hora con una presión entre 15 y 8 mca.

6) INCINERADOR DE RESIDUOS SÓLIDOS.

El buque dispone de un incinerador marino para residuos sólidos para cumplir con la normativa del Anexo V del Marpol 73/78 que limita la cantidad de residuos sólidos que pueden arrojarse al mar, así como prohíbe la totalidad de las descargas de residuos aceitosos. Será de marca DETEGASA modelo DELTA-IR-30, de 300.000 kcal/h de capacidad.

7) SEPARADOR DE SENTINAS

De acuerdo con la reglamentación aplicable (MARPOL Anexo I, Capítulo 2, Regla 9), no se puede verter directamente al mar aguas mezcladas con residuos de hidrocarburos a no ser que dichas aguas cumplan con lo siguiente:

- Que el buque no se encuentre en una zona especial.
- Que el buque no esté en ruta.
- Que el contenido de hidrocarburos del efluente sin dilución sea inferior a 15 partes por millón.
- Que el buque tenga en funcionamiento un equipo filtrador, tal como se indica en la regla 16 del Anexo1
- En dicha regla se dice que el buque debe disponer de un tanque de retención con volumen suficiente para retener a bordo la totalidad de las aguas oleosas de sentina, las cuales deben de ser descargadas posteriormente en instalaciones de recepción adecuadas. En este

sentido se dispone un tanque de recepción de aguas aceitosas, situado en el doble fondo de la cámara de máquinas, con una capacidad de 21 m³, simétrico del tanque de lodos, con la misma capacidad.

Por tanto se dispone de un separador de sentinas a bordo con una capacidad de tratamiento de 2.000 litros por hora. El propósito de dicho separador es obtener a partir de las aguas mezcladas con hidrocarburos de las sentinas un efluente con una concentración de residuos menor que la cantidad estipulada (15 PPM). Dicho efluente se bombeará al exterior. Los residuos se envían al tanque de lodos, donde se almacenarán hasta su recogida en un punto adecuado. El separador escogido es de la marca DETEGASA, modelo "DELTA" TYPE OWS-2 TON/H.

8). VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO.

8.1 Ventilación de cámara de máquinas.

La ventilación de cámara de máquinas se realizará de acuerdo a la norma UNE-EN-ISO 8861.

El flujo de aire necesario para la ventilación en cámara de máquinas viene dado por el valor mayor de las siguientes expresiones:

$$Q = q_c + q_h$$

$$Q = 1,5 \cdot q_c$$

Donde:

- Q: Flujo de aire necesario para la ventilación.
- q_c: Flujo de aire necesario para la combustión.
- q_h: Flujo de aire necesario para la evacuación del calor.

Además q_c viene dado por la siguiente expresión:

$$Q_c = q_{dp} + q_{dg}$$

Donde:

- q_{dp} : Flujo de aire para la combustión del motor principal (m³/s)
- q_{dg} : Flujo de aire para la combustión de los motores auxiliares (m³/s).

$$q_{dp} = \frac{P_{dp} \cdot m_{ad}}{\rho}$$

Donde:

- P_{dp} : Potencia del motor propulsor, 3060 kW.
- M_{ad} : Aire necesario para la combustión del motor principal. (0,002 kg/Kw·seg para motores de 4T.
- ρ : 1,13 kg/m³

$$q_{dp} = \frac{P_{dp} \cdot m_{ad}}{\rho} = \frac{3060 \cdot 0,002}{1,13} = 5,41 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$q_{dg} = \frac{P_{dg} \cdot m_{ad}}{\rho} = \frac{620 \cdot 0,002}{1,13} = 1,09 \text{ m}^3/\text{s}$$

Donde:

- P_{dg} : Potencia de los motores auxiliares. (2 motores de 310 Kw).
- m_{ad} : Aire necesario para la combustión de los motores principales, 0,002 kg/kW·seg para motores de 4T.
- ρ : 1,13 kg/m³

$$Q_c = q_{dp} + q_{dg} = 5,41 + 1,09 = 6,5 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Ahora falta obtener q_h .

$$q_h = \frac{\phi_{dp} + \phi_{dg} + \phi_g + \phi_{el} + \phi_{ep} + \phi_0}{\rho \cdot c \cdot \Delta T} - 0,4 \cdot (q_{dp} + q_{dg})$$

- ϕ_{dp} : Emisión de calor del motor principal, 109 kW (Fuente: tabla 7.1 Norma).
- ϕ_{dg} : Emisión de calor de los motores auxiliares 43 kW (Fuente: tabla 7.1 Norma)
- ϕ_g : Emisión de calor del generador eléctrico.(emisión de calor de los 2 alternadores 320 kw cada uno).

$$\phi_g = P_g \cdot \left(1 - \frac{\eta}{100}\right) = 640 \cdot \left(1 - \frac{0,94}{100}\right) = 633,9 \text{ kW}.$$

- ϕ_{el} : 20% de la máxima potencia eléctrica.(660· 0,2 =132 Kw.).
- Φ_{ep} : Emisión de calor de los conductos de exhaustación. (25 kw)
- Φ_0 : Emisión de calor de otros componentes. Se toma el 50% de ϕ_{dp} , 54,5 kW.
- P: 1,13 kg/m³ .
- c: 1,01 kJ/kg·K.
- ΔT : 12,5 K.

$$q_h = \frac{109 + 43 + 633,9 + 132 + 25 + 54,5}{1,13 \cdot 1,01 \cdot 12,5} - 0,4 \cdot (5,41 + 1,09) = 66,75 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Ahora seleccionamos el mayor valor del flujo de aire para diseñar la ventilación.

$$Q = q_c + q_h = 6,5 + 66,75 = 73,25 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q = 1,5 \cdot q_c = 1,5 \cdot 6,5 = 9,75 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Se escoge el valor 73,25 m³/s.

A partir de este flujo necesario para la ventilación, considerando una presión de aire impulsado de 294 Pa, y un rendimiento de los ventiladores de 0.40, se obtiene la potencia eléctrica necesaria:

$$Pot = Q \cdot \frac{P}{\eta} = 73,25 \cdot \frac{294}{0,4} = 53,84 \text{ kW.}$$

Se instalan dos ventiladores de 30 kW y uno de respeto de igual potencia.

8.2 Aire acondicionado

El equipo de aire acondicionado estará formado por dos compresores alternativos con una capacidad unitaria de 27.382 Kcal/hora accionados cada uno de ellos por un motor eléctrico de 15 CV (11,02 kW), además de una bomba de agua que suministrará un caudal de 9 m³/h a una presión de 15 mca, un depósito de líquido de 60 litros y una unidad climatizadora. La potencia de la bomba será de 0,61 kW y la del motor eléctrico de 0,75 kW. Estos datos se han obtenido del arrastrero congelador Costa do Cabo, construido por Astilleros Cíes.

9) FONDEO, AMARRE Y REMOLQUE.

El cálculo de estos elementos se realiza mediante lo dispuesto en la Parte B, Capítulo 10, Sección 4 del reglamento de Bureau Veritas en su edición del 2000.

La elección de los elementos necesarios se realiza mediante el cálculo del numeral de equipo del buque (EN). En el caso de los elementos de amarre y remolque en el reglamento se dispone que sólo se dan como orientación unos valores para su dimensionado (también en función del numeral de equipo), aunque no están requeridos como condición de clasificación. (Punto 1.1.4).

Por tanto, el primer paso consiste en el cálculo del numeral de equipo del buque, que se calcula con la siguiente fórmula:

$$EN = \Delta^{2/3} + 2 \cdot h \cdot B + 0,1 \cdot A = 520$$

donde:

- Δ es el desplazamiento de trazado, en toneladas, en la flotación de verano. (2500 t)
- B es la manga máxima de trazado igual a 14,2 metros.
- A es el área en m², medida sobre el plano de crujía dentro de la eslora reglamentaria del buque, de aquellas partes del casco, superestructuras y casetas por encima de la flotación de verano que tengan una manga mayor de B/4. (A=410 m²)
- h es la altura efectiva medida desde la flotación de verano hasta el techo de la caseta o superestructura más alta con manga mayor de B/4, obtenida mediante la siguiente fórmula: $h = a + \sum h_n = 10,8$ m.
- a es la altura del francobordo en la maestra respecto a la cubierta más alta, en este caso la superior, con una altura sobre la línea base de 8,6 m. Por tanto $a = 8,6 - 5,9 = 2,70$ m.
- h_n es la altura en crujía sobre la cubierta superior de la más alta de las superestructuras y casetas que tengan una manga mayor de B/4.

Con este valor del numeral de equipo se entra en las tablas 1 y 3 del reglamento, y se obtienen las dimensiones de los elementos necesarios.

- Los elementos requeridos para el fondeo son tres anclas de 1.590 kg. de peso cada una.
- El número de estachas de amarre será de 4, con una longitud de 160 m. por cada una.

Respecto a la caja de cadenas, la estimación del volumen aparente que ocupa la cadena se realizará por medio de la expresión:

$$V = 0,082 \cdot d^2 \cdot L \cdot 10^{-4} = 5,41 \text{ m}^3$$

donde:

L : es la longitud de la cadena en metros.

D: el diámetro del redondo del eslabón en mm.

La potencia del molinete se calcula con la siguiente fórmula:

$$Pot = 0,87 \cdot F \cdot (Pa + Pc) \cdot \frac{V}{75 \cdot 60} \cdot \left(\frac{1}{\mu_M}\right)$$

donde:

Pot: es la potencia del molinete en caballos.

F es un coeficiente de rozamiento supuesto para la línea de fondeo, que se estima en 2,0.

Pa: es el peso del ancla fuera del agua, igual a 1.590 kg.

Pc: es el peso de tres largos de cadena fuera del agua, igual a $724 \cdot 3 = 2.172$ kg.

V es la velocidad de izado igual a 10 m/minuto.

μ_M es el rendimiento mecánico del molinete, igual a 0,6.

La potencia necesaria para cada molinete será igual a:

$$Pot = 0,87 \cdot 2 \cdot (1.590 + 2.212) \cdot \frac{10}{75 \cdot 60} \cdot \left(\frac{1}{0,6}\right) = 24,24 CV = 17,82 kW$$

Se escogen dos molinetes de 25 CV.

10) HÉLICE DE MANIOBRA.

La determinación de la hélice de maniobra necesaria se realiza en función del empuje transversal por unidad de área de deriva del buque. Este ratio, para los buques de este tipo se sitúa alrededor de los $0,16 \text{ kN/m}^2$. Por tanto, el empuje necesario es de:

$$T_L = 0,16 \cdot A_d = 0,16 \cdot L \cdot T = 0,16 \cdot 50,9 \cdot 5,9 = 48,05 \text{ kN}$$

Se escoge un propulsor Kamewa Ulstein, modelo 90 TV de 380 kW, que proporciona un empuje de 59 kN.

11) SISTEMA DE PESCA.

Se dotará al buque de los siguientes elementos:

- Dos maquinillas de arrastre modelo DM63 para recoger todo el aparejo largado. Cada una de ellas tiene 10600 kg. de peso y una fuerza de tiro de 35 t. El tambor tiene una capacidad de 2500 m. de cable de 34 mm. de diámetro.
- Un tambor de red de la marca RAPP MARINE modelo SOW – 500.
- Dos Maquinillas de lanteón encargadas de izar la red para la maniobra de volteo del copo.
- Dos pastecas de la marca JULIO & LUIS CARRAL S.L. modelo Pasteca de Lanteón, doble montada sobre rodamientos y polea maciza, Serie LA-D.

12) SISTEMA DE PROCESADO DEL PESCADO.

Esta operación se realiza mediante las máquinas de lanteón en la Cubierta Castillo, y requiere sumo cuidado ya que el pescado es muy frágil.

Una vez que se han finalizado esta etapa, se descargan las capturas sobre el parque de pesca. Este parque constituye un amplio local de trabajo donde el pescado pasará a ser manipulado por los operarios en diversas zonas, desde su clasificación a la entrada del parque, hasta su congelación en la última estación.

Se adjuntan a continuación el total de las máquinas instaladas en el parque de pesca, las cuales permitirán la manipulación del pescado procedente de su recepción en el pantano, así como su transporte en bandejas camino de los túneles de congelación.

- Clasificadora:
 1. Capacidad: hasta 40 peces/segundo
 2. Potencia 220 V/50 – 60 Hz
 3. Material: acero inoxidable
 4. Ajustes: Control velocidad cinta
 5. Motor accionado: hidráulicamente
 6. Consumo aceite: 16 l/min. a 100 bar

- Evacuador de desperdicios:
 1. Dimensiones: L x B x H: 1.520 x 480 x 1.355
 2. Dimensiones tanque: H x D: 2.000 x 700
 3. Volumen tanque: 500 l
 4. Bomba vacío: bomba de anillo líquido de 12,5 V
 5. Motor eléctrico: 20 kW de consumo de potencia
 6. Suministro eléctrico – panel de control: 220 V, 10 A
 7. Consumo de aire: 70 l/min.

- Lavadora de pescado:
 1. Material: acero inoxidable AISI – 304
 2. Tambor de lavado hexagonal con arrastre helicoidal •
 3. Motor reductor variador de engranajes
 4. Dimensiones: 2.000 x 1.000 x 1.500
 5. Consumo agua: 10 l/min
 6. Potencia instalada: 1 CV

- Descabezadora:
 1. Capacidad: 180 peces/min.
 2. Rango trabajo: 0,15/1,5 kg
 3. Operarios: 1/2
 4. Potencia motor: 2,25 kW
 5. Dimensiones: L x B x H: 3.200 x 1.300 x 2.200

- Evisceradora:
 1. Capacidad: 30/65 peces/min.
 2. Rango trabajo: 0,15/8 kg según modelo
 3. Potencia motor: 0,55 kW
 4. Motores neumáticos controlados mediante electroválvulas de gran duración
 5. Dimensiones Máquina: L x B x H: 3.200 x 700 x 1.500
 - 6.
- Fileteadora:

1. Capacidad: hasta 180 peces/min.
 2. Rango trabajo: 150/750 g
- Peladora:
 1. Construcción sólida y larga duración
 2. Rodillo transporte fácilmente desmontable para limpieza
 3. Diseño especial de unidad a presión, rodillo dentado y cuchilla
 4. Anchura pescado: 430 mm
 5. Potencia motor: 0,75 kW
 6. Velocidad pelado: 19/24 m/min
 - Desmoldeadora manual de bloques congelados:
 1. Materiales: placas y perfiles en acero inoxidable
 2. Carga: manual/automática
 3. Cilindros: hidráulicos
 4. Presión aceite: mín. 90 bar
 5. Cantidad aceite requerido: aprox. 30 l/min
 6. Tubos conectores: 18 x 2 mm
 7. Control por ordenador
 - Envolvedora de bloques de pescado en film plástico.
 1. Dimensiones: L x A x H: 2.500 x 1.500 x 2.000
 2. Altura carga: 865 mm altura descarga: 865 mm
 3. Consumo aire: 55 l/min. a 6 bar
 4. Consumo eléctrico motores: 3 kW
 5. Consumo equipo calentamiento: 3 kW
 - Envolvedora de cajas.
- Potencia: 0,37 kW
- Cintas transportadoras.
 - Cargadores de cajas para túneles y bodegas

13) SISTEMA DE CONGELACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA CARGA.

Se dispondrán en la cubierta principal de 2 túneles de congelación de 60 t/día de capacidad en total.

El pescado congelado se conservará en las bodegas del buque a una temperatura de -25°C. Por tanto, en este apartado se dimensionará el sistema adecuado para las dos funciones, la congelación y la conservación.

Además estableceremos el cálculo de la instalación.

12.1 Congelación

Se establece que el pescado se congelará en cuatro etapas, cada una de ellas con una duración de 5 h, por lo que este sistema trabajará 20 horas al día.

El flujo de pescado por hora será de 3000 kg.

El frío suministrado deberá ser suficiente para congelar el pescado a una temperatura en el centro del bloque de -40°C. Además se deberán tener en cuenta las pérdidas en las paredes del túnel y el calor producido por los ventiladores dentro del túnel, por lo que se tendrán tres cargas térmicas:

- Congelación del pescado a -40 °C.
- Pérdidas en paredes.
- Calor producido por los ventiladores.

12.1.1 Congelación del pescado.

A continuación mostraremos las características del pescado:

- Temperatura máxima de entrada en túneles: 32 °C
- Temperatura congelación pescado: -2 °C
- Temperatura final en el centro del bloque -40 °C
- Calor específico antes congelación 0,86 Kcal/(kg·°C)
- Calor latente congelación 65,5 Kcal/(kg*°C)
- Calor específico post-congelación 0,45 Kcal/(kg*°C)

El calor a extraer del pescado se divide en tres procesos, el enfriamiento desde la entrada en el túnel hasta la temperatura de congelación, la

congelación propiamente dicha y el subenfriamiento hasta la temperatura final.

El calor absorbido en el primer proceso será función del flujo de pescado (3000 kg/hora), de la diferencia entre las temperaturas inicial (32 °C) y final (-2°), y del calor específico antes de la congelación (0,86 Kcal/(kg·hora·°C)). La potencia necesaria por túnel será igual a:

$$Q = M \cdot C_e \cdot \Delta T = 3000 \cdot 0,86 \cdot (32 - (-2)) = 87720 \text{ Kcal/h}$$

El calor absorbido en el segundo proceso será función del flujo de pescado (3000 kg/hora), y del calor latente de congelación (65,5 Kcal/(kg·hora)). La potencia necesaria por túnel será igual a:

$$Q = M \cdot Cl = 3000 \cdot 65,5 = 196500 \text{ Kcal/h}$$

El calor absorbido en el tercer proceso será función del flujo de pescado (3.000 kg/hora), de la diferencia entre las temperaturas inicial (-2 °C) y final (-40°), y del calor específico después de la congelación (0,45 Kcal/(kg·hora·°C)). La potencia necesaria por túnel será igual a:

$$Q = M \cdot C_e \cdot \Delta T = 3000 \cdot 0,45 \cdot ((-2) - (-40)) = 51300 \text{ Kcal/h}$$

Por tanto la potencia de extracción será igual a:

$$Q = 87720 + 196500 + 51300 = 335520 \text{ Kcal/h}$$

12.1.2 Perdidas en paredes

Las pérdidas en las paredes de los túneles se deben a la transmisión de calor entre el exterior del túnel que se encuentra a mayor temperatura que el interior, y son inevitables a pesar del aislamiento. Se calculan las pérdidas totales en cada pared mediante la siguiente fórmula:

$$Q = S \cdot k \cdot \Delta t$$

Donde:

- S: Superficie de cada pared en m²
- Se tiene en cuenta que la superficie de los mamparos de proa y popa es 4 m² y la de los costados de babor y estribor, fondo y techo son de 16 m²
- K: Es el coeficiente de transmisión del material para cada pared. Se elige como material lana mineral con un coeficiente de transmisión de 0,359 (Kcal/(hora·m²·°C) para un espesor de 125 mm.
- ΔT: Es la diferencia entre la temperatura en el interior del túnel, (-40°C) y el exterior (30°C).

$$Q = S \cdot k \cdot \Delta t = (4 + 4 + 16 + 16 + 16 + 16) \cdot 0,3 \cdot (30 - (-40)) = 1512 \text{ Kcal/h}$$

12.1.3) Calor producido por los ventiladores.

Se disponen dos ventiladores en cada túnel de congelación para producir corriente de aire y producir el frío necesario que necesita el pescado para su mantenimiento.

El caudal será igual a 17,5 m³ de aire por kg de pescado. Al tener un flujo de 3000 kg/hora, el caudal necesario de aire será de 52500 m³/hora, a una presión estimada de 60 m.c.a.

Si el rendimiento del ventilador es de 0,6 y de 0,8 el rendimiento del motor, la potencia de los ventiladores será igual a:

$$Pot = \frac{(9,81 \cdot 52500 \cdot 60 \cdot 10^{-3})}{3600 \cdot 0,6 \cdot 0,8} = 17,88 \text{ kw} = 15374 \frac{\text{kcal}}{\text{hora}}$$

Por lo tanto el calor total a extraer en un solo túnel de congelación será:

$$Q_{tunnel} = 335520 + 1512 + 15374 = 352406 \frac{\text{kcal}}{\text{hora}} = 409 \text{ kw}$$

El calor en los dos túneles será el doble es decir 704812 kcal/hora.

12.2 Conservación.

Cada una de la bodegas se deberá mantener a -25°C con las peores condiciones exteriores posibles. Se dispondrá de un único compresor para el servicio de ambas bodegas, por lo que se realiza un balance térmico conjunto. Las únicas cargas térmicas a considerar en este caso son las debidas a la transmisión de calor a través de las paredes de las bodegas, ya que el pescado se congeló previamente a -40°C y se considera que la temperatura del mismo a la entrada de la bodega no es en ningún caso inferior a la de la misma. El sistema de refrigeración consistirá además del compresor y del condensador de un cuadro de válvulas termostáticas para la expansión del líquido refrigerante a las baterías de serpentines dispuestos en las bodegas, que son los que extraen el calor de las mismas.

El método de cálculo de las pérdidas a través de las paredes es similar al efectuado para los túneles. En este caso, el valor del coeficiente de transmisión se toma igual a $0,4$ ($\text{Kcal}/(\text{hora}\cdot\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C})$). La temperatura en el interior de la bodega es de -25°C , mientras que en el exterior depende del espacio que se encuentre al otro lado de la pared correspondiente.

Las perdidas correspondientes en las bodegas se estiman en aproximadamente 24 kcal/hora por lo que necesitamos una potencia frigorífica de 27 kw.

12.3 Instalación.

- 12.3.1 Compresores.

Se instalarán dos compresores para el circuito de congelación y otro para el de conservación. El refrigerante utilizado será el R-404. Se estima un rendimiento de los compresores del 0,9, por lo que la potencia requerida en cada caso es de:

$$\text{Compresor de congelacion: } Pot = \frac{205,8}{0,9} = 228,66 \text{ kw}$$

Utilizaremos dos compresores de 230 kw para la congelación

$$\text{Compresor de conservación: } Pot = \frac{27}{0,9} = 30 \text{ kw}$$

Se instalará también un compresor para la conservación de 35 kw.

- 2 Condensadores de 300 Kw.
- 2 Bomba de agua de refrigeración.

14) SISTEMA DE CARGA Y DESCARGA.

En este apartado se definirán los equipos que facilitarán la carga y descarga de grandes pesos.

Se instalarán tres grúas a bordo: Dos en la zona central del buque y otra a proa de menor tamaño, en la zona de puente de gobierno.

Se seleccionan dos grúas de la marca CYTECMA, modelo CM-184/3S con una carga máxima de 1485 kg a una distancia de 9,50 m.

La misión de una de estas grúas será la de arriar el bote de rescate estibado justo debajo.

Los víveres, al igual que la carga de pescado, también se introducirán en el buque por medio de palets, no siendo cada palet mayor de 500 kg.

Se selecciona una grúa de la marca CYTECMA modelo CM-38/2S situada estratégicamente para que ésta pueda maniobrar en base a la escotilla dispuesta en el puente de gobierno y que da acceso a las demás cubiertas.

Además se sitúa también cerca de la balsa salvavidas.

Otro medio de carga y descarga que se incluirá en este apartado será el de un montacargas eléctrico. Se selecciona de la marca alemana THYSSENKRUPP, de 1.000 kg de capacidad de elevación y una velocidad de 0,5 m/s. Su objetivo es poder descender hasta la cocina y cargar palets de víveres.

