

Universidad de **Cádiz**

Proyectos de fin de carrera de **Ingeniería Técnica Naval**

Diseño, cálculo y desarrollo del equipo de extinción de incendios local, en cámara de máquinas, para un buque de pasaje con 900 pasajeros

Francisco Javier GONZÁLEZ LARA



Centro: E. U. I. T. NAVAL
Titulación: I. T. NAVAL
Fecha: Octubre 2007





INDICE

Definición y objetivo del proyecto	4
Normativa	5
Análisis de la normativa	6
MSC / Cir. 913	7
Proyecto de directrices para la aprobación de sistemas fijos de lucha contra incendios de aplicación local a base de agua	7
❖ Generalidades	7
❖ Definiciones	8
❖ Prescripciones principales del sistema	10
Apéndice; Método de ensayo para los sistemas fijos de lucha contra incendios a base de agua de aplicación local	13
❖ Ámbito de aplicación	13
❖ Muestreo	13
❖ Ensayo de exposición al fuego	14
❖ Procedimiento de ensayo	19
❖ Informe sobre el ensayo	21



Código internacional de sistemas de seguridad contra incendios (Código SSCI)	22
❖ Capítulo 7 Sistemas fijos de extinción de incendios por aspiración de agua a presión y por nebulización	22
❖ Capítulo 8 Sistemas automáticos de rociadores de detección de incendios y de alarma contra incendios	25
Principales causas de incendios en Cámara de Máquinas	31
Prevención de incendios	33
Diseño del sistema	35
Cálculos	39
Descripción de funcionamiento	62
Funcionamiento en condiciones desfavorables	64
Descripción de los componentes de la instalación	65
Listado de componentes instalados	84
Catálogos	85
Tablas	109
Bibliografía	117
Planos	118



DEFINICIÓN Y OBJETIVO DEL PROYECTO

El objetivo del siguiente proyecto titulado **"Diseño, cálculo y desarrollo del equipo de extinción de incendios local en cámara de máquinas de un buque de pasaje de 900 pasajeros, para cumplir con la Regla 10.5.6 del Capítulo II-2 del Solas 1974 (consolidado 2004)"** es la determinación, cálculo, diseño y planos de una instalación fija para la detención y extinción de incendios localizados en cámara de máquinas. Así como seguir con las directrices para su aceptación de la circular MSC/Cir.913 del Comité de Seguridad Marítima; y cumplir con la Regla 10.5.6 indicada; es decir, permitir la supresión localizada de un incendio en las zonas de gran riesgo sin que sea necesario la utilización de los medios de extinción que condicionen la parada de las máquinas, la evacuación del personal, el cierre de los ventiladores de circulación forzada o el cierre hermético del espacio.

A continuación, se elabora un análisis de la normativa que implica y/o determina los diferentes elementos y medios que se deben acomodar para componer el citado equipo de detención y extinción de incendios.



NORMATIVA

Regla 10

Lucha contra incendios

1 Finalidad

La finalidad de la presente regla es la supresión y rápida extinción de un incendio en el espacio de origen. Para este fin, se cumplirán las siguientes prescripciones funcionales:

1. Se instalarán sistemas fijos de extinción de incendios teniendo debidamente en cuenta el potencial de propagación del incendio en los espacios protegidos.
2. Estarán rápidamente disponibles dispositivos de extinción de incendios.

5.6 Sistemas fijos de lucha contra incendios de aplicación local

5.6.1 El párrafo 5.6 se aplicará a los buques de pasaje de arqueo bruto igual o superior a 500 y a los buques de carga de arqueo bruto igual o superior a 2000.

5.6.2 Los espacios de máquinas de categoría A cuyo volumen sea superior a 500 m³, además de disponer del sistema fijo de lucha contra Incendios prescrito en el párrafo 5.1.1 estarán protegidos por un sistema fijo de lucha contra incendios de aplicación local a base de agua o equivalente de tipo aprobado, basado en las directrices adoptadas por la Organización (**), En caso de espacios de máquinas sin dotación permanente el sistema de lucha contra incendios podrá accionarse tanto automática como manualmente. En caso de espacios de máquinas con dotación permanente, el sistema de lucha contra incendios sólo precisa el mecanismo manual.



5.6.3 Los sistemas fijos de lucha contra incendios de aplicación local deberán proteger zonas tales como las que se indican a continuación sin que sea necesario parar las máquinas, evacuar al personal, o cerrar herméticamente el espacio.

1. Las partes con riesgo de incendio de las máquinas de combustión interna utilizadas para la principal propulsión del buque y la producción de energía .
2. La parte delantera de las calderas(quemadores).
3. Las partes con riesgo de incendio de los incineradores.
4. Los purificadores de fuel-oil calentado.

5.6.4 El accionamiento del sistema de aplicación local dará alarma visual y audible en el espacio protegido y en puestos con dotación permanente. La alarma indicará qué sistema está activado. Las prescripciones relativas a la alarma del sistema descritas en el presente párrafo complementan, y no sustituyen, a las prescripciones del sistema de detección y alarma contra incendios que figuran en otras partes del presente capítulo.

ANÁLISIS DE LA NORMATIVA

Para el cumplimiento de la Normativa expuesta como determinante de los requerimientos de la Regla hay que regirse por unas directrices de carácter técnico que condicionen el acoplamiento del equipo; estas directrices se exponen a continuación junto a la Normativa y el Código Internacional de Sistemas de Seguridad Contra incendios, que afecta de forma general al equipo objeto del proyecto.

Del análisis anterior de la Normativa el diseño del equipo condiciona la disposición del equipo formado por un tanque de agua dulce, una bomba centrífuga, válvulas de retención, filtro, tuberías, presostato, manómetro, válvulas de bola, válvula de asiento, válvulas con actuador eléctrico, boquillas, detectores de humo y ultravioletas, alarmas, panel para señalización y alarma,



panel para actuación remota, caja de módulos, caja de conexiones y panel de arranque de la bomba.

MSC/Cir.913

DIRECTRICES PARA LA APROBACIÓN DE SISTEMAS FIJOS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS DE APLICACIÓN LOCAL A BASE DE AGUA DESTINADOS A LOS ESPACIOS DE MÁQUINAS DE CATEGORIA A

1. El Comité de Seguridad Marítima aprobó en su 71º periodo de sesiones (19 – 28 mayo 1999), las Directrices para la aprobación de sistemas fijos de lucha contra incendios de aplicación local a base de agua destinados a los espacios de máquinas de categoría A, que figuran en el anexo.
2. Se pide a los Gobiernos Miembros que apliquen las directrices adjuntas al aprobar sistemas fijos de lucha contra incendios de aplicación local a base de agua destinados a los espacios de máquinas de categoría A, debido a que es un espacio que emplea motores de combustión interna para la propulsión principal y lo segundo a que no hay vigilancia directa sobre la sala.

PROYECTO DE DIRECTRICES PARA LA APROBACIÓN DE SISTEMAS FIJOS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS DE APLICACIÓN LOCAL A BASE DE AGUA

1 Generalidades

Los sistemas fijos de lucha contra incendios de aplicación local a base de agua deben permitir la supresión localizada de un incendio en las zonas que se especifican en la regla II-2/10.5.6.3 del Convenio SOLAS para los espacios de máquinas de categoría



A, sin que sea necesario parar las máquinas, evacuar al personal, apagar los ventiladores de circulación forzada de aire o cerrar herméticamente el espacio.

2 Definiciones

Supresión del incendio: reducción del calor procedente del incendio y contención del incendio para impedir su propagación y reducir la extensión de las llamas.

Agente extintor a base de agua: agua dulce o de mar mezclada o no con aditivos destinados a mejorar la capacidad de extinción de incendios.

Puesto central de control: puesto de control en el que están centralizados los siguientes elementos de control e indicadores:

Sistemas fijos de detección de incendios y de alarma contra incendios:

- Rociadores automáticos de los sistema de detección de incendios y de alarma contra incendios.
- Paneles indicadores de las puertas contra incendios.
- Cierre de las puertas contra incendios.
- Paneles indicadores de las puertas estancas.
- Cierre de las puertas estancas.
- Ventiladores.
- Alarmas generales de incendios.
- Sistemas de comunicaciones, incluidos los teléfonos.
- Micrófonos de los sistemas megafónicos.

Puesto central de control con dotación permanente: puesto central de control en el que hay permanentemente un miembro de la tripulación responsable del mismo.

Puestos de control: espacios en que se hallan el equipo de radiocomunicaciones o los principales aparatos de navegación o la fuente de energía de emergencia del buque, o en que está centralizado el equipo de detección o de control de incendios. Los



espacios en que está centralizado el equipo de detección o de control de incendios también se consideran *puestos de control de incendios*.

Peso muerto: diferencia en toneladas entre el desplazamiento del buque en agua de un peso específico de 1,025 con la flotación correspondiente al francobordo de verano asignado y el desplazamiento del buque en rosca.

Código de sistemas de seguridad contra incendios: Código internacional de sistemas de seguridad contra incendios adoptado por el Comité de Seguridad Marítima de la Organización mediante la resolución MSC.98(73)], según sea enmendado por la Organización, siempre que tales enmiendas se aprueben, entren en vigor y se apliquen de conformidad con lo dispuesto en el artículo VIII del presente Convenio, relativo a los procedimientos de enmienda aplicables al anexo salvo al capítulo I.

Punto de inflamación: es la temperatura en grados *celsius* (prueba en vaso cerrado) a la cual un producto desprende vapor inflamable suficiente como para hacer ignición, según se determine mediante el oportuno aparato.

Espacios de máquinas: todos los espacios de categoría A para máquinas y los espacios que contengan maquinaria propulsora, calderas, instalaciones de combustible líquido, motores de vapor y de combustión interna, generadores y maquinaria eléctrica principal, estaciones de toma de combustible, maquinaria de refrigeración, estabilización, ventilación y climatización, y otros espacios análogos, así como los troncos de acceso a los mismos.

Espacios de categoría A para máquinas: aquellos espacios y los troncos de acceso a los mismos que contengan, motores de combustión interna utilizados para la propulsión principal, motores de combustión interna utilizados para fines distintos de la propulsión principal, si esos motores tienen una potencia de salida total conjunta no inferior a 375 kW, o bien, cualquier caldera alimentada por combustible líquido o instalación de combustible líquido, o cualquier equipo alimentado por combustible líquido que no sea una caldera, tal como generadores de gas inerte, incineradores, etc.



Buque de pasaje de tráfico rodado: buque de pasaje con espacios de carga rodada o espacios de categoría especial.

3 Prescripciones principales del sistema

3.1 El sistema se deberá poder accionar manualmente.

3.2 La activación de los sistemas de lucha contra incendios no debe resultar una pérdida de energía eléctrica o una reducción de la maniobrabilidad del buque.

3.3 El sistema será apto para la supresión de incendios, aptitud que se basará en pruebas realizadas de conformidad con lo dispuesto en el apéndice de las presentes directrices.

3.4 El sistema será apto para la supresión de incendios con los ventiladores de circulación forzada de aire en funcionamiento y suministrando aire a la zona protegida, o deberá proporcionarse un método de cierre automático de los ventiladores de suministro de aire al activarse el sistema, a fin de garantizar que no se dispersa el agente extintor.

3.5 El sistema estará en condiciones de ser utilizado inmediatamente y poder suministrar continuamente el agente a base de agua durante 20 minutos como mínimo, con objeto de suprimir o extinguir el incendio, y estar preparado para la descarga del sistema principal fijo de extinción de incendios en ese intervalo.

3.6 El sistema y sus componentes estarán debidamente proyectados para soportar las variaciones de la temperatura ambiente y las vibraciones, humedad, sacudidas, impactos, ensuciamiento y corrosión que normalmente tienen lugar en los espacios de máquinas. Los componentes ubicados dentro de los espacios protegidos se proyectarán de modo que soporten las elevadas temperaturas que pueden alcanzarse durante un incendio. Los componentes se someterán a ensayo conforme a lo especificado en las



secciones pertinentes del apéndice A de la circular MSC/Circ.668, enmendada por la circular MSC/Circ.728.

3.7 El sistema y sus componentes se proyectarán e instalarán con arreglo a normas internacionales aceptables para la Organización(*), y se fabricarán y someterán a ensayo de conformidad con las secciones pertinentes del apéndice de las presentes directrices.

3.8 El emplazamiento, el tipo y las características de las boquillas estarán dentro de los límites establecidos en los ensayos que se indican en el párrafo 3.3. Al disponer las boquillas deberán tenerse en cuenta las posibles obstrucciones en la aspersion del sistema de lucha contra incendios.

3.9 Los componentes eléctricos de la fuente de presión del sistema deberán satisfacer la especificación mínima de IP 54. Los sistemas que requieran una fuente de energía externa sólo necesitarán estar alimentados por la fuente principal de energía.

3.10 Para determinar las dimensiones del sistema de tuberías se utilizará una técnica de cálculo hidráulico(**) a fin de garantizar la disponibilidad de los flujos y presiones requeridos para el correcto funcionamiento del sistema.

3.11 La fuente de abastecimiento en agua de los sistemas de aplicación local puede alimentar a un sistema principal de lucha contra incendios a base de agua, a condición de que la cantidad y la presión de agua sean suficientes para alimentar ambos sistemas durante el intervalo requerido. Los sistemas de aplicación local pueden constituir una o varias secciones de un sistema principal de extinción de incendios a base de agua siempre que se satisfagan todas las prescripciones de la regla II-2/10 del SOLAS, de las presentes directrices y de la circular MSC/Circ.668, enmendada por la circular MSC/Circ.728, y que los sistemas puedan aislarse del sistema principal.

3.12 La capacidad y el proyecto del sistema estarán basados en la zona protegida que necesite el mayor volumen de agua.



3.13 Los mandos de funcionamiento estarán situados en lugares fácilmente accesibles, dentro y fuera del espacio protegido. Los mandos que se encuentren dentro del espacio no deben quedar aislados por un incendio en las zonas protegidas.

3.14 Los componentes de la fuente de presión del sistema estarán situados fuera de las zonas protegidas.

3.15 Se dispondrán medios para verificar el funcionamiento del sistema, a fin de asegurar el flujo y la presión requeridos.

3.16 Cuando se instalen sistemas automáticos de lucha contra incendios, habrá un cartel en cada entrada en el que se indique el tipo de agente utilizado y se advierta de la posibilidad de que el sistema se active automáticamente.

3.17 En cada puesto de operaciones se expondrán las instrucciones de funcionamiento del sistema.

3.18 Se proveerán las piezas de repuesto, así como las instrucciones de funcionamiento y mantenimiento del sistema que recomiende el fabricante.

3.19 Las boquillas y las tuberías no impedirán el acceso al motor o a la maquinaria para efectuar su mantenimiento habitual. En buques que tengan aparejos en altura u otro equipo móvil, las boquillas y tuberías estarán situadas de modo que no impidan el funcionamiento de dicho equipo.



APÉNDICE

MÉTODO DE ENSAYO PARA LOS SISTEMAS FIJOS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS A BASE DE AGUA DE APLICACIÓN LOCAL

1 ÁMBITO DE APLICACIÓN

El método de ensayo descrito en este documento está destinado a evaluar la eficacia de los sistemas fijos de lucha contra incendios a base de agua de aplicación local. Este método permite comprobar los criterios de proyecto de las redes de boquillas verticales y horizontales y tiene por objeto evaluar la distancia máxima entre las boquillas, las distancias mínima y máxima de la boquilla al posible foco de incendio, el caudal mínimo de la boquilla y las presiones mínima y máxima de funcionamiento.

2 MUESTREO

2.1 El fabricante proporcionará las boquillas y demás componentes del sistema junto con los criterios de proyecto e instalación, las instrucciones de funcionamiento, los dibujos y datos técnicos suficientes para la identificación de los componentes.

2.2 El caudal de cada tipo y tamaño de boquilla se determinará para las presiones mínima y máxima de servicio de la boquilla.



3 ENSAYO DE EXPOSICIÓN AL FUEGO

3.1 Principios

3.1.1 Estos ensayos están destinados a determinar la capacidad de extinción de cada boquilla y de las redes de boquillas de los sistemas de lucha contra incendios de aplicación local en incendios de aceite diesel ligero nebulizado.

3.1.2 Los ensayos también definen los siguientes criterios de proyecto e instalación;

1. La distancia máxima entre las boquillas.
2. Las distancias mínima y máxima entre las boquillas y el posible foco de incendio.
3. La necesidad de que las boquillas estén situadas fuera del posible foco de incendio.
4. Las presiones mínima y máxima de servicio.

3.2 Descripción del ensayo

3.2.1 Recinto del ensayo

3.2.1.1 El recinto del ensayo, de haberlo, será lo suficientemente grande y estará provisto, durante el ensayo, de ventilación natural o por aire a presión suficiente para garantizar que la concentración de oxígeno en el lugar del incendio durante el ensayo sea superior a un 20% (en volumen), sin poner en funcionamiento el sistema de lucha contra incendios de aplicación local.



3.2.1.2 El recinto del ensayo, de haberlo, tendrá una superficie mínima de 100 m². La altura del recinto será por lo menos de 5 m.

3.2.2 Hipótesis de incendio

3.2.2.1 Las hipótesis de incendio consistirán en dos incendios por nebulización, de 1 y 6 MW respectivamente. Los incendios deberían provocarse utilizando como combustible aceite diesel ligero, según se describe en el cuadro 3.2.2.1.

Cuadro 3.2.2.1
Parámetros de incendio por nebulización

Boquilla nebulizadora	Tipo cono íntegro de gran ángulo de nebulización (120° a 125°)	Tipo cono íntegro de gran ángulo de nebulización (80°)
Presión nominal del aceite	8 bar	8,5 bar
Caudal de aceite	0,16 ± 0,01 kg/s	0,03 ± 0,005 kg/s
Temperatura del aceite	20 ± 5°C	20 ± 5°C
Caudal nominal de calor emitido	6 MW	1 MW

3.2.2.2 Las boquillas nebulizadoras de combustible se instalarán horizontalmente y se dirigirán hacia el centro de la red de boquillas

3.2.2.3 La boquilla nebulizadora de combustible estará situada a una altura de 1 m por encima del suelo y por lo menos a una distancia de 4 m de las paredes del recinto, si lo hubiere.

3.2.3 Requisitos de instalación para el ensayo

3.2.3.1 El sistema de aplicación local consistirá en boquillas uniformemente espaciadas y dirigidas verticalmente hacia abajo.



3.2.3.2 El sistema consistirá en una red de 2 x 2 o de 3 x 3 boquillas, según proceda.

3.2.3.3 Las boquillas se instalarán a una distancia de 1 m por lo menos del techo del recinto, si lo hubiere.

3.2.3.4 La distancia máxima entre las boquillas será conforme con lo estipulado en el manual de proyecto e instalación del sistema del fabricante.

3.3 Programa de ensayo

3.3.1 La capacidad de extinción de incendios del sistema debería evaluarse para las distancias mínima y máxima entre el foco del incendio y las boquillas (distancia entre la red de boquillas y la boquilla nebulizadora de combustible). Estas distancias deberían ser las definidas en el manual de proyecto e instalación del sistema del fabricante.

3.3.2 Cada una de esas distancias entre el foco del incendio y las boquillas debería evaluarse para las dos hipótesis de incendio (incendios por nebulización de 1MW y de 6MW). Los ensayos deberían realizarse con la boquilla nebulizadora de combustible colocada horizontalmente en los siguientes lugares:

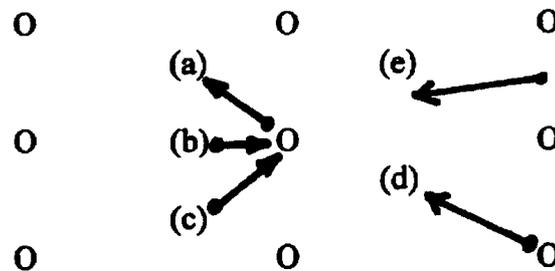
1. Debajo de una boquilla en el centro de la red.
2. Entre dos boquillas en el centro de la red.
3. Entre cuatro boquillas.
4. Debajo de una boquilla en el borde de la red (esquina).
5. Entre dos boquillas en el borde de la red.

Estos lugares se indican en la Figura 3.3.2.



Figura 3.3.2

Ubicaciones de la boquilla nebulizadora de combustible



- O Ubicación de las boquillas de agua
 → Ubicación y dirección de la boquilla nebulizadora de combustible
 () Designación del foco de incendio para el ensayo

3.4 Resultados e interpretación del ensayo

3.4.1 El sistema de lucha contra incendios de aplicación local tiene que apagar los incendios de ensayo en un plazo máximo de 5 minutos una vez iniciada la descarga de agua. Si el incendio se vuelve a declarar después de ese plazo se considera que el ensayo ha fracasado.

3.4.2 Los resultados del ensayo deberían interpretarse de la manera siguiente:

1. Se considerará que los sistemas (de 3 x 3 boquillas) que apaguen los incendios a los que se hace referencia en 3.3.2.1 a 3.3.2.3 han cumplido satisfactoriamente el protocolo, a condición de que las boquillas exteriores deberían estar situadas fuera de la zona protegida, a una distancia de ésta de por lo menos 1/4 de la distancia entre las boquillas.
2. Se considerará que los sistemas (de 2 x 2 o 3 x 3 boquillas) que apaguen los incendios a los que se hace referencia en 3.3.2.3 a 3.3.2.5 han



cumplido satisfactoriamente el protocolo y se podrán proyectar con las boquillas exteriores situadas en el borde de la zona protegida. Esto no constituye una prohibición de colocar las boquillas fuera de la zona protegida.

3. Los requisitos estipulados en 3.4.2.1.o en 3.4.2.2 se deberían satisfacer tanto para la distancia mínima como para la distancia máxima, así como para las presiones mínima y máxima de servicio.
4. Para las instalaciones que puedan ser adecuadamente protegidas mediante una sola boquilla o una sola hilera de boquillas, la cobertura eficaz de la boquilla (anchura y longitud) se define como la mitad de la distancia máxima entre las boquillas.



4 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

4.1 Combustión previa

Cada nube de aceite se encenderá, dejando que arda durante 15 segundos como máximo antes de la entrada en funcionamiento del sistema.

4.2 Mediciones

4.2.1 Sistema de nebulización de fueloil

4.2.1 .1 Antes del ensayo, se comprobarán el caudal y la presión del fueloil en el sistema de nebulización de fueloil

4.2.1.2 Durante el ensayo, se medirá la presión del sistema de nebulización de fueloil.

4.2.2 Concentración de oxígeno en el foco del incendio

Se medirá la concentración de oxígeno a una distancia de 100 mm por debajo de la boquilla nebulizadora de fueloil.

4.2.3 Presión y caudal del sistema de aspersión de agua

La presión y el caudal de agua del sistema se medirán mediante el equipo adecuado.

4.3 Puesta en funcionamiento del sistema de lucha contra incendios

4.3.1 El sistema de aspersión de agua se accionará una vez cumplido el plazo de combustión previa estipulado en 4.1.



4.3.2 El sistema de aspersión de agua se hará funcionar durante un minuto como mínimo después de que se haya apagado el incendio.

4.3.3 Una vez iniciada la aspersión de agua, el incendio se tendrá que apagar en un plazo máximo de 5 minutos.

4.3.4 La boquilla nebulizadora de fuel oil seguirá funcionando durante por lo menos 15 segundos después de que se haya apagado el incendio.

4.4 Observaciones que se han de realizar durante el ensayo

1. Durante el ensayo, se registrarán las siguientes observaciones:
2. Comienzo del procedimiento de ignición.
3. Comienzo del ensayo (ignición).
4. Momento de la activación del sistema de extinción.
5. Momento de la extinción del incendio.
6. Momento de parada del sistema de extinción.
7. Momento en que se vuelve a producir la ignición.
8. Momento en que se detiene el suministro de combustible a la boquilla.
9. Momento en que se concluye el ensayo.



5 INFORME SOBRE EL ENSAYO

El informe sobre el ensayo incluirá por lo menos la información siguiente:

1. Nombre y dirección del laboratorio encargado del ensayo.
2. Fecha de emisión y número de identificación del informe sobre el ensayo.
3. Nombre y dirección del cliente.
4. Nombre y dirección del fabricante o proveedor del producto.
5. Método y objetivo del ensayo.
6. Identificación del producto.
7. Descripción del producto sometido a ensayo:
 - a. Dibujos de montaje.
 - b. Descripciones.
 - c. Instrucciones de montaje de los componentes y materiales incluidos.
 - d. Especificación de los materiales y componentes incluidos.
 - e. Especificación de la instalación.
 - f. Dibujos detallados de la instalación de ensayo.
8. Fecha del ensayo.
9. Dibujo de cada configuración de ensayo.
10. Medida del caudal de las boquillas aspersoras de agua.
11. Identificación del equipo de ensayo y de los instrumentos utilizados.
12. Resultados del ensayo, incluidas las observaciones realizadas durante el ensayo y después del mismo:
 - a. Distancia máxima entre las boquillas.
 - b. Distancias mínima y máxima entre las boquillas aspersoras y el foco de incendio.
 - c. Presiones mínima y máxima de servicio.
13. Desviaciones del método de ensayo.
14. Conclusiones.
15. Fecha del informe y firma.



CODIGO INTERNACIONAL DE SISTEMA DE SEGURIDAD CONTRAINCENDIO(CODIGO SSCI)

CAPÍTULO 7 - SISTEMAS FIJOS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS POR ASPERSIÓN DE AGUA A PRESIÓN Y POR NEBULIZACIÓN

1 Ámbito de aplicación

El presente capítulo establece las especificaciones de los sistemas fijos de extinción de incendios por aspersión de agua a presión y por nebulización, prescritos en el capítulo II-2 del Convenio.

2 Especificaciones técnicas

2.1 Sistemas fijos de extinción de incendios por aspersión de agua a presión

2.1.1 Boquillas y bombas

2.1.1.1 Todo sistema fijo de extinción de incendios por aspersión de agua a presión prescrito para los espacios de máquinas estará provisto de boquillas aspersoras de un tipo aprobado.

2.1.1.2 El número y la disposición de las boquillas habrán de ser satisfactorios a juicio de la Administración y asegurarán que el promedio de la distribución eficaz de agua es de 5 l/m²/min. como mínimo en los espacios protegidos. Si se considera necesario utilizar regímenes de aplicación mayores, éstos habrán de ser satisfactorios a juicio de la Administración.

2.1.1.3 Se tomarán precauciones para evitar que las boquillas se obturen con las impurezas del agua o por corrosión de las tuberías, toberas, válvulas y bombas.



2.1.1.4 La bomba alimentará simultáneamente, a la presión necesaria, todas las secciones del sistema en cualquier compartimiento protegido.

2.1.1.5 La bomba podrá estar accionada por un motor independiente de combustión interna, pero si su funcionamiento depende de la energía suministrada por el generador de emergencia instalado en cumplimiento de lo dispuesto en la regla II-1/44 o en la regla II-1/45, según proceda, dicho generador podrá arrancar automáticamente en caso de que falle la energía principal, de modo que se disponga en el acto de la energía necesaria para la bomba prescrita en el párrafo 2.1.1.4. El motor de combustión interna independiente para hacer funcionar la bomba estará situado de modo que si se declara un incendio en el espacio o los espacios que se desea proteger, el suministro de aire para el motor no se vea afectado.

2.1.2 Prescripciones relativas a la instalación

2.1.2.1 Se instalarán boquillas que dominen las sentinas, los techos de los tanques y otras zonas en que haya riesgo de que se derrame combustible líquido, así como otros puntos de los espacios de máquinas en que existan peligros concretos de incendio.

2.1.2.2 El sistema podrá dividirse en secciones cuyas válvulas de distribución se puedan manejar desde puntos de fácil acceso situados fuera de los espacios protegidos, de modo que no esté expuesto a quedar aislado por un incendio declarado en el espacio protegido.

2.1.2.3 La bomba y sus mandos estarán instalados fuera del espacio o los espacios protegidos. No debe existir la posibilidad de que en el espacio o los espacios protegidos por el sistema de aspersión de agua, dicho sistema quede inutilizado por un incendio.



2.1.3 Prescripciones relativas al control del sistema

El sistema se mantendrá cargado a la presión correcta y la bomba de suministro de agua comenzará a funcionar automáticamente cuando se produzca un descenso de presión en el sistema.

2.2 Sistemas equivalentes de extinción de incendios por nebulización

Los sistemas de extinción de incendios por nebulización para espacios de máquinas y cámaras de bombas de carga serán aprobados por la Administración teniendo en cuenta las directrices elaboradas por la Organización. (*)



CAPÍTULO 8 - SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE ROCIADORES, DE DETECCIÓN DE INCENDIOS Y DE ALARMA CONTRAINCENDIOS

1. Ámbito de aplicación

El presente capítulo establece las especificaciones de los sistemas automáticos de rociadores, detección de incendios y alarma contraincendios, prescritos en el capítulo II-2 del Convenio.

2. Especificaciones técnicas

2.1 Generalidades

2.1.1 Tipos de sistemas de rociadores

Los sistemas automáticos de rociadores serán del tipo de tuberías llenas, aunque pequeñas secciones no protegidas podrán ser del tipo de tuberías vacías si la Administración estima necesaria esta precaución. Las saunas se instalarán con un sistema de rociadores de tuberías vacías y la temperatura de funcionamiento de los cabezales rociadores podrá llegar a ser de hasta 140°C.

2.1.2 Sistemas de rociadores equivalentes a los especificados en los párrafos 2.2 a 2.4 Los sistemas automáticos de rociadores equivalentes a los especificados en los párrafos 2.2 a 2.4 serán aprobados por la Administración teniendo en cuenta las directrices elaboradas por la Organización. (**)



2.2 Fuentes de suministro de energía

2.2.1 Buques de pasaje

Habrà por lo menos dos fuentes de suministro de energìa para la bomba de agua de mar y el sistema automàtico de alarma y detecci3n. Cuando las fuentes de energìa para la bomba sean elèctricas, consistirán en un generador principal y una fuente de energìa de emergencia. Para abastecer la bomba habrà una conexi3n con el cuadro de distribuci3n principal y otra con el cuadro de distribuci3n de emergencia, establecidas mediante alimentadores independientes reservados exclusivamente para este fin. Los alimentadores no atravesaràn cocinas, espacios de máquinas ni otros espacios cerrados que presenten un elevado riesgo de incendio, salvo en la medida en que sea necesario para llegar a los cuadros de distribuci3n correspondientes, y terminarán en un conmutador inversor automàtico situado cerca de la bomba de los rociadores. Este conmutador permitirà el suministro de energìa desde el cuadro principal mientras se disponga de dicha energìa, y estarà proyectado de modo que, si falla ese suministro, cambie automàticamente al procedente del cuadro de emergencia. Los conmutadores de los cuadros principal y de emergencia seràn claramente designados por placas indicadoras y estaràn normalmente cerrados. No se permitirà ningùn otro conmutador en estos alimentadores. Una de las fuentes de suministro de energìa para el sistema de alarma y detecci3n serà una fuente de emergencia. Si una de las fuentes de energìa para accionar la bomba es un motor de combusti3n interna éste, ademàs de cumplir lo dispuesto en el pàrrafo 2.4.3, estarà situado de modo que un incendio en un espacio protegido no dificulte el suministro de aire.



2.3 Prescripciones relativas a los componentes

2.3.1 Rociadores

2.3.1.1 Los rociadores serán resistentes a la corrosión del aire marino. En los espacios de alojamiento y de servicio empezarán a funcionar cuando se alcance una temperatura comprendida entre 68°C y 79°C, pero en los lugares tales como cuartos de secado, en los que cabe esperar una alta temperatura ambiente, la temperatura a la cual empezarán a funcionar los rociadores se podrá aumentar hasta 30°C por encima de la máxima prevista para la parte superior del local de que se trate.

2.3.1.2 Se proveerán cabezales rociadores de respeto para todos los tipos y regímenes que haya instalados en el buque, según se indica a continuación:

Cantidad total de cabezales	Número de cabezales de respeto
<300	6
de 300 a 1000	12
>1000	24

El número de cabezales rociadores de respeto de cualquier tipo no excederá del número instalado correspondiente a ese tipo.

2.3.2 Tanques de presión

1. Se instalará un tanque de presión que tenga como mínimo un volumen igual al doble de la carga de agua especificada en el presente párrafo. Dicho tanque contendrá permanentemente una carga de agua dulce equivalente a la que descargaría en un minuto la bomba indicada en el párrafo 2.3.3.2, y la instalación será tal que en el tanque se mantenga una presión de aire suficiente para asegurar que, cuando se haya utilizado el agua dulce almacenada en él, la presión no sea menor en el sistema que la presión de trabajo del rociador más la presión ejercida por una columna de agua medida desde el fondo del tanque hasta el rociador más alto del sistema.



Existirán medios adecuados para reponer el aire a presión y la carga de agua dulce del tanque. Se instalará un indicador de nivel, de vidrio, que muestre el nivel correcto del agua en el tanque.

2.3.2.2 Se proveerán medios que impidan la entrada de agua de mar en el tanque.

2.3.3 Bombas de los rociadores

2.3.3.1 Se instalará una bomba motorizada independiente, destinada exclusivamente a mantener automáticamente la descarga continua de agua de los rociadores. La bomba comenzará a funcionar automáticamente al producirse un descenso de presión en el sistema, antes de que la carga permanente de agua dulce del tanque a presión se haya agotado completamente.

2.3.3.2 La bomba y el sistema de tuberías tendrán la capacidad adecuada para mantener la presión necesaria al nivel del rociador más alto, de modo que se asegure un suministro continuo de agua en cantidad suficiente para cubrir un área mínima de 280 m² al régimen de aplicación especificado en el párrafo 2.5.2.3. Habrá que confirmar la capacidad hidráulica del sistema mediante un examen de los cálculos hidráulicos y, acto seguido, una prueba del sistema, si la Administración lo juzga necesario.

2.3.3.3 La bomba tendrá en el lado de descarga una válvula de prueba con un tubo corto de extremo abierto. El área efectiva de la sección de la válvula y del tubo permitirá la descarga del caudal prescrito de la bomba, sin que cese la presión del sistema especificada en el párrafo 2.3.2.1.

2.4 Prescripciones relativas a la instalación

2.4.1 Generalidades

Toda parte del sistema que durante el servicio pueda ser sometida a temperaturas de congelación estará adecuadamente protegida.



2.4.2 Disposición de las tuberías

2.4.2.1 Los rociadores estarán agrupados en secciones separadas, con un máximo de 200 rociadores por sección. En los buques de pasaje ninguna sección de rociadores servirá a más de dos cubiertas ni estará situada en más de una zona vertical principal. No obstante, la Administración podrá permitir que la misma sección de rociadores sirva a más de dos cubiertas o esté situada en más de una zona vertical principal si estima que con ello no se reduce la protección contra incendios del buque.

2.4.2.2 Cada sección de rociadores será susceptible de quedar aislada mediante una sola válvula de cierre. La válvula de cierre de cada sección será fácilmente accesible, y estará situada fuera de la sección conexas o en taquillas ubicadas en los troncos de escalera, y su ubicación estará indicada de modo claro y permanente. Se dispondrá de los medios necesarios para impedir el accionamiento de las válvulas de cierre por personas no autorizadas.

2.4.2.3 Se dispondrá de una válvula de prueba para comprobar la alarma automática de cada sección de rociadores descargando una cantidad de agua equivalente a la de un rociador en funcionamiento. La válvula de prueba de cada sección estará situada cerca de la de cierre de esa sección.

2.4.2.4 El sistema de rociadores estará conectado al colector contraincendios del buque por medio de una válvula de retención con cierre de rosca, colocada en la conexión, que impida el retorno del agua desde el sistema hacia el colector.

2.4.2.5 En la válvula de cierre de cada sección y en un puesto central se instalará un manómetro que indique la presión del sistema.

2.4.2.6 La toma de agua de mar de la bomba estará situada, siempre que sea posible, en el mismo espacio que la bomba y dispuesta de modo que cuando el buque esté a flote no sea necesario cortar el abastecimiento de agua de mar para la bomba, como no sea a fines de inspección o reparación de ésta.



2.4.3 Emplazamiento de los sistemas

La bomba de los rociadores y el tanque correspondiente estarán situados en un lugar suficientemente alejado de cualquier espacio de máquinas de categoría A y fuera de todo espacio que haya de estar protegido por el sistema de rociadores.

2.5 Prescripciones relativas al control del sistema

2.5.1 Disponibilidad

2.5.1.1 Todo sistema automático de rociadores, detección de incendios y alarma contra incendios prescrito podrá entrar en acción en cualquier momento sin necesidad de que la tripulación lo ponga en funcionamiento.

2.5.1.2 Se mantendrá el sistema automático de rociadores a la presión necesaria y se tomarán las medidas que aseguren un suministro continuo de agua, tal como se prescribe en el presente capítulo.

2.5.2 Alarma e indicadores

2.5.2.1 Cada sección de rociadores contará con los medios necesarios para dar automáticamente señales de alarma visuales y acústicas en uno o más indicadores cuando un rociador entre en acción. Los sistemas de alarma serán tales que indiquen cualquier fallo producido en el sistema. Dichos indicadores señalarán en qué sección servida por el sistema se ha declarado el incendio, y estarán centralizados en el puente de navegación o en el puesto central de control con dotación permanente, y además, se instalará también un indicador que dé alarmas visuales y acústicas en un punto que no se encuentre en los espacios antedichos, a fin de asegurar que la señal de incendio es recibida inmediatamente por la tripulación.



2.5.2.2 En el emplazamiento correspondiente a uno de los indicadores mencionados en el párrafo 2.5.2.1 habrá interruptores para comprobar la alarma y los indicadores de cada sección de rociadores.

2.5.2.3 Los rociadores irán colocados en la parte superior y espaciados según una disposición apropiada para mantener un régimen medio de aplicación de $5l/m^2/min.$, como mínimo, sobre el área nominal de la zona protegida. Sin embargo, la Administración podrá permitir el uso de rociadores cuyo caudal de agua, siendo distinto, esté distribuido de modo que a su juicio no sea menos eficaz.

2.5.2.4 Junto a cada indicador habrá una lista o un plano que muestre los espacios protegidos y la posición de la zona con respecto a cada sección. Se dispondrá de instrucciones adecuadas para las pruebas y operaciones de mantenimiento.

2.5.3 Pruebas

Se proveerán medios para comprobar el funcionamiento automático de la bomba si se produce un descenso en la presión del sistema.

PRINCIPALES CAUSAS DE LOS INCENDIOS EN CÁMARA DE MÁQUINAS

Fugas de aceite en la Cámara de Máquinas:

La presencia de residuos y vapores de aceite de máquinas, pueden causar un incendio en la cámara de máquinas, incendio que, si no se debe al aceite en origen, se desarrollará igualmente en un corto periodo de tiempo.

Debe evitarse el derrame de aceites en la cámara de máquinas y mantenerse limpias la parte superior del doble fondo y sentinas. Debajo de los posibles puntos de goteo deben colocarse bandejas recogedoras para evitar que el aceite pueda derramarse.



Recalentamiento de cojinetes:

La fricción producida en los cojinetes o por piezas móviles en cualquiera de las máquinas que hay montadas a bordo de un buque puede producir zonas de muy altas temperaturas que llegan a fundir los metales y que de encontrar atmósferas de gases combustibles pueden dar lugar a explosiones o deflagraciones. Las causas de estos recalentamientos son normalmente la falta de lubricación, así como, la rotura o desprendimiento de piezas en su interior. Cuando se tema que hay recalentamiento en el interior de una máquina, debe pararse inmediatamente, continuando funcionando su sistema de refrigeración si dispone de él y dejar pasar un cierto intervalo de tiempo antes de quitar las tapas que dan acceso a su interior para dar tiempo a que se enfríen los puntos calientes antes de que penetre el aire (Oxígeno) en su interior y pueda producirse una mezcla inflamable con los vapores del aceite lubricante.

Ignición espontánea:

Cuando a los productos líquidos procedentes del petróleo se les calienta lo suficiente, se incendian sin la aplicación de una llama descubierta. Este proceso de autoignición es muy común cuando los aceites combustibles o lubricantes, se pulverizan sobre una superficie caliente. También se puede producir la ignición espontánea cuando se derrama aceite sobre revestimientos, que estén calientes, al evaporizarse si alcanzan adecuada estallan en llamas. Las tuberías de combustible, requieren una especial atención para evitar que se rocíen de éste por pérdidas.

Otro origen de incendios por autoignición puede ser paquetes de materiales humedecidos o empapados en aceite, tales como algodón, trapos, ropa sucia, etc.

Cualquiera de éstos impregnado en aceite debe ser desechado tan pronto como sea posible.

También deben tomarse precauciones especiales cuando se transporten en las bodegas mercancías que estén impregnadas con aceites, por ejemplo, las virutas metálicas procedentes del mecanizado de piezas metálicas, o bien otros ser de productos que al oxidarse si la travesía dura varios días pueden llegar a alcanzar la temperatura de autoignición (ej. carbón).



Trabajos en caliente:

Los trabajos con equipos que originen calor o chispas pueden dar lugar a incendios (Soldadura, corte.. .etc.). Antes de iniciar un trabajo de esta naturaleza, trabajo en caliente, si se trata de un espacio cerrado debe ventilarse el compartimento y comprobarse con un detector de gases inflamables que el nivel de éstos no supera el 1 % límite inferior de inflamabilidad.

En todos los casos deberán eliminarse en un espacio de por lo menos 10 metros a la redonda de la zona de trabajo en caliente todos los cascarones de óxido, barro y sedimentos. También es necesario comprobar que los compartimentos adyacentes están desgasificados y no pueden llegar gases de otros compartimentos a través de cualquier conducto de ventilación, así como, que no hay materias inflamables que puedan incendiarse por el calor transmitido por los mamparos.

PREVENCIÓN DE INCENDIOS

De la experiencia de la última guerra mundial se ha deducido que se han perdido más barcos a causa del fuego que por cualquier otra sola causa.

Se ha demostrado numerosas veces que los barcos de acero pueden convertirse en auténticos hornos al rojo vivo, al arder los combustibles que llevan en su interior. Ha habido ocasiones en que ha sido preciso abandonar buques, prácticamente intactos, porque la propagación del incendio que empezó siendo pequeño, impidió que se pudiesen reparar las averías que había producido.

La prevención y extinción de incendios constituyen dos factores tan vitales en las posibilidades de supervivencia de un buque, que es preciso realizar los mayores esfuerzos para que los riesgos de incendios a bordo sean mínimos. Las precauciones generales que se adoptan para prevenirlo son las siguientes:

- ❑ Eliminación de todos los combustibles no esenciales; existen unas instrucciones sobre los materiales combustibles que pueden llevar los barcos. Es de mayor



importancia que se sigan al pie de la letra, evitando que se introduzcan a bordo materiales combustibles que no estén autorizados en este documento.

- Sustitución, siempre que sea posible de materiales combustibles por otros que no lo sean, o que lo sean en menor medida, usar lonas y chalecos salvavidas semi incombustibles, cortinas y aislamientos de tuberías de fibra de vidrio, pinturas semi incombustibles, muebles metálicos, películas semi incombustibles...etc.

- Limitación al mínimo de los combustibles necesarios (Aceites lubricantes y grasa); deben llevarse a bordo solamente las cantidades necesarias para las operaciones en curso. Este requerimiento es mucho más fácil de cumplimentar en tiempos de paz, ya que siempre se sabrá con mayor exactitud la duración y clase de operaciones en que se va a tomar parte en el buque.



DISEÑO DEL SISTEMA

Desde el día 1 de octubre del 2005 todos los buques de pasaje de más de 2000 gt están equipados con un sistema de aplicación local aprobado en los espacios de maquinaria, además del sistema de *sprinkler* en las zonas de acomodación.

Mediante este proyecto y su estudio llevaremos a cabo el desarrollo de una metodología diferente como el efecto de que el volumen de la sala de máquinas sea reducido aunque aumente el tamaño, haciendo que la interacción de las gotas con el fuego sea cada vez más importante como mecanismo de extinción.

DESCRIPCIÓN Y ESPECIFICACIONES GENERALES DEL BUQUE

➤ Características generales del buque

El buque, que es objeto del proyecto, es del tipo RORO/pax, especialmente diseñado para el transporte de cargas rodadas y pasaje en general, cuyas características principales se describen de acuerdo con la especificación técnica del contrato.

Dispondrá de nueve cubiertas, la acomodación para la tripulación y pasaje se situará lo largo de la eslora del buque y con la cámara de máquinas a 1/3 a popa del buque.

Dispone así mismo de un túnel central en Doble Fondo para comunicación entre zona de Cámara de Máquinas y el local de las hélices de proa, y de un tronco central para guardacalor, accesos, etc.

El buque dispone de tres espacios de carga (bodega, cubierta principal y entrepuente sobre cubierta superior), y de una cubierta de coches para el transporte de turismos entre cubierta cinco y cubierta seis.



La carga y descarga de las mercancías se efectuará desde la cubierta número tres (principal), que tiene acceso directo al muelle mediante dos puertas-rampa de popa independientes.

La comunicación entre esta cubierta número tres y la cubierta cinco se realiza por medio de dos rampas fijas, una destinada al tráfico de camiones y otra al tráfico de turismos. A su vez la comunicación entre las cubiertas tres y uno se realiza por medio de una rampa fija, con cierre de tapas estancas. El acceso a la cubierta de coches se realiza a través de rampas móviles integradas en dicha cubierta.

Cabe destacar también que se pueden transportar mercancías peligrosas en el garaje de doble fondo, excepto aquellas incluidas en las categorías 6.2 y 7, infecciosas y radioactivas respectivamente, con las limitaciones impuestas por la Administración.

Para el acceso de pasaje desde el exterior, se disponen dos puertas a cada costado, unas en la Cubierta 5 y otras en la Cubierta 7.

Para una mayor comodidad del pasaje, el buque dispone a cada banda de un estabilizador de aletas, como un sistema antiescora de accionamiento automático, que además de corregir las escoras producidas durante las operaciones de carga y descarga del buque, actuara también para la corrección del turnado de forma automática.

La propulsión del buque se efectúa por cuatro motores diesel semirrápidos acoplados en paralelo a dos reductores que alimentan las dos líneas de ejes con hélices de paso variable. El gobierno del buque se realiza a través de dos timones semicompensados. Para maniobras en puerto se dispone a proa de dos propulsores transversales, con hélice de paso variable.

Habitualmente los elementos que constituyen al sistema de extinción de incendios son la red de tuberías las cuales y desde el tanque de agua dulce llegan a cada una de las zonas que deben estar protegidas ante un peligro de



incendio y en las que se hace uso del agente extintor, como son los motores principales, auxiliares, calderas y purificadoras de fuel oil.

A su vez dicho sistema está formado esencialmente por alarmas situadas estas en cada una de las zonas antes expuestas así como detectores ultravioletas y de humo.

En nuestro caso lo vamos a aplicar a la sala de máquinas de un buque de pasaje de 900 pasajeros cuyas características principales son:

- Eslora total: 192 m
- Eslora entre perpendiculares: 176,4 m
- Manga de trazado : 27,84 m
- Puntal a la cubierta de cierre / francobordo: 11,72
- Calado de trazado: 7,44 m

La propulsión la conforman:

- 4 motores principales desarrollan una potencia nominal de 3500Kw cada uno a 3600 r.p.m.
- Y los grupos electrógenos son 4 motores auxiliares de 850Kw cada uno de potencia nominal.



Nuestro buque estará compuesto por un total de 9 cubiertas, en el cual la sala de maquinas se halla bajo la cubierta de garaje a popa del mismo. A su vez, dicha sala de maquinas se divide en 3 zonas claramente fragmentada mediante mamparos con sus puertas estancas correspondientes.

La 1ª donde se sitúan los motores principales y las calderas, con unas dimensiones de eslora : 18,9 m, manga: 24,84 m y altura : 3,6 m.

La 2ª donde se sitúan los purificadores de fuel-oil, con unas dimensiones de eslora: 9,6 m, manga: 24,3 m y altura: 3,6 m.

La 3ª donde se sitúan los motores auxiliares, con unas dimensiones de eslora : 10,44 m, manga: 24,3 m y altura : 3,6 m.



CALCULOS



CÁLCULO DE LOS COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN

Según el diseño de la instalación el componente determinante del cálculo de ellas son las boquillas o rociadores. Ellas deben de cumplir los requisitos contemplados en las Normas MSC/Cir.913.

Características de las boquillas a instalar. En este caso serán GW5 las cuales aportan un coeficiente de pérdidas y una presión de trabajo adecuadas con las que podemos hallar su caudal de trabajo. Han sido elegidas de forma similar a las que el buque posee instalada en su zona de habilitación, esto es:

$$Q = K \cdot \sqrt{P}$$

Q: Caudal (l/min o bien m^3/h)

P: Presión (bares)

K: Coeficiente de pérdidas

$K = 5$ (según catalogo)

$P = 4$ bar (valor escogido acorde con el catalogo del fabricante)

Por lo tanto

$$Q = 5 \cdot \sqrt{4} = 10 \frac{l}{min} = 0,6 \frac{m^3}{h}$$

La determinación de los parámetros inicialmente necesarios para efectuar el cálculo de los componentes de la instalación que se ha diseñado, nos conduce a considerar inicialmente un diámetro interior mínimo de la tubería a montar tomada en base a los planos iniciales del buque para la instalación de splinkler de garaje o habilitación.



Para este cálculo sólo nos basta saber el caudal óptimo, proporcionado por el fabricante, y así obtener la velocidad del fluido mediante la siguiente fórmula:

$$V = \frac{Q \cdot 4}{\pi \cdot (D_{INT} \cdot 10^{-3})^2}$$

$Q = 9 \text{ m}^3/\text{h}$ (Bomba Lowara)

Se elige este valor de caudal debido a que las velocidades mínimas convenientes han de estar por encima de 2 m/s, y tras realizar un estudio previo para 6 y 7,2 m/s el cual no satisfacía estas velocidades mínimas, se escogió según el catálogo de la bomba, este caudal de 9 m/s.

DN32 = 36 mm

De esta forma y con estos datos, hallamos $V = 2,457 \text{ m/s}$

Una vez determinados dichos factores procedemos a realizar el cálculo de pérdidas de carga en la instalación, para posteriormente verificar los parámetros de la bomba a instalar.

Antes de realizar el cálculo de pérdidas de carga se hace referencia a la teoría y formulario necesario, basándonos en el libro *Mecánica de fluidos incompresibles y turbo máquinas hidráulicas*.



RESISTENCIA DE FORMA EN TUBERÍAS

En un sistema de tuberías además de las pérdidas por fricción existen pérdidas locales o accidentales, debidas a desprendimientos de la capa límite. Estas pueden originarse por:

- Ensanchamiento brusco o gradual de sección.
- Estrechamiento brusco o gradual de sección.
- Entrada o salida de tuberías.
- Codos, T y otros accesorios

Para la determinación de estas pérdidas pueden utilizarse dos procedimientos.

Método del coeficiente de pérdida.

El coeficiente de pérdidas (K) viene definido por el cociente entre la pérdida descarga H que origina el accesorio y la altura cinética $\frac{v^2}{2 \cdot g}$:

$$K = \frac{H}{\frac{v^2}{2 \cdot g}} \text{ luego las pedidas son } H = K \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Para un sistema en el que intervengan la longitud de la tubería y varios accesorios, cuyos coeficientes sean $K_1 + K_2 + K_3 \dots$, la pérdida de carga total se obtiene por la expresión:

$$H = \frac{v^2 \cdot \left(f \cdot \frac{L}{D} \right) + \sum K}{2 \cdot g}$$

donde v es la velocidad del fluido, L la longitud de la tubería, D el diámetro de la misma y g la fuerza gravitatoria.



Método de longitud equivalente.

Este método consiste en sustituir el accesorio por una longitud equivalente de tubería, que origine por rozamiento la misma pérdida.

Para un sistema en el que intervengan la longitud de la tubería y varios accesorios cuyas longitudes equivalentes sean $L_{e_1}, L_{e_2}, L_{e_3}, \dots$, la pérdida de carga total sería:

$$H = \frac{f \cdot (L + \sum L_e) \cdot v^2}{2 \cdot g \cdot D_{INT}}$$

Nota: En el caso de este proyecto se han empleado ambos métodos.

FORMULARIO Y DATOS EMPLEADOS

- $V = \frac{Q \cdot 4}{\pi \cdot (D_{INT} \cdot 10^{-3})^2}$
- $N^\circ \text{Re ynolds} = \frac{V \cdot D_{INT}}{\delta}$
- Rugosidad absoluta acero galvanizado = 0.15mm
- $ER = (\text{rugosidad relativa}) = \frac{\text{rugosidad, absoluta, acero}}{D_{INT}}$
- Coeficiente fricción (f): $\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log \left(\frac{ER}{3.7} + \frac{2.51}{N^\circ \text{Re ynolds}} \right)$
- $H = \frac{f \cdot (L + \sum L_e) \cdot v^2}{2 \cdot g \cdot D_{INT}}$
- $H = K \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$



Estrechamientos

Para un mismo cociente de diámetros $\frac{d}{D} = 0.76$, las pérdidas son menores que en un ensanchamiento.

Puede utilizarse la expresión:

$$K = 0.42 \cdot \left(1 - \frac{d^2}{D^2}\right)$$

Para $\frac{d}{D} > 0.76$, se emplea la ecuación:

$$K = \left(1 - \frac{d^2}{D^2}\right)^2$$

En el estrechamiento la energía cinética se mide en el menor diámetro. La pérdida será pues:

$$H = K \cdot \frac{v_2^2}{2 \cdot g}$$

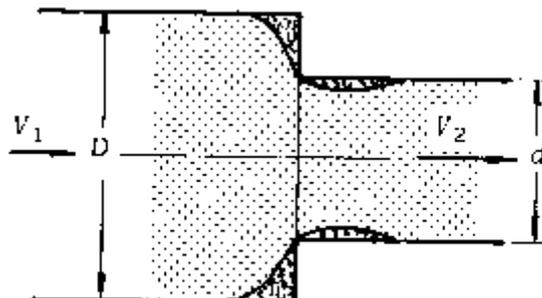


Figura. Estrechamiento o reducción



Cálculo de pérdidas de carga en la aspiración

Longitud equivalente en accesorios

Codo 90°-----2 • 2.5 = 5m

Válvula retención-----1 • 4 = 4m

Longitud equivalente total (L_e)-----9m

Longitud de tubería (L)-----1.2m

Con lo cual y con la siguiente ecuación detallada con anterioridad hallamos las pérdidas de carga en la línea de aspiración, esto es;

$$H = \frac{f \cdot (L + \sum L_e) \cdot v^2}{2 \cdot g \cdot D_{INT}} = 2,507 \text{ m.c.a} = 0.25 \text{ bar.}$$



Cálculo de pérdidas en la sección de motores principales de estribor.

El cálculo se ha realizado sobre la sección de los motores principales de estribor ya que es la zona que necesita mayor volumen de agua.

Todos los datos empleados se recogen en la tabla. **Valores obtenidos del cálculo hidráulico.**

1. Tramo DN32 sin accesorios

Longitud de tubería (L)-----34.2m

$$H_1 = \frac{f \cdot L \cdot v^2}{2 \cdot g \cdot D_{INT}} = 8,404 \text{ m.c.a} = 0.8404 \text{ bar}$$

2. codo 90° normal

$$H_2 = K \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0,27 \text{ m.c.a} = 0.027 \text{ bar}$$

3. válvula retención

$$H_3 = K \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0,76 \text{ m.c.a} = 0.076 \text{ bar}$$

4. codo 90° normal

$$H_4 = K \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0,27 \text{ m.c.a} = 0.027 \text{ bar}$$

**5.filtro**

$$H_5 = K \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 1,93 \text{ m.c.a} = 0,193 \text{ bar}$$

6-13.codo 90° normal

$$H_{(6-13)} = K \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0,27 \text{ m.c.a} = 0.027 \text{ bar}$$

14.Empalme en T normal

$$H_{14} = K \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0,55 \text{ m.c.a} = 0.055 \text{ bar}$$

15 y 16.codo 90° normal

$$H_{(15y16)} = K \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0,27 \text{ m.c.a} = 0.027 \text{ bar}$$

17 y 18 Empalme en T normal

$$H_{(17y18)} = K \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0,55 \text{ m.c.a} = 0.055 \text{ bar}$$

19 y 20.codo 90° normal

$$H_{(19y20)} = K \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0,27 \text{ m.c.a} = 0.027 \text{ bar}$$



21. Pérdidas estrechamiento

$\frac{d}{D} = \frac{27.3}{36} = 0.76$, luego aplico la ecuación siguiente para sacar el factor K.

$$K = 0.42 \cdot \left(1 - \frac{d^2}{D^2}\right) = 0.180$$

Hallamos la velocidad con la que sale el fluido (V_2) mediante:

$$K = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2 \cdot g}$$

Donde V_2 será la velocidad de salida y V_1 la de entrada.

Por tanto las pérdidas son:

$$H_{21} = K \cdot \frac{v_2^2}{2 \cdot g} = 0.087 \text{ m.c.a.} = 0.0087 \text{ bar}$$

22. Pérdidas tramo DN25

Longitud tubería = 5,4m

$$H_{22} = \frac{f \cdot L \cdot v^2}{2 \cdot g \cdot D_{INT}} = 2,96 \text{ m.c.a.} = 0,296 \text{ bar}$$

en este tramo varía la velocidad del fluido ya que existe un estrechamiento de diámetros, y para hallar la velocidad del fluido usamos la fórmula inicial de;

$$V = \frac{Q \cdot 4}{\pi \cdot (D_{INT} \cdot 10^{-3})^2}$$

$D_{INT} (\text{DN25}) = 27,3 \text{ mm}$



23. Pérdidas estrechamiento

En este tramo el diámetro disminuye de nuevo de DN25 a DN20 para aumentar la presión y poder abastecer al ramal de boquillas, con la presión de trabajo suficiente demandada por estas, es decir;

$$\frac{d}{D} = \frac{21.7}{27.3} = 0.79 > 0.76, \text{ luego aplico la ecuación siguiente para sacar el factor K.}$$

$$K = \left(1 - \frac{d^2}{D^2}\right)^2 = 0.135$$

Las pérdidas son:

$$H_{23} = K \cdot \frac{v_2^2}{2 \cdot g} = 0.085 \text{ m.c.a} = 0.0085 \text{ bar.}$$

24. tramo de tubería DN20

Longitud tubería = 3,6m

$$H_{24} = \frac{f \cdot L \cdot v^2}{2 \cdot g \cdot D_{INT}} = 1,66 \text{ m.c.a.} = 0,166 \text{ bar.}$$

25. Pérdida en codo 90° normal

$$H_{25} = K \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0,27 \text{ m.c.a} = 0.027 \text{ bar.}$$

26. Pérdidas en el tramo DN20

Longitud tubería = 1.8m

$$H_{26} = \frac{f \cdot L \cdot v^2}{2 \cdot g \cdot D_{INT}} = 0,82 \text{ m.c.a} = 0.082 \text{ bar.}$$

**27. Pérdidas en el tramo DN20**

Longitud tubería=1.8 m

$$H_{27} = \frac{f \cdot L \cdot v^2}{2 \cdot g \cdot D_{INT}} = 0,54 \text{ m.c.a} = 0.054 \text{ bar.}$$

28. Pérdidas en el tramo DN20

Longitud tubería=1.8m

$$H_{28} = \frac{f \cdot L \cdot v^2}{2 \cdot g \cdot D_{INT}} = 0,32 \text{ m.c.a} = 0.032 \text{ bar.}$$

29. Pérdidas en el tramo DN20

Longitud tubería=1.8m

$$H_{29} = \frac{f \cdot L \cdot v^2}{2 \cdot g \cdot D_{INT}} = 0,161 \text{ m.c.a} = 0.0161 \text{ bar.}$$

30. Pérdidas en el tramo DN20

Longitud tubería=1.8m

$$H_{30} = \frac{f \cdot L \cdot v^2}{2 \cdot g \cdot D_{INT}} = 0.055 \text{ m.c.a} = 0.0055 \text{ bar.}$$

H TOTAL = 2,53 bar = 25,3 m.c.a



VALORES OBTENIDOS EN EL CALCULO HIDRAULICO

Nº EN EL PLANO	1	2	3	4	5
FLUIDO	agua	agua	agua	agua	agua
CAUDAL(m³/h)	9	9	9	9	9
DENSIDAD(kg/m³)	998,2	998,2	998,2	998,2	998,2
VISCOSIDAD(m²/s)	1,003 E-6				
ELEMENTO	tramo	codo 90°	V. Retenc.	codo 90°	filtro
RUGOSIDAD ABSOLUTA	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
RUGOSIDAD RELATIVA	4,17 E-3				
VELOCIDAD(m/s)	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45
Nº REYNOLDS	8,81 E4				
REGIMEN	turbulento	turbulento	turbulento	turbulento	turbulento
COEF.FRICCION (f)	0,0289	0,0289	0,0289	0,0289	0,0289
COEF.PERDIDAS (K)	--	0,9	2,5	0,9	6,5
PERDIDAS(bar)	0,8404	0,027	0,0761	0,027	0,19

Nº EN EL PLANO	6	7	8	9	10
FLUIDO	agua	agua	agua	agua	agua
CAUDAL(m³/h)	9	9	9	9	9
DENSIDAD(kg/m³)	998,2	998,2	998,2	998,2	998,2
VISCOSIDAD(m²/s)	1,003 E-6				
ELEMENTO	codo 90°				
RUGOSIDAD ABSOLUTA	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
RUGOSIDAD RELATIVA	4,17 E-3				
VELOCIDAD(m/s)	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45
Nº REYNOLDS	8,81 E4				
REGIMEN	turbulento	turbulento	turbulento	turbulento	turbulento
COEF.FRICCION (f)	0,0289	0,0289	0,0289	0,0289	0,0289
COEF.PERDIDAS (K)	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
PERDIDAS(bar)	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027



Nº EN EL PLANO	11	12	13	14	15
FLUIDO	agua	agua	agua	agua	agua
CAUDAL(m³/h)	9	9	9	9	9
DENSIDAD(kg/m³)	998,2	998,2	998,2	998,2	998,2
VISCOSIDAD(m²/s)	1,003 E-6	1,003 E-6	1,003 E-6	1,003 E-6	1,003 E-6
ELEMENTO	codo 90°	codo 90°	codo 90°	empalme en T	codo 90°
RUGOSIDAD ABSOLUTA	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
RUGOSIDAD RELATIVA	4,17 E-3	4,17 E-3	4,17 E-3	4,17 E-3	4,17 E-3
VELOCIDAD(m/s)	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45
Nº REYNOLDS	8,81 E4	8,81 E4	8,81 E4	8,81 E4	8,81 E4
REGIMEN	turbulento	turbulento	turbulento	turbulento	turbulento
COEF.FRICCION (f)	0,0289	0,0289	0,0289	0,0289	0,0289
COEF.PERDIDAS (K)	0,9	0,9	0,9	1,8	0,9
PERDIDAS(bar)	0,027	0,027	0,027	0,055	0,027

Nº EN EL PLANO	16	17	18	19	20
FLUIDO	agua	agua	agua	agua	agua
CAUDAL(m³/h)	9	9	9	9	9
DENSIDAD(kg/m³)	998,2	998,2	998,2	998,2	998,2
VISCOSIDAD(m²/s)	1,003 E-6	1,003 E-6	1,003 E-6	1,003 E-6	1,003 E-6
ELEMENTO	codo 90°	empalme en T	empalme en T	codo 90°	codo 90°
RUGOSIDAD ABSOLUTA	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
RUGOSIDAD RELATIVA	4,17 E-3	4,17 E-3	4,17 E-3	4,17 E-3	4,17 E-3
VELOCIDAD(m/s)	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45
Nº REYNOLDS	8,81 E4	8,81 E4	8,81 E4	8,81 E4	8,81 E4
REGIMEN	turbulento	turbulento	turbulento	turbulento	turbulento
COEF.FRICCION (f)	0,0289	0,0289	0,0289	0,0289	0,0289
COEF.PERDIDAS (K)	0,9	1,8	1,8	0,9	0,9
PERDIDAS(bar)	0,027	0,055	0,055	0,027	0,027



Nº EN EL PLANO	21	22	23	24	25
FLUIDO	agua	agua	agua	agua	agua
CAUDAL(m³/h)	9	6,48	6,48	3,24	3,24
DENSIDAD(kg/m³)	998,2	998,2	998,2	998,2	998,2
VISCOSIDAD(m²/s)	1,003 E-6	1,003 E-6	1,003 E-6	1,003 E-6	1,003 E-6
ELEMENTO	estrechamiento	tramo	estrechamiento	tramo	codo 90º
RUGOSIDAD ABSOLUTA	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
RUGOSIDAD RELATIVA	4,17 E-3	5,49 E-3	5,49 E-3	6,91 E-3	6,91 E-3
VELOCIDAD(m/s)	2,45	3,08	3,08	2,43	2,43
Nº REYNOLDS	8,81 E4	8,38 E4	8,38 E4	7,52 E4	7,52 E4
REGIMEN	turbulento	turbulento	turbulento	turbulento	turbulento
COEF.FRICCION (f)	0,0289	0,031	0,031	0,033	0,033
COEF.PERDIDAS (K)	0,18	--	0,135	--	0,9
PERDIDAS(bar)	0,0087	0,296	0,0085	0,16	0,027

Nº EN EL PLANO	26	27	28	29	30
FLUIDO	agua	agua	agua	agua	agua
CAUDAL(m³/h)	3,24	2,64	2,04	1,44	0,84
DENSIDAD(kg/m³)	998,2	998,2	998,2	998,2	998,2
VISCOSIDAD(m²/s)	1,003 E-6				
ELEMENTO	tramo	tramo	tramo	tramo	tramo
RUGOSIDAD ABSOLUTA	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
RUGOSIDAD RELATIVA	6,91 E-3				
VELOCIDAD(m/s)	2,43	1,98	1,53	1,08	0,63
Nº REYNOLDS	7,52 E4	4,28 E4	3,31 E4	2,33 E4	1,36 E4
REGIMEN	turbulento	turbulento	turbulento	turbulento	turbulento
COEF.FRICCION (f)	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033
COEF.PERDIDAS (K)	--	--	--	--	--
PERDIDAS(bar)	0,082*2	0,054*2	0,032*2	0,016*2	0,0055*2

Nota: Los tramos del 26 al 30 han sido multiplicados por dos debido a que hay 2 ramales equivalentes.
 Puede verse la numeración en el plano nº2



Parámetros a determinar para la instalación de la bomba

- Altura manométrica
- NPSH disponible de la bomba
- Potencia accionadora

Alturas de trabajo.

Generalmente la bomba aspira de un depósito bajo una presión absoluta P_a , a un nivel H_{ga} con respecto al eje de la bomba, o respecto al centro del primer impulsor si es bomba vertical, e impulsa el líquido a otro depósito a nivel H_{gi} y a una presión absoluta P_i

Expresando las presiones como energía, es decir, en metros de columna de líquido, tendremos:

- Altura geométrica de aspiración (H_{ga})
- Altura geométrica de impulsión (H_{gi})
- Altura geométrica total (H_{gt})

El valor de H_{gi} depende del valor de la presión en la brida de aspiración. Si ésta es negativa o sea, menor que la presión atmosférica, entonces el valor de la altura geométrica total será: $H_{gt} = H_{gi} + H_{ga}$. En tal caso, se dice que la bomba trabaja con aspiración. Por el contrario cuando la presión en la brida de aspiración, es mayor que la presión atmosférica, la bomba trabaja con carga. Siendo $H_{gt} = H_{gi} - H_{ga}$.

Diseñaremos la aspiración de las bombas de manera que las pérdidas de carga en la aspiración sean mínimas.



Llamando “ h_a ” a las pérdidas de carga en el conducto de aspiración y “ h ” a las del conducto de impulsión, tendremos:

- Altura total en la aspiración. $H_a = P_a + H_{ga} - h_a$
- Altura total en la impulsión: $H_i = P_i + H_{gi} - h_i$
- Altura total manométrica: $= P_i - P_a + H_{gi} - h_i - h_a$

La altura total en la aspiración es la energía total del líquido en la brida de aspiración, y la altura total en la impulsión es la energía del líquido en la brida de descarga. Siendo pues, la altura total manométrica, la diferencia entre ambas, o sea, la energía cedida por la bomba al líquido por unidad de masa. Si se dispone un manómetro industrial en la brida de aspiración y en la de descarga, la altura total desarrollada por la bomba será la diferencia de sus lecturas, más la diferencia de alturas cinéticas $\frac{v_i^2 - v_a^2}{2 \cdot g}$ que a menudo es despreciable y no se considera.

Altura manométrica: Se considera como la altura que debe ser capaz de generar la bomba para poder elevar un determinado caudal desde el nivel de aspiración hasta el de descarga, venciendo las correspondientes pérdidas de carga del sistema. Fruto de sus características físicas de elementos que la conforman. Para su determinación podemos tomar la siguiente fórmula :

$$H_m = H_g + Z_{total} + \frac{P_i - P_a}{\rho} \cdot 10 + \frac{v_i^2 - v_a^2}{2 \cdot g}$$

El tercer y cuarto miembro de la ecuación los consideramos despreciables ya que sus valores son muy pequeños comparados con H y Z , como se dijo anteriormente.

Altura geométrica de aspiración, según plano se toma las peores condiciones, es decir, cuando el tanque de agua dulce se encuentra al límite



del suministro. Se considera valor negativo debido a que la bomba esta situada por encima de la superficie del liquido de aspiración. Luego $H_{ga} = 1\text{ m}$

Altura del elemento más elevado en la descarga, según plano cualquier boquilla de descarga al estar todas a la misma altura. Luego $H_{gi} = 3\text{ m}$

Pérdidas en la descarga, $Z_d = 25,28\text{ m}$

Pérdidas en la aspiración, $Z_a = 2,507\text{ m}$

Simplificada la fórmula anterior nos queda:

$$H_m = H_g + Z_{total} = (H_{gi} + H_{ga}) + (Z_a + Z_d) = 3 + (-1) + 2,507 + 25,28 = 28,787\text{ m.c.a}$$

Npsh disponible de la bomba:

➤ **Cavitación:**

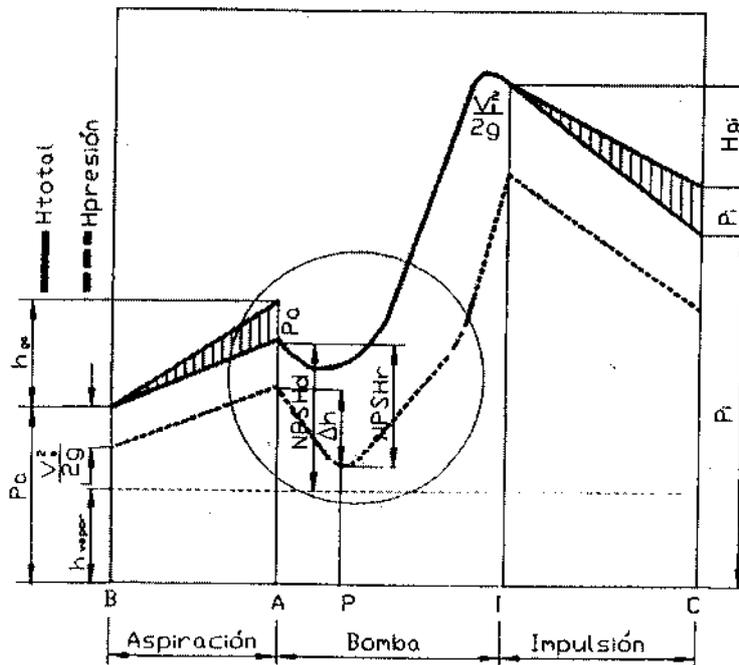
La presión o altura estática a que un líquido puede estar sometido, ha de ser siempre mayor o igual que su tensión de vapor. Si se hiciera menor, el líquido se vaporizaría en cantidad suficiente para restablecer una presión igual a su tensión de vapor. Por esto, si la altura de presión del liquido en la brida de aspiración, igual a $H_A - \frac{v_a^2}{2 \bullet g}$ (Altura total en la aspiración (Energía) menos la

energía cinética del líquido, nos queda la presión, altura estática o altura de presión) fuera menor que la tensión de vapor, debido a una altura geométrica de aspiración negativa excesiva o a elevadas perdidas de carga en el conducto de aspiración, el líquido se vaporizaría a la entrada de la bomba. Al seguir ésta desarrollando la misma altura en metros de columna de fluido, la presión bajaría en la proporción densidad líquido / densidad vapor y en muchos casos sería insuficiente para sostener la tubería de aspiración llena de líquido, vaciándose, y por consiguiente descebando la bomba. Las bombas centrífugas además, no están previstas para funcionar en seco, ya que necesitan del



líquido como lubricante en los juegos de empaquetadura con eje y aros rozantes entre si, luego la bomba se deterioraría.

No basta, sin embargo, que la presión en la aspiración sea igual o mayor que la tensión de vapor para un funcionamiento correcto de la bomba. En la siguiente figura representamos el diagrama de las variaciones de presión en el sistema.



En el gráfico anterior podemos ver que en el interior de la bomba se produce una caída de presión Δh antes de empezar ésta a aumentar por la acción del impulsor. Las causas de esta caída de presión interna Δh , llamada también depresión dinámica o altura de presión crítica, son las pérdidas de carga internas y los aumentos de velocidad en el codo de entrada del impulsor, en el borde de los alabes y en la cara superior de éstos.

Todas estas pérdidas locales de presión, difíciles de evaluar exactamente, se pueden considerar proporcionales al cuadrado de ω_i , que es la velocidad relativa del líquido con respecto al impulsor, y su suma se puede



hacer igual a: $\Delta h = \frac{\lambda \cdot \omega_i^2}{2}$ donde λ es un coeficiente experimental que depende del acabado superficial, forma de la bomba y forma del comienzo del perfil del alabe.

La presión en la brida de aspiración, aun siendo mayor que la tensión de vapor, puede no ser lo suficiente para evitar la formación de vapor en el interior de la bomba. En este caso el líquido, al llegar a los alrededores de la zona donde la presión es más baja (Suele hallarse cerca del borde interno en la cara posterior de la alabes) y su presión disminuir por las pérdidas de carga y aumentos de velocidad por debajo de la tensión de vapor, comienza a vaporizarse, creando en el seno del líquido burbujas o cavidades (De aquí el nombre de cavitación).

Estas burbujas, que serán mayores cuanto mayor sea el defecto de presión, son arrastradas por el líquido, y al aumentar la presión por encima de la tensión de vapor llega un momento en que éste vuelve a condensarse de forma brusca, con la consiguiente implosión de las burbujas.

Los efectos más importantes de la cavitación son los siguientes:

- Al formarse las cavidades o burbujas, debido a que el volumen específico en la fase vapor es mucho mayor que en la de líquido, la capacidad disminuye de manera importante e irregular.
- Al implosionar las burbujas bruscamente en las zonas de alta presión, se producen ondas de presión o pequeños golpes de ariete, que dan lugar a erosión, ruido y vibración.



Altura neta positiva en la aspiración NPSH

Para que una bomba centrífuga funcione sin cavitación es necesario que la presión del líquido en el punto de la bomba en que es mínima, sea igual o mayor que la tensión de vapor del líquido. Luego la presión del líquido en la brida de aspiración ha de ser superior a la tensión de vapor en una cantidad mínima Δh , caída de presión interna, es decir:

$$H_{LIQUIDO} - H_{VAPOR} > \Delta h$$

Si nos referimos, en vez de a la presión, a la altura total en la aspiración, su diferencia con la tensión de vapor para funcionamiento sin cavitación, tendrá que ser la velocidad en la brida de entrada.

$$H_{LIQUIDO} = \frac{v_a^2}{2 \bullet g} - H_{VAPOR} > \Delta h + \frac{v_a^2}{2 \bullet g}$$

$$H_a - H_{VAPOR} > \Delta h + \frac{v_a^2}{2 \bullet g} \quad (1)$$

La altura total del líquido menos la tensión de vapor, se llama altura neta y expresa la máxima energía por unidad de peso que el líquido puede perder sin evaporarse.



Así a $H_a - H_{VAPOR}$ altura total en la aspiración, menos tensión de vapor, se le llama altura neta positiva en la aspiración (NPSH). Es la altura neta que el sistema deja disponible en la brida de aspiración a la que va acoplada la bomba. Por ello, se le llama NPSH disponible, siendo:

$$NPSH_d = H_a - H_{vapor} = P_a + H_{ga} - h_a - H_{vapor}$$

P_a : presión en el tanque de aspiración

H_{ga} : altura geométrica de aspiración

h_a : pérdidas en el conducto de aspiración

H_{VAPOR} : tensión vapor del líquido

El NPSH disponible depende por tanto, de las características del sistema de conducción. Es por tanto, un dato que podemos calcular tan sólo en función del sistema de conducción.

Por otra parte, la bomba para funcionar sin cavitación, únicamente requiere una NPSH en su brida de entrada igual al segundo miembro de la inecuación (1). Es decir, la NPSH requerida será:

$$NPSH_r = \Delta h + \frac{v_a^2}{2 \bullet g} = \frac{\lambda \bullet \omega_1^2}{2 \bullet g} + \frac{v_a^2}{2 \bullet g}$$

En definitiva, para que una bomba pueda trabajar bajo condiciones de no cavitación, **NPSHd > NPSHr** que no es más que otra forma de expresar la inecuación (1), siendo:

$$NPSH_d = H_a - H_{VAPOR}$$

$$NPSH_r = \Delta h + \frac{v_a^2}{2 \bullet g}$$



$$NPSH_d = H_a - H_{vapor} = P_a + H_{ga} - h_a - H_{vapor}$$

P_a : presión en el tanque de aspiración

H_{ga} : altura geométrica de aspiración

h_a : pérdidas en el conducto de aspiración

H_{VAPOR} : tensión vapor del líquido

$NPSH_r = (\text{ver catálogos}) = 0.95 \text{ m.c.a} = 0.095 \text{ bar}$

$$NPSH_d = H_a - H_{vapor} = P_a + H_{ga} - h_a - H_{vapor} = 8,73 - 1 - 2,507 - 0.238 = 4,98 \text{ m.c.a}$$

$$N_{psd} > N_{psr}$$

La bomba no cavita.

Potencia accionadora de la bomba: es la potencia en el eje de la bomba o la potencia mecánica que absorbe la bomba ,equivale a la potencia hidráulica más la potencia consumida en rozamientos.

$$P_{ac} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot \frac{H_m}{\eta_{total}}$$

- $Q = 9 \frac{m^3}{h} = 0.0025 \frac{m^3}{s}$

- $\rho = 998.2 \frac{kg}{m^3}$

- $H_m = 28,787 \text{ m}$

- $\eta_{total} = 0.51 (\text{ver catálogos})$

$$P_a = 998.2 \cdot 9.8 \cdot 0.0025 \cdot \frac{28,787}{0.51} = 1380,41W = 1,38KW$$



FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACION: DESCRIPCION

Funcionamiento en condiciones normales: todos los componentes de la instalación operativos.

El equipo actúa inicialmente ante la detención de humo en las zonas protegidas por uno cualquiera de los detectores de humo situados sobre los elementos a proteger.

El detector activado por el humo actúa de inmediato sobre el componente eléctrico correspondiente, originando una señal de alarma en el Panel de Control de la instalación situado en el Puente de Gobierno.

La señal de alarma se traduce en una señal acústica diferenciada de las otras correspondientes a las alarmas generales, y una señal visual mediante un led luminoso que indica la zona afectada en un esquema reducido de la instalación ó bien mediante un rotulo indicativo de la zona afectada en una pequeña pantalla retroiluminada o similar.

Ante esta señal de alarma el personal de guardia responsable de la seguridad acepta o se da por enterado de la alarma reseteando el equipo para que pueda dar otra señal de alarma si así ocurriera y de inmediato requiere al personal de maquinas que este de guardia para que baje a la cámara de maquinas a la zona afectada para ver la dimensión del suceso y actuar en consecuencia; bien abriendo la electroválvula de la zona afectada y arrancando la bomba de la instalación si la situación así lo requiriese o bien actuar con un extintor portátil sobre la zona afectada si con ello corta la producción de humo y la desactivación del detector correspondiente.

No obstante si antes de que llegue a la zona afectada el personal de maquinas, se activa alguno de los detectores de llama situados sobre los elementos a proteger por la aparición de llamas en la zona afectada; de inmediato, estos detectores de llama actúan automáticamente sobre la electroválvula de la zona afectada; abriendo el circuito hidráulico, y sobre la



bomba de la instalación; arrancándola para así actuar de inmediato y de forma automática sobre la zona afectada.

Si producida la señal de alarma por la activación de algún detector de humos de la instalación y en el Puente de Gobierno esta no fuera debidamente atendida dentro de un intervalo de tiempo estimado y permaneciera activado el detector de humos, automáticamente se pondría en funcionamiento la instalación al igual que en el caso de los detectores de llama.

La instalación esta diseñada para funcionar suministrando agua dulce durante al menos veinte minutos; al caudal requerido por el elemento a proteger cuyo caudal de funcionamiento sea el mayor de entre los elementos a proteger o sea el elemento que proporciona las condiciones mas desfavorable.

Para cubrir lo indicado en el párrafo anterior la bomba instalada aspira de un tanque de uso exclusivo para la instalación y cuya capacidad cubre holgadamente el volumen necesario.

El tanque suministra el caudal requerido durante veinte minutos descendiendo su nivel interior hasta llegar a un nivel mínimo de reserva de agua en el que actúa un flotador de bajo nivel instalado en el tanque el cual activa: una señal visual de bajo nivel de agua en el Tanque de Agua Dulce en el Panel de Control del Puente de Gobierno, abre una válvula de aspiración del colector de agua salada que se encuentra entre la bomba de la instalación y la válvula de aspiración del tanque de agua dulce por delante de la válvula de aspiración del tanque de agua dulce, y cierra esta ultima; alimentándose desde ese momento la bomba de la instalación con agua salada sin limite de tiempo al aspirar directamente del mar pero con el inconveniente de las acciones corrosivas y deteriorantes que el agua salada conlleva.



Funcionamiento en condiciones desfavorables: la bomba de la instalación fuera de servicio o con bajo rendimiento o funcionamiento.

La instalación tiene un presostato que controla la presión en el circuito hidráulico de la instalación comprobando que esta se mantiene dentro de los valores de proyecto; si la presión baja por debajo del mínimo establecido automáticamente este presostato abre una válvula que se encuentra por delante de la descarga de la bomba de la instalación y que esta conectada a la red del sistema de contra incendio del buque parando a continuación la bomba de la instalación quedando dicha instalación alimentada por agua directa del mar con mucho mayor e inagotable caudal pero con el inconveniente de las acciones corrosivas y deteriorantes que el agua salada conlleva.

Funcionamiento en condiciones desfavorables: se producen dos o más conatos de incendio en elementos protegidos distintos.

En este caso sean los sucesos simultáneos o no de cualquier forma en un momento dado la presión del circuito baja por debajo del valor mínimo de proyecto al no estar diseñada la instalación para cubrir los dos sucesos a la vez por lo que la instalación responde de forma idéntica al caso del párrafo anterior.

Funcionamiento en condiciones desfavorables: el sistema eléctrico presenta fallos que afectan al automatismo de las electroválvulas.

En estas condiciones no se dispone del funcionamiento automático de la bomba de agua dulce de la instalación ni tampoco de la apertura automática de la válvula de conexión al colector general de contra incendio si consideramos que tampoco actúa el presostato de baja presión; por lo que hay que recurrir a la actuación manual sobre la instalación; para ello en cada una de las líneas individuales junto a la electroválvula hay una toma de conexión de contra incendio con válvula de paso, a la que se puede conectar una manguera de contra incendio sin boquilla desde el hidrante más cercano de la cámara de



maquinas pudiendo así cubrir cualquier eventualidad que surgiera en alguno de los elementos a proteger.

DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN

Tanque de agua dulce

Situado en el doble fondo, con una capacidad efectiva de 4280 litros. Proporciona a la bomba de la instalación el agua para sofocar los posibles incendios que se produzcan en la cámara de máquinas. Su límite de suministro se produce cuando la capacidad del tanque se encuentra al 10% de su capacidad efectiva.

Para saber su límite el tanque cuenta en su interior con un flotador de nivel que nos avisará cuando esto ocurra.



Figura 1. Flotador de nivel

Bomba

La bomba, es una máquina que absorbe energía mecánica que puede provenir de un motor eléctrico, térmico, etc., y la transforma en energía que la transfiere a un fluido como energía hidráulica la cual permite que el fluido pueda ser transportado de un lugar a otro, a un mismo nivel y/o a diferentes niveles y/o a diferentes velocidades.



Se pueden considerar dos grandes grupos: *volumétricas o desplazamiento positivo* (alternativas y rotativas)y *de flujo continuo, cinética o centrífugas* (**centrífugas** hélice y chorro).

En este proyecto se ha utilizado para la instalación una bomba centrífuga del fabricante *Lowara* de la Serie V8 concretamente la SV806F30T de características(ver catálogos). La normativa exige que se disponga a parte, de una bomba de emergencia para posibles causas que dejen al sistema sin abastecimiento.



Figura 2. Tipos de bombas centrífugas Lowara sv

La elección de la bomba que cubrirá el servicio, la llevaremos acabo en función del caudal, la altura a la cual hay que elevarlo así como la altura neta positiva en la aspiración requerida.

Mediante el catálogo de bomba centrífuga de la serie sv8 podemos observar la curva característica caudal-altura correspondiente a la bomba. Obteniendo de el las condiciones más óptimas para la bomba a emplear.

Su funcionamiento se basa en que la potencia que le suministra crea una fuerza centrífuga que le da velocidad de fluido y la propia constitución de la bomba transforma esa energía de velocidad en presión.



Las bombas centrífugas, debido a sus características, son las bombas que más se aplican en la industria. Las razones de estas preferencias son las siguientes:

- ❑ Son aparatos giratorios.
- ❑ No tienen órganos articulados y los mecanismos de acoplamiento son muy sencillos.
- ❑ La impulsión eléctrica del motor que la mueve es bastante sencilla.
- ❑ Para una operación definida, el gasto es constante y no se requiere dispositivo regulador.
- ❑ Se adaptan con facilidad a muchas circunstancias.
- ❑ El precio de una bomba centrífuga es aproximadamente 1/4 del precio de la bomba de émbolo equivalente.
- ❑ El espacio requerido es aproximadamente 1/8 del de la bomba de émbolo equivalente.
- ❑ El peso es muy pequeño y por lo tanto las cimentaciones también lo son.
- ❑ El mantenimiento de una bomba centrífuga sólo se reduce a renovar el aceite de las chumaceras, los empaques del presa-estopa y el número de elementos a cambiar es muy pequeño.

Tubería

En este proyecto se han empleado tuberías de acero galvanizado, para la conducción del fluido hasta la zona o sección donde hay incendio, para ello se cuentan con diferentes accesorios como son, válvulas, filtros.... que componen la instalación.

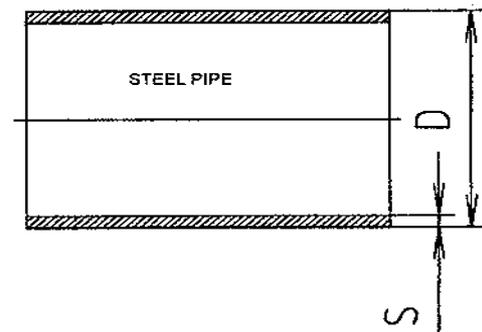


Figura 3. Tubería acero galvanizado



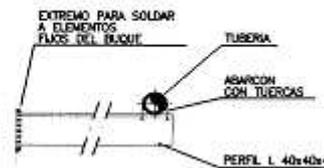
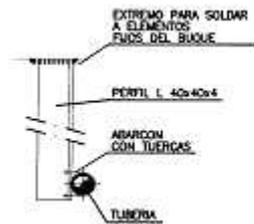
Los diámetros empleados según cálculo anterior son:

Dimensiones de la tubería		Espesor
D		S
DN 20(3/4")	26.9mm	2.65mm
DN 25(1")	33.7mm	3.25mm
DN 32(1 1/4")	42.4mm	3.25mm



Soporte de la tubería

La instalación cuenta con un soportado normalizado de tuberías, es decir, con bridas semicirculares, atornilladas a angulares y soldadas al soporte con una altura conveniente según discurren por la pared.



Válvulas de asiento

También llamada de *alcachofa* es un caso particular de la válvula de retención instalada en la base de la tubería de aspiración para evitar la descarga de la tubería y el consiguiente descebo de la bomba. La entrada de la válvula se protege con un filtro que impide la entrada de partículas en la misma.

El especial diseño del asiento asegura un cierre estanco generalmente mediante juntas elásticas, impidiendo el descebado de la bomba incluso en periodos largos de tiempo.

El cuerpo está fabricado en acero al carbono recubierto con poliamida. La rejilla y mecanismos en acero inoxidable.



El diámetro nominal empleado para esta válvula es DN 100, ya que ha de ser como mínimo dos veces el diámetro de la tubería estandar elegida en el diseño de la instalación, de forma que la reducción que tiene no produzca una contracción de la aspiración.



Figura 3. Válvula de asiento

Válvulas de bola

Las válvulas de bola son de $\frac{1}{4}$ de vuelta, en las cuales una bola taladrada gira entre asientos elásticos, lo cual permite la circulación directa en la posición abierta y corta el paso cuando se gira la bola 90° y cierra el conducto .



Figura 4 Válvula de bola

En la instalación son empleadas para la entrada de aire comprimido para limpieza de tuberías y como válvula de prueba para el correcto funcionamiento de la instalación.



Válvulas de retención

La válvula de retención esta destinada a impedir una inversión de la circulación. La circulación del líquido en el sentido deseado abre la válvula; al invertirse la circulación, se cierra.



Figura 5. Válvula de retención

Instalada junto al grupo moto-bomba en el lado de la impulsión, la aspiración y en el ramal que proviene de la red de contra incendios. Su misión es el cierre de inmediato de la válvula cuando la bomba se pare, evitando que la columna de impulsión invierta su dirección. Protege además de las sobre presiones producida por el golpe de ariete.

Válvula de bola con actuador eléctrico

Estas son de gran importancia, en la instalación son las encargadas de abrir paso al fluido hacia la sección de descarga. Su accionamiento puede ser tanto manual como automático.

El conexionado de las válvulas va a la caja de conexiones (ver plano nº2) que se encarga de la apertura o cierre automático.



Figura 6. Válvula de bola con actuador eléctrico



Boquilla GW M5

Este tipo de boquilla está diseñado para producir niebla fina formada por gotitas pequeñas de agua. Esto la hace fiable para la protección de espacios contra los incendios como es en este caso la protección en cámara de máquinas.

La boquilla tipo GW M5 debe estar instalada en un sistema de tubería, como es el caso, de acero galvanizado o bien en tuberías de acero endurecido o aleaciones de cobre. Estas boquillas deben ser limpiadas con compresores.

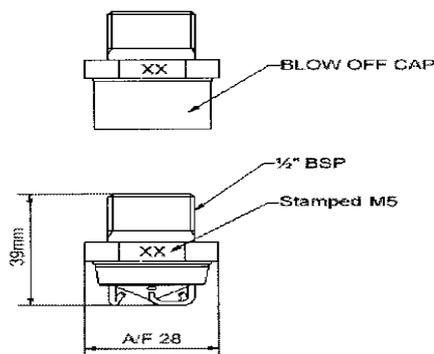


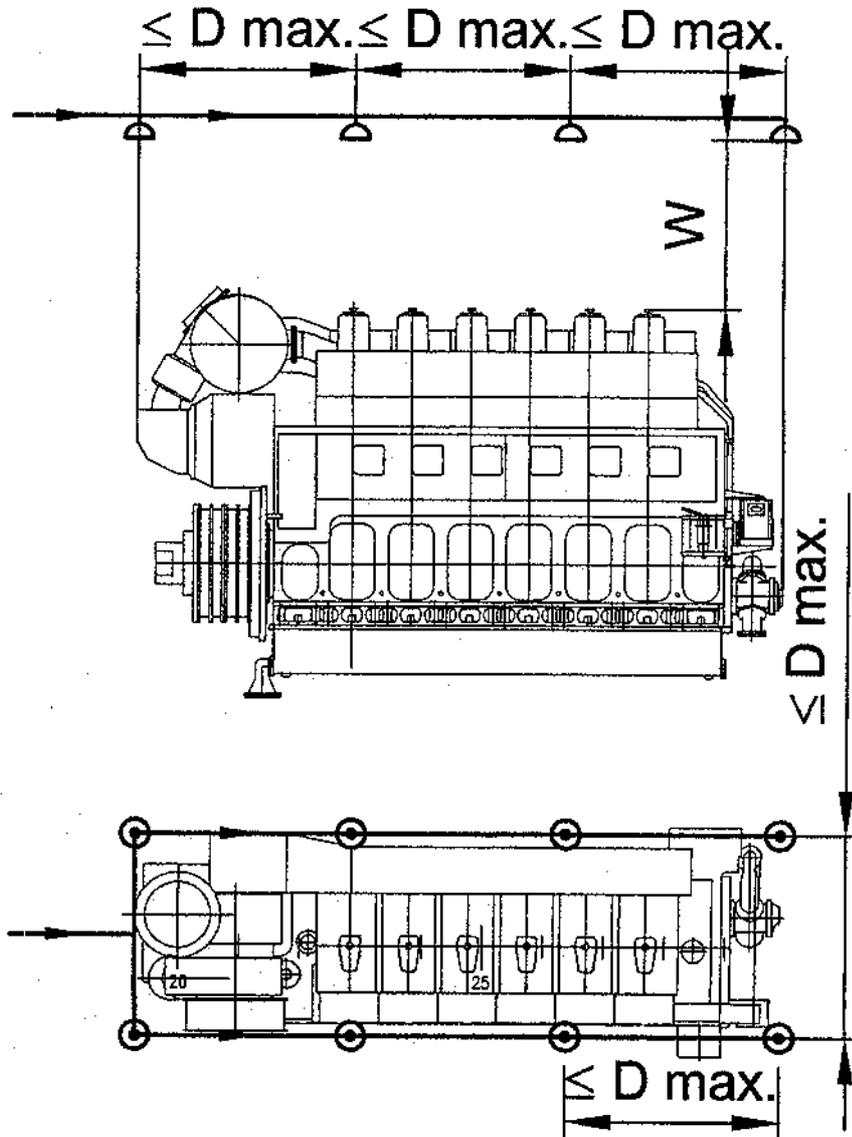
Figura 7.Boquilla GW M5

ZONAS	DENOMINACIÓN DEL OBJETO	Nº DE BOQUILLAS
1	MAQUINA PRINCIPAL BABOR	20
2	MAQUINA PRINCIPAL ESTRIBOR	20
3	MAQUINA AUXILIAR BABOR	2
4	MAQUINA AUXILIAR BABOR(CENTRO)	2
5	MAQUINA AUXILIAR ESTRIBOR(CENTRO)	2
6	MAQUINA AUXILIAR ESTRIBOR	2
7	PURIFICADORES FUEL -OIL	2
8	CALDERA DE BABOR	1
9	CALDERA DE ESTRIBOR	1

Cada zona a proteger tendrá un nº de boquillas y cumplirán según los ensayos realizados (según IMO Circ 913) unas distancias entre el objeto a proteger y entre si mismas.



En la siguiente figura se pueden apreciar las distancias a cumplimentar por las boquillas.



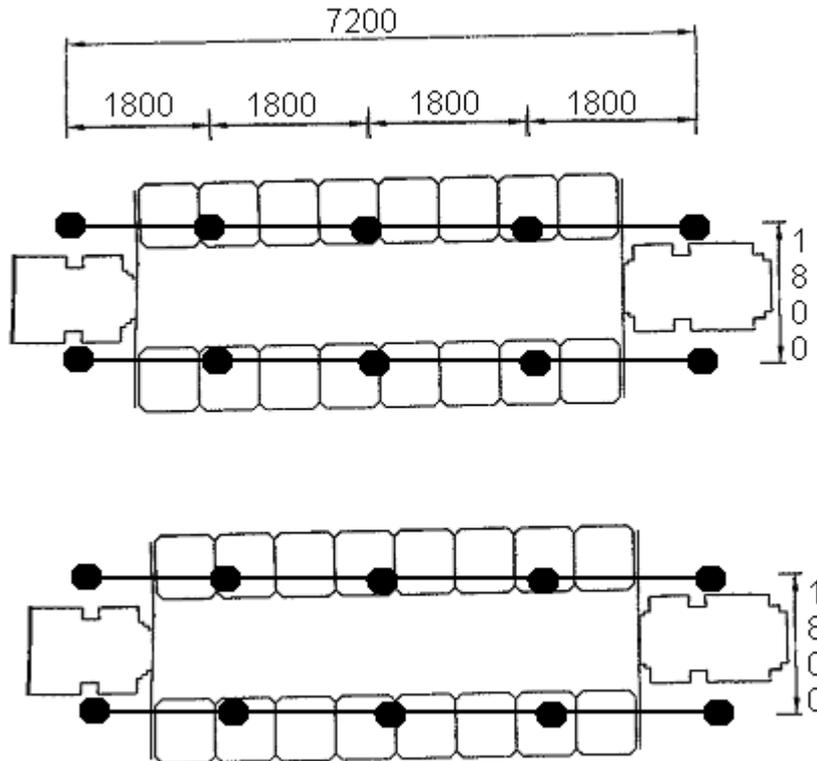
Tipo de rociador	Mínima distancia entre el rociador y objeto a proteger	Máxima distancia entre el rociador y objeto a proteger	Máxima distancia entre rociador
	W_{min}	W_{max}	D_{max}
GW M5	0.5m	8m	3m



Disposición de las boquillas sobre las 9 zonas a proteger:

Zona 1 y 2. MOTORES PRINCIPALES

Disponen de 20 boquillas situados de forma tal como indica la figura.



Cada boquilla proporciona $0,6 \text{ m}^3/\text{h}$. Luego si hay 10, el caudal suministrado será:

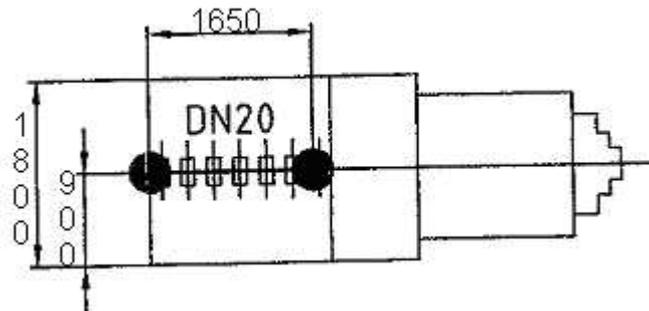
$$Q = 0,6 \cdot 20 = 6 \text{ m}^3/\text{h}$$



Zona 3-6. MOTORES AUXILIARES

Disponen de 2 boquillas situados de la siguiente forma como indica la figura.

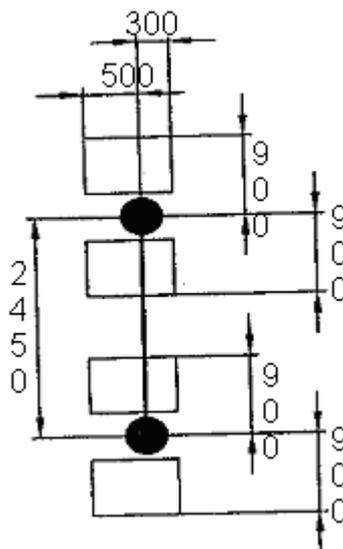
$$Q=0.6*2=1.2\text{m}^3/\text{h}$$



Zona 7. PURIFICADORES DE FUEL OIL

Disponen de 2 boquillas situados de la siguiente forma como indica la figura.

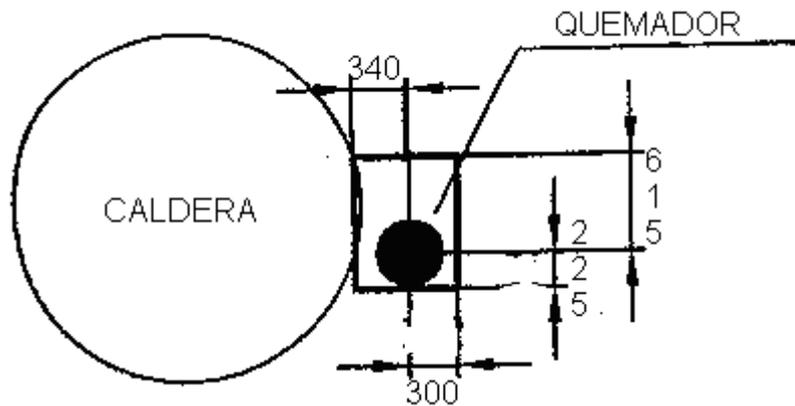
$$Q = 0.6*2 = 1.2\text{m}^3/\text{h}$$



**Zona 8 y 9. CALDERAS(QUEMADOR)**

Disponen de 1 boquilla situados de forma tal como indica la figura.

$$Q = 0.6 \cdot 2 = 1.2 \text{m}^3/\text{h}$$

**Filtro**

Para la protección de la instalación es muy importante la utilización de filtros, para evitar que partículas o sustancias sólidas no deseadas, atasquen o dañen válvulas, instrumentación o instalaciones en general.



Figura 8. Filtro tipo "Y"



Racor

Los racores empleados son del tipo barcelona. Su función es el acoplamiento de compresores para aire comprimido para limpieza de la tubería y también para el acople de manguera.



Para mangueras



Macho rosca gas (BSP)



Hembra rosca gas(BSP)

Presostato

Es instalado en sistemas de extinción de incendios a base de agua. Su función principal es el control de la bomba del equipo.

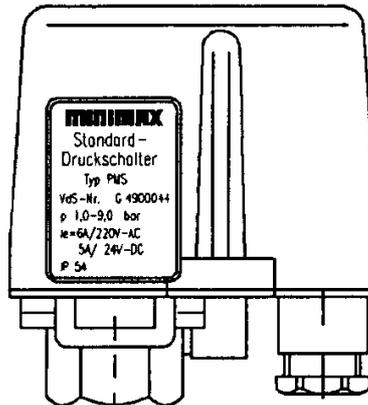


Figura 9.Presostato



Detectores empleados

Detector de llama ultravioleta

Situados en cada zona a proteger; actúa ante la presencia de llama.

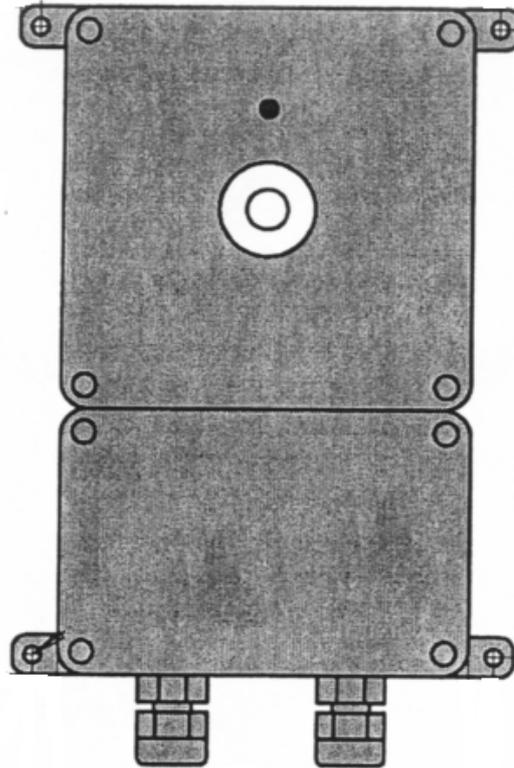


Figura 10. Detector de Llama Ultravioleta

Características principales:

- Detecta fuegos de llama rápida.
- Altamente fiable, con tubo receptor de UV de larga vida.
- Bajo consumo de corriente.
- Tiene un mantenimiento sencillo ya que la limpieza puede ser llevada a cabo sin desmontar el detector.



Detector de humo

Como los anteriores se sitúan en cada zona a proteger, actúa ante la presencia de humo.



Figura 11. Detector de humo

Características principales:

- Es reconocido como un buen detector.
- Diseñado para reducir falsas alarmas.
- Alerta previa de peligro de incendio.



Alarmas

Al conjunto de detectores instalados sobre cada zona, le irá ubicada a su vez una alarma óptico – acústica. La activación de cualquiera de los detectores iniciará una señal en estas.

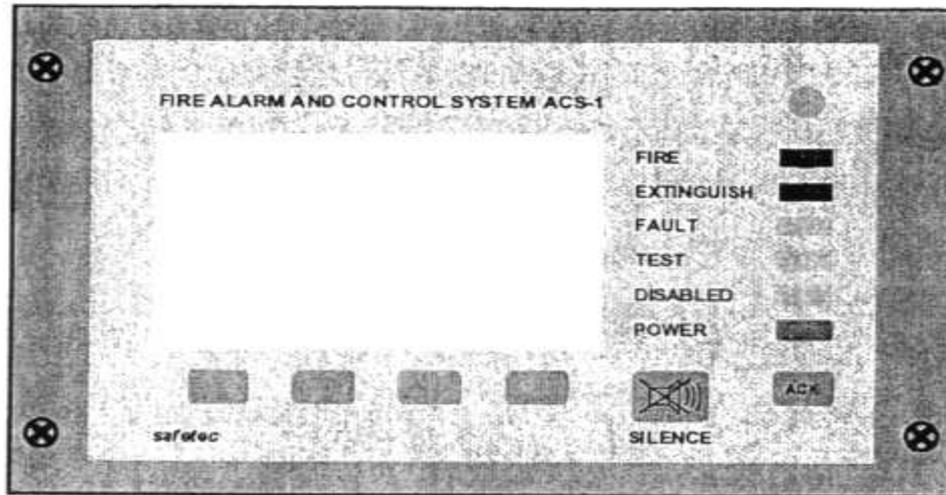


Figura 12. Alarma óptico -acústica



Paneles

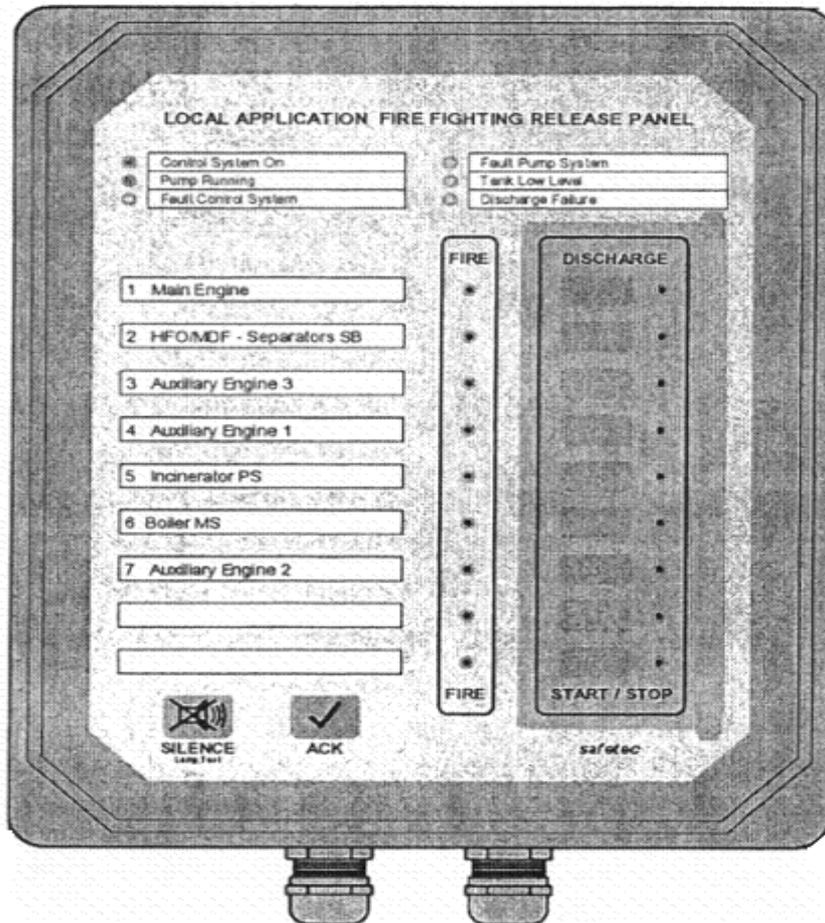
Panel para señalización y alarma



El panel de la figura, irá situado en el puente de navegación al lado del panel de contra incendios, y nos señalizará mediante leds luminosos todo tipo de alarmas de fuego en cámara de máquinas, así como el estado del sistema de extinción empleado. Todas las alarmas serán visualizadas en una pantalla con un texto que indica la sección afectada. Estos leds nos indican fuego (FIRE), extinguir (EXTINGUÍST), falsa (FAULT), ensayo (TEST), avería(DISABLED) y encendido(POWER). Puede ser configurado también como panel de actuación remota.



Panel para actuación remota

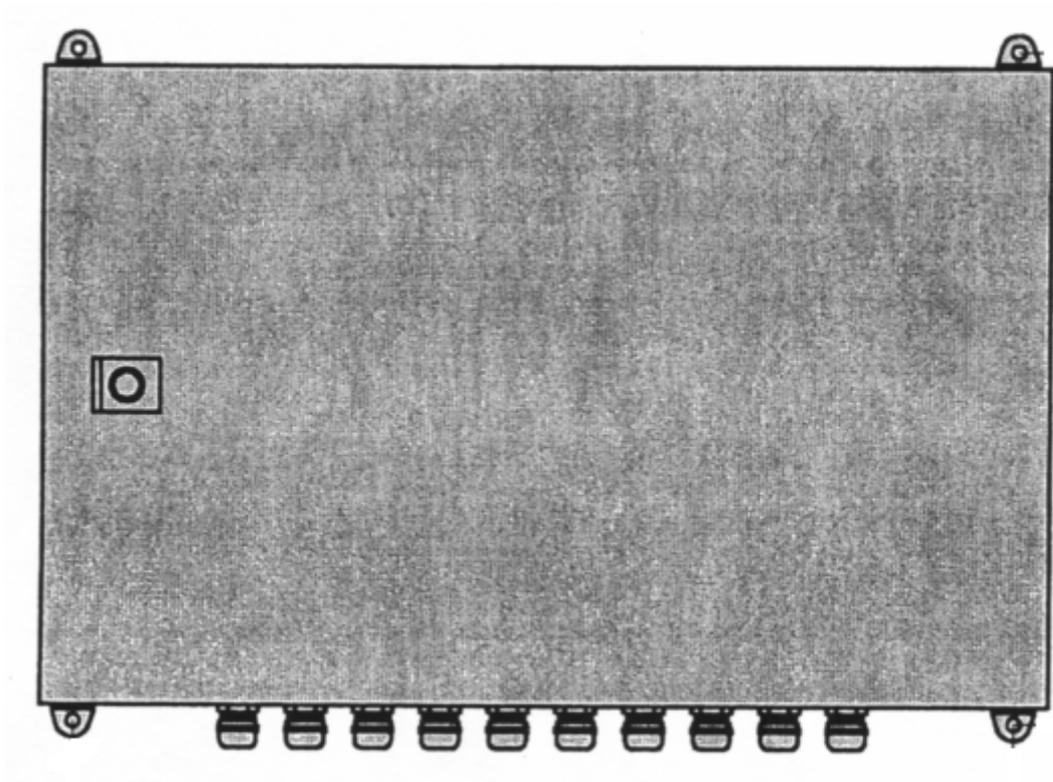


Con este panel podemos comenzar o parar la extinción en las once zonas a proteger. Para cada sección hay disponible un indicador de fuego (FIRE) o descarga (DISCHARGE). También dispone de indicadores para el estado del sistema y posibles fallos.

Este panel está situado en la cubierta nº2 junto a la caja de módulos.



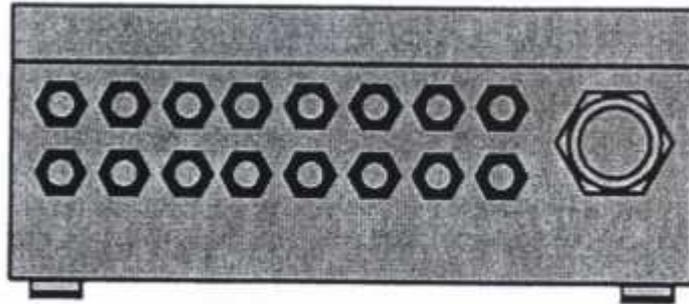
Caja de módulos



Esta caja de módulos está equipada con un módulo de suministro de energía, para abastecer al sistema.

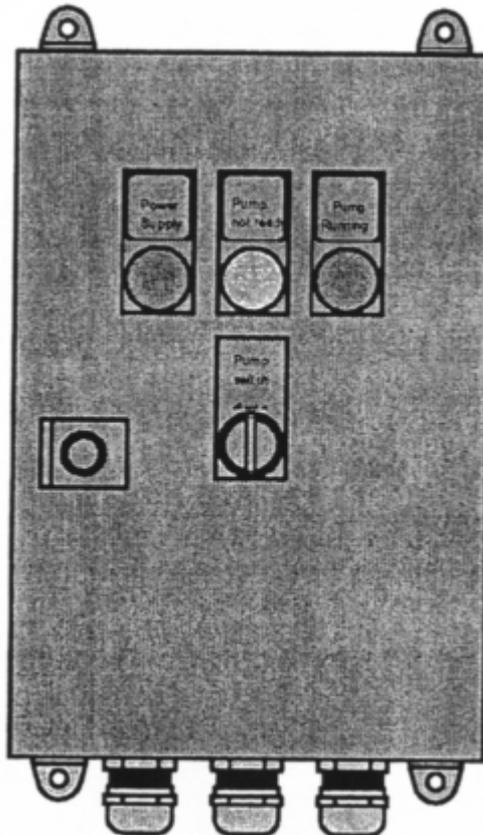


Caja de conexiones



Situada en la cubierta nº1, permite la conexión de las válvulas con el actuador eléctrico y la apertura o cierre de estas .

Panel de arranque de la bomba



Ubicado también en la cubierta nº1, contiene un arrancador de bomba con protección ante sobre cargas.



Listado de los componentes instalados

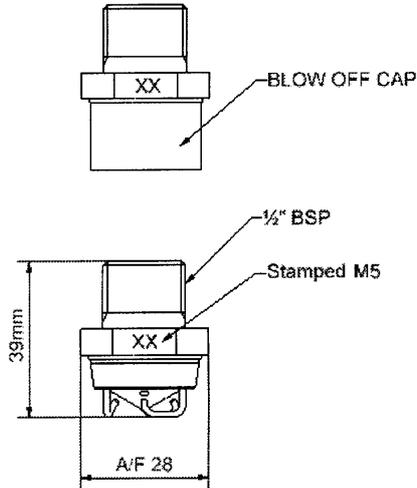
Cantidad	Descripción
1	Panel de señalización y alarma
1	Panel para actuación remota
1	Caja de módulos
1	Caja de conexiones
1	Panel de arranque de la bomba
18	Detector de llama
18	Detector de humo
1	Filtro DN32/PN 16 acero inoxidable
1	Bomba SV806F30T/A 120l/min 7 bar
3	Válvula de retención DN 32
1	Válvula de bola G1/2" alivio presión
1	Manómetro de presión 0-16bar,R 1/2"
1	Presostato PMS 10
2	Válvula con actuador eléctrico DN 32/PN 16
7	Válvula con actuador eléctrico DN 20/PN 16
10	Racor 3/4" para acople de compresor de aire
10	Válvula de bola DN 20
52	Boquillas GW M5
18	Alarma óptico-acústicas,YL5
184	Tubería DN 20,DIN 2440 ,ST 37
7	Tubería DN 25,DIN 2440 ,ST 37
42	Tubería DN 32,DIN 2440 ,ST 37
240	Soportes para tuberías de DN 20, 25 y 32
18	Te de medidas correspondientes a 20, 25 y 32
55	Codos de medidas 1¼", ¾"



CATÁLOGOS



**GW WATERMIST
M5 NOZZLE**



TECHNICAL SPECIFICATION:

K Factor: 5 (metric)
 Spray angle: 90°
 Drop Size: See table
 Materials Nozzle: Naval Brass with NiSn plating
 Stainless Steel 316
 Materials Filter: Stainless Steel 316
 Materials Blow off Cap: SS 304 with PTFE bush
 Weight: 88g
 Thread: 1/2" BSPT
 Working Pressure: 3.5 - 16 Bar
 Extinguishing Agent: Fresh water, Seawater or Foam enhanced water

Water Droplet Sizes:

BAR	D _{v90} µm	D _{v50} µm	D _{v10} µm
3	277	171	69
7	250	151	55
12	247	138	50

DESCRIPTION

The GW M5 Nozzle is a low pressure water mist nozzle designed for a large variety of applications and hazards. M5 Nozzles are suitable for installation in dry pipe systems.

The Nozzles are designed to produce a fine mist of small water droplets. This makes the nozzles suitable for fire protection of occupancies such as engine rooms, turbine enclosures, paint booths, cable tunnels, switchboards installations, other enclosed occupancies with limited draft conditions, which are suitable for fire protection with water mist.

GW Sprinkler recommends the use of Angus Tridol 1% AFFF foam enhancement for protection systems.

The GW M5 Water Mist Nozzles are fitted with blow-off protection caps. The caps protect the nozzles during shipping, handling and installation, and automatically blow off due to pressure in the pipe work during discharge.

INSTALLATION

The GW M-Series Water Mist Nozzles should be installed in a pipe system made of stainless steel or copper alloys. Plastic piping or galvanised steel may be used in occupancies where authorities and local regulations allow plastic piping for traditional sprinkler systems. A "Y" type strainer with a mesh size of no more than 1.2mm must be fitted to the inlet of the dry sprinkler pipes. Nozzle pipes should be cleaned with compressed air or flushed with clean fresh water prior to the installation of the nozzles.

Nozzles may be installed in the horizontal and pendent vertical positions. Nozzles are only to operate in clean fresh or saline water.



GW WATERMIST M5 NOZZLE



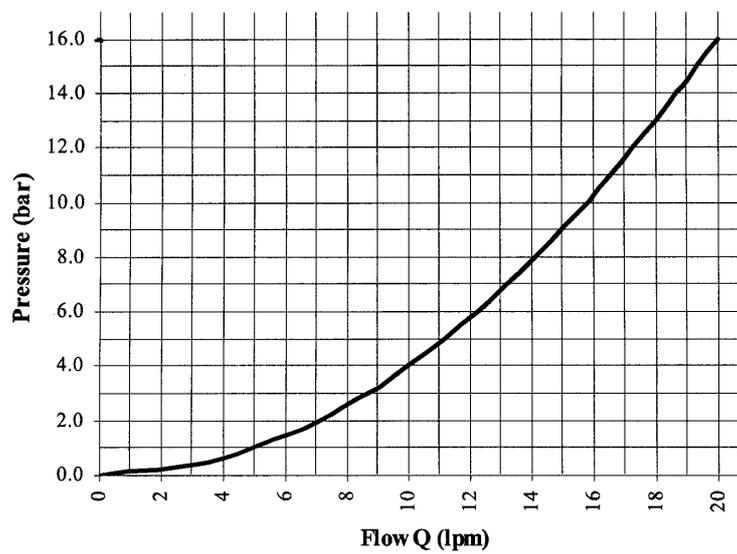
Approvals

Lloyds, DNV, BV, USCG GL

FM Test: The M5 nozzle is specification tested under Project ID 3013524 in accordance to International Maritime Organization (IMO) MSC/CIRC.668 and MSC/CIRC.728 for Class 3 Category A Engine Room with M2 nozzle installed in bilge areas. The test does not include the Blow off Cap.

FM Approval: The M5/M2 Water mist System for the protection of Machinery Spaces and Special Hazard Machinery Spaces in enclosures with volumes not exceeding 3350m³ is FM approved under Project ID 3009895. The approval does not include the Blow off Cap.

Pressure/Flow Graph





MINIMAX	Werknorm <i>factory standard</i>	M1-12-01 Bl.1 <i>part 1</i>																																																																													
Ergänzung / amendment: 03.96																																																																															
<p>Manometer - Übersicht Maße in mm; Gewicht in kg/St.</p> <p style="text-align: center;"><i>Ausführung / style AR</i></p>	<p>pressure gauges - table <i>dimensions in mm; weight in kg/pc</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Ausführung / style ER</i></p>																																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Manometer <i>pressure gauges</i></th> <th>Art.-Nr. <i>order no.</i></th> <th>techn. Daten <i>technical data</i></th> <th>D</th> <th>b</th> <th>h</th> <th>G / R</th> <th>SW</th> <th>Gewicht <i>weight</i></th> <th>BA <i>source</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>16 bar - AR 100 2MAZ / 2 pointers</td> <td>81 9828</td> <td rowspan="2">M1-12-01 Bl.3 / part 3</td> <td>100</td> <td>32</td> <td>85</td> <td>R1/2</td> <td>22</td> <td>0,41</td> <td rowspan="6">LG / stock</td> </tr> <tr> <td>16 bar - ER 100 2MAZ / 2 pointers</td> <td>12 6303</td> <td>100</td> <td>32</td> <td>65</td> <td>R1/2</td> <td>22</td> <td>0,41</td> </tr> <tr> <td>-1/+3 bar - AR 100 mit / with Glycerin</td> <td>20 4239</td> <td rowspan="2">M1-12-01 Bl.4. / part 4</td> <td>100</td> <td>50</td> <td>85</td> <td>R1/2</td> <td>22</td> <td>1,16</td> </tr> <tr> <td>16 bar - AR 100 mit / with Glycerin</td> <td>78 9568</td> <td>100</td> <td>50</td> <td>85</td> <td>R1/2</td> <td>22</td> <td>1,19</td> </tr> <tr> <td>40 bar - AR 100</td> <td>12 6236</td> <td rowspan="3">siehe unten / see below</td> <td>100</td> <td>35</td> <td>87</td> <td>G1/2</td> <td>27</td> <td>0,64</td> </tr> <tr> <td>40 bar - ER 63</td> <td>12 6224</td> <td>63</td> <td>33</td> <td>-</td> <td>G1/4</td> <td>17</td> <td>0,14</td> </tr> <tr> <td>250 bar - AR 100</td> <td>12 6250</td> <td>100</td> <td>35</td> <td>87</td> <td>G1/2</td> <td>27</td> <td>0,62</td> </tr> </tbody> </table>										Manometer <i>pressure gauges</i>	Art.-Nr. <i>order no.</i>	techn. Daten <i>technical data</i>	D	b	h	G / R	SW	Gewicht <i>weight</i>	BA <i>source</i>	16 bar - AR 100 2MAZ / 2 pointers	81 9828	M1-12-01 Bl.3 / part 3	100	32	85	R1/2	22	0,41	LG / stock	16 bar - ER 100 2MAZ / 2 pointers	12 6303	100	32	65	R1/2	22	0,41	-1/+3 bar - AR 100 mit / with Glycerin	20 4239	M1-12-01 Bl.4. / part 4	100	50	85	R1/2	22	1,16	16 bar - AR 100 mit / with Glycerin	78 9568	100	50	85	R1/2	22	1,19	40 bar - AR 100	12 6236	siehe unten / see below	100	35	87	G1/2	27	0,64	40 bar - ER 63	12 6224	63	33	-	G1/4	17	0,14	250 bar - AR 100	12 6250	100	35	87	G1/2	27	0,62
Manometer <i>pressure gauges</i>	Art.-Nr. <i>order no.</i>	techn. Daten <i>technical data</i>	D	b	h	G / R	SW	Gewicht <i>weight</i>	BA <i>source</i>																																																																						
16 bar - AR 100 2MAZ / 2 pointers	81 9828	M1-12-01 Bl.3 / part 3	100	32	85	R1/2	22	0,41	LG / stock																																																																						
16 bar - ER 100 2MAZ / 2 pointers	12 6303		100	32	65	R1/2	22	0,41																																																																							
-1/+3 bar - AR 100 mit / with Glycerin	20 4239	M1-12-01 Bl.4. / part 4	100	50	85	R1/2	22	1,16																																																																							
16 bar - AR 100 mit / with Glycerin	78 9568		100	50	85	R1/2	22	1,19																																																																							
40 bar - AR 100	12 6236	siehe unten / see below	100	35	87	G1/2	27	0,64																																																																							
40 bar - ER 63	12 6224		63	33	-	G1/4	17	0,14																																																																							
250 bar - AR 100	12 6250		100	35	87	G1/2	27	0,62																																																																							
<p>Techn. Daten: GehäuseStahl, schwarz lackiert Zifferblattweiß Skala und Beschriftungschwarz Genauigkeitsklasse1,6</p>					<p>technical data: housingsteel, varnished black scale facewhite scale and inscriptionblack class of accuracy1,6</p>																																																																										
Erstellt:			TB - Sachbearbeiter:				Freigabe:																																																																								





Werknorm
factory standard

M1-12-01 Teil 2
part 2

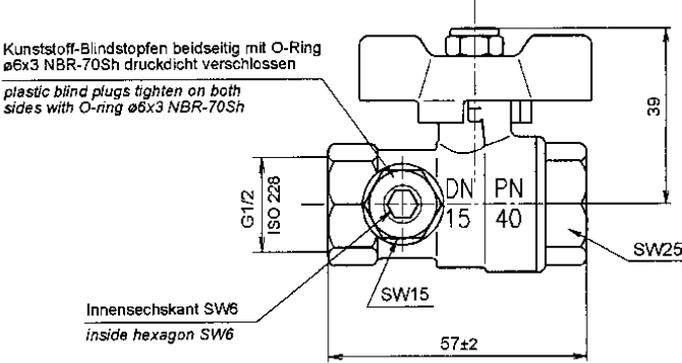
Ergänzung / amendment: 05.01

Kugelhahn Manometerabsperrhahn und Entlüftungsventil

Maße in mm; Gewicht in kg/ST

ball valve for pressure gauge and vent valve

dimensions in mm; weight in kg/pc



Bezeichnung <i>designation</i>	Art.-Nr. <i>order no.</i>	Gewicht <i>weight</i>	BA <i>source</i>
Kugelhahn Manometerabsperrhahn <i>ball valve for pressure gauge</i>	81 9830	0,21	LG / stock

<p>Ersatzteile: O-Ring ø6x3 NBR-70Sh84 1540</p>	<p>spare parts: O-ring NBR-70Sh84 1540</p>
--	---

<p>Techn. Daten:</p> <p>Typ NKA06-04ETF-FL</p> <p>Druckmedium Wasser, Druckluft</p> <p>Nennndruck PN40</p> <p>Temperaturbereich 0 °C bis +90 °C, Wasser</p> <p>..... -20 °C bis +90 °C, Druckluft</p>	<p>technical data:</p> <p>type NKA06-04ETF-FL</p> <p>pressure medium water, compressed air</p> <p>nominal pressure PN40</p> <p>temperature range 0 °C up to +90 °C, water</p> <p>..... -20 °C up to +90 °C, compressed air</p>
--	---

<p>Material / Oberfläche:</p> <p>Knebel Aluminium</p> <p>Gehäuse Messing vernickelt</p> <p>Kugel Messing hartverchromt</p> <p>Dichtung PTFE</p> <p>Blindstopfen Kunststoff</p> <p>Fett silikonfrei</p>	<p>material / surface:</p> <p>lever aluminium</p> <p>housing brass nickel-plated</p> <p>ball brass chromium plated</p> <p>gasket PTFE</p> <p>blind plug plastic</p> <p>grease silicone-free</p>
---	--

<p>nicht im Lieferumfang enthalten:</p> <p>Entlüftungsventil siehe Seite 2</p>	<p>not included in delivery:</p> <p>vent valve see page 2</p>
---	--

Erstellt:

Sachbearbeiter:

Freigabe:



MINIMAX	Werknorm <i>factory standard</i>	M1-12-01 Teil 2 <i>part 2</i>									
<i>Ergänzung / amendment: 05.01</i>											
Kugelhahn Manometerabsperrhahn und Entlüftungsventil Maße in mm; Gewicht in kg/St.		ball valve for pressure gauge and vent valve dimensions in mm; weight in kg/pc									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 35%;">Bezeichnung <i>designation</i></th> <th style="width: 15%;">Art.-Nr. <i>order no.</i></th> <th style="width: 15%;">Gewicht <i>weight</i></th> <th style="width: 35%;">BA <i>source</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Entlüftungsventil G1/4 - PN16 <i>vent valve G1/4 - PN16</i></td> <td style="text-align: center;">19 9933</td> <td style="text-align: center;">0,02</td> <td style="text-align: center;">LG / stock</td> </tr> </tbody> </table>				Bezeichnung <i>designation</i>	Art.-Nr. <i>order no.</i>	Gewicht <i>weight</i>	BA <i>source</i>	Entlüftungsventil G1/4 - PN16 <i>vent valve G1/4 - PN16</i>	19 9933	0,02	LG / stock
Bezeichnung <i>designation</i>	Art.-Nr. <i>order no.</i>	Gewicht <i>weight</i>	BA <i>source</i>								
Entlüftungsventil G1/4 - PN16 <i>vent valve G1/4 - PN16</i>	19 9933	0,02	LG / stock								
Techn. Daten: Druckmedium Wasser, Druckluft Nennndruck PN16 Temperaturbereich 0 °C bis +60 °C Abdichtung weich-dichtend Einbaulage beliebig		technical data: pressure medium water, compressed air nominal pressure PN16 temperature range 0 °C up to +60 °C sealing soft sealing installation position arbitrary									
Material / Oberfläche: Gehäuse Messing, galv. vernickelt Verschlußschraube Messing oder Kunststoff nach Wahl des Herstellers		material / surface: housing brass, galv. nickel-plated locking screw brass or plastic acc. to manufacturer									
Erstellt:	Sachbearbeiter:	Freigabe:									



MINIMAX

Werknorm

factory standard

M2-04-10 Teil 2

part 2

Ergänzung / amendment: 03.04

Druckschalter Typ PMS-3 und PMS-10

Maße in mm; Gewicht in kg/St.

pressure switch type PMS-3 and PMS-10

dimensions in mm; weight in kg/pc

VdS

Schaltbild / wiring diagram:
Kontakte unbetätigt dargestellt
contacts shown not operated

1 Blindstopfen PG11 lose beigelegt!
2 Verschraubungen PG11

1 blanking plug PG11 packed loose!
2 glands PG11

Typ type	Art.-Nr. order no.	Schaltdrücke verstellbar response pressure adjustable	Einstellung ab Werk adjustment by factory	Gewicht weight	BA source
PMS-3	81 7492	1,0 - 9,0 bar	3,0 / 3,5 bar	0,45	LG / stock
PMS-10	81 7509	4,0 - 13,0 bar	9,3 / 9,9 bar		

Instandhaltung: Funktionskontrolle im Rahmen der anlagenspezifischen Funktionsprobe Produktinformation: M8-2-04-10 Teil 2 Ersatzteile: /-	maintenance: functional check within the framework of system-specific functional test product information: M8-2-04-10 part 2 spare parts: /-
Techn. Daten: Druckmedium Wasser, Druckluft Temperaturbereich 0 °C bis +80 °C, Wasser -25 °C bis +100 °C, Druckluft Berstdruck 70 bar für Gehäuse 70 bar für Membrane Betriebsdruck max. 16 bar Einstelldiagramm siehe Seite 2 Schalttoleranz ±0,2 bar vom eingestellten Wert Betriebsstrom 250 V - AC max. 6 A 220 V - DC max. 0,5 A 24 V - DC max. 5 A Schutzart IP54 VdS-Anerkennungsnummer PMS-3 G4900044 PMS-10 G4900045	technical data: pressure medium water, compressed air temperature range 0 °C up to +80 °C, water -25 °C up to +100 °C, compressed air burst pressure 70 bar for housing 70 bar for diaphragm operating pressure max. 16 bar adjusting diagram see page 2 switching tolerance ±0,2 bar at the adjusting factor operating current 250 V - AC max. 6 A 220 V - DC max. 0,5 A 24 V - DC max. 5 A IP rating IP54 VdS approval no. PMS-3 G4900044 PMS-10 G4900045
Material / Oberfläche: Abdeckung PA-transparent, UV-beständig Membrane CR mit Gewebeeinlage Gehäuse GD-Al Si12, Stahlblech verzinkt	material / surface: cover PA-transparent, UV-resistant diaphragm CR with textile reinforcement housing GD-Al Si12, sheet steel galvanized

Erstellt:

Sachbearbeiter:

Freigabe:



Werknorm
factory standard

M2-04-10 Teil 2
part 2

Ergänzung / amendment: 05.04

Druckschalter Typ PMS-3 und PMS-10

pressure switch type PMS-3 and PMS-10

Hinweis:

Für den Einsatz FMZ4100 mit Ringbustechnik MxLoop ist der Umbausatz Druckschalter PMA-SUX50 und die Karte SUX50 Überwachungssystem erforderlich.

note:

For the use of the FMZ4100 with ring bus MxLoop the retrofitting kit pressure switch PMA-SUX50 and the card SUX50 monitoring system is needed.

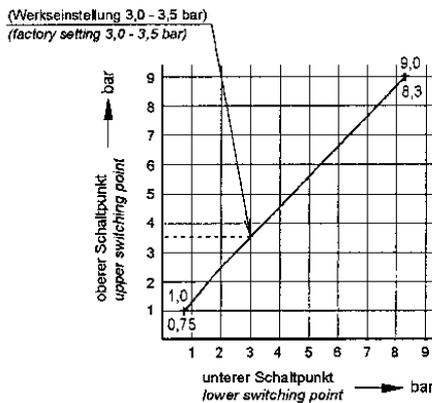
nicht im Lieferumfang enthalten:

Umbausatz Druckschalter PMA-SUX50M2-04-10
Karte SUX50 Überwachungssystem80 0952

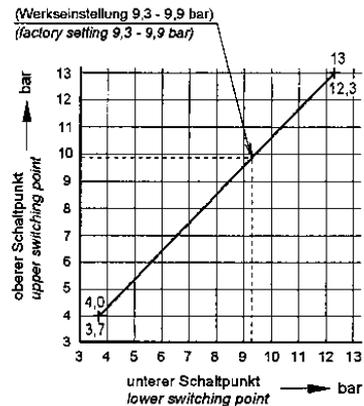
not included in delivery:

retrofitting kit pressure switch PMA-SUX50M2-04-10
card SUX50 monitoring system80 0952

Einstellendiagramm Typ PMS-3
adjusting diagram type PMS-3



Einstellendiagramm Typ PMS-10
adjusting diagram type PMS-10



Erstellt:

Sachbearbeiter:

Freigabe:



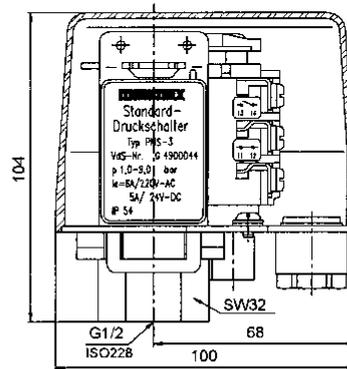
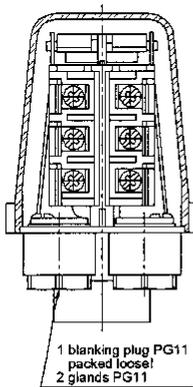
Werknorm
factory standard

M8-2-04-10 Teil 2
part 2

Ergänzung / amendment: 05.04

Product information:
Pressure switch type PMS-3 and PMS-10

designation	order no.
pressure switch PMS-3	81 7492
pressure switch PMS-10	81 7509



Technical Data
 pressure medium: water, compressed air
 temperature range: 0 °C up to +80 °C, water
 -25 °C up to +100 °C, compressed air
 bursting pressure: 70 bar for housing
 70 bar for diaphragm
 operating pressure: max. 16 bar
 voltage: max. 250 V
 operating current: 250 V - AC max. 6 A
 220 V - DC max. 0,5 A
 24 V - DC max. 5 A
 IP rating: IP54

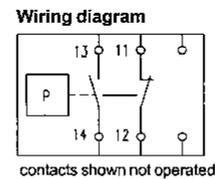
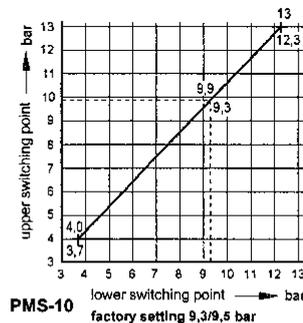
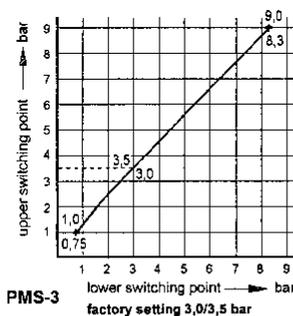
These pressure switches are provided for general application in fire extinguishing systems using water e.g.:

- deluge valve sets
- pump-control
- compressor-control
- pressure boosting systems

The maximum operating pressure for both pressure switches, PMS-3 and PMS-10, is 16 bar.
 The adjustable range and switching points can be taken from the diagram.
 The pressure switches are delivered preadjusted.

PMS- 3: lower/upper switching point 3,0/3,5 bar
 PMS-10: lower/upper switching point 9,3/9,9 bar

The preadjustment can be changed at the adjusting screw after taking off the cap. For a rough adjustment the scale at the side of the housing may be used. A more exact adjustment on $\pm 0,2$ bar can only be done with the help of calibrated pressure gauges.



Erstellt:	Sachbearbeiter:	Freigabe:
-----------	-----------------	-----------



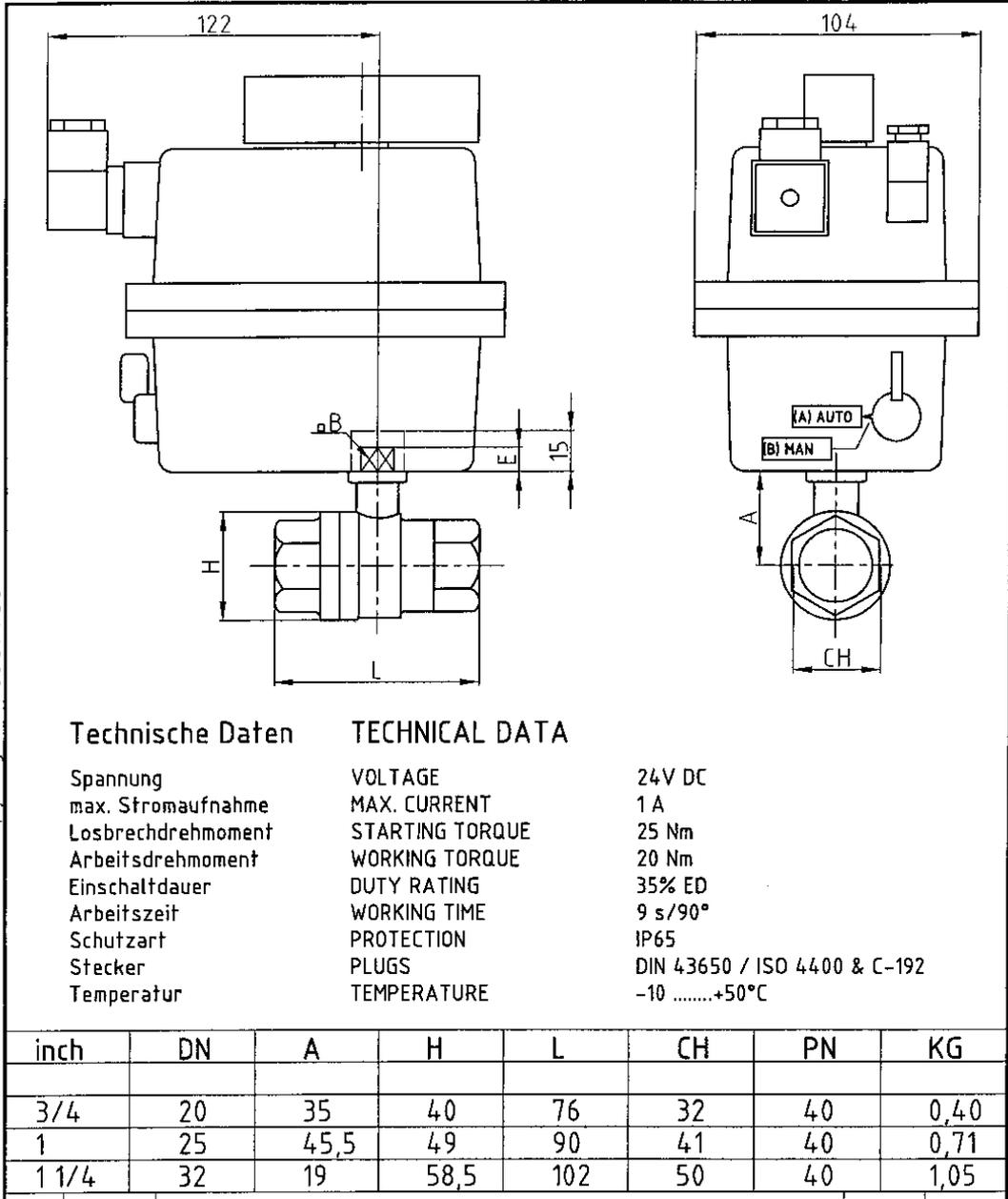
Techn. Daten: *techn.-data:*
 max. zul. Druck . . . : PS 25
 (max. permissible pressure) (363 psi)
 Druckmedium : Wasser, Druckluft
 (medium) : water/compressed air
 Temp.-Bereich : 0 - 60°C
 (temp.-range)

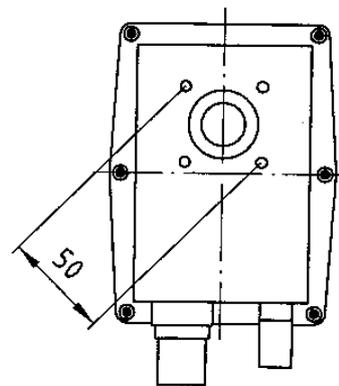
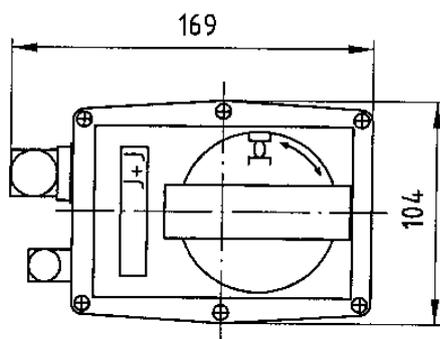
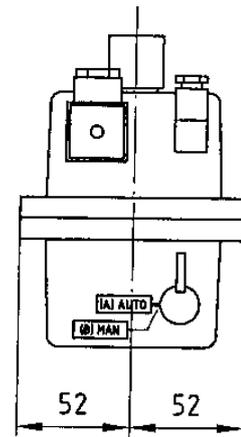
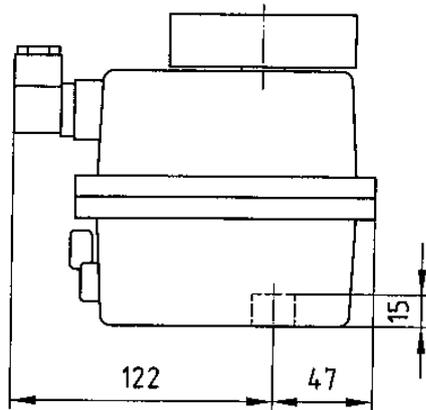
Ausführung: *carried out*
 Gehäuse : Rg oder Ms
 (housing) (brass)
 Sieb : 1.4301
 (sieve)
 Maschenweite : 0,4 mm²
 (mesh aperture)

Kennzeichnung: *marking*
 Durchflußrichtung
 (flow direction)
 Nennweite bzw. Anschlußgewinde
 (nominal diameter)
 Nenndruck
 (nominal pressure)

Alle Rechte nach DIN 34 vorbehalten

DN (size)	Rp (thread)	Art.-Nr. (no.)	SW (wrench size)	l	h	KV m ³ /h	Filterfläche (sieve surface) mm ²		Gew.kg (weight)	Änd.-Index (R)	
							offen (open)	gesamt (over-all)			
20	3/4	13 1248	33	66	60	6,8	470	1560	0,27	02	03
25	1	76 1483	40	78	70	9,5	850	2830	0,46	02	03
32	1 1/4		48	102	90				0,70		
40	1 1/2		52	112	100				0,88		
50	2	19 4182	69	126	125	34	2560	8530	1,55	02	03



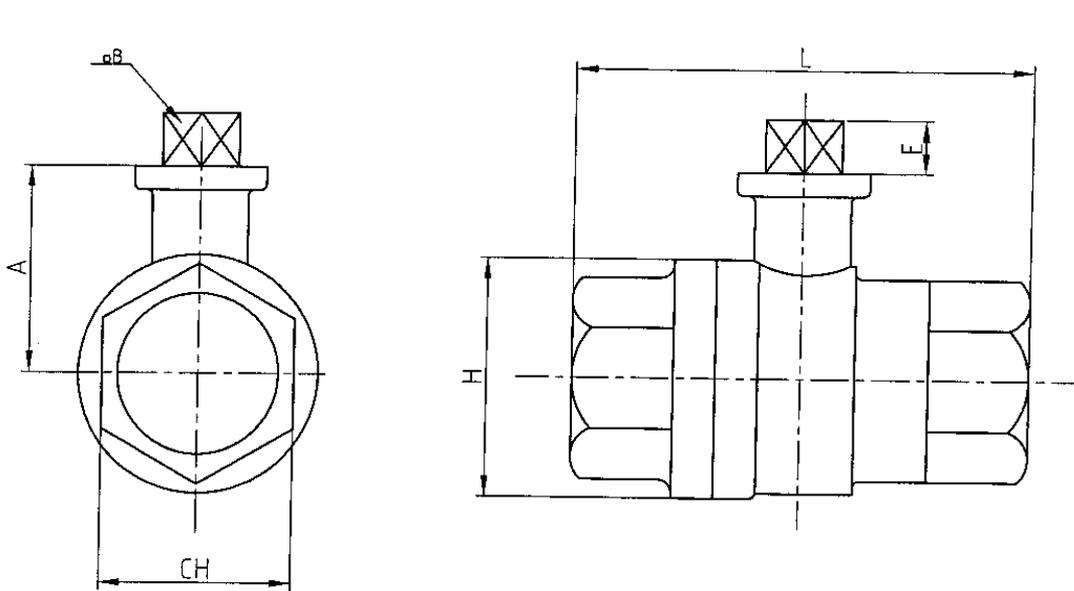


Technische Daten

Spannung
 max. Stromaufnahme
 Losbrechdrehmoment
 Arbeitsdrehmoment
 Einschaltdauer
 Arbeitszeit
 Schutzart
 Stecker
 Temperatur

TECHNICAL DATA

VOLTAGE 24V DC
 MAX. CURRENT 1 A
 STARTING TORQUE 25 Nm
 WORKING TORQUE 20 Nm
 DUTY RATING 35% ED
 WORKING TIME 9 s/90°
 PROTECTION IP65
 PLUGS DIN 43650 / ISO 4400 & C-192
 TEMPERATURE -10+50°C



Copyright reserved

Technische Daten

TECHNICAL DATA

Spannung
 max. Stromaufnahme
 Losbrechdrehmoment
 Arbeitsdrehmoment
 Einschaltdauer
 Arbeitszeit
 Schutzart
 Stecker
 Temperatur

VOLTAGE 24V DC
 MAX. CURRENT 1 A
 STARTING TORQUE 25 Nm
 WORKING TORQUE 20 Nm
 DUTY RATING 35% ED
 WORKING TIME 9 s/90°
 PROTECTION IP65
 PLUGS DIN 43650 / ISO 4400 & C-192
 TEMPERATURE -10+50°C

inch	DN	A	H	L	CH	B	E	PN	KG
3/4	20	35	40	76	32	9	9	40	0,40
1	25	45,5	49	90	41	9	9	40	0,71
1 1/4	32	19	58,5	102	50	9	9	40	1,05



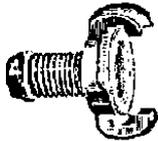
LOCAL APPLICATION SYSTEM

MINIMAX

4.0 COUPLINGS

4.1 Air Compressed Coupling

**Schnellkupplungen aus Messing
mit einheitlicher Nockenweite von 40mm**



10 bis 38mm
Schlauchweite



m. Innengewinde
R 3/8" bis 1 1/2"



m. Außengewinde
R 1/4" bis 1 1/2"



Blind-Kupplung

**Quick coupling of brass
with uniformed cam width of 40mm**



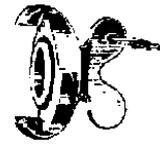
10 bis 38mm
tubewidth



with innertreath
R 3/8" bis 1 1/2"



with outertreath
R 1/4" bis 1 1/2"



blind-coupling

LOCAL APPLICATION SYSTEM 4.1

Page 1/1

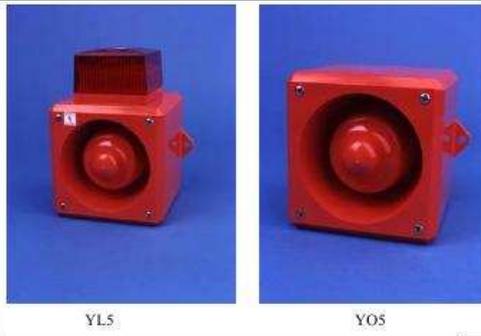
Issue: 03/2003

SECHSFRANCOISWOLLHANDLUNG.GER application_coupling.doc

Minimax GmbH, Marine Division, Industriestrasse 10-12, D-23840 Bad Oldesloe, Telefon +49 (4531) 803-0, Telefax 803-140



Industrial Audible and Visual Alarm YO5/YL5 Yodalarm and Yodalight Range



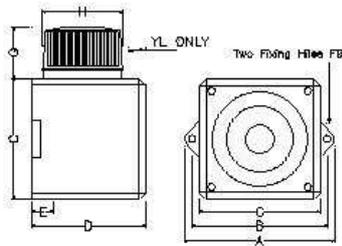
YL5

YO5

Main Features

- 32 selectable tones meeting international regulations
- 2 stage alarm
- 3 wire polarised DC and AC, or 2 wire bi-polar for DC only
- Choice of lens colours red, amber, green, blue, opal, clear made from flame retardant polycarbonate
- High output sound
- Low current consumption
- Continuously rated
- Robust, reliable and simple to install
- Enclosure made from ABS flame retardant plastic
- Strobe - 2.5 and 5.0 joule flash. See Ordering Instructions
- Stainless steel fixings
- Sound selection via DIL switch

Dimensions (mm)



Dimensions (mm)

Dim A	169	Dim E	23
Dim B	153	Dim F	8
Dim C	134	Dim G	57.5 - YL5
Dim D	128	Dim H	88 - YL5

M20 Cable Mounting hole at Dim E.

MOUNTING: The YO5/YL5 series alarm units are mounted to a reasonably flat wall or bulkhead of suitable material using the lugs projecting from the side of the case. The lugs are bored 8mm clearance on 153mm centres. The minimum recommended length of fixing screws is 25mm. To maintain the integrity of the weather seal, the cable entry must be via a suitable sealed gland.

Technical Specification

- Operating temperature -25 deg C to + 55 deg C
- Storage temperature -40 deg C to + 70 deg C
- Operating Voltage 24Vdc (12 - 35Vdc), 48Vdc, 115Vac, 230Vac +/- 10% (12V versions will produce approx. 6dB less output)
- Maximum humidity (40deg C) 90% RH
- Sound output 110 dB(A) @ 1 mtr
- Weight YO5 0.55 Kg dc / 0.81 Kg ac
- Weight YL5 0.68 Kg dc / 0.90 Kg ac
- IP 54 rated std, IP 66 (WR) to order
- Volume control allowing max 18dB(A) adjustment
- Minimum current consumption 20mA
- Optional independent 2nd stage via second DIL switch (DC only)

All dimensions quoted are approximate only and subject to change without notice as are technical features resulting from continual development and improvement

			YO5dc	YO5ac	YL5dc	YL5ac	
12Vdc only							

Whilst care has been taken in the preparation of this leaflet no liability is accepted for any consequence of its use.

DS05/3



Industrial Audible and Visual Alarm Y05/YL5

Tone Table

* Optional independent second stage sound is available on request (DC only).

First Stage Signal	Freq.	Sound switches	Rep Rate (sec.)	Special application
		1 2 3 4 5		
1 Alternate two-tone	800-1000	1 1 1 1 1	0.5	Fire alarms
2 Alternate two-tone	2500-3100	0 1 1 1 1	0.5	Security alarms
3 Alternate fast two-tone	800-1000	1 0 1 1 1	0.25	Increased urgency
4 Alternate fast wo-tone	2500-3100	0 0 1 1 1	0.25	Security deterrent
5 Alternate two-tone	440-554	1 1 0 1 1	0.4/0.1	AFNOR, FRANCE
6 Alternate two-tone	430-470	0 1 0 1 1	1.0	
7 Alternate v.fast two-tone	800-1000	1 0 0 1 1	0.13	
8 Alternate v.fast two-tone	2500-3200	0 0 0 1 1	0.07	
9 Alternate two-tone	440-554	1 1 1 0 1	2.0	Turn-out, SWEDEN
10 Continuous note	700	0 1 1 0 1	-	All-clear, SWEDEN
11 Continuous note	1000	1 0 1 0 1	-	
12 Continuous note	1000	0 0 1 0 1	-	
13 Continuous note	2300	1 1 0 0 1	-	
14 Continuous note	440	0 1 0 0 1	-	
15 Interrupted tone	1000	1 0 0 0 1	2.0	
16 Interrupted tone	420	0 0 0 0 1	1.25	AS2220, AUSTRALIA
17 Interrupted tone	1000	1 1 1 1 0	0.5	
18 Interrupted tone	2500	0 1 1 1 0	0.25	
19 Interrupted tone	2500	1 0 1 1 0	0.5	
20 Interrupted tone	700	0 0 1 1 0	6/12	Pre-vitalmessageSWEDEN
21 Interrupted tone	1000	1 1 0 1 0	1.0	
22 Interrupted tone	700	0 1 0 1 0	4.0	Air-raid alarm, SWEDEN
23 Interrupted tone	700	1 0 0 1 0	0.25	Local warning, SWEDEN
24 Interrupted tone	720	0 0 0 1 0	0.7/0.3	Industrial alarm, GERMANY
25 Int.fast, rising volume	1400	1 1 1 0 0	0.25	
26 Fast siren	250-1200	0 1 1 0 0	0.085	
27 Rising constant, fall	1000	1 0 1 0 0	10/40/10	Industrial alarm, GERMANY
28 ISO 8201 Evacuation	800-1000	0 0 1 0 0	As std	Int'l evacuation alarm
29 Fast whoop	500-1000	1 1 0 0 0	0.15	
30 Slow whoop	500- 1200	0 1 0 0 0	4.5	Evacuation, The Netherlands
31 Reverse sweep	1200-500	1 0 0 0 0	1.0	Evacuation, GERMANY
32 Siren	500-1200	0 0 0 0 0	3.0	

Switch Setting: ON=1 and OFF=0

The PFEER sound signals recommended by UKOOA are:-

General Alarm	Sound Signal 15	Interrupted tone 1000 Hz
PAPA	Sound Signal 31	Reverse Sweep 1200-500 Hz
Toxic Gas	Sound Signal 11	Continuous Tone 1000 Hz.

Line Monitoring - (DC Only)

- 3 Wire 2 stage or 2 wire single stage, monitor via reverse polarity
 - 2 Wire 2 stage i.e. bi-polar inputs, monitor via threshold (applied voltage <1V)
- End of line resistor. Minimum 3K3 ohm 0.5 watts, wire-wound or metal film type.



SÉRIE SV

ELECTROBOMBAS CENTRÍFUGAS MULTIESTÁGIO VERTICAIS

Electrobombas de elevada fiabilidade, tecnologicamente avançadas e capazes de satisfazer exigências de múltiplas e variadas aplicações. Estão disponíveis em numerosas versões construtivas e com modelos de 2-4-8-16-30-60 m³/h de capacidade nominal.

- **ELEVADA EFICIÊNCIA HIDRÁULICA**
- **HIDRÁULICO INTEGRALMENTE EM AÇO INOX AISI 304 NA VERSÃO STANDARD DAS SÉRIES 2-4-8-16 m³/h**
- **DISPONÍVEL VERSÃO "N" EM AÇO INOX AISI 316**
- **A PEDIDO VERSÃO COM MOTOR DE 4 POLOS E/OU 60 Hz**
- **O MOTOR PODE SER SUBSTITUÍDO POR QUALQUER MODELO STANDARD EXISTENTE NO MERCADO**
- **A PEDIDO VERSÃO GRUPO "DPS" PARA PRESSÕES ELEVADAS, CONSTITUÍDO POR 2 BOMBAS SV VERSÃO "N" EM SÉRIE**

APLICAÇÕES

- Movimentação de água nos sectores comerciais, industriais e agrícolas.
- Pressurização e sistemas de abastecimento de água.
- Sistemas de irrigação quer agrícolas quer para instalações desportivas.
- Sistemas de lavagem industrial.
- Alimentação de caldeiras.
- Sistemas para tratamento de águas e de osmose inversa.
- Fontes decorativas.
- Movimentação de líquidos moderadamente agressivos.

CARACTERÍSTICAS

- **Débito** até 72 m³/h.
- **Altura manométrica** até 247 m.
- **Pressão máxima** de exercício 16/25 bar segundo o modelo.
- **Serviço contínuo.**
- **Temperatura do líquido bombeado de -20°C a +120°C.**
- Versões:
 - **Monofásica** 220-240 V 50 Hz (até 2,2 kW).
 - **Trifásica** 220-240/380-415 V 50 Hz, até 3 kW inclusivé, e 380-415/660 ou 690 V para potências superiores (até 22 kW).

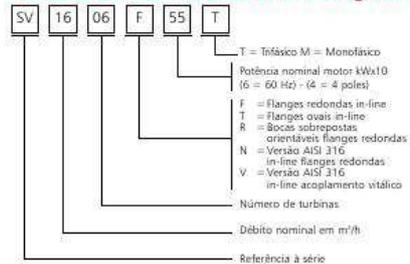


- **Isolamento** classe **F**.
- **Protecção IP 55.**
- **Contraflanges** roscadas, redondas ou ovais em aço zincado em **fornecimento standard.**
- **Disponível a pedido versão com conversor de frequência HYDROVAR (velocidade variável).**
- A pedido versões com motores a 4 polos.

VERSÕES DISPONÍVEIS

VERSÕES	SV 2	SV 4	SV 8	SV 16	SV 30	SV 60
Bocas in-line flanges ovais (T)	X	X	X			
Bocas in-line flanges redondas (F)	X	X	X	X	X	X
Bocas sobrepostas orientáveis (R)	X	X	X			
Hidráulico em aço inox AISI 316 (N)	X	X	X	X	X	X
Versão em 4 polos	X	X	X	X	X	X
Versão horizontal sobre apoios	X	X	X	X	X	X
C/ ligações p/ acoplamento Victáulica	X	X	X	X		

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO



LOWARA





SÉRIE SV2 (~ 2900 min⁻¹)

CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS

Debito útil de 1,2 a 4,2 m³/h.

Pressão máxima de exercicio incluindo golpe de ariete no lado da aspiração:

- Bombas com flanges ovais 16 bar.
- Bombas com flanges redondas 25 bar.

VERSÕES DISPONÍVEIS

- "F": Bocas in-line, flanges redondas da SV202 à SV224.
- "T": Bocas in-line, flanges ovais da SV202 à SV214.
- "R": Bocas sobrepostas, flanges redondas da SV204 à SV224.
- "N": Bocas in-line, flanges redondas em AISI 316 da SV202 à SV224.

TABELA MATERIAIS

DENOMINAÇÃO DOS COMPONENTES	MATERIAIS "F" "R" "T"	MATERIAIS "N"
Turbina	AISI 316 L	
Difusor e distanc. superior	AISI 304	AISI 316 L
Veio	AISI 304	AISI 316
Camisa externa	AISI 304	AISI 316 L
Corpo de bomba	AISI 304	AISI 316 L
Camisa do veio	CARBONETO DE TUNGSTÊNIO	
Casquilho	CERAMICA	
Vedante	CARBONETO DE TUNG./CARVAQ/ EPDM	
Elastômeros	EPDM	
Tacos enchimento/descarga	AISI 316	
Lanterna	FERRO 250	
Acoplamento	ALUMINIO	
Proteção do acoplamento	AISI 304	
Caixa vedante	AISI 304	AISI 316 L
Base	ALUMINIO	

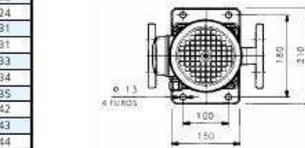
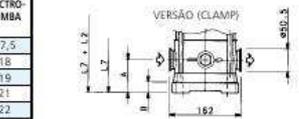
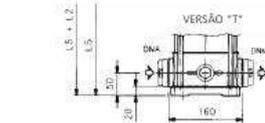
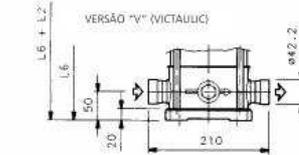
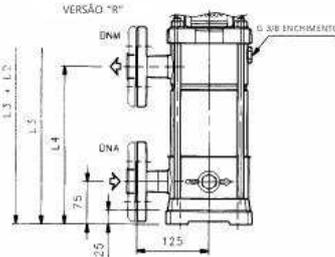
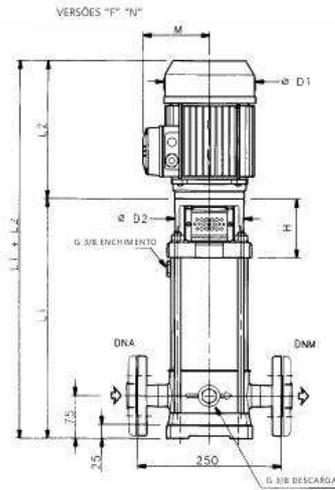
DADOS ELÉCTRICOS

TIPO DE BOMBA	POTENCIA DO MOTOR		CORRENTE ABSORVIDA em (A)					CONDENSADOR		Is/In	
			TRIFASICA			MONO-FASICA	µF	V	TRIFASICA	MONO-FASICA	
			Δ	Y	Δ						230 V
	kw	GRANDEZA* T	M	220-240V	380-415V	380-415V	220-240V				
SV202F03T	0,37	71R	71R	2,30	1,33	-	2,64-2,72	14	450	4,23	3,08
SV203F03T	0,37	71R	71R	2,30	1,33	-	2,64-2,72	14	450	4,23	3,08
SV204F05T	0,55	71	71	2,48	1,43	-	3,89-4,05	16	450	5,95	3,34
SV205F07T	0,75	80R	80R	3,50	2,02	-	5,22-4,97	20	450	5,81	3,55
SV206F07T	0,75	80R	80R	3,50	2,02	-	5,22-4,97	20	450	5,81	3,55
SV207F11T	1,1	80	80	4,52	2,61	-	7,07-6,81	30	450	6,78	3,80
SV208F11T	1,1	80	80	4,52	2,61	-	7,07-6,81	30	450	6,78	3,80
SV209F11T	1,1	80	80	4,52	2,61	-	7,07-6,81	30	450	6,78	3,80
SV211F15T	1,5	90R	90R	5,98	3,45	-	9,32-8,63	40	450	7,04	3,45
SV212F15T	1,5	90R	90R	5,98	3,45	-	9,32-8,63	40	450	7,04	3,45
SV214F22T	2,2	90R	90	8,71	5,03	-	13,3-12,6	50	450	7,32	3,45
SV216F22T	2,2	90R	90	8,71	5,03	-	13,3-12,6	50	450	7,32	3,45
SV218F22T	2,2	90R	90	8,71	5,03	-	13,3-12,6	50	450	7,32	3,45
SV220F30T	3	100R	-	10,8	6,22	-	-	-	-	6,81	-
SV222F30T	3	100R	-	10,8	6,22	-	-	-	-	6,81	-
SV224F30T	3	100R	-	10,8	6,22	-	-	-	-	6,81	-

* R = Grandeza da carcaça do motor de acordo com a saliência do veio relativamente à flange.

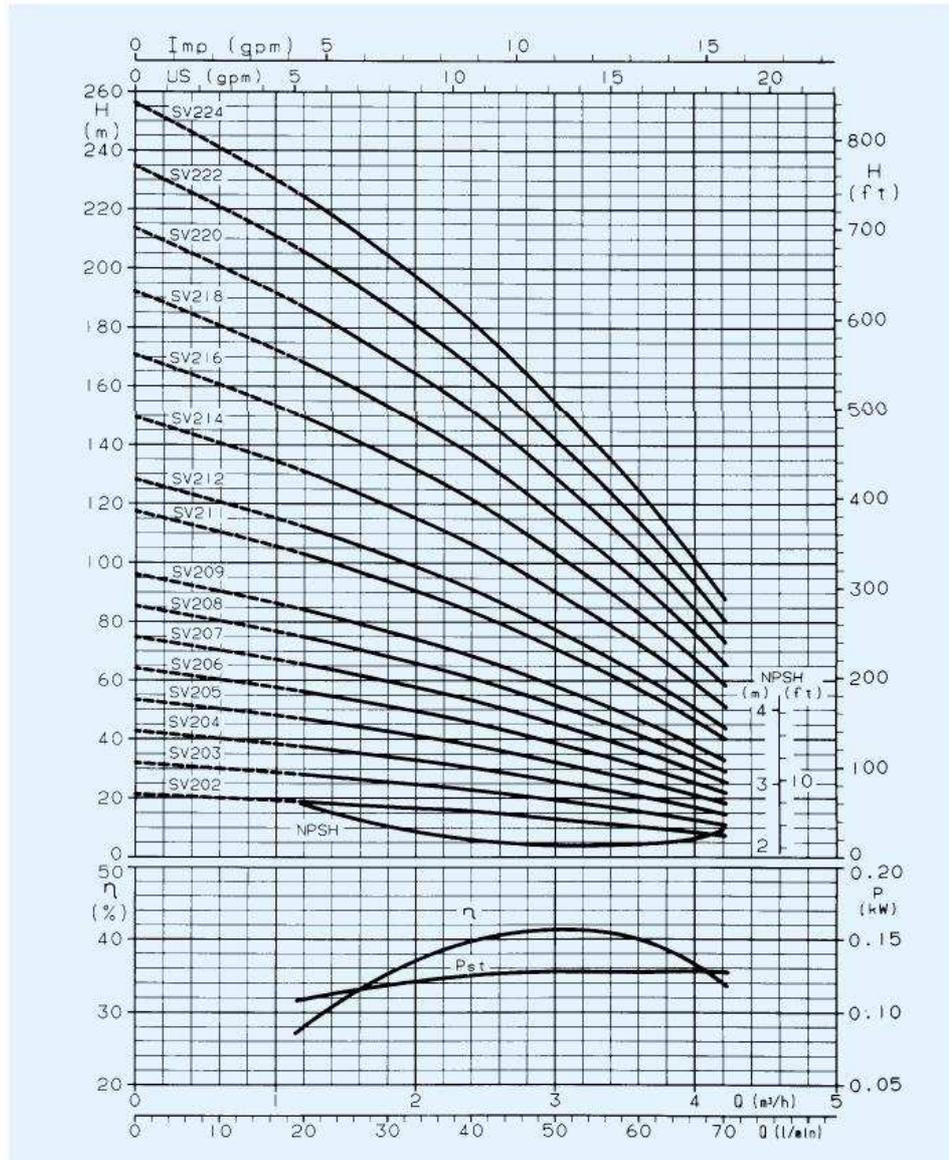
DIMENSÕES E PESOS

TIPO DE BOMBA	DNA DNM	DIMENSÕES EM mm														PESO (kg)		
		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	M	N	D1	D2	H	A	B	BOMBA	ELECTRO-BOMBA	
SV202F03T	Rp 1"	285	209	209	-	260	260	260	111	111	120	120	105	93	50	20	9,5	17,5
SV203F03T	Rp 1"	310	209	209	-	285	285	285	111	111	120	120	105	93	50	20	10	18
SV204F05T	Rp 1"	335	231	231	335	200	310	310	121	121	140	140	105	93	50	20	10,5	19
SV205F07T	Rp 1"	370	226	226	370	225	345	345	121	121	140	140	120	103	50	20	11,5	21
SV206F07T	Rp 1"	395	226	226	395	250	370	370	121	121	140	140	120	103	50	20	12	22
SV207F11T	Rp 1"	420	263	263	420	275	395	395	132	129	155	155	120	103	50	20	12,5	23
SV208F11T	Rp 1"	445	263	263	445	300	420	420	132	129	155	155	120	103	50	20	13	23
SV209F11T	Rp 1"	470	263	263	470	325	445	445	132	129	155	155	120	103	50	20	13,5	24
SV211F15T	Rp 1"	530	263	263	530	375	505	505	132	129	155	155	140	113	50	20	15	31
SV212F15T	Rp 1"	555	263	263	555	400	530	530	132	129	155	155	140	113	50	20	15,5	31
SV214F22T	Rp 1"	605	281	263	605	450	580	580	121	129	176	155	140	113	50	20	16,5	33
SV216F22T	Rp 1"	655	281	263	655	500	630	655	121	129	176	155	140	113	75	25	17,5	34
SV218F22T	Rp 1"	705	281	263	705	550	680	705	121	129	176	155	140	113	75	25	18,5	35
SV220F30T	Rp 1"	765	-	303	765	600	740	765	-	121	-	176	160	123	75	25	20	42
SV222F30T	Rp 1"	815	-	303	815	650	790	815	-	121	-	176	160	123	75	25	21	43
SV224F30T	Rp 1"	865	-	303	865	700	840	865	-	121	-	176	160	123	75	25	22	44





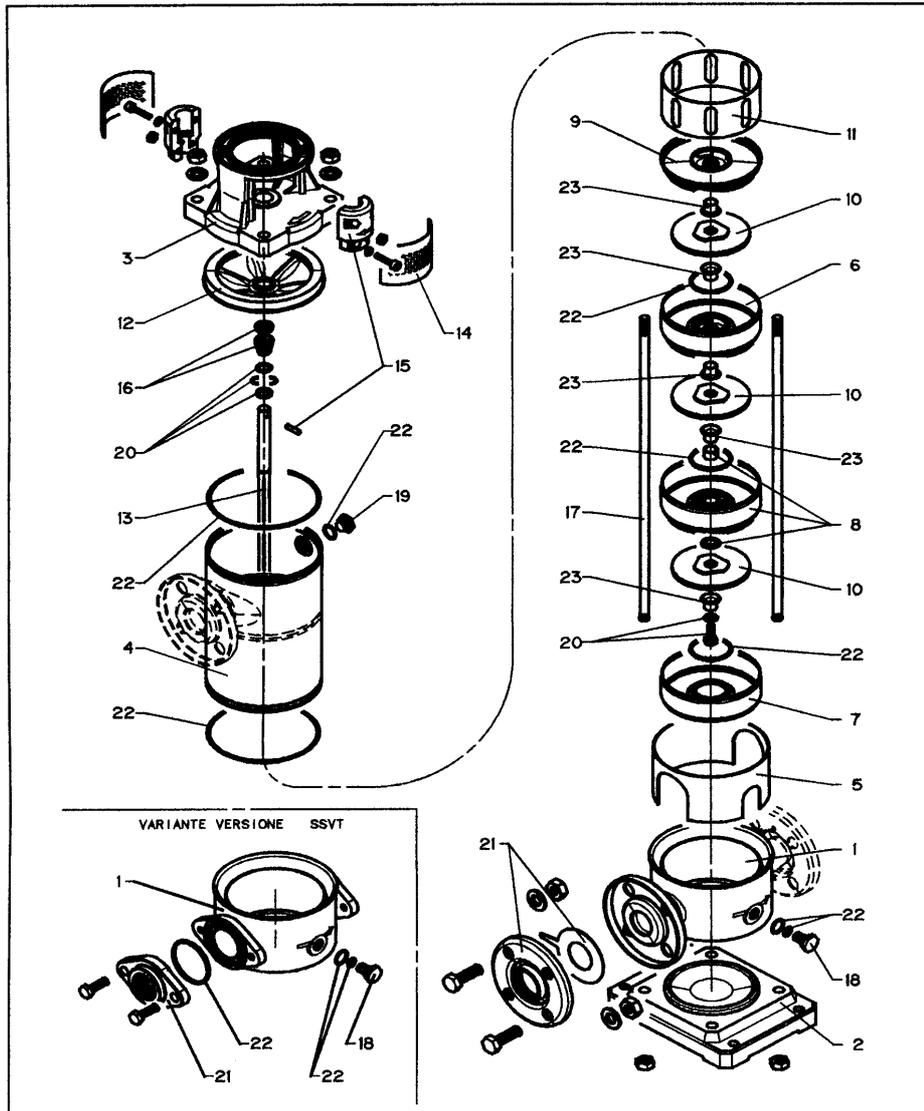
SÉRIE SV2
CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMENTO A 2900 min⁻¹ 50 Hz



As características servem para líquidos com densidade $\rho = 1,0 \text{ kg/dm}^3$ e uma viscosidade cinemática $\gamma = 1 \text{ mm}^2/\text{s}$.



SV8 Serie - Serie



Lowara



- 081 / A -



LISTA RICAMBI - SPARE PARTS LIST

SV8 Serie - Series

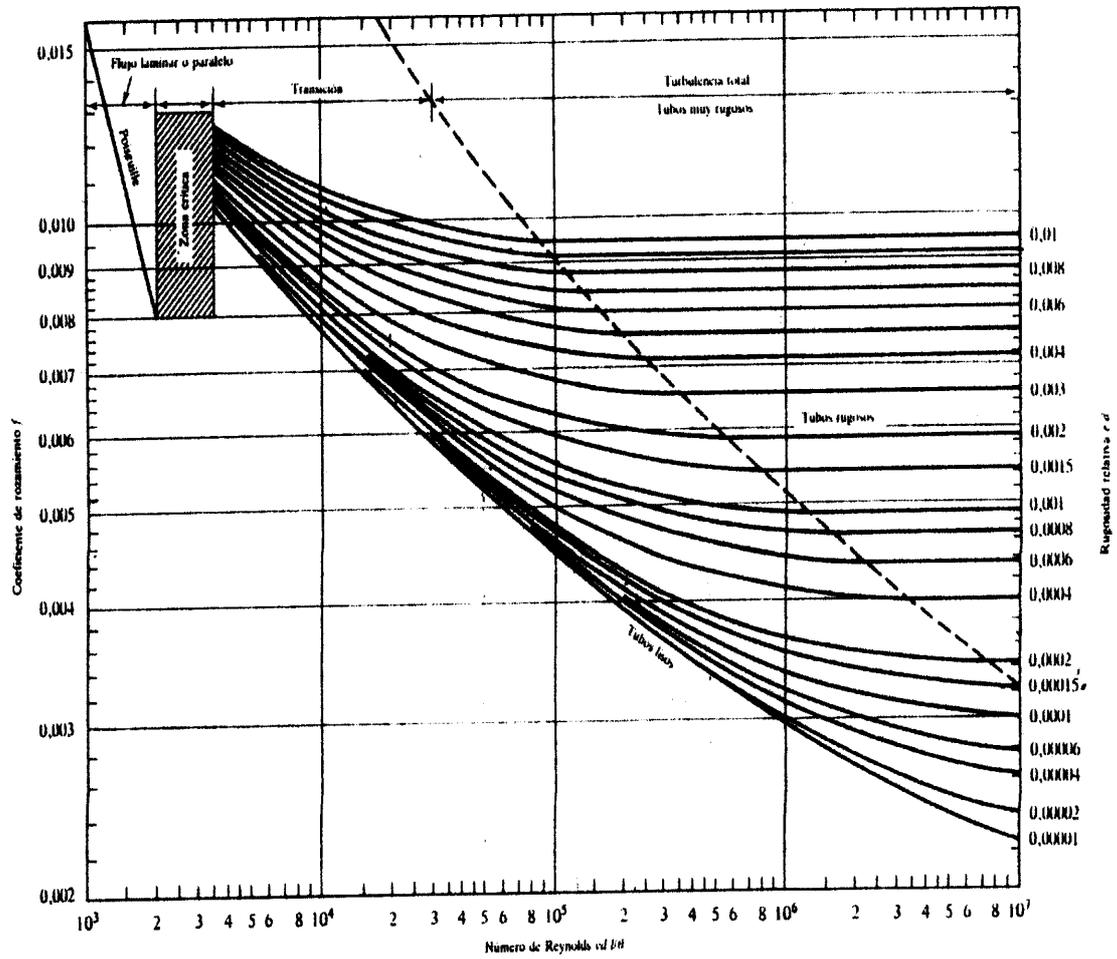
ITEM N.	DESCRIZIONE	Q.TY	CODE - CODE	SV802111 /A	SV803115 /A	SV804122 /A	SV805122 /A	SV806130	SV807140	SV811155
1	Corpo pompa SV8T	1	151301250	107391020	107391030	107391040	107391050	102541060	102541080	102541110
1	Pump body SV8T	1	151301250	107391020	107391030	107391040	107391050	102541060	102541080	102541110
2	Corpo pompa SV8R	1	161430340	107391220	107391230	102541240	102541250			
2	Pump body SV8R	1	161430340	107391220	107391230	102541240	102541250			
3	Lanterna	1	161452741	107391021	107391031	107391041	107391051			
3	Adaptor	1	161452741	107391021	107391031	107391041	107391051			
4	Camicia SV8-16 T-F	1	156403960	156403970	156403980	156403990	156404000	156404010	156404030	156404050
4	Sleeve SV8-16 T-F	1	156403960	156403970	156403980	156403990	156404000	156404010	156404030	156404050
5	Camicia/Flangia SV8-16T	1	156405130	156405140	156405150	156405160	156405180	156405190	156405210	156405220
5	Spacer w/ flange SV8-16T	1	156405130	156405140	156405150	156405160	156405180	156405190	156405210	156405220
6	Diffusore	1	152800870							
6	Diffuser	1	152800870							
7	Scatola stadio iniziale	1								
7	Initial stage box	1								
8	Rit diffusore con boccia	1								
8	Diffuser with bush kit	1								
9	Diffusore finale	1								
9	Final diffuser	1								
10	Grante SV 8-16	1								
10	Impeller SV 8-16	1								
11	Distanziale finale	1								
11	Final spacer	1								
12	Alloggio tenuta	1								
12	Seal housing	1								
13	Albero	1								
13	Shaft	1								
14	Protezione giunto	2								
14	Coupling guard	2								
15	Kit semigiunti	1								
15	Half coupling kit	1								
16	Tenuta meccanica	1								
16	Mechanical seal	1								
17	Tirante	4								
17	Tie rod	4								
18	Dado e rondella	8-4								
18	Nut and washer	8-4								
19	Tappo scarico (+ OR)	1								
19	Drain plug (+ OR)	1								
20	Kit bloccaggio giranti	1								
20	Locking impellers kit	1								
21	Controlflangia + OR - SV2T	2-2								
21	Counterflange + OR - SV2T	2-2								
22	Controlflangia + OR - SV2T	2-2								
22	Counterflange + OR - SV2T	2-2								
23	Kit distanziali giranti	1								
23	Impeller spacer kit	1								
24	Kit distanziali giranti	1								
24	Motor : Three Phase : T	1								
25	Kit distanziali giranti	1								
25	Motor : Monofase : M	1								
26	Kit distanziali giranti	1								
26	Motor : Single Phase : M	1								
27	Kit distanziali giranti	1								
27	Motor construction	1								
28	Kit distanziali giranti	1								
28	Motor construction	1								
29	Kit distanziali giranti	1								
29	Motor construction	1								
30	Kit distanziali giranti	1								
30	Motor construction	1								
31	Kit distanziali giranti	1								
31	Motor construction	1								
32	Kit distanziali giranti	1								
32	Motor construction	1								
33	Kit distanziali giranti	1								
33	Motor construction	1								
34	Kit distanziali giranti	1								
34	Motor construction	1								
35	Kit distanziali giranti	1								
35	Motor construction	1								
36	Kit distanziali giranti	1								
36	Motor construction	1								
37	Kit distanziali giranti	1								
37	Motor construction	1								
38	Kit distanziali giranti	1								
38	Motor construction	1								
39	Kit distanziali giranti	1								
39	Motor construction	1								
40	Kit distanziali giranti	1								
40	Motor construction	1								
41	Kit distanziali giranti	1								
41	Motor construction	1								
42	Kit distanziali giranti	1								
42	Motor construction	1								
43	Kit distanziali giranti	1								
43	Motor construction	1								
44	Kit distanziali giranti	1								
44	Motor construction	1								
45	Kit distanziali giranti	1								
45	Motor construction	1								
46	Kit distanziali giranti	1								
46	Motor construction	1								
47	Kit distanziali giranti	1								
47	Motor construction	1								
48	Kit distanziali giranti	1								
48	Motor construction	1								
49	Kit distanziali giranti	1								
49	Motor construction	1								
50	Kit distanziali giranti	1								
50	Motor construction	1								
51	Kit distanziali giranti	1								
51	Motor construction	1								
52	Kit distanziali giranti	1								
52	Motor construction	1								
53	Kit distanziali giranti	1								
53	Motor construction	1								
54	Kit distanziali giranti	1								
54	Motor construction	1								
55	Kit distanziali giranti	1								
55	Motor construction	1								
56	Kit distanziali giranti	1								
56	Motor construction	1								
57	Kit distanziali giranti	1								
57	Motor construction	1								
58	Kit distanziali giranti	1								
58	Motor construction	1								
59	Kit distanziali giranti	1								
59	Motor construction	1								
60	Kit distanziali giranti	1								
60	Motor construction	1								
61	Kit distanziali giranti	1								
61	Motor construction	1								
62	Kit distanziali giranti	1								
62	Motor construction	1								
63	Kit distanziali giranti	1								
63	Motor construction	1								
64	Kit distanziali giranti	1								
64	Motor construction	1								
65	Kit distanziali giranti	1								
65	Motor construction	1								
66	Kit distanziali giranti	1								
66	Motor construction	1								
67	Kit distanziali giranti	1								
67	Motor construction	1								
68	Kit distanziali giranti	1								
68	Motor construction	1								
69	Kit distanziali giranti	1								
69	Motor construction	1								
70	Kit distanziali giranti	1								
70	Motor construction	1								
71	Kit distanziali giranti	1								
71	Motor construction	1								
72	Kit distanziali giranti	1								
72	Motor construction	1								
73	Kit distanziali giranti	1								
73	Motor construction	1								
74	Kit distanziali giranti	1								
74	Motor construction	1								
75	Kit distanziali giranti	1								
75	Motor construction	1								
76	Kit distanziali giranti	1								
76	Motor construction	1								
77	Kit distanziali giranti	1								
77	Motor construction	1								
78	Kit distanziali giranti	1								
78										



TABLAS



Diagrama de Moody





Longitud equivalente de accesorios

Metros de tubería recta a que equivale la pérdida de carga en codos, curvas y válvulas

Diám. del tubo	Codo de 90°	Curva de 90°	Válvula de pie	Válvula de retenc.	Válvula de comp.
25	2,--	1,--	5,--	4,--	2,--
32	2,50	2,--	5,--	4,--	2,--
40	2,50	2,--	5,--	4,--	2,--
50	2,50	2,--	6,--	5,--	2,--
60	3,--	2,--	6,--	5,--	3,--
80	3,--	2,--	7,--	6,--	3,--
100	4,--	3,--	8,--	6,--	3,--
125	4,--	3,--	10,--	8,--	4,--
150	5,--	3,--	12,--	10,--	4,--
200	6,--	4,--	14,--	12,--	5,--
250	7,--	4,--	18,--	15,--	6,--
300	8,--	5,--	24,--	20,--	7,--
350	8,--	5,--	30,--	25,--	8,--



Densidad del agua en función con la temperatura

t, °C	ρ, kg/m ³									
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	999,839	999,846	999,852	999,859	999,865	999,871	999,877	999,882	999,888	999,893
1	999,896	999,903	999,908	999,913	999,917	999,921	999,925	999,929	999,933	999,936
2	999,940	999,943	999,946	999,949	999,952	999,954	999,956	999,959	999,961	999,962
3	999,964	999,966	999,967	999,968	999,969	999,970	999,971	999,971	999,972	999,972
4	999,972	999,972	999,972	999,971	999,971	999,970	999,969	999,968	999,967	999,965
5	999,964	999,962	999,960	999,958	999,956	999,954	999,951	999,949	999,946	999,943
6	999,940	999,937	999,934	999,930	999,926	999,923	999,919	999,915	999,910	999,906
7	999,901	999,897	999,892	999,887	999,882	999,877	999,871	999,866	999,860	999,854
8	999,848	999,842	999,836	999,829	999,823	999,816	999,809	999,802	999,795	999,788
9	999,781	999,773	999,765	999,758	999,750	999,742	999,734	999,725	999,717	999,708
10	999,699	999,691	999,682	999,672	999,663	999,654	999,644	999,635	999,625	999,615
11	999,605	999,595	999,584	999,574	999,563	999,553	999,542	999,531	999,520	999,509
12	999,497	999,486	999,474	999,462	999,451	999,439	999,426	999,414	999,402	999,389
13	999,377	999,364	999,351	999,338	999,325	999,312	999,299	999,285	999,272	999,258
14	999,244	999,230	999,216	999,202	999,188	999,173	999,159	999,144	999,129	999,114
15	999,099	999,084	999,069	999,054	999,038	999,022	999,007	998,991	998,975	998,958
16	998,943	998,926	998,910	998,894	998,877	998,860	998,843	998,826	998,809	998,792
17	998,775	998,757	998,740	998,722	998,704	998,686	998,668	998,650	998,632	998,614
18	998,595	998,577	998,558	998,539	998,520	998,502	998,482	998,463	998,444	998,425
19	998,405	998,385	998,366	998,346	998,326	998,306	998,286	998,265	998,245	998,224
20	998,204	998,183	998,162	998,141	998,120	998,099	998,078	998,057	998,035	998,014
21	997,992	997,971	997,949	997,927	997,905	997,883	997,860	997,838	997,816	997,793
22	997,770	997,747	997,725	997,702	997,679	997,656	997,632	997,609	997,585	997,562
23	997,538	997,515	997,491	997,467	997,443	997,419	997,394	997,370	997,345	997,321
24	997,296	997,272	997,247	997,222	997,197	997,172	997,146	997,121	997,096	997,070
25	997,045	997,019	996,993	996,967	996,941	996,915	996,889	996,863	996,836	996,810
26	996,783	996,757	996,730	996,703	996,676	996,649	996,622	996,595	996,568	996,540
27	996,513	996,485	996,458	996,430	996,402	996,374	996,346	996,318	996,290	996,262
28	996,233	996,205	996,176	996,148	996,119	996,090	996,061	996,032	996,003	995,974
29	995,945	995,915	995,886	995,856	995,827	995,797	995,767	995,737	995,707	995,677
30	995,647	995,617	995,586	995,556	995,526	995,495	995,464	995,433	995,403	995,372
31	995,341	995,310	995,278	995,247	995,216	995,184	995,153	995,121	995,090	995,058
32	995,026	994,997	994,962	994,930	994,898	994,865	994,833	994,801	994,768	994,735
33	994,703	994,670	994,637	994,604	994,571	994,538	994,505	994,472	994,438	994,405
34	994,371	994,338	994,304	994,270	994,236	994,202	994,168	994,134	994,100	994,066
35	994,032	993,997	993,961	993,928	993,893	993,859	993,824	993,789	993,754	993,719
36	993,684	993,648	993,613	993,578	993,543	993,507	993,471	993,436	993,400	993,364
37	993,328	993,292	993,256	993,220	993,184	993,148	993,111	993,075	993,038	993,002
38	992,965	992,928	992,891	992,855	992,818	992,780	992,743	992,706	992,669	992,631
39	992,594	992,557	992,519	992,481	992,444	992,406	992,368	992,330	992,292	992,254
40	992,215	992,177	992,139	992,101	992,062	992,024	991,985	991,946	991,907	991,868
41	991,830	991,791	991,751	991,712	991,673	991,634	991,594	991,555	991,515	991,476
42	991,436	991,396	991,357	991,317	991,277	991,237	991,197	991,157	991,116	991,076
43	991,036	990,995	990,955	990,914	990,873	990,833	990,792	990,751	990,710	990,669
44	990,628	990,587	990,546	990,504	990,463	990,421	990,380	990,338	990,297	990,255
45	990,213	990,171	990,129	990,087	990,045	990,003	989,961	989,919	989,876	989,834
46	989,797	989,754	989,710	989,667	989,624	989,581	989,538	989,495	989,452	989,409
47	989,363	989,320	989,276	989,233	989,190	989,146	989,103	989,060	989,015	988,971
48	988,928	988,884	988,840	988,796	988,752	988,707	988,663	988,619	988,574	988,530
49	988,485	988,441	988,396	988,352	988,307	988,262	988,217	988,172	988,127	988,082



t, C	$\rho, \text{kg/m}^3$									
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
50	988.037	987.992	987.946	987.901	987.844	987.810	987.764	987.719	987.673	987.627
51	987.581	987.536	987.490	987.444	987.398	987.351	987.305	987.259	987.213	987.166
52	987.120	987.073	987.027	986.980	986.933	986.886	986.840	986.793	986.746	986.699
53	986.652	986.604	986.557	986.510	986.463	986.415	986.368	986.320	986.272	986.225
54	986.177	986.129	986.081	986.033	985.985	985.937	985.889	985.841	985.793	985.745
55	985.696	985.648	985.599	985.551	985.502	985.454	985.405	985.356	985.307	985.258
56	985.219	985.160	985.111	985.062	985.013	984.963	984.914	984.865	984.815	984.766
57	984.716	984.666	984.617	984.567	984.517	984.467	984.417	984.367	984.317	984.267
58	984.217	984.167	984.116	984.066	984.016	983.965	983.914	983.864	983.813	983.762
59	983.712	983.661	983.610	983.559	983.508	983.457	983.406	983.354	983.303	983.252
60	983.200	983.149	983.097	983.046	982.994	982.943	982.891	982.839	982.787	982.735
61	982.683	982.631	982.579	982.527	982.475	982.422	982.370	982.318	982.265	982.213
62	982.160	982.108	982.055	982.002	981.949	981.897	981.844	981.791	981.738	981.685
63	981.633	981.578	981.525	981.472	981.418	981.365	981.311	981.258	981.204	981.151
64	981.097	981.043	980.989	980.935	980.881	980.827	980.773	980.719	980.665	980.611
65	980.557	980.502	980.443	980.393	980.339	980.284	980.230	980.175	980.120	980.065
66	980.011	979.956	979.901	979.846	979.791	979.736	979.680	979.625	979.570	979.515
67	979.459	979.403	979.348	979.293	979.237	979.181	979.126	979.070	979.014	978.958
68	978.902	978.846	978.790	978.734	978.678	978.621	978.565	978.509	978.452	978.396
69	978.339	978.283	978.226	978.170	978.113	978.056	977.999	977.942	977.885	977.828
70	977.771	977.714	977.657	977.600	977.543	977.485	977.428	977.370	977.313	977.255
71	977.198	977.140	977.082	977.025	976.967	976.909	976.851	976.793	976.735	976.677
72	976.619	976.561	976.503	976.444	976.386	976.327	976.269	976.211	976.152	976.093
73	976.035	975.976	975.917	975.858	975.800	975.741	975.682	975.623	975.564	975.504
74	975.445	975.386	975.327	975.267	975.208	975.148	975.089	975.029	974.970	974.910
75	974.850	974.791	974.731	974.671	974.611	974.551	974.491	974.431	974.371	974.311
76	974.250	974.190	974.130	974.069	974.009	973.948	973.888	973.827	973.767	973.706
77	973.645	973.584	973.524	973.463	973.402	973.341	973.280	973.218	973.157	973.096
78	973.025	972.974	972.912	972.851	972.789	972.728	972.666	972.605	972.543	972.481
79	972.419	972.358	972.296	972.234	972.172	972.110	972.048	971.986	971.923	971.861
80	971.799	971.737	971.674	971.612	971.549	971.487	971.424	971.361	971.299	971.236
81	971.173	971.110	971.048	970.985	970.922	970.859	970.796	970.732	970.669	970.606
82	970.543	970.479	970.416	970.353	970.289	970.226	970.162	970.098	970.035	969.971
83	969.907	969.843	969.772	969.715	969.652	969.587	969.523	969.459	969.395	969.331
84	969.267	969.202	969.138	969.073	969.009	968.944	968.880	968.815	968.751	968.686
85	968.621	968.556	968.491	968.427	968.362	968.297	968.232	968.166	968.101	968.036
86	967.971	967.906	967.840	967.775	967.709	967.641	967.578	967.513	967.447	967.381
87	967.316	967.250	967.184	967.118	967.052	966.986	966.920	966.854	966.788	966.722
88	966.656	966.589	966.523	966.457	966.390	966.324	966.257	966.191	966.124	966.057
89	965.991	965.924	965.857	965.790	965.723	965.656	965.589	965.522	965.455	965.388
90	965.321	965.254	965.187	965.119	965.052	964.984	964.917	964.849	964.782	964.714
91	964.647	964.579	964.511	964.443	964.376	964.308	964.240	964.172	964.104	964.036
92	963.967	963.899	963.831	963.763	963.694	963.626	963.558	963.489	963.421	963.352
93	963.284	963.215	963.146	963.077	963.009	962.940	962.871	962.802	962.733	962.664
94	962.595	962.526	962.457	962.387	962.318	962.249	962.180	962.110	962.041	961.971
95	961.902	961.832	961.762	961.693	961.623	961.553	961.483	961.414	961.344	961.274
96	961.204	961.134	961.064	960.993	960.923	960.853	960.783	960.712	960.642	960.572
97	960.501	960.431	960.360	960.289	960.219	960.148	960.077	960.006	959.936	959.865
98	959.794	959.723	959.652	959.581	959.510	959.438	959.367	959.296	959.225	959.153
99	959.082	959.010	958.939	958.867	958.796	958.724	958.653	958.581	958.509	958.431
100	958.365									



Características de tubería DIN 2440

NOMINAL DIAMETER (mm & in.)		OUTSIDE DIA. (mm)	WALL THICK. (mm)	WEIGHT (kg/m)
15	½"	21.3	2.0	0.95
			3.2	1.43
			4.0	1.71
20	¾"	26.9	2.3	1.40
			3.2	1.87
			4.0	2.26
25	1"	33.7	2.6	1.99
			3.2	2.41
			4.0	2.93
32	1¼"	42.4	2.6	2.55
			3.6	3.44
			4.5	4.21
40	1½"	48.3	2.6	2.93
			3.6	3.97
			4.5	4.86



Coeficiente de pérdidas "K" para diferentes accesorios

accesorios	
Válvula esférica, totalmente abierta	$K = 10$
Válvula de ángulo, totalmente abierta	$K = 5$
Válvula de retención de clapeta	$K = 2,5$
Válvula de pié con colador	$K = 0,8$
Válvula de compuerta, totalmente abierta	$K = 0,19$
Codo de retroceso	$K = 2,2$
Empalme en T normal	$K = 1,8$
Codo de 90° normal	$K = 0,9$
Codo de 90° de radio medio	$K = 0,75$
Codo de 90° de radio grande	$K = 0,60$
Codo de 45°	$K = 0,42$

Valores de rugosidad absoluta

Material	Valor de la rugosidad. mm
Hierro fundido	0,15-0,25
Hierro fundido asfaltado	0,12-0,15
Acero negro comercial	0,046
Acero (acabado liso)	0,025
Acero (ligeramente oxidado)	0,25
Acero (galvanizado)	0,15
Fibro cemento	0,025
Tubing de materiales con acabado fino, como plástico, latón, cobre y aluminio	0,0015-0,0025
Hormigón	
Hormigón liso (superficie alisada con llana en buenas condiciones o tubos prefabricados)	0,25-0,30
Hormigón basto	3,00

NOTA: Los valores de la rugosidad absoluta pueden variar con la edad y condición de la tubería y afectar así al coeficiente de rozamiento. Los valores dados son para tuberías en condiciones medias y debe dejarse un margen para tubos en malas condiciones.



Tensión del vapor de agua en función de su temperatura

Temperatura °C	Tensión del vapor	
	mm Hg	Kg por cm ²
15	12,7	0,0174
20	17,4	0,0238
25	23,6	0,0322
30	31,5	0,0429
35	41,8	0,0572
40	54,9	0,0750
45	71,4	0,0974
50	92,0	0,1255
55	117,5	0,1602
60	148,8	0,2028
65	186,9	0,2547
70	233,1	0,3175
75	288,5	0,3929
80	354,6	0,4828
85	433,0	0,5894
90	525,4	0,7149
95	633,7	0,8620
100	760,0	1,0333
105	906,0	1,2320
110	1075,0	1,4609
115	1269,0	1,726
120	1491,0	2,027



Bibliografía consultada:

- ❖ Reglamento del *Solas* (consolidado 2004).

- ❖ Izar Carenas.

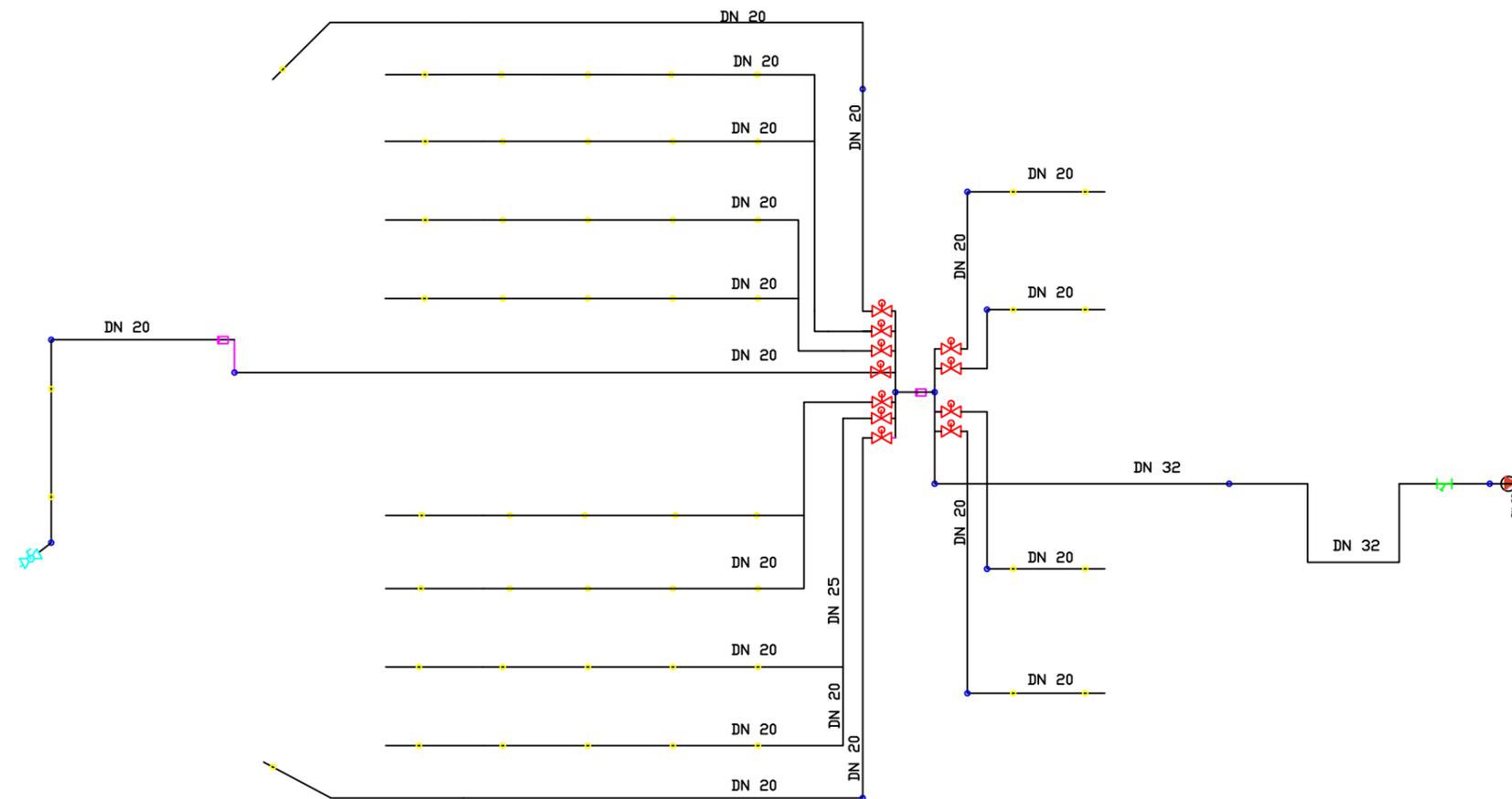
- ❖ Transmediterránea.

- ❖ Relación de páginas de internet:
 1. www.mínimax.de
 2. www.safetec-online.de
 3. www.construinfo.com
 4. www.lowara.es

- ❖ Apuntes de la asignatura *Sistemas Auxiliares del buque*.

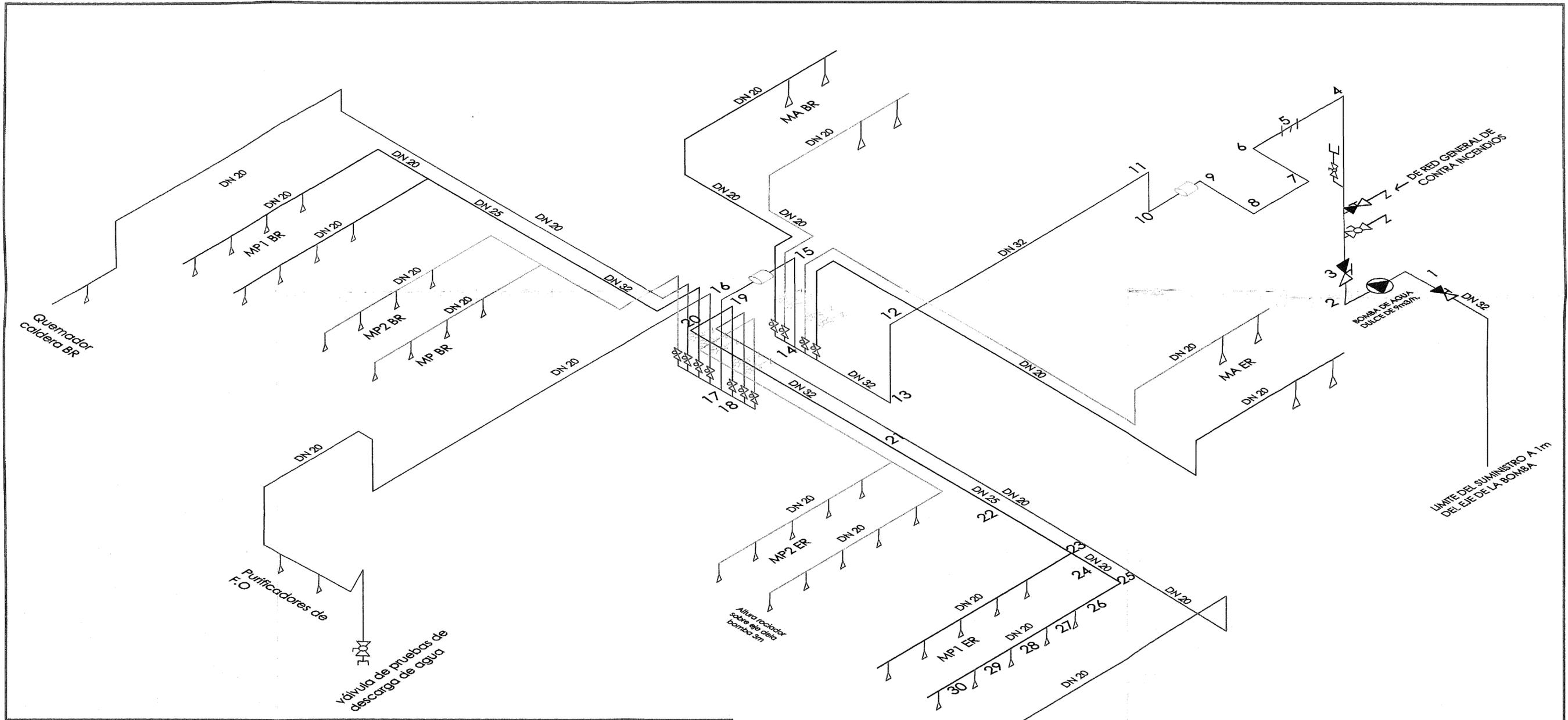
- ❖ Revista *Ingeniería Naval*

- ❖ *Mecánica de fluidos incompresibles y turbomáquinas hidráulicas*.
Editorial Ciencia 3,S.A
Autor: José Agüera Soriano



LEYENDA-SIMBOLOGIA	
SISTEMA DE EXTINCION DE INCENDIOS	
SIMBOLOGIA	DENOMINACION
	ROCIADOR TIPO M5 ROSCA 1/2" BSPT
	BOMBA PARA AGUA DULCE DE 9 m3/h A 8,75 bar CON MOTOR ELECTRICO
	VALVULA DE BOLA CON ACTUADOR ELECTRICO
	VALVULA DE CIERRE Y RETENCION
	CONEXION PARA AIRE COMPRIMIDO
	INDICADOR DE BAJADA DE TUBERIAS
	FILTRO DE ACERO INOXIDABLE DE PN 16 PASO 300 MICRAS
	INDICADOR DE PASO DE TUBERIAS POR MAMPARO
	VALVULA DE BOLA

	Fecha	Nombre	Firmas	E.U.I.T NAVAL
Dibujado	Octubre 07	Fco. Javier Glez Lara		
Comprobado				
Normas	A 3			
Escala	SISTEMA FIJO DE LUCHA CONTRA INCENDIOS DE APLICACION LOCAL A BASE DE AGUA PARA CAMARA DE MAQUINAS			Plano N° 1
1:150				



LEYENDA - SIMBOLOGIA

SISTEMA DE EXTINCION DE INCENDIOS

SIMBOLOGIA	DENOMINACION	SIMBOLOGIA	DENOMINACION
	ROCIADOR TIPO M5 ROSCA 1/2" BSPT		CONEXION PARA AIRE COMPRIMIDO
	BOMBA PARA AGUA DULCE DE 9 m3/h A 8.75 bar CON MOTOR ELECTRICO		FILTRO DE ACERO INOXIDABLE DE PN 16 PASO 300 MICRAS
	VALVULA DE BOLA CON ACTUADOR ELECTRICO		INDICADOR DE PASO DE TUBERIAS POR MAMPARO
	VALVULA DE CIERRE Y RETENCION		VALVULA DE BOLA

S/E

	FECHA	NOMBRE	FIRMAS	E.U.I.T NAVAL
DIBUJADO	X-07	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ LARA		
COMPROBADO				
ESCALA	ESQUEMA GENERAL SISTEMA FIJO LUCHA CONTRA INCENDIOS DE APLICACION LOCAL A BASE DE AGUA SEGUN "SOLAS CAP II-2REG. 10.5.6" IMO MSC/CIR.913 PARA 9 ZONAS EN EL BUQUE. (vista isométrico).			PLANO
1/250				02

PANEL PARA SEÑALIZACION Y ALARMA

- REGISTRO DE DATOS
- ALARMA GENERAL
- SISTEMA DE CONTROL DEL BUQUE

1

PANEL DE ACTUACION REMOTA

2.1

CAJA DE MODULOS

2.2

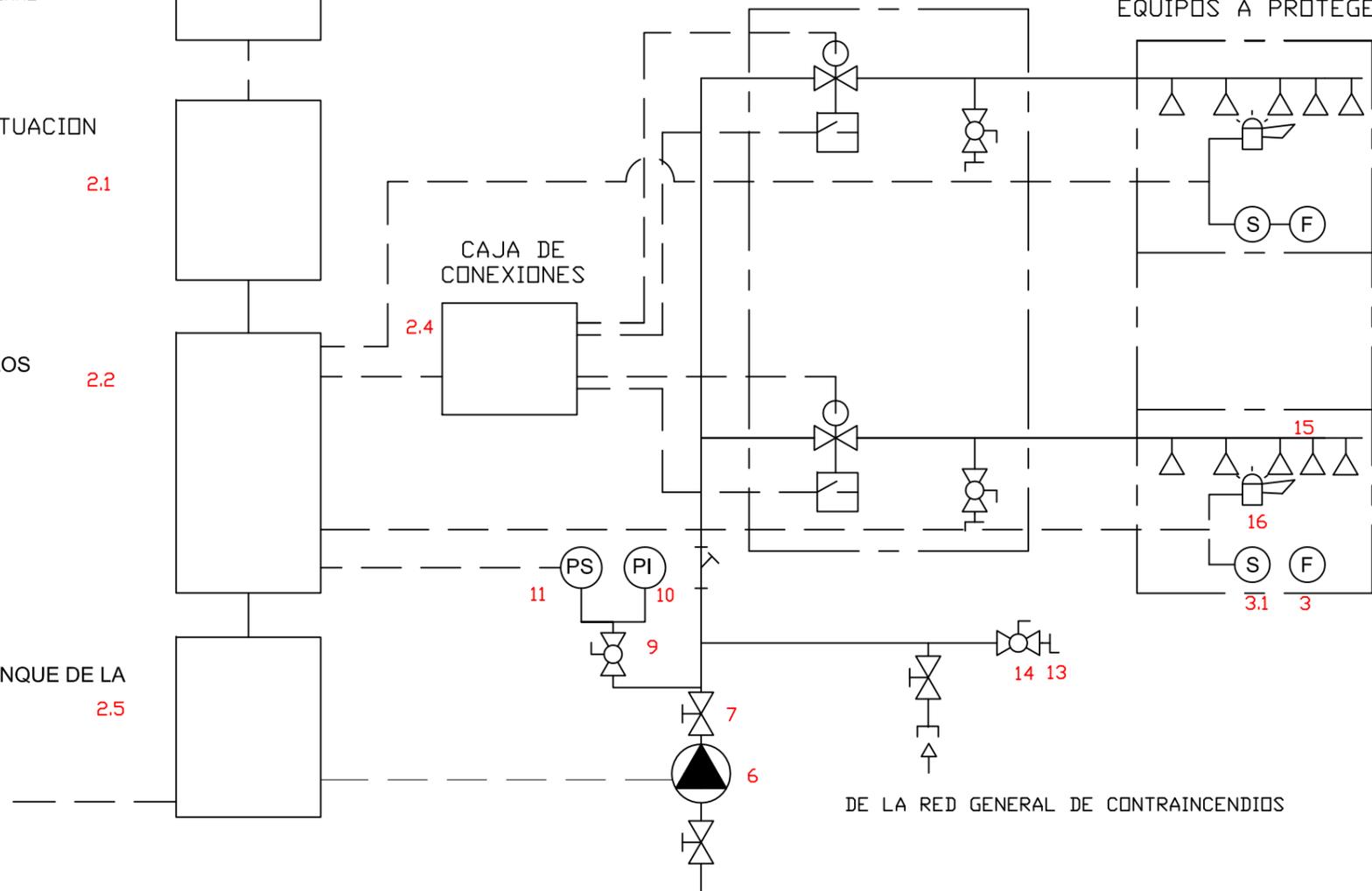
PANEL DE ARRANQUE DE LA BOMBA

2.5

CAJA DE CONEXIONES

2.4

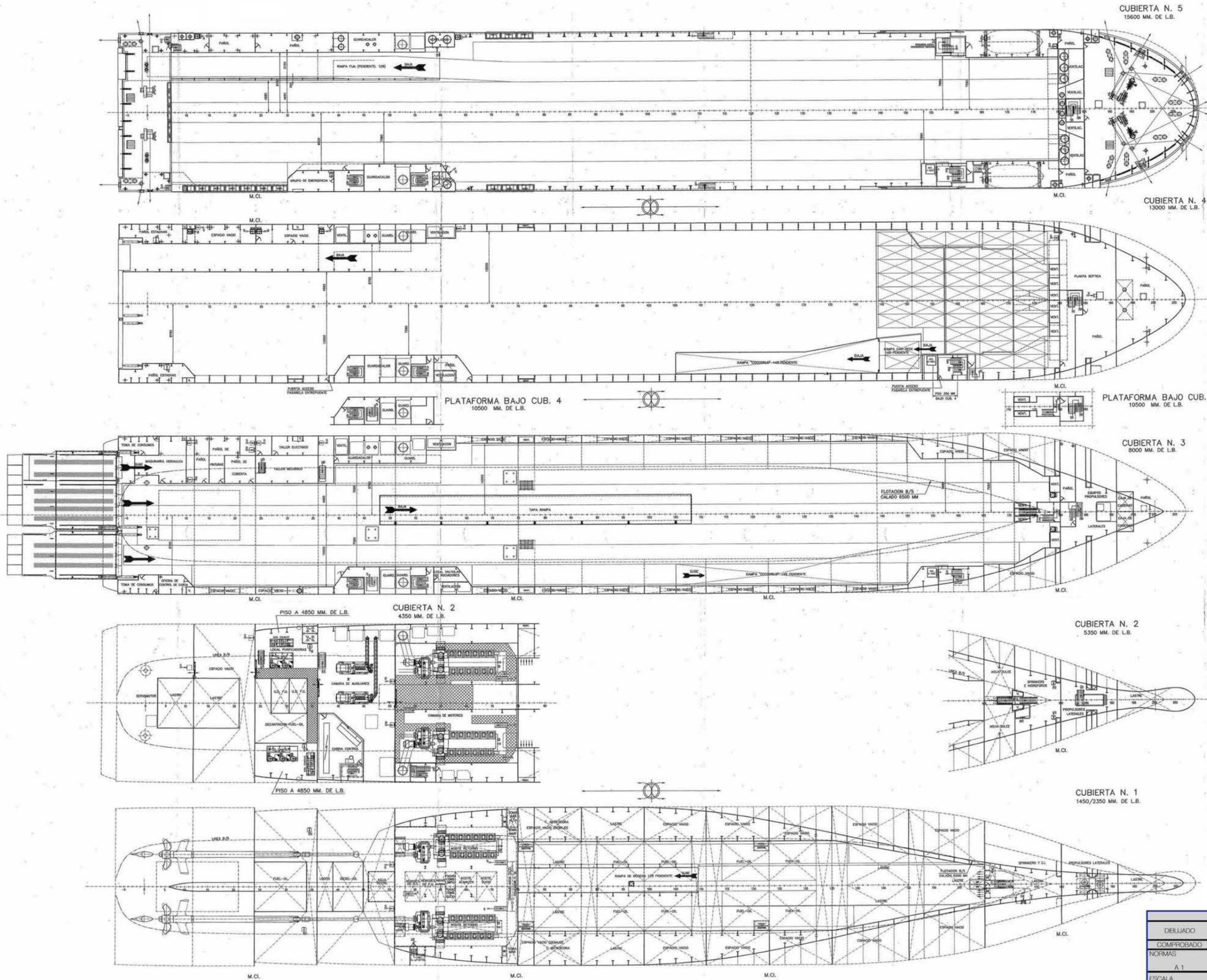
EQUIPOS A PROTEGER



LEYENDA-SIMBOLOGIA

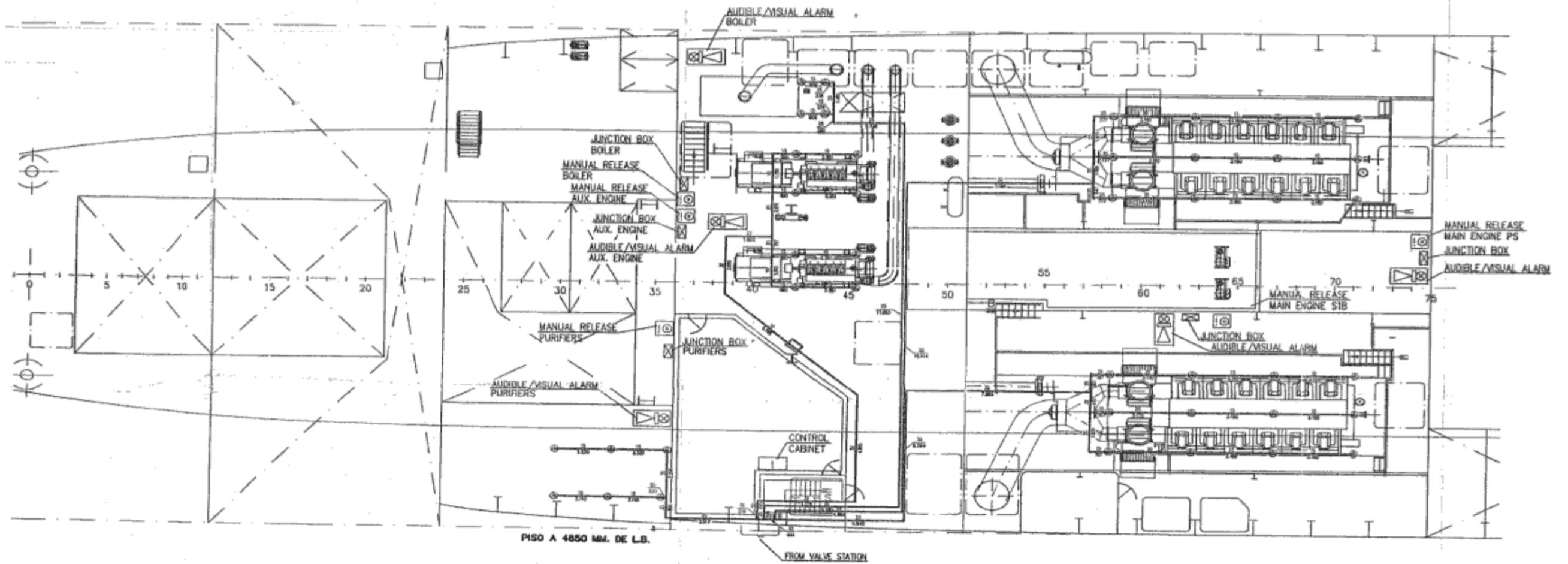
	ROCIADOR
	BOMBA PARA AGUA DULCE
	VALVULA AUTOMATICA CON ACTUADOR ELECTRICO
	VALVULA DE CIERRE Y RETENCION
	VALVULA DE CIERRE O VACIADO
	CONEXION PARA AIRE COMPRIMIDO
	FILTRO
	ALARMA OPTICO/ACUSTICA
	MANOMETRO
	DETECTOR DE HUMO
	DETECTOR DE LLAMA ULTRAVIOLETA(UV)

	Fecha	Nombre	Firmas	E.U.I.T NAVAL
Dibujado	07 Octubre 07	Fco. Javier Glez Lara		
Comprobado				
Normativa				
Escala	ESQUEMA GENERAL SISTEMA FIJO LUCHA CONTRAINCENDIOS DE APLICACION LOCAL A BASE DE AGUA SEGUN *SOLAS CAP II-2REG, 10.5.6* PARA 9 ZONAS EN EL BUQUE.			Plano N° 3



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES
 ESDRÁ TOTAL-----192 M
 ESDRÁ ENTRE PERPENDICULARES-----174,4 M
 MANCHA DE TRAZADO-----27,8 M
 PUNTA-----11,72 M
 CALADO-----7,44 M

	FECHA	NOMBRE	FIRMAS	
DEBUIADO	X-07	FRANCISCO JAVIER GONZÁLEZ LARA		E.U.I.T.NAVAL
COMPROBADO				
NORMAS	A 1			PLANO
ESCALA	1/100			
GUÍA ESQUEMA DE LA DISPOSICIÓN GENERAL DEL BUQUE				04



	Fecha	Nombre	Firmas	E.U.I.T. NAVAL
Dibujado	Octubre 2007	Fco. Javier Glez Lara		
Comprobado				
Normativa				
Escala	PLANO GUIA SOBRE LA COLOCACION DE LOS MOTORES Y ALGUNDOS ACCESORIOS APLICABLES EN LA EXTINCION DE INCENDIOS LOCALIZADOS EN CAMARA DE MAQUINAS			Plano N°
S/E				5

