



Universidad Austral de Chile.

---

**Facultad de Ciencias de la Ingeniería.**  
Escuela de Ingeniería Naval.

**CALCULO, COMPONENTES, FUNCIONAMIENTO E  
INSTALACIÓN DE UN SISTEMA FIJO DE EXTINCIÓN DE  
INCENDIO “GAS INERTE CO<sub>2</sub>” PARA UN BUQUE CLASIFICADO  
TIPO AHTS.**

Tesis para optar al grado de  
Licenciado en Ciencias de la  
Ingeniería.  
Mención Maquinas Marinas

PROFESOR PATROCINANTE:  
Sr. Mario Loaiza O.

Carlos Fierro Morales.

Esta Tesis ha sido sometida para su aprobación a la Comisión de Tesis, como requisito para obtener el grado de Licenciado en Ciencias de la Ingeniería.

La Tesis aprobada, junto con la nota de examen correspondiente, le permite al alumno obtener el título de **Ingeniero Naval**, mención **Maquinas Marinas**.

**EXAMEN DE TITULO:**

Nota de Presentación	(Ponderada) (1)	: 4,252
Nota de Examen	(Ponderada) (2)	: 1,300
Nota Final de Titulación	(1 + 2)	: 5,55

**COMISION EXAMINADORA:**

PROF. FREDY RIOS M.

DECANO



FIRMA

PROF. MARIO LOAIZA O.

EXAMINADOR

FIRMA

PROF. HECTOR LEGUIE L.

EXAMINADOR

FIRMA

PROF. NESTOR BARRIENTOS D.

EXAMINADOR

FIRMA

PROF. MILTON LEMARIE O.

SECRETARIO ACADEMICO

FIRMA

Valdivia, SEPTIEMBRE 08 DE 2006

Nota de presentación	= NC/NA * 0,6 + Nota de Tesis * 0,2
Nota Final	= Nota de Presentación + Nota Examen * 0,2
NC	= Sumatoria Notas de Currículo, sin Tesis
NA	= Numero de asignaturas cursadas y aprobadas, incluida Practica profesional

# ÍNDICE

RESUMEN.

INTRODUCCIÓN.

## CAPITULO I: GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1	Dióxido de carbono (Anhídrido Carbónico).....	1
1.1.1	Propiedades del dióxido de carbono.....	2
1.1.2	Aplicaciones del dióxido de carbono.....	3
1.1.3	Los principales peligros para la salud del dióxido de carbono.....	3
1.2	Dióxido de carbono como agente extintor.....	4
1.2.1	Definiciones.....	4
1.2.2	Cantidades de Dióxido de carbono a utilizar en el combate de incendios en espacios de maquinas.....	9
1.2.2.1	Volúmenes mínimos a utilizar.....	10
1.2.2.2	Tiempo máximo en la descarga del gas.....	10
1.3	Almacenamiento del dióxido de carbono a bordo de las embarcaciones.....	11
1.3.1	Referencia de reglamento SOLAS para el almacenaje de dióxido de carbono para un sistema fijo de extinción de incendios.....	11
1.3.2	Referencia de reglamento de la sociedad clasificadora para el almacenaje de dióxido de carbono para un sistema fijo de extinción de incendios.....	12
1.3.3	Indicaciones y precauciones para almacenar dióxido de carbono para un sistema fijo de extinción de incendio.....	13
1.3.3.1	Etiquetado de las botellas.....	13
1.3.3.2	Temperatura de la sala donde se almacena el dióxido de carbono.....	14
1.3.3.3	Señaletica en la sala donde se almacena y donde se acciona el dióxido de carbono para un sistema fijo de extinción de incendio.....	14

## CAPITULO II: CÁLCULOS DE LOS ESPACIOS A PROTEGER Y LAS CANTIDADES DE DIÓXIDO DE CARBONO A UTILIZAR.

2.1	Cálculos de dióxido de carbono suficiente para los espacios a proteger.....	15
2.1.1	Cálculo de cantidades de CO <sub>2</sub> para la sala de máquinas.....	16
2.1.2	Cálculo de cantidades de CO <sub>2</sub> para la sala de control de máquinas.....	18
2.1.3	Cálculo de cantidad de CO <sub>2</sub> para la sala del generador de emergencia.....	20
2.1.4	Cálculo de cantidad de CO <sub>2</sub> para el pañol de pinturas y diluyentes.....	22
2.2	Tabla resumen de los cálculos.....	24

## CAPITULO III: COMPONENTES, FUNCIONAMIENTO Y MANTENCIÓN DE UN SISTEMA FIJO DE EXTINCIÓN DE INCENDIO POR DIÓXIDO DE CARBONO

3.1	Componentes del sistema de dióxido de carbono.....	25
3.1.1	CO <sub>2</sub> cylinder room. (sala de dióxido de carbono).....	26
3.1.2	Botellas de dióxido de carbono.....	26
3.1.3	Botellas de CO <sub>2</sub> para el pilotaje.....	38
3.1.4	Soportes seguros para almacenar botellas.....	29
3.1.5	Piping (Cañerías, tuberías en general). .....	29
	1) Manifold.....	29
	2) Tuberías para la descarga del agente extintor.....	31
	3) Fitting (uniones en general).....	32
	4) Pilotaje.....	32
	5) Conexiones flexibles.....	34
	6) Válvulas.....	35
3.1.6	Indicadores y/o sistemas de control.....	43
3.1.7	Alarmas.....	48
3.1.8	Nozzle. ....	51
3.1.9	Señaletica.....	53
3.2	Funcionamiento del sistema.....	58

3.2.1	Funcionamiento normal del sistema.....	58
3.2.2	Funcionamiento de emergencia del sistema.....	63
3.2.3	Funcionamiento del sistema del pañol de pinturas y diluyentes.....	64
3.2.4	Nicho de la botella de CO <sub>2</sub> para el pañol de pinturas y diluyentes.....	66
3.3	Inspección y mantención del sistema.....	68

#### CAPITULO IV      NORMATIVA VIGENTE Y CLASIFICACIÓN DEL BARCO.

4.1	Clasificación del barco usado para esta tesis.....	70
4.2	Protocolo de chequeo del sistema, para entrega e inspección.....	72
4.3	Certificados.....	78
4.4	Inspectores.....	80

#### CAPITULO V      SISTEMAS ALTERNATIVOS Y COMPLEMENTARIOS.

5.1	Red húmeda.....	81
5.2	Extintores.....	85
5.3	Materiales aislantes.....	87

CONCLUSIONES.

GLOSARIO DE TÉRMINOS.

BIBLIOGRAFÍA.

## **RESUMEN**

El siguiente trabajo, es una recopilación de datos, experiencias, información técnica y estudios acerca del sistema fijo de extinción de incendio a base de dióxido de carbono, para los espacios de maquina.

Este trabajo busca orientar al lector sobre los componentes, cálculos en base a la normativa internacional y funcionamiento de un sistema fijo de extinción de incendio para un buque clasificado del tipo AHTS Vessel. Proyecto recientemente finalizado.

## **SUMMARY**

The following job is a data summary of tips, experience, technical information and studies about Fixed fire-extinguishing systems of dioxide of carbon, for machinery spaces.

This work looks for to show the reader on the components, calculations referred of the international norm and operation of a fixed system of fire extinguishing for a classified ship of type AHTS Vessel. Project finalized recently.

# **INTRODUCCIÓN**

Dentro de la seguridad de la vida humana en el mar, es primordial contar con sistemas eficientes a bordo. Los sistemas de extinción de incendio son claves en este punto si pensamos que los riesgos de incendio a bordo de las embarcaciones son altísimos debido a la manipulación de materiales combustibles, ya sea para los sistemas de propulsión, calefacción y el mismo transporte de materiales combustibles.

Los sistemas fijos de extinción de incendio a bordo de los barcos están muy bien normados y a su correcto uso hace referencia a tripulaciones bien entrenadas, como también a sistemas certificados.

Como los agentes extintores están catalogados para ciertos tipos de fuego, nosotros daremos un principal énfasis a fuegos producidos en espacios de maquinas, en los cuales se manejan líquidos combustibles para la maquinaria del barco.

Para ello el dióxido de carbono es un agente eficiente, solo si tomamos las medidas necesarias para no poner en riesgo la vida del personal a bordo.

## **CAPITULO I: GENERALIDADES DEL PROYECTO**

### Objetivo

En este capítulo explicaremos la finalidad de utilizar anhídrido carbónico para extinguir fuegos en espacios de máquinas, además, cómo se produce el gas, las medidas de seguridad para trabajar con gases inertes a bordo de embarcaciones, y las cantidades mínimas a utilizar.

Cabe destacar que dióxido de carbono, anhídrido carbónico y  $\text{CO}_2$  son para efectos de esta tesis, estaremos hablando del mismo gas.

### **1.1 Dióxido de carbono (Anhídrido Carbónico)**

Joseph Black, físico y químico escocés, descubrió el dióxido de carbono alrededor de 1750. Este gas a temperatura ambiental (20-25 °C), el dióxido de carbono es un gas inodoro e incoloro, ligeramente ácido y no inflamable.

El dióxido de carbono es una molécula con la fórmula molecular  $\text{CO}_2$ . Esta molécula linear está formada por un átomo de carbono que está ligado a dos átomos de oxígeno,  $\text{O} = \text{C} = \text{O}$ . A pesar de que el dióxido de carbono existe principalmente en su forma gaseosa, también tiene forma sólida y líquida. Solo puede ser sólido a temperaturas por debajo de los -78 °C.

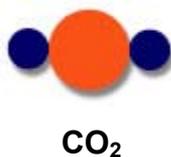


Fig. 1.1 molécula de dióxido de carbono.

El dióxido de carbono se produce por diversos procesos:

Por combustión u oxidación de materiales que contienen carbono; como el carbón, la madera, el aceite, combustibles fósiles o algunos alimentos; por la fermentación de azúcares, y por la descomposición de los carbonatos bajo la acción del calor o los ácidos.

De esas actividades, la combustión de combustibles fósiles para la generación de energía provoca alrededor del 70-75% de las emisiones de dióxido de carbono.

Comercialmente el dióxido de carbono se recupera de los gases de hornos de calcinación, de los procesos de fermentación, de la reacción de los carbonatos con los ácidos, y de la reacción del vapor con el gas natural, una fase de la producción comercial de amoníaco (producto usado como otro agente extintor conocido como polvo químico seco).

El dióxido de carbono se obtiene como subproducto de algunas combustiones. Sin embargo, debe pasar por un proceso de purificación en el que se extraen los restos de agua, oxígeno, nitrógeno, argón, metano y etileno, entre otros.

El gas se recoge y se comprime en cilindros de acero de diferente tamaño según el uso comercial que se le quiera dar.

### 1.1.1 Propiedades del dióxido de carbono.

El dióxido de carbono posee ciertas propiedades físicas y químicas. A continuación las resumiremos en una tabla.

PROPIEDAD	VALOR
Masa molecular	44.01 uma
Gravedad específica	1.53 a 21 °C
Densidad	1,98 kg/m <sup>3</sup> (gas a 298 K) 1,6 × 10 <sup>3</sup> kg/m <sup>3</sup> (sólido)
Concentración en el aire	370,3 * 10 <sup>7</sup> ppm
Estabilidad	Alta
Líquido	Presión < 415.8 kPa, -57 °C
Sólido	Temperatura < -78 °C
Constante de solubilidad de Henry	298.15 mol/ kg * bar
Solubilidad en agua	0.9 vol/vol a 20 °C
Punto Crítico	31 °C, 72 atm

### 1.1.2 Aplicaciones del dióxido de carbono.

Los seres humanos usamos el dióxido de carbono de muchas formas diferentes. El ejemplo más familiar es el uso en bebidas refrescantes y cerveza, para hacerlas gaseosas. El dióxido de carbono liberado por la levadura hace que la masa se hinche.

El dióxido de carbono también es usado en una tecnología llamada extracción de fluido supercrítico que es usada para descafeinar el café. La forma sólida del dióxido de carbono, comúnmente conocida como hielo seco, se usa en los teatros para crear nieblas en el escenario y hacer que cosas como las “pociones mágicas” burbujeen.

Para efectos de esta tesis solo nos enfocaremos a un uso especial del dióxido de carbono; el de agente extintor de incendios. Algunos extintores usan dióxido de carbono porque es más denso que el aire. El dióxido de carbono puede cubrir un fuego, debido a su pesadez. Impide que el oxígeno tenga acceso al fuego y como resultado, el material en combustión es privado del oxígeno que necesita para continuar ardiendo.

### 1.1.3 Los principales peligros para la salud del dióxido de carbono.

1) **Asfixia.** Causada por la liberación de dióxido de carbono en un área cerrada o sin ventilación. Esto puede disminuir la concentración de oxígeno hasta un nivel que es inmediatamente peligroso para la salud humana.

2) **Congelación.** El dióxido de carbono siempre se encuentra en estado sólido por debajo de los  $-78^{\circ}\text{C}$  en condiciones normales de presión, independientemente de la temperatura del aire. El manejo de este material durante más de un segundo ó dos sin la protección adecuada puede provocar graves ampollas, y otros efectos indeseados. El dióxido de carbono gaseoso liberado por un cilindro de acero, tal como un extintor de incendios, provoca similares efectos.

## **1.2 Dióxido de carbono como agente extintor.**

El dióxido de carbono extingue el fuego por medios físicos según dos mecanismos principales. El primero es por reducción de la concentración de oxígeno dentro del local desde el 21% hasta por debajo del 15%, nivel en el que la mayoría de fuegos no pueden mantener la combustión. El segundo mecanismo es por enfriamiento y absorción de calor.

### **1.2.1 Definiciones**

#### **1) El fuego**

Podemos definir al fuego como una serie de reacciones de oxidación que para desencadenarse necesitan una energía de activación. Estas reacciones son generadoras de luz y de calor. En todo fuego intervienen una serie de elementos, sin los cuales la existencia del mismo fuego no sería factible.

**Los fuegos se pueden clasificar en cuatro tipos de clases según norma UNE 23-010:**

**1.1) Clase A:** Su origen es debido a la combustión de sólidos normalmente orgánicos, donde su combustión genera brasas. Dentro de esta clase encontramos la combustión de madera, tejidos, cartón, carbón, etc.

**1.2) Clase B:** Originados por combustibles líquidos (alcohol, gasolina, aceites, etc.) o sólidos licuables (grasas, ceras, etc.)

**1.3) Clase C:** Originados por combustibles gaseosos (butano, metano, hidrógeno, etc.)

**1.4) Clase D:** Originados por combustibles metálicos (uranio, magnesio, sodio, aluminio) Comburentes.

La misma norma UNE 32-010 tiene su señalética indicadora de los 4 tipos de fuegos con sus colores característicos.



Fig. 1.2.1 - 1) Señalética internacional de la clasificación de los tipos de fuegos.

## 2) Triangulo del fuego

Si nos encontramos en presencia de los tres elementos, que a continuación desarrollamos en las cantidades idóneas, y si las condiciones son las adecuadas será posible el origen del fuego.



Fig.1.2.1 - 2) Esquema del triangulo del fuego.

## 3) Tetraedro del fuego

Existe otro elemento, "*la reacción en cadena*", que interviene de manera decisiva en el incendio. Si se interrumpe la transmisión de calor de unas partículas a otras del combustible (desarrollada por la reacción en cadena), no será posible la continuación del incendio. Este tipo de fuego genera lo que se suele llamar una combustión con llama.



Fig.1.2.1 - 3) Esquema del tetraedro del fuego.

#### 4) Combustibles

Son los elementos que en presencia de comburente y una energía de activación pueden iniciar una combustión.

**Los combustibles se clasifican en:**

**4.1) Gases:** La combustión de estos viene determinada por la concentración de dicho gas en la atmósfera. La combustión solamente es factible si se realiza dentro de los límites de explosividad del gas. Por encima y debajo de ellos la combustión no se realiza.

**4.2) Sólidos:** Hay que diferenciar entre combustibles orgánicos (madera, papel, etc.) y combustibles inorgánicos (metales, etc.).

**4.3) Líquidos:** Podemos afirmar que los líquidos propiamente no queman, sino que son los vapores que generan los que entran en combustión.

#### 5) Comburentes

Son los elementos oxidantes de toda reacción de combustión. El comburente más común es el oxígeno, hay que recordar que este elemento se encuentra en la atmósfera en un volumen del 21% aproximadamente.

## 6) Transferencia de calor

Transferencia de energía calórica de un cuerpo a otro. Sólo se produce transferencia de calor cuando existe diferencia de temperatura, y toda transferencia cesa cuando las temperaturas se igualan. El calor se transfiere de tres formas:

**A.-Radiación:** El calor se transfiere a través del espacio por ondas calóricas que viajan en línea recta en todas direcciones.

**B.-Conducción:** El calor se transfiere por contacto directo entre un cuerpo a otro.

**C.-Convección:** El calor se transfiere por líquidos y gases calentados que al ser más liviano que el aire tienden a elevarse.

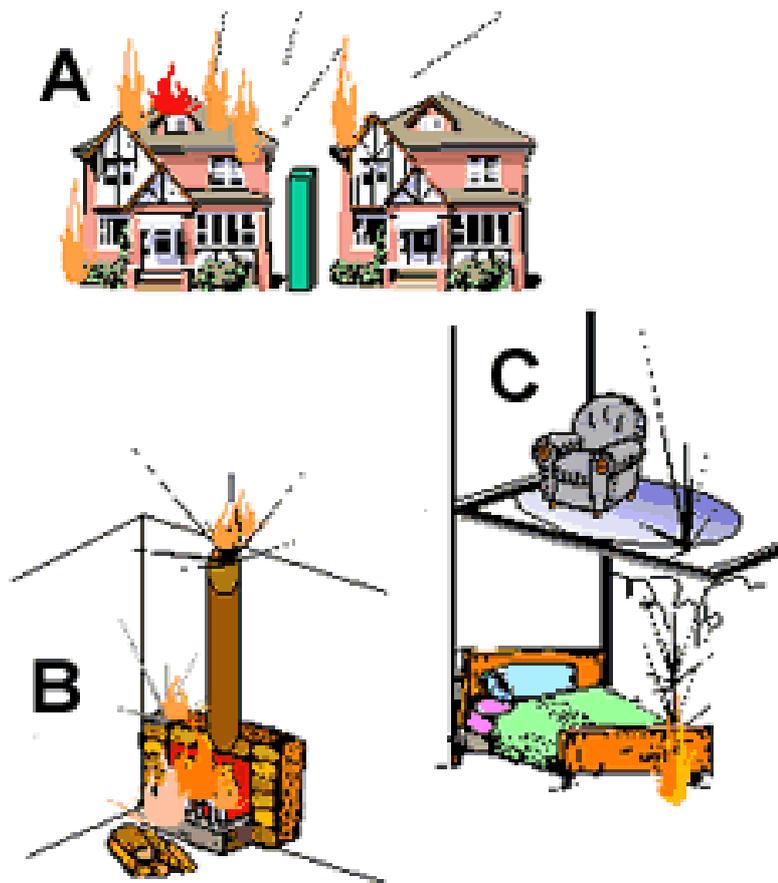


Fig. 1.2.1 - 6) Formas de transferencia de calor.

## 7) Agentes extintores

Se llama agentes extintores a las sustancias que, gracias a sus propiedades físicas o químicas, se emplean para apagar el fuego en los incendios.

La extinción del fuego está basada en la interrupción de uno o más factores de los elementos esenciales del proceso de combustión.

Los diferentes agentes extintores pueden actuar de cuatro modos, ya sea particular o en conjunto, para combatir el fuego.

### 7.1) **Por enfriamiento.** (*extrayendo el calor*)

Con este método se logra reducir la temperatura de los combustibles para romper el equilibrio térmico y así lograr disminuir el calor y por consiguiente la extinción.

### 7.2) **Por sofocación.** (*aislando el combustible del comburente*)

Esta técnica consiste en desplazar el oxígeno presente en la combustión, tapando el fuego por completo, evitando su contacto con el oxígeno del aire.

### 7.3) **Por segregación.**

Consiste en eliminar o asilar el material combustible que se quema, usando dispositivos de corte de flujo o barreras de aislación, ya que de esta forma el fuego no encontrará más elementos con que mantenerse.

### 7.3) **Por inhibición.**

Esta técnica consiste en interferir la reacción química del fuego, mediante un agente extintor como son: el polvo químico seco y/o el anhídrido carbónico.

TIPO DE FUEGO	AGENTES DE EXTINCIÓN
	Agua Presurizada, Espuma, Polvo químico seco ABC
	Espuma, Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), Polvo Químico seco ABC - BC
	Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), Polvo Químico seco ABC - BC
	Polvo Químico especial

Fig. 1.2.1 - 7) Cuadro identificación de los tipos de fuego con sus agentes extintores.

### 7.1.1 Cantidades de Dióxido de carbono a utilizar en el combate de incendios en espacios de máquinas.

El cálculo de la cantidad de dióxido de carbono a utilizar en nuestro proyecto será visto en el capítulo 2, aquí solo haremos referencia a las cantidades mínimas requeridas para poder combatir un incendio en cualquier espacio de máquina. No haciendo referencia a los espacios de nuestro buque modelo.

SOLAS (Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974) hace referencia a este punto en:

**Capítulo II-2** (Construcción, prevención, detección y extinción de incendios).

**Parte A** (Generalidades).

**Regla 5** “*Sistemas fijos de extinción de incendios por gas*”. El punto 2 de dicha regla hace referencia a la utilización de **anhídrido carbónico**.

**Volúmenes mínimos a utilizar.**

Extracción textual del capítulo II-2 del convenio SOLAS.

**En el punto 2.2 de la regla 5 se indica:**

**2.2**

- .1 El 40% del volumen bruto del mayor espacio de máquinas así protegido, excluyendo el guardacalor que quede encima del nivel en que el área horizontal del guardacalor sea igual o inferior al 40% del área horizontal del espacio considerado, medida a la distancia media entre la parte superior del tanque y la parte mas baja del guarda calor; o
- .2 el 35% protegido del volumen total del mayor espacio de máquinas así protegido, comprendiendo el guardacalor.

- 2.3** A los efectos del presente párrafo el volumen de anhídrido carbónico libre se calculara a razón de 0,56 m<sup>3</sup>/kg.

**Tiempo máximo en la descarga del gas.**

Extracción textual del capítulo II-2 del convenio SOLAS.

**En el punto 2.4 de la regla 5 se indica:**

- 2.4** Para espacios de máquinas, el sistemas de tuberías fijos será de tal que en no más de 2 minutos se pueda descargar el 85% del gas dentro del espacio considerado.

### 1.3 Almacenamiento del dióxido de carbono a bordo de las embarcaciones.

Es necesario almacenar cantidades considerables de dióxido de carbono, en sus respectivas botellas certificadas, para el sistema fijo de extinción de incendio.

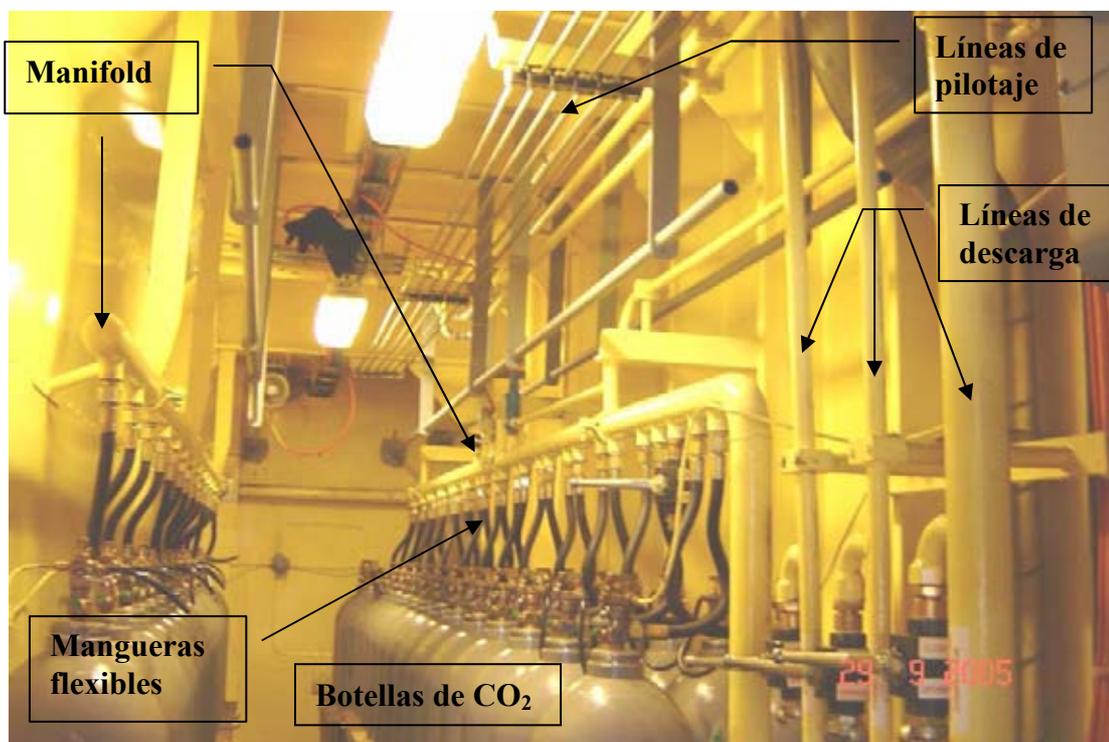


Fig. 1.3 Sala de CO<sub>2</sub>.

#### 1.3.1 Referencia de reglamento SOLAS para el almacenaje de dióxido de carbono para un sistema fijo de extinción de incendios.

Es necesario almacenar los recipientes de dióxido de carbono en una habitación especial y protegida fuera del espacio de máquinas como hace mención el capítulo II-2 parte C “control de incendios” regla 10 lucha contra incendios su punto 4.3 del convenio SOLAS.

#### Espacios de almacenamiento del agente extintor

Cuando el agente extintor esté almacenado fuera de un espacio protegido, se hallará en un espacio situado detrás del mamparo de colisión y que no se emplee para otro propósito. La entrada a tal espacio de almacenamiento se efectuará preferiblemente desde una cubierta expuesta, y dicha entrada será independiente del espacio protegido.

Si el espacio de almacenamiento se encuentra bajo cubierta, no se encontrará más abajo de una cubierta por debajo de la cubierta expuesta, y será posible acceder directamente a él por una escalera o escala desde la cubierta expuesta. Los espacios que se encuentren bajo cubierta o los espacios a los que no se puede acceder desde la cubierta expuesta, dispondrán de un sistema de ventilación mecánico previsto para aspirar el aire de la parte inferior del espacio y que tenga las dimensiones necesarias para permitir 6 renovaciones de aire por hora. Las puertas de acceso se abrirán hacia afuera, y los mamparos y las cubiertas que constituyan los límites entre dichos compartimientos y los espacios cerrados contiguos, incluidas las puertas y otros medios de cierre de toda abertura de los mismos, serán herméticos. A efectos de la aplicación de los cuadros 9.1 a 9.8, estos espacios de almacenamiento serán considerados como puestos de control.

### **1.3.2 Referencia de reglamento de la sociedad clasificadora para el almacenaje de dióxido de carbono para un sistema fijo de extinción de incendios.**

La sociedad clasificadora Lloyd's Register of Shipping hace referencia al tema en su listado de normas llamado:

Lloyd's Register Rules and Regulations  
Rules and Regulations for the Classification of Ships  
Part 6 -Control, Electrical Refrigeration and Fire  
Chapter 4 -Fire Protection, Detection and Extinction Requirements

La clase hace referencia al capítulo II-2 del SOLAS como reglamento oficial, aplicable a sus reglas de clasificación.

La sociedad clasificadora trabaja con diferentes códigos de acción segura y para este sistema utiliza FSS Code –Fire Safety System como medio para tener referentes de los sistemas para la protección, detección y combate de incendios.

Lo cual a su vez en un extracto del capítulo II-2 del convenio SOLAS

### **1.3.3 Indicaciones y precauciones para almacenar dióxido de carbono para un sistema fijo de extinción de incendio.**

#### **1) Etiquetado de las botellas**

Las botellas de dióxido de carbono deben estar debidamente señaladas, indicando:

- Etiqueta “gas comprimido no inflamable 2.2”.

#### **2) Indicación con número de golpe en la parte alta de la botella.**

- Numero de serie, para comprobarlas con su certificado.

- Tara.

- Capacidad.

- Origen.

- Numero UN 1013.

- Presión máxima de trabajo de las botellas.



Fig. 1.3.3 - 2) Marcas reglamentarias de las botellas de CO<sub>2</sub>.

**3) Temperatura de la sala donde se almacenan las botellas de dióxido de carbono.**

La temperatura de la sala donde se almacenan las botellas de dióxido de carbono no debe superar los 50° C. La ventilación debe ser suficiente para eliminar gas presente en la sala, el cual debe tener la succión en la parte baja de la sala, no olvidar que el dióxido de carbono es más pesado que el aire, y la ventilación debe ser de tiraje forzado.

En la sala hay un sensor local de temperatura –Termómetro-.

**4) Señalética en la sala donde se almacena y donde se acciona el dióxido de carbono para un sistema fijo de extinción de incendio.**

Extractos del FSS Code - Fire Safety Systems - Annex - International Code For Fire Safety Systems - Chapter 5 - Fixed Gas Fire-Extinguishing Systems

Las tuberías que hayan de conducir el agente extintor de incendios a los espacios protegidos llevarán válvulas de control **marcadas de modo que indique claramente** los espacios a que llegaran las tuberías...

Los medios de mandos de todo sistema fijo de extinción de incendio por gas...

...en cada uno de estos puntos habrá **instrucciones claras** relativas al funcionamiento del sistema, en las que se tenga presente la seguridad del personal.

## **CAPITULO II: CÁLCULOS DE LOS ESPACIOS A PROTEGER Y LAS CANTIDADES DE DIÓXIDO DE CARBONO A UTILIZAR.**

### **Objetivo**

Se harán los cálculos de la cantidad de dióxido de carbono mínimo necesario para inundar los espacios protegidos, basándonos en la reglamentación indiada en el capítulo anterior.

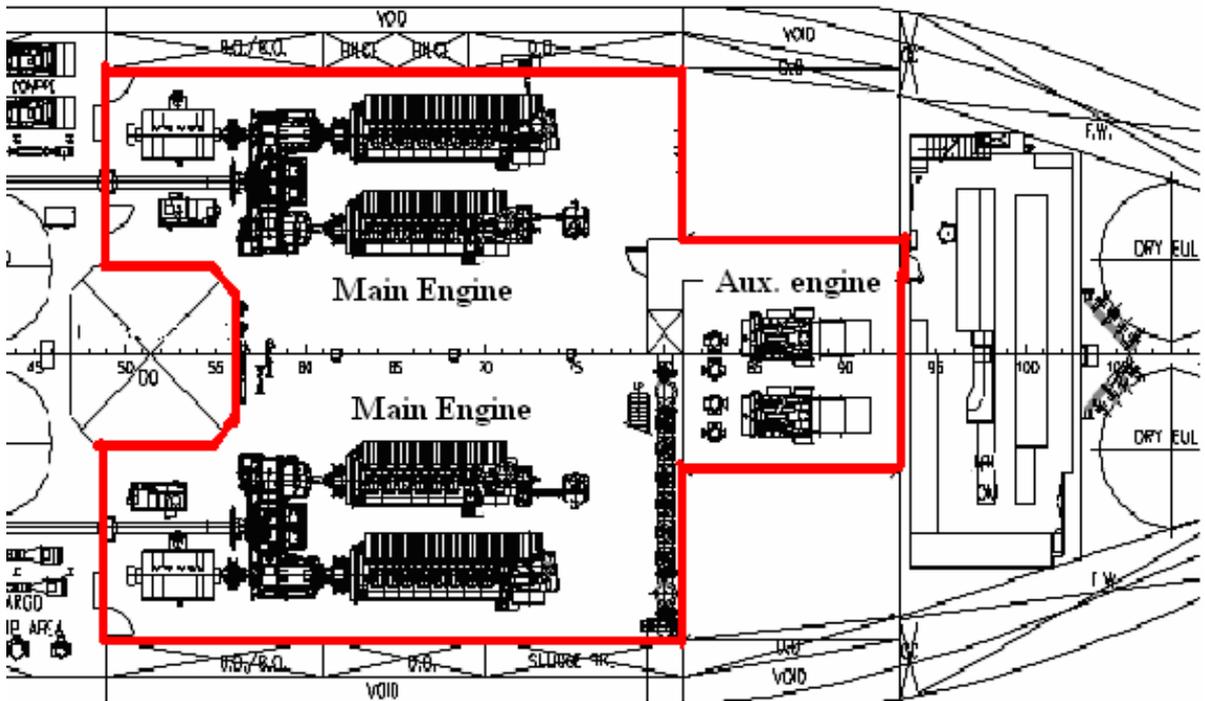
Todo lo calcularemos en base a cilindros de CO<sub>2</sub> de 67 lt / 45 kg.

#### **2.1 Cálculos de Dióxido de carbono suficiente para los espacios a proteger.**

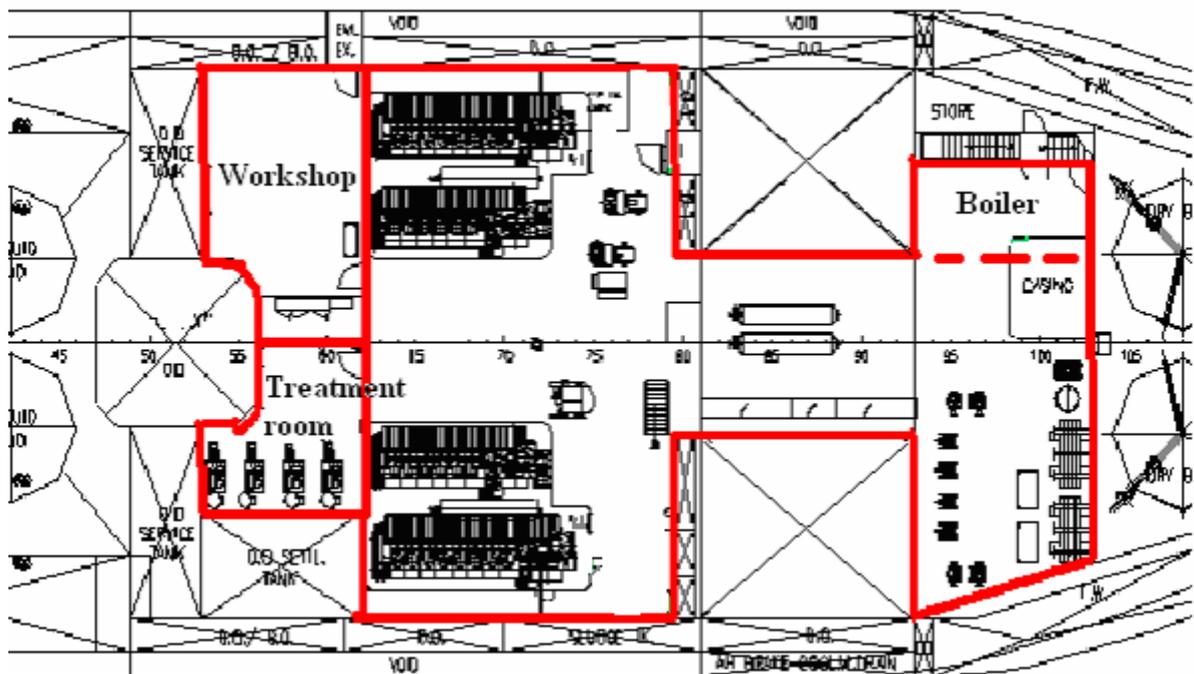
Del plano de arreglo general de espacios N° 001, obtenemos los espacios a proteger en m<sup>3</sup>. Y para ver la cantidad de dióxido de carbono necesario para extinguir un incendio en un espacio protegido utilizaremos la regla del 40 % según SOLAS Capítulo II-2.

Todos los valores de los volúmenes de los espacios protegidos son entregados por el departamento de proyectos, ya que para el caso del sistema de CO<sub>2</sub>, este es un sistema que la instalación, corresponde al departamento de Hidráulica, y las pruebas al departamento de Control de Calidad de los astilleros.

### 2.1.1 Cálculo de cantidades de CO2 para la sala de máquinas. (engine room)



Cubierta Tank Top



Cubierta Tween deck

----- Delimitación del espacio protegido.

Fig.2.1.1. Esquema general de ubicación de la sala de máquinas.

### Cálculos

#### **Datos entregados por el departamento de proyectos.**

Volumen del espacio	= 2569.00	m <sup>3</sup>
Volumen de las Botellas de aire comprimido	= 0.00	m <sup>3</sup>
Volumen del guardacalor	= 263.00	m <sup>3</sup>
Volumen total (excluido el guardacalor)	= 2569.00	m <sup>3</sup>
Volumen total (incluido el guardacalor)	= 2832.00	m <sup>3</sup>
Aplicación del factor SOLAS (s/guardacalor)	= 40	%
Aplicación del factor SOLAS (c/guardacalor)	= 35	%
Tiempo máximo de descarga SOLAS	= 2	minutos

#### **Datos Calculados según SOLAS.**

Volumen ER m<sup>3</sup> / 0,56 m<sup>3</sup>/kg = 4587,5 kg (cantidad de CO<sub>2</sub> para 100% del espacio protegido)

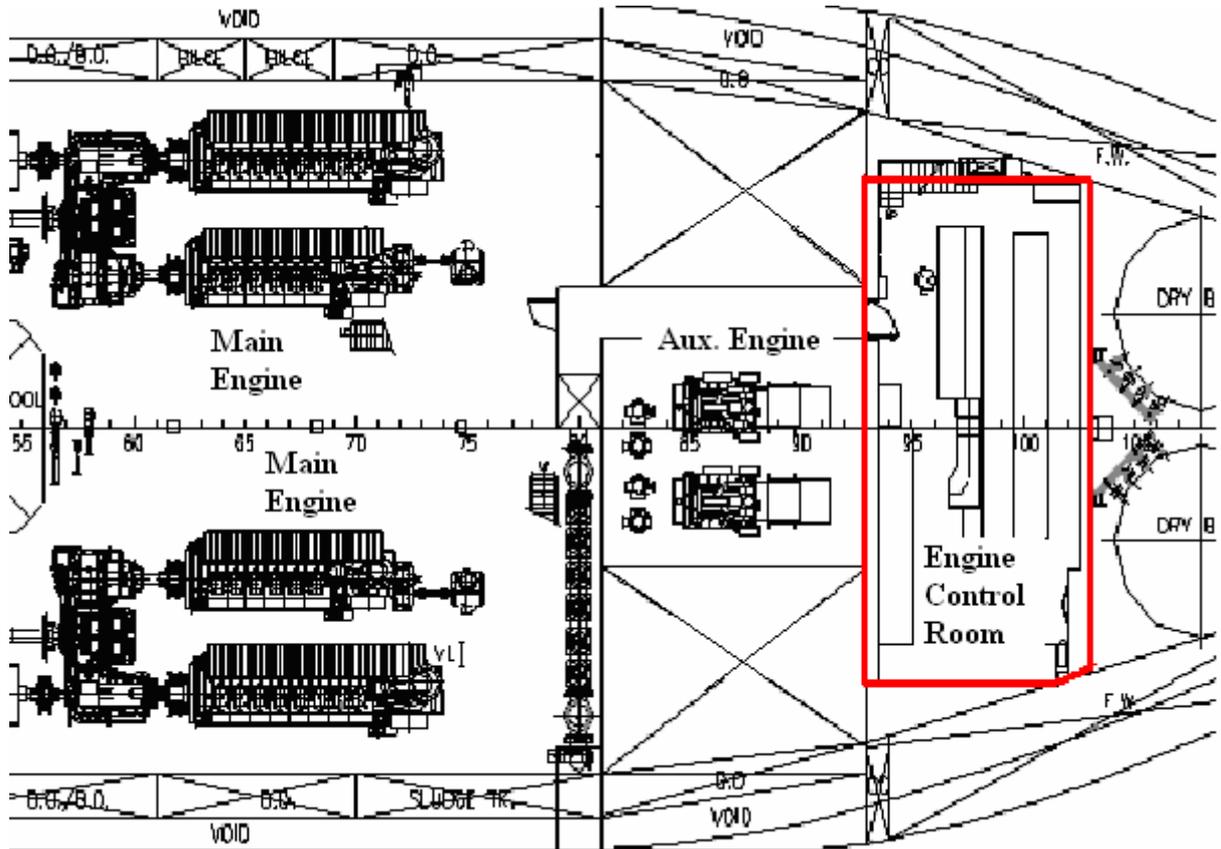
Aplicando factor 40 % sin guardacalor.

**Cantidad de CO<sub>2</sub> = 1835 kg**

#### **Datos Calculados Según SOLAS Capítulo II-2.**

Cantidad de CO <sub>2</sub> para inundar el espacio en 2 min	= 1560.00	kg
Cantidad requerida de CO <sub>2</sub>	= 1835.00	kg
Cantidad a almacenar	= 1845.00	kg
Tamaño del cilindro elegido	= 45 kg / 67 lt	
Numero de cilindros necesarios	= 41	

### 2.1.2 Cálculo de cantidades de CO<sub>2</sub> para sala de control de máquinas. (Engine control room)



Cubierta Tank Top

----- Delimitación del espacio protegido.

Fig. 2.1.2 Esquema general de ubicación de la sala de control de máquinas.

### **Cálculos**

#### **Datos entregados por el departamento de proyectos.**

Volumen de la sala	= 336.00	m <sup>3</sup>
Volumen de las Botellas de aire comprimido	= 0.00	m <sup>3</sup>
Volumen del guardacalor	= 0.00	m <sup>3</sup>
Volumen total (excluido el guardacalor)	= 336.00	m <sup>3</sup>
Aplicación del factor SOLAS (s/guardacalor)	= 40	%
Tiempo máximo de descarga SOLAS	= 2	minutos

#### **Datos Calculados según SOLAS.**

Volumen ECR m<sup>3</sup> / 0,56 m<sup>3</sup>/kg = 364 kg (cantidad de CO<sub>2</sub> para 100% del espacio protegido)

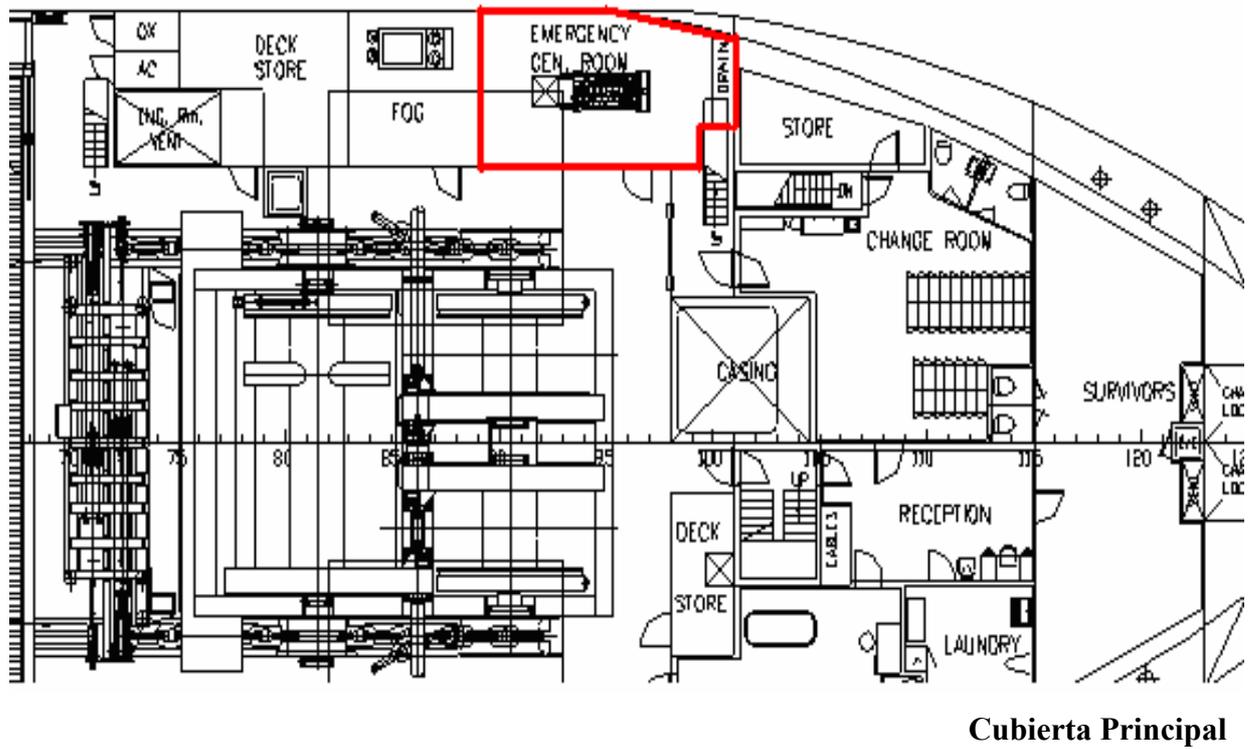
Aplicando factor 40 % sin guardacalor.

**Cantidad de CO<sub>2</sub> = 240 kg**

#### **Datos Calculados Según SOLAS Capítulo II-2.**

Cantidad de CO <sub>2</sub> para inundar el espacio en 2 min	= 204.00	kg
Cantidad requerida de CO <sub>2</sub>	= 240.00	kg
Cantidad a almacenar	= 270.00	kg
Tamaño del cilindro elegido	= 45 kg / 67 lt	
Numero de cilindros necesarios	= 6	

**2.1.3 Cálculo de cantidades de CO<sub>2</sub> para la sala del generador de emergencia.  
(Emergency generator room)**



----- Delimitación del espacio protegido.

Fig. 2.1.3 Esquema general de ubicación de la sala del generador de emergencia.

### **Cálculos**

#### **Datos entregados por el departamento de proyectos.**

Volumen de la sala	= 80.00	m <sup>3</sup>
Volumen de las Botellas de aire comprimido	= 0.00	m <sup>3</sup>
Volumen del guardacalor	= 0.00	m <sup>3</sup>
Volumen total (excluido el guardacalor)	= 80.00	m <sup>3</sup>
Aplicación del factor SOLAS (s/guardacalor)	= 40	%
Tiempo máximo de descarga SOLAS	= 2	minutos

#### **Datos Calculados según SOLAS.**

Volumen EGR m<sup>3</sup> / 0,56 m<sup>3</sup>/kg = 143 kg (cantidad de CO<sub>2</sub> para 100% del espacio protegido)

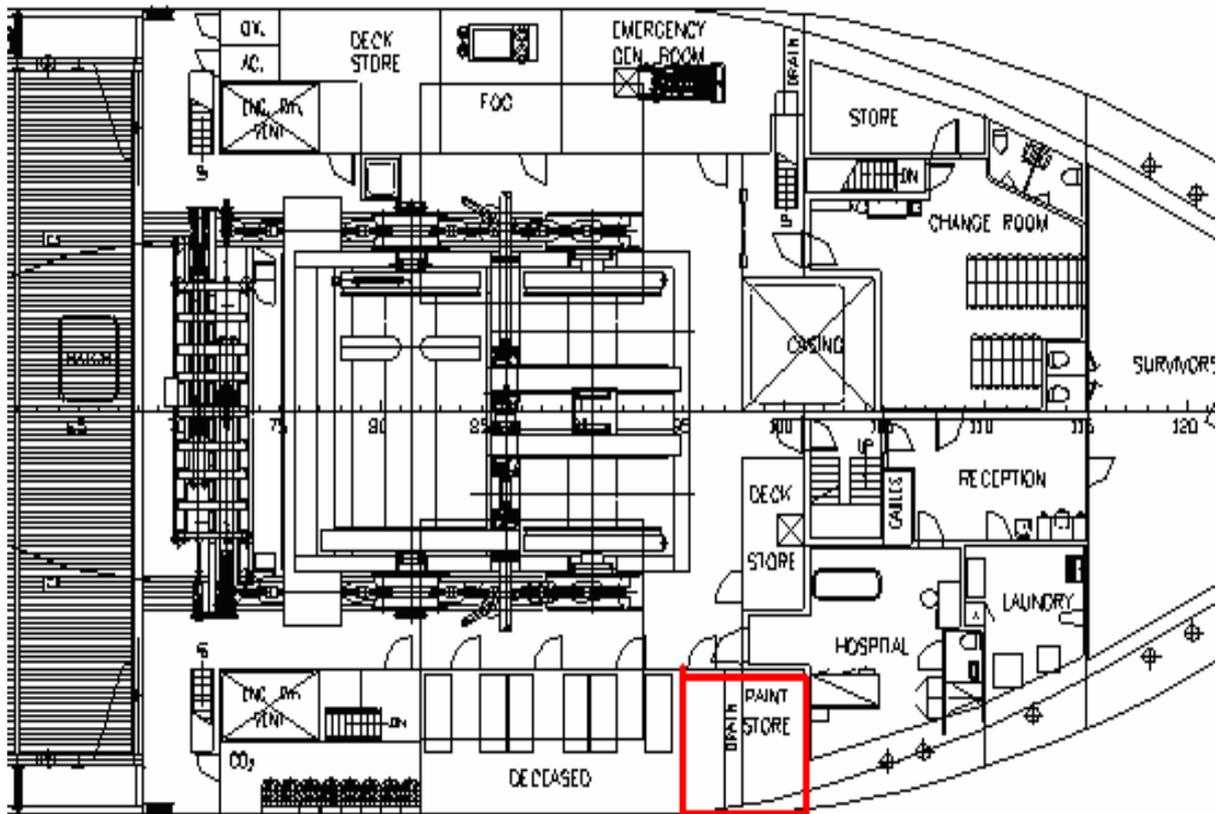
Aplicando factor 40 % sin guardacalor.

**Cantidad de CO<sub>2</sub> = 57 kg**

#### **Datos Calculados Según SOLAS Capítulo II-2.**

Cantidad de CO <sub>2</sub> para inundar el espacio en 2 min	= 48.00	kg
Cantidad requerida de CO <sub>2</sub>	= 57.00	kg
Cantidad a almacenar	= 90.00	kg
Tamaño del cilindro elegido	= 45 kg / 67 lt	
Numero de cilindros necesarios	= 2	

### 2.1.4 Cálculo de CO<sub>2</sub> para el pañol de pinturas y diluyentes. (Paint store)



**Cubierta Principal**

----- Delimitación del espacio protegido.

Fig. 2.1.4 Esquema de ubicación del pañol de pinturas y diluyentes (Paint store).

### Cálculos

#### **Datos entregados por el departamento de proyectos.**

Volumen de la sala	= 36.00	m <sup>3</sup>
Volumen de las Botellas de aire comprimido	= 0.00	m <sup>3</sup>
Volumen del guardacalor	= 0.00	m <sup>3</sup>
Volumen total (excluido el guardacalor)	= 36.00	m <sup>3</sup>
Aplicación del factor SOLAS (s/guardacalor)	= 40	%
Tiempo máximo de descarga SOLAS	= 2	minutos

#### **Datos Calculados según SOLAS.**

Volumen ER m<sup>3</sup> / 0,56 m<sup>3</sup>/kg = 64 kg (cantidad de CO<sub>2</sub> para 100% del espacio protegido)

Aplicando factor 40 % sin guardacalor.

**Cantidad de CO<sub>2</sub> = 26 kg**

#### **Datos Calculados Según SOLAS Capítulo II-2.**

Cantidad de CO <sub>2</sub> para inundar el espacio en 2 min	= 22.00	kg
Cantidad requerida de CO <sub>2</sub>	= 26.00	kg
Cantidad a almacenar	= 45.00	kg
Tamaño del cilindro elegido	= 45 kg / 67 lt	
Numero de cilindros necesarios	= 1	

## 2.2 Tabla resumen de los cálculos.

Del punto 2.1 hemos obtenida la siguiente tabla con el resumen de los volumen a proteger, las cantidades de CO<sub>2</sub> a utilizar para dicho efecto y la cantidad de botellas a almacenar en la sala de cilindros de CO<sub>2</sub>.

<b>Espacio Protegido</b>	<b>Volumen m<sup>3</sup></b>	<b>Cantidad de CO<sub>2</sub> kg</b>	<b>Cantidad de botellas de CO2 de 67 lt / 45 kg</b>
<b>Engine room</b>	<b>2569</b>	<b>1835</b>	<b>41</b>
<b>Engine control room</b>	<b>336</b>	<b>240</b>	<b>6</b>
<b>Emergengy generador room</b>	<b>80</b>	<b>57</b>	<b>2</b>
<b>Paint Store</b>	<b>36</b>	<b>22</b>	<b>1</b>

### **CAPITULO III: COMPONENTES, FUNCIONAMIENTO Y MANTENCIÓN DE UN SISTEMA FIJO DE EXTINCIÓN DE INCENDIO POR DIÓXIDO DE CARBONO**

#### **Objetivo**

En este capítulo indicaremos los principales componentes usados para un correcto funcionamiento del sistema, como son recipientes de almacenamiento del gas, sistemas de accionamiento, válvulas, cañerías, aspersores, fitting en general. Además se incluirán alarmas sonoras y luminosas, señáletica e incluso aislación. Recordando que anteriormente calculamos las cantidades de gas a utilizar y los respectivos espacios protegidos. Todos los materiales usados en este proyecto son aprobados y certificados por algún miembro de la asociación internacional de casas clasificadoras. (IACS)

Explicaremos el funcionamiento del sistema, y su operación de emergencia.

Su puesta en servicio, mantención e inspecciones.

#### **3.1 Componentes del sistema de dióxido de carbono.**

##### **3.1.1 CO<sub>2</sub> cylinder room. (sala de dióxido de carbono)**

Esta sala es donde se almacenan los cilindros de CO<sub>2</sub>, está regularizada por SOLAS y sus condiciones fueron mencionadas en el capítulo I, punto 1.3.1.

- Será una sala cuyo único propósito sea el de almacenar las botellas de dióxido de carbono y deberá permanecer cerrada.
- Estará ubicado fuera del espacio protegido y detrás del mamparo de colisión.
- La entrada a la sala se hará desde una cubierta expuesta.
- Será estanca y dispondrá de un sistema de ventilación que permita las renovaciones de aire necesarias según lo prescrito en el convenio SOLAS.
- Dispondrá de un sistema de alumbrado de emergencia.
- Dispondrá de un sistema de accionamiento del sistema de emergencia.
- Dispondrá de los mecanismos de seguridad necesarios para el correcto funcionamiento del sistema de dióxido de carbono.

### 3.1.2 Botellas de dióxido de carbono.

Las botellas de dióxido de carbono deben cumplir con los requisitos que se mencionaron en el capítulo I, los cuales son característicos para todas las botellas que almacenan dióxido de carbono.

Además de tales características, se deben especificar el tipo de botellas utilizadas para este proyecto específico.

Como se calculó en el capítulo II, se necesitan 42 botellas de 45 kg cada una. 41 de ellas se encontrarán almacenadas en CO<sub>2</sub> cylinder room, y una de ellas tendrá un nicho fuera de la Paint store.

Las botellas de dióxido de carbono de 67 lt (o de 45 kg) elegidas son suministro de UNITOR.

#### Características técnicas:

- Tener un tubo sifón, para hacer descargas parciales de dióxido de carbono.
- Presión de prueba: 250 bar.
- Cilindro DIN 4664.
- Tapa de protección DIN EN 962.
- Pintadas de color rojo.
- Etiquetadas 2.2
- Ser aprobadas por algún miembro de la IACS.



Fig. 3.1.2 -1) Foto de botellas de CO<sub>2</sub>. Listas para subir al buque.

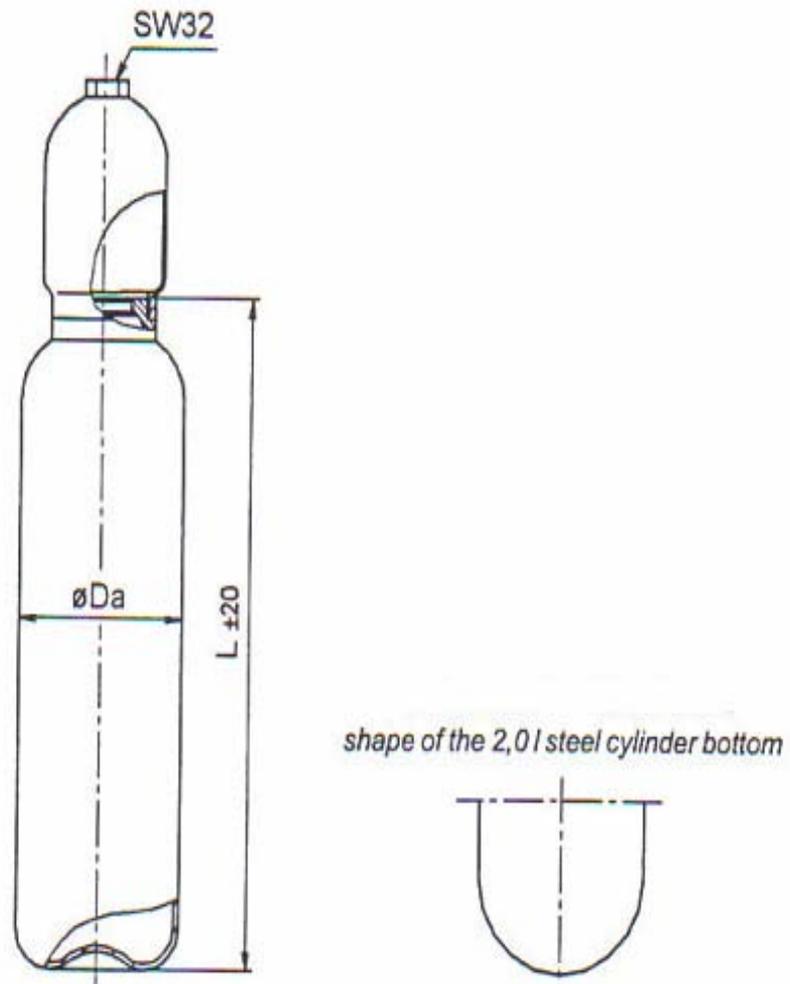


Fig. 3.1.2 -2) Dibujo de una botella de CO<sub>2</sub>.



Fig. 3.1.2 -3) Etiqueta de las botellas de CO<sub>2</sub>.

### 3.1.3 Botellas de CO<sub>2</sub> para pilotaje.

Son recipientes más pequeños que almacena dióxido de carbono para el pilotaje (accionamiento a distancia del sistema).son de 2 lt (o de 1,3 kg) con las mismas características técnicas de las botellas anteriores, de 45 kg.

Proveedor UNITOR.

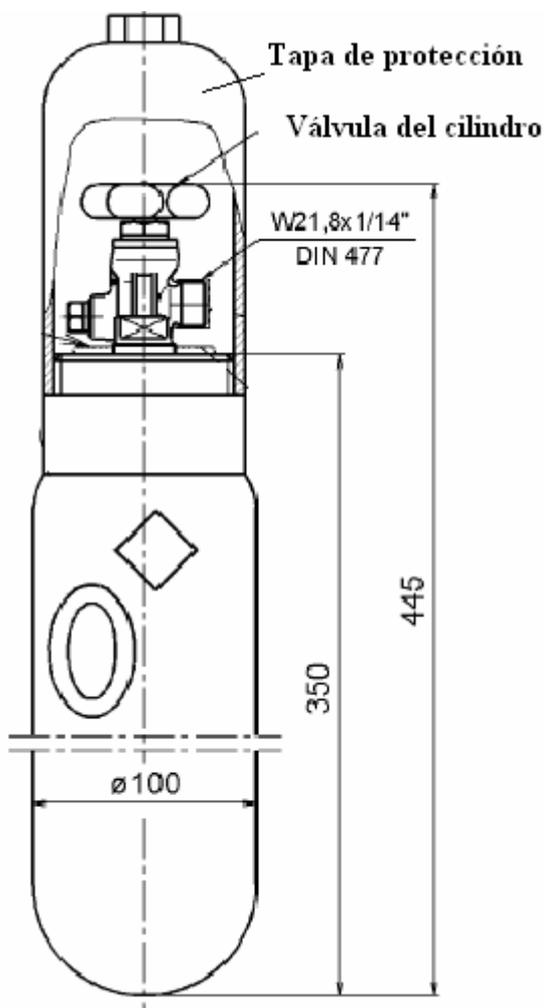


Fig. 3.1.3 botellas pilotaje de CO<sub>2</sub> ubicada en wheelhouse.

### 3.1.4 Soportes seguros para almacenar botellas.

Para el soporte de las botellas usaremos soportes como los indicados en la foto, los cuales, por lo general, no son suministro de ninguna empresa, sino de responsabilidad del astillero. El cual en su parte superior deberá tener un mecanismo para el pasaje de las botellas.

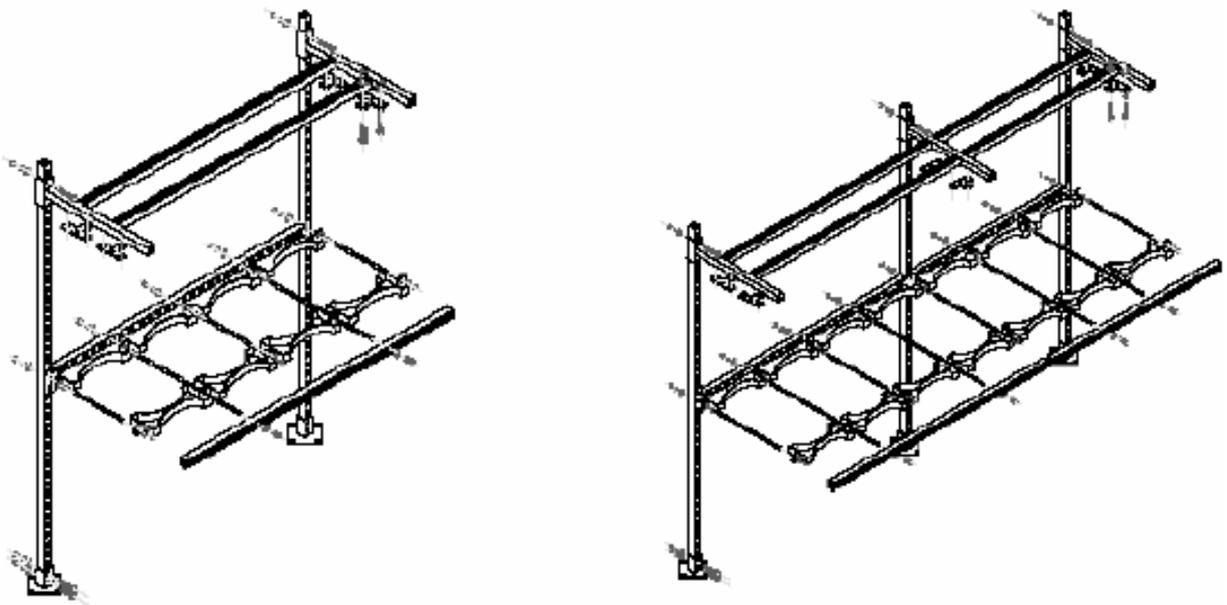


Fig. 3.1.4 Soportes para el correcto almacenaje de las botellas de CO<sub>2</sub>.

### 3.1.5 Piping (Cañerías, tuberías en general).

#### 1) Manifold

El manifold es una tubería sin soldadura con varias cañerías unidas de menor diámetro, se usa principalmente para distribuir algún líquido o gas a otras tuberías. Para nuestra tesis se utiliza para recolectar todo el CO<sub>2</sub> de las botellas y conducirlo por una sola tubería hacia el espacio protegido que requiera dióxido de carbono para sofocar un incendio.

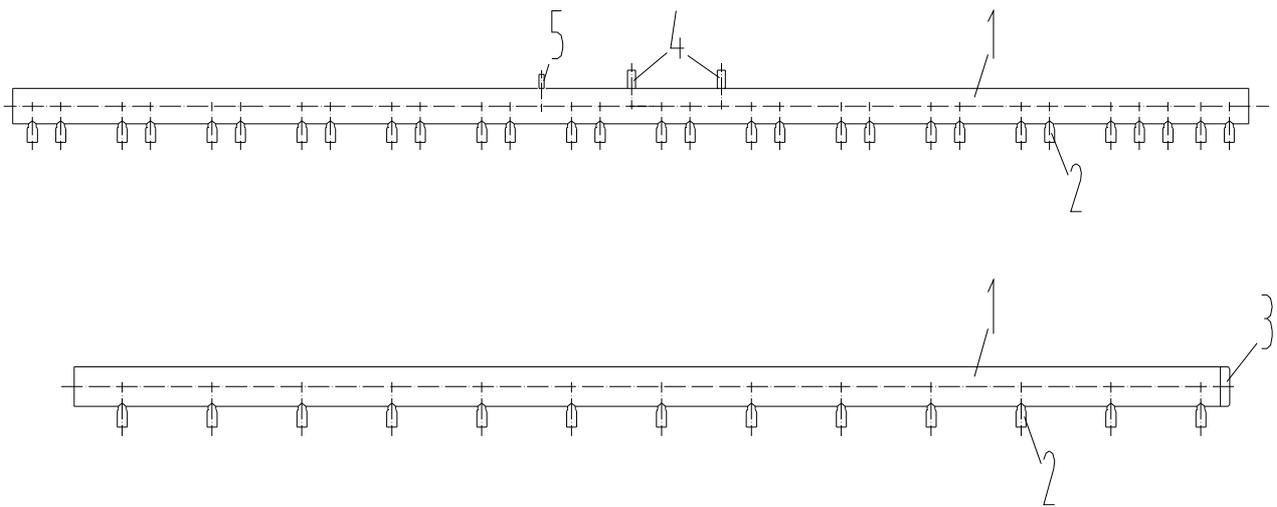


Fig. 3.1.5 -1) Dibujo del Manifold reglamentario según TCMS\*

POSICIÓN	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	
1		Tubería galvanizada 60,3 x 4,5	DIN 2448
2	42	Conexiones soldadas de 3/4"	
3	1	Casquillo 60,3 x 4,5	DIN 2671
4	2	Conexiones soldadas de 1/2"	
5	1	Conexiones soldadas de 1/4"	

Presión Nominal = 128 Bar

Presión de prueba = 192 Bar

\* Transport Canada Marine Safety.

## 2) Tuberías para la descarga del agente extintor.

Todas las tuberías usadas en el sistema son de calidad DIN 2448 St 35.8 / 17175 clase II galvanizadas para evitar corrosión, según lo estipula la casa clasificadora. Lo único que varía son los diámetros de las tuberías.

### 2.1) Características de las tuberías DIN 2448 St 35.8 / 17175 clase II galvanizadas.

17175 Tubería sin soldadura resistente a los cambios de temperatura.  
St 35.8 Grado del acero.

#### **Porcentajes de aleación.**

0.17% C    0.10 - 0.35% Si    0.40 - 0.80% Mn    0.040% P max    0.040% S max

Se da un baño de galvanizado, baño de zinc, en caliente a las cañerías para evitar la corrosión.

#### 2.1.1) Tubería de distribución hacia la sala de control de máquinas.

Se utilizará tubería galvanizada DIN 2448 de diámetro 20 mm para todo el tramo desde la conexión en el manifold hasta la conexión de los aspersores de CO<sub>2</sub> en el espacio protegido. Habrá una conexión por medio de una válvula check (anti-retorno) con la línea de 20 mm que proviene desde la conexión de engine room, fuera del espacio protegido.

#### 2.1.2) Tubería de distribución hacia la sala del generador de emergencia.

Se utilizará tubería galvanizada DIN 2448 de diámetro 20 mm para todo el tramo desde la conexión en el manifold hasta la conexión de los aspersores de CO<sub>2</sub> en el espacio protegido.

### **2.1.3) Tubería de distribución hacia la sala de máquinas.**

La primera tubería a la salida del manifold será de 50 mm, por la gran cantidad de agente extintor que usaremos para ese espacio, luego por medio de reducciones hay ramales de 25 mm para llegar a todo el espacio protegido (engine room, workshop, separator room, auxiliary engine room) con terminales de 20 mm al igual que las otras líneas.

Los fitting para conectar los aspersores a las líneas, va únicamente en las cañerías de 20 mm, son conexiones soldadas de  $\frac{3}{4}$ " con hilo. La lista de fitting se entregara en el próximo punto a tratar.

### **3) Fitting (uniones en general).**

En este punto incluiremos todas las conexiones, ya sean rígidas como flexibles de un proveedor conocido (Mínimax GMBH), especialista en este tipo de proyectos.

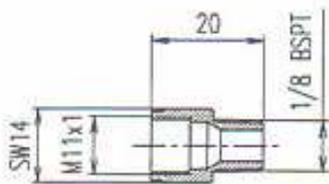
Las cantidades están estimadas de acuerdo al tamaño de los espacios a proteger, ya que no existe regla y/o norma alguna que indique la cantidad de aspersores necesarios por espacio protegido. Solo debemos cumplir con el reglamento, el cual indica la cantidad de dióxido de carbono que debemos incluir en el espacio protegido en cierto tiempo. 85% del total del CO<sub>2</sub> necesario, en 2 minutos.

### **4) Pilotaje.**

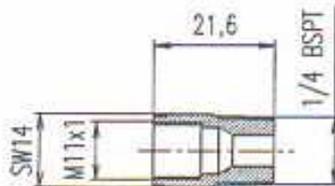
Para las líneas de pilotaje se usan tuberías inoxidable de diámetro 6 x 1 mm. Para poder conectar la estación de disparo del banco de CO<sub>2</sub> con la sala de cilindros, se usaran tramos de tuberías de 6 m de largo con sus respectivas uniones (codos, coplas, tes, reducciones, etc).

A continuación una lista de fitting para líneas de pilotaje de 6 mm.

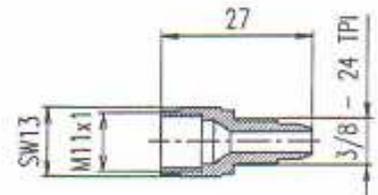
**Adapter 1/8 BSPT  
adaptor 1/8 BSPT**



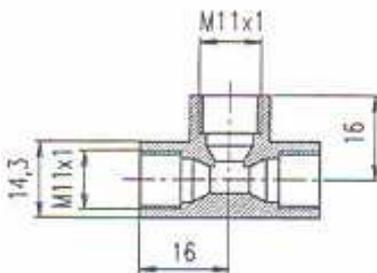
**Adapter 1/4 BSPT  
adaptor 1/4 BSPT**



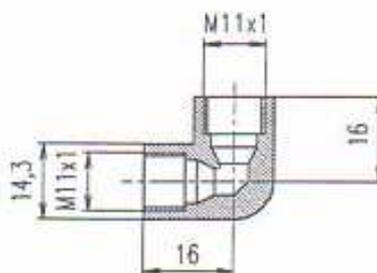
**Adapter 6 mm - 3/16  
adaptor 6 mm - 3/16**



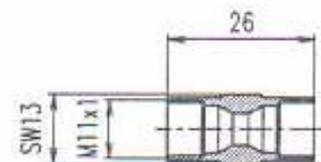
**T-Stück / tee**



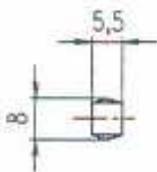
**Winkel / elbow**



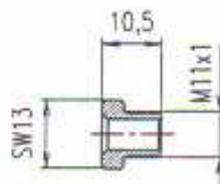
**Verbindungsstück  
straight connector**



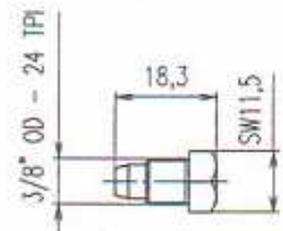
**Schneidring / olive**



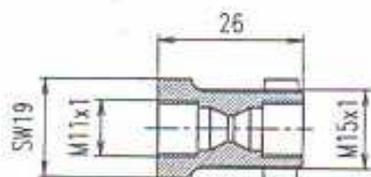
**Mutter / nut**



**Stopfen 3/16"  
plug 3/16"**



**Schottverschraubung  
bulkhead connector**



**Mutter für Schottverschraubung  
bulkhead locknut for bulkhead connector**

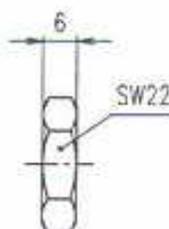


Fig. 3.1.5 -4) Fitting para cañerías de pilotaje 6 mm.

## 5) Conexiones flexibles.

Usamos dos conexiones flexibles en este sistema. Las dos llegan a la válvula del cilindro, que es del tipo B 0430. Una es la línea de descarga del gas hacia el manifold y la otra es la línea que conduce el gas del pilotaje para abrir la válvula.

Las dos son suministro UNITOR.

### 5.1) Manguera W21,8 x W21,8 x 450

#### Características técnicas:

- Diámetro nominal: 12 mm.
- Radio de Flexión: >160.
- Rango de temperatura: entre -40° C y 125° C.
- Presión de trabajo: 160 bar.
- Acople: DIN 477. W21,8 x 1¼”.



Fig. 3.1.5 -5.1) Foto de una manguera de alta presión para CO<sub>2</sub>.

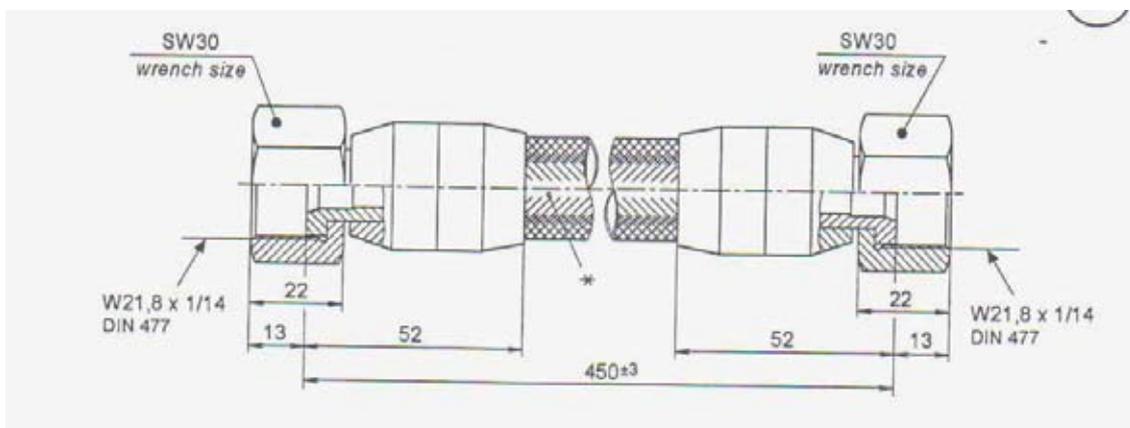


Fig. 3.1.5 -5.2) Dibujo de una manguera de alta presión para CO<sub>2</sub>.

### 5.3) Manguera W21,8 x W21,8 x 450

#### Características técnicas:

- Diámetro nominal: 3/16".
- Presión de trabajo: 100 bar.
- Radio de curva: 75 mm.

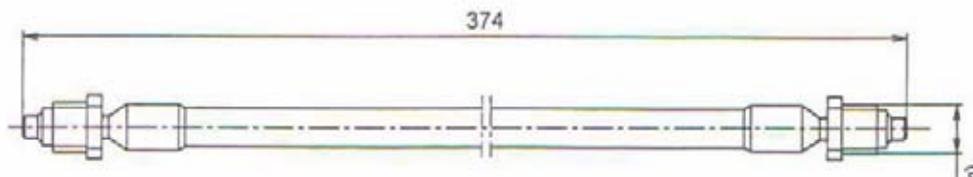


Fig. 3.1.5 -5.3) Dibujo de una manguera de alta presión para pilotaje de CO<sub>2</sub>.

## 6) Válvulas.

Indicaremos los tipos de válvulas que se usan en el sistema fijo de extinción de incendio, por medio de dióxido de carbono.

### 6.1) Válvulas de selección DN20.

Este tipo de válvula corresponde a una válvula de bola, con una manilla de accionamiento conectado a un cilindro actuador neumático que es manejado a distancia. Se usa para las líneas que conducen el gas desde el manifold hasta los espacios protegidos, donde las líneas que conducen el gas son de diámetro: 20 mm. (Sala del generador de emergencia y sala de control de máquinas).

El cilindro a su vez tiene conectado dos limit switch que indican (abierto/cerrado) los cuales envían una señal eléctrica a un panel de control y este procesa la información para activar las alarmas y detener las lampas de ventilación.

Esta válvula, además de ser accionada neumáticamente, deberá abrirse manualmente sin mayor problema, en caso de fallo en el sistema de pilotaje neumático.

Características técnicas:

- Presión de trabajo: 160 bar.
- Rangos de temperatura: entre -20° C y 60° C.
- Materiales:
  - Cuerpo - Acero bronceado
  - Vástago – Acero galvanizado
  - Bola – Acero inoxidable
  - Empaquetadura – Delrin (polioximetileno homopolímero).

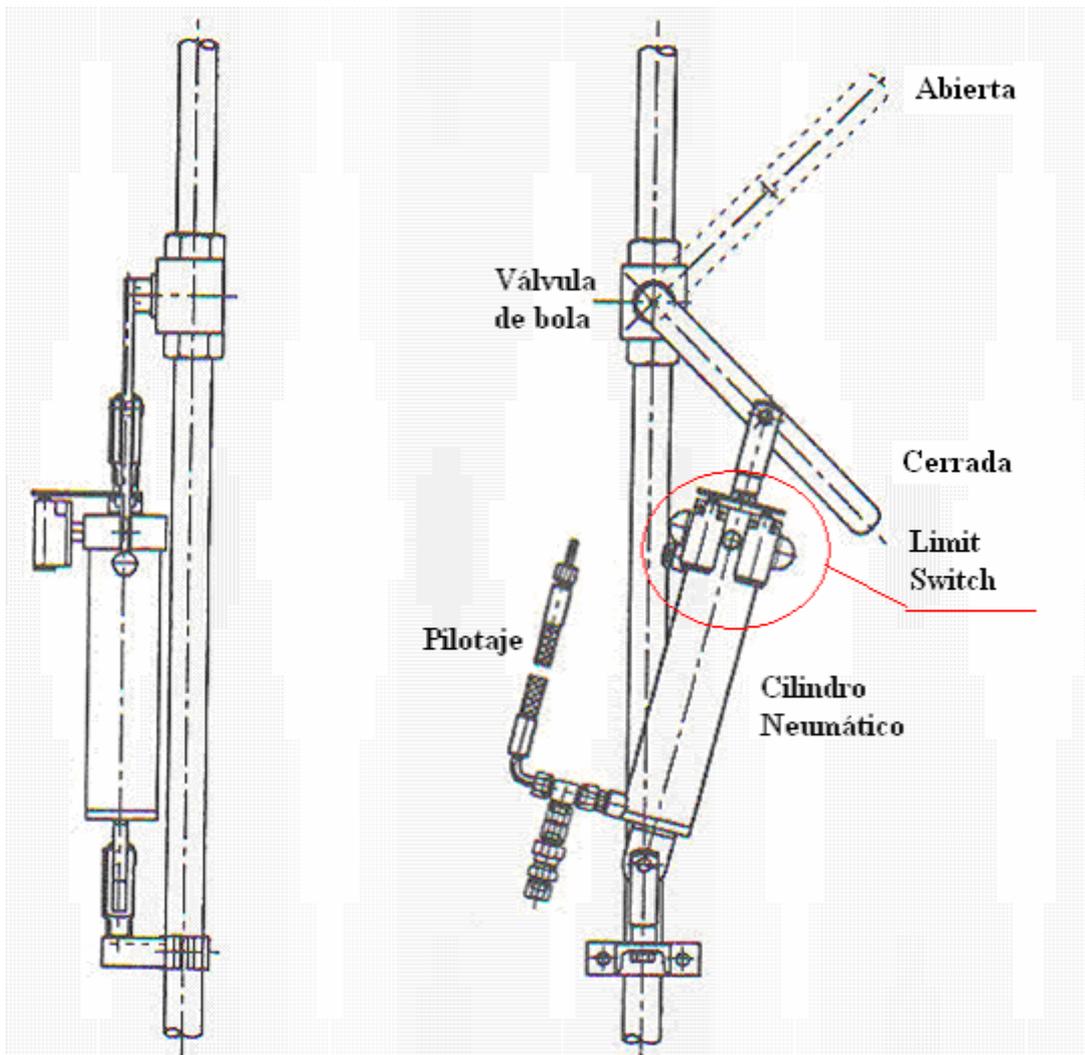


Fig. 3.1.5 -6.1) Dibujo esquemático de una válvula de selección HD Marine DN 20.

## 6.2) Válvulas de selección DN50.

Válvula de igual funcionamiento que la de DN20, (*mencionada en el punto anterior*) solo cambia el diámetro de la cañería, por la cantidad de gas que lleva.

El DN es mayor por que la cantidad de gas que llega a la sala de máquinas es mayor.

### Características técnicas:

- Presión de trabajo: 160 bar.
- Rangos de temperatura: entre -20° C y 60° C.
- Materiales:
  - Cuerpo - Acero bronceado
  - Vástago – Acero galvanizado
  - Bola – Acero inoxidable
  - Empaquetadura – Delrin (polioximetileno homopolímero).

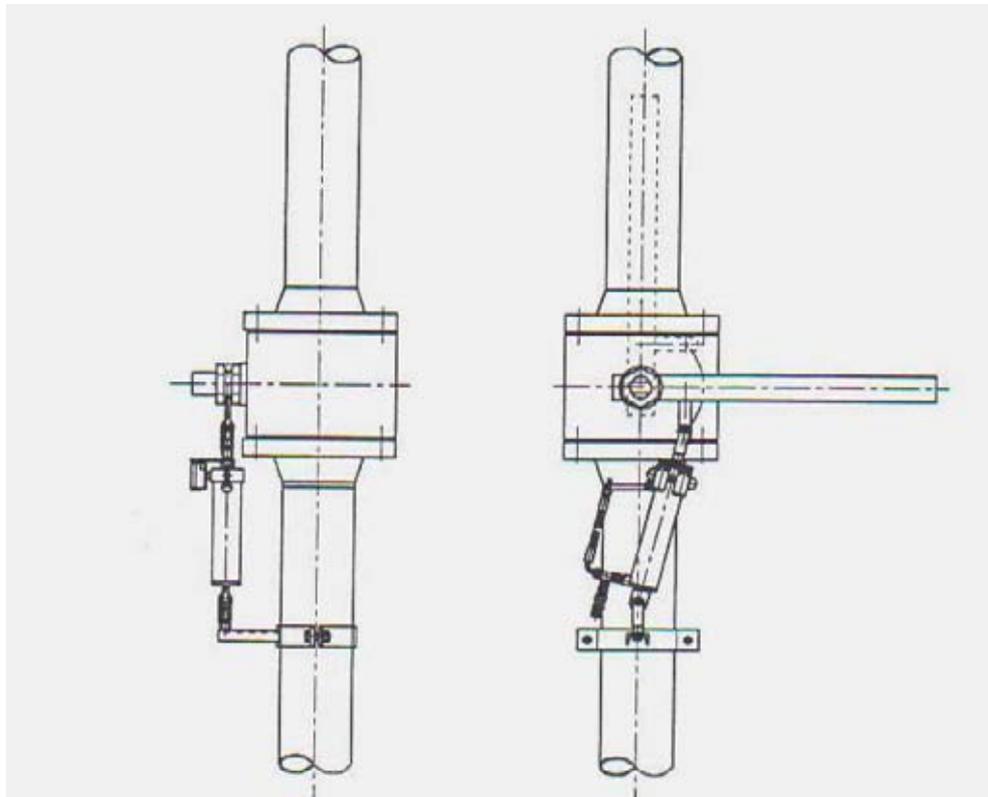


Fig. 3.1.5 -6.2) Dibujo representativo de una válvula de selección HD Marine DN50. (Ver componentes en Fig. 3.1.5 -6.2)

### 6.3) Válvula de retención (del tipo check).

Este es un tipo de válvula de retención, es del tipo con resorte. Deja pasar el flujo en un solo sentido.

Estas válvulas conectan las mangueras flexibles con el manifold, para que en caso que se ocupe parte del sistema en un incendio, las botellas llenas no pierdan parte de su gas entregándose a una botella vacía.

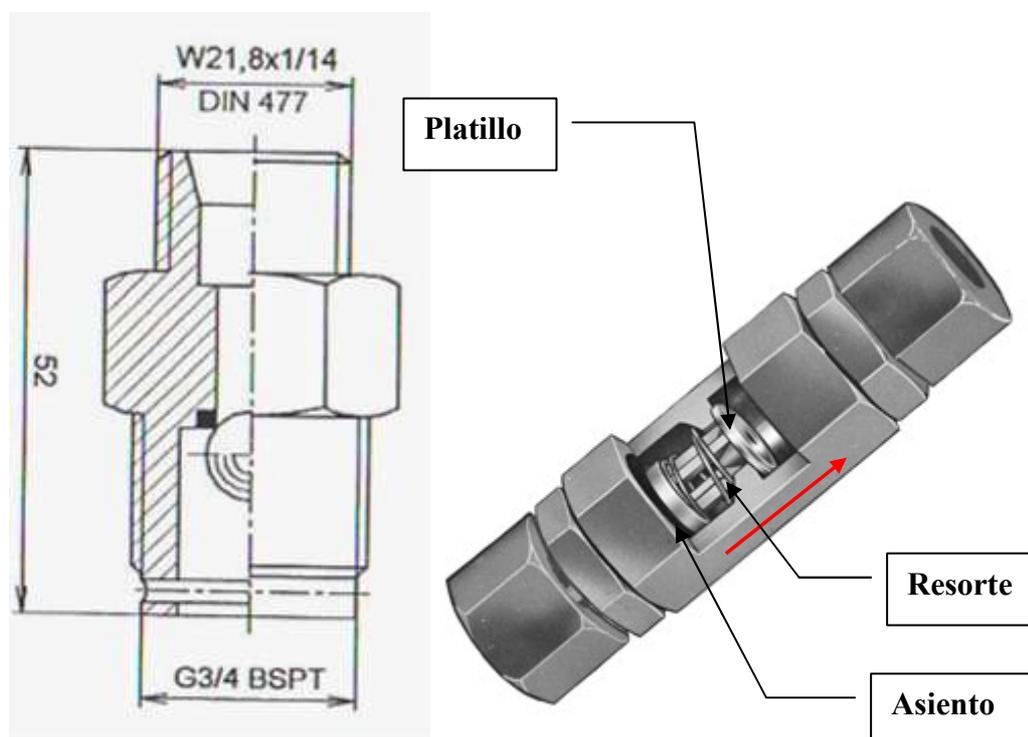


Fig. 3.1.5 -6.3) Válvula de retención.

### 6.4) Válvula de seguridad.

Válvula con resorte, se activa por una sobre presión, dejando escapar el gas por un conducto seguro, hacia un espacio seguro. Hay del tipo regulable y fija.

En caso de una sobre presión en el manifold por alguna obstrucción en el sistema, se activara la válvula de seguridad, a una presión superior a los 130 bar.

El gas que escape por un exceso de presión en el manifold, será eliminado de la sala por una cañería inoxidable de 6 mm de diámetro a un espacio abierto (cubierta principal) donde la presión y la cantidad de gas no pongan en riesgo la vida del personal.

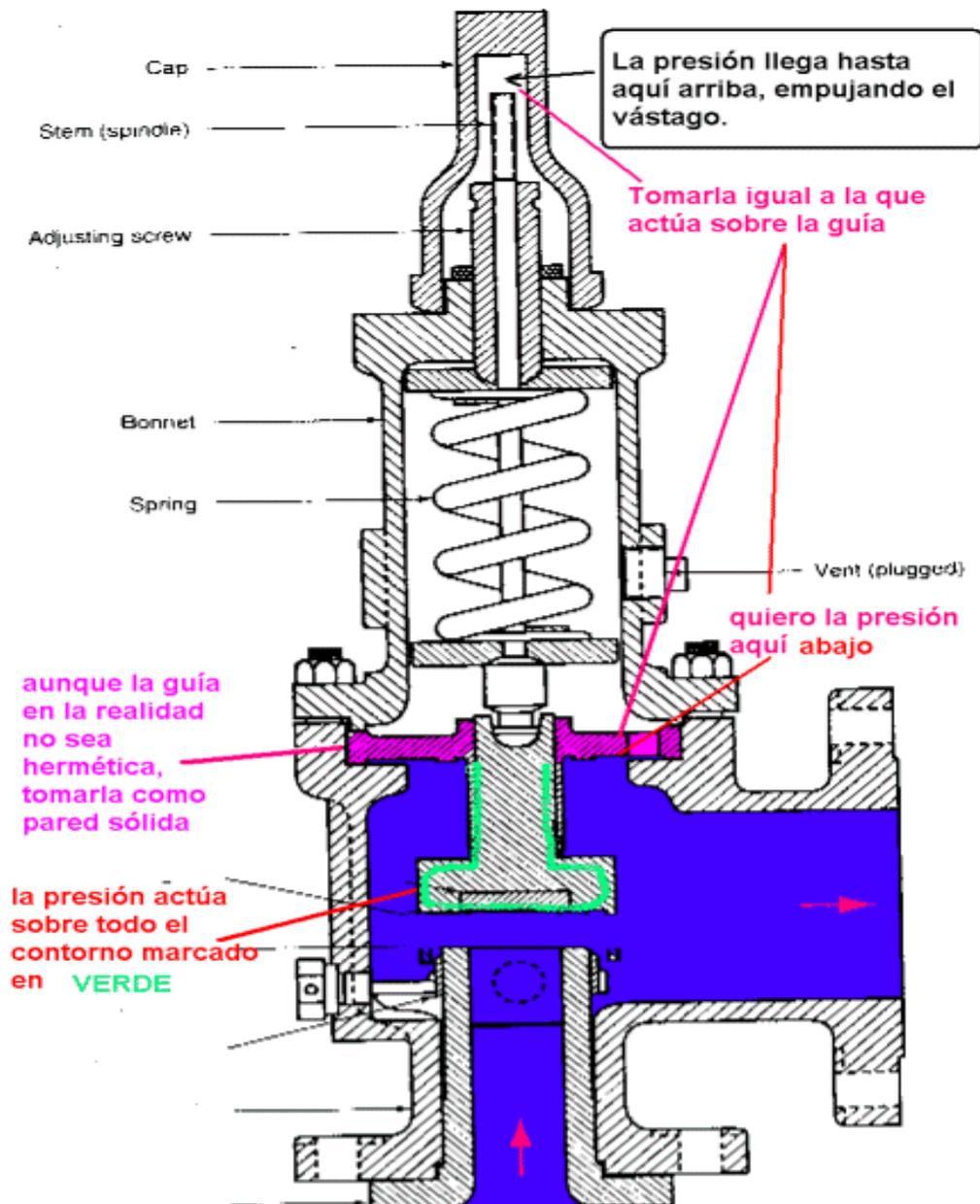


Fig. 3.2.1 -6.4) Válvula de seguridad.

### 6.5) Acople rápido. (shore connection)

Válvula usada para conectar mangueras flexibles con coplas de conexión rápida, se usa principalmente para hacer limpieza del sistema. Otro uso a bordo es hacer pruebas de presión las cañerías

Utilizamos esta conexión para hacer una limpieza de las líneas de descarga, con carácter de mantención del sistema. Se conecta con una manguera desde la línea de aire de trabajo (8 bar) ubicado en la sala de cilindros de CO<sub>2</sub>.

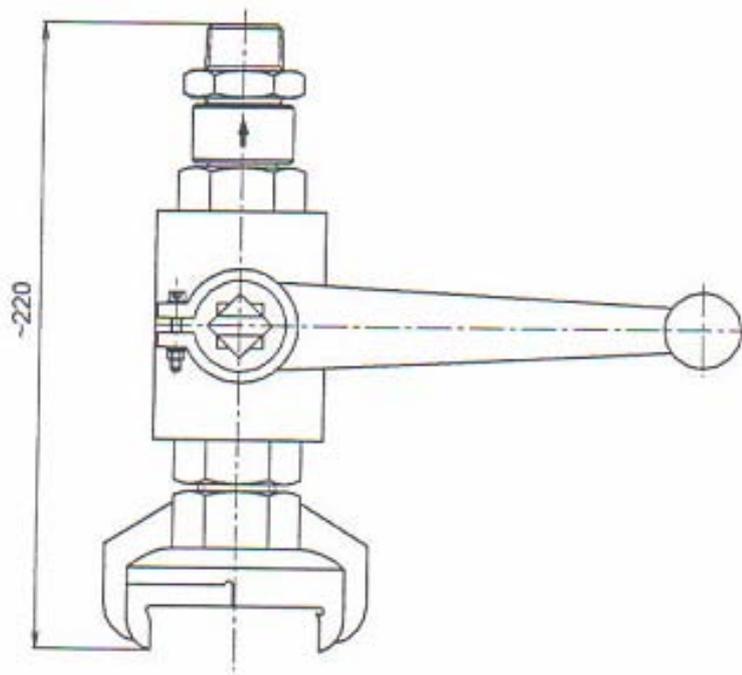


Fig. 3.1.5 -6.5) Acople rápido.

### 6.6) Válvula de Bola HD Marine.

Son válvulas de bola, se usan para dar el paso del gas de pilotaje.

Estas válvulas se encuentran en la estación de disparo de CO<sub>2</sub> ubicada en el puente de gobierno y es la encargada de dar paso al gas del pilotaje hacia la sala de cilindros de CO<sub>2</sub>.

#### Características técnicas:

- Presión de trabajo: 160 bar.
- Rangos de temperatura: entre -20° C y 60° C.
- Tipo de conexión: DIN 2353
- Materiales:
  - Cuerpo - Acero bronceado
  - Vástago – Acero galvanizado
  - Bola – Acero inoxidable
  - Empaquetadura – Delrin (polioximetileno homopolímero)

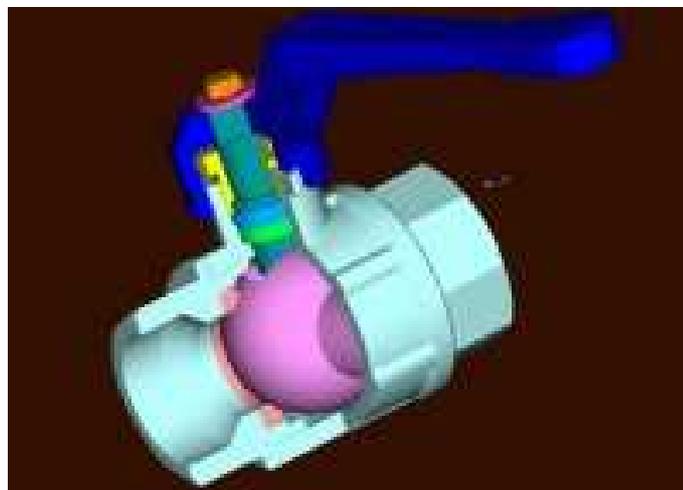
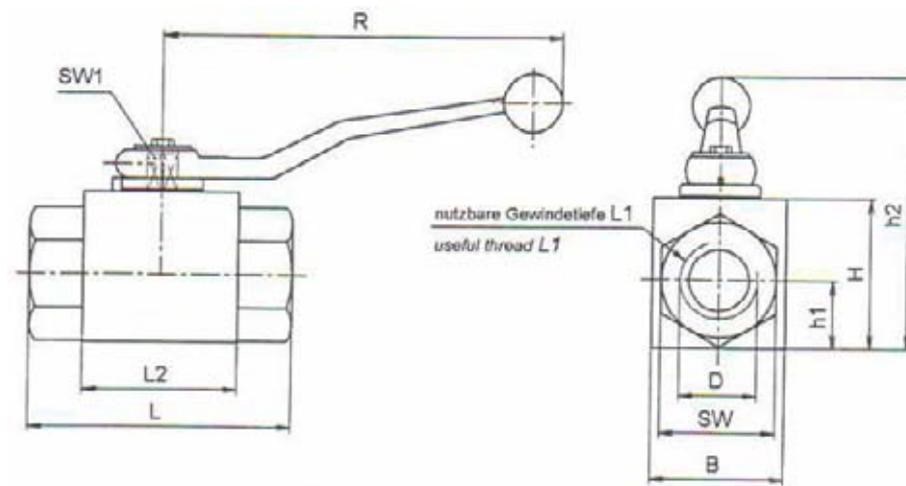


Fig. 3.1.5 -6.6) Válvula de bola HD marine.

### 6.7) Válvula de las botellas de CO<sub>2</sub>.

Esta válvula es la encargada de descargar el gas al manifold, tiene muchas funciones: se utiliza como válvula de pilotaje de emergencia, ya que se puede abrir manualmente. Además es comandada a distancia con pilotaje de CO<sub>2</sub>. También se activa en caso de una sobre presión, lo cual le da la característica de válvula de seguridad. Pero su principal función es dar el paso al agente extintor desde su almacenamiento hacia su distribuidor, en el momento necesario, ni antes ni después.

#### Características técnicas:

- Tipo: B 04300028
- Presión de trabajo: 160 bar.
- Torque para accionamiento manual: 20-25 Nm.
- Rangos de temperatura: entre -20° C y 55° C.
- Tipo de conexión: DIN 2353.
- Materiales: Cuerpo - Acero bronceado.

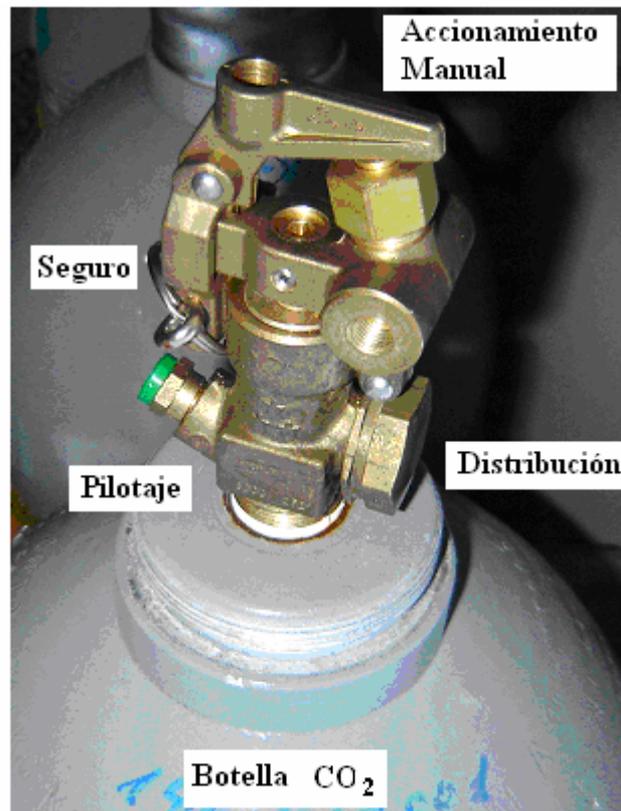
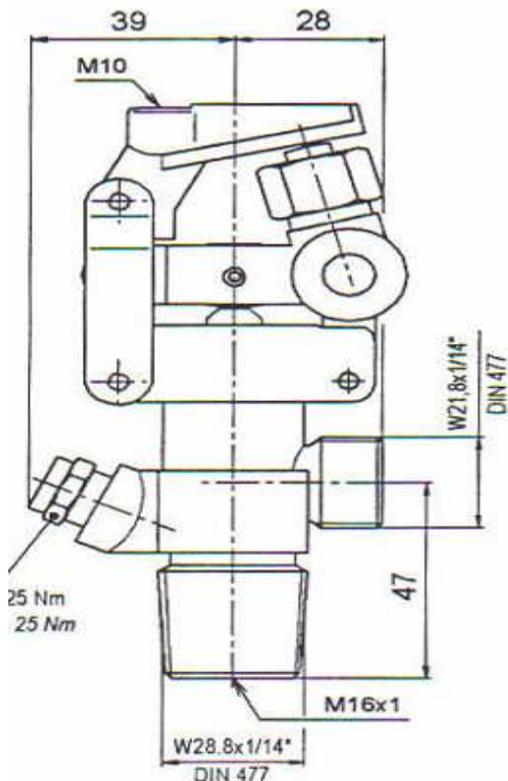


Fig. 3.1.5 -6.7) Válvula del cilindro del tipo B 0430.

### 3.1.6 Indicadores y/o sistemas de control.

En este punto se indicaran todos los instrumentos utilizados para el control del sistema, presión, temperatura, cantidad de agente extintor.

#### 1) Manómetro.

Instrumento sensor, para medir la presión, tiene características especiales, por que es un instrumento para ser usado en un medio corrosivo como es el marino; cuerpo de aluminio, glicerina en su interior.

El manifold tendrá un manómetro de escala 0-250 bar. Con una resolución 0.01 de fondo blanco con escritura negra. Con conexión de 1/2". El manómetro tiene un amortiguador de presión interior para evitar daños producto de los golpes de presión.

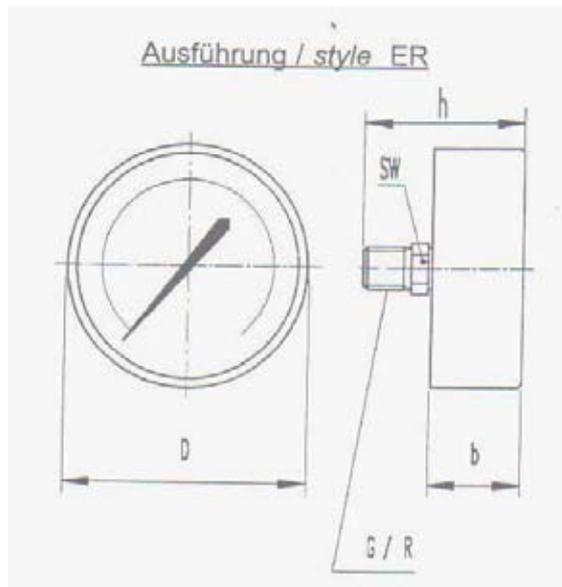


Fig. 3.1.6 -1) Manómetro.

## 2) Termómetro.

Instrumento sensor de temperatura a base de mercurio.

La sala de cilindros de CO<sub>2</sub> constara con un termómetro, ubicado en un lugar visible, para ver la temperatura de la sala donde se almacenan las botellas de CO<sub>2</sub>. Debido a que la normativa SOLAS indica que la temperatura donde se almacenan los cilindros de dióxido de carbono no debe superar los 50° C.

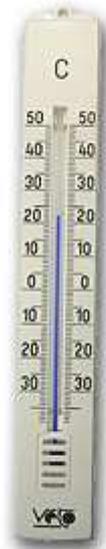


Fig. 3.1.6 -2) Termómetro ambiental.

### 3) Pesas o sensor de nivel de botellas

Se utiliza un sistema para ver la cantidad de agente extintor al interior de las botellas, pueden ser de dos tipos:

- Pesas.
- Sensor de ultrasonido.

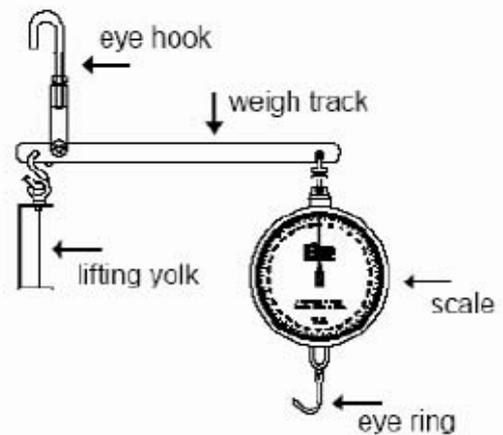


Fig. 3.1.6 -3) Pesa para botellas de CO<sub>2</sub>.

### 4) Limit switch.

Sensor electrónico, que indica posiciones de abierto o cerrado, su función es mandar una señal eléctrica a un panel de control, donde se manejan los sistemas de control.

El sistema estará monitoreado por 6 pares de Limit switch del tipo ZS 236-11z-M20 para mandar las señales eléctricas a los paneles de control indicando válvulas abiertas o cerradas. Las alarmas sonaran y las lampas (*cierre hermético de los ductos de ventilación*) de ventilación cerrarán (se detendrán los ventiladores) una vez que los sensores envíen la señal eléctrica al panel indicando que las válvulas de control (distribución) fueron abiertas.

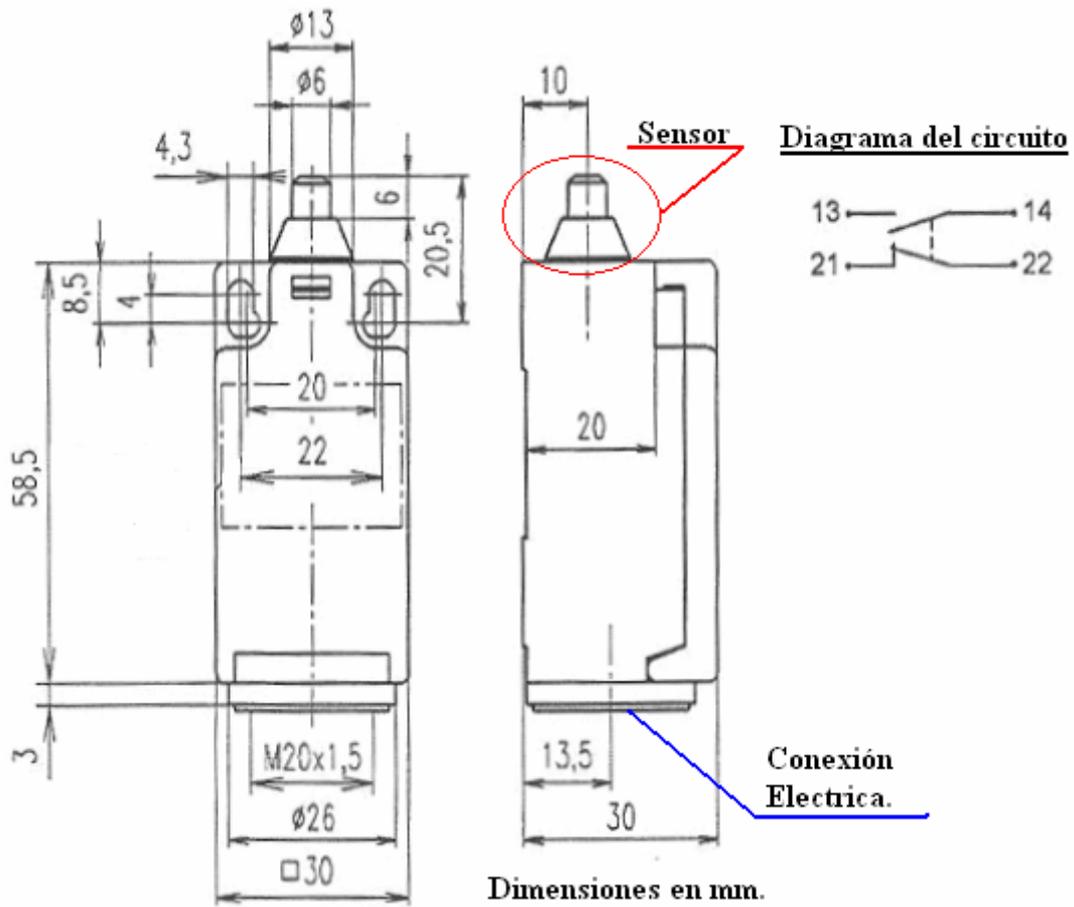


Fig. 3.1.6 -4) Dibujo y fotografía de un Limit Switch.

### 5) Pressure switch (presostato).

Son sensores de presión que envían señales eléctricas a un panel de control indicando, las diferentes presiones, se colocan en la líneas de pilotaje y de descarga y acusan disparo de gas en caso de que fallen los limit switch.

En el sistema tenemos 8 presostatos electrónicos, los cuales son los encargados de activar las alarmas y de detener los ventiladores y cerrar las lampas (fire damper) para evitar la propagación del fuego.

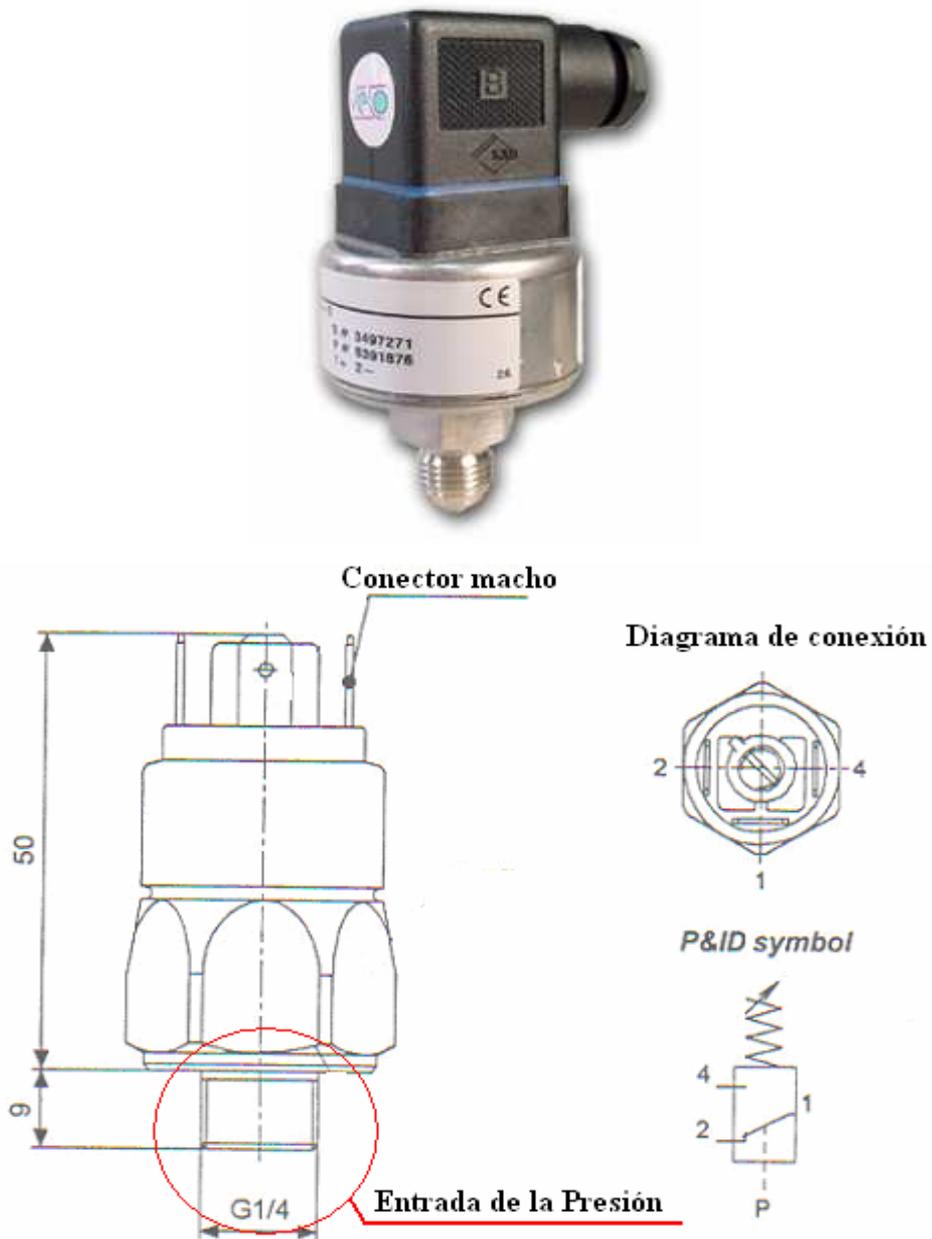


Fig. 3.1.6 -5) Pressure switch. (Presostato)

### 3.1.7 Alarmas.

El reglamento SOLAS capítulo II-2 regla 5 1.6, hace referencia que los sistemas fijos de extinción de incendios por medio de gas, en este caso dióxido de carbono, deben estar provistos de dos tipos de alarmas: Ópticas (luminosas) y Auditivas (sonoras). Las cuales estarán distribuidas en sitios estratégicos de los espacios protegidos, sala de máquinas, sala de control y sala del grupo de emergencia.

Uno de sus puntos principales, dentro de la exigencia de las alarmas es que tienen que cumplir su función aun con temperaturas elevadísimas producto del fuego. Por consiguiente el sistema eléctrico debe ser blindado para que no se interrumpa el sistema de alimentación eléctrica a la alarma.

#### 1) Alarmas sonoras.

Se dispondrá de una alarma sonora que avise con anticipación que se hará la descarga del agente extintor en el espacio protegido un tiempo suficiente para que el personal haga abandono del espacio a inundar.

Se distribuirán en todos los espacios protegidos.

#### Características técnicas:

- Tipo: YO8
- Voltaje de operación: 24V DC. / 230V AC.
- Consumo: min 300 mA.
- Sonido tipo: 32.
- Intensidad de sonido: 116 dB a 1 m.
- Rangos de temperatura: entre -25° C y 55° C.
- Carcasa: Plástico ABS (alta resistencia a impactos).



Fig. 3.1.7 -1) Alarma sonora.

## 2) Alarmas sonoras y ópticas.

Se dispondrá alarmas ópticas y sonoras que avisen con anticipación que se hará la descarga del agente extintor en el espacio protegido un tiempo suficiente para que el personal haga abandono del espacio a inundar.

Se distribuirán solo en sala de máquinas.

### Características técnicas:

- Tipo: YL5
- Voltaje de operación: 24V DC. / 230V AC.
- Consumo: min 20 mA.
- Sonido tipo: 32.
- Intensidad de sonido: 110 dB a 1 m.
- Rangos de temperatura: entre -25° C y 55° C.
- Carcasa: Plástico ABS (alta resistencia a impactos).



Fig. 3.1.7 -2) Alarma Luminosa.

### 3) Alarmas ópticas.

El buque tendrá un sistema de monitoreo general ya sea en sala de control como en el puente de gobierno que indique con sus luces correspondientes la activación del banco de CO<sub>2</sub>, como también otros riesgos abordo.



Fig 3.1.7 -3) Panel de alarmas ópticas del sistema de CO<sub>2</sub>.

Ver anexo<sup>3</sup>

Diagrama general del sistema de alarmas de CO<sub>2</sub>.

### 3.1.8 Nozzle (boquillas de descarga).

Los atomizadores o boquillas de CO<sub>2</sub> son los encargados de distribuir el gas de manera uniforme en el espacio a inundar, hay diversos tipos, como también de diversos materiales, siendo los más usados el bronce. También pueden variar en su radio desde 180° a 360°.

#### 1) Boquilla tipo DD ¾"

Esta boquilla se utiliza para ingresar gas a espacios específicos, ya que su radio de acción es de 180°.

#### Características técnicas:

- Tipo: DD ¾.
- Tipo de conexión: DIN 2999.
- Presión de trabajo: Desde 10 bar hasta 60 bar.
- rango de temperatura: entre -20° C y 50° C.
- Material: Bronce.

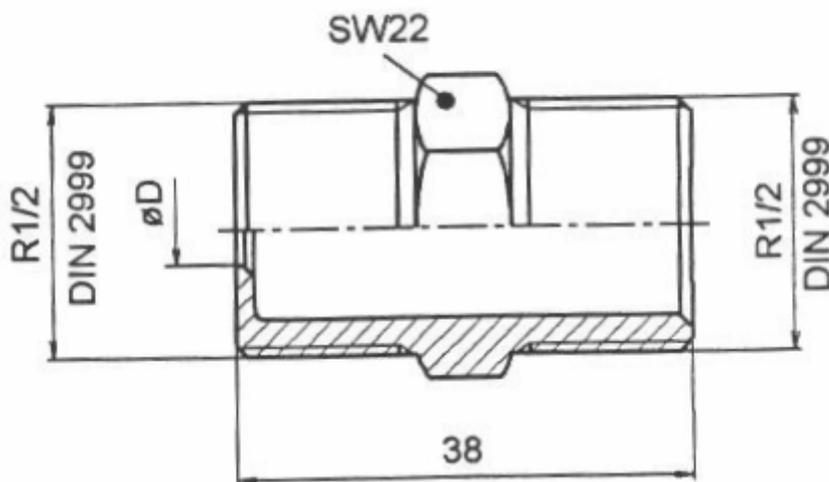


Fig. 3.4.1 Boquilla tipo DD ¾.

## 2) Boquilla tipo RD 3/4"

Esta es la boquilla tradicional de inundación de CO<sub>2</sub>, ya que su radio de acción es de 360°.

### Características técnicas:

- Tipo: RD 3/4.
- Tipo de conexión: DIN 2999.
- Presión de trabajo: Desde 10 bar hasta 60 bar.
- rango de temperatura: entre -20° C y 50° C.
- Material: Bronce.

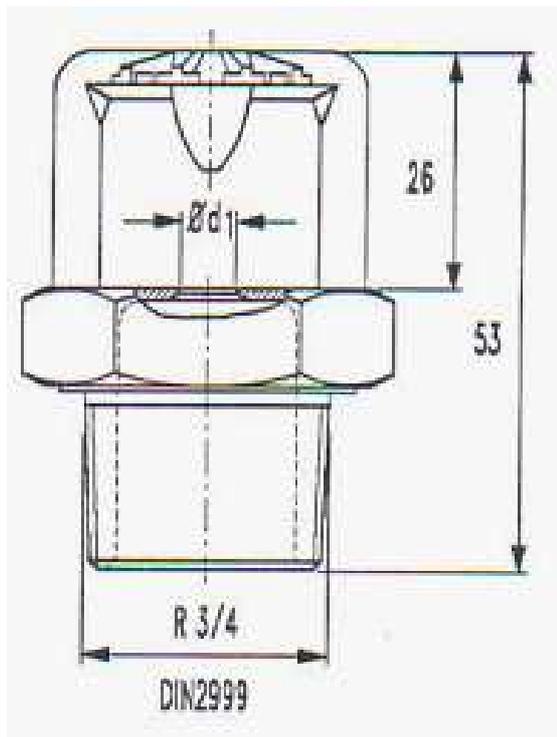


Fig. 3.4.2 Boquilla tipo RD 3/4.

### 3.1.9 Señalética.

La señalética es el mecanismo por el cual nosotros identificamos los componentes del sistema. En el se dan las principales indicaciones de seguridad y funcionalidad. Por lo tanto deben ubicarse en un lugar siempre visible, por lo general bajo un alumbrado de emergencia y a una altura prudente para que el personal no tenga que hacer el más mínimo esfuerzo para leer las indicaciones.

#### 1) Etiquetas. (Label)

##### Características técnicas:

- Material: PVC con papel doble faz de 2 mm.
- Color de fondo: Blanco.
- Escritura: RAL3000 color rojo.
- Tipo de letra: Helvética.
- Tamaño de la letra: 7 mm.
- Rango de temperaturas: entre -20° C y 80° C.

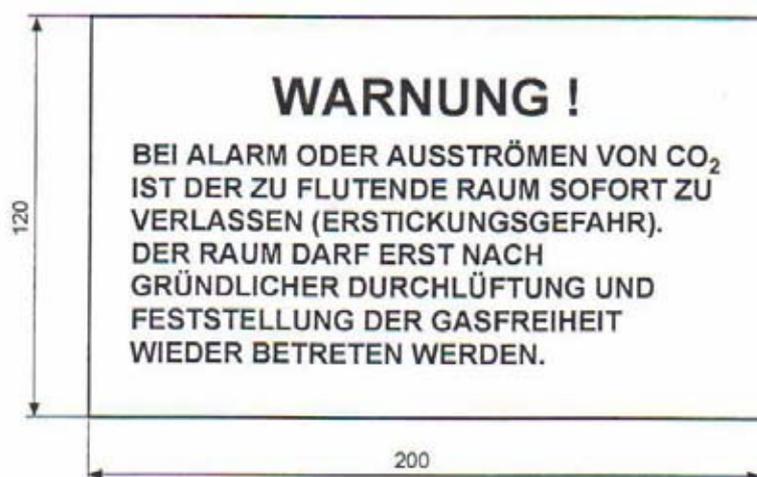


Fig. 3.1.9 -1) Señalética de prevención, ubicada en la sala de CO<sub>2</sub> que dice: “Si suena la alarma de CO<sub>2</sub> o el CO<sub>2</sub> esta inundando el espacio protegido, todo el personal debe abandonar el sitio inmediatamente. (Peligro de sofocación). La entrada a este sitio se permite solamente después con la ventilación”.

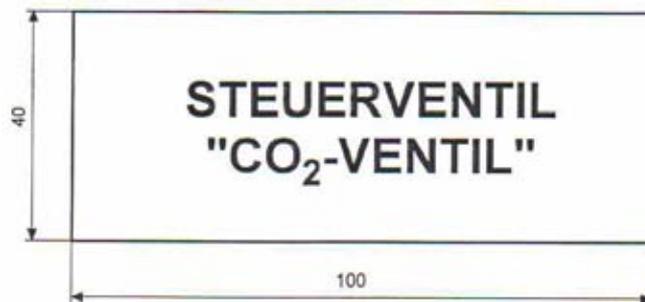


Fig. 3.1.9 -2) Señalética que indica componentes del sistema:  
“válvula de pilotaje, válvulas de CO<sub>2</sub>”.

## 2) Planos y esquemas de operación.

El reglamento SOLAS, la sociedad clasificadora y el TCMS tienen reglas muy específicas sobre el control del fuego en embarcaciones. Poniendo especial cuidado en los espacios de máquinas. Por consiguiente son reglamentarios también un plano de control de incendios y un esquema de operación del sistema fijo de extinción de incendio.

## 3) Fire control plan (plano de seguridad de incendios).

Es necesario tener un plano donde se indique la posición de todos los equipos para combatir un incendio a bordo de la embarcación. En él se indicarán todas las estaciones fijas de la red húmeda, extintores portátiles, equipos para combatir incendios. Además se indicarán los espacios donde se almacena el dióxido de carbono como agente extintor, y los espacios protegidos por él. Se colocarán los planos en, según lo estipula SOLAS, en los siguientes lugares estratégicos:

- 1 Puente de gobierno. En un marco bajo una luz de emergencia, y en un lugar visible.
- 2 En el exterior de la cubierta principal. Cada uno en un tubo rojo, protegido de las inclemencias del tiempo, para ser usado en caso de no poder acceder a acomodaciones.

Los planos serán impresiones a color, para así poder identificar perfectamente los implementos y espacios donde estos se encuentran, al interior del barco.

#### **4) Esquema de operación del sistema.**

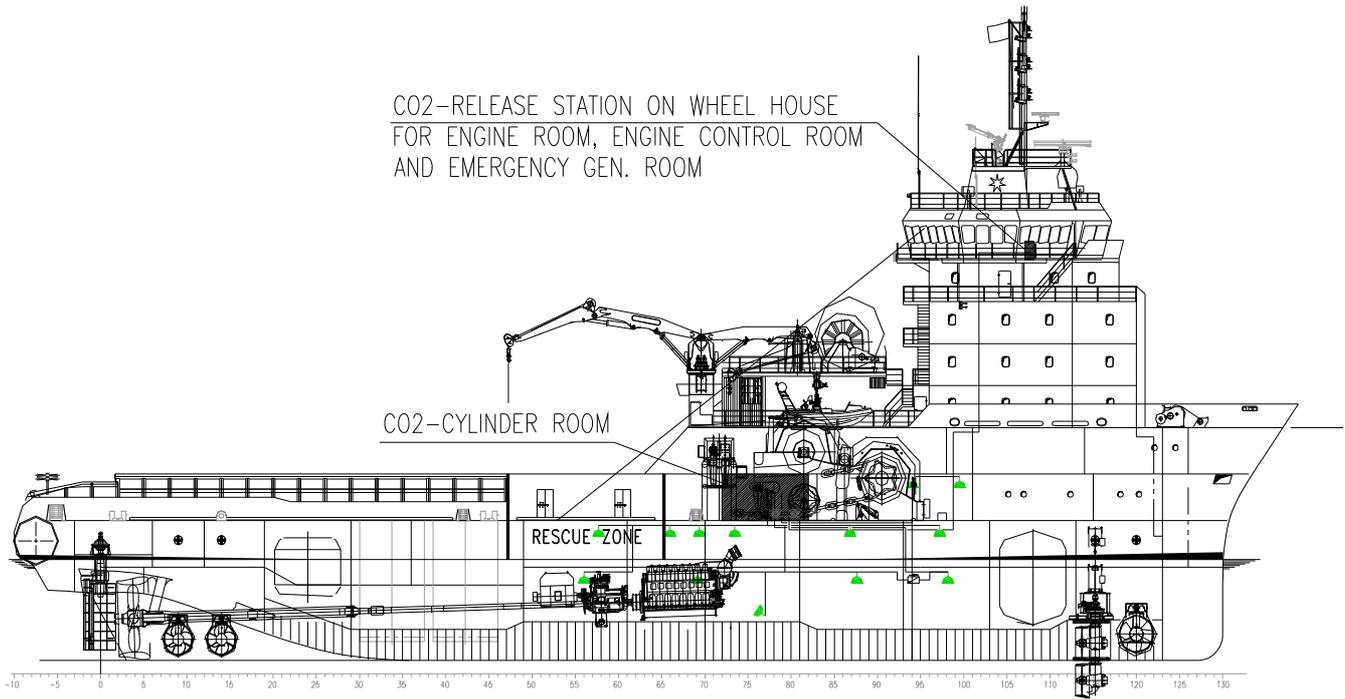
El cuadro de operación del sistema es un extracto del plano de arreglo general del sistema, donde se indicara de manera sencilla la forma de operación a distancia y de emergencia del sistema de extinción de incendio por medio de CO<sub>2</sub>.

Este se ubicará en dos lugares estratégicos:

- 1 Detrás de la tapa de la release station ubicada en el puente de gobierno.
- 1 Dentro de la sala de cilindros de CO<sub>2</sub> donde se activaran manualmente las válvulas de pilotaje.



Fig. 3.1.9 -4) Cuadro indicativo de operación ubicado detrás de la tapa de la release station, en puente de gobierno.



IN CASE OF FIRE IN: - ENGINE ROOM  
- ENGINE CONTROL ROOM  
- EMERG. GEN. ROOM

1. OPEN CO2 -RELEASE STATION.  
BY OPENING CORRESPONDING SAFETY FLAP CO2-ALARM SOUNDS AND VENTILATION STOPS AUTOMATICALLY.
2. BE SURE THAT ALL PEOPLE HAVE LEFT THE ROOM, ALL OPENINGS ARE CLOSED, FUEL OIL SUPPLY AND VENTILATION HAS STOPPED.
3. OPEN CO2 -PILOT CYLINDER.
4. OPEN PILOT VALVE FOR "CO2 -VALVE."
5. OPEN PILOT VALVE FOR "CO2 -CYLINDERS":  
41 pcs. CO2 -CYLINDERS FOR ENGINE ROOM  
2 pcs. CO2 -CYLINDERS FOR EMERGENCY GENERATOR ROOM  
6 pcs. CO2 -CYLINDERS FOR ENGINE CONTROL ROOM

EMERGENCY OPERATING IN CO2-CYLINDER ROOM

IN CASE OF FIRE IN: - ENGINE ROOM  
- ENGINE CONTROL ROOM  
- EMERG. GEN. ROOM

1. OPEN CORRESPONDING CO2-VALVE MANUALLY AND CO2-ALARM SOUNDS AND VENTILATION STOPS AUTOMATICALLY.
2. BE SURE THAT ALL PEOPLE HAVE LEFT THE ROOM, ALL OPENINGS ARE CLOSED, FUEL OIL SUPPLY AND VENTILATION HAS STOPPED.
3. OPEN PILOT CYLINDER.
4. OPEN PILOT VALVE FOR CO<sub>2</sub>-CYLINDERS.

41 pcs. CO2 -CYLINDERS FOR ENGINE ROOM  
2 pcs. CO2 -CYLINDERS FOR EMERGENCY GENERATOR ROOM  
6 pcs. CO2 -CYLINDERS FOR ENGINE CONTROL ROOM

CAUTION !

IF CO2-ALARM SOUNDS OR CO2 IS STREAMING INTO THE ROOM TO BE FLOODED, ALL PEOPLE HAVE TO LEAVE THIS ROOM IMMEDIATELY.

DANGER OF SUFFOCATION!

ENTRY TO THIS ROOM IS ONLY ALLOWED AFTER THOROUGH VENTILATION.

### **3.2 Funcionamiento del sistema.**

Una vez que ya estudiamos los espacios a proteger, las cantidades de agente extintor y los componentes del sistema fijo de extinción de incendio a base de dióxido de carbono, solo nos queda ponerlo en servicio para combatir el fuego en un espacio protegido.

Debemos recordar que el buque cuenta con diversos sistemas para el combate de incendios. Una red húmeda que recorre todo el barco, un sistema de agua nebulizada a presión. Y como ultimo recurso se disparara el banco de CO<sub>2</sub> para sofocar el fuego en el espacio de máquinas protegido.

Para activar el sistema debemos tener en cuenta que, una vez que se activa la alarma de disparo de CO<sub>2</sub>, hay 20 segundos para que todo el personal que se encuentre en el espacio que se va a inundar con CO<sub>2</sub>, deba desalojarlo. Debido a que el dióxido de carbono puede producir la muerte por asfixia al desplazar al comburente (oxígeno). Como medida de precaución se encuentran al interior de los espacios protegido equipos de respiración autónoma, para evitar posibles asfixias por el humo, producto del fuego.

El sistema también cuenta con un accionamiento manual, en caso que falle el disparo del banco desde la estación ubicada en el puente de gobierno. Este se realizara desde la sala de cilindros de CO<sub>2</sub>.

#### **3.2.1 Funcionamiento normal del sistema.**

Vamos a detallar cada paso que se debe realizar para activar el sistema. Además se indicaran los pasos a seguir para las pruebas de muelle del barco (pruebas del sistema fijo de extinción de incendio), las mantenciones periódicas de los equipos e implementos.

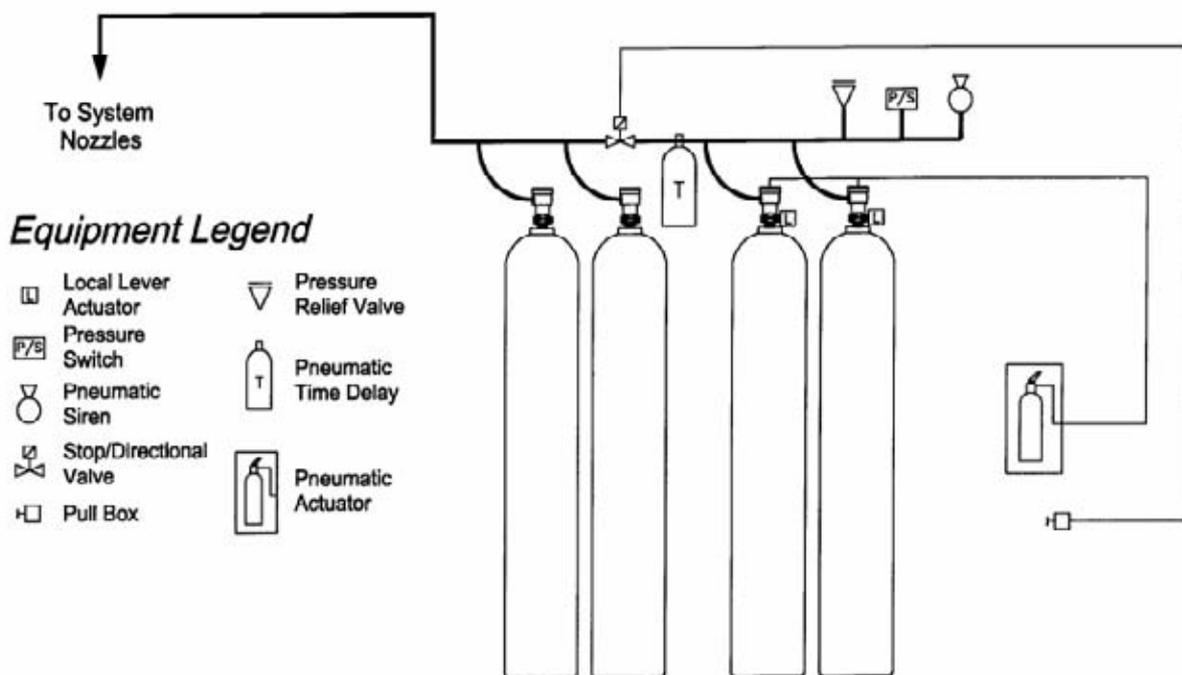


Fig 3.3.1 Esquema simplificado de un sistema fijo de extinción de incendio por gas.

### 1) Release station. (estación de disparo)

El en puente de gobierno se encuentra la estación de disparo (release station). La estación se encuentra con llave, una vez que se abre la tapa de la estación, el limit switch mandara una señal a un panel de control que activara las alarmas para que todo el personal se prepare para un inminente disparo del gas en los espacios protegidos. Además se cerrarán las lampas de los ductos de ventilación (fire damper), como también se detendrán los ventiladores correspondientes a los espacios protegidos.

La estación de disparo se encuentra en un lugar accesible con buena visibilidad y correctamente demarcado, se incluirán señalética fotolumincente, en la tapa, para su fácil identificación en caso de alguna emergencia.

Desde aquí se controla todo el sistema de dióxido de carbono para combatir incendios en espacios de máquinas. Este es el primer paso del funcionamiento del sistema. **El disparo del pilotaje.**



Fig. 3.2.1 -2) Release station.

A continuación, se abren las válvulas de las botellas de pilotaje. Para poder activar el pilotaje. Se abren manualmente las válvulas que dan paso al CO<sub>2</sub> de las botellas de pilotaje, el cual se dirige por dos cañerías (seis cañerías en total, tres pares de cañerías a cada espacio protegido) hacia la sala de cilindros de CO<sub>2</sub> y estas dos cañerías de pilotaje, una acciona el cilindro neumático que abre la válvula selectora que deja pasar el agente extintor hacia el espacio protegido.

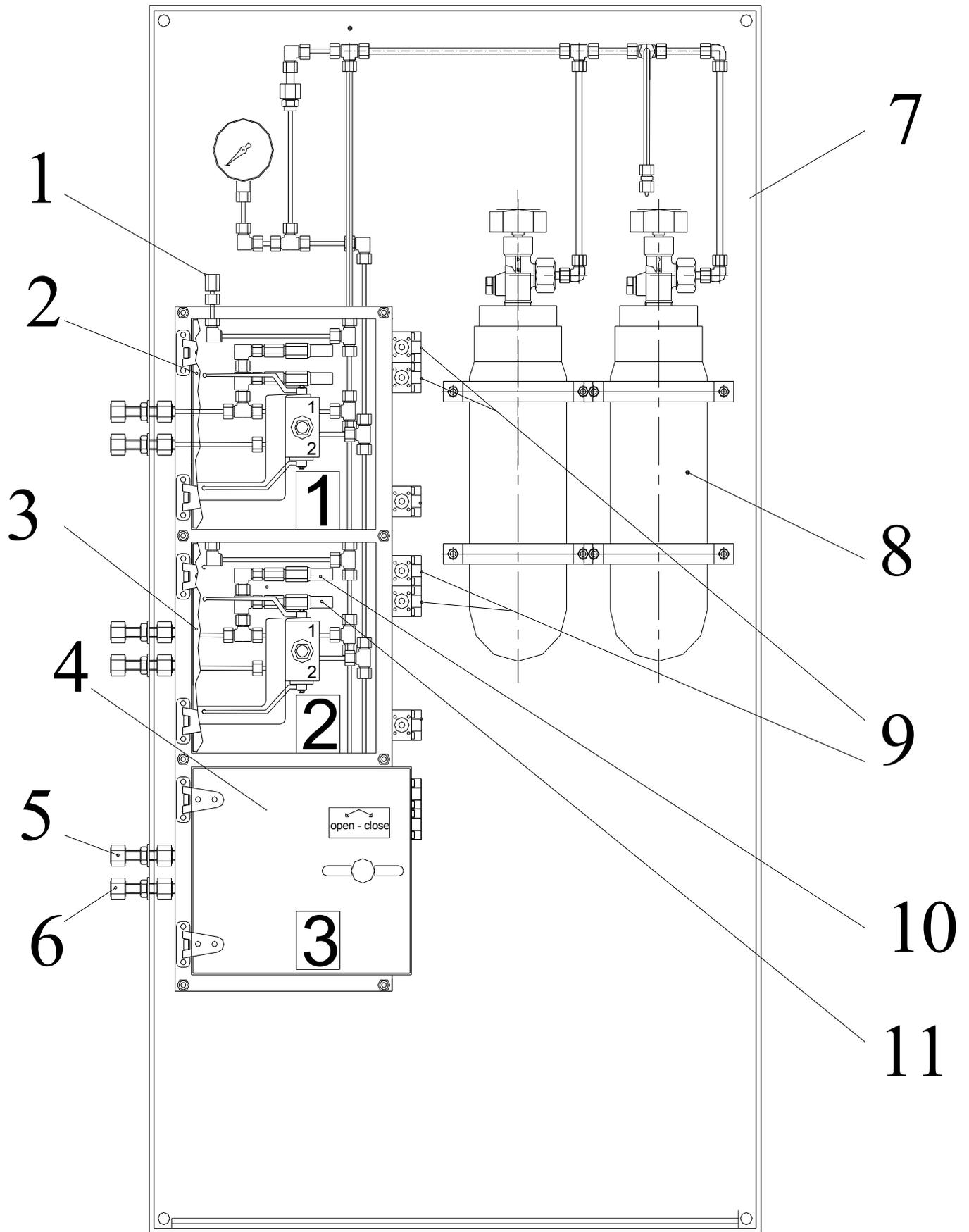


Fig. 3.2.1 -2) Interior de la release station.

Release Station.

Referido a Fig. 3.2.1 -2) pagina anterior.

- 1 Pilot vent pipe.
- 2 Safety flap for engine room.
- 3 Safety flap for engine control room.
- 4 Safety flap for emergency generator room.
- 5 From pilot valve for CO<sub>2</sub>-Valve.
- 6 From pilot valve for CO<sub>2</sub>-Cylinder.
- 7 Box AE1260.
- 8 CO<sub>2</sub> pilot cylinder, 1,3 kg.
- 9 Limit switch for CO<sub>2</sub>-alarm and fan stop.
- 10 Pressure switch for CO<sub>2</sub>-alarm.
- 11 Pressure switch for fan stop.

**2) Accionamiento en sala de cilindros de CO<sub>2</sub>.**

Ahora que ya el pilotaje genero la presión suficiente para abrir las válvulas de los cilindros, estos liberan el dióxido de carbono almacenado en las botellas y este se acumula en el manifold. Pero el pilotaje al mismo tiempo abre las válvulas de posición que son las que dan el paso al agente extintor al espacio protegido seleccionado y así no repartir el gas en todos los espacios protegidos. Con esto podemos decir que se inundo el espacio protegido indicado, y la cantidad indicada.

**3) Acción en espacios protegidos.**

Una vez que se inundo todo un espacio, debemos dejar que el agente extintor actúe el tiempo necesario para sofocar el incendio. Debemos tomar todas las medidas necesarias para que no salga gas al espacio protegido ni tampoco entre aire que pudiera alimentar el nuevamente el fuego.

Cuando el incendio ha sido completamente controlado, debemos tomar todas las medidas necesarias para evitar daños posteriores al personal abordo.

Deberá ventilarse el espacio protegido por completo, hasta que se revise con un indicador de oxígeno si las condiciones para entrar al espacio son las aceptables. Para ello se encenderán los extractores de aire por un tiempo determinado por el personal, y luego se dará paso a una renovación de aire por medio de los ventiladores. Se debe tomar en cuenta que la ventilación de la sala se debe hacer por medio de tiraje forzado. No es suficiente la ventilación natural debido a que el dióxido de carbono al ser más pesado que el aire se acumula en las partes bajas de los espacios protegidos.

### **3.2.2 Funcionamiento de emergencia del sistema.**

Cuando falle el pilotaje a distancia, se podrán activar las válvulas de los cilindros por medio de una conexión de bronce con hilo ½” para generar el torque necesario para abrirla (20-22 Nm). Y los cilindros neumáticos de las válvulas de posición son completamente livianos para poder accionarlos manualmente. Como los limit switch ubicados en la release station no accionaran alarmas ni detendrán los ventiladores. Podrán activarse desde la sala de cilindros de CO<sub>2</sub>.

Primero se abrirá las válvulas de dirección del gas para que los limit switch envíen una señal eléctrica al panel de control y este, a su vez, active las alarmas y detengan los ventiladores de la sala de máquinas.

Luego se abrirá el cilindro de pilotaje ubicado en la sala de cilindros de CO<sub>2</sub>. Para poder darle presión al sistema.

Luego se abrirá la válvula de pilotaje como lo indica la figura. Son tres válvulas marcadas correspondientemente. Una para cada espacio protegido.

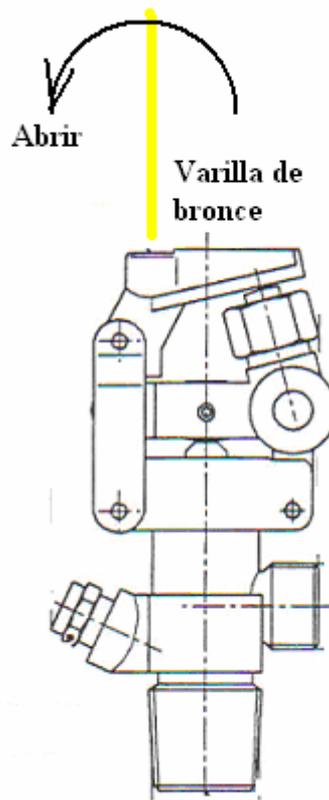


Fig. 3.2.2 Accionamiento de emergencia mediante la varilla de bronce.

### 3.2.3 Funcionamiento del sistema del pañol de pinturas y diluyentes.

El pañol de pinturas también se encuentra protegido y ya calculamos que solo necesitamos una botella de 45 kg para la sala.

La alarma se activa cuando se abre la puerta del nicho que almacena la única botella de CO<sub>2</sub> para esta sala.

Y luego se dispara manualmente abriendo la válvula de disparo ubicada dentro del nicho.

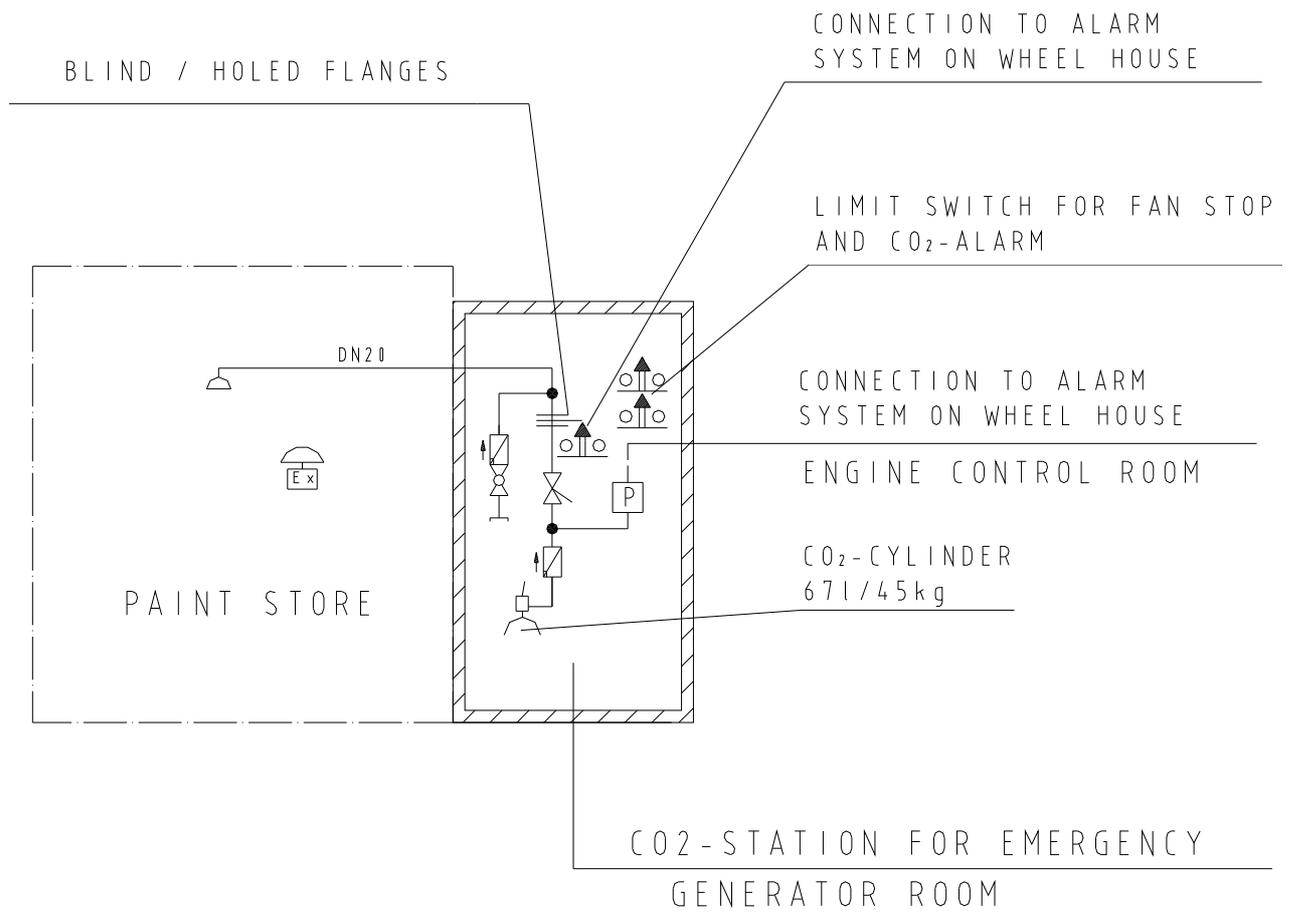


Fig.3.2.3 Esquema del funcionamiento del sistema de CO<sub>2</sub> para el pañol de pinturas y diluyentes.

### **3.2.4 Nicho de la botella de CO<sub>2</sub> para el pañol de pinturas y diluyentes.**

- 1 Válvula anti-retorno.
- 2 Conexión a alarmas en puente de gobierno y sala de control de maquinas.
- 3 Válvula de CO<sub>2</sub> para el pañol de pintura.
- 4 Línea hacia el pañol de pintura.
- 5 Válvulas blindadas.
- 6 Válvula anti retorno.
- 7 Conexión al compresor de aire.
- 8 Base de madera.
- 9 Limit switch para alarma de CO<sub>2</sub> y para de los ventiladores.
- 10 Cilindro de 45 kg. De CO<sub>2</sub>.
- 11 Conexión flexible de alta presión.

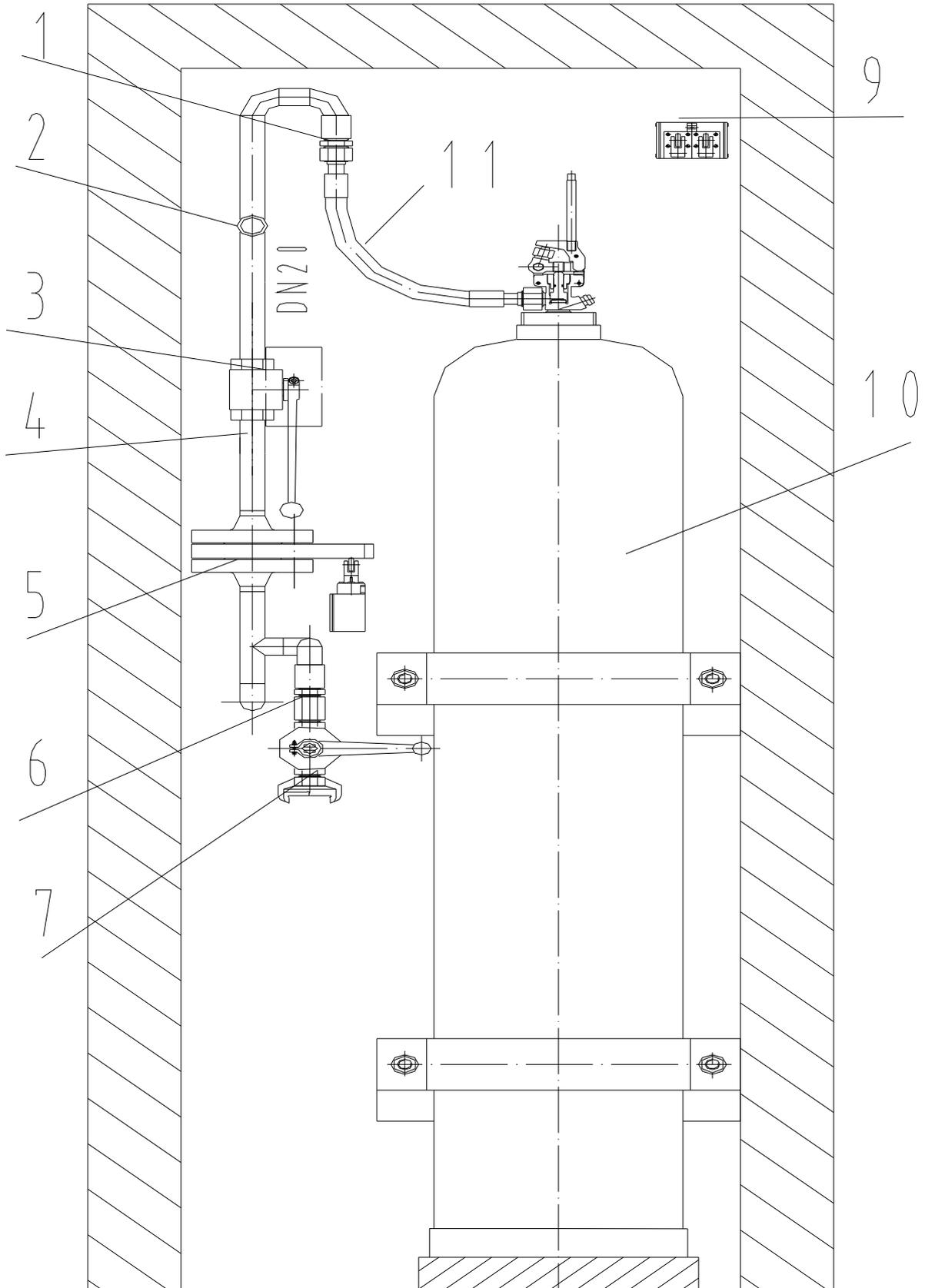


Fig. 3.2.4 Nicho de la botella de CO<sub>2</sub> para el pañol de pinturas y diluyentes.

### 3.3 Inspección y mantenimiento del sistema.

Todo buque debe cumplir obligatoriamente con inspecciones periódicas de todos sus componentes. Debidamente indicadas por la administración de la bandera del buque, tanto como de la sociedad clasificadora.

No está exento de ello el sistema fijo de extinción de incendio, debido a que la mayor parte de la inspección se basa en las medidas de seguridad del barco.

Se dispone de una lista de chequeo por parte de la administración de la bandera, de la sociedad clasificadora y de la empresa proveedora de servicios. En la cual se indican puntos relevantes que debe cumplir el sistema. Además la misma lista de disposiciones se utiliza en las pruebas de muelle de la embarcación antes de su entrega por parte del astillero al armador. Todo buque esta obligado a una inspección completa anualmente, pero la administración tiene el criterio para acortar esos tiempos entre inspecciones.

La mantención del sistema consiste básicamente en la reposición de los elementos que no se encuentren en un correcto estado para dar funcionamiento al sistema en caso de emergencia.

#### 3.3.1 Puntos a inspeccionar.

La administración tiene una lista con 40 puntos para la inspección del sistema.

Resumiremos la inspección en algunos puntos importantes.

- 1 **El sistema de alarmas.** Deben activarse las alarmas, ya sea cuando se activa el sistema desde el puente de gobierno como desde la sala de control.
- 2 **Ventilación.** Se deben detener los ventiladores cuando abren los limit switch, y deben volver a funcionar cuando se cierran los limit switch.
- 3 **Válvulas.** Se debe verificar su correcto funcionamiento, retenciones, pilotajes, de posición.

- 4 **Pruebas de presión a tuberías.** Para evitar filtrar gas a espacios no protegidos y así evitar accidentes (sofocación) y/o pérdidas de rendimiento del sistema.
- 5 **Cantidad de agente al interior de los cilindros.**
- 6 **Certificados de los equipos y herramientas.** (vigencia 1 año).
- 7 **Estructura, soportes, nichos, bases, soportes de las tuberías.**
- 8 **Señalética, accesorios de control.** Termómetro, esquema de operación, indicación de las válvulas, etc.
- 9 **Aislación.**
- 10 **Inspección visual completa de la sala de cilindros, de los nichos y de los espacios protegidos.**

Para toda inspección se usará la lista de chequeo que se mostrara en el capítulo IV, 4.2

## CAPITULO IV      **NORMATIVA VIGENTE Y CLASIFICACIÓN DEL BARCO.**

El buque base usado para esta tesis, es un barco de ultima generación, se clasifico con la sociedad clasificadora Lloyd's Register of Shipping. Por ello todos los cálculos han sido en base a su reglamentación, además cumpliendo con la normativa internacional SOLAS. Pero el principal involucrado en las inspecciones de la embarcación es el ministerio de transporte de Canadá, representado por Transport Canada Marine Safety (TCMS). En su división de equipos marinos offshore.

### **4.1 Clasificación del barco usado para esta tesis.**

#### **Tipo de embarcación:**

**AHTS** Anchor Handling Tug Supply Vessel. (Nave de suministro, remolque y manejo de anclas de fondeo). Esta nave opera como apoyo en plataformas petrolíficas.

#### **Características:**

Particulares	Dim.	Unit
Eslora total	89.50	m
Eslora entre perpendiculares	76.20	m
Manga moldeada	19.40	m
Puntal moldeado	9.00	m
Calado de diseño	6.50	m
Francobordo de diseño	2.50	m
Máximo calado de escantillonado	7.50	m
Máximo francobordo en el calado máximo de escantillonado	1.50	m

#### **Velocidad de servicio y bollard pull:**

La velocidad de servicio deberá ser de 15 nudos a un régimen de 85% de potencia máxima, en mar calma. La Capacidad de tiro no debe ser inferior de 212 toneladas.

**Casa Clasificadora:**

El buque será construido de acuerdo con las reglas y regulaciones de la casa clasificadora Lloyd's Register of Shipping, para un servicio a nivel mundial.

**La clasificación de esta nave de acuerdo a LRS será:**

Lloyds: ✕100 A1, ✕LMC, UMS, NAV-1, SCM, DP(AA), IWS, Ice Class 1C, Fire-Fighting Ship 1 (2400m<sup>3</sup>) with water spray "Offshore Tug Supply Ship"

Donde los siguientes términos significan:

**✕100 A1:** (Sea going ship, LR's rules and regulations, Special Service). Buque de construcción nueva, de navegación en mar abierta, aceptado y mantenido en buenas y eficientes condiciones, y que presentan un equipo de manejo y levantamiento de anclas y muertos.

**✕LMC:** (LRS Machinery Class). Construcción nueva de maquinaria principal de propulsión y auxiliar fabricada y construida bajo las exigencias de LRS.

**UMS:** (Unattended Machinery Spaces). Buque automatizado que puede ser operado con la sala de máquina sin guardia.

**NAV-1:** (Navigational 1). Buque que tiene en el puente de gobierno acceso a todos los sistemas y equipos principales del buque, y es considerado que puede operar sin problemas de manera segura durante un período de tiempo bajo la supervisión de una simple guardia de vigilancia.

**SCM:** (Screwshaft Condition Monitoring). Buque que tiene sistemas auto-lubricadores propios del sistema de propulsión.

**IWS:** (In Water Survey). Buque que es aprobado por el comité clasificador, para poder ser inspeccionado en servicio (sin llevar a dique), entre las inspecciones ordinarias generalmente hechas cada 5 años en dique.

**Ice Class IC:** (Navegación en hielo IC). Buque con reforzamiento estructural para navegar en condiciones de hielo de primer año, esto quiere decir con hielo sin romper de hasta 0.4m de espesor.

**Fire Fighting Ship 1 (2400m3): with water spray:** (Buque de combate contra-incendio con dispersores de agua). Buque capacitado para combate de incendio con sistema de dispersión de agua, con una capacidad “1” que es de 2400m3.

TCMS y Loyd’s Register of shipping exigen inspecciones periódicas, para lo cual se usara una lista de que se mostrara a continuación en la cual se indican los puntos de la inspección. Todos los equipos del barco tienen sus correspondientes certificados. Los cuales se mostraran en una hoja posterior.

#### 4.2 Protocolo de chequeo del sistema, para entrega e inspección.

##### ***TEST PROGRAM FOR CO<sub>2</sub> FIRE EXTINGUISHING SYSTEM***

<b>1. CO<sub>2</sub> Cylinder room</b>	Yes	Remarks:
1.1 Room located:		
1.1.1 On open deck fore ship.	<input type="checkbox"/>	
1.2 Structure of space:		
1.2.1 Separation of the CO <sub>2</sub> room and adjacent machinery- and accommodation areas is safeguarded.	<input type="checkbox"/>	

1.2.2 Insulation against heat effects  
is provided.

1.3 Ventilation of room:

1.3.1 The CO<sub>2</sub> room is provided with an  
independent ventilation system.

1.3.2 Ventilation supply is effected  
naturally.

1.3.3 Ventilation exhaust is effected  
mechanically.

1.4 Equipment installed in room:

1.4.5 The cylinder valves will be provided with  
overpressure protection devices (190 bar).

1.4.6 The individual cylinders connections  
will be provided with non-return-valves.

**2. The following equipment will be provided:**

2.1 Compressed air test connection  
with non-return shut-off valve  
(CO<sub>2</sub> room).

2.2 Compressed air test connection  
with non-return shut-off valve  
(In each distribution lines).

- 2.3 Spare parts box (packing, hoses, etc.).
- 2.4 Thermometer.
- 2.5 Operating instructions, warning notices.
- 2.6 Emergency light.

**3. Release station in the Wheel House:**

- 3.1 The release stations are conveniently arranged and lockable in compliance with the LR/TCMS rules.
- 3.2 Opening of the release station and corresponding safety flap initiates an audible alarm in the protected space.
- 3.3 Opening of the release station and corresponding safety flap initiates fan stop in the protected space.
- 3.4 Opening of the release station and pilot cylinder and corresponding pilot valves initiates an audible alarm in the protected space (CO<sub>2</sub> alarm) .

3.5 Opening of the release station and pilot cylinder and corresponding pilot valves initiates fan stop in the protected space .

3.6 Closing of the release station is possible only by closed pilot valves.

**3. Emergency release station in the CO<sub>2</sub>-room:**

3.1 Manually opening of corresponding section valves initiates an audible alarm in the protected space (CO<sub>2</sub> alarm).

3.2 Manually opening of corresponding section-valves initiates fan stop in the protected space.

3.3 Opening of the pilot cylinder and corresponding pilot valves initiates an audible alarm in the protected space (CO<sub>2</sub> alarm)

3.4 Opening of the pilot cylinder and corresponding pilot valves initiates fan stop in the protected space

**4. Section valves**

4.1 Pressure controlled section valves are provided with a limit switch which operates the CO<sub>2</sub> alarm/fan stop

4.2 The position „closed“ / „open“ is clearly identifiable at all valves.

4.3 Labelling of all valves is effected clearly and durably.

**5. Warning systems:**

5.1 Release of the CO<sub>2</sub> alarm is effected independent of the CO<sub>2</sub> flooding system electrically.

5.2 The Pressure switch on the manifold is connected to Alarm system.

5.2.1 Function test pressure switch.

5.2 Limit Switches blind/holed flanges are connected to Alarm system in Wheel House.

5.3. Function test Limit Switches



Para que el barco apruebe satisfactoriamente una inspección, solo el sistema de CO<sub>2</sub> que estamos estudiando, debe tener este protocolo firmado conforme con la inspección realizada, de lo contrario deberá recurrir a un servicio técnico autorizado para su reparación, por que todos los implementos del sistema de CO<sub>2</sub> son clasificados por algún miembro de la IACS. Por lo tanto todo componente que se deba modifica o cambiar debe ser aprobado por TCMS y Lloyd's Register of Shipping.

### **4.3 Certificados.**

Los certificados son una acreditación emitida por una entidad o particular debidamente autorizado, garantizando la calidad o un correcto funcionamiento de un producto y/o sistema. Para el sistema fijo de extinción de incendios, en particular, son emitidos por sociedades clasificatorias, u organismos reconocidos por estas.

#### **Características de un certificado:**

- Nombre de la entidad que otorga el certificado.
- Nombre de la entidad que recibe el certificado.
- Numero de certificado.
- Producto certificado.
- Características del producto certificado.
- Fecha de certificación.
- Fecha de vencimiento de la certificación.
- Lugar donde se hicieron las pruebas del producto.
- Observaciones.
- Firma y timbre de un inspector autorizado.

Un certificado hace responsable a la empresa que emite dicho certificado, en caso de cualquier tipo de problema que pudiera ocurrir en un futuro, dentro de los plazos establecidos, con el o los productos acreditados.

Por lo tanto estos cobran una real validez solo cuando son emitidos por empresas reconocidas y de un prestigio que las avale.



**EL FARO**

Nº

**CERTIFICATE**



ISO 9002  
Certificate Number 66438

Fire extinguishing installations .....

Extinguishers portable .....

Smoke detector .....

Other .....

---

Vessel .....

Owner or Agency .....

Place and date .....

Receipt note N° .....

FOAM .....

DRY POWDER .....

CO<sub>2</sub> .....

HALON .....

This is to certify that the Undersigned Certified Surveyor has inspected and overhauled the above mentioned System and he declares that the equipment is in proper condition.



**MAURICIO AEDO ECHEVERRÍA**  
INSPECTOR  
C.M.I. EL FARO S.A.  
TALCAHUANO

**CERTIFIED SURVEYOR'S**  
Signature and Seal  
**MARITIMA INDUSTRIAL**

**EL CERTIFICADO ES VALIDO POR UN AÑO**

HEAD OFFICE: 1942 YUNGAY STREET - PHONES: (056)(32) 218 299 - 230 674 - FAX: (056)(32) 234 346 - VALPARAISO - CHILE  
 BRANCH OFFICE: 106 BILBAO STREET - PHONE (56)(41) 543 133 - FAX (56)(41) 542 855 - TALCAHUANO  
 www.elfaromaritimeservices.cl - E-mail: fitre@entelchile.net











Fig. 4.3 Certificado del sistema de CO<sub>2</sub>.

#### **4.4 Inspectores.**

El inspector o surveyor es una persona competente, con conocimiento y habilidad suficiente para llevar a cabo la inspección de la cosa asegurada y elaborar el informe correspondiente. Cuando la cosa es un buque; se puede distinguir entre varios tipos de Inspectores; el del armador, el de la Sociedad Clasificadora, el de la Autoridad Marina competente sobre la materia, el de la Compañía de Seguros, etc.

Las sociedades clasificadoras tienen sedes en casi todos los países del mundo, y en cada sede uno o más inspectores. Los cuales son los encargados de hacer las inspecciones periódicas a los barcos y entregar los certificados correspondientes.



Fig. 4.4 Logo de la IACS.

## **CAPITULO V SISTEMAS ALTERNATIVOS Y COMPLEMENTARIOS.**

Si bien el SOLAS pone mucho énfasis a los sistemas de prevención y combate de incendios, el sistema fijo a base de dióxido de carbono no es el único sistema de combate de incendios a bordo de la embarcación.

Todos se encuentran debidamente indicados, marcando sus posiciones el Fire Control Plan, y correctamente etiquetados con señalética fotolumincente para poder ubicarlos en cualquier circunstancia.

SOLAS Capítulo II-2 Parte C.

### **Regla 10**

#### **Lucha contra incendios**

##### **1 Finalidad**

La finalidad de la presente regla es controlar y extinguir rápidamente un incendio en el espacio en que se haya originado. Con ese 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; y .2 los dispositivos de extinción de incendios estarán rápidamente disponibles.

2 Sistemas de suministro de agua

Los buques estarán provistos de bombas, colectores, bocas y mangueras contra incendios que cumplan las prescripciones aplicables de la presente regla.

##### **5.1 Red húmeda.**

La red húmeda es el principal sistema de control de incendio, el cual recorre todo el barco de proa a popa y desde la cubierta Tank Top hasta el puente de gobierno. Donde se encuentran conexiones universales en sus cajas de incendio, también provistas de mangueras y pitones. Todo según el reglamento SOLAS (Cantidades reglamentarias).

**Capítulo II-2 Parte C - Regla 10** *Lucha contra incendios.*

Se resumirá el punto 2 del SOLAS capítulo II-2 parte C Regla 10.

## **2.1 Colectores y bocas contra incendios**

### **2.1.1 Generalidades**

No se emplearán para los colectores y bocas contra incendios materiales que el calor inutilice fácilmente, a menos que estén convenientemente protegidos. Las tuberías y bocas contra incendios estarán situadas de modo que se les puedan acoplar fácilmente las mangueras. La disposición de las tuberías y bocas contra incendios será tal que se evite la posibilidad de su congelación. Todas las tuberías principales dispondrán de medios adecuados de drenaje. Se instalarán válvulas de aislamiento en todos los ramales del colector contra incendios de la cubierta expuesta que se utilicen para un propósito distinto de la lucha contra incendios. En los buques autorizados para transportar carga en cubierta, las bocas contra incendios estarán emplazadas de tal manera que se hallen siempre fácilmente accesibles, y las tuberías irán instaladas, en la medida de lo posible, de modo que no haya peligro de que la carga las pueda dañar.

### **2.1.2 Rápida disponibilidad del suministro de agua**

### **2.1.3 Diámetro del colector contra incendios**

Bastará con que el diámetro sea suficiente para un caudal de agua de 140 m<sup>3</sup>/h.

### **2.1.4 Válvulas de aislamiento y válvulas de desahogo**

**2.1.4.1** Las tuberías tendrán un espesor considerable, que en ningún caso será inferior a 11 mm y estarán todas soldadas con excepción de la conexión de bridas a la válvula de toma de mar.

**2.1.4.2** Se instalará una válvula para cada boca contra incendios de modo que cuando estén funcionando las bombas contra incendios se pueda desconectar cualquiera de las mangueras contra incendios.

**2.1.4.3** Se instalarán válvulas de desahogo para todas las bombas contra incendios si estas pueden generar una presión que exceda de la prevista para las tuberías.

### **2.1.5 Número y distribución de las bocas contra incendios.**

**2.1.5.1** El número y la distribución de las bocas contra incendios serán tales que por lo menos dos chorros de agua que no procedan de la misma boca contra incendios.

### **2.1.6 Presión de las bocas contra incendios.**

Cuando las dos bombas descarguen simultáneamente por las lanzas de manguera especificadas en el párrafo 2.3.3, y el caudal de agua especificado en el párrafo 2.1.3 descargue a través de cualquiera de las bocas contra incendios adyacentes, se mantendrán las siguientes presiones en todas las bocas contra incendios:

#### 1 buques de pasaje:

De arqueado bruto igual o superior a 4000      0,40 N/mm<sup>2</sup>.

De arqueado bruto inferior a 4000              0,30 N/mm<sup>2</sup>.

#### 2 buques de carga:

De arqueado bruto igual o superior a 6000      0,27 N/mm<sup>2</sup>.

De arqueado bruto inferior a 6000              0,25 N/mm<sup>2</sup>.

3 En ninguna de las bocas contra incendios la presión máxima excederá de aquella a la cual se pueda demostrar que la manguera contra incendios puede controlarse eficazmente.

### **2.1.7 Conexión internacional a tierra.**

## **2.2 Bombas contra incendios.**

**2.2.1 Bombas aceptadas como bombas contra incendios.** Las bombas sanitarias, las de lastre, las de sentina y las de servicios generales podrán aceptarse como bombas contra incendios siempre que no se utilicen normalmente para bombear hidrocarburos y que, si se destinan de vez en cuando a trasvasar o elevar combustible líquido, estén provistas de los dispositivos de cambio apropiados.

### **2.2.2 Número de bombas contra incendios.**

Los buques irán provistos de la siguiente cantidad de bombas contra incendios de accionamiento independiente:

#### .1 buques de pasaje:

De arqueo bruto igual o superior a 4 000 al menos tres.

De arqueo bruto inferior a 4 000 al menos dos.

#### .2 buques de carga:

De arqueo bruto igual o superior a 1 000 al menos dos.

De arqueo bruto inferior a 1 000 al menos dos bombas motorizadas, una de las cuales será de accionamiento independiente.

### **2.2.3 Disposición de las bombas y el colector contra incendios.**

#### **2.2.3.1 Bombas contra incendios.**

#### **2.2.3.2 Prescripciones relativas al espacio en que se encuentre la bomba contra incendios de emergencia.**

##### **2.2.3.2.1 Ubicación del espacio.**

##### **2.2.3.2.2 Acceso a la bomba contra incendios de emergencia.**

##### **2.2.3.2.3 Ventilación del espacio de la bomba contra incendios de emergencia.**

#### **2.2.3.3 Bombas adicionales para los buques de carga.**

### **2.2.4 Capacidad de las bombas contra incendios.**

#### **2.2.4.1 Capacidad total de las bombas contra incendios prescritas.**

.1 en los buques de pasaje, el caudal de agua no será inferior a dos tercios del caudal que deban evacuar las bombas de sentina cuando se las utilice en operaciones de achique.

#### **2.2.4.2 Capacidad de cada bomba contra incendios.**

### **2.3 Mangueras contra incendios y lanzas**

#### **2.3.1 Especificaciones generales**

**2.3.1.1** Las mangueras contra incendios serán de materiales no percederos aprobados por la Administración, y tendrán longitud suficiente para que su chorro de agua alcance cualquiera de los espacios en que puedan tener que utilizarse. Las mangueras contra incendios tendrán una longitud no inferior a 10 m, ni superior a:

- .1 15 m en los espacios de máquinas;
- .2 20 m en otros espacios y en las cubiertas expuestas; y
- .3 25 m en las cubiertas expuestas de los buques cuya manga sea superior a 30 m.

### **2.3.2 Número y diámetro de las mangueras contra incendios.**

**2.3.2.1** Los buques llevarán mangueras contra incendios que sean satisfactorias a juicio de la Administración en cuanto a su número y diámetro.

### **2.3.3 Tamaño y tipo de las lanzas.**

**2.3.3.1** A los efectos del presente capítulo, los diámetros normales para las lanzas serán 12 mm, 16 mm y 19 mm, o medidas tan próximas a estas como resulte posible. Podrán utilizarse diámetros mayores si la Administración lo autoriza.

## **5.2 Extintores.**

Otro sistema son los extintores portátiles de polvo químico seco y CO<sub>2</sub>. Con sus respectivas recargas. Los cuales están repartidos por todo el barco al igual que la red húmeda. Ya que no solo son sistemas para el combate de incendio en espacios de maquinas sino en todos los espacios del barco, tanto cerrados como expuestos.

## **Capítulo II-2 Parte C - Regla 10 *Lucha contra incendios.***

### **3 Extintores portátiles**

#### **3.1 Tipo y proyecto**

Los extintores portátiles cumplirán lo prescrito en el Código de Sistemas de Seguridad contra Incendios.

### **3.2 Distribución de los extintores**

**3.2.1** Los espacios de alojamiento y de servicio y los puestos de control estarán provistos de extintores portátiles de un tipo apropiado y en número suficiente a juicio de la administración. En los buques de arqueo bruto igual o superior a 1000, el número de extintores portátiles no será inferior a cinco.

**3.2.2** Uno de los extintores portátiles destinados a un espacio determinado estará situado cerca de la entrada a dicho espacio.

**3.2.3** No habrá extintores de incendios a base de anhídrido carbónico en los espacios de alojamiento. En los puestos de control y demás espacios que contengan equipo eléctrico o electrónico o dispositivos necesarios para la seguridad del buque, se proveerán extintores cuyo agente extintor no sea conductor de la electricidad ni pueda dañar el equipo y los dispositivos.

**3.2.4** Los extintores de incendios estarán colocados, listos para su utilización, en lugares visibles que puedan alcanzarse rápida y fácilmente en todo momento en caso de incendio, y de modo que su utilidad no se vea afectada por las condiciones meteorológicas, las vibraciones u otros factores externos. Los extintores portátiles dispondrán de dispositivos que indiquen si se han utilizado.

### **3.3 Cargas de respeto**

**3.3.1** Se proveerán cargas de respeto para el 100% de los 10 primeros extintores y para el 50% del resto de los extintores que se puedan recargar a bordo. No se necesitan más de 60 cargas de respeto en total. Las instrucciones para recargarlos se llevarán a bordo.

**3.3.2** Cuando se trate de extintores que no se puedan recargar a bordo, en lugar de cargas de respeto se proveerá la misma cantidad de extintores portátiles adicionales del mismo tipo y capacidad según lo dispuesto en el párrafo 3.3.1.

### 5.3 Materiales aislantes.

Los materiales aislantes se clasifican en dos tipos: los materiales clase A y materiales clase B. Divisiones de clase "A" y clase B: las formadas por mamparos y cubiertas que satisfacen los criterios siguientes:

- .1 son de acero u otro material equivalente;
- .2 están convenientemente reforzadas;
- .3 están aisladas con materiales incombustibles aprobados, de manera que la temperatura media de la cara no expuesta no suba mas de 140° C por encima de la temperatura inicial, y que la temperatura no suba en ningún punto, comprendida cualquier unión que pueda haber, mas de 180° C por encima de la temperatura inicial en los intervalos de tiempo indicados a continuación:

Clase "A-60"	60 min
Clase "A-30"	30 min
Clase "A-15"	15 min
Clase "A-0"	0 min

Tienen un valor de aislamiento tal que la temperatura media de la cara no expuesta no sube más de 140° C por encima de la temperatura inicial, y la temperatura no sube en ningun punto, comprendida cualquier unión que pueda haber, más de 225° C por encima de la temperatura inicial en los intervalos de tiempo indicados a continuación:

Clase "B-15"	15 min
Clase "B-0"	0 min

El tipo de panel aislado se ve de acuerdo a:

Ver taba 9.5 la integridad al fuego de los mamparos que separan espacios adyacentes. (Anexo SOLAS)

## CONCLUSIONES

Hemos podido identificar los principales componentes de un sistema fijo de extinción de incendio por gas inerte CO<sub>2</sub>, como también su funcionamiento. Destacando los utilizados en nuestro barco base del tipo AHTS.

Se han descrito los principales tipos de incendio que podemos combatir a bordo de las embarcaciones, los diferentes sistemas para combatirlos con su reglamentación vigente por parte del SOLAS y la sociedad clasificadora Lloyd's Register of Shipping, no dejando de lado las exigencias de las autoridad marítima de Canadá, la actual bandera de nuestro buque base.

Se indicaron los diferentes cálculos para la cantidad de agente extintor a utilizar según el tipo de espacio a proteger. Los tiempos en los cuales debemos inundar los espacios y los correspondientes medios para no dejar que el fuego se propague a otros espacios.

Además los diferentes de materiales utilizados en todo el sistema. Sin dejar de lado la señalización del sistema.

Se cumple un objetivo primordial que es indicar como se calcula como funciona y como se ventila un sistema fijo de extinción de incendio a base de dióxido de carbono.

Otra información importante que se indica son los riesgos y cuidados que hay que saber al momento de usar un gas como es el dióxido de carbono ya que no solo sofoca incendios sino que también desplaza el oxígeno que es vital para la vida humana.

Se ha dejado en claro un trabajo que implica tres puntos importantes:

- Seguridad de la vida humana en el mar.
- Seguridad de la embarcación.
- Certificación y control de los sistemas usados a bordo.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

1. AHTS: Buque del tipo Anchor Handling Tug Supply.
2. CO<sub>2</sub>: Formula química del dióxido de carbono.
3. PIPING: Sistema de Cañerías.
4. FITTING: Sistemas de conexiones multiples para cañerías.
5. SOLAS: Convenio Internacional para la seguridad de la vida humana en el mar.
6. TCMS: Transport Canada Marine Safety.
7. IACS: Asociación internacional de sociedades clasificadoras.
8. DIN: Deutsches Institut für Normung. Instituto Alemán de Normalización.
9. MANIFOLD: Tubería sin soldadura con varias cañerías unidas de menor diámetro.
10. DN: Diámetro Nominal.

## BIBLIOGRAFÍA

1. International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS) 2004.
2. CO2 Fire extinguishing system MINIMAX GmbH.
3. Seguridad Maritima, Fransisco Piniella.
4. Manual de prevención y lucha contra incendios OMI 1.20
5. CO2 Fire extinguishing system FIKE Corporation.
6. Rulefinder 9.0 (Lloyd's Register of Shipping).
7. TCMS rules.
8. Piping Specification Standards, Anvil International Inc.

### Paginas de Internet:

9. [www.minimax.de](http://www.minimax.de)
10. [www.fike.com](http://www.fike.com)
11. [www.paritarios.cl](http://www.paritarios.cl)
12. <http://www.tsb.gc.ca>
13. [www.monografias.com](http://www.monografias.com)
14. <http://www.linde-gas.com>
15. [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)
16. [www.aga.com.br](http://www.aga.com.br)
17. [www.lloydsregister.com](http://www.lloydsregister.com)
18. <http://www.mtas.es>