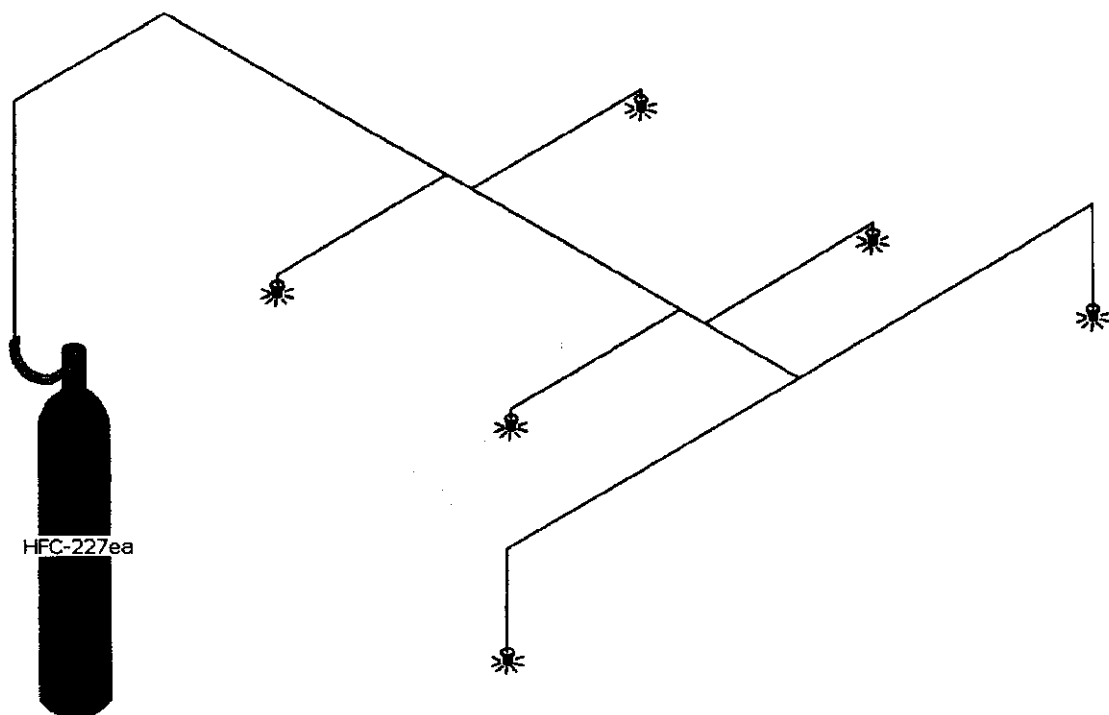


ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS CON AGENTE EXTINTOR HFC-227_{EA} EN SALA DE MÁQUINAS



TRABAJO FIN DE CARRERA
DIPLOMATURA MÁQUINAS NAVALES

Raúl Martín Frutos

Tutor: Santiago Ordas

Junio 2.008

TD-517-M

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
Biblioteca



1400890731

RECIBO DE ENTREGA
DE DOCUMENTOS
BIBLIOTECA DE MÁQUINAS NAVALES
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
07/06/2008

<u>INDICE (I)</u>	<u>Página</u>
0.- INTRODUCCIÓN.	1
1.- LA COMBUSTIÓN.	2
1.1. - CLASIFICACIÓN DE LAS COMBUSTIONES.	2
1.2.- FUENTES DE IGNICIÓN.	3
1.3.- CARACTERÍSTICAS DE LOS COMBUSTIBLES.	3
1.3.1.- Calor de Vaporización.	4
1.3.2.- Poder calorífico.	4
1.3.3.- Punto de inflamación (flash point).	4
1.3.4.- Punto de combustión.	4
1.3.5.- Punto de encendido o auto inflamación.	4
1.3.6.- Límites de inflamabilidad.	6
1.4.- GENERACIÓN DEL FUEGO.	7
1.5.- PROPAGACIÓN DEL FUEGO.	8
1.5.1.- Curva de desarrollo.	9
1.6.- REACCIÓN DE LOS ELEMENTOS AL FUEGO.	10
1.6.1.- Resistencia de los materiales al fuego.	11
1.7.- PROPAGACIÓN DEL CALOR.	12
1.8.- CLASIFICACIÓN DEL FUEGO.	13
1.8.1.- Normativa española.	13
1.8.2.- Normativa europea.	14
1.8.3.- Normativa norteamericana.	15
1.9.- MECANISMOS Y AGENTES DE EXTINCIÓN.	16
1.9.1.- Desalimentación.	16
1.9.2.- Sofocación.	17
1.9.3.- Enfriamiento.	17
1.9.4.- Rotura de la reacción en cadena.	17
1.10.- CLASIFICACIÓN DE LOS AGENTES EXTINTORES.	17
2.- LOS AGENTES EXTINTORES HALOGENADOS.	18

INDICE (II)

	<u>Página</u>
3.- EL ANHIDRIDO CARBÓNICO COMO AGENTE EXTINTOR.	20
3.1.- Sistemas fijos de anhídrido carbónico.	21
4.- ELEMENTOS DEL SISTEMA FIJO CONTRA INCENDIOS DE HFC-227ea.	24
4.1.- ELEMENTOS DEL SISTEMA DE DISPARO.	24
4.1.1.- Botellas, piloto y retardo.	26
4.1.2.- Plano de perfil/Armario de disparo.	28
4.2.- ELEMENTOS DEL SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA.	29
4.2.1.- Detector de humo.	29
4.2.2.- Detector térmico.	30
4.2.3.- Centralita.	31
4.2.4.- Sirena de CO2.	32
4.2.5.- Plano alarma y detección.	34
4.3.- ELEMENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN.	35
4.3.1.- Plano cierre de la ventilación.	35
4.3.2.- Dumpers.	36
4.4.- ELEMENTOS DEL SISTEMA DE EXTINCIÓN.	36
4.4.1.- Esquema de la instalación.	37
4.4.2.- Características del Buque.	39
4.4.3.- Elección del Agente extintor.	39
4.4.4.- Características del HFC-227ea (FM200).	40
4.4.5.- plano extinción.	41
5.- INUNDACIÓN TOTAL EN UNA SALA DE MÁQUINAS DE 53m3.	42
5.1.- Isometría del sistema.	42
5.2.- Cálculos isométricos del sistema.	43
5.3.- Descripción del Sistema fijo contra incendios HFC-227ea en sala de máquinas.	47
6.- VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA INSTALACIÓN.	48
6.1.- Coste de la instalación.	48
6.2.- Amortización de la instalación.	50
7.- HUELLA ECOLÓGICA.	51

<u>INDICE (III)</u>	<u>Página</u>
8.- MANTENIMIENTO DEL SISTEMA.	53
8.1.- Mantenimiento mínimo de las instalaciones de protección contra incendios.	53
8.2.- Certificados de revisión anual, bianual y quinquenal.	56
9.- SOCIEDADES DE CLASIFICACIÓN.	60
9.1.- ABS (American Bureau of Shipping).	60
10.- CONCLUSIÓN.	72
11.- BIBLIOGRAFÍA.	73
12.- ANEXOS.	74
12.1.- Norma española UNE 23572.	74
12.2.- Normativa del agente extintor HFC-227ea.	86

INDICE DE ILUSTRACIONES.

Página

➤ Ilustración 1 Propiedades gasolina.	5
➤ Ilustración 2 Propiedades gas-oil.	6
➤ Ilustración 3 Curva de desarrollo.	9
➤ Ilustración 4 Caja de disparo.	24
➤ Ilustración 5 Guía de cable de 90 °.	25
➤ Ilustración 6 Botella piloto.	26
➤ Ilustración 7 Botella retardo.	26
➤ Ilustración 8 Detector de humos.	29
➤ Ilustración 9 Detector térmico.	30
➤ Ilustración 10 Centralita.	31
➤ Ilustración 11 Sirena de CO2.	32
➤ Ilustración 12 Dumpers.	36

INDICE DE ESQUEMAS.

➤ Esquema 1 sistema fijo de CO2.	23
➤ Esquema 2 Guía de cable de 90 °.	25
➤ Esquema 3 Botella retardo.	27
➤ Esquema 4 Sirena de CO2.	33
➤ Esquema 5 Instalación de HFC-227ea.	37
➤ Esquema 6 Extintor de 5 Kg. de CO2.	38
➤ Esquema 7 Isometría.	42

	<u>Página</u>
<u>INDICE DE PLANOS.</u>	
➤ Plano 1 Perfil/Armario de disparo.	28
➤ Plano 2 Alarma y Detección.	34
➤ Plano 3 Cierre de ventilación.	35
➤ Plano 4 Extinción.	41

<u>INDICE DE TABLAS</u>	
➤ Tabla 1 Combustibles.	5
➤ Tabla 2 Normativa/tipo fuego.	15
➤ Tabla 3 Características botella.	27
➤ Tabla 4 Elementos sistema de extinción.	36
➤ Tabla 5 Características del HFC-227ea.	39
➤ Tabla 6 Cálculo isometría.	43
➤ Tabla 7 Cálculo isometría.	43
➤ Tabla 8 Cálculo isometría.	44
➤ Tabla 9 Cálculo isometría.	44
➤ Tabla 10 Cálculo isometría.	45
➤ Tabla 11 Cálculo isometría.	45
➤ Tabla 12 Cálculo isometría.	46
➤ Tabla 13 Cálculo isometría.	46
➤ Tabla 14 Cálculo isometría.	47
➤ Tabla 15 Coste de la instalación.	48
➤ Tabla 16 Mantenimiento anual.	49
➤ Tabla 17 Mantenimiento quinquenal.	49
➤ Tabla 18 Amortización.	50
➤ Tabla 19 huella ecológica.	52
➤ Tabla 20 Ag. Extintores y su adecuación a las distintas clases de fuego.	54
➤ Tabla 21 Grueso mínimo de la pared de la tubería de distribución media del gas.	63

0.- INTRODUCCIÓN.

Se pretende mostrar el funcionamiento del sistema contra incendios usando el HFC 227ea como agente extintor, en la sala de máquinas de una embarcación de recreo de 25mts de eslora y 6mts de manga.

Se tendrán en cuenta las propiedades físicas y características de dicho agente, así como los datos necesarios para poder calcular el volumen de la sala de máquinas y determinar la cantidad de HFC 227ea necesario para poder apagar un fuego por inundación total.

Asimismo analizaremos el impacto de dicha instalación en el medio ambiente, llamado "huella ecológica", así como el coste de la instalación y su amortización en un periodo de 15 años.

1.- LA COMBUSTIÓN.

La combustión es una reacción química de oxidación, en la que una sustancia se combina con el oxígeno. Se trata de una reacción exotérmica, es decir, se cede calor al entorno.

Para que se produzca la combustión, es necesario que el oxígeno entre en contacto íntimo con la sustancia combustible. Esta circunstancia sólo puede darse en los vapores o gases. Por tanto, en el caso de los sólidos y líquidos, es necesario un aporte de calor que bien por fusión o por evaporación, los transformen en vapor. En cualquier caso, al aumentar la superficie (mayor fragmentación) de un combustible, más fácilmente se inflama.

1.1.- CLASIFICACIÓN DE LAS COMBUSTIONES.

Los distintos parámetros que afectan al desarrollo de la combustión actúan de forma decisiva e interdependiente de los demás. Por ello, podemos clasificar las combustiones según las distintas velocidades en que se desarrollan las reacciones:

Combustiones lentas:

Se produce poco calor y no se produce luz (sin llamas).

Combustiones rápidas:

Se produce mucho calor y gran cantidad de luz (con llamas).

Explosiones:

Se producen altas velocidades de reacción que generan presiones elevadas. Sus efectos se pueden mitigar con aliviaderos explosión que limitan la presión generada.

Las explosiones se pueden clasificar según la velocidad de propagación de la llama en:

Deflagrantes:

Son aquellas con velocidades de reacción entre 1 m/s y 340 m/s (la velocidad del sonido) y la onda de presión generada no supera los 10 Kg/cm².

Se producen normalmente con vapores de líquidos combustibles y en atmósferas de polvos combustibles.

Detonantes:

Son aquellas con velocidades de reacción superiores a la velocidad del sonido y la onda de alta presión desarrolla la energía suficiente para desencadenar nuevas detonaciones.

Se producen normalmente en las conducciones de tuberías de gases combustibles con una sucesión creciente de ondas de presión y sonido. Es característica la rotura en puntos equidistantes en la misma tubería.

1.2.- FUENTES DE IGNICIÓN.

Teniendo en cuenta que el aire es el comburente por excelencia y que la presencia de elementos combustibles en su entorno es constante, puede considerarse que la energía de activación es el desencadenante de la combustión. Es por tanto necesario conocer las distintas formas en las que se manifiesta.

Puede suponerse que las distintas fuentes de ignición que pueden generarse en la práctica son infinitas. Si bien esto es cierto, estadísticamente las podemos resumir en unos pocos focos de ignición que representan casi el 90 % de todos los incendios que se registran.

Los clasificaremos según su procedencia en:

- Origen eléctrico: cortocircuitos, electricidad estática.
- Origen mecánico: fricción, chispas mecánicas.
- Origen térmico: llamas abiertas, superficies calientes, soldaduras y oxicorte, Materiales recalentados, cigarrillos, chispas de combustión.
- Origen químico: ignición espontánea.

1.3.- CARACTERÍSTICAS DE LOS COMBUSTIBLES.

Cada elemento combustible tiene un comportamiento distinto ante el fuego. Esto es lógico ya que cada elemento tiene una composición distinta que le confiere unas características que le hacen peculiar.

Conociendo las características físicas de un elemento combustible podemos prever su comportamiento ante situaciones que resulten previsibles, tales como el trasiego, manipulación, rango de temperaturas de almacenamiento, modo de apagar su combustión, etc. y además, analizar su comportamiento ante cualquier otra situación imprevisible.

Las principales características físicas de los materiales combustibles que debemos conocer son:

1.3.1.- Calor de Vaporización.

Es la cantidad de calor que absorbe cada unidad de masa de un combustible líquido para vaporizarse completamente, tomada a la temperatura de vaporización. Es decir, es la cantidad de calor que se necesita para la producción de vapores inflamables a partir de un líquido combustible.

1.3.2.- Poder calorífico.

Es la cantidad de calor que es capaz de desarrollar la combustión completa de 1 Kilogramo de combustible.

Queda definida así la potencia calorífica para cada material combustible. Se expresa en Calorías o Kilocalorías.

1.3.3.- Punto de inflamación (flash point).

Es la mínima temperatura a la cual un combustible desprende vapores inflamables a la presión atmosférica. Si le acercamos una llama, se inflaman los vapores de forma espontánea pero no se mantiene la combustión ya que la emisión de vapores es muy pobre.

Esta temperatura es conocida como "flash" o "flash point".

El punto de inflamación representa el inicio del peligro potencial de incendio de un combustible, por tanto, es un dato de suma importancia en la prevención de incendios.

1.3.4.- Punto de combustión.

Es aquella temperatura a la cual un combustible emite vapores suficientes para que al contacto con una llama se mantenga la combustión total del mismo.

Alcanzada esta temperatura de combustión, el combustible emite una cantidad de vapores suficientes para mantener la combustión de una forma permanente. En los combustibles sólidos y líquidos esta temperatura de combustión es algo mayor que la temperatura de inflamación y en los combustibles gaseosos ambas coinciden.

Se trata de la temperatura mínima en la que el riesgo de incendio es constante, por ello se debe conocer con toda exactitud.

1.3.5.- Punto de encendido o autoinflamación.

Es la temperatura a la cual un combustible se inflama sin necesidad de ninguna energía de activación, es decir, de forma instantánea. Cuando el combustible alcanza esta temperatura se autoenciende.

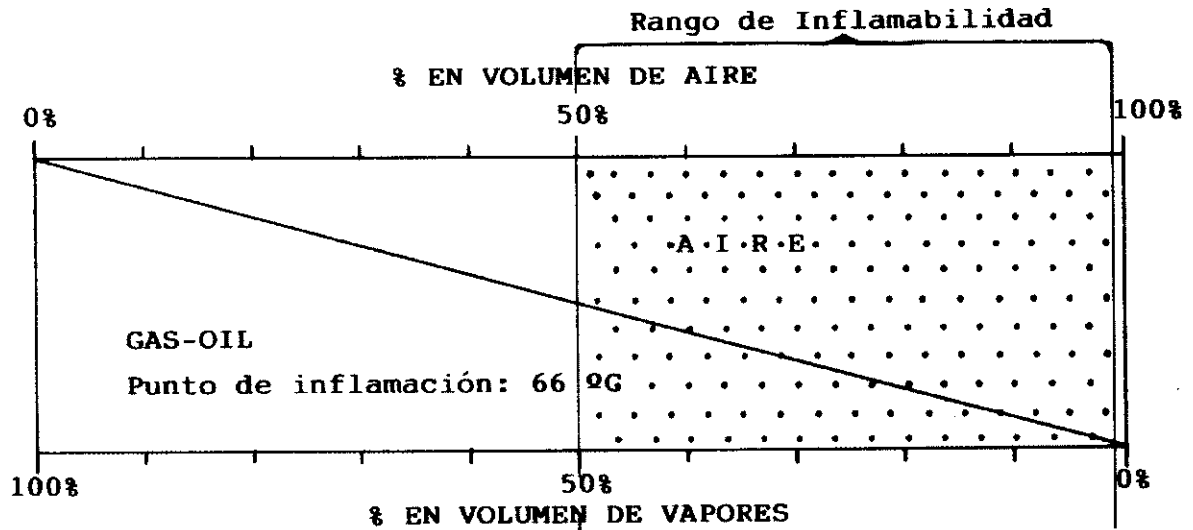


Ilustración 2

Su incidencia como inicio del foco de un incendio no es muy probable, pero en el desarrollo posterior de un incendio debe tenerse en cuenta si existen otros combustibles implicados.

1.3.6.- Límites de inflamabilidad.

Para que pueda generarse la combustión es necesario que coexistan el aire, la energía de activación y el combustible. Pues bien, sólo se producirá la combustión si la proporción de combustible se encuentra dentro de unos límites, inferior y superior, fuera de los cuales la combustión no es posible.

La proporción de combustible con respecto al aire, expresada en % de volumen, en la que es posible la combustión, está delimitada por los límites de inflamabilidad.

Cada sustancia tiene sus propios límites de inflamabilidad establecidos, que variarán según la proporción de vapor combustible y la cantidad de oxígeno existente en el aire. A medida que disminuye la concentración de oxígeno en el aire el rango de inflamabilidad disminuye, es decir, aumenta el límite inferior y disminuye el superior, hasta llegar a una concentración de oxígeno donde ambos límites coinciden. A partir de esta concentración de oxígeno en el aire la mezcla aire combustible resulta inerte.

Para cada combustible, en función de la concentración de oxígeno en el aire (normalmente el 21 %), se establece el límite inferior y superior de inflamabilidad, tomando de manera genérica condiciones normales de presión y temperatura (20° C y 760 mm. de Hg). Debe tenerse en

cuenta que al aumentar la temperatura disminuye el límite inferior y aumenta el superior, es decir, aumenta la zona de inflamabilidad.

Límite inferior de inflamabilidad (LII).

Es la concentración mínima de vapores de combustible aire por debajo de la cual la mezcla no resulta inflamable.

Por debajo del límite inferior de inflamabilidad la cantidad de vapor combustible existente resulta insuficiente para generar la combustión.

Límite superior de inflamabilidad (LSI).

Es la concentración máxima de vapores de combustible-aire por encima de la cual la mezcla no resulta inflamable.

La concentración de vapores combustibles dentro del rango de inflamabilidad resulta idónea para que la combustión se produzca. Una vez que la concentración de vapores combustibles sobrepasa el límite superior de inflamabilidad, la elevada presencia de estos vapores, o lo que es lo mismo, la excesiva cantidad aire, hace que la mezcla no sea inflamable.

1.4.- GENERACIÓN DEL FUEGO.

Como ya se ha visto, en los elementos combustibles sólidos o líquidos es necesaria la emisión de vapores para que pueda iniciarse el fuego. Por tanto, es necesario un aporte de temperatura hasta alcanzar la temperatura de vaporización. Al principio, la concentración de vapores emitidos no será suficiente para que se inflame, es decir, estará por debajo del límite inferior de inflamabilidad.

Si continuamos dando calor, el combustible alcanzará el punto de inflamación o "flash point".

Si acercamos una llama, los vapores se inflamarán de forma espontánea pero se apagarán inmediatamente, ya que la velocidad de combustión es superior a la velocidad de formación de vapores combustibles.

Una vez sobrepasado este punto, si continúa el aporte calorífico, se llegará a la temperatura de combustión. La proximidad de una llama inicia el fuego que se mantiene de forma constante incluso si ésta se retira. A partir de esta temperatura, el calor producido por el fuego seguirá autogenerando vapores. Por tanto, el calor generado en la combustión se transmite al exterior de las llamas y también se emplea en calentar el combustible.

En la zona más próxima al combustible la concentración de vapores está por encima del límite superior de inflamabilidad, se trata de una mezcla muy rica

y por tanto no existirá llama. Al elevarse, los vapores se mezclan con el aire y la concentración disminuye hasta el límite superior de inflamabilidad, comenzando la combustión, coincidiendo con el borde interior de la llama.

Aquí se produce la combustión hasta que llega al límite inferior de inflamabilidad, que coincide con el borde exterior de la llama.

La luminosidad de la llama variará con la cantidad de carbono libre que se produce en la combustión.

1.5.- PROPAGACIÓN DEL FUEGO.

Independientemente de la fuente de ignición que origina un fuego, éste siempre se inicia en uno o varios focos. En definitiva, siempre se inicia en un punto determinado y después se propaga a otros compartimentos.

La propagación se puede realizar en cualquier dirección siempre que el fuego encuentre los tres elementos que necesita para su existencia:

- El oxígeno presente en el aire se encuentra en todas las dependencias de un buque, incluso con una presión ligeramente superior a la atmosférica debido a la circulación forzada de aire.
- Las sustancias combustibles se encuentran en los mismos elementos constructivos del buque: forros de mamparos, piso del suelo, pinturas, aislantes térmicos y acústicos, líquidos combustibles y especialmente en los buques de madera.
- El calor es el principal elemento desencadenante de los incendios a bordo debido a la facilidad de su propagación una vez iniciado un foco.

La propagación de un fuego por conducción de calor es especialmente peligrosa en los buques de acero, donde un foco generado en un compartimento, transmite el calor a los elementos estructurales contiguos. Este calor se transmite por conducción a través de los elementos estructurales (mamparos, cubiertas y techos) a las caras de los compartimentos más próximos donde una vez alcanzada la temperatura de encendido de los materiales combustibles, se propaga el fuego. Este fenómeno llamado "flash over", puede generar en poco tiempo una sucesión geométrica del fuego por todo el buque si no se logra parar su propagación.

La propagación del fuego por convección a bordo no suele ser especialmente importante si se encuentra confinado en un compartimento. Cuando el fuego encuentra troncos de escalera, conductos de intercomunicación de ventilación o largos pasillos, las corrientes de convección creadas por el humo y las altas temperaturas pueden transmitir el fuego a otros compartimentos alejados del foco inicial. Este fenómeno, denominado "efecto chimenea", está directamente relacionado con las características constructivas del buque.

La transmisión del fuego por radiación mediante las ondas electromagnéticas, se realiza a través del aire y en cualquier dirección. Por tanto, cualquier superficie expuesta a la acción directa del fuego, independientemente de la

Distancia, está recibiendo calor radiante.

1.5.1.- Curva de desarrollo.

En la propagación de un fuego es importante conocer la curva de desarrollo, que refleja el deterioro del ambiente en función del tiempo. El nivel crítico representa un peligro para la vida, variando en función de los productos emitidos y de las características de las personas expuestas. El espacio de tiempo entre la detección y este nivel crítico representa el tiempo disponible para llevar a cabo las actuaciones necesarias: activación de equipos o evacuación. Si se reduce el tiempo de la detección aumentará el tiempo destinado a la intervención y también las posibilidades de éxito.

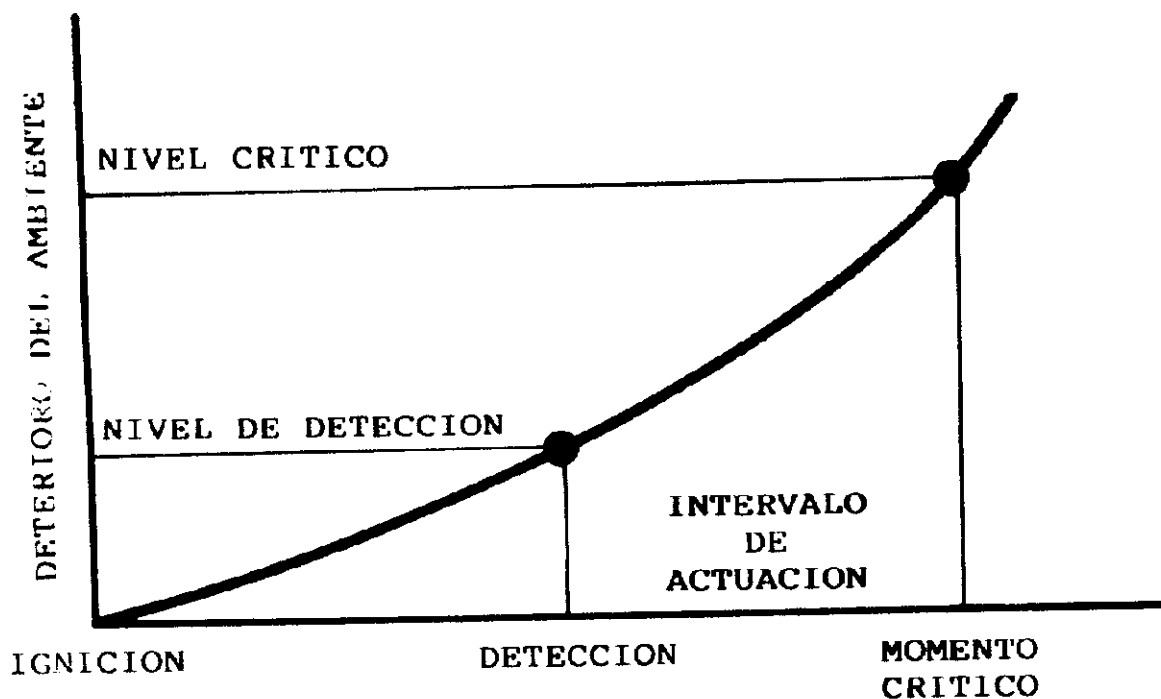


Ilustración 3

1.6.- REACCIÓN DE LOS ELEMENTOS AL FUEGO.

La reacción de cada elemento durante la combustión viene determinada por varios factores; principalmente por la superficie presentada, la cantidad de oxígeno en sus proximidades, su estado físico y especialmente importante, el poder calorífico, que permite la determinación de la carga de fuego por unidad de superficie de la masa combustible.

Una clasificación en cuanto a la inflamabilidad elementos nos permite establecer distintos grados de reacción al fuego:

- M - 0: Incombustibles
- M - 1: No inflamables
- M - 2: Dificilmente inflamables
- M - 3: Medianamente inflamables
- M - 4: Fácilmente inflamables
- M - 5: Muy fácilmente inflamables

Un material incombustible (M-0) es aquel que no arde ni desprende vapores inflamables en cantidad suficiente para experimentar la ignición, cuando se le calienta a 750° C (característica que será demostrada por un procedimiento de prueba reconocido por la Administración).

Cualquier otro material que no cumpla con las exigencias anteriores, será considerado un material combustible.

1.6.1.- Resistencia de los materiales al fuego.

En la construcción de los buques, la resistencia que ofrecen los materiales al fuego tiene una importancia especial debido a su confinamiento, a la compartimentación y a los distintos efectos que ya hemos visto ("flash over" o "efecto chimenea").

Por ello, se establece una triple clasificación de los materiales empleados en la construcción de un buque:

- Materiales estables al fuego, es decir que posean estabilidad mecánica.
- Materiales con poder parallamas, es decir, además de ofrecer una estabilidad mecánica, evitan la propagación de las llamas.
- Materiales cortafuegos, que poseen estabilidad mecánica, poder parallamas y además, ofrecen aislamiento térmico.

CATEGORIA	CARACTERISTICAS			
	(1	(2	(3	(4
ESTABLE	SI			
PARALLAMAS	SI	SI		SI
CORTAFUEGOS	SI	SI	SI	SI

- 1) Estabilidad Mecánica
- 2) Estanco a la llama
- 3) Aislamiento térmico
- 4) No emite gases tóxicos

1.7.- PROPAGACIÓN DEL CALOR.

El calor es una forma de energía que se manifiesta de muy diversas formas. La temperatura es una manifestación del calor que no debe confundirse con él. Por tanto, puede suceder que dos sustancias a las que se comunica el mismo calor puedan tener distinta temperatura, y sustancias que a la misma temperatura puedan tener almacenada distinta cantidad de calor.

El calor se transmite de las sustancias de mayor temperatura a las de menor temperatura, hasta que ambas tienen la misma temperatura.

Esta conducción del calor de una sustancia a otra es la que provoca la propagación del fuego. Podemos diferenciar las siguientes formas:

Conducción:

El calor se propaga a través de una sustancia conductora, normalmente materiales sólidos. Se trata de una conducción lenta.

Convección:

El calor se propaga por corrientes debidas a la diferencia de densidad. Los gases procedentes de la combustión están calientes, y por tanto disminuyen su peso específico elevándose a zonas más altas. De esta forma deja paso al aire frío en las zonas bajas (efecto chimenea).

Esta propagación del calor es muy importante ya que puede desplazar el fuego a zonas muy alejadas. También debe tenerse muy en cuenta al estudiar el comportamiento del humo, que se ve arrastrado por este fenómeno.

Radiación:

El calor se propaga de una sustancia a otra sin necesidad de mediar ningún cuerpo, es decir, mediante radiaciones electromagnéticas.

Se trata de una propagación muy eficaz, ya que puede alcanzar grandes distancias en línea recta a cualquier dirección desde la sustancia que emite la radiación.

Llama directa:

El calor se transmite directamente mediante una llama que eleva la temperatura de la sustancia combustible. Si el calor aportado es suficiente para emitir vapores, la sustancia arderá.

1.8.- CLASIFICACIÓN DEL FUEGO.

Los fuegos se pueden clasificar de muy diversas formas según los parámetros que se tengan en cuenta (i.e.: la velocidad de propagación o la energía térmica generada). No obstante, la tendencia generalizada en todos los países es agruparlos según el tipo de combustible que los genera. De esta forma, las distintas clases de fuegos tienen unas características comunes y resulta más fácil la elección del agente extintor que cubra estas necesidades.

Esta clasificación del fuego según el tipo de combustible que lo genera, no está unificada en todos los países de nuestro entorno. Esta diferencia de criterios puede dar lugar a confusiones en la elección del agente extintor y posteriores riesgos en su utilización. Por todo ello, se tratarán las clasificaciones más importantes y comentaremos las diferencias entre ellas. En esencia, todas responden a una misma filosofía pero con distintos puntos de vista.

1.8.1.- Normativa española.

La normativa española clasifica los tipos de fuegos en cuatro clases (norma UNE 23.010). Los distintos tipos de fuego se clasifican en función del estado del combustible: sólido, líquido o gaseoso y en último lugar los de metales combustibles que requieren un tratamiento especial.

No se contemplan aquellos fuegos con presencia de electricidad como una clase en sí misma, sino como una peculiaridad de los ya clasificados. En realidad, este criterio es acertado, ya que lo que realmente arde es el combustible de la clase que sea, no la electricidad en sí misma.

- Clase A: fuegos de combustibles sólidos que arden con formación de llamas y brasas, excepto metales: madera, papel, trapos, etc.
- Clase B: fuegos de combustibles líquidos y aquellos sólidos que se licúan fácilmente con el calor: gasolinas, aceites, grasas, pinturas. etc.
- Clase C: fuegos de combustibles gaseosos: propano, butano, gas ciudad, etc.
- Clase D: fuegos de metales combustibles y compuestos químicos que no pueden ser extinguidos mediante los agentes extintores normales: magnesio, aluminio, etc.

1.8.2.- Normativa europea.

Las principales normas europeas, la francesa (AFNOR) y la alemana (DIN 14.406), clasifican los tipos de fuego en cinco clases. A diferencia de la normativa española, incorporan los fuegos de Clase E como aquellos en los que está presente la electricidad. En realidad no se trata de una nueva clase de fuego, ya que será de Clase A, B, C o D en el que la electricidad se encuentre presente. No obstante, los peligros y las consideraciones que deben tenerse en cuenta en un fuego con presencia de electricidad hace que esta normativa los contemple como una clase independiente que les confiere una atención especial.

- Clase A: fuegos de combustibles sólidos con llamas y brasas, excepto metales.
- Clase B: fuegos de combustibles líquidos con llamas, o sólidos que sólo arden al licuarse.
- Clase C: fuegos de combustibles gaseosos.
- Clase D: fuegos de combustibles metálicos.
- Clase E: fuegos en los equipos eléctricos, es decir, cualquiera de la Clase A, B, C o D con presencia de electricidad.

1.8.3.- Normativa norteamericana.

La clasificación oficial en Norteamérica es la adoptada por la NFPA (National Fire Protection Assotiation) y tiene una influencia generalizada en los países de su entorno, así como en gran parte de la flota mundial.

Esta normativa clasifica los fuegos en cuatro clases, no obstante, agrupa los fuegos de combustibles líquidos y gaseosos en la Clase B. Si tenemos en cuenta que lo que verdaderamente arde en un combustible líquido son los vapores que éste genera, no resulta muy extraña esta agrupación en una sola Clase de fuegos de líquidos combustibles que desprenden vapores y de gases combustibles.

También contempla los fuegos con presencia de electricidad como los de Clase C. Debe recordarse que en la normativa europea a este tipo de fuegos se denomina con la Clase E.

- Clase A: fuegos de combustibles sólidos con formación de cenizas y brasas.
- Clase B: fuegos de combustibles líquidos o semilíquidos que desprenden vapores inflamables y combustibles gaseosos.
- Clase C: fuegos de equipos eléctricos con presencia de electricidad, en cuya extinción han de emplearse agentes extintores no conductores de la electricidad. Una vez que no existe presencia de corriente eléctrica, pueden emplearse agentes extintores para fuegos de Clase A o B.
- Clase D: fuegos de metales combustibles, tales "como el magnesia, titanio, circonio, sodio o potasio, que requieren un agente extintor que no reaccione con los metales en combustión.

Tabla 2

	SÓLIDO	LIQUIDO	GASEOSO	METALICO	ELECTRICOS
NORMATIVA ESPAÑOLA	A	B	C	D	-
NORMATIVA EUROPEA	A	B	C	D	E
NORMATIVA USA	A	B	B	D	C

1.9.- MECANISMOS Y AGENTES DE EXTINCIÓN.

Como ya hemos visto, los distintos elementos que deben coexistir para que el fuego se inicie y continúe son: combustible, comburente, energía de activación y reacción en cadena. Para poder apagar el fuego, es necesario eliminar al menos uno de estos elementos de las proximidades del escenario. Por tanto, existirán cuatro mecanismos de extinción distintos en función del elemento que se elimine:

ELEMENTO	MECANISMO DE EXTINCIÓN
Combustible	Desalimentación
Oxígeno	Sofocación
Calor	Enfriamiento
Reacción en cadena	Rotura Reacción en Cadena

En la mayoría de los casos, la extinción de un fuego no se debe a la actuación de un solo mecanismo, sino que es el resultado de la suma de varios mecanismos de extinción que actúan conjuntamente, aunque en diferente medida.

Deben tenerse en cuenta los diferentes mecanismos de extinción de cada uno de los agentes extintores cuando se aplican en un fuego, ya que variará la técnica que debe emplearse en su extinción. Por ello, debemos conocer los distintos mecanismos de extinción.

1.9.1.- Desalimentación.

La desalimentación o dilución consiste en retirar el combustible del escenario del fuego. Desde el punto de vista de algunos autores, no está considerada como un mecanismo de extinción propiamente dicho ya que el combustible siempre formará parte de un fuego. No obstante, debido a que en algunos tipos de fuegos resulta una medida eficaz la contemplamos como tal mecanismo de extinción.

La desalimentación a bordo no es un mecanismo de extinción con grandes aplicaciones en los fuegos de interiores, donde intervienen los propios elementos constructivos (camas, armarios, forros o moquetas.) o bien, las dificultades de acceso hacen imposible la retirada del combustible (pañoles de pinturas o ropas).

No obstante, en fuegos donde intervienen combustibles líquidos o gaseosos puede resultar un método muy eficaz mediante el trasvase o la interrupción del suministro mediante válvulas de aislamiento (válvulas de cierre rápido en tanques de combustible).

1.9.2.- Sofocación.

Este mecanismo de extinción consiste en aislar los vapores inflamables que desprende el combustible impidiendo que entren en contacto con el oxígeno del aire.

Es un mecanismo muy eficaz por sí mismo o bien actuando conjuntamente. El efecto de sofocación puede obtenerse de forma directa sobre los vapores: cubrición de la superficie (espuma, manta, arena) o bien mediante la eliminación total del aire: asfixia (incomunicación del local). Ambos sistemas son factibles de ser utilizados a bordo, ya que son muy usados los sistemas de espuma, la arena, las divisiones estancas, las puertas contra incendios y los mamparos resistentes al fuego.

1.9.3.- Enfriamiento.

Si eliminamos el calor, es decir enfriamos el combustible, éste deja de arder y el fuego se apaga. Es un mecanismo muy antiguo pero que sigue siendo muy eficaz, especialmente a bordo, donde el aporte de agua como refrigerante es fácil de suministrar.

Este mecanismo de extinción suele emplearse como apoyo, asociado con otro, disminuyendo así las posibilidades de reignición de las superficies de acero cuando se calientan excesivamente.

1.9.4.- Rotura de la reacción en cadena.

Si se impide la combinación del comburente con los productos de descomposición del combustible, se detiene la reacción en cadena. Este mecanismo de extinción se basa en suministrar al fuego productos químicos que se combinan con los productos de descomposición del combustible más rápidamente que el oxígeno del aire. De esta forma, la reacción química de oxidación no puede realizarse y el fuego se apaga.

1.10.- CLASIFICACIÓN DE LOS AGENTES EXTINTORES.

Los productos que se emplean para apagar los fuegos se denominan genéricamente agentes extintores.

Los agentes extintores pueden clasificarse en función de su estado en sólidos, líquidos y gaseosos sin que esta clasificación tenga ninguna trascendencia importante, desde el punto de vista de la extinción.

Aunque puede pensarse en una gran cantidad de agentes extintores, en la práctica se encuentran limitados por razones de eficacia y seguridad en su aplicación. Los agentes extintores más usuales son:

- AGUA
- ESPUMAS
- ANHIDRIDO CARBÓNICO
- HALONES (prohibidos)

2.- LOS AGENTES EXTINTORES HALOGENADOS. (Prohibidos en la actualidad)

Con este nombre se denominaban genéricamente los distintos hidrocarburos halogenados empleados como agentes extintores y que procede de la contracción inglesa 'HALogenated hidrocarbON". Los distintos elementos halógenos: flúor, cloro, bromo y yodo, pueden formar parte de la composición del halón. Para facilitar su nombre, se identificaban con un dígito formado por el número de átomos de carbono, flúor, cloro y bromo respectivamente. Cuando el cuarto dígito es cero no se suele colocar. Los más conocidos eran:

NUMERO	FORMULA QUÍMICA
1211	CF ₂ ClBr (Bromoclorodifluormetano) o CBF
1301	CF ₃ Br (Bromotrifluormetano) o TBM
2402	CF ₂ Br-CF ₂ Br (Dibromotetrafluorometano)

Actuaban frente al fuego de forma semejante a los polvos químicos, apagando por rotura de la reacción en cadena. Podían usarse en fuegos de Clase A y B. Al no ser conductores de la electricidad, emplearse en equipos eléctricos en funcionamiento ya que no dejan residuo después de su actuación. Se empleaban en la fase incipiente del fuego ya que tienen dificultades para penetrar en sólidos con brasas, además de que a temperaturas a partir de 500° C se descomponen en productos tóxicos y peligrosos.

No debían emplearse para la extinción de incendios de materiales que contienen su propio oxígeno (p.e.: nitrato de celulosa, clorato sódico, nitrato sódico, pólvoras), metales reactivos (p.e.: sodio, potasio, magnesio), sólidos con generación interior del fuego (p.e.: algodón, cáñamo) o determinados productos químicos muy reactivos o explosivos (p.e.: hidracina, fósforo, peróxidos).

Debían ventilarse los locales después de su uso, ya que eran ligeramente tóxicos y más pesados que el aire.

Su eficacia era muy alta. A igualdad de eficacia extintora, el halón 1211 necesita la tercera parte de la masa que el CO₂, además de que su recipiente es más ligero.

El gran inconveniente, que los elimino del mercado a corto plazo, era su efecto destructor sobre la capa de ozono. Las limitaciones de producción impuestas por el Protocolo de Montreal eliminan su utilización progresivamente.

El halón 1301 se utilizaba como agente extintor en instalaciones fijas. Su menor toxicidad permitía ser respirado hasta concentraciones del 7 %, ideales para su uso en inundación de espacios cerrados. Además, no reduce la visibilidad en el local.

El halón 1211 se utilizaba principalmente como agente extintor en extintores portátiles. La presencia de cloro le hacía ligeramente tóxico, aunque su olor es perceptible por el olfato, avisando de su presencia incluso en pequeñas proporciones. Las concentraciones máximas no debían sobrepasar el 4 % para evitar riesgos en las personas. Por otra parte, este átomo de cloro puede llegar a descomponerse a temperaturas elevadas ($> 500^{\circ} \text{C}$) formando ácido clorhídrico, corrosivo para componentes eléctricos y electrónicos delicados. Por ello, su uso quedaba restringido a equipos portátiles con capacidades reducidas o en instalaciones fijas de locales no transitados por personas.

3.- EL ANHIDRIDO CARBÓNICO COMO AGENTE EXTINTOR.

A temperatura ambiente es un gas de densidad 1,5, conocido comúnmente como CO₂, dióxido de carbono o nieve carbónica. Como gas incombustible e inerte, le hace idóneo para inundaciones de espacios cerrados. Al ser incoloro e inodoro representa un riesgo para las personas, ya que aunque no es tóxico, puede llegar a producir inconsciencia y muerte por asfixia cuando la concentración sobrepasa el 9 %. No es conductor de la electricidad, aunque su paso por tuberías produce cargas de electricidad estática por fricción.

Debido a que es fácilmente licuable por compresión y posterior enfriamiento, se almacena a presión en estado líquido en botellas de acero estirado, tanto en extintores portátiles como en instalaciones fijas.

Cuando se descarga a la atmósfera, el líquido se vaporiza rápidamente tomando el calor del entorno (80 KCal/Kg) y del propio líquido que aún no se ha gasificado, originando la solidificación de éste. De esta forma aparece la nieve carbónica sobre el fuego.

Su mecanismo de extinción principal es por sofocación, desplazando al oxígeno cuando se gasifica (1 Kg de CO₂ líquido ocupa aproximadamente un volumen de 500 litros en estado gaseoso a presión atmosférica). De esta forma, al descargarlo sobre un fuego, lo rodea aislándolo del oxígeno del aire. Las concentraciones necesarias para la extinción varían entre el 20 Y 65 %, en función del tipo de combustible. Podemos deducir, por tanto, que su eficacia en fuegos al aire libre es muy limitada al no alcanzarse la concentración requerida.

El enfriamiento, aunque en menor medida también contribuye a la extinción. La nieve carbónica formada en la expansión parcial del gas se descarga a - 79°C, absorbiendo el calor correspondiente para pasar nuevamente al estado gaseoso. El calor latente de vaporización es de 62 KCal/Kg, por lo que su poder de enfriamiento es una 10 veces menor que el del agua.

Es adecuado para fuegos de Clase A, B y en todos aquellos con presencia de electricidad. No obstante, en los fuegos de Clase A debemos tener en cuenta que:

- Sólo apaga la llama y no la brasa, que requeriría una larga presencia para conseguir el enfriamiento, como ocurre en la inundación de espacios cerrados.
- Cuando el fuego desprende una gran cantidad de calor, existe el peligro de que el CO₂ se gasifique antes de llegar al combustible.

La utilización del CO₂ agente extintor puede acarrear serios problemas para las personas, por ello, debemos evitar en lo posible riesgos innecesarios teniendo en cuenta las siguientes observaciones:

- Por ser más pesado que el aire, tenderá a ocupar los espacios inferiores.
- No debe utilizarse en fuegos de Clase D, ya que se descompone, básicamente en oxígeno y carbono, proporcionando comburente y combustible al fuego.
- Debido a que es imperceptible por el olfato, debe prestarse atención a los dolores de cabeza y vómitos como primeras manifestaciones a concentraciones del 4 %, todavía por debajo del límite máximo que se puede soportar.
- Las quemaduras que puede originar la nieve carbónica se pueden evitar no tocando los tubos de conducción, o bien, cogiendo el extintor adecuadamente por las partes aisladas que deben estar claramente resaltadas con un color llamativo.
- Aunque el gas no es conductor de la electricidad, la nieve carbónica sí lo es. Dentro de las distancias normales de aplicación su manipulación resulta segura. En los extintores portátiles, como protección al usuario, el extremo de la boquilla es de material aislante térmico y eléctrico.

3.1.-SISTEMAS FIJOS DE ANHIDRIDO CARBÓNICO.

Las instalaciones fijas de anhídrido carbónico se clasifican según el estado de almacenamiento de éste: líquido a baja presión o gas a alta presión. Ambos sistemas tienen diferencias notables que trataremos por separado.
Sistema fijo de baja presión.

En este tipo de instalaciones, el anhídrido carbónico se almacena en estado líquido a baja presión, mediante una refrigeración continua: al disminuir la temperatura de condensación, también disminuye la presión de condensación. El recipiente empleado es un depósito con aislamiento térmico. El anhídrido carbónico se refrigera mediante la circulación de un líquido criogénico a -18°C , de esta forma se condensa, correspondiéndole una presión de 21 Kg/cm^2 .

Este sistema sólo se emplea cuando se necesita almacenar grandes cantidades de anhídrido carbónico que justifiquen el alto coste del sistema: bomba de circulación del líquido criogénico, depósito a presión de diseño especial, tuberías aisladas, elementos de seguridad, etc.
Sistema fijo de alta presión.

En las instalaciones que emplean este sistema, el anhídrido carbónico se mantiene a temperatura ambiente, y por tanto, a presión elevada. Los recipientes empleados son botellas de acero estirado sin soldaduras, conectadas entre sí formando baterías de accionamiento conjunto.

Dentro de las botellas, cuando el gas se encuentra a una temperatura ambiente de 21°C, le corresponde una presión de 60 Kg/cm². Si la temperatura ambiente aumenta, también aumentará la presión en el interior de las botellas. Por ello, en la ubicación de las baterías de botellas, se tendrá en cuenta que la temperatura máxima del local no supere los 50°C; correspondiendo una presión de 160 Kg/cm². Las botellas poseen una válvula de seguridad que está tarada a 190 Kg/cm².

En el panel de control se indicará, con una señal audible y visual, el accionamiento y descarga del sistema, así como cualquier fallo de suministro de energía. Las válvulas de descarga, de accionamiento local o remoto, se abren de forma conjunta al accionar el disparador-retardador (M), descargando al colector principal a través de un tubo de conexión y una válvula de retención. Esta distribución permite desconectar cualquier botella, para el pesado o sustitución, sin alterar la operatividad de la instalación. Mediante las tuberías de distribución se dirige el gas al compartimiento deseado. Un presostato indicará la descarga de gas.

La inundación del local se realiza a través de las boquillas de descarga (B), que estarán distribuidas de forma que aseguren una concentración y tiempo de descarga adecuados en todo el espacio.

El accionamiento remoto se realiza mediante las botellas piloto (P) situadas en las proximidades del espacio protegido. Antes de producirse la descarga se activarán las señales audibles (H) y visuales (C02) en el espacio protegido, permitiendo la salida a las personas que puedan estar en el interior y efectuar las medidas oportunas de aislamiento: parar ventilación, cerrar puertas y demás accesos, etc. Mientras se está produciendo la descarga la señal visual parpadeará indicando la activación del sistema de extinción.

Los distintos compartimentos a proteger, requerirán diferentes concentraciones:

- Espacios de carga:

Un volumen mínimo de gas igual al 30 % del volumen bruto del mayor de los espacios de carga así protegidos.

- Espacios de máquinas:

Un volumen mínimo de gas igual al mayor de los volúmenes siguientes:

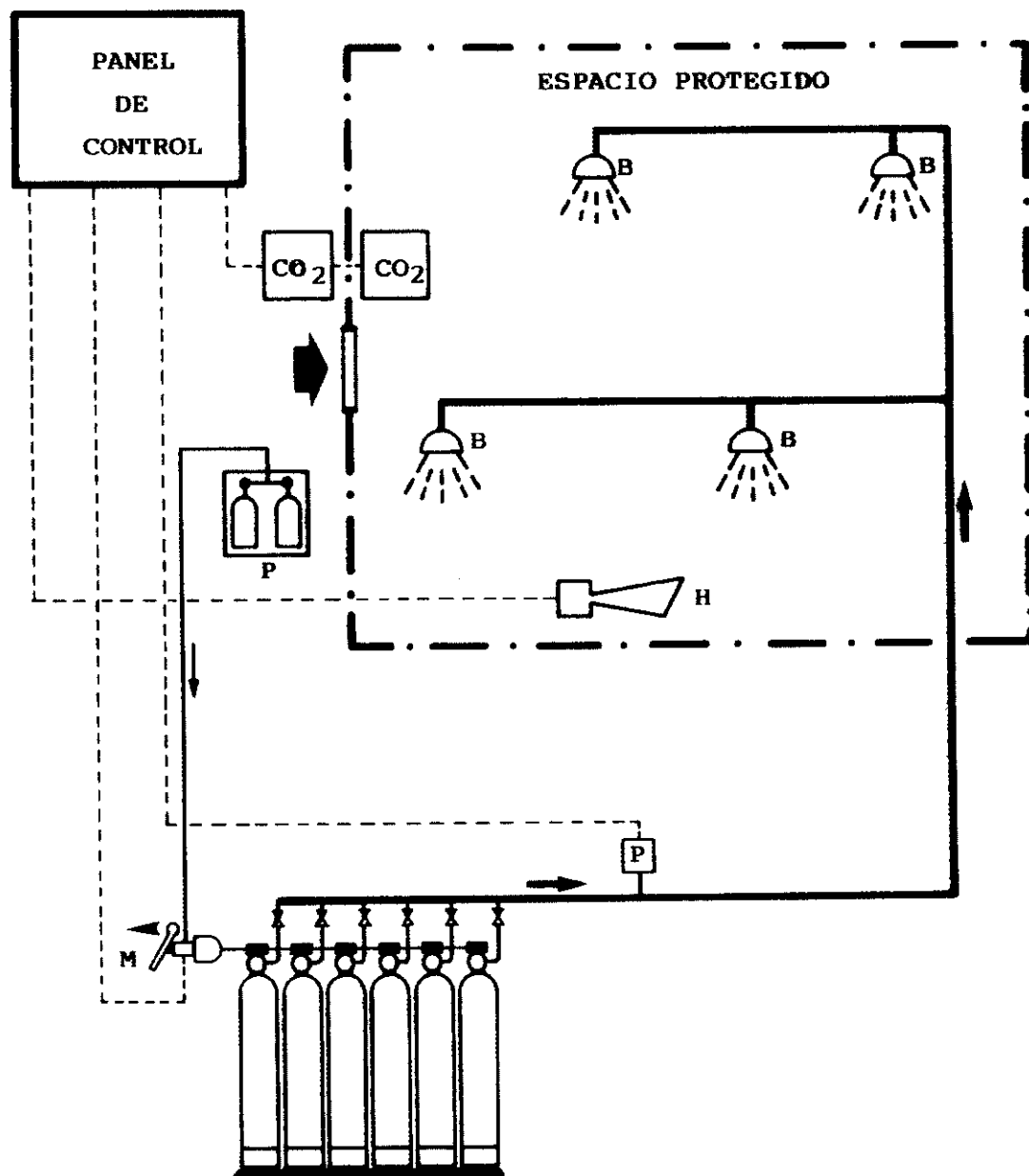
El 40 % del volumen bruto del mayor espacio de máquinas así protegido, excluido el volumen del guardacalor que quede por encima del nivel en que el área horizontal del guardacalor sea igual o inferior al 40 % del área horizontal del espacio considerado (medida a la distancia media entre la parte superior del espacio y la parte más baja del guardacalor), El 35 % del volumen total del mayor espacio de máquinas así protegido, comprendido el guardacalor.

ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS CON AGENTE EXTINTOR HFC 227 EA EN SALA DE MÁQUINAS

En los buques de carga de menos de 2.000 toneladas de arqueo bruto, los porcentajes se podrán reducir al 35 y 30 % respectivamente. Los espacios de máquinas que no estén completamente separados entre sí, se considerarán como si fuera un solo espacio. En estos espacios, se requiere que en no más de 2 minutos se pueda descargar el 85 % del gas que le corresponde a cada espacio.

A efectos de cálculo, se considerará que el volumen de anhídrido carbónico libre es de $0,56 \text{ m}^3/\text{Kg}$.

Ejemplo de un sistema fijo de CO₂.



Esquema 1

4.- ELEMENTOS DEL SISTEMA FIJO CONTRA INCENDIOS DE HFC 227ea.

4.1- ELEMENTOS DEL SISTEMA DE DISPARO.

La caja de disparo esta situada en la parte de babor de la escotilla de acceso a la sala de máquinas.

Tiene un frontal transparente, por el que se pueden ver dos anillas, una para cambiar la dirección de la válvula principal y la otra para activar la botella piloto.

Cada una de las anillas está conectada por un cable independiente. Y la dirección se cambia mediante unas guías de cable de 90°.

Hay que asegurarse que antes de activar la botella piloto, hemos abierto la válvula principal, en caso contrario el sistema se activara pero el HFC 227ea se quedara en el latiguillo y la tubería anterior a la válvula principal, no pudiendo apagar el fuego.

Caja de Disparo.

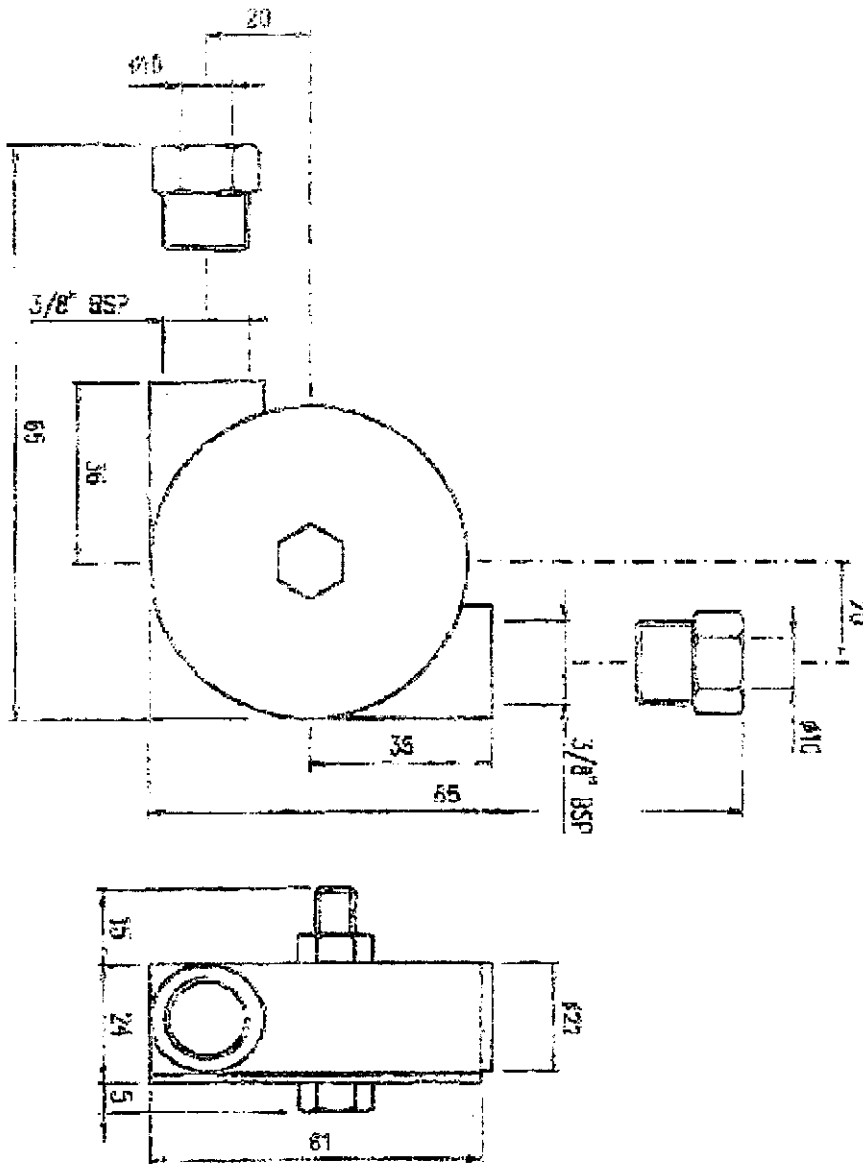


Ilustración 4

Guía del cable de 90° y esquema.



Ilustración 5



Esquema 2

4.1.1.- Botellas, Piloto y Retardo.

Piloto



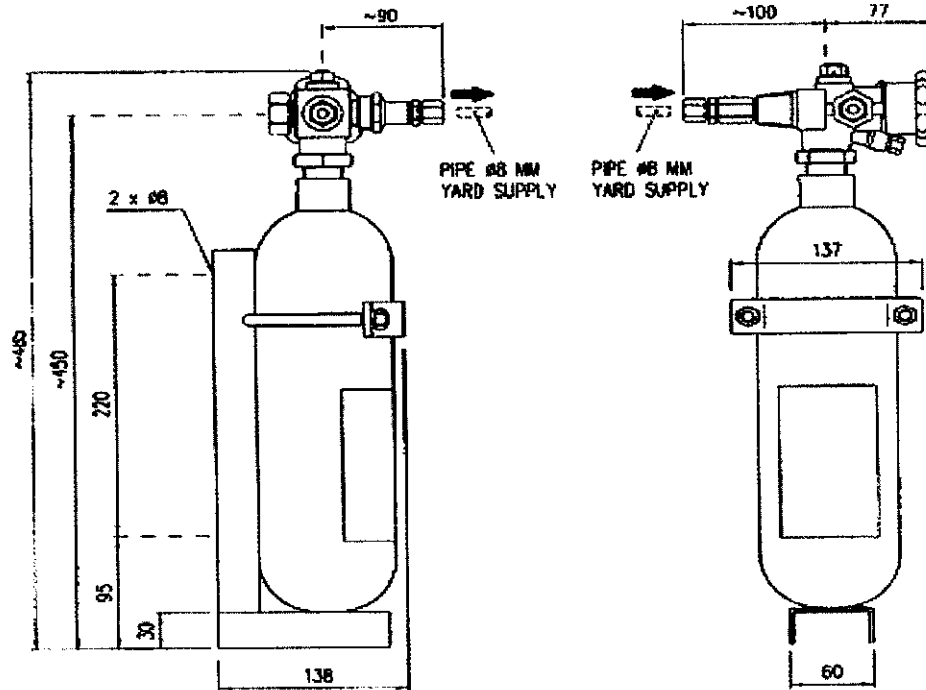
Ilustración 6

Retardo



Ilustración 7

Esquema del Retardo.



Esquema 3

Tiempo de Retardo

30 - 40 segundos

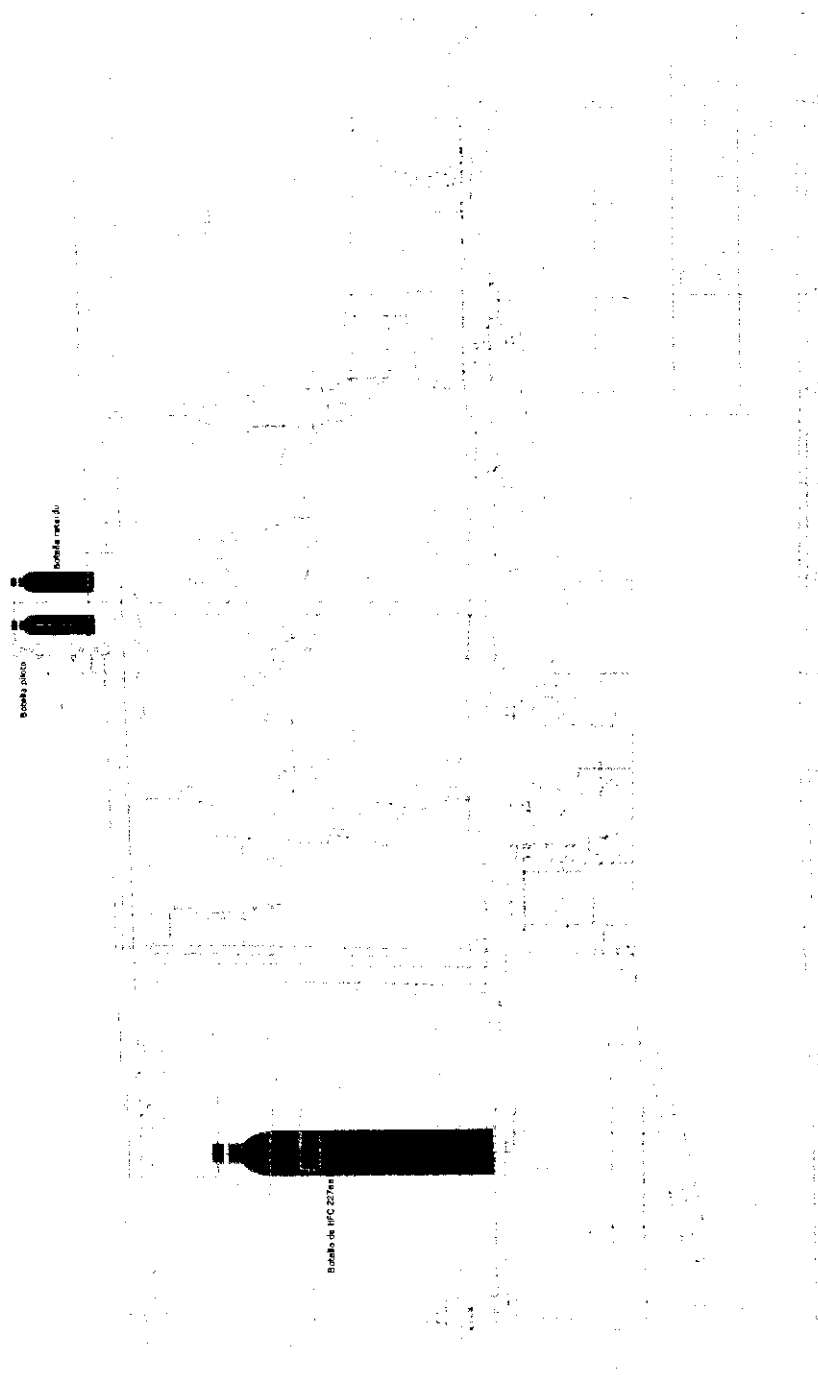
60 - 90 segundos

Tabla 3

MATERIAL	CILINDRO: ACERO CROMADO VÁLVULA: LATON SOPORTE: ACERO
TRATAMIENTO DE SUPERFICIE	CILINDRO: IMPRIMADOR + PINTURA SOPORTE: CAPA DE ELECTROCHAPADA DE CINC
COLOR	CILINDRO: ROJO
CAPACIDAD	2 L
PESO	4.0 kg

La botella piloto tiene una carga de 5kg de CO₂, una vez activada, el gas se distribuye por una parte a través del retardo (que se llena) y por otra activa la sirena y el presostato, dependiendo del taraje de la válvula del cilindro, el retardo da un tiempo de entre 30 y 90 segundos para proceder a la evacuación de la sala de máquinas.

4.1.2.- Plano de perfil/ Armario de disparo.



Plano 1

4.2.-ELEMENTOS DEL SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA.

4.2.1.- Detector de humos.

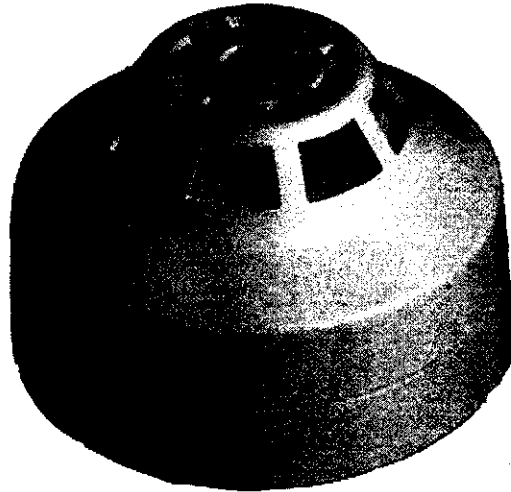


Ilustración 8

Estos detectores están basados en las variaciones ambientales que se producen por la presencia del humo, tales como el índice de refracción, la transparencia y la ionización. Cuando estas variaciones alcanzan un determinado nivel, se genera una señal de alarma. Los detectores de humo actúan más rápidamente que los detectores térmicos en la mayoría de los fuegos.

Según su principio de funcionamiento tienen distinta aplicación:

- Principio de ionización:

Poseen una respuesta más rápida a fuegos con presencia de llamas.

- Principio fotoeléctrico:

Son de respuesta más rápida al humo generado por fuegos con brasas.

4.2.2.- Detector térmico.

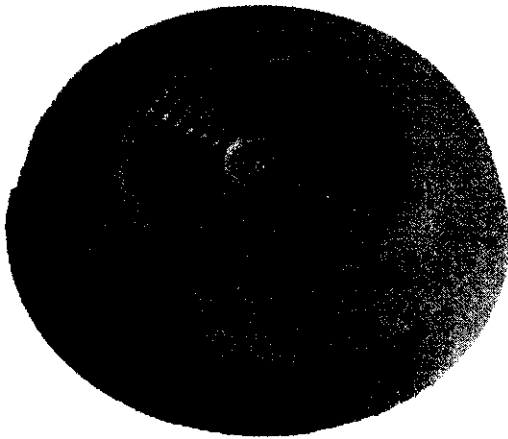


Ilustración 9

Son los detectores más difundidos y actúan ante la presencia de una determinada temperatura o cuando se alcanza una determinada velocidad de aumento de la temperatura. El principio de funcionamiento consiste en la detección de un cambio predeterminado, de una propiedad física o eléctrica, en un material o en un gas cuando se calientan. Debido a que la energía calorífica se transmite por convección, se sitúan en el techo.

Tienen un índice muy bajo de falsas alarmas, pero por contra, tienen una respuesta muy lenta ante la presencia de un fuego. Se emplean para la detección en:

- espacios pequeños donde puedan generarse fuegos con gran rapidez y que desprendan mucho calor,
- espacios donde las condiciones ambientales no permiten la instalación de otro tipo de detectores,
- espacios donde la velocidad de detección no sea prioritaria.

4.2.3.- Centralita (dependiendo del barco) en este caso de 4 zonas:

- Las centrales se componen de:
- Zonas de detección convencional mediante bucle controlado. Con funcionamiento normal, inhibida o pruebas.
- Llave de seguridad que controla el acceso a 3 modos de funcionamiento: Normal / Reposición y programación / activación manual.
- Indicadores luminosos.
- Zumbador interno con sonidos diferenciados para alarma y avería.
- Fuente de alimentación y circuito cargador de baterías.
- Capacidad para 2 baterías de 12V / 6 ah.
- Ubicada en cabina metálica de 245x325x120 mm con capacidad para alojar 2 baterías de 12V/6ah.

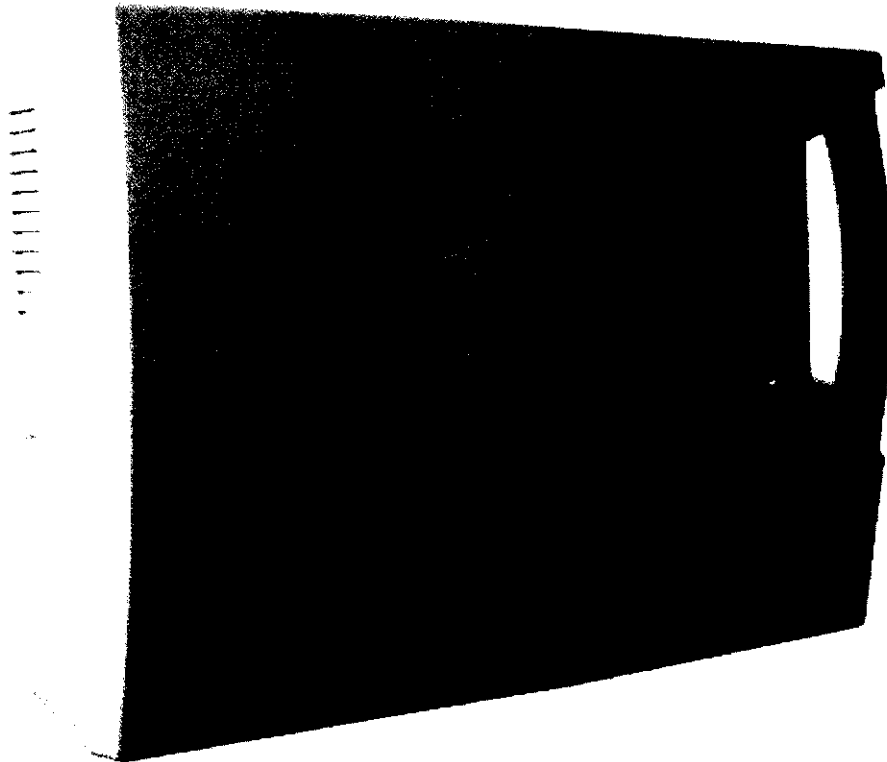


Ilustración 10

4.2.4.-Sirena de CO2.

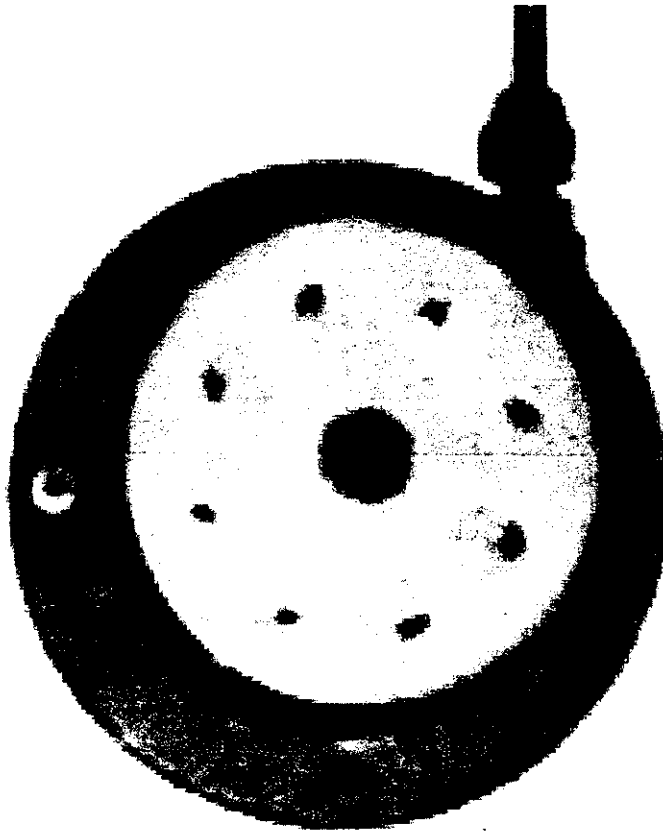
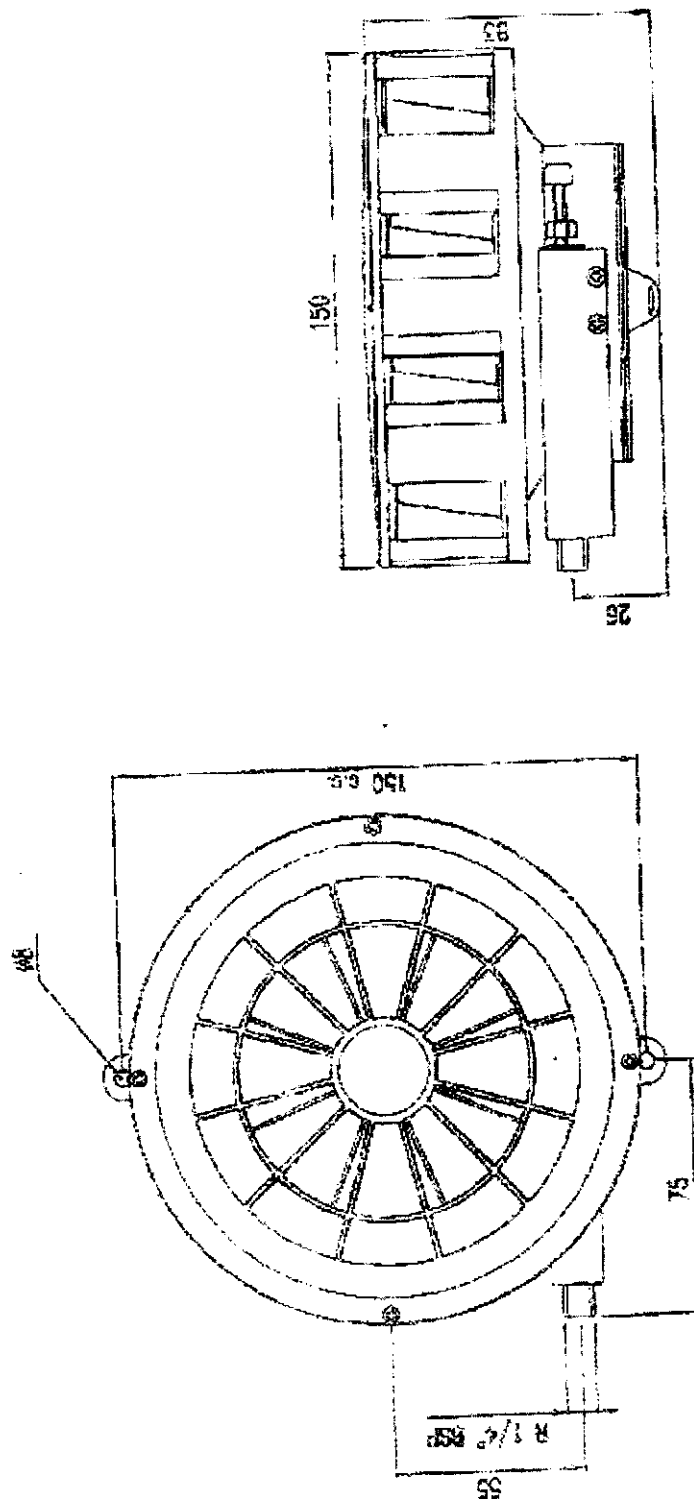


Ilustración 11

Cuando se activa la botella piloto, parte del gas va a los dumpers, al retardo y a la sirena.

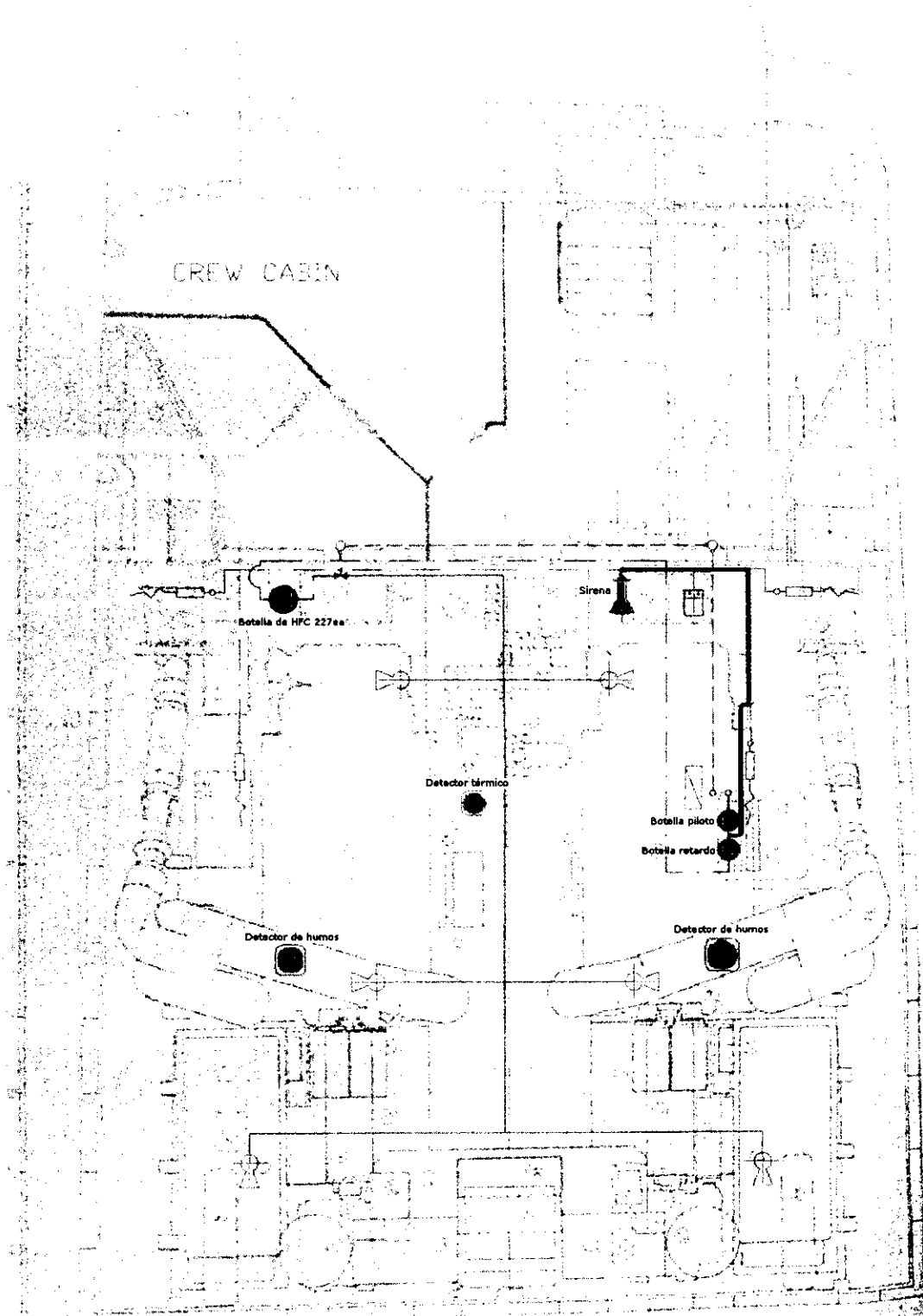
Tanto la sirena como los dumpers están situados dentro de la sala de máquinas.

Esquema de la sirena.



Esquema 4

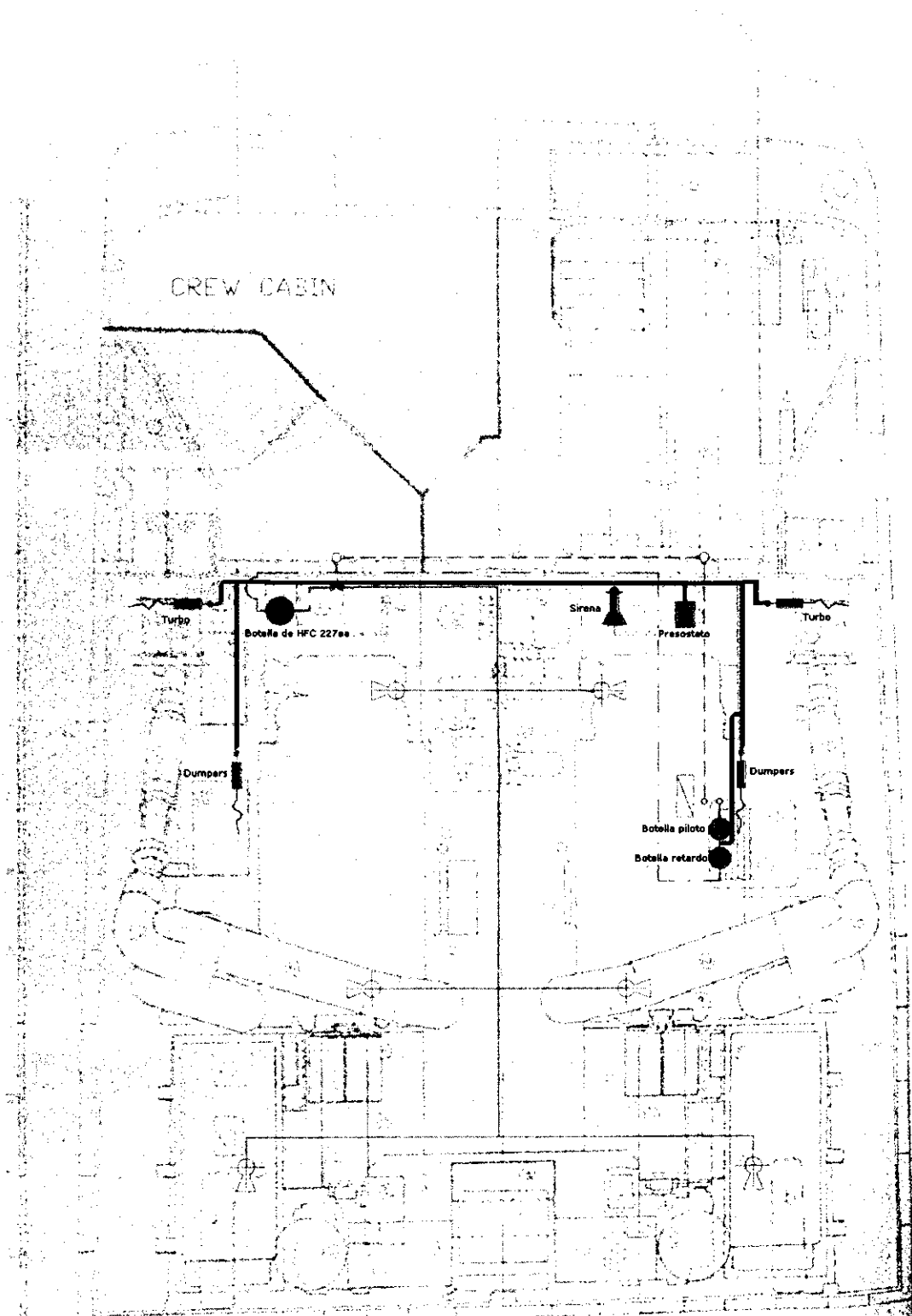
4.2.5.- Plano alarma y detección.



Plano 2

4.3.- ELEMENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN.

4.3.1.-Plano de cierre de la ventilación.



Plano 3

4.3.2.- Dumpers.

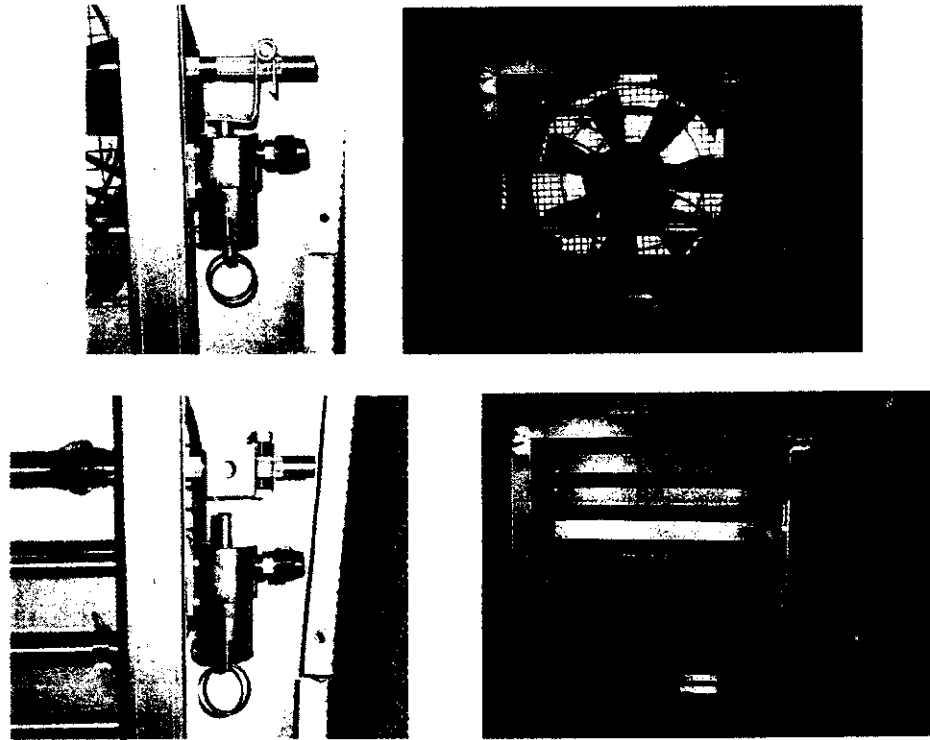


Ilustración 12

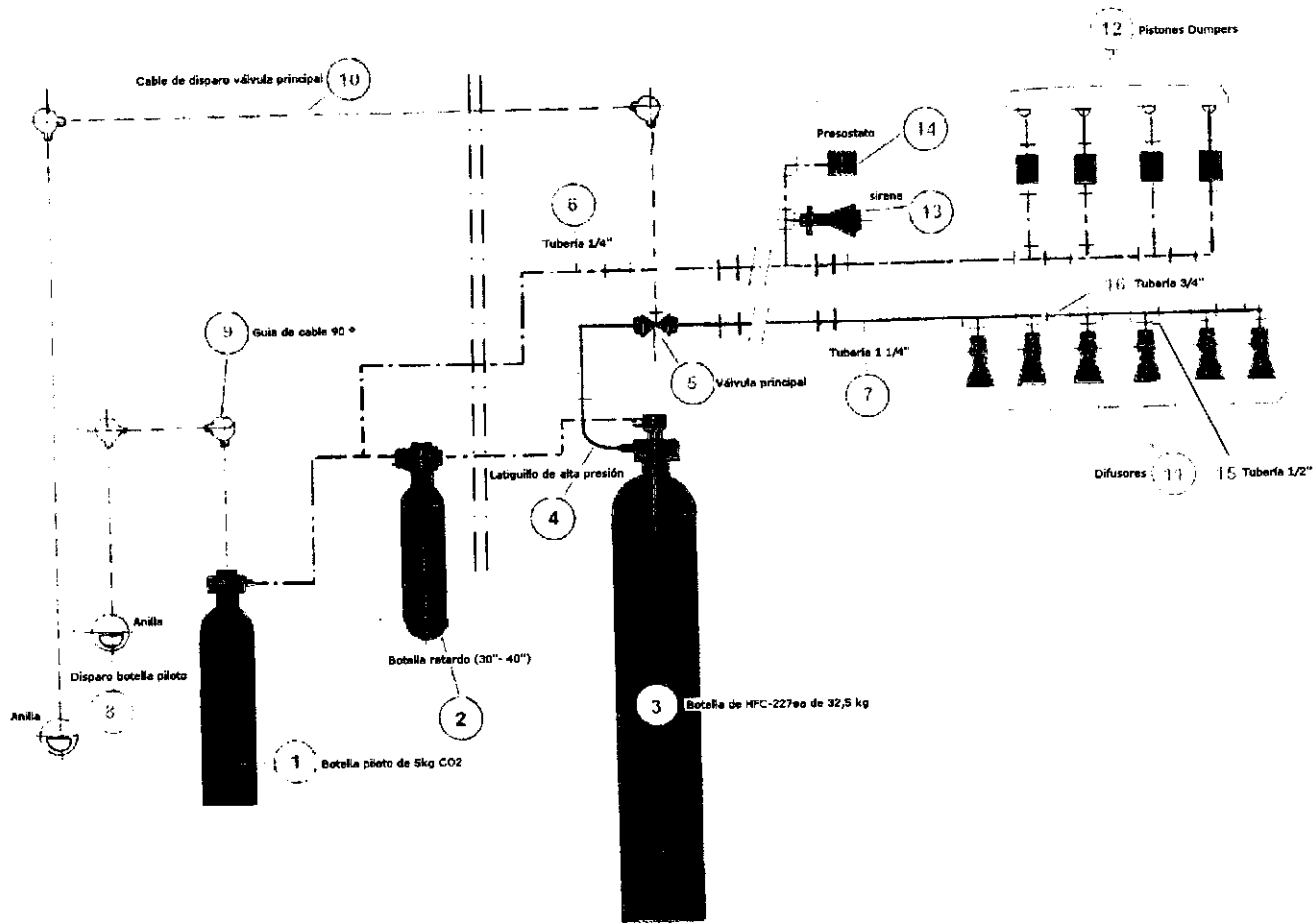
Una parte del gas del cilindro piloto, va hacia la sirena y el presostato. Este se encarga de cerrar los dumpers. Esto es necesario ya que el HFC 227ea actúa por inundación total por lo que todas las salidas y entradas de aire han de estar cerradas.

4.4.- ELEMENTOS DEL SISTEMA DE EXTINCIÓN.

Nº	DESCRIPCIÓN
1	Botella piloto de 5 kg. CO2
2	Botella retardo (30" - 40")
3	Botella de HFC 227ea 32,5kg
4	Latiguillo de alta presión
5	Válvula principal 1 1/4"
6	Tubería 1/4" DIN 2440
7	Tubería de 1 1/4" DIN 2440
8	Anilla de disparo botella piloto
9	Guía cable 90º
10	Cable de acero galvanizado
11	Difusores 1/2"
12	Pistones trampilla ventilador
13	Sirena
14	Presostato
15	Tubería 1/2" DIN 2440
16	Tubería 3/4 " DIN 2440

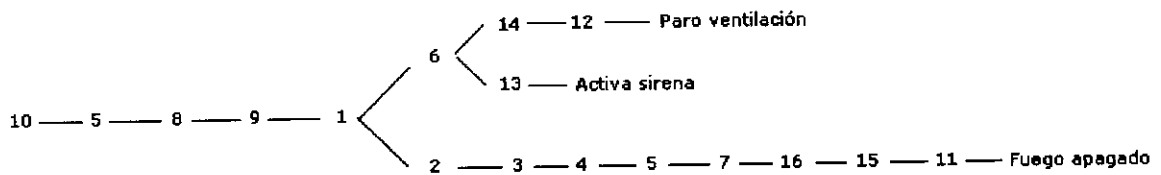
ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS CON AGENTE EXTINTOR HFC 227 ea EN SALA DE MÁQUINAS

4.4.1.-Esquema de la instalación de HFC 227 ea.



Esquema 5

Activación Normal:



Activación manual en Sala de máquinas:

1) 5 — 3 — 4 — 7 — 16 — 15 — 11 — Fuego apagado

2) 8 — 9 — 1 — 6
 └─ 14 — 12 — Paro ventilación
 └─ 13 — Activa sirena

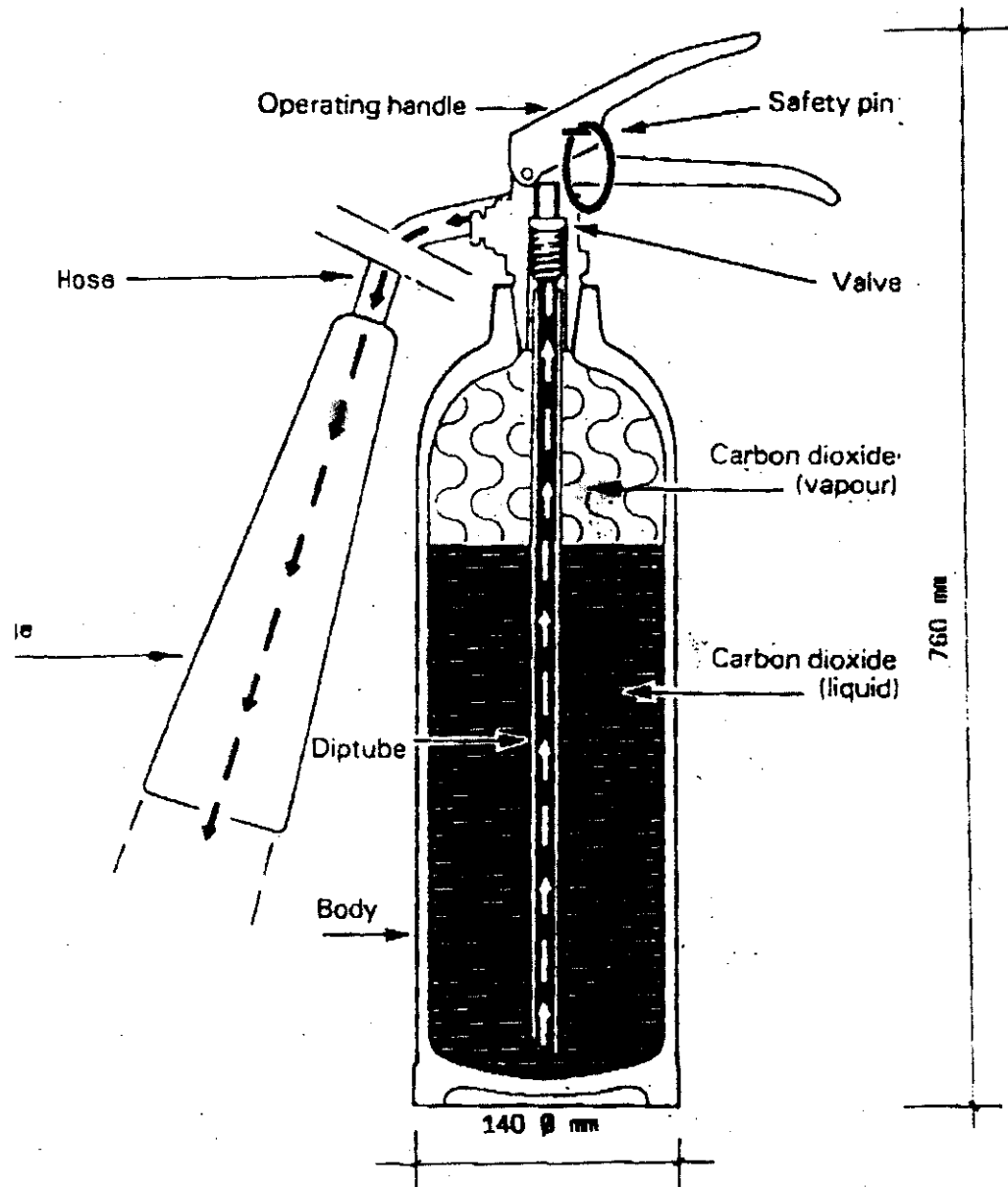
+ 2 extintores para cubrir $\frac{1}{4}$ del volumen de la sala de máquinas.

Esquema extintor.

FICHA TÉCNICA

5 kg CO₂ EXTINGUISHER

898



Esquema 6

4.4.2.-Características del Buque.

Embarcación de recreo con una eslora de 25 m. y una manga de 6 m. Con un volumen en sala de máquinas de 54m³.

4.4.3.-Elección del Agente extintor.

El agente extintor HFC-227ea es un gas limpio ampliamente aceptado como sustituto del halón, El HFC-227ea, o heptafluoropropano (CF₃CHF₂CF₃), es apto para la protección de la mayoría de los riesgos donde anteriormente se tenía que aplicar el halón 1301. Gracias a que el HFC-227ea no es conductor de la electricidad (a la vez que inodoro e incoloro), es efectivo tanto en la protección de riesgos eléctricos como en salas de ordenadores.

Además, es apto tanto para fuegos de clase A (fuegos que comprenden materiales sólidos) como para fuegos de clase B (líquidos inflamables).

Estudios realizados según el modelo PBPK (physiologically based pharmacokinetic model), incluido en NFPA 2001, han demostrado que la exposición de las personas al HFC-227ea durante un tiempo máximo de 5 minutos y a concentraciones de hasta el 10,5% v/v, no producen un nivel de HFC-227ea en la sangre asociado a una sensibilización cardíaca.

El HFC-227ea actúa principalmente por medios físicos, debilitando y extinguiendo el fuego por absorción de calor. Una vez descargado, el HFC-227ea extingue rápidamente el fuego asegurando la total seguridad a las personas y minimiza los daños a la propiedad y a los equipos de alto valor.

Los sistemas LPG con HFC-227ea están diseñados para descargas de 10 segundos de duración.

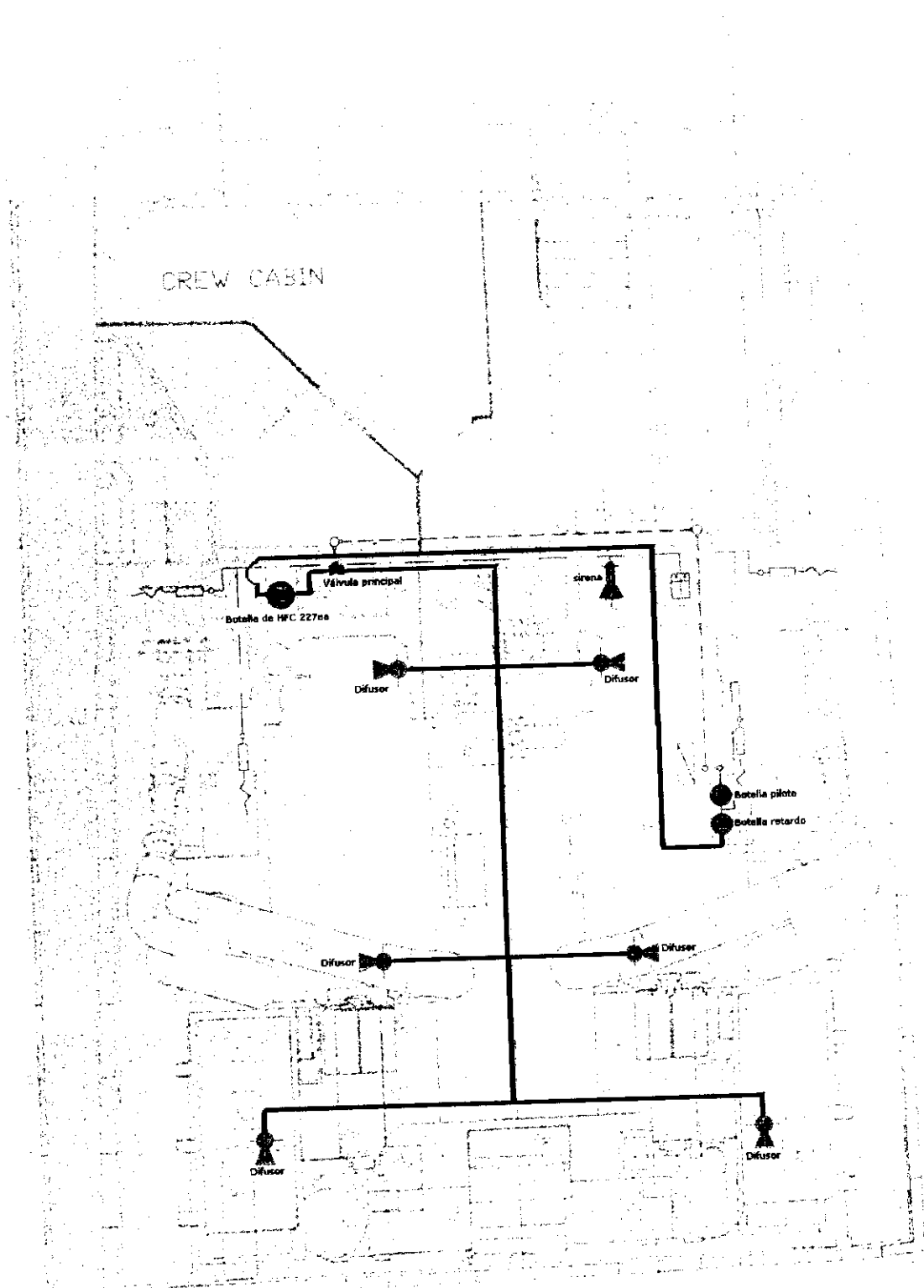
4.4.4.-Características del HFC-227ea.

Tabla 5
Características
Físicas

Nombre químico	Heptafluoropropano
Fórmula química	CF ₃ CHF ₂ CF ₃
Designación según ISO 14520, UNE 23570 y NFPA 2001	HFC-227ea
Peso molecular	170
Punto de ebullición a 1.013 bar	-16.4° C
Densidad del líquido a 20° C	1407 kg/m ³
Temperatura crítica	101.7° C
Presión crítica	29.12 bar
Presión de vapor a 20° C	3.21 bar
Resistencia eléctrica relativa a 1atm. 25° C (N ₂ =1.0)	2.0
Densidad de llenado máxima	1.15 kg/l
Concentración típica de diseño para heptano	8.6%
Factor de inundación para heptano a 20° C	0.686 kg/m ³
Concentración de diseño para clase A superficial	7.5%
Factor de inundación para clase A superficial	0.591 kg/m ³
NOVEL	9%
LÓAEL	10.5%
PBPK (5' de exposición)	10.5%
Poder destructor del ozono	0
Potencial de efecto invernadero	2900

ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS CON AGENTE EXTINTOR HFC 227 EA EN SALA DE MÁQUINAS

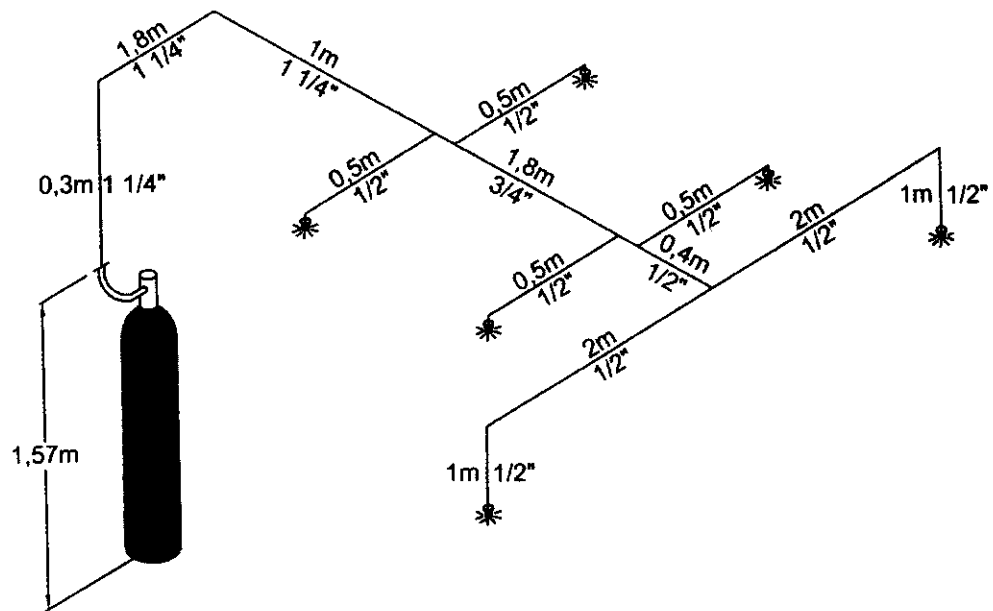
4.4.5.-Plano extinción.



Plano 4

5.- Calculo inundación total de una sala de maquinas de 53m³.

5.1.- Isometría del sistema.



Botella de 40,2 L. de HFC 227 ea cargada con 32,5 kg.

Esquema 7

**ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS CON
AGENTE EXTINTOR HFC 227 EA EN SALA DE MÁQUINAS**

5.2.- Cálculos isométricos del sistema.

Tabla 6

ÁREA A PROTEGER:		SALA DE MÁQUINAS	
TIPO DE RIESGO		GASOIL, ACEITE, ...	
MÉTODO DE APLICACIÓN		INUNDACIÓN TOTAL	
DIMENSIONES	- Largo	m	5,5
	- Ancho	m	5
ALTURA (H)		m	1,98
ÁREA (A)		m ²	27,5
VOLUMEN BRUTO (Vb=A*H):		m ³	54,45
VOLUMEN OCUPADO (Vo=%*Vb):		m ³	
VOLUMEN NETO (Vn=Vb-Vo):		m ³	54,45
T* MÍNIMA:		° C	20
CONCENTRACIÓN:		%	7,5
DENSIDAD DE DESCARGA (D):		Kg/m ³	0,5911
ALTITUD (h):		m	1
FACTOR CORRECTOR ALTITUD (Fh):		-	1
Kg. DE HFC 227ea = (Vnx D):		Kg	32,19
EQUIPO	1 Botella de 40,2 L. de capacidad con 32.5 Kgs. de HFC 227 ea y válvulas de descarga AE-160 Herraje. Dimensiones: 1,57 x 0,34 Latiguillo flexible: 1 1/4"		
DIFUSORES			6
RADIAL CALIBRADO		1/2"	
TUBERÍA:	Acero estirado sin soldadura DIN 2440.		
ACCESORIOS:	Roscados		ANSI B.16,11,ISO7
	soldados		ANSI B.16,11

NOTA: la concentración debe ser mantenida durante 10 minutos.(tiempo de protección).

Tabla 7

INFORMACIÓN DEL AGENTE EXTINTOR

AGENTE EXTINTOR:	HFC 227ea (FM 200) / PROPELANTE N2
AJUSTE DEL AGENTE REQUERIDO:	32,5 Kg
NOMBRE CONTAINER:	Botella de 40 L
NUMERO DE CONTAINERS PRINCIPALES:	1
NUMERO DE CONTAINERS EN RESERVA:	0
MANIFOLD:	NO MANIFOLD
DIRECCIÓN DE LA TUBERÍA	HORIZONTAL
AGENTE POR CONTAINER:	32,5 Kg
DENSIDAD LLENADO	0,808 Kg / l
PESO CONTAINER VACIO:	80,0 Kg
PESO, TODOS LOS CONTAINERS + EL AGENTE:	112,5 Kg
ÁREA POR CONTAINER:	0,06 m ²
CARGA POR CONTAINER:	1875 Kg / m ²

**ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS CON
AGENTE EXTINTOR HFC 227 EA EN SALA DE MÁQUINAS**

Tabla 8

INFORMACIÓN DEL RECINTO	0m(relativo al nivel del mar)	
ELEVACIÓN		
FACTOR DE CORRECCIÓN ATMOSFÉRICO	1	
NUMEROS DE RECINTOS	1	
NOMBRE	SALA DE MÁQUINAS	
TEMPERATURA DEL RECINTO	MÍNIMA	20,0 ° C
	MÁXIMA	20,0 ° C
MÁXIMA CONCETRACIÓN		7,514%
DISEÑO DE CONCENTRACIÓN	AJUSTADO	7,514%
	MÍNIMO	7,514%
MÍNIMO AGENTE REQUERIDO		32,5 Kg
	ANCHO	0,00 m
	LARGO	0,00 m
	ALTO	0,00 m
VOLUMEN		54,60 m3
TOTAL VOLUMEN		54,60 m3
AJUSTE DEL AGENTE REQUERIDO		32,5 Kg
NUMERO DE DIFUSORES		6

**Tabla 9
PIPE NETWORK**

PART 1 – PIPE	PIPE					
DESCRIPTION	START	END	TYPE	DIAMETER	LENGTH	ELEVATION
Main Cyl.X 1	0	1		32 mm	0,02 m	0,00 m
Flex hose	1	2	US80BWS	32 mm	0,40 m	0,20 m
Pipe	2	3	US80BWS	32 mm	0,30 m	0,30 m
Pipe	3	4	US80BWS	32 mm	3,00 m	0,00 m
Pipe	4	5	US80BWS	32 mm	0,10 m	0,00 m
Pipe	5	6	US80BWS	20 mm	1,80 m	0,00 m
Pipe	6	7	US80BWS	20 mm	0,10 m	0,00 m
Pipe	7	8	US80BWS	15 mm	0,40 m	0,00 m
Pipe	8	9	US80BWS	15 mm	2,00 m	0,00 m
Pipe/E1-N6	9	10	US80BWS	15 mm	0,10 m	-0,10 m
Pipe	8	11	US80BWS	15 mm	0,50 m	0,00 m
Pipe/E1-N5	11	12	US80BWS	15 mm	0,10 m	-0,10 m
Pipe	7	13	US80BWS	15 mm	0,50 m	0,00 m
Pipe/E1-N4	13	14	US80BWS	15 mm	0,10 m	-0,10 m
Pipe	6	15	US80BWS	15 mm	0,50 m	0,00 m
Pipe/E1-N3	15	16	US80BWS	15 mm	0,10 m	-0,10 m
Pipe	5	17	US80BWS	15 mm	0,50 m	0,00 m
Pipe/E1-N2	17	18	US80BWS	15 mm	0,10 m	-0,10 m
Pipe	4	19	US80BWS	15 mm	0,50 m	0,00 m
Pipe/E1-N1	19	20	US80BWS	15 mm	0,10 m	-0,10 m

**ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS CON
AGENTE EXTINTOR HFC 227 EA EN SALA DE MÁQUINAS**

Tabla 12

PARTS INFORMATION

Total Agent Required: 32,5 Kg
Botella de 40
Container Name: L
Number of Containers: 1

CONSOLIDATED REPORT

Nozzle	Type	Diameter	Nozzle Area
E1-N1	Metric	15 mm	42,65 mm ²
E1-N2	Metric	15 mm	40,00 mm ²
E1-N3	Metric	15 mm	42,65 mm ²
E1-N4	Metric	15 mm	38,90 mm ²
E1-N5	Metric	15 mm	29,68 mm ²
E1-N6	Metric	15 mm	34,52 mm ²

Nozzle	Drill Diameter	Drill Size
E1-N1	7,4000 mm	L
E1-N2	7,1000 mm	K
E1-N3	7,4000 mm	L
E1-N4	7,0000 mm	J
E1-N5	6,1000 mm	C
E1-N6	6,6000 mm	G

Pipe	Type	Diameter	Length
	US80BWS	15 mm	7,00 m
	US80BWS	20 mm	1,90 m
	US80BWS	32 mm	3,40 m

1 - Latiguillo Flexible de 1 1/4"

List of 90 degree elbows

6 - 15 mm
 1 - 32 mm

List of Tees

1 - 15 mm
 2 - 20 mm
 2 - 32 mm

Tabla 13

System Acceptance

System discharge Time: 9,4 seconds
Percent Agent in Pipe: 20,50%
Percent Agent before First Tee: 13,30%
Minimum Design Concentration: 7,514%
Adjusted Design Concentration: 7,514%
Predicted Concentration: 7,535%
Maximum Expected Agent Concentration: 7,535% (At 20,0 °C)

ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS CON
AGENTE EXTINTOR HFC 227 EA EN SALA DE MÁQUINAS

Tabla 14

CONSOLIDATED REPORT

Nozzle	Minimum Agent Required	Adjusted Agent Required	Predicted Agent Delivered	Nozzle Pressure (Average)
E1-N1	5,5 Kg	5,5 Kg	5,4 Kg	15,339 bar
E1-N2	5,4 Kg	5,4 Kg	5,4 Kg	15,356 bar
E1-N3	5,4 Kg	5,4 Kg	5,3 Kg	13,877 bar
E1-N4	5,4 Kg	5,4 Kg	5,3 Kg	13,855 bar
E1-N5	5,4 Kg	5,4 Kg	5,1 Kg	13,283 bar
E1-N6	5,4 Kg	5,4 Kg	5,9 Kg	13,157 bar

5.3.- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA FIJO CONTRAINCENDIOS HFC 227ea EN SALA DE MÁQUINAS.

Protección de la cámara de máquinas se hace a través de un cilindro piloto de 7,1Litros con disparo manual, cargado con 5Kg de CO2 que activa el disparo neumático de un cilindro cargado con 32,5 Kg de agente extintor HFC 227ea (FM200), todo de acuerdo con el cálculo hidráulico.

El volumen de dicha cámara de máquinas es de 54m³, requiriendo un agente extintor de 32,19 Kg, con 6 boquillas.

El cilindro piloto activa pneumáticamente a través de una tubería tipo DIN 2440 y ¼" los siguientes equipamientos.

- Paro del ventilador con interruptor de presión.
- Cierre de las escotillas de acceso a cubierta con un pistón neumático.
- Alarma de la cámara de máquinas.

Llenado del cilindro de retardo (30"- 40") que finalmente activa el cilindro de HFC 227ea (FM200).

6.- Valoración económica de la instalación.

6.1.- Coste de la instalación.

Tabla 15

COSTE DE LA INSTALACIÓN

DESCRIPCIÓN	Unidad	Precio/U/Euros	Total Euros
Botella piloto de 5 kg. CO2	1	118	118
Botella retardo (30" - 40")	1	224	224
Botella de HFC 227ea 32,5kg	1	669	669
Latiguillo de alta presión	1	62	62
Válvula principal 1 1/4"	1	48	48
Tubería 1/4" DIN 2440	6	8	48
Tubería de 1 1/4" DIN 2440	4	13	52
Anillas de disparo botella piloto	2	6	12
Guía cable 90°	4	50	200
Cable de acero galvanizado	3	59	177
Difusores 1/2"	6	10,5	63
Pistones trampilla ventilador	4	40	160
Sirena	1	164	164
Presostato	1	38	38
Tubería 1/2" DIN 2440	8	7	56
Tubería 3/4" DIN 2440	2	6	12
Detector térmico	1	19	19
Detector de humos	2	28	56
Juego etiquetas inst. disparo	1	70	70
Soporte tubo 3/4"	6	3	18
Soporte tubo 1 1/4"	10	4	40
Soporte tubo 1/2"	20	3	60
Armario disparo	1	67	67
COSTE MATERIALES			2433
Hora operario a bordo	24	26	624
Hora ingeniero a bordo	24	40	960
COSTE MANO DE OBRA			1584
COSTE TOTAL			4017

**ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS CON
AGENTE EXTINTOR HFC 227 EA EN SALA DE MÁQUINAS**

Tabla 16

**MANTENIMIENTO DE LA
INSTALACION**

REVISION ANUAL	Unidad	Precio/U/Euros	Total Euros
Rev. Extintor. CO2	1	12	12
Rev. inst. fija HFC 227ea	1	98	98
Rev. retardo	1	25	25
hora operario	1	26	26
Despl.	2	50	100
TOTAL REVISION ANUAL			261

Tabla 17

REVISION 5 AÑOS	Unidad	Precio/U/Euros	Total Euros
Prueba Hidráulica retardo	1	37	37
Prueba Hidráulica piloto	1	27	27
Recarga piloto (kg)	5	38	190
P. Hidráulica HFC 227ea	1	51	51
Recarga HFC 227ea (kg)	32,5	36	1170
Hora operario desmontar	2	26	52
Hora operario montar	2	26	52
Desplazamiento	2	50	100
Soplado de tuberías	1	24	24
TOTAL REVISION 5 AÑOS			1703

6.2.- Amortización de la instalación.

La amortización es un término económico y contable, referido al proceso de distribución en el tiempo de un valor o bien duradero, con una duración que se extiende a varios periodos o ejercicios que muchas veces representan el periodo útil del bien.

En nuestro caso y para la Instalación de nuestro "**Sistema contra Incendios**" el periodo útil de vida lo consideramos de 15 años.

Tabla 18

[Redacted]				
Valor Neto				4.107,00 €
Iva 16%				657,12 €
Valor Total				4.764,12 €
[Redacted]				
Cantidad inicial al inicio instalación				1.000,00 €
El resto a 90 días				3.764,12 €
Pago Total				4.764,12 €
[Redacted]				
Base Amortizable o de amortización				4.107,00 €
Periodo de amortización en años			15	
Amortización Anual (Valor Neto/Periodo)				273,80 €
[Redacted]				
1	4.107	274	274	3.833
2	4.107	274	548	3.559
3	4.107	274	821	3.286
4	4.107	274	1.095	3.012
5	4.107	274	1.369	2.738
6	4.107	274	1.643	2.464
7	4.107	274	1.917	2.190
8	4.107	274	2.190	1.917
9	4.107	274	2.464	1.643
10	4.107	274	2.738	1.369
11	4.107	274	3.012	1.095
12	4.107	274	3.286	821
13	4.107	274	3.559	548
14	4.107	274	3.833	274
15	4.107	274	4.107	0
TOTAL	4.107			

Dado que por normativa es obligatoria la instalación de un sistema contra-incendios, la tabla de amortización descrita se ha incluido a título informativo.

7.- La Huella Ecológica

El Desarrollo Sostenible.

El concepto de "**Desarrollo Sostenible**" esta de moda. Sin embargo, las empresas, organizaciones, etc., que desean "iniciar un desarrollo sostenible" se encuentran frecuentemente con la imposibilidad de evaluar el alcance de sus decisiones, ya que no dispone de **herramientas** de medida fiables que le indiquen si sus inversiones, o políticas de empresa están en sintonía con el desarrollo sostenible.

- **La huella ecológica es una de estas herramientas.**

¿Qué es la huella ecológica?

La huella ecológica es una medida de la presión que ejerce el hombre sobre la naturaleza. Es una herramienta que evalúa la superficie productiva necesaria para que una población responda a su consumo de recursos y a sus necesidades de absorción de desechos.

Imagine que Vd. esta solo en una isla desierta. ¿Qué tamaño debería tener su isla para que pueda vivir autárquicamente de manera sostenible y responder a sus necesidades de alimentación, calefacción, materiales de construcción, aire puro, agua potable y absorción de desechos. Esa superficie representaría nuestra huella ecológica, si ejercemos una presión demasiado fuerte sobre la isla (si, hacemos grandes hogueras por las noches para eludir la soledad), etc. en suma si la huella ecológica es superior al tamaño de la isla, nuestra supervivencia correría el riesgo de quedar comprometida en un plazo más o menos largo.

A escala mundial, la huella ecológica de la humanidad es una estimación de la superficie terrestre o marina biológicamente productiva necesaria para responder al conjunto de nuestras necesidades.

- En los últimos 35 años, la huella ecológica global de la humanidad casi se ha duplicado, sobrepasando en un 20% las capacidades biológicas de la Tierra.
- Vivimos claramente por encima de nuestras posibilidades con respecto a los recursos del planeta, y estamos poniendo en grave peligro a las futuras generaciones: ¡Si no hacemos nada, en el año 2050, la huella ecológica de la humanidad podría sobrepasar en un 100% la capacidad biológica del planeta.
- La huella ecológica de España es de 6,40 hectáreas por habitante, sin embargo, la biocapacidad de nuestro territorio es de 2,43 hectáreas por habitante.

ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS CON AGENTE EXTINTOR HFC 227 EA EN SALA DE MÁQUINAS

TABLA 19

SISTEMA CONTRA INCENDIOS USANDO EL HFC 227ea

Cálculo de la huella ecológica

Fecha: Mayo 2008

CATEGORÍAS	Unidades	Consumo anual		Intensidad energética [GJ/t]	en gigajulios [GJ/año]	Huella por tipo de ecosistema, en hectáreas						HUELLA TOTAL [ha·fe]	
		en unidades de consumo [unidades/año]	en toneladas sin IVA [t/año]			energía fósil [ha·fe]	tierra cultivable [ha·fe]	pastos [ha·fe]	bosque [ha·fe]	terreno construido [ha·fe]	mar [ha·fe]		
1.1. Electricidad	[kWh]	70,0	4,5	0,0	0,0036	0,25	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Subtotal 1.1. (t CO ₂)		70,0	4,5	0,0	0,25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.2. Combustibles			0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Subtotal 1.2. (t CO ₂)			0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.3. Materiales	sin IVA		70,0	0,1	43,75	2,33	0,0						0,0
Productos derivados del plástico	[l]		2.066,0	0,3	100	25,49	0,4						0,4
Miscelanea de productos manufacturados	[l]		2.136,0	0,3	27,83	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
Subtotal 1.3. (t CO ₂)						2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3
1.4. Materiales de construcción			600,0	0,7	43,75	29,29	0,5						0,5
Energía	[l]		230,0	0,1	30	3,45	0,1						0,1
Cobre	[l]		830,0	0,8	32,73	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
Subtotal 1.4. (t CO ₂)						2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7
1.5. Servicios			0,0	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Subtotal 1.5. (t CO ₂)			0,0	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.6. Desechos	[l]												
Subtotal 1.6. (t CO ₂)						0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SUB-TOTAL 1 (t CO ₂)			2.970,5	1,1	60,81	5,1	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1
SUB-TOTAL 2 (t CO ₂)			0,0				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SUB-TOTAL 3 (t CO ₂)			0,0	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SUB-TOTAL 4 (t CO ₂)			0,0	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTALES			2.970,5	1,1	60,8	5,1	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1
Total (t CO ₂)													1,0
Huella ecológica neta (ha)													5,1
Huella ecológica neta (t CO ₂)													5,1

RESUMEN	
Huella mundial	
Espacio ambiental bruto en ha (ha/cap/año)	2,2
Huella ecológica	
Huella ecológica neta en hectáreas/año	1,0
Huella ecológica neta en t CO ₂ /e año emitidas	5,1
Huella ecológica neta en nº personas	0,4

Resultados:

<i>Huella ecológica neta (ha/año)</i>	1
<i>Emisiones netas (t CO₂/año)</i>	5,1

En consecuencia el impacto ecológico del "Sistema Contra Incendios" es mínimo ya que es inferior a la mitad de la huella mundial.

8.- MANTENIMIENTO DEL SISTEMA.

8.1.-Mantenimiento mínimo de las instalaciones de protección contra-incendios.

1. Los medios materiales de protección contra incendios se someterán al programa mínimo de mantenimiento que se establece en las tablas I y II.
2. Las operaciones de mantenimiento recogidas en la tabla I serán efectuadas por personal de un instalador o un mantenedor autorizado, o por el personal del usuario o titular de la instalación.
3. Las operaciones de mantenimiento recogidas en la tabla 11 serán efectuadas por personal del fabricante, instalador o mantenedor autorizado para los tipos de aparatos, equipos o sistemas de que se trate, o bien por personal del usuario, si ha adquirido la condición de mantenedor por disponer de medios técnicos adecuados, a juicio de los servicios competentes en materia de industria de la Comunidad Autónoma.
4. En todos los casos, tanto el mantenedor como el usuario o titular de la instalación, conservarán constancia documental del cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo, indicando, como mínimo: las operaciones efectuadas, el resultado de las verificaciones y pruebas y la sustitución de elementos defectuosos que se hayan realizado. Las anotaciones deberán llevarse al día y estarán a disposición de los servicios de inspección de la Comunidad Autónoma correspondiente.

TABLA 20

Agentes extintores y su adecuación a las distintas clases de fuego

Agente extintor	Clase de fuego (UNE 23.010)			
	A (Sólidos)	B (Líquidos)	C (Gases)	D (Metales especiales)
Agua pulverizada	(2)XXX	X		
Agua a chorro	(2)XX			
Polvo BC (convencional)		XXX	XX	
Polvo ABC (polivalente)	XX	XX	XX	
Polvo específico metales				XX
Espuma física	(2)XX	XX		
Anhídrido carbónico	(1)X	X		
Hidrocarburos halogenados	(1)X	XX		

Notas:

- 1) en fuegos poco profundos (profundidad inferior a 5 mm) puede asignarse xx.
- 2) En presencia de tensión eléctrica no son aceptables como agentes extintores el agua a chorro ni la espuma; el resto de los agentes extintores podrán utilizarse en aquellos extintores que superen el ensayo dieléctrico normalizado en UNE 23.110.

Programa de mantenimiento de los medios materiales de lucha contra incendios.

Operaciones a realizar por personal de una empresa mantenedora autorizada, o bien, por el personal del usuario o titular de la instalación

Equipo o Sistema

Cada tres meses.

Sistemas automáticos de detección y alarma de incendios.

Comprobación de funcionamiento de las instalaciones (con cada fuente de suministro). Sustitución de pilotos, fusibles, etc., defectuosos.

Sistemas fijos de extinción

- Rociadores de agua.
- Agua pulverizada.
- Polvo.
- Espuma.
- Agentes extintores gaseosos.

Comprobación de que las boquillas del agente extintor o rociadores están en buen estado y libres de obstáculos para su funcionamiento correcto.

Comprobación del buen estado de los componentes del sistema, especialmente de la válvula de prueba en los sistemas de rociadores, o los mandos manuales de la instalación de los sistemas de polvo, o agentes extintores gaseosos.

Comprobación del estado de carga de la instalación de los sistemas de polvo, anhídrido carbónico y de las botellas de gas impulsor cuando existan.

Comprobación de los circuitos de señalización, pilotos, etc., en los sistemas con indicaciones de control.

Limpieza general de todos los componentes.

Sistemas fijos de extinción:

Operaciones a realizar por el personal especializado del fabricante o instalador del equipo o sistema o por el personal de la empresa mantenedora autorizada.

CADA AÑO

Sistemas automáticos de detección y alarma de incendios.

Verificación integral de la instalación.

Limpieza del equipo de centrales y accesorios.

Verificación de uniones roscadas o soldadas.

Limpieza y reglaje de relees.

Regulación de tensiones e intensidades.

Verificación de los equipos de transmisión de alarma.

Prueba final de la instalación con cada fuente de suministro eléctrico.

Sistema manual de alarma de incendios.

Verificación integral de la instalación.

Limpieza de sus componentes.

Verificación de uniones roscadas o soldadas.

Prueba final de la instalación con cada fuente de suministro eléctrico.

Sistemas fijos de extinción:

- Rociadores de agua.
- Agua pulverizada.
- Polvo.
- Espuma.
- Anhídrido carbónico.
- Agentes extintores gaseosos.

Comprobación integral, de acuerdo con las instrucciones del fabricante o instalador, incluyendo en todo caso:

Verificación de los componentes del sistema, especialmente los dispositivos de disparo y alarma.

Comprobación de la carga de agente extintor y del indicador de la misma (medida alternativa del peso o presión).

Comprobación del estado del agente extintor.

Prueba de la instalación en las condiciones de su recepción.

8.2.- Certificados de revisión anual, bianual y quinquenal

A continuación, se detallan los certificados utilizados habitualmente en la revisión de instalaciones fijas. En ellos se aprecia de manera rápida y precisa las particularidades de cada revisión a las que el sistema está sujeto según los años.

CERTIFICADO DE REVISION INSTALACION FIJA CONTRA INCENDIOS ANUAL

FIRE FIGHTING INSTALLATION SERVICE CERTIFICATE

Nº. Certificado/Certificate Nr Fecha revisión/ Service Date:

Nombre Buque/ Vessel Name :

Nº IMO / IMO Nr

**INSTALACION DE EXTINCION POR CO2 A ALTA PRESION / INSTALLATION OF HIGH CO2
PRESSURE EXTINCTION**

IDENTIFICACION DE LA INSTALACION /INSTALLATION IDENTIFICATION

Nº cilindros:/Nr of cylinders: Marca/Type: Capacidad unit:/Each of Cap:

Nº Cilindros piloto/Nr Cylinders type: Marca/Type: Capacidad unit/Each of Cap:

Nº líneas de distribución/Nr.distribution lines:

Ultima Prueba Hidráulica / Older Pressure Test of cylinders :

Zona Cobertura/Covering:

DESCRIPCION DE LA INSPECCION- PRUEBAS REALIZADAS	HECHO / CARRIED OUT	NO HECHO/ NOT CARRIED	ver Comentario s/ See coments
DESCR/PTION OF /NSPECT/ON - TESTS DONE			
Desarmar sistema de disparo I Re/ease System and distribution valves secured		X	
Pesado de cilindros para comprobar su contenidoI Contents in cylinders checked by manual weighing		X	
Comprobación nivel cilindros con ind.nivelI Contents in cylinder checked by level indicator	X		
Prueba hidráulica de los cilindros I Hydraulic test of cylinders	X		
Comprobar cilindros piloto I Contents of pilot cylinders checked	X		
Comprobar válvulas de los cilindros I AII cylinder valves visually inspected	X		
Comprobar sujeción cilindros en bastidor I AII cylinder frames and connection checked for tightness	X		
Inspección colector I Manifold inspected		X	
Prueba colector I Manifold tested	X		
Inspección válvula principal y de distribución I Main valve and distribution valves inspected	X		
Prueba válvula principal y de distribución I Main valve and distribution valves tested	X		
Inspección circuito piloto I Total flooding release system inspected	X		
Soplado circuito piloto I Total f100ding re/ease system blown through		X	
Inspección estación piloto I Re/ease stations inspected	X		
Inspección sistema de alarma I Alarm system inspected	X		
Inspección ventiladores- paro I Fan stop tested	X		
Inspección líneas de distribución y dispersores I Distribution lines and nozzles inspected	X		
Comprobación líneas de distribución y dispersores I Distribution lines and nozzles tested		X	
Soplado líneas de distribución y dispersores I Distribution lines and nozzles blown through		X	
Inspección sistema detección de humos I Inspection smoke detection system		X	
Comprobación puertas, bisagras, cierres I AII doors, hinges, locks inspected		X	
Inspección de las instrucciones en la instalación I AII instruction plates on installation inspected	X		
Reconexión del sistema, sellado y listo para su funcionamiento I System reconnected, sealed and left in operational arder		X	
Colocación etiquetas revisión I Inspection date labels attached	X		
Temp. Cilindros / Cylinders Temp: 17 °C			

CERTIFICADO DE REVISION INSTALACION FIJA CONTRA INCENDIOS BIANUAL

FIRE FIGHTING INSTALLATION SERVICE CERTIFICATE

Nº. Certificado/Certificate Nr Fecha revisión/ Service Date:

Nombre Buque/ Vessel Name :

Nº IMO / IMO Nr

INSTALACION DE EXTINCION POR CO2 A ALTA PRESION / INSTALLATION OF HIGH CO2 PRESSURE EXTINGUISHING

IDENTIFICACION DE LA INSTALACION IINSTALLATION IDENTIFICATION

Nº cilindros:/Nr of cylinders: Marca/Type:

Capacidad unit:/Each of Cap:

Nº Cilindros piloto/Nr Cylinders type: Marca/Type:

Capacidad unit/Each of Cap:

Nº líneas de distribución/Nr.distribution lines:

Ultima Prueba Hidráulica / Older Pressure Test of cylinders :

Zona Cobertura/Covering:

DESCRIPCION DE LA INSPECCION- PRUEBAS REALIZADAS	HECHO I CARRIED OUT	NO HECHOI NOT CARRIED	ver comentario si See coments
<i>DESCR/PTION OF /NSPECT/ON - TESTS DONE</i>			
Desarmar sistema de disparo I Re/ease System and distribution valves secured	X		
Pesado de cilindros para comprobar su contenidoI Contents in cylinders checked by manual weighing		X	
Comprobación nivel cilindros con ind.nivelI Contents in cylinder checked by level indicator	X		
Prueba hidráulica de los cilindros I Hydraulic test of cylinders	X		
Comprobar cilindros piloto I Contents of pilot cylinders checked	X		
Comprobar válvulas de los cilindros I AII cylinder valves visually inspected	X		
Comprobar sujeción cilindros en bastidor I AII cylinder frames and connection checked for tightness	X		
Inspección colector I Manifold inspected		X	
Prueba colector I Manifold tested	X		
Inspección válvula principal y de distribución I Main valve and distribution valves inspected	X		
Prueba válvula principal y de distribución I Main valve and distribution valves tested	X		
Inspección circuito piloto I Total flooding release system inspected	X		
Soplado circuito piloto I Total flooding re/ease system blown through		X	
Inspección estación piloto I Re/ease stations inspected	X		
Inspección sistema de alarma I Alarm system inspected	X		
Inspección ventiladores- paro I Fan stop tested	X		
Inspección líneas de distribución y dispersores I Distribution lines and nozzles inspected	X		
Comprobación líneas de distribución y dispersores I Distribution lines and nozzles tested		X	
Soplado líneas de distribución y dispersores I Distribution lines and nozzles blown through		X	
Inspección sistema detección de humos I Inspection smoke detection system	X		
Comprobación puertas, bisagras, cierres I AII doors, hinges, locks inspected	X		
Inspección de las instrucciones en la instalación I AII instruction plates on installation inspected	X		
Reconexión del sistema, sellado y listo para su funcionamiento I System reconnected, sealed and left in operational arder	X		
Colocación etiquetas revisión I Inspection date labels attached	X		
Temp. Cilindros / Cylinders Temp: 17 °C			

CERTIFICADO DE REVISION INSTALACION FIJA CONTRA INCENDIOS QUINQUENAL

FIRE FIGHTING INSTALLATION SERVICE CERTIFICATE

Nº. Certificado/Certificate Nr Fecha revisión/ Service Date:

Nombre Buque/ Vessel Name :

Nº IMO / IMO Nr

INSTALACION DE EXTINCION POR CO2 A ALTA PRESION / INSTALLATION OF HIGH CO2 PRESSURE EXTINCTION

IDENTIFICACION DE LA INSTALACION IINSTALLATION IDENTIFICATION

Nº cilindros:/Nr of cylinders: Marca/Type:

Capacidad unit:/Each of Cap:

Nº Cilindros piloto/Nr Cylinders type: Marca/Type:

Capacidad unit/Each of Cap:

Nº líneas de distribución/Nr.distribution lines:

Ultima Prueba Hidráulica / Oler Pressure Test of cylinders :

Zona Cobertura/Covering:

DESCRIPCION DE LA INSPECCION- PRUEBAS REALIZADAS <i>DESCR/PTION OF /NSPECT/ON - TESTS DONE</i>	HECHO / <i>CARRIED OUT</i>	NO HECHO/ <i>NOT CARRIED</i>	Ver Comentario s/ See coments
Desarmar sistema de disparo I <i>Re/ease System and distribution valves secured</i>		X	
Pesado de cilindros para comprobar su contenido I <i>Contents in cylinders checked by manual weighing</i>	X		
Comprobación nivel cilindros con ind.nivel I <i>Contents in cylinder checked by level indicator</i>	X		
Prueba hidráulica de los cilindros I <i>Hydraulic test of cylinders</i>	X		
Comprobar cilindros piloto I <i>Contents of pilot cylinders checked</i>	X		
Comprobar válvulas de los cilindros I <i>AII cylinder valves visually inspected</i>	X		
Comprobar sujeción cilindros en bastidor I <i>AII cylinder frames and connection checked for tightness</i>	X		
Inspección colector I <i>Manifold inspected</i>	X		
Prueba colector I <i>Manifold tested</i>	X		
Inspección válvula principal y de distribución I <i>Main valve and distribution valves inspected</i>	X		
Prueba válvula principal y de distribución I <i>Main valve and distribution valves tested</i>	X		
Inspección circuito piloto I <i>Total flooding release system inspected</i>	X		
Soplado circuito piloto I <i>Total f100ding re/ease system blown through</i>	X		
Inspección estación piloto I <i>Re/ease stations inspected</i>	X		
Inspección sistema de alarma I <i>Alarm system inspected</i>	X		
Inspección ventiladores- paro I <i>Fan stop tested</i>	X		
Inspección líneas de distribución y dispersores I <i>Distribution lines and nozzles inspected</i>	X		
Comprobación líneas de distribución y dispersores I <i>Distribution lines and nozzles tested</i>	X		
Soplado líneas de distribución y dispersores I <i>Distribution lines and nozzles blown through</i>	X		
Inspección sistema detección de humos I <i>Inspection smoke detection system</i>		X	
Comprobación puertas, bisagras, cierres I <i>AII doors, hinges, locks inspected</i>		X	
Inspección de las instrucciones en la instalación I <i>AII instruction plates on installation inspected</i>	X		
Reconexión del sistema, sellado y listo para su funcionamiento I <i>System reconnected, sealed and left in operational arder</i>		X	
Colocación etiquetas revisión I <i>Inspection date labels attached</i>	X		
Temp. Cilindros / <i>Cylinders Temp: 17 °C</i>			

9.- sociedades de clasificación.

En la industria de navegación, las Sociedades de Clasificación son organizaciones no gubernamentales o grupos de profesionales con el objetivo de promover la seguridad de la vida humana y propiedades (buques y plataformas offshore) así como la protección del entorno natural marino. Esto se consigue gracias al desarrollo de Reglas de Clasificación, la confirmación de que el diseño de los buques cumple con dichas reglas, la inspección de los buques durante el periodo de construcción y las inspecciones periódicas para confirmar que los buques continúan cumpliendo dichas reglas.

La primera Sociedad de Clasificación fue Lloyd's Register originada a partir de la famosa cafetería londinense del siglo XVII frecuentada entre otros por mercaderes, armadores y agentes de seguros, incluidos todos en el sector de la navegación.

Actualmente existen más de 50 organizaciones de clasificación marítima en el mundo, siendo las tres principales la británica Lloyd's Register, la noruega Det Norske Veritas y la estadounidense American Bureau of Shipping.

9.1. - ABS (American Bureau of Shipping).

GUIDANCE NOTES ON FIRE-FIGHTING SYSTEMS

Sistemas fijos de extinción de gas.

1.- Principios de los sistemas fijos de extinción de gas

Los sistemas fijos de extinción de gas suprimen los fuegos reduciendo el oxígeno disponible en la atmósfera en un punto donde la combustión no puede ocurrir más o interrumpiendo la reacción química necesaria para la progresión del fuego.

Las ventajas de los sistemas fijos de gas sobre sistemas a base de agua son:

- El daño al equipo sensible se puede evitar, especialmente en el caso del equipo electrónico.
- El tiempo de limpieza y el tiempo inactivo del equipo se reduce substancialmente.

Las desventajas son:

- Algunos agentes gaseosos son peligrosos para las personas.
- El efecto de enfriamiento de los sistemas de gases es perceptiblemente menor que a base de agua.
- En caso del agua, la fuente puede ser ilimitada para los sistemas de la lucha contra el fuego, sin embargo en el gas, la cantidad disponible está limitada por la cantidad que hay en el cilindro.

Debido a las desventajas antes mencionadas, es esencial que los sistemas fijos de lucha contra el fuego de gas estén desplegados rápidamente para poder reducir al mínimo la acumulación de calor. También se debe tener cuidado y evitar la posibilidad de que el encendido se deba a la disipación del gas extintor y de la introducción de aire fresco en los compartimentos protegidos que son abiertos prematuramente después de un fuego.

Requisitos del ABS para los sistemas fijos de extinción de gas:

Los dibujos y los detalles que se repasarán deben incluir un sistema diagramático arreglado, cálculos con respecto a la cantidad y al tiempo de descarga del gas y de una cuenta completa de materiales. La cuenta de materiales debe incluir especificaciones de materiales, tamaños y la pared gruesa de la tubería; tipo de guarniciones (especificaciones materiales incluyendo), grados de la presión y estándares de la construcción para los componentes afluídos, junto con el fabricante información respecto a componentes del sistema especializados. Cierta información adicional requerida normalmente para ser verificada en los arreglos eléctricos y estructurales también puede estar proporcionada.

Medio de extinción no permitido

De acuerdo con el SVR 4-7-3/3.1.1, el uso de un medio extintor que emite gases tóxicos en tales cantidades y que pone en peligro a personas no deben ser permitidos. Además, la nueva instalación de los sistemas extintores del halón no se permite más como medio extintor, según lo especificado en SVR 4-7-3/3.1.1 [y SOLAS (2000 enmiendas) Ch. II-2/10.4.1.2], debido que los hidrocarburos halogenados dañan la capa de ozono de la atmósfera.

Componentes y materiales del sistema.

La instalación de tubos, los empalmes y las guarniciones son conformes con los requisitos en las secciones del SVR 4-6-1 y 4-6-2 y es conveniente para el grado de presión del sistema. La tubería asociada a los cilindros, incluyendo la válvula anti-retorno (de retraso de tiempo)

Suelen ser convenientes para la presión máxima del almacenaje de los cilindros.

(a) materiales.

Los materiales han de ser adecuados para el servicio previsto, la tubería de acero ASTM A-120 y las tuberías no metálicas no deben ser utilizadas. Además, los componentes deben ser hechos para que puedan aguantar bien el calor, sugiriendo que sean equivalentes al acero.

Por ejemplo, las tuberías o los inyectores de aluminio de la descarga no se permiten porque podrían no funcionar y eliminar así la capacidad del sistema.

(b) mangueras flexibles no metálicas.

Las mangueras flexibles usadas en los cilindros cumplen con el SVR 4-6-2/5.7.1 y debe ser suministrado por el fabricante del sistema.

(c) certificación de los componentes aflautados.

Los componentes del sistema aflautado deben ser certificados de acuerdo con el SVR 4-6-1/7 y los requisitos comentados en el SVR 4-1-1/Tabla 6, como apropiados. Los requisitos en el SVR 4-1-1/Tabla 4 se deben también aplicar a los componentes especializados del sistema, tales como las válvulas de control y de lanzamiento, culata, contadores de tiempo, retardo, inyectores, etc., y su conformidad verificada durante la revisión de plan.

(d) grueso mínimo de la pared de la tubería.

La instalación de tubos usada en sistemas fijos de extinción debe cumplir con los requisitos mínimos del grueso de pared especificados en el SVR 4-7-3/Tabla 2. Para instalar los tubos de los envases de almacenaje a la estación de distribución, el grueso mínimo de la pared de la instalación de tubos se da en la columna "A" del SVR 4-7-3/Tabla grueso de pared de 2. Mínimos de la tubería de la distribución de la estación a los inyectores se enumera en la columna "B" de SVR 4-7-3/Tabla 2. El contenido y las notas del SVR 4-7-3/Tabla 2 se proporcionan en la sección 4, cuadro 1 de esta dirección.

Nota: Verificación del cumplimiento de los requisitos mínimos del grueso de la pared especificados en la sección 4, el cuadro 1 se debe verificar durante la revisión de plan.

Tabla 20

Grueso mínimo de la pared de la tubería de distribución media del gas.

Nominal bore, mm	OD, mm	A, mm	B, mm	Nominal bore inch	OD inch	A inch	B inch
15	21.3	2.8	2.6	1/2	0.840	0.110	0.102
20	26.9	2.8	2.6	3/4	1.050	0.110	0.102
25	33.7	4.0	3.2	1	1.315	0.157	0.126
32	42.4	4.0	3.2	1 1/4	1.660	0.157	0.126
40	48.3	4.0	3.2	1 1/2	1.9	0.157	0.126
50	60.3	4.5	3.6	2	2.375	0.177	0.142
65	76.1	5.0	3.6	2 1/2	2.875	0.197	0.142
80	88.9	5.5	4.0	3	3.5	0.220	0.157
90	101.6	6.03	4.0	3 1/2	4.0	0.248	0.157
100	114.3	7.1	4.5	4	4.5	0.280	0.177
125	139.7	8.0	5.0	5	5.563	0.315	0.197
150	168.3	8.8	5.6	6	6.625	0.346	0.220

Notas:

1. los gruesos mínimos antes dichos se derivan de esos gruesos disponibles en la ISO 4200 series 1 (OD), JIS (N.P.S.), o ASTM (N.P.S.). Diámetro y grueso según otros reconocidos estándares serán aceptados. Por consiguiente, leves variaciones en el grueso mínimo de la pared se pueden considerar si la pared mínima y los valores del grueso estándar en la cual la tubería es fabricada no coinciden directamente con los valores tabulados.

2 para las tuberías roscadas, donde el aprobado, está en la medida del grueso a la parte inferior del hilo de la rosca. Este punto es muy importante durante la etapa de la revisión del plan.

3 la superficie interna de las tuberías fuera del cuarto de motor debe ser galvanizado y debe también verificarse durante la revisión del plan.

(e) diseño de envases medios para extintores.

De acuerdo con el SVR 4-7-3/3.1.11, los envases para el almacenaje de un extintor medio y presión asociada y sus componentes deben ser diseñados de acuerdo con los requisitos para los recipientes del reactor en el SVR, Sección 4-4-1. La última práctica ha sido basar el diseño sobre un máximo temperatura ambiente de 55° C (131°F).

En 21°C(70°F), la presión en el envase de CO₂ esta en la barra de 58.7 (850 PSI). Sin embargo, la presión del cilindro puede levantarse rápido con un aumento en temperatura. Para aplanar la presión contra. Las características de la temperatura durante el almacenaje, los cilindros de gas se limitan al terraplén máximo de densidades.

Marca de las válvulas de control:

Según los requisitos del SVR 4-7-3/3.1.2, las provisiones convenientes deben ser hechas para prevenir la admisión de un medio de extinción en cualquier espacio. Por consiguiente, las tuberías necesarias para transportar el medio extintor en espacios protegidos debe ser mediante válvulas de control y dichas válvulas de control deben ser marcadas claramente, indicando los espacios a las cuales se llevan las tuberías.

En asociación con el requisito antes dicho, es importante recordar que los arreglos de la tubería dentro del cuarto de almacenaje pueden ser absolutamente complejos, especialmente cuando el mismo almacenaje el banco está protegiendo espacios múltiples. En una emergencia, no hay tiempo para identificar qué válvulas se deben abrir para lanzar el medio en un espacio particular.

Por consiguiente, la marca y la identificación claras del control y de las válvulas direccionales es Crítico, especialmente cuando se reconoce que hay normalmente solo una carga de medio de extinción, y el lanzamiento accidental del medio de extinción en el espacio equivocado puede agotar la única fuente de medio de extinción.

Tubería de la distribución:

La tubería de la distribución del medio extintor debe ser arreglada y con descarga a los inyectores colocados para que obtengamos una distribución uniforme del medio, según lo indicado dentro del SVR 4-7-3/3.1.2. El apresto de la tubería y de los inyectores es crítico para la operación apropiada del sistema en el tiempo de descarga permitido y los cálculos que se requieren normalmente para verificar iguales. Donde sea posible, la instalación de tubos no debe pasar por áreas de la comodidad. Las tuberías de la distribución no pueden pasar a través de comodidades a condición de que estén de grueso substancial y que su tirantez sea verificada con una prueba de presión, después de la instalación, al frente de presión no menos de 50 (725 PSI). Además, las tuberías que pasan por áreas de comodidad deben ser ensambladas solamente soldando con autógena y no debe haber cabida en los drenes u otras aberturas dentro de los espacios.

Las tuberías no deben pasar a través de espacios refrigerados.

Distribución del inyector:

El SVR 4-7-3/3.1.2 requiere que los inyectores de la descarga sean colocados de forma uniforme para la distribución del medio. Sin embargo, es importante observar que los inyectores deben no colocarse de una manera que pueda poner en peligro al personal encargado del mantenimiento del equipo o usar escalas de acceso, escapes y localizaciones similares. También, los inyectores deben no ser situados cerca de la ventilación u otras aberturas, como haya una ocasión relativamente mayor de que el CO₂ sea forzado hacia fuera de la abertura.

En los espacios cerrados de un buque, la localización de los inyectores del sistema no es tan importante como la localización de los inyectores de los sistemas de aerosol en la espuma y en el agua. El gas en un sistema fijo de extinción se dispersará a todas las porciones del peligro dentro de un período relativamente corto. Sin embargo, el posicionamiento razonable de los inyectores con un cierto patrón uniforme reduce medir el tiempo necesario para que el gas se mezcle con el aire y inerte totalmente el espacio. Considerando que el CO₂, que es más pesado que el aire y que ventila, tenderá a permanecer en las zonas más bajas del espacio, forzando al aire hacia fuera, la tapa contendrá poco CO₂. (Durante las condiciones del fuego, la corriente del aérea ascendente del fuego tenderá a llevar el CO₂ lejos, haciendo la acción pronto y el encierro de aberturas esencial.)

Medios de cerrar todas las aberturas y paro de ventiladores de la ventilación:

El cierre de todas las aberturas que pueden admitir aire o permite al medio de extinción que se escape de un espacio protegido antes del lanzamiento del CO₂ es importante asegurar eso para que la concentración requerida de CO₂ sea la misma. Esto incluye medios de cerrar todos los umbrales, ventiladores, espacios anulares alrededor de los embudos y otras aberturas del espacio protegido. Si la ventilación es eléctrica, o manual debe ser proporcionada la invalidación. Asimismo, la detención de los ventiladores de la ventilación antes de la descarga del CO₂ es necesaria. También parar los ventiladores de ventilación en los espacios de máquinas, cuartos de bombas y espacios de carga, así como la capacidad de cerrar todos los umbrales, ventiladores, espacios anulares alrededor de embudos y otras aberturas del espacio protegido, según los requisitos del SVR 4-7-2/1.9.5, 4-7-2/1.9.6, 4-7-3/3.1.3 y 4-8-2/11.9, está típicamente observado en la letra de la revisión y verificado por el topógrafo de asistencia.

Depósitos del aire:

Según lo discutido arriba, mantener la concentración de gas del medio de extinción fijo es importante. Por consiguiente, el SVR 4-7-3/3.1.4 requiere que el volumen de aire libre contenido en el aire se consideren los depósitos. Con este fin, el volumen de aire libre contenido en todos los receptores de aire debe ser considerado y debe ser agregado al volumen de los espacios que se protegerán, a menos que sus válvulas de descarga de seguridad u otros dispositivos de la relevación de presión estén descargando fuera de los espacios protegidos.

Alarma amonestadora del lanzamiento medio:

Se requieren los medios que proporcionen automáticamente la advertencia audible del lanzamiento del medio extintor en cualquier espacio en el cual el personal trabaje normalmente o en la cual ellos tengan acceso, de acuerdo con el SVR 4-7-3/3.1.5. La alarma se requiere para que funcione en un periodo de tiempo necesario para evacuar el espacio, pero no menos que 20 segundos antes de que el medio sea lanzado, y debe ser capaz de que la audición se de en cualquier parte del espacio protegido con el funcionamiento de la maquinaria bajo condiciones normales.

Las alarmas pueden estar neumáticamente (por el medio de extinción o por el aire) o eléctricamente funcionado. Si son accionadas eléctricamente, las alarmas se les debe suministrar energía de la cañería y de una fuente de emergencia. Si esta funcionado neumáticamente por el aire, el aire suministrado ha de ser seco y limpio, y el depósito de la fuente debe ser encajado con una alarma de la presión baja. El suministro de aire se puede tomar de los receptores de aire el comenzar. Cualquier válvula de parada encajada en la línea de suministro del aire debe ser bloqueada o sellada en la posición abierta. Cualquier componente eléctrico asociado al sistema neumático debe ser accionado por la fuente principal y emergencia.

La consideración del peligro extremo en cualquier descarga de CO₂ presenta al personal en el espacio protegido, la verificación que las alarmas y el retardo del lanzamiento funcionarán correctamente, esto es vital para asegurarse que el personal tenga la oportunidad de evacuar el espacio protegido antes de la descarga de CO₂. Según lo observado arriba, la alarma y el retardo asociado en la descarga deben continuar por lo menos 20 segundos. Sin embargo, en las salas de máquinas más grandes pueden requerir un sistema con un retardo más largo para asegurarse que los individuos tengan una oportunidad de evacuar.

La verificación de que la unidad de retraso de tiempo se establece correctamente dentro del diseño de sistema y de hecho prevendrá el lanzamiento inmediato se debe verificar durante la revisión de plan. Es también importante observar como los individuos reaccionarán distintos bajo la tensión y presión de una emergencia, y por lo tanto, cualquier método de lanzamiento retrasado que confía en la sincronización individual o la cuenta hacia afuera no se considera aceptable. La unidad de retraso de tiempo debe ser un dispositivo automático incorporado en el sistema.

Resolución relacionada de la OMI

Resolución A.686 (17), párrafo 4.2

La alarma media extintora debe tener una característica que pueda ser fácilmente Distinguida de cualquier otra alarma audible o llamada instalada en los espacios referidos, y no debe ser combinada con ninguna otra alarma audible o llamada.

En asociación con las discusiones antes dichas, debe ser observado que ciertas administraciones, tales como Reino Unido MSA, no permiten que los retrasos sean encajados en sistemas fijos de extinción de gas. Para tales situaciones donde las reglas pueden estar en conflicto con regulaciones específicas del país de abanderamiento, el SVR 4-7-1/1 indica que la consideración que se le puede dar a los sistemas de extinción que se conforman con los requisitos publicados por la autoridad gubernamental de la bandera del país cuyo buque da derecho para tener una alternativa o adición a los requisitos. Por consiguiente, si la administración de la bandera tiene regulaciones "publicadas" específicamente al prohibir de retardos, los arreglos sin los retardos se pueden aceptar para la clasificación.

Localización de los controles para el lanzamiento del medio de extinción

El SVR 4-7-3/3.1.6 requiere que los medios de control de cualquier sistema fijo de extinción de gas debe ser:

- i) Fácilmente accesible,
- ii) Fácil funcionamiento
- iii) Agrupados en localizaciones donde no sea posible que sean cortados por un fuego en un espacio protegido.

Mientras que el SVR 4-7-3/3.1.6 indica que el número de estaciones de lanzamiento deben ser limitadas tanto como sea posible, por lo menos debe tener dos estaciones "independientes" de lanzamiento. Una estación del lanzamiento debe ser instalada fuera del espacio protegido en una localización donde probablemente no será cortada por un fuego

que dentro del espacio protegido y el segundo medio de lanzamiento del sistema debe formar parte del compartimiento de almacenaje del cilindro.

El SVR 4-7-3/3.1.6 también requiere que cada estación de lanzamiento debe estar marcada y ser identificada claramente con el espacio al que protege. Además, en cada localización tiene que haber unas instrucciones claras en lo que concierne a las operaciones del sistema con respecto a la seguridad del personal.

En el repaso del dibujo del sistema, el diseño del sistema teledirigido debe estar cuidadosamente explicado. La operación teledirigida se consigue con frecuencia por un sistema de cables. Se tira de la palanca en la estación alejada, y esta fuerza se transmite a través del cable al cilindro piloto localizado donde funcionan los cilindros o las válvulas. La operación de tirar no debe requerir una fuerza de más de 178 N (40 lbf) que 35.6 cm (14 inches) el movimiento a lograr su propósito. Aunque el sistema pueda funcionar satisfactoriamente cuando es nuevo, las posibles torceduras del cable debido a la posición que toma, o al deterioro posible de las poleas, etc., puede hacer que el sistema no funcione correctamente, o incluso en el futuro. Por esta razón, las longitudes excesivas del cable de control no se deben utilizar, y los cables y los otros mecanismos no se deben instalar nunca en lugares donde estén expuestos a: El tiempo, la corrosión, etc. además, los cables de la impulsión y la tubería no deben funcionar en espacios protegidos.

Lanzamiento automático del medio extintor:

Los controles para activar el sistema deben ser de impulsión manual. La impulsión automática del sistema (e.g., sobre la señal de la detección de fuego, los dispositivos de la subida de temperatura, el etc.) no lo permite el SVR 4-7-3/3.1.7, a menos que pueda ser aprobado basándose en el uso del medio de extinción que no emita los gases tóxicos, el líquido u otras sustancias que pongan en peligro al personal.

Sistemas que protegen más de un espacio:

Donde la cantidad del medio de extinción que se requiere para proteger más de un espacio, el SVR 4-7-3/3.1.8 indica que la cantidad del medio disponible no necesita ser más que la requerida para cualquier espacio protegido.

Almacenaje de envases medios:

(a) *arreglos generales.*

Los requisitos para el almacenaje de la extinción, los cilindros medios se encuentran en el SVR 4-7-3/3.1.9. Los cilindros de gas deben estar almacenados en un sitio en el exterior del espacio protegido que sea

seguro y de fácil acceso. El cuarto debe tener un acceso fácil e independiente del espacio protegido, preferiblemente en la cubierta abierta.

Además, la puerta de acceso debe abrirse hacia fuera, de modo que en caso de lanzamiento inesperado del gas dentro del espacio, no atrapará al personal dentro del cuarto. Si la puerta se abiera hacia dentro, incluso una sobrepresurización moderada dentro del compartimiento haría imposible para cualquier persona dentro del espacio abrir la puerta.

Los espacios situados debajo de la cubierta o los que están donde no está el acceso de la cubierta abierta deben tener un sistema de ventilación mecánica diseñado para tomar el aire del extractor de la parte inferior del espacio y programada para proporcionar por lo menos 6 cambios de aire por hora. En el acceso las puertas se abren hacia fuera, y los tabiques herméticos y cubiertas incluyendo puertas y otros medios de cerrado junto con cualquier abertura que forme parte de los límites entre tales cuartos y los espacios colindantes incluidos han de ser a prueba de gas. Los límites del cuarto deben tener la integridad de fuego clasificada como el de una estación de control.

(b) arreglos de la ventilación.

Los espacios que contienen los cilindros deben estar diseñados y ventilados para imposibilitar una temperatura ambiente superior a 50° C (130 ° F). Esto es para evitar que la presión en los cilindros se eleve y rompa el disco de la ruptura que protege el cilindro contra la sobrepresión. En tal situación, la ruptura del disco de sobrepresión llenaría el cuarto de gas, no quedando para luchar contra el fuego. El lanzamiento inadvertido podría también poner en peligro a cualquier personal que pueda estar dentro del cuarto de almacenaje.

(c) requisitos del aislamiento.

Una situación similar de la sobrepresión puede suceder si los cilindros están situados inmediatamente adyacentes al espacio que protegen. El calor del fuego en el espacio protegido por conducción puede pasar fácilmente a través del tabique hermético, elevando la temperatura en el almacén y reventar los cilindros.

Esta situación podría ocurrir fácilmente si el fuego ha ganado una considerable ventaja antes del descubrimiento. Para evitar tal situación, el banco del cilindro se debe situar en un espacio que no sea contiguo con el espacio protegido. Si esto no es posible, entonces los límites comunes (tabiques herméticos y cubiertas) en medio de los espacios deben ser aislados. Para los requisitos del aislamiento, ver el registro 9 en las tablas SOLAS.

II-2/9. En la determinación de los requisitos del aislamiento, los cuartos de almacenaje deben ser considerados como estaciones de control, según lo especificado en el SVR 4-7-3/3.1.9

Interpretación del ABS/instrucción relacionadas (I/I):

(d) ventilación.

El sistema de ventilación para el cuarto de almacenaje del gas debe ser independiente del resto de los espacios, y los detalles con respecto al sistema de ventilación deben ser comprobados para que cualquiera de las otras interconexiones verifique que el gas, en caso de la salida, no se propaga en otros espacios. Si la información presentada no es disponible/suficiente, la conformidad con lo antes dicho se puede dejar a la satisfacción de la asistencia y observado en la revisión.

Sistemas del halón (PROHIBIDOS EN LA ACTUALIDAD):

Mientras que los sistemas fijos de extinción que utilizaban el halón eran muy popular debido a su capacidad de respetar la vida y de extinguir fuegos, basándonos en el protocolo de Montreal, las reglas no permiten el uso de los sistemas halogenados del hidrocarburo para las nuevas instalaciones, de acuerdo con el SVR. Por consiguiente, no se proporciona ninguna discusión con respecto a estos tipos de sistemas.

Requisitos para los sistemas usar el halón "alternativas":

Con la prohibición del halón como medio extintor en el Protocolo de Montreal y la enmienda resultante del SOLAS en 1992 debido a su impacto perjudicial en el medio ambiente, un vacío importante fue creado para los medios de extinción que no son tan peligrosos para el personal como el CO₂. Por consiguiente, ha habido trabajo significativo en el desarrollo de las alternativas del halón y el desarrollo de los criterios de prueba internacionales para verificar su eficacia en la extinción de fuegos a bordo.

Basado sobre el trabajo significativo y las pruebas concluidas por un número de países, incluyendo los E.E.U.U. Los guardacostas, la organización marítima internacional ha establecido un sistema mínimo de criterios para la prueba de extinguir agentes y el diseño de los sistemas. Estos criterios son publicados en las circulares 776 y 848 de la OMI.

Los requisitos especificados en las circulares 776 y 848 de la OMI serían requeridos. Además, de la aprobación del medio por la administración de la bandera. La aceptación de la sustitución de un halón por el agente alternativo no se permite sin la aprobación anterior de una administración apropiada. Esto es para asegurarse de que los aspectos medioambientales se asociaran a los requisitos en las circulares 776 y 848 de la OMI se han tratado adecuadamente con las organizaciones apropiadas de la administración.

Es importante observar que los criterios en las circulares 776 y 848 de la OMI requieren no sólo a que el agente sea probado y verificado como medio de extinción eficaz, pero también requerir la descarga específica de inyector que se incluirán en la prueba, puesto que diversos inyectores generarán diversos patrones de flujo y de distribución. Por consiguiente, si un inyector se propone para ser utilizado con un agente particular, las pruebas de fuego se especificaran en las circulares 776 de la OMI y 848. Por lo tanto, no sólo el agente de extinción en particular sino también el hardware proporcionados por los fabricantes/los distribuidores particulares se debe verificar como aprobado por la OMI.

Una vez un medio de extinción y el hardware se asociaron a un fabricante/a un distribuidor particulares han pasado los requisitos de prueba del fuego especificados en las circulares 776 y 848 de la OMI, y han recibido la aprobación por la administración competente, pueden ser considerados para los propósitos de la clasificación. Sobre el recibo y la revisión de la documentación que verifican conformidad con los artículos antes dichos, el diseño de sistema real se puede repasar para el cumplimiento de los requisitos identificados en las circulares 776 y 848 de la OMI.

Esto incluiría la verificación del cumplimiento de todos los requisitos de sistema aplicable identificados en las circulares 776 y 848 de la OMI, así como en el registro del SOLAS. II-2/5.1 (capítulo 5/2.1 del código del FSS), excepto según lo modificado por las pautas, y NFPA 2001Standard, que se refieren a las circulares 776 y 848 de la OMI. La verificación que los componentes afluídos también se comparan con los requisitos aplicables del ABS especificó en la sección 4-6-2 y 4-7-3/3 del SVR.

Hay en la actualidad varias alternativas al halón que están en el mercado y algunas que han obtenido la aprobación del ABS. El sistema de supresión marina de fuego de la serie de Kidde-Fenwal FM-200 ECS y el sistema de ANSUL Inergen ahora se enumeran como los sistemas homologados ABS. Ver <http://www.eagle.org/typeapproval/index.html> del ABS para otros detalles. Los listados de la aprobación del ABS identificarán los requisitos específicos aplicables al sistema particular.

10. Conclusión.

Realizado el diseño y análisis del sistema contra incendios por inundación total en una sala de máquinas de 54m³ mediante el agente extintor **HFC-227ea** que es un gas limpio ampliamente aceptado como sustituto del halón, se ha podido comprobar utilizando cálculos isométricos expuestos en el proyecto, que la cantidad teórica necesaria del agente extintor **HFC-227ea** para una sala de máquinas de ese volumen es de 32,5 kg.

Se toma la decisión de utilizar este agente extintor, por considerarlo el más adecuado para la protección de la mayoría de los riesgos donde anteriormente se tenía que aplicar el halón 1301 por ser más efectivo en la protección de equipos eléctricos, electrónicos, informáticos y telecomunicaciones. En lo que atañe a la protección de la salud del personal estudios realizados según el mod. PBPK (*physiologically based pharmacokinetic model*), incluido en NFPA 2001 (*National Fire Protection Association*), han demostrado que la exposición de las personas al **HFC-227ea** durante un tiempo máximo de 5 minutos y a concentraciones de hasta 10,5% v/v, no producen un nivel de **HFC-227ea** en la sangre asociado a una sensibilización cardiaca.

El **HFC-227ea** tiene menos efectos nocivos hacia las personas que el anhídrido carbónico (CO₂).

Otra característica a tener en cuenta del **HFC-227ea** es que la descarga se produce en 10 segundos, contra los 2 minutos que necesita el CO₂ para su descarga. Es aconsejable en salas de máquinas con un sistema de "máquina desatendida".

No deja residuos tras su aplicación por lo tanto los equipos que no han sido afectados por el fuego funcionan con normalidad.

El impacto de la huella ecológica es mínimo ya que es de 1 ha/año, siendo este nivel menos de la mitad de la huella mundial que es de 2,2 ha/año, además el gas HFC-227 no tiene impacto en la huella ecológica.

El proyecto se ha estudiado y realizado teniendo en cuenta las normativas de seguridad establecidas y exigidas por la **NFPA 2001:2004** (National Fire Protection Agency), **ISO 14520** (Organización Internacional para la Estandarización) y **UNE 23572:2000** (Una Norma Española) detallada en el proyecto.

La vida útil de la instalación a nivel de amortización la estimamos en 15 años.

12.- ANEXOS:

12.1.-NORMA ESPAÑOLA UNE 23572.

ÍNDICE

ANTECEDENTES	74
0 INTRODUCCIÓN	75
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	76
2 NORMAS PARA CONSULTA	76
3 DEFINICIONES	76
4 CARACTERÍSTICAS Y USOS	76
5 DISEÑO DE SISTEMAS	80
5.1 Densidad de llenado	80
5.2 Sobrepresurización	81
5.3 Cantidad de agente extintor	81

ANTECEDENTES

ISO (Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (miembros de ISO). El trabajo de redacción de Normas Internacionales normalmente se realiza en Comités Técnicos de ISO. Cada miembro que tenga interés en un tema para el cual se ha establecido un Comité Técnico tiene derecho a ser representado en dicho Comité. También participan en el trabajo organismos internacionales, gubernamentales y no gubernamentales, en coordinación con ISO. ISO colabora estrechamente con la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) en todo lo referente a la normalización electrotécnica.

Los proyectos de norma internacional adoptados por los Comités Técnicos son circulados a los organismos miembro para su votación. Su publicación como norma internacional requiere la aprobación de al menos un 75% de los miembros que voten.

Esta norma internacional fue redactada por el Comité Técnico ISO/TC 21 *"Equipos de protección y lucha contra incendios"*.

Se especifican requisitos para el diseño, instalación, mantenimiento y funcionamiento eficiente de los sistemas. Las partes suplementarias de la norma incluyen detalles correspondientes a los agentes extintores (ver abajo). La intención es que se use la parte primera conjuntamente con la parte específica para el agente en cuestión.

ISO 14520 comprende las siguientes partes, bajo el título general de *"Sistemas de extinción de incendios mediante agentes gaseosos. Propiedades físicas y diseño de sistemas"*.

Parte 1: Requisitos Generales (UNE 23570) Parte 2: Agente extintor CF₃I

Parte 3: Agente extintor FC-2- 1-8

Parte 4: Agente extintor FC-3-1-10

- Parte 5: Agente extintor FC-5-1-14

- Parte 6: Agente extintor HCFC/A

- Parte 7: Agente extintor HCFC 124

- Parte 8: Agente extintor HFC 125 (UNE 23571)

- Parte 9: Agente extintor HFC 227ea (UNE 23572)

- Parte 10: Agente extintor HFC 23 (UNE 23573)

- Parte 11: Agente extintor HFC 236fa (UNE 23574)

- Parte 12: Agente extintor IG-OI (UNE 23575)

- Parte 13: Agente extintor IG- I 00

- Parte 14: Agente extintor IG-55 (UNE 23576)

- Parte 15: Agente extintor IG-541 (UNE 23577)

0 INTRODUCCIÓN.

Los sistemas de lucha contra incendios tratados en este documento están diseñados para suministrar un agente extintor gaseoso para la extinción del fuego.

A lo largo de los últimos años se han desarrollado varios métodos diferentes para suministrar y aplicar agente extintor en el punto correcto de descarga, y existe una necesidad de difusión de información sobre los sistemas y métodos establecidos. Esta norma se ha preparado para cubrir esta necesidad.

En particular, se han incluido nuevos requisitos para eliminar la necesidad de descargar agente extintor durante los procedimientos de prueba y puesta en marcha, relacionados con la inclusión de prueba de integridad de los compartimentos.

Los requisitos de esta norma se hacen a la luz de los mejores datos técnicos conocidos por el Grupo de Trabajo en el momento de su redacción, pero, dado que el campo cubierto es amplio, resulta poco práctico considerar todo posible factor o circunstancia que pudiese afectar la implementación de las recomendaciones.

Se ha supuesto en la preparación de la norma que la ejecución de sus provisiones se confía a personas debidamente calificadas y experimentadas en la especificación, diseño, instalación, pruebas, recepción, inspección, operación y mantenimiento de sistemas y equipos, para las que ha sido preparada la norma y quien podrá ejercer el cuidado necesario para impedir la descarga innecesaria de agente extintor.

Es importante que la protección contra incendios de un edificio o proceso se considere en su conjunto. Los sistemas de extinción mediante gas constituyen una sola parte, aunque muy importante, de los recursos disponibles, y es importante no suponer que su uso alivia la necesidad de considerar medidas adicionales, tales como la provisión de extintores portátiles u otros medios móviles para la primera intervención o uso de emergencia, o para el caso de riesgos especiales.

Hace muchos años que los agentes gaseosos se reconocen como medio efectivo para la extinción de fuegos en líquidos inflamables y fuegos en presencia de corriente eléctrica, pero es importante tener en cuenta, al preparar planes de conjunto, que pueden existir riesgos para los que estos agentes no son adecuados e incluso que puede haber circunstancias en las que su uso sea peligroso, o que requiera precauciones especiales.

Se puede obtener información sobre estos asuntos del fabricante del agente o sistema de extinción, así como del organismo relevante con responsabilidad en la lucha contra incendios, salud y seguridad y de la compañía aseguradora. Además se deberá hacer referencia a las otras normas nacionales y reglamentos estatutarios pertinentes del país en cuestión.

Es imprescindible mantener el equipo de protección contra incendios para que esté dispuesto a funcionar en todo momento. Es fácil que el propietario del sistema se olvide de esto o le de poca importancia, lo que pone en peligro las vidas de los ocupantes del edificio y provoca pérdidas económicas. El sistema de mantenimiento es de suma importancia.

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma contiene los requisitos específicos para los sistemas de protección contra incendios con agentes gaseosos, en lo que se refiere al agente extintor HFC 227ea, e incluye datos sobre sus propiedades físicas, especificaciones, uso y seguridad. Esta norma se aplicará conjuntamente con la Norma UNE 23570.

Esta norma se refiere al funcionamiento de los sistemas que operan a presiones nominales de 25 ó 42 bar con nitrógeno como propelente. Esto no excluye el uso de otros sistemas.

2 NORMAS PARA CONSULTA

UNE 23570 - Sistemas de extinción de incendios mediante agentes gaseosos. Propiedades físicas y diseño de sistemas. Requisitos Generales

3 DEFINICIONES

Se aplicarán las definiciones de la Norma UNE 23570 (ISO 14520-1).

4 CARACTERÍSTICAS Y USOS

4.1 Generalidades.

El agente extintor HFC 227ea ha de cumplir las especificaciones de la tabla 1.

El HFC 227ea es un gas incoloro, casi inodoro, eléctricamente no conductor, con una densidad aproximadamente unas 6 veces la del aire.

**ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS CON
AGENTE EXTINTOR HFC 227 EA EN SALA DE MÁQUINAS**

El HFC 227ea extingue fuegos principalmente por medios físicos y algunos medios químicos.
Sus propiedades físicas se muestran en la tabla 2.

Tabla 1

Especificación para HFC 227ea

Propiedad	Requisito
Pureza	99,6% (mal/mal) mín.
Acidez	$3 \times 10^{-4}\%$ (m/m) (3 ppm) máx.
Contenido de agua	$1 \times 10^{-3}\%$ (m/m) (10 ppm) máx.
Residuos no volátiles	0,01% (m/m) máx.
Sustancias en suspensión o sedimento	no visibles

Tabla 2

Propiedades físicas de HFC 227ea

Propiedad	Unidades	Valor
Peso molecular	-	170
Punto de ebullición a 1,013 bar (absoluto)	°C	-16,4
Punto de congelación	°C	-131,1
Temperatura crítica	°C	101,7
Presión crítica	bar	29,12
Volumen crítico	cc/mole	274
Densidad crítica	kg/m ³	621
Presión de vapor a 20°C	bar abs	3,91
Densidad líquido a 20°C	kg/m ³	1407
Densidad de vapor saturado a 20°C	kg/m ³	31,176
Volumen específico de vapor sobrecalentado a 1,013 bar y a 20°C	m ³ /kg	0,1373
fórmula química		C ₃ H ₂ F ₆
Nombre químico		Heptafluoropropano

4.2 USO DE LOS SISTEMAS DE HFC 227^{ea}.

Los sistemas de inundación total con HFC 227^{ea} pueden utilizarse para apagar fuegos de todas las clases, dentro de los límites especificados en el capítulo 4 de la Norma UNE 23570.

Los requisitos de extinción por volumen del recinto a proteger se muestran en la tabla 3 para varios niveles de concentración. Estos requisitos se basan en los métodos especificados en el apartado 7.6 de la Norma UNE 23570.

Las concentraciones de extinción y las concentraciones de diseño para n-heptano y riesgos de fuegos superficiales de la clase A se muestran en la tabla 4. Las concentraciones para otros riesgos se especifican en la tabla 4a y las concentraciones de inertización en la tabla 4b.

ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS CON AGENTE EXTINTOR HFC 227ea EN SALA DE MÁQUINAS

**Tabla 3
Cantidades de HFC 227ea de inundación total**

Temperatura T (°C)	Volumen específico de vapor S m³/kg	Requisitos de peso de HFC 227ea por unidad de volumen del recinto protegido W/V (kg/m³) Concentración de diseño (% en volumen)									
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
-10	0,1215	0,5254	0,6196	0,7158	0,8142	0,9147	1,0174	1,1225	1,2301	1,3401	1,4527
-5	0,1241	0,5142	0,6064	0,7005	0,7967	0,8951	0,9957	1,0985	1,2038	1,3114	1,4216
0	0,1268	0,5034	0,5936	0,6858	0,7800	0,8763	0,9748	1,0755	1,1785	1,2839	1,3918
5	0,1294	0,4932	0,5816	0,6719	0,7642	0,8586	0,9550	1,0537	1,1546	1,2579	1,3636
10	0,1320	0,4834	0,5700	0,6585	0,7490	0,8414	0,9360	1,0327	1,1316	1,2328	1,3364
15	0,1347	0,4740	0,5589	0,6457	0,7344	0,8251	0,9178	1,0126	1,1096	1,2089	1,3105
20	0,1373	0,4650	0,5483	0,6335	0,7205	0,8094	0,9004	0,9934	1,0886	1,1859	1,2856
25	0,1399	0,4564	0,5382	0,6217	0,7071	0,7944	0,8837	0,9750	1,0684	1,1640	1,2618
30	0,1425	0,4481	0,5284	0,6104	0,6943	0,7800	0,8676	0,9573	1,0490	1,1428	1,2388
35	0,1450	0,4401	0,5190	0,5996	0,6819	0,7661	0,8522	0,9402	1,0303	1,1224	1,2168
40	0,1476	0,4324	0,5099	0,5891	0,6701	0,7528	0,8374	0,9239	1,0124	1,1029	1,1956
45	0,1502	0,4250	0,5012	0,5790	0,6586	0,7399	0,8230	0,9080	0,9950	1,0840	1,1751
50	0,1527	0,4180	0,4929	0,5694	0,6476	0,7276	0,8093	0,8929	0,9784	1,0660	1,1555
55	0,1553	0,4111	0,4847	0,5600	0,6369	0,7156	0,7960	0,8782	0,9623	1,0484	1,1365
60	0,1578	0,4045	0,4770	0,5510	0,6267	0,7041	0,7832	0,8641	0,9469	1,0316	1,1183
65	0,1604	0,3980	0,4694	0,5423	0,6167	0,6929	0,7707	0,8504	0,9318	1,0152	1,1005
70	0,1629	0,3919	0,4621	0,5338	0,6072	0,6821	0,7588	0,8371	0,9173	0,9994	1,0834
75	0,1654	0,3859	0,4550	0,5257	0,5979	0,6717	0,7471	0,8243	0,9033	0,9841	1,0668
80	0,1679	0,3801	0,4482	0,5178	0,5890	0,6617	0,7360	0,8120	0,8898	0,9694	1,0509
85	0,1704	0,3745	0,4416	0,5102	0,5803	0,6519	0,7251	0,8000	0,8767	0,9551	1,0354
90	0,1730	0,3690	0,4351	0,5027	0,5717	0,6423	0,7145	0,7883	0,8638	0,9411	1,0202
95	0,1755	0,3638	0,4290	0,4956	0,5636	0,6332	0,7044	0,7771	0,8516	0,9277	1,0057
100	0,1780	0,3587	0,4229	0,4886	0,5557	0,6243	0,6945	0,7662	0,8396	0,9147	0,9916

NOTAS

- 1) Esta información se refiere sólo a un producto, FM-200, y en ningún caso representa los de otros productos que contengan heptafluoropropano.
- 2) W/V requisitos de peso del agente (kg/m³) = kilogramos del agente necesarios por metro cúbico del volumen protegido que permitan conseguir la concentración indicada según la temperatura especificada

$$W = \frac{V}{S} \times \frac{C}{100 - C}$$

- 3) T (Temperatura °C) - La temperatura de diseño en el recinto a proteger.
- 4) S (Volumen específico m³/kg) - Volumen específico del vapor del HFC 227ea sobrecalentado a 1,013 bar puede calcularse según la fórmula:

$$S = k_1 + k_2 \times (T)$$

donde

$k_1 = 0,1269$

$k_2 = 0,000513$ y

T - Temperatura (°C)

- 5) C (Concentración %) - Concentración volumétrica del HFC 227ea en el aire a la temperatura indicada.

**ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS CON
AGENTE EXTINTOR HFC 227_{ea} EN SALA DE MÁQUINAS**

**Tabla 4
Concentraciones del HFC 227_{ea} para los riesgos de n-heptano y fuegos superficiales de clase A**

Riesgo	% extinción	% diseño mínimo
n-heptano 1)	6,6	8,6
Clase A superficial 2)	5,8	7,5

Notas
 1) Valores basados en la Norma UNE 23570, anexo B, según el método del quemador de copa de Vds.
 2) Verificado a escala real con el quemador de copa ULI.

**Tabla 4a
Concentraciones del HFC 227_{ea} para otros combustibles**

Riesgo	% extinción	% diseño mínimo
Acentona	6,5	8,5
Etanol	7,6	9,9
Etilenglicol	7,8	10,1
Metano	9,9	12,9
Tolueno	5,1	6,6

NOTA - Derivados del método de ensayo del quemador de copa de Vds.

**Tabla 4b
Concentraciones de inertización del HFC 227_{ea}**

Riesgo	% extinción	% diseño mínimo
iso-butano	11,3	12,4
1-cloro-1,1-difluoroetano (HCFC 141b)	2,6	2,9
1,1-Difluoroetano (HCFC 152a)	8,6	9,5
Difluorometano (HCFC 32)	3,5	3,9
Oxido de etileno	13,6	15
Metano	8	8,8
Pentano	11,6	12,8
Propano	11,6	12,8

Nota - Las concentraciones de inertización están basadas en el anexo D y el apartado 7,5,2 de la Norma UNE 23570

4.3 SEGURIDAD DE PERSONAS.

Cualquier riesgo para personas creado por la descarga de HFC 227ea deberá ser considerado en el diseño del sistema.

Un riesgo potencial puede ser causado por:

- a) El propio agente extintor.
- b) Los productos de combustión del fuego.
- c) Productos de descomposición del agente extintor resultantes de la exposición al fuego.

La información toxicológica para HFC 227ea se especifica en la tabla 5.

Tabla 5
Información toxicológica para el HFC 227ea

Propiedad	Valor %
ALC	>80 a 20% O ₂
NOAEL	9
LOAEL	10,5
NOTA - ALC es la concentración letal aproximada para ratas tras 4h de exposición	

5 DISEÑO DE SISTEMAS

5.1.1 La densidad de llenado de la botella no deberá exceder los valores mostrados en las tablas 6 y 6a para 25 bar y 42 bar respectivamente.

5.1.2 Si se excede la densidad de llenado máxima puede provocar que la botella se llene completamente de líquido, provocando a su vez un aumento extremadamente elevado de la presión para un pequeño aumento de la temperatura afectando negativamente la integridad del montaje del contenedor.

5.1.3 Las relaciones entre presión y temperatura se muestran en las figuras 1 y 2 para diferentes niveles de la densidad de llenado

**ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS CON
AGENTE EXTINTOR HFC 227 EA EN SALA DE MÁQUINAS**

**Tabla 6
Características de botellas de almacenamiento del HFC 227ea a 25 bar**

Propiedad	Unidades	Valor
Densidad de llenado máx.	kg/m ³	1 150
Presión de trabajo del contenedor máx. a 50 °C	bar	34
Sobrepresurización a 21 °C	bar	25
NOTA - Para más datos acerca de la relación entre presión y temperatura, véase la figura 1.		

Tabla 6a

Características de botellas de almacenamiento del HFC 227ea a 42 bar

Propiedad	Unidades	Valor
Densidad de llenado máx.	kg/m ³	1 150
Presión de trabajo del contenedor máx. a 50 °e	bar	53
Sobrepresurización a 21 °e	bar	41
NOTA A - Para más datos acerca de la relación entre presión y temperatura, véase la figura 2.		

5.2 Sobrepresurización

Las botellas se deben presurizar con nitrógeno con un contenido de humedad menor que 0,006% (m/m), a una presión de equilibrio de 25 - 0/+0.05 bar o de 41 -0/+0.05 bar a una temperatura de 21 ° C.

5.3 Cantidad de agente extintor

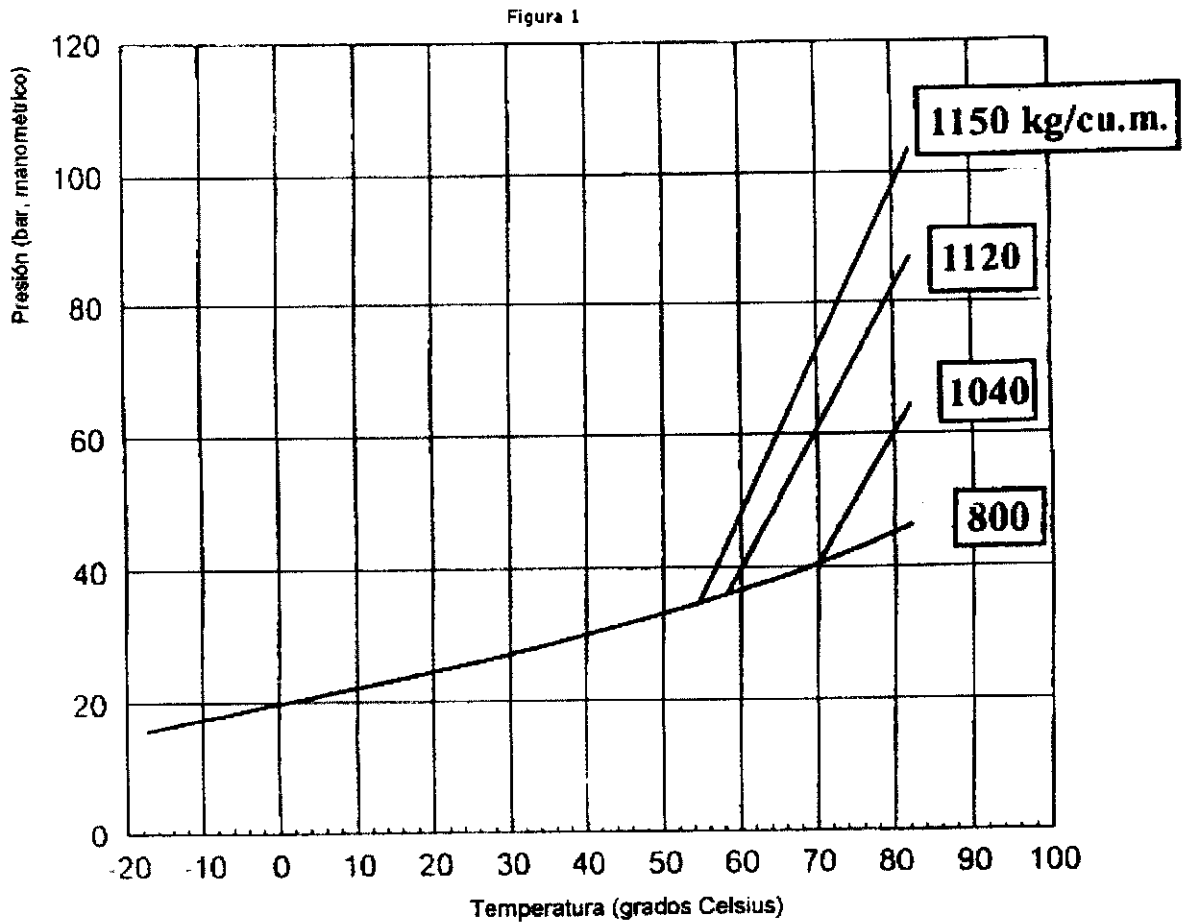
La cantidad de agente extintor deberá ser la mínima necesaria para conseguir la concentración de diseño dentro del volumen del recinto a la temperatura mínima prevista, determinada por medio de la tabla 3 y el método del apartado 7.6 de la Norma UNE 23570.

Las concentraciones de diseño serán las especificadas para los correspondientes riesgos, mostrados en la tabla 4, que incluyen un factor de seguridad de al menos el 30% sobre el que se requiere para la extinción.

NOTA: Se tomará en consideración la posibilidad de aumentar este factor para riesgos particulares, con el consejo de la autoridad competente

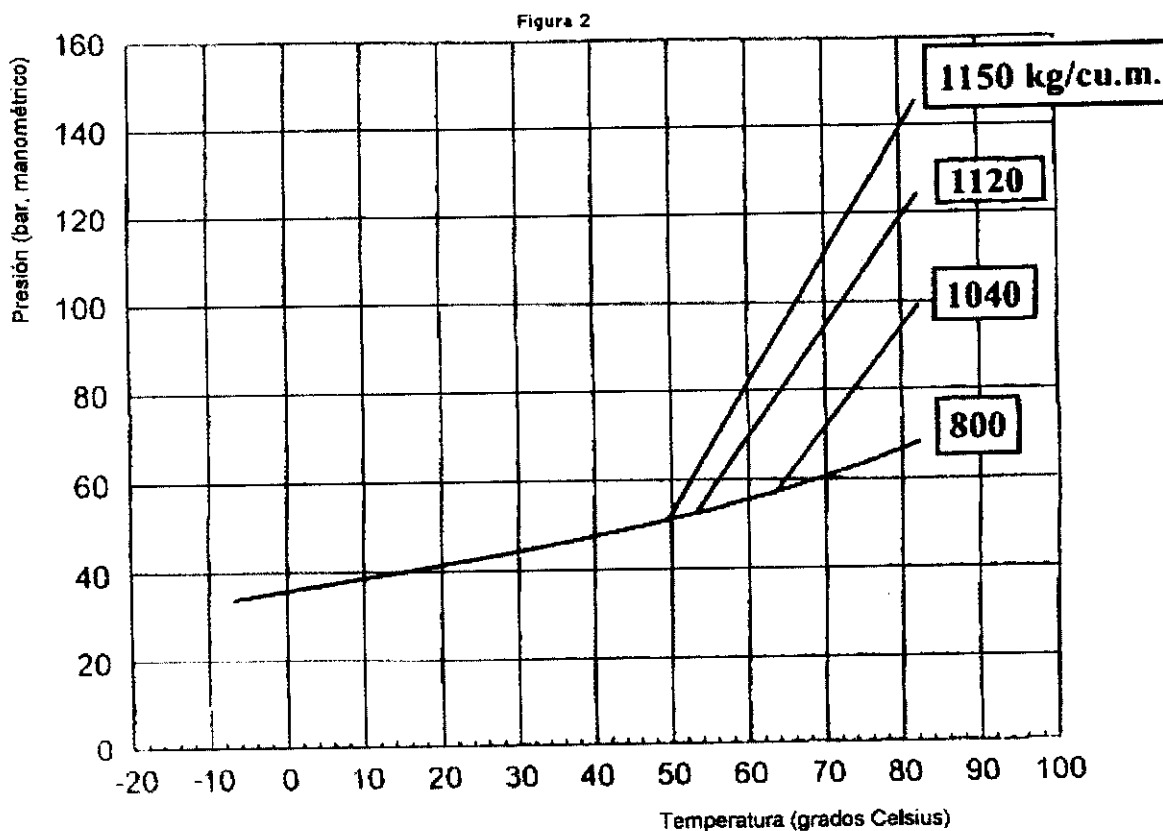
ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS CON
AGENTE EXTINTOR HFC 227 EA EN SALA DE MÁQUINAS

Gráfico temperatura/presión del agente extintor FM-200 sometido a una
sobrepresión de 25 bar con nitrógeno a 21 ° C.



ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS CON
AGENTE EXTINTOR HFC 227 EA EN SALA DE MÁQUINAS

Gráfico temperatura/presión del agente extintor FM-200 sometido a una
sobrepresión de 42 bar con nitrógeno a 21 ° C.



12.2.- NORMATIVA DEL AGENTE EXTINTOR HFC 227ea.

Las aplicaciones de los agentes de extinción de incendios han sido reguladas tanto por las autoridades europeas como de EEUU en base a la afectación de los mismos a la capa de ozono definiéndose el factor ODS que los clasifica.

Tanto en Europa como en EEUU la tecnología de sistemas de extinción de incendios ha estado basada para inundación total por el agente extintor Halón 1301, pero debido a que su ODS era muy elevado hubo que restringir su utilización para nuevos proyectos y sustituirlo por otro agente con ODS nulo o mínimo.

En este sentido se aprobó la entrada en vigor del Reglamento CE-2037/2000 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de junio de 2000 **sobre las sustancias que agotan la capa de ozono.**

En el Anexo 1 del citado Reglamento, se incluyen dentro del Grupo III los agentes extintores de incendios denominados Halones, como **Sustancias reguladas incluidas en el Reglamento.**

En concreto la aplicación de este Reglamento a las instalaciones de extinción de incendios que utilizan Halón como agente extintor establece un calendario para la recogida del Halón y su sustitución por otro agente extintor que se ha de realizar de acuerdo con los plazos cronológicos siguientes:

-Recargas por actuación o por operaciones de mantenimiento.

Se autorizan estas tareas hasta el 31 de diciembre de 2002 para los sistemas de extinción de incendios y extintores portátiles ya instalados.

-A partir del 1 de enero 2003 y hasta el 31 de diciembre de 2003 los sistemas de extinción pueden mantenerse en servicio.

Caso de realizarse el disparo de descarga del agente por actuación de extinción o por actuaciones de mantenimiento, la instalación deberá desmantelarse.

Fecha limite. Artículo 4º 4-V

los sistemas de protección contra incendios y los extintores de incendios que contengan halones serán retirados del servicio antes del 31 de Diciembre del 2003.

RETIRADA Y DESTRUCCIÓN. ARTÍCULO 16^o-1:

Los sistemas de protección contra incendios y extintores, se recuperarán para su destrucción por medios técnicos aprobados por las partes o cualquier otro medio técnico de destrucción aceptable desde el punto de vista del medio ambiente.

Por otro lado la legislación de la Unión Europea y por tanto la española clasifican el Halón como residuo peligroso por lo que además estará sujeto a la normativa específica de este tipo de residuos que aplica el Ministerio de Medio Ambiente y las Comunidades Autónomas donde esté instalado el mismo o pueda ser transportado para su tratamiento y eliminación.

Se considera igualmente que el cilindro que lo contiene se clasifica también como residuo peligroso con el tratamiento consiguiente que lleva asociada tal clasificación

Concretamente la identificación del Halón como residuo peligroso tiene la codificación siguiente:

-El código CER para su gestión debe ser el 160504, es decir, Envases con gas a presión [Incluidos halones] que contienen una sustancia peligrosa

- Para el transporte del Halón es preciso realizarlo según Clase ADR: 2 Apartado y letra 2^o A, N^o ONU 1009
Denominación: "Residuos contiene bombonas de Gas R-13B1"

Igualmente la ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY(USA) decidió a partir de 1994 la sustitución del Halón por otros agentes extintores que posean las características requeridas de eficiencia similar al Halón.

Por lo anteriormente expuesto es indudable que no es posible la utilización del Halón en buques y por tanto las nuevas instalaciones, incluidas las navieras, deben utilizar un gas extintor autorizado.

AGUILERA EXTINCIÓN (AEX) es una de las empresas más acreditadas del sector de incendios, que proporciona de forma integral todos los servicios y equipamientos de las instalaciones de extinción en cualquier ámbito de aplicación. En este sentido hemos seleccionado como agente extintor de incendios el HFC 227ea que figura tanto en la lista EPA de agentes extintores que reemplazan al Halón, ver Anexo, como por la norma internacional ISO 14520 Y por tanto las UNE correspondientes, UNE 23570 Y UNE 23572. También el HFC 227ea es un agente extintor admitido por la NATIONAL FIRE PROTECTION AGENCY (USA) en su standard NFPA 2001 "**Standard for Clean Agent Fire Extinguishing Systems**".

A continuación se proporcionan los datos de aplicación y características de este agente extintor de incendios.

PROPIEDADES DEL HFC 227ea.

Es un gas incoloro, no deteriora la capa de ozono (ODP=0) y tiene propiedades dieléctricas que admite su utilización en equipos con tensión sin riesgo de cortocircuito y no tiene ningún efecto sobre metales.

Los sistemas de extinción por inundación total con HFC 227ea pueden utilizarse para apagar fuegos de todas las clases según las especificaciones de la norma UNE 23572.

La concentración de diseño mínimo para fuegos de clase A es de 7,5% en la que se ha previsto un factor de seguridad de 30%. Además habrá que considerar otro factor para compensar el agente residual que permanece dentro de las botellas de al menos 11%.

SEGURIDAD PARA LAS PERSONAS:

La toxicidad del agente extintor HFC 227ea es mínima en las concentraciones de extinción A continuación se especifica la información toxicológica:

PROPIEDAD	VALOR %
NOAEL	9
LOAEL	> 10,5

NOAEL(No Observed Adverse Effect Level): La concentración mas alta a la que no ha sido observado ningún efecto adverso fisiológico o tóxico.

LOAEL (Lowest Observed Adverse Effect Level): La concentración más baja a la que ha sido observado un efecto adverso fisiológico o tóxico.

Se observa que con la utilización de este gas existe suficiente margen de seguridad para áreas ocupadas entre la concentración mínima de diseño, 7,5 %, para extinción y el valor NOAEL, 9%, concentración que no se debe sobrepasar en recintos ocupados.

CONCLUSIÓN

-En base a lo anteriormente indicado AEX utiliza el agente extintor HFC 227ea ya que es uno de los agentes extintores mas acreditados y admitidos en aplicaciones industriales, edificación y transporte, incluido el sector naval.

-El diseño de los sistemas de extinción de AEX se basa en una presión de almacenamiento en botellas del agente a 42 bar, mediante N2 como propelente. Esta presión permite un ahorro importante de espacio, factor de especial consideración en el transporte naval.

