

**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**INSTITUTO DE CIENCIAS NAVALES Y MARITIMAS**  
**ESCUELA DE INGENIERIA NAVAL**



**“Simulación Experimental de la Capacidad de  
Extinción de un Extintor Portátil en un Incendio  
en un Recinto Confinado”**

Tesis para optar al grado de  
Licenciado en Ingeniería Naval,  
Mención Máquinas Marinas.

PROFESOR PATROCINANTE

Sr. Héctor Legue Legue  
Ing. Civil Mecánico  
MS. Cs. Ingeniería Oceánica

JUAN CARLOS ZUÑIGA THIMEOS

2006

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

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

### EXAMEN DE TITULO:

Nota de Presentación	(Ponderada) (1)	: 4,220
Nota de Examen	(Ponderada) (2)	: 1,400
Nota Final de Titulación	(1 + 2)	: 5,62

### COMISION EXAMINADORA:



PROF. FREDY RIOS M.

DECANO

[Firma]  
FIRMA

PROF. HECTOR LEGUE L.

EXAMINADOR

[Firma]  
FIRMA

PROF. MARIO LOAIZA O.

EXAMINADOR

[Firma]  
FIRMA

PROF. NESTOR BARRIENTOS D.

EXAMINADOR

[Firma]  
FIRMA

PROF. MILTON LEMARIE O.

SECRETARIO ACADEMICO

[Firma]  
FIRMA

Valdivia, DICIEMBRE 28 DE 2006

Nota de Presentación =  $NC/NA * 0,6 + \text{Nota de Tesis} * 0,2$   
Nota Final =  $\text{Nota de Presentación} + \text{Nota Examen} * 0,2$   
NC = Sumatoria Notas de Currículo, sin Tesis  
NA = Número de asignaturas cursadas y aprobadas, incluida Práctica Profesional.

## INDICE

	Pág.
Resumen.....	5
Introducción.....	6
Objetivos.....	7

## PARTE TEÓRICA

### **Capítulo I Sobre el Fuego y los Tipos de Incendios.**

<b>1.1 Clases de incendios a Bordo de Naves.....</b>	<b>8</b>
<b>1.2 Clasificación de Incendios.....</b>	<b>9</b>
1.2.1 Clase A.....	9
1.2.2 Clase B.....	10
1.2.3 Clase C.....	10
1.2.4 Clase D.....	10
<b>1.3 Causas de Incendios.....</b>	<b>11</b>
<b>1.4 Protección Personal.....</b>	<b>12</b>
1.4.1 Equipo de Bombero.....	12
1.4.1.1 Equipo Individual.....	12
1.4.1.2 Aparato Respiratorio.....	13
1.4.1.3 Cable de Seguridad.....	13

### **Capitulo II Agentes Extintores y sus Características.**

<b>2.1 Definiciones.....</b>	<b>14</b>
2.1.1 Extintor.....	14
2.1.2 Extintor Portátil.....	14
2.1.3 Agente Extintor.....	14
2.1.4 Polvo Químico Seco.....	14
2.1.5 Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ).....	14
2.1.6 Potencial de Extinción.....	14
2.1.7 Carga del Extintor.....	15
2.1.8 Espacio Confinado.....	15
<b>2.2 Clasificación de los Extintores.....</b>	<b>15</b>
2.2.1 Según Naturaleza del Agente de Extinción.....	15

2.2.2 Según Forma de Expulsión del Agente de Extinción.....	19
2.2.3 Según la Presión de Trabajo.....	20
2.2.4 Según Forma de Transporte.....	21
2.2.5 Según Potencial de Extinción.....	21
2.2.6 Según Posibilidad de Recarga.....	21
2.2.7 Según el Control de Descarga.....	21
<b>2.3 Componentes Químicos Principales de los Extintores PQS, CO<sub>2</sub> y Espuma...</b>	<b>22</b>
2.3.1 El Polvo Químico como Agente Extintor.....	22
2.3.2 El CO <sub>2</sub> como Agente Extintor.....	24
2.3.3 Espumas.....	25
<b>2.4 Criterios de Calidad.....</b>	<b>26</b>
<b>2.5 Potencial de Extinción. Determinación.....</b>	<b>26</b>
<b>2.5.1 Clase A.....</b>	<b>27</b>
2.5.1.1 Castillo de Madera.....	28
2.5.1.1.1 Encendido y Ataque.....	30
2.5.1.2 Prueba de Fuego con Panel de Madera.....	31
2.5.1.3 Prueba de Fuego con Viruta de Madera .....	32
<b>2.5.2 Clase B.....</b>	<b>34</b>
2.5.2.1 Prueba de Fuego con Líquido Inflamable.....	34
<b>2.5.3 Clase C.....</b>	<b>37</b>
2.5.3.1 Método de Ensayo.....	37
<b>2.5.4 Clase D.....</b>	<b>38</b>
<b>2.6 Gases Expelentes.....</b>	<b>39</b>
2.6.1 Generalidades.....	39
<b>2.7 Uso del Extintor de Incendios de CO<sub>2</sub> y PQS.....</b>	<b>39</b>
2.7.1 Señales Fotoluminiscentes.....	39
<b>2.8 Señalización de Extintores.....</b>	<b>42</b>
<b>2.9 Identificación y Selección de un Extintor.....</b>	<b>43</b>
<b>2.10 Principios de Extinción de Incendios con Extintores.....</b>	<b>43</b>

### **Capítulo III Normas Relativas a la Fabricación y Uso de los Extintores en Naves Nacionales**

<b>3.1 Normativa Internacional.....</b>	<b>47</b>
<b>3.1.1 Resolución A.951 (23) de la Organización Marítima Internacional (OMI).....</b>	<b>47</b>
3.1.1.1 Construcción de los Extintores.....	48
3.1.1.1.1 Especificaciones para las Pruebas.....	48

<b>3.1.2 Criterios Internacionales</b> .....	49
<b>3.1.3 Código SSCI</b> .....	52
<b>3.2 Normativa Nacional</b> .....	53
3.2.1.1 Decreto N° 369 de 1996 del Ministerio de Economía.....	54
3.2.1.2 Decreto N° 594 de 1999 del Ministerio de Salud.....	55
3.2.1.3 Decreto N° 90 de 1996 del Ministerio de Economía.....	57
3.1.2.4 Otras Normas Relativas al Uso de los Extintores Portátiles.....	57
<b>3.3 Requerimientos IMO a los Oficiales de Marina Mercante</b> .....	58
<b>3.4 Inspecciones Realizadas por Autoridad Marítima a los Extintores Portátiles</b> ..	58

## **PARTE PRÁCTICA**

### **Capítulo IV Comprobación del Potencial de Extinción de Extintores de Uso en el Área Naval de Venta Nacional.**

<b>4.1 Introducción</b> .....	59
<b>4.2 Preparación del Ensayo</b> .....	59
<b>4.3 Simulación de un Incendio en una Sala o Espacio Confinado</b> .....	61
4.3.1 Especificación de los Ensayos en Extintores para un Fuego Clase A.....	61
4.3.2 Especificación de Ensayos en Extintores para un Fuego Clase B.....	68
4.3.3 Resumen de las actividades del ensayo.....	74
<b>Conclusiones y Resultados</b> .....	76
<b>Anexos</b> .....	77
<b>Bibliografía</b> .....	78

## **RESUMEN.**

Esta tesis presentará la información necesaria para la preparación y conocimiento de los métodos de extinción portátil de incendio, basados principalmente en la falta de preparación y experiencia con estos al momento de abordar una nave, considerando todos los factores y tipos existentes en el mercado, cubriendo de esta manera una necesidad que involucra la seguridad eventual de la nave y de la tripulación.

## **SUMMARY**

This thesis presented the necessary information for the preparation and knowledge of the methods of portable extinction of fire, based mainly on the preparation lack and experience with these to the moment to approach a ship, considering all the factors and existent types in the market, covering this way a necessity that involves the eventual security of the ship and the crew.

## **INTRODUCCIÓN.**

El creciente aumento de materiales compuestos y la diversidad de actividades industriales que se realizan caminan junto a un peligro latente y que se encuentra en cada labor o actividad que, en forma cotidiana desarrollemos, este riesgo en cuestión es el de un incendio, el que se puede provocar tanto por un accidente o por una acción relacionada con fallas de mantenimiento u otra condición, que pueden transformar a un pequeño foco en un gran desastre, el que sin duda está ligado a una secuela de destrucción de bienes, pérdidas de materiales, fuentes de trabajo y lo más importante, en ocasiones nos lleva a lamentar alguna pérdida humana.

Con el objetivo de evitar en una fase temprana una tragedia es que con todo el desarrollo tecnológico se han implementado diversos métodos de extinción que son capaces cada vez más de contener y evitar mayores daños en una situación tan crítica como lo es un incendio, con este fin los extintores portátiles de polvo químico seco en sus diversas presentaciones, junto a los de dióxido de carbono han adquirido últimamente gran importancia, esto debido a que cada día se están volviendo más eficientes y desarrollados para detener o aplacar los daños que en una fase inicial puede producir un incendio.

Ahora bien, una situación de incendio en alguna actividad en tierra reviste, quizás un riesgo menor en términos de seguridad de la vida humana que en la actividad naval, en especial lo relacionado con actividades marítimas, donde la seguridad de la nave está directamente relacionada con la seguridad de toda la tripulación, al existir un incendio a bordo todo el personal corre, eventualmente, un grave riesgo inclusive el de perder la vida.

Con esta motivación se ideó la presente tesis, básicamente con la intención de poder constatar la importancia de una educación y conocimiento de los tipos de extintores existentes a bordo de naves, los requerimientos de calidad, la reglamentación vigente, basados principalmente en lo que dictamina el SOLAS y la OMI, además la importancia de una contención temprana de un incendio, lo que repercute directamente en la seguridad de la nave y la nuestra, insistiendo en la preparación del personal y el adiestramiento en la lucha con medios de primera instancia con los cuales se verá que forman parte esencial en nuestra preparación.

## **OBJETIVO PRINCIPAL**

Se pretenderá realizar un estudio técnico, ensayar y simular una situación real de incendio en una sala o espacio confinado con la ayuda de los implementos que posee la Universidad (contenedor, e implementos de extinción de incendios), para medir y determinar el poder de extinción de los extintores PQS y CO<sub>2</sub> que se encuentran en el mercado y de uso frecuente en el área naval, esto con el fin de poder entregar una guía para el correcto uso, funcionamiento e inspección de los extintores portátiles.

Al final del experimento se determinara el poder de extinción de los extintores de PQS y CO<sub>2</sub> comparando los datos obtenidos con los que la normativa vigente señala en cuanto a su poder de extinción, tiempo de impulsión del agente de extinción, en relación a simulaciones de incendio para clases A y B de acuerdo a las Normas Chilenas Oficiales sobre el tema.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar los tipos de extintores más usados, la normativa vigente referida a su comercialización y utilización a bordo de naves.
- Determinar mediante una simulación el potencial de extinción de extintores PQS y CO<sub>2</sub> de venta nacional para el área naval.
- Medir sus capacidades en la detención de un incendio en una fase temprana.
- Realizar mediciones referentes al tiempo de descarga y evolución del fuego.

## CAPITULO I

### SOBRE EL FUEGO Y LOS TIPOS DE INCENDIOS

#### 1.1 Clases de Incendios a Bordo de Naves

El fuego es una oxidación rápida, en la cual se produce emisión de luz. Se limita el uso de la palabra "combustión" a una oxidación lenta, sin que se produzca llama, siendo necesario tres elementos para que sea posible el fuego: un combustible, oxígeno, y una temperatura alta (variable según el combustible) que inicie la reacción, este último es llamado "**fuelle de ignición**". Esto es lo que suele llamarse "el triángulo del fuego". En algunos casos deben considerarse también otros factores, pero para la mayoría de los fuegos podemos tener en cuenta estas tres.

Cuando un material es sometido a su temperatura de ignición, comienza a reaccionar oxidándose, y libera más calor. Se produce entonces una reacción en cadena, que continuará hasta que se consuma todo el combustible o algún factor externo la inhiba, a este último proceso se le asocia con el **tetraedro del fuego** (figura 1), en el que un incendio continuará expandiéndose producto de la unión de los cuatro componentes básicos del fuego (con llama) que son como ya se nombraban: combustible, oxígeno, fuente de ignición (calor) y una reacción en cadena, por lo cual al extinguir un incendio será necesario eliminar uno de estos componentes, ya sea, eliminando el combustible, el oxígeno, el calor o limitando el fuego, es decir, inhibiendo la reacción en cadena.



Figura 1.- Tetraedro del fuego

Así, por ejemplo, un extintor de CO<sub>2</sub> (anhídrido carbónico) actúa desplazando el aire (que contiene oxígeno) y reemplazándolo por el gas inerte del extintor. En cambio cuando se usa agua sobre madera encendida, el efecto principal de ésta es enfriar de forma tal que no pueda encenderse. Cuando cubrimos de espuma una superficie de combustible encendido, lo que estamos haciendo es separar el combustible del oxígeno del aire, asfixiándolo.

Las fuentes de ignición se clasifican (un poco arbitrariamente) de tres tipos: químicas (dos productos se mezclan combinándose en una reacción exotérmica), biológica, cuando esa reacción se origina en organismos vivos (por ej. una fermentación), o física (por ej. aplicación de temperatura de una fuente externa).

En relación al combustible (material inflamable), puede disponerse de información respecto de sus características. Para empezar, definimos la inflamabilidad como la capacidad de combinarse con el oxígeno e incendiarse y el punto de ignición es la temperatura a la que, en presencia de oxígeno, el material se inflama.

Debe tenerse en cuenta que un incendio puede iniciarse de muchas formas, y no sólo por aplicación de una llama. Así pues, el carbón húmedo reacciona con el oxígeno del aire, lentamente y sin producir llama (fuego incandescente).

Pero el calor que desprende esta reacción, acumulado en un espacio cerrado (por ej. una bodega) puede acelerar el proceso hasta provocar un incendio de proporciones. Prácticamente todos los materiales que nos rodean pueden arder, aunque la temperatura a la que lo hacen varía enormemente.

## **1.2 Clasificación de los Incendios**

De acuerdo a las normas NFPA10, los incendios se clasifican, según el tipo de elementos combustibles en:

### **1.2.1 Clase "A": Sólidos.**

Son generalmente de naturaleza orgánica, representados por una letra A sobre un fondo triangular verde básico PMS (Pantone Matching System) (figura 2), en los que la combustión se produce dejando rescoldos, materiales tales como maderas, colchones, cortinas, revestimientos, algunos plásticos, etcétera forman parte de este grupo (figura 3) el modo de extinción es principalmente por ENFRIAMIENTO, utilizando:

- Manguera con chorro de agua.
- Extintor portátil de PQS o CO<sub>2</sub>



Fig. 2.- Representación de fuego clase A

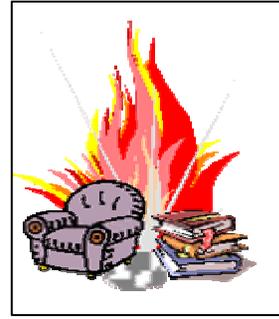


Fig. 3.- Materiales Característicos

### 1.2.2 Clase "B": Líquidos.

Se representan mediante una figura cuadrada con fondo color rojo 192 del PMS, con una B en su interior (figura 4).

Son sustancias líquidas o sólidos licuables como el petróleo crudo, bencinas, aguarrás, pintura, diluyentes, etcétera (figura 5), el medio de combate de este tipo de incendios es a través de la SOFOCACION, utilizando:

- Extintores (portátiles, del sistema fijo de extinción, o de lanzas o equipos portátiles)
- CO<sub>2</sub> (anhídrido carbónico) de extintores fijos o portátiles del sistema fijo de CO<sub>2</sub> en sala de bombas, sala de máquinas, etcétera.



Fig. 4.- Representación fuegos clase B



Fig. 5.- Elementos Característicos

### 1.2.3 Clase "C": Eléctricos.

Son representados por una C sobre una figura circular con fondo azul 299 del PMS (Figura 6), tableros cableados, equipos eléctricos y en general cualquier material, con la condición especial de contener electricidad (figura 7), al no existir una fuente eléctrica se combaten como un incendio clase A o B.

El medio de extinción principal es por SOFOCACION y utilizando:

- CO<sub>2</sub> (extintores portátiles o sistema fijo a cuarto de bombas o sala de máquinas.

- Polvo químico seco (de extintores manuales o sobre ruedas).



Fig. 6.- Representación Fuegos C



Fig. 7 Elementos Característicos

#### 1.2.4 Clase "D": Metales.

Son aquellos que afectan a metales combustibles tales como, magnesio, titanio, sodio, circonio, litio, potasio y se combate con polvos químicos especiales. Esta clase esta representada por una letra D de color blanco, sobre una estrella con fondo amarillo básico PMS (figura 8).

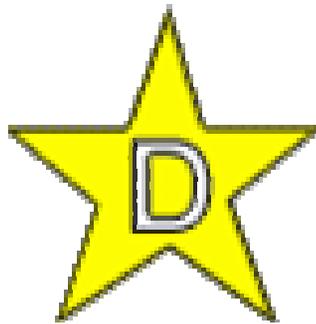


Fig. 8 Representación fuegos clase D

### 1.3 Causas de Incendios

El lugar que estadísticamente presenta mayor riesgo de incendio (para cualquier buque en general) es la sala de máquinas. Esto es por la presencia de combustibles líquidos, de superficies calientes, materiales (incluso aislación térmica) embebidos en aceites o combustibles, y porque se realizan frecuentemente trabajos en caliente. La causa inmediata mas común es una falla de mantenimiento (rotura de tuberías, calderas, cortocircuitos, etc.) o de limpieza (estopas o grasas, sentina sucia con combustibles).

Algunas de las causas más frecuentes de incendio en áreas habitadas del buque están ligadas al cigarrillo, en cocinas particularmente por el uso de hornos o cocinas de gas, u otros elementos relacionados con la elaboración de alimentos.

En otro orden de cosas, existen riesgos asociados con la carga del buque. Si bien muchos tipos de carga conllevan peligro de incendio, este puede ser minimizado si se conoce su existencia. Las normas internacionales son cada vez más exigentes en cuanto a que se debe suministrar información acerca de los riesgos asociados a cada tipo de carga, incluso los relacionados con posibles incendios.

Existen numerosos casos de combustión espontánea de algodón, carbón o grano, tampoco es infrecuente que dos cargas entren en contacto y reaccionen entre sí. Pueden existir, por ejemplo, dos contenedores con cargas capaces de este tipo de reacción, pero inofensivos individualmente. Si se los mantiene distantes, el riesgo será sensiblemente menor o nulo.

Los cuartos de baterías son lugares que tienen sus propios riesgos: los gases que pueden emitir, y una inadecuada ventilación, han sido causa frecuente de explosión. Por ese motivo (y sus posibles emanaciones tóxicas) se instalan en lugares ventilados y sin acceso directo desde los alojamientos.

También los pañoles de pinturas presentan un riesgo cierto: por ello su ubicación a bordo está limitada a espacios construidos y protegidos para ello.

Todos estos riesgos pueden ser perfectamente controlados a tiempo en el momento de producirse, pues es en su fase inicial en donde tendremos las mayores posibilidades de una contención temprana de un incendio.

## **1.4 Protección Personal.**

### **1.4.1 Equipo de Bombero.**

El equipo de bombero comprenderá un equipo individual y un aparato respiratorio y que según SOLAS se clasifica en:

#### **1.4.1.1 Equipo individual**

El equipo individual constará de:

- Indumentaria protectora, de un material que proteja la piel del calor irradiado por el fuego y contra las quemaduras y escaldaduras que pueda causar el vapor. Su superficie exterior será impermeable;
- Botas de goma o de otro material que no sea electroconductor;
- Un casco rígido que proteja eficazmente contra los golpes;

- Una lámpara eléctrica de seguridad (linterna de mano) de un tipo aprobado, que tenga un período mínimo de funcionamiento de tres horas, las lámparas eléctricas de seguridad para los buques tanque y las previstas para ser utilizadas en zonas peligrosas serán de tipo antideflagrante (que no produzca chispa).
- Un hacha con el mango provisto de aislamiento contra la alta tensión.

#### **1.4.1.2 Aparato Respiratorio.**

El aparato respiratorio será un aparato autónomo accionado por aire comprimido cuyos cilindros tengan una capacidad de 1.200 litros de aire por lo menos, u otro aparato respiratorio autónomo que pueda funcionar durante 30 minutos como mínimo. Todos los cilindros de aire de los aparatos respiratorios serán intercambiables.

#### **1.4.1.3 Cable de Seguridad.**

Cada aparato respiratorio estará provisto de un cable de seguridad ignífugo de 30 metros de longitud por lo menos. El cable de seguridad se someterá a una prueba de carga estática de 3,5 kN durante cinco minutos sin que falle, y se podrá sujetar mediante un gancho con muelle al arnés del aparato o a un cinturón separado, con objeto de impedir que el aparato se suelte cuando se manipula el cable de seguridad.

## CAPITULO II

### **AGENTES EXTINTORES Y SUS CARACTERÍSTICAS.**

#### **2.1 Definiciones**

##### **2.1.1 Extintor**

Aparato que contiene un agente extintor susceptible de ser expulsado mediante presión interna y dirigido hacia un fuego. Dicha presión puede ser presión acumulada u obtenerse por salida de gas de un cartucho.

##### **2.1.2 Extintor Portátil**

El proyectado para ser transportado y accionado a mano y que, en condiciones de servicio, tiene un peso total no superior a 23 kg, ni inferior a 5 kg. tanto para los de anhídrido carbónico como para los de polvo químico seco, esto incluyendo la carga.

Se debe considerar que su eficacia es limitada por lo que se deberá utilizar solo en las primeras etapas de un incendio.

##### **2.1.3 Agente Extintor**

Sustancia contenida en el extintor cuya descarga extingue el fuego.

##### **2.1.4 Polvo Químico Seco**

Agente de extinción, en forma de polvo finamente dividido, apto para fuegos clases B y C o polivalente (multipropósito) para fuegos A, B y C.

El polvo químico seco deberá apagar un fuego según el grado de extinción que se le haya asignado.

##### **2.1.5 Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)**

Agente de extinción gaseoso, especialmente útil para fuegos clases B y C.

##### **2.1.6 Potencial de Extinción.**

Capacidad relativa de extinción de un extintor de acuerdo a la clase de fuego, para esto se describe un sistema alfa numérico, en el cual mientras mayor sea el número asignado a una clase de fuego correspondiente, mayor es la capacidad del extintor para apagar un fuego de magnitud importante, incrementándose de este modo la protección contra el riesgo de incendio.

### **2.1.7 Carga del Extintor**

Masa o volumen del agente extintor contenido en el extintor. La cantidad que constituye la carga de los extintores de agua o de espuma se expresa normalmente en volumen (litros) y la de los otros tipos de extintores, en masa (kilogramos).

### **2.1.8 Espacio Confinado**

Un recinto o espacio confinado es cualquier lugar con aberturas limitadas de entrada y salida y ventilación natural desfavorable, en el que pueden acumularse contaminantes tóxicos o inflamables o tener una atmósfera deficiente en oxígeno y que no está concebido para una ocupación continuada por parte del trabajador.

## **2.2 Clasificación de los Extintores.**

Los extintores portátiles se clasifican según: naturaleza del agente de extinción, forma de expulsión del agente de extinción, presión de trabajo, forma de transporte, potencial de extinción, posibilidad de recarga y control de la descarga.

### **2.2.1 Según la naturaleza del agente de extinción.**

A su vez se dividen en:

- Extintor de Agua o Disolución Acuosa (apto solo para fuegos clase A)

En este tipo de extintores el gas expelente es aire a presión, en algunos casos el agua es enriquecida con alguna sustancia adicional, principalmente sales que le confieren un mayor poder de extinción. (Figura 9).

Una descripción general de los componentes principales de este tipo de extintores se aprecia en la figura 10.



Figura 9.- Extintor de agua o disolución acuosa

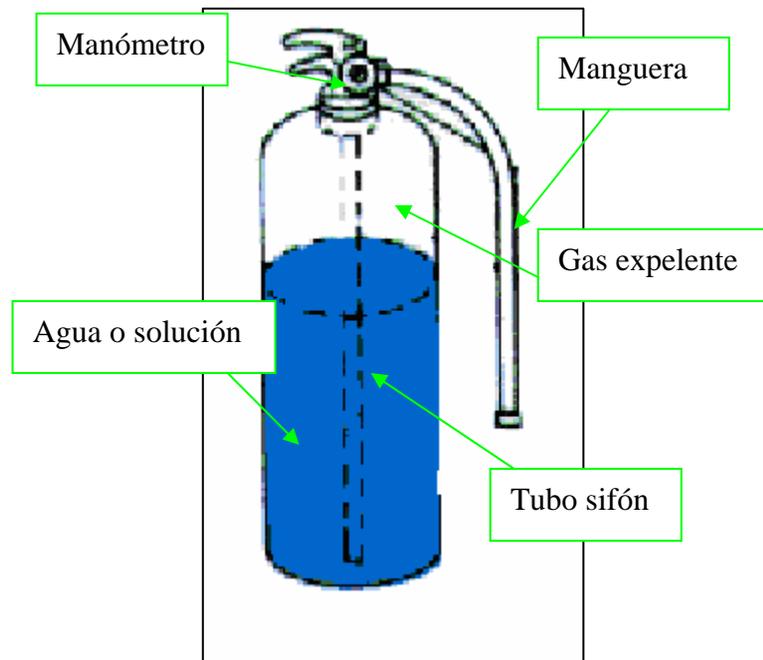


Fig. 10.- Principales componentes de un Extintor de Agua

- Extintores de Espuma (fuegos clases A y B)

El extintor de espuma es aquél que proyecta mediante presión de un gas auxiliar, una emulsión, o una solución que contenga un producto emulsor, formándose la espuma al batirse la mezcla agua-emulsor con el aire. Los más conocidos son los llamados AFFF (Aqueous Film-Forming Foam), igualmente denominados de “agua liviana”.

- Extintores de Polvo Químico Seco Multipropósito o Polivalente.

Corresponden al tipo de extintores en que el agente extintor (polvo químico seco) es apto para controlar fuegos clase A, B y C. (figura 11).

- Extintores de Polvo Químico Seco Convencional (fuegos clase B y C)

Para esta clase de extintores no está indicado el uso en incendios con presencia de electricidad.



Fig. 11.- Extintores de Polvo Químico Seco Polivalente.

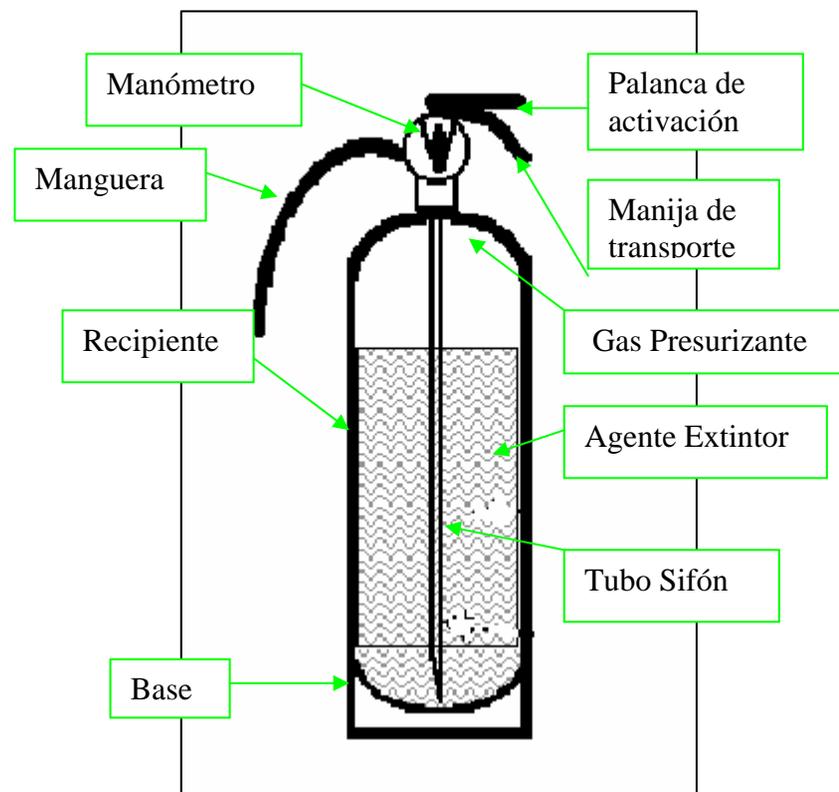


Fig. 12.- Representación en corte y componentes principales

- Extintores de Dióxido de Carbono (fuegos clase B y C)

Principalmente diseñados para su utilización en salas de control, tableros eléctricos transformadores u otros equipos, y en especial para la protección de aquellos lugares donde la proyección de otros agentes extintores perjudicaría los elementos electrónicos. Se identifican y diferencian por la boquilla característica de expulsión. (Figura 13).



Figura 13.- Extintores de Dióxido de Carbono

- Extintores de Halon (Hidrocarburos Halogenados)

Los Halones son fluoro carbonos gaseosos o que fácilmente vaporizan, son incoloros, inodoros, eléctricamente no conductores, no dejan residuos al evaporarse y se usan principalmente para combatir fuego y explosiones.

El Halon se diferencia de los otros agentes extintores de incendio en la manera que ellos reaccionan con los componentes del fuego o radicales libres, interrumpiendo la reacción en cadena del fuego, proceso que se conoce como "rompimiento de la cadena del fuego". Son indicados para fuegos B:C.

El Halon 1211, se usa en extintores portátiles, porque en su aplicación sale como gas y es extremadamente seguro a la exposición humana. Concentraciones de alrededor de 5% en volumen en el aire es adecuado para extinguir los fuegos de los materiales combustibles, a pesar de su efectividad los Halones están entre los químicos mas destructores de la capa de ozono.

- Extintores de Polvo Especial ( fuegos clase D)

Corresponden a extintores diseñados especialmente para uno o hasta tres tipos distintos de metales combustibles y compuestos principalmente de sales que no reaccionan frente a su combustión. (Figura 14)

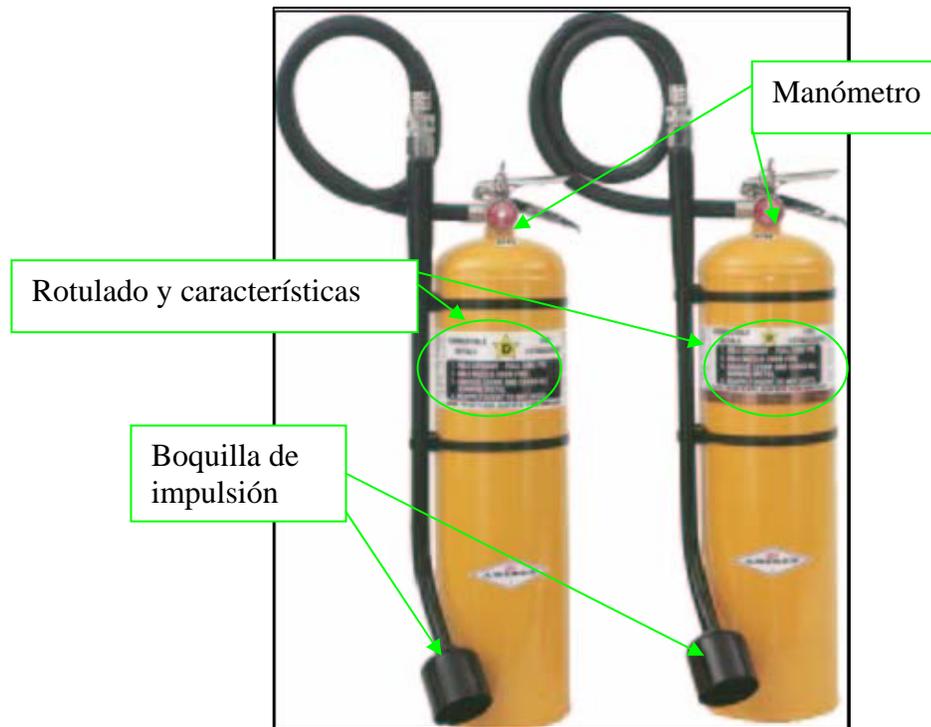


Figura 14.- Extintores de Polvo Especial

### **2.2.2 Según forma de expulsión del agente de extinción.**

Se dividen en:

- Extintores de Presurización Interna Permanente

Este tipo de extintores posee una carga interna de gas inerte el que actúa como expelente. (Ver figura 12).

- Extintores de Presurización por Cartucho de Gas.

Corresponden a los extintores en los que el gas inerte expelente se encuentra adosado en la parte exterior del cuerpo del extintor, en un contenedor cilíndrico pequeño.

Este tipo de extintores no poseen internamente tubo sifón, debido a que la descarga del agente de extinción se realiza por el extremo inferior del extintor. (Figura 15).



Figura 15.- Extintores de Presurización por Cartucho de Gas

- Extintores de Presurización por Reacción Química

Corresponden a extintores que actúan por la acción de dos o más compuestos químicos que al mezclarse forman un compuesto capaz de presurizar el extintor y extinguir un fuego.

- Extintores de Presurización por Bomba Manual

En este tipo de extintores la presión de trabajo para la descarga la entrega una bomba de acción manual adosada al contenedor, principalmente para los extintores de agua.

### **2.2.3 Según la Presión de Trabajo**

En:

- Extintor de Gases Comprimidos
- Extintor de Gases de Baja Presión

#### **2.2.4 Según su Forma de Transporte**

En:

- Extintor Portátil Manual

Corresponden a los extintores que cumplen con la condición de peso total no superior a los 23 kg ni inferiores a 5 Kg.

- Extintor Portátil Dorsal

Estos extintores poseen un sistema de arnés, el que puede ser cargado por un operador en la espalda.

- Extintor Portátil Sobre Ruedas

Por normas internacionales deberán tener ruedas todos los extintores que en total superen los 23 kg de masa cargados.

#### **2.2.5 Según su Potencial de Extinción**

El que dependerá de la combinación alfanumérica asignada al tipo de extintor.

#### **2.2.6 Según Posibilidad de Recarga**

En:

- Extintor Recargable
- Extintor No Reutilizable o Desechable.

#### **2.2.7 Según el Control de Descarga**

En:

- Extintor de Descarga no Controlable.

En este tipo de extintor al momento de perforar la membrana de expulsión no se puede detener la salida de todo el contenido.

- Extintor de Descarga Controlable.

A diferencia del anterior se puede controlar la salida del agente extintor.

## **2.3 Características y Componentes Químicos Principales de los Extintores PQS y CO2**

### **2.3.1 El Polvo Químico como Agente Extintor.**

Su mecanismo de extinción principal es por rotura de la reacción en cadena, es decir, impiden mediante una catálisis negativa la oxidación de los productos combustibles que se encuentran en la llama.

También actúa, en cierta medida, por sofocación y efecto de apantallamiento, especialmente importante cuando se usa en extintores portátiles ya que permite una buena aproximación al fuego. No debe descartarse, aunque débilmente, su efecto refrigerante sobre el fuego, no obstante, se debe restringir su uso en casos concretos, por ejemplo:

- Se deberá considerar que al no crearse una atmósfera inerte se puede generar una reignición.
- Se deberá comprobar la compatibilidad con otros agentes extintores como, por ejemplo, la espuma.
- La abrasividad de los polvos no es muy elevada, pero en ciertos equipos y maquinarias de componentes muy delicados o de difícil acceso, su uso está contraindicado (computadores o elementos electrónicos)
- Las bajas temperaturas no afectan la estabilidad del polvo, sin embargo, los aditivos si se ven afectados por las temperaturas superiores a los 60°C, alterando su fluidez (temperatura considerada máxima para el almacenamiento en el extintor)
- Para fuegos de clase D, el polvo a utilizar como agente extintor debe ser el apropiado para el tipo de metal en concreto y debe solo cubrir este riesgo, ya que no debe utilizarse para fuegos de clase A, B o C.

#### **2.3.1.1 Características del Polvo Químico.**

La eficacia y comportamiento de un polvo ante el fuego vendrá determinado por su capacidad extintora, por su comportamiento adecuado en el sistema de proyección, por una buena conservación y por la elección adecuada de su composición. Por ello se tendrá en cuenta estas características:

- Debe ser estable ante el fuego, manteniendo una capa uniforme incluso a temperaturas muy elevadas.

- No deben ser tóxicos los componentes de este ni mucho menos los derivados de la descomposición producto del calor.
- No deben ser abrasivos, para evitar efectos nocivos sobre otros objetos cercanos al amagado.
- Compatible con espumas para un uso combinado de ambos agentes.
- No debe ser conductor de electricidad, deberá mantener su propiedad como dieléctrico hasta elevadas tensiones.
- Un tamaño del grano apropiado para que se garantice la fluidez necesaria, para esto deberán tener medidas que oscilen entre 10 y 70 micras.
- Deberán tener aditivos que le confieran la propiedad de captar poca humedad con el fin de no aglomerarse tanto en el interior como en la boquilla del extintor.

### **2.3.1.2 Características Químicas**

En los polvos convencionales la materia de base pueden constituirlos bicarbonatos o sulfatos, como mas habituales, con adición de diversos compuestos que aseguren una fácil proyección y una buena conservación, evitando su apelmazamiento.

En los polvos polivalentes o de multipropósito la materia de base la constituyen en general, fosfatos o una mezcla de sales de amonio, con adición de diversos compuestos que aseguran una fácil proyección y una buena conservación, evitando su apelmazamiento.

En los polvos especiales para fuegos de metales (Clase D), la materia base la constituye una sal adecuada al tipo de metal y a la cual se le adicionan diversos compuestos que aseguran una buena conservación y fluidez.

### **2.3.1.3 Incompatibilidades**

En general los polvos químicos no se pueden utilizar en casos como los siguientes:

- Productos químicos que en su combustión producen brasas y que contienen su propia fuente de oxígeno, tales como el nitrato de celulosa.
- Algunos metales combustibles, tales como el litio y el uranio, que exigen productos especiales.
- Fuegos arraigados profundamente o en los que el polvo químico no pueda llegar directamente a la base del fuego.
- O en lugares en donde los residuos puedan afectar equipos o componentes electrónicos delicados.

Se deberá tener especial cuidado con ciertas incompatibilidades entre algunos tipos de espuma y polvos químicos, estos últimos podrían dañar la capa de espuma en caso que se tengan que utilizar ambos en forma conjunta y también se pueden dar incompatibilidades entre algunos polvos químicos entre si.

#### **2.3.1.4 Toxicidad**

Los polvos químicos no deben ser irritantes ni tóxicos y los productos resultantes de su descomposición por el calor no deberán presentar ningún peligro.

#### **2.3.2 El Anhídrido Carbónico Como Agente Extintor.**

Conocido comúnmente como CO<sub>2</sub>, dióxido de carbono o nieve carbónica. Como gas incombustible e inerte la 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 inconciencia 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, tanto en extintores portátiles como en instalaciones fijas.

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

Su mecanismo de extinción principal es por sofocación, desplazando al oxígeno cuando se gasifica (1kg de CO<sub>2</sub> 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 el 65%, en función del tipo de combustible, por lo tanto, se puede deducir que la capacidad de extinción disminuye en un incendio al aire libre por no alcanzarse la concentración requerida.

Se debe considerar además que contribuye en cierta medida a la extinción del fuego el enfriamiento, debido a que la nieve carbónica que se forma producto de la expansión parcial de descarga puede alcanzar los -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 aproximadamente 10 veces menor que el agua.

Los extintores de CO<sub>2</sub> son muy apropiados para fuegos clase A, B y en todos aquellos con presencia de electricidad. No obstante en los fuegos clase A se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Solo apaga la llama y no la brasa, para esto se requeriría de una larga presencia para conseguir el enfriamiento, como podría ocurrir en la inundación de espacios o recintos confinados.
- Cuando el fuego desprende gran cantidad de calor, existe el peligro de que el CO<sub>2</sub> se gasifique antes de llegar al combustible.

Además la utilización del CO<sub>2</sub> puede acarrear serios problemas para las personas, por lo que se deberán evitar riesgos innecesarios teniendo en cuenta lo siguiente:

- El CO<sub>2</sub> por ser más pesado que el aire tenderá a ocupar espacios inferiores.
- No se deberá utilizar para la extinción de fuegos clase D, ya que, se descompone generando oxígeno y carbono, proporcionando comburente y combustible al fuego.
- Se deberá prestar especial atención a síntomas tales como dolores de cabeza o vómitos por parte del operador o personal involucrado, todo esto debido a que no es perceptible por el olfato.
- Se tendrá que tener cuidado con las quemaduras que pudiese ocasionar la nieve carbónica, evitando tocar los tubos de descarga, para esto se deberá sostener el extintor desde los lugares adecuados para su uso.
- Aunque el gas no es conductor de la electricidad, la nieve carbónica si lo es, por lo que se deberán respetar las distancias normales de aplicación en las que el extintor resulta seguro, para esto el extremo de la boquilla es de material aislante térmico y eléctrico.

### **2.3.3 Espumas**

La espuma es un agente enfriador y extintor, que forma un sello sobre el combustible, esta compuesta por burbujas, que son el medio para llevar agua al fuego, extinguiendo de cuatro formas.

**Sofocando:** el fuego e impidiendo al oxígeno del aire mezclase con lo vapores inflamables.

**Suprimiendo:** los vapores inflamables e impidiendo que ellos sean liberados, al formar una barrera hermética sobre la superficie.

**Separando:** las llamas de la superficie del combustible, e impidiendo nuevas evaporaciones.

**Enfriando:** el combustible y las superficies metálicas adyacentes.

Es importante recordar que los polvos químicos secos extinguen pero no enfrían y de allí la conveniencia de que en ciertos incendios se trabaje con químicos secos y espumas, extinguiéndolo con los primeros y enfriándolos con las segundas.

## **2.4 Criterios de calidad**

La calidad de un extintor dependerá de varios factores entre los que se cuenta:

- Su estanqueidad
- La presión de trabajo
- La resistencia a la corrosión, especialmente en un medio marino
- La resistencia a las vibraciones.
- La no toxicidad de los componentes del agente de extinción y de los productos de la descomposición liberados en contacto con el fuego.
- Los límites de temperatura de operación.
- La resistencia de los componentes del cilindro a los efectos físicos y químicos propios del agente de extinción.
- El potencial de extinción, determinado por la o las clases de fuego que puede apagar.

## **2.5 Potencial de Extinción.**

Como ya se había nombrado al comienzo de este capítulo, el potencial de extinción corresponde a una capacidad relativa de extinción de un extintor de acuerdo a la clase de fuego, para esto se describe un sistema alfa numérico, en el que mientras mayor sea el número asignado a una clase de fuego correspondiente, mayor es la capacidad del extintor para apagar un fuego de magnitud importante, incrementándose de este modo la protección contra el riesgo de incendio.

Junto a las letras A, B y C que identifican la clase de incendio que combate el extintor, también se emplean una numeración la que se obtiene luego de ensayar en condiciones de laboratorio un extintor para determinar su capacidad de extinción, a esta

capacidad se le conoce como potencial de extinción y que acompaña a la letra, por ejemplo, si la clasificación de un extintor es 2-A: 6-B: C, esto significara que el número que precede a la letra A corresponderá a la dimensión del fuego que es capaz de contener con éxito en condiciones de laboratorio, mientras que el número que precede a la letra B da una indicación proporcional a la máxima superficie en metros cuadrados de líquido inflamable contra cuyo incendio puede ser eficaz.

No se usa numeración para la clase C pues este tipo de incendios son nada más que fuegos clase A o clase B, pero sí se establecen las características que debe tener un extintor que cumpla con la tipificación C en lo relativo a la no conductividad del componente extintor, mientras que para la clasificación D igualmente no existen componentes numéricos para el potencial de extinción, pero el área, profundidad y otras características de los fuegos de prueba deben ser estipulados previamente.

Con el fin de medir y evaluar el comportamiento de los extintores la NCh 1432/1. Of 93, NCh 1432/2. Of 95, NCh 1432/3 Of. 95, y NCh 1432/4 Of. 80 asignan una serie de ensayos reproducibles para las clases A, B, C y D respectivamente, con el objetivo de poder determinar para cada extintor la clasificación que le corresponde.

A continuación se entregarán las características esenciales de dichas pruebas para las distintas clases de fuegos estudiados.

### **2.5.1 Clase A.**

Los métodos para la determinación del potencial de extinción para la clase A son: castillo, panel y viruta de madera. Los extintores para esta clase deberán extinguir los fuegos de las pruebas mencionadas las que se detallarán mas adelante.

Cada extintor se debe ensayar al menos 6 veces (2 por cada método), pero para los extintores rodantes se exigirá al menos un ensayo sometiéndolo a la prueba del castillo.

Los extintores con potencial de extinción entre 1-A y 6-A se deben someter a los ensayos de castillo, panel y viruta de madera, mientras que para el extintor de 10-A se someterá a una prueba para el castillo de 10-A y al ensayo de panel para 6-A. Para los iguales a 20-A o mayores se someterán a la prueba del castillo, este construido según corresponda para su potencial de extinción.

Un punto muy importante tiene que ver con el tiempo efectivo de descarga continua el que debe ser de 13 segundos para extintores con potencial de extinción 2-A o superior y de 8 segundos para potencial 1-A.

Para los extintores en base a agua y solamente de hasta 125dm<sup>3</sup> no se les hará exigibles los ensayos de extinción, solo en este caso la capacidad de extinción estará dada según lo siguiente.

<b>Contenido del extintor, L (dm<sup>3</sup>) de agua</b>	<b>Potencial de extinción</b>
4.7	1-A
9.5	2-A
15.1	3-A
18.9	4-A
37.9	6-A
64.4	10-A
124.9	20-A

Tabla 1.- Potencial de extinción según contenido de agua

Cabe mencionar que lo anterior está indicado para extintores cuyo componente sea solamente agua, sin aditivos mejoradores de la extinción u otros métodos, en este caso deberán someterse a las pruebas según su clasificación para la determinación del potencial de extinción.

### **2.5.1.1 Prueba de Fuego con Castillo de Madera.**

Para potencial de extinción mayor que 10-A, los ensayos se pueden realizar al aire libre bajo condiciones ambientales estables con viento de hasta 3.6m/s con ráfagas de no más de 4.5m/s sin precipitaciones, mientras que para potencial de extinción 10-A y menores se deberán efectuar las pruebas en un recinto cerrado sin corrientes de aire y un espacio tal que asegure una buena oxigenación y visibilidad durante el ensayo, con este fin se recomienda un recinto con un volumen mínimo de 1.700m<sup>3</sup>, cuyo techo este a una altura de 7.5m y que el piso sea de concreto de acabado liso.

Mientras que para el castillo se deberá cumplir que la madera a utilizar sea de pino insigne cepillado en sus cuatro costados con un contenido de humedad entre 9-13%, esta estructura estará constituida por capas de listones de dimensiones específicas para cada potencial, colocados en forma alternada y en ángulo recto entre sí, formando un cuadrado determinado por la longitud de los componentes, la cantidad de listones así como el número de capas constitutivas para cada ensayo se entregan en la tabla 2.

Potencial de extinción	Nº de listones de madera	Dimensión de los componentes en mm.	Colocación de los listones en castillo
1-A	50	38*38*508	10 capas de 5
2-A	78	38*38*651	13 capas de 6
3-A	98	38*38*781	14 capas de 7
4-A	120	38*38*848	15 capas de 8
6-A	153	38*38*976	17 capas de 9
10-A	209	38*38*1207	19 capas de 11
20-A	160	38*89*1581	10 capas de 15 colocados de canto y una capa superior de 12 colocados de plano
30-A	192	38*89*1895	10 capas de 18 colocados de canto y una capa superior de 12 colocados de plano
40-A	224	38*89*2213	10 capas de 21 colocados de canto y una capa superior de 14 colocados de plano

Tabla 2.- Construcción el castillo de madera.

Este castillo se deberá colocar sobre perfiles ángulos de acero u otros elementos apropiados, apoyados sobre soportes cuya altura estará dada según el potencial de extinción, mientras que los listones de los costados se deberán clavar o fijar mediante grapas con el fin de resistir las fuerzas ejercidas por los elementos de extinción (figura 16).



Figura 16.- Disposición y orden del castillo

Para incendiar el castillo se usará gasolina en un contenedor de acero colocado por debajo del castillo en forma simétrica con el eje vertical del mismo, las dimensiones del recipiente para la gasolina y la altura necesaria para los soportes estará dada según la tabla 3.

Potencial de extinción	Tamaño del deposito con líquido inflamable mm.	Carga de gasolina L (dm <sup>3</sup> ).	Altura de soportes sobre el piso en mm.
1-A	533*533*102	0.95	405
2-A	533*533*102	1.90	405
3-A	686*686*102	2.85	405
4-A	686*686*102	3.80	405
6-A	813*813*102	5.70	405
10-A	965*965*305	8.50	810
20-A	1372*1372*305	17.00	810
30-A	1676*1676*305	22.70	810
40-A	1930*1930*305	37.90	810

Tabla 3.- Disposición del castillo para ignición.

#### **2.5.1.1.1 Encendido y Ataque**

Para potenciales de extinción de hasta 4-A se enciende la gasolina y después de 2 a 4 minutos de combustión se retira el recipiente y se deja arder libremente hasta completar 8 a 10 minutos, trascurrido este tiempo se deberá comenzar con la extinción, mientras que para potenciales de extinción sobre 4-A se deberá mantener el mismo tiempo el recipiente bajo el castillo, pero se dejara arder hasta que se completen 6 a 7 minutos aproximadamente, y luego comenzar la extinción.

El fuego del castillo se deberá atacar frontalmente (figura 17), desde una distancia inicial no menor a 2 m. desde la boquilla, el operador podrá reducir la distancia de ataque y dirigir la descarga a los lados y a la parte superior del castillo, pero en ningún caso debe dirigirse la descarga hacia la parte posterior del castillo.

Durante todo el periodo de quemado se deberán registrar los siguientes datos:

- a) Tiempo de combustión de la carga de gasolina bajo el castillo
- b) Altura estimada de la llama sobre el castillo; y
- c) Área lateral estimada cubierta por la llama.

Durante el proceso de extinción registrar el tiempo de descarga del extintor sobre el castillo y una vez apagado observar y registrar la presencia y ubicación de cualquier

brasa incandescente y el aumento o disminución e la intensidad de dicha combustión, hasta que el fuego vuelva a encenderse o se extinga completamente, en el caso de reencendido se deberá registrar el tiempo en que esto sucede.



Figura 17.- Ataque del fuego

#### **2.5.1.2 Prueba de Fuego con Panel de Madera.**

Los ensayos se podrán realizar en un lugar cerrado o al aire libre, si se selecciona un recinto interior se deberá tener la precaución de asegurar un volumen de aire constante y suficientemente grande, evitando que se generen corrientes al interior, con este fin se recomienda un lugar que posea como mínimo  $1.700\text{m}^3$ , y una altura del techo de por lo menos 7.5m.

Si las pruebas se realizarán en el exterior, se deberá contar con condiciones climáticas que aseguren viento solo hasta  $3.6\text{m/s}$  con ráfagas de hasta  $4.5\text{m/s}$  y sin precipitaciones.

El panel consiste en una placa base de madera, sólida y cuadrada sobre la cual se aplican dos corridas de listones horizontales, separados entre si y de la placa base mediante listones verticales, el tamaño de este panel dependerá de la prueba que se pretenda realizar de acuerdo a la tabla 4 siguiente:

Potencial de extinción	Tamaño del panel (m)	Petróleo diesel L(dm <sup>3</sup> )	Viruta de madera (Kg.)
1-A	2.45*2.45	3.80	4.55
2-A	3.05*3.05	7.55	9.05
3-A	3.65*3.65	11.35	13.60
4-A	4.25*4.25	15.15	18.15
6-A	5.20*5.20	22.70	27.20

Tabla 4.- Construcción y disposición del panel de madera.

La madera utilizada en la construcción del panel debe ser pino insigne cepillado, con una humedad entre 9-13%.

Toda la madera utilizada deberá ser cortada en longitudes exactas apropiadas al tamaño del panel, teniendo cuidado con nudos que pueda tener, en este caso, los nudos se deberán tapar con masilla para evitar el paso de la llama. Se permitirá el uso de clavos de fijación para la placa base pero evitando que estos produzcan rajaduras de la madera.

Antes de realizar la prueba será necesario verificar que las válvulas de los extintores (en caso que las tengan) se encuentren abiertas para no entorpecer la operación, luego verter gasolina sobre el piso y a lo largo del borde frontal del panel, encender un fósforo en el centro de la hilera, bajo el panel se ubicará viruta preferentemente de álamo, la que debe ser nueva y seca, de la que se deben retirar los remanentes a los 3 minutos y 20 segundos de encendido el panel.

Sobre el primer panel se colocaran tres más los que deberán ser puestos en secuencias de 45 segundos. A partir del inicio de la prueba se deberá controlar los tiempos de retiro de la viruta, aplicación del extintor, extinción del fuego del panel y término de la descarga total del extintor.

Al finalizar se deberá verificar si el fuego se encuentra efectivamente bajo control o extinguido, para esto se tendrá que observar y registrar la presencia o no de brasas incandescentes, en el caso de reignición registrar el tiempo en que esto sucede.

Finalmente se considerará como aceptable el ensayo y se dará por extinguido si a 1.1 metros del piso permanece un listón en cuyo centro quede un núcleo sin quemar de un diámetro aproximado de 6mm.

### **2.5.1.3 Prueba de Fuego con Viruta de Madera.**

Las pruebas de fuego con viruta de madera se deben realizar en las mismas condiciones espaciales que la anteriores en lo referente aun lugar físico interior que cumpla con los requisitos de un volumen mínimo de 1.700m<sup>3</sup> y una altura al techo de

por lo menos 7.5m, piso de concreto y buena ventilación con el fin de asegurar la correcta oxigenación del fuego.

La distribución de la viruta serán las que correspondan según la tabla 5 siguiente en cuanto al potencial de extinción que se verifica. Se usará al igual que en la prueba anterior viruta de álamo seca y nueva la que se separara uniformemente sobre el área especificada y luego se compactará hasta alcanzar una altura de 300mm. El piso del área estará recubierto por una plancha de acero o simplemente por concreto seco en ambos casos.

Potencial de extinción	Peso de la viruta (Kg.)	Área de prueba (m <sup>2</sup> )
1-A	2.70	0.85*1.75
2-A	5.45	1.20*2.45
3-A	8.15	1.50*3.00
4-A	10.90	1.85*3.25
6-A	16.35	2.10*3.95

Tabla 5.- Material de virutas y disposición

Antes de comenzar la prueba será necesario romper los sellos y abrir válvulas que presuricen el extintor, si las hubiese, con el fin de no entorpecer la operación y el correcto funcionamiento del experimento.

Posterior a esto se deberá verter sobre el piso o la plancha de acero y a lo largo del borde mas extenso de la cama rectangular de viruta, 60 a 120ml de gasolina contenida en un recipiente provisto de una boquilla de 3.2mm de diámetro, luego encender un fósforo en el centro del borde, la ignición se propagara a todo el ancho del material combustible.

Iniciar el ataque desde una distancia no menor a 4.6m medidos desde el borde mas largo de la cama rectangular y en el momento en que las llamas alcanzan la línea central de la misma, luego de esto el operador podrá atacar desde distancias mas próximas.

Durante el ensayo se deberá controlar: la aplicación del extintor, la extinción del fuego en la viruta y el término de la descarga total.

Una vez finalizado el ensayo se tendrá que registrar y observar la presencia de focos de reignición incandescente y el aumento o disminución de la intensidad de tal incandescencia, hasta que el fuego se extinga o rebrote nuevamente, y en el supuesto caso de una reignición registrar el tiempo en que esto sucede

## **2.5.2 Clase B**

Los extintores clase B bajo condiciones de descarga continua y con todos los dispositivos de flujo del agente de extinción mantenidos en la posición de descarga máxima, deben extinguir un fuego de prueba realizado con líquidos inflamables de acuerdo a las especificaciones que se detallarán mas adelante, en consideración de esto se entenderá por un fuego extinguido a aquel que generado bajo condiciones de ensayo alcanza un estado en el que no esta sujeto a reignicion. Para verificar el potencial de extinción se deberá reiterar el ensayo repetidamente y para cada ensayo se considerara un extintor totalmente cargado.

Previamente un extintor que vaya a ser sometido a una prueba se le tendrá que determinar el tiempo efectivo de descarga, este tiempo se entrega en una tabla mas adelante, y se determinará en base a un ensayo previo de operación el extintor completamente cargado y acondicionado a 21° C mientras se mantiene su posición normal de operación.

Para los potenciales de extinción menores o iguales a 20-B se recomienda llevar a cabo los ensayos en un lugar que permita y asegure una buena alimentación de oxígeno, sin corrientes de aire y de una visibilidad razonable, para estos propósitos sería adecuado un local de las mismas dimensiones utilizadas para las mediciones en interiores para extintores clase A, con un volumen total no inferior a 1.700m<sup>3</sup> y una altura al techo de 7.5m, con un piso de concreto de acabado liso. Mientras que para potenciales de extinción superiores a 20-B se recomiendan pruebas al aire libre con condiciones ambientales estables, y vientos entre 1.3m/s y 1.6m/s con ráfagas máximas de hasta 4.5m/s.

### **2.5.2.1 Prueba de Fuego con Líquido Inflamable.**

La prueba de fuego con líquidos inflamables se efectúa utilizando una palangana de acero de una profundidad no inferior a 203mm, parcialmente llena con agua de ser necesario, con una capa de 51mm de combustible. La palangana debe ser acero de 6.4mm de espesor mínimo, con uniones soldadas herméticas al líquido y provistas de un ángulo para reforzar el borde superior de no menos de 4.8mm de espesor, este ángulo debe ser una pieza continua alrededor del perímetro de la palangana y tiene que formar una pestaña hacia fuera con el borde superior de la misma.

Extintor		Palangana			Combustible de ensayo aproximado L (dm )
Potencial de Extincion	Tiempo minimo de descarga efectiva (s)	Tamaño interior m	Espesor metal mm	Dimensiones del ángulo de refuerzo mm	
Pruebas dentro de un recinto					
1-B	8	0,25	6,4	38*38*4,8	12,5
2-B	8	0,45	6,4	38*38*4,8	23,5
5-B	8	1,15	6,4	38*38*4,8	58,5
10-B	8	2,3	6,4	38*38*4,8	117
20-B	8	4,65	6,4	38*38*4,8	245
Pruebas al aire libre					
30-B	11	6,95	12,7	38*38*6,4	360
40-B	13	9,3	12,7	38*38*6,4	475
60-B	17	13,95	12,7	38*38*6,4	720
80-B	20	18,6	12,7	38*38*6,4	950
120-B	26	27,85	12,7	38*38*6,4	1420
160-B	31	37,2	12,7	38*38*6,4	1895
240-B	40	55,75	12,7	38*38*6,4	2840
320-B	48	74,3	12,7	38*38*6,4	3790
480-B	63	111,5	12,7	38*38*6,4	5680
640-B	75	148,6	12,7	38*38*6,4	7570

Tabla 6.- Prueba de fuego con líquido inflamable, tamaño de palangana y disposición

Se debe considerar que la cantidad de combustible de ensayo que se utilice en cada prueba debe estar determinada por la profundidad real medida en la palangana, y siempre se deberá contar con combustible completamente nuevo.

Para pruebas en interiores se tendrá que contar con una palangana que posea un área mínima de 4.65m<sup>2</sup> (figura 18), puesta directamente sobre el piso y que se encuentre bajo la salida de ventilación del recinto, en el caso de pruebas al aire libre se contara con una batea que se encuentre nivelada con el suelo.

Al interior de la palangana se considerará un espacio mínimo de 152mm ± 6mm bajo el borde superior, este espacio libre se podrá establecer agregando agua al interior de ser necesario.



Figura 18.- Prueba en interiores

Al encender y comenzar las maniobras de control de la prueba se debe verificar que las válvulas presurizadoras externas están abiertas (solo para este tipo de extintor) con el fin de no entorpecer el ataque, posterior a esto encender el combustible de ensayo y dejar arder durante 60 segundos antes de iniciar el ataque.

Las técnicas de ataque deben ser adaptadas a las características de descarga del extintor siendo requerimiento para los de polvo químico seco realizarse barriendo solamente desde uno de los lados de la palangana. Así mismo la boquilla de un extintor de dióxido de carbono puede ser mantenida sobre el líquido inflamable en el área del fuego, hasta lograr la mejor sofocación posible, en este caso el operador puede atacar desde un lado o desde las esquinas de la palangana, en cualquier caso el operador nunca deberá exponer su cuerpo mas allá del borde de la palangana.

Durante el periodo de combustión y ataque se deberá registrar lo siguiente:

- Aplicación el extintor
- Extinción del fuego de la palangana
- Término de la descarga efectiva.

Luego de extinguir el fuego se tendrá que registrar:

- Los sucesos observados durante el ensayo, incluyendo el método de ataque y otros.
- En ensayos realizados al aire libre, registrar además la velocidad del viento y condiciones climáticas.
- Por último, registrar la cantidad de agente extintor utilizado.



Figura 19.- Prueba de fuego en Exteriores

### **2.5.3 Clase C**

Para los fuegos clase C no existe una numeración como para las dos anteriores, esto debido a que los materiales en combustión pueden ser perfectamente los referidos en las clases A o B, la condición que cambia es que están expuestos o sometidos a electricidad, pero retirando la fuente eléctrica se convierten en un incendio de alguna de las clases señaladas, ahora bien, se tendrá que considerar un factor de gran importancia en la extinción de un incendio en presencia de electricidad y que es la no conductividad eléctrica del medio de extinción, o sea la capacidad dieléctrica que debe poseer con el fin de evitar riesgos para el operador del extintor. En base a esto es que se señalan una serie de ensayos con el fin de determinar que la capacidad de no conducción eléctrica sea tal como para prevenir accidentes e incluso muertes.

En estas condiciones el agente descargado por el extintor no debe aumentar la conductividad eléctrica, medida por un miliamperímetro a través de un espacio de 250mm comprendido entre la salida del agente de extinción, de un extintor eléctricamente aislado, y con una placa conectada a tierra con una tensión de corriente alterna de 100.000V y 50Hz.

El extintor que se somete a un ensayo para clase C debe ser primero sometido a verificación de su potencial de extinción para clase A y/o B, según corresponda.

#### **2.5.3.1 Método de Ensayo**

El método de ensayo para determinar la no conductividad eléctrica consiste en aplicar una corriente alterna de alto voltaje y 50Hz, entre el extintor aislado eléctricamente y una placa conectada a tierra, y medir el flujo de corriente, si se produjera, a través del camino formado por el agente de extinción, durante el periodo en que esta siendo descargado hacia la placa o blanco conectado a tierra.

Para el montaje del extintor se utilizan dos láminas de vidrio separadas por un material aislante como base, y una estructura de material aislante como soporte, en tanto la válvula del extintor debe estar provista de un sistema de accionamiento a control remoto que permita maniobrar con seguridad.

Por otra parte se debe diseñar un blanco en forma de V compuesto por una lámina de cobre cuyos lados deben ser de 300mm \* 150mm cada uno separado 250mm desde la boca del extintor.

El extintor se colocará sobre la plataforma aislada y se deberá conectar al terminal positivo del generador que se utilizará. Colocar el blanco a distintas distancias para determinar cual es la mínima a la que puede mantener su capacidad de no conducción,

o sea, sin que se produzca descarga eléctrica, en general se considera que una distancia de 250mm es suficiente.

Al finalizar la prueba se deberá considerar y registrar lo siguiente:

- Identificación de la muestra.
- Temperatura en el ambiente de ensayo.
- Equipo utilizado.
- Temperatura de la placa del blanco.
- Tiempo de descarga del extintor.
- Resultados del ensayo.

#### **2.5.4 Clase D**

Los extintores clase D deben ser capaces de poder extinguir pruebas de fuego tipo para determinados metales específicos tales como magnesio, titanio, circonio, sodio, potasio, etc. debiendo evitar la diseminación del metal incandescente fuera del área de prueba durante la realización de esta. Un fuego metálico en prueba se considerara extinguido cuando no se vuelve a encender bajo condiciones de ensayo y contiene suficiente metal no quemado, de esta manera se demuestra que el extintor puede controlar y extinguir un incendio antes de la combustión.

Para esta clase de incendios no se establecen componentes numéricos, debido principalmente a que un tipo de extintor solo puede contener un incendio de uno o dos metales, pero ninguno sirve para todos los tipos, es por esta razón que incorporan una placa en la que señalan el tipo o los tipos de metales que efectivamente pueden contener, por lo que en las pruebas se deberá considerar el tipo de metal combustible, el área, profundidad y otras características de los fuegos de prueba.

Antes de efectuar cualquier demostración de prueba de fuego se debe realizar un estudio acerca de los compuestos químicos y de la formulación del agente extintor, incluyendo un estudio con respecto a la toxicidad del agente, así como los vapores generados y productos de la combustión que puedan emanar durante la extinción. Además de esta prueba se debe realizar un estudio de las posibles reacciones que se puedan producir entre el metal en combustión y los componentes del agente extintor, sin embargo, puede ser posible tener que efectuar otras pruebas adicionales, de acuerdo a la naturaleza de los fuegos.

## **2.6 Gases expelentes.-**

### **2.6.1 Generalidades.-**

Se considera como un gas expelente a aquel que se encuentra comprimido en los cilindros, botellas o cápsulas de los extintores de polvo químico seco en forma interna o externa y que producen la expulsión del contenido, está principalmente formado por gases inertes en estado seco, es decir, que contengan solo trazas de humedad de modo que no produzcan efectos desfavorables en el polvo químico seco en el momento de utilizar el extintor, los mas usados son el CO<sub>2</sub> y el nitrógeno.

Los sistemas que evitan y sellan de la filtración deben ser suficientemente eficientes como para permitir la acumulación de presión por periodos mínimos de un año.

### **2.7 Uso del Extintor de Incendios de CO<sub>2</sub> y PQS.**

Las instrucciones de uso se deben entregar mediante una etiqueta foto luminiscente, firmemente adherida a la parte del cilindro que resulta más visible cuando el extintor se encuentra en posición y ubicación normal, estas indicaciones se deberán entregar de la siguiente manera:

- En la parte superior: naturaleza del agente extintor.
- Inmediatamente bajo lo anterior: la o las clases de fuego a que esta destinado el extintor, indicadas mediante la expresión:
  - Extintor fuego(s) clase (s).....
- Lo anterior se deberá complementar con el o los símbolos que correspondan, según la o las clases de fuego consideradas. El o los símbolos deben colocarse bajo la información señalada en el segundo punto anterior.
- La manera de operar el extintor se debe describir en forma literal y gráfica, disponiéndose la primera a la izquierda y la segunda a la derecha de la etiqueta.
- Bajo la inscripción anterior se deben incluir las recomendaciones de uso (ver figura 19). Cuando no sea recomendable el uso del extintor sobre determinados

materiales, se deberá anular el o los símbolos correspondientes mediante una línea diagonal que nace en el vértice superior izquierdo.

- Cuando corresponda, se deben incluir advertencias escritas sobre uso no recomendado.
- Finalmente, en la parte inferior de la etiqueta de instrucciones de uso se debe indicar el nombre y dirección del fabricante o importador, según corresponda, indicado de la siguiente forma:
  - Fabricado por.....; o
  - Importado por.....;



Figura 10.- Etiqueta en un extintor multipropósito

### 2.7.1 Señales Fotolumiscentes.

Los productos Foto luminiscentes son usados en conjuntos de oficinas de gran altura, sitios industriales, ambientes marinos como buques y las plataformas Petroleras de perforación fuera de la costa, bajo tierra en minas, y en aeronaves comerciales. Su aplicación y su uso están siendo recomendados, y en algunos casos promulgados, por los códigos y normas Arquitectónicas de Edificación, de la Marina Internacional y de la Aviación Comercial. (Figura 11)

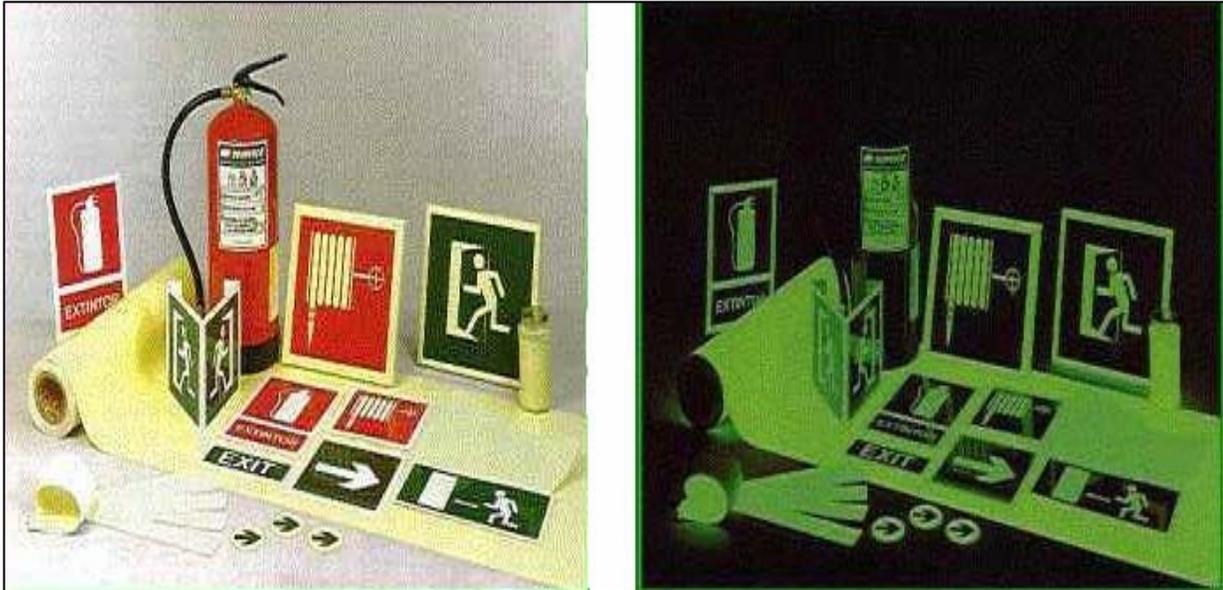


Figura 11.- Materiales Foto luminiscentes

### 2.7.1.1 Utilización a bordo de naves.

En las naves la fotoluminiscencia esta destinada a la demarcación de vías de escape, señalización de los lugares de abordaje de balsas salvavidas, elementos de extinción de incendios, etc.

### 2.7.1.2 Ubicación de Franjas Foto luminiscentes.

Estas franjas foto luminiscentes deberán ser colocadas a una altura de 300mm, como máximo, por encima de la cubierta en todos los puntos de las vías de evacuación, incluidos ángulos e intersecciones. Esta señalización deberá permitir a los pasajeros identificar todas las vías de evacuación y localizar fácilmente las salidas de emergencia. Si se utiliza iluminación eléctrica, ésta procederá de una fuente de energía de emergencia y estará dispuesta de tal modo que, aunque falle una luz o se produzca un corte en la franja de iluminación, la señalización siga siendo eficaz. Además, todas las señales de las vías de evacuación y las marcas de ubicación del equipo contra incendios serán de material foto luminiscente o estarán iluminadas (Figura 12). La Administración, en la situación nacional La Autoridad Marítima, se asegurará de que la iluminación o el equipo foto luminiscente se han evaluado, probado y aplicado de conformidad con lo dispuesto en el Código de Sistemas de Seguridad Contra Incendios.<sup>(1)</sup>

<sup>1</sup> Extraído de SOLAS edición 2002 Capitulo II-2, parte D Evacuación, página 273

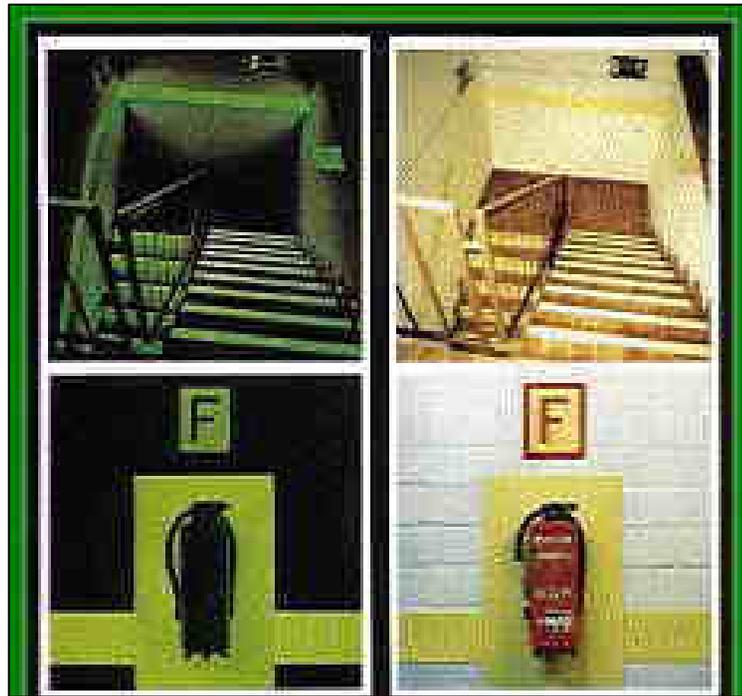


Figura 12.- Ubicación de franjas foto luminiscentes

## **2.8 Señalización.**

La señalización de los extintores tiene por objeto brindar información a los usuarios del lugar donde se encuentra ubicado el extintor, por ello, depende del tipo y las condiciones del recinto donde estos se coloquen, pero siempre condicionado a que sean fácilmente visibles.

Los extintores deberán ser colocados en lugares de fácil acceso, colgados desde sus respectivos soportes en paredes o estructuras visibles, entre un rango de alturas que van desde los 20 cm. como mínimo medidos desde el suelo hasta 1.30 m hasta la base del extintor como máxima.

Para los que precisen estar a la intemperie se les colocara al interior de un nicho que permita su fácil retiro y que lo mantenga aislado del medio ambiente, la puerta del nicho será de vidrio simple fácil de romper en caso de emergencia.

Cada extintor se deberá señalar junto a una etiqueta de color rojo que indique el tipo de fuego que combaten, estando esta etiqueta en un lugar visible, además la zona en la que se encuentre el extintor deberá estar y mantenerse siempre despejada y libre de obstáculos que puedan interferir en la facilidad y rapidez de su obtención.

## **2.9 Identificación y Selección de un Extintor.**

### **2.9.1 Identificación de Extintores**

La clara identificación de los extintores y su correcta ubicación son realmente importantes a la hora de contener un incendio en su fase inicial, en el caso de alguna emergencia resulta crucial una rápida localización.

La clasificación y numeración deben ser totalmente visibles y entendibles, de forma que pueda seleccionarse el extintor adecuado según el tipo de fuego que se declare. Los fabricantes deben incorporar además de la información necesaria relativa al contenido y potencial, la información necesaria para un correcto uso.

### **2.9.2 Selección del Extintor.-**

Antes de elegir un extintor se debe considerar:

- La naturaleza de los combustibles presentes.
- Las condiciones ambientales del lugar donde va a situarse el extintor.
- Que personal utilizará el extintor.
- Si existen sustancias químicas que pudieran reaccionar con algún componente del agente extintor.

Y cuando se elige entre distintos extintores, se debe considerar que:

- Si es o no eficaz contra riesgos específicos presentes en el medio.
- Si resulta fácil de manejar.
- El mantenimiento que requiere.

Una vez estudiados y evaluados estos antecedentes se deberá seleccionar entre los diversos tipos de extintores que se expusieron al inicio de este capítulo, siendo exigible la necesidad de un estudio acabado de los componentes que tendrá que contener en un probable incendio y la correcta separación entre cada uno.

## **2.10 Principios de Extinción de Incendios con Extintores Portátiles.**

Muchos incendios son pequeños cuando comienzan y se pueden extinguir usando extintores portátiles adecuados, pero se debe tener en cuenta que al ocurrir un incendio en navegación se deberá dar inmediato aviso al puente de gobierno con el fin de poder

activar el zafarrancho correspondiente, evitando demoras que podrían ser fatales en la organización de las partidas de ataque y contención, por ningún motivo se debe retrasar la alarma esperando resultados del uso de extintores portátiles principalmente por su limitada capacidad de extinción.

Los extintores representan una parte importante de cualquier programa total de protección contra incendios, sin embargo, su satisfactorio funcionamiento depende de que se hayan cumplido las siguientes condiciones:

- Que el extintor este correctamente ubicado y en adecuadas condiciones de operación.
- Que el extintor sea apropiado para el tipo de incendio que se pueda producir.
- Que el incendio se descubra en sus comienzos para que el extintor sea efectivo.
- Que el incendio sea descubierto por una persona diligente, dispuesta y capaz de usar el extintor.

El 3º Piloto tiene la obligación de supervisar el correcto funcionamiento, cuidado y mantención de estos equipos en todo momento. Toda la tripulación deberá estar al tanto del uso y correctamente entrenados y haber al menos leído el manual de instrucciones logrando su total comprensión.

Los extintores son aparatos mecánicos que necesitan cuidados y mantención a intervalos periódicos para tener la seguridad de que están listos para operar en forma correcta y segura en todo momento.

A continuación se entregaran unas recomendaciones generales sobre el actuar frente a una emergencia en la que se deba utilizar un extintor portátil.

1. Acercarse a favor del viento, para que este deje el humo y aumente el alcance de extinción. Si hay mucho calor usar cortina de PQS como protección.



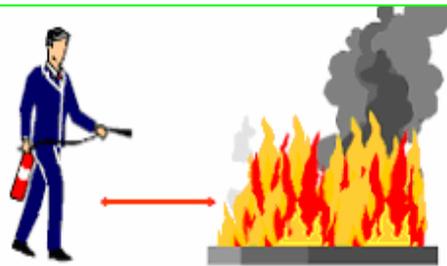
2. Atacar primero el borde más cercano para alejar las llamas. Mantener descarga máxima. Dirigir el chorro a la base de la llama. El fuego avanza si se aplica en forma intermitente.



3. Barrer rápidamente la tobera de lado a lado. Atacar toda la parte frontal del fuego antes de avanzar.



4. Mantenerse apartado del fuego para asegurar que la cortina de polvo abarque más.



5. Las cañerías presurizadas deben atacarse en el ángulo recto de filtración. Cortar flujo de líquido para evitar mayores daños.



6. Cuando el fuego esta extinguido se recomienda verificar que no exista reignición y apagar brasas si las hubiere.



7. En incendios producto de filtraciones por gravedad de líquidos inflamables se debe apagar primero el derrame y luego el resto del fuego



8. Polvos químicos multipropósito pueden ser utilizados para incendios clase A, en este caso es conveniente dejar una capa abundante de polvo sobre los carbones para evitar su reignición.



9. Cuando el fuego es de tipo A se pueden controlar de acuerdo a los cuadros 10 y 11 siguientes.



10. Una vez que las llamas han sido extinguidas, el operador debe separar con algún elemento los escombros para aumentar el enfriamiento y evitar la reignición.



11. Después que los escombros han sido esparcidos, se pueden usar descargas intermitentes para enfriar zonas calientes.



12. Cuando se ha controlado el amago debe abandonarse el lugar de frente al sitio, para evitar ser sorprendido en caso de reignición.



## **CAPITULO III.**

### **Normas Relativas a la Fabricación y Uso de los Extintores en Naves Nacionales**

#### **3.1 Normativa Internacional.**

Internacionalmente existen normas que regulan y establecen las condiciones operacionales de los extintores portátiles de incendio con el fin de delinear su uso y características de operación segura en condiciones relacionadas con el ambiente marino, considerando siempre la seguridad de la tripulación, la estructura de la nave y su cargamento.

Con este fin la Organización Marítima Internacional **OMI** ha establecido las características que deben cumplir los extintores portátiles que se encuentran a bordo de naves referidas a las normas de seguridad marítima, aplicables a los extintores portátiles de incendios para usos marinos, destinadas a complementar las prescripciones pertinentes del capítulo II-2 del Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar (SOLAS), 1974, enmendado, así como el Capítulo V del Convenio Internacional de Torremolinos para la Seguridad de los Buques Pesqueros, 1977, esto reconociendo la necesidad de seguir mejorando las normativas revisadas tras la aprobación de enmiendas al capítulo II-2 del Convenio SOLAS 1974 y la adopción del Protocolo de Torremolinos de 1993, y a la luz de la experiencia obtenida con la aplicación de tales directrices, recomienda a los Gobiernos interesados a que apliquen dichas normas mencionadas anteriormente relacionados con la seguridad de actividades marítimas.

A continuación se establecerán las características más relevantes de cada una de las normas internacionales referidas a los extintores portátiles de extinción de incendios.

#### **3.1.1 Resolución A.951(23) de la Organización Marítima Internacional OMI**

**Adoptada el 5 de diciembre de 2003**

#### **Directrices Mejoradas Aplicables a los Extintores Portátiles de Incendios para Usos Marinos**

Este documento establece la clasificación y las características para los extintores, conforme al tipo de agente extintor que contienen actualmente, los diversos tipos de extintores y el uso que se recomienda para cada uno de ellos. Los siguientes son los usos recomendados por este reglamento y que se ven en la tabla 7.

Agente extintor	Recomendado para uso en incendios que afecten a:
Agua Agua con aditivos	madera, papel, tejidos y materiales análogos
Espuma	madera, papel, tejidos y líquidos inflamables
Polvo seco/producto químico seco (normales/clases B, C)	líquidos inflamables, equipo eléctrico y gases inflamables
Polvo seco/producto químico seco (fines múltiples o generales/clases A, B, C)	madera, papel, tejidos, líquidos inflamables, equipo eléctrico y gases inflamables
Polvo seco/producto químico seco (para metales)	metales combustibles
Anhídrido carbónico	líquidos inflamables y equipo eléctrico

Tabla 7.- Uso recomendado por tipo de extintor

### 3.1.1.1 Construcción de los Extintores.

El extintor se proyectará y fabricará de modo que su funcionamiento sea sencillo, rápido y su manejo fácil, conforme a una norma nacional o internacional reconocida que incluya la prescripción de que el cuerpo del extintor y las demás partes sometidas a presión interna sean objeto de pruebas:

- A una presión de 5,5 MPa (Megapascuales) o de 2,7 veces la presión de trabajo normal, si ésta última es superior, para los extintores con una presión de servicio no superior a 2,5 MPa; o
- De conformidad con la norma reconocida para los extintores con una presión de servicio superior a 2,5 MPa.

Al proyectar los componentes, seleccionar los materiales y determinar las relaciones de llenado y densidades máximas se tendrán en cuenta las temperaturas extremas a que puedan quedar expuestos los extintores a bordo del buque y las gamas de temperaturas de funcionamiento especificadas en las normas reconocidas, todos los componentes deben funcionar en este hostil ambiente de una manera que asegure su óptima operatividad en conjunto.

#### 3.1.1.1.1 Especificaciones para las Pruebas

Las especificaciones para las pruebas de construcción, rendimiento y extinción de incendios deben ser las que apruebe la Administración, en el aspecto local será la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante quien deberá tener debidamente en cuenta las normas internacionales establecidas, esto en concordancia

con los criterios de calidad para los extintores portátiles de incendios, requeridas por ley a través del Instituto Nacional de Normalización (capítulo II).

### **3.1.2 Criterios para determinar el cumplimiento de lo dispuesto en el Capítulo 4 del Código SSCI y en las reglas V/20 y V/38 del Protocolo de Torremolinos relativo al Convenio de Torremolinos, 1977**

El capítulo 4 del Código SSCI establece que los extintores tengan una capacidad de extinción, sean a base de agua o espuma, según lo dictamine la Administración, equivalente por lo menos a la de un extintor de carga líquida de 9Lts. con un grado de eficacia, de 2A para incendios de clase A. Esta equivalencia puede demostrarse mediante pruebas de clasificación del grado de eficacia realizadas de conformidad con una norma internacional o nacional, o con cualquier otra norma reconocida.

El tamaño y el tipo de los extintores estarán de acuerdo con los riesgos de incendio de los espacios que se hayan de proteger, aunque se evitará que haya de muchos tipos siempre considerando que se deberán tomar las precauciones necesarias para que la cantidad de agente extintor que se descargue en espacios pequeños no ponga en peligro al personal.

#### **3.1.2.1 Mercado de los Extintores**

Todo extintor llevará marcados claramente, como mínimo, los siguientes datos concordantes en parte con la norma chilena oficial del INN, NCh 1430 Of. 94, que son:

- Nombre del fabricante
- Tipos de incendio para los que el extintor es apropiado y grado de eficacia;
- Tipo y cantidad de agente extintor;
- Pormenores relativos a la aprobación del aparato;
- Instrucciones de empleo y recarga (se recomienda que para las instrucciones de funcionamiento se utilicen ilustraciones, además de texto explicativo en un idioma que entienda el posible usuario);
- Año de fabricación;
- Gama de temperaturas en la que el extintor funcionará satisfactoriamente; y
- Presión de prueba.

### 3.1.2.2 Inspecciones y Operaciones de Mantenimiento Periódicas.

Los extintores serán objeto de inspecciones periódicas, de conformidad con las instrucciones del fabricante, y realizadas por un servicio técnico autorizado a intervalos que no excedan de un año, además por lo menos un extintor de cada tipo fabricado el mismo año y que se encuentre a bordo de la nave se someterá a una prueba de descarga a intervalos de cinco años (como parte de un ejercicio de lucha contra incendios).

Como una manera de conocer el estado real de un extintor sometido a un ambiente salino, esta norma establece que todos los extintores junto con los cartuchos impulsores de los extintores que lo posean, deberán someterse a una prueba hidráulica conforme a las normas reconocidas o a las instrucciones del fabricante a intervalos que no excedan de 10 años, estas pruebas son resumidas y consideradas en Chile por intermedio del INN a través de la norma NCh 1180/2.Of80.

### 3.1.2.3 Servicio Técnico e Inspección

El servicio y la inspección se realizarán únicamente por una persona de demostrada competencia, o bajo la supervisión de ésta, basándose en la guía para las inspecciones del cuadro resumen de la operación de mantenimiento establecida por este reglamento y que se resume en las tablas 8, 9 y 10.

INSPECCION ANUAL	
Presillas de seguridad y dispositivos indicadores	Comprobar para determinar si se ha utilizado el extintor
Dispositivo indicador de la presión	Cuando exista, comprobar que la presión esta dentro de los limites admitidos. Asegurarse de que las tapas protectoras de los dispositivos indicadores de la presión y de las válvulas de seguridad están en su sitio.
Examen externo	Inspeccionar el extintor por su parte exterior para detectar posibles efectos de la corrosión, abolladuras u otros desperfectos que puedan afectar a la seguridad de su funcionamiento.
Peso	Pesar el extintor y comprobar su masa en relación con su peso cuando esta totalmente cargado.
Mangueras y lanzas	Comprobar que las mangueras y lanzas no tienen obstrucciones y están en buen estado.
Instrucciones de uso	Comprobar que hay instrucciones de uso y que éstas son legibles.

Tabla 8.- Inspecciones Anuales

<b>INSPECCIÓN EN EL MOMENTO DE LA RECARGA</b>	
Cargas de agua y espuma	Verter la carga en un contenedor limpio si va a utilizarse y comprobar que todavía esta en condiciones de utilización. Comprobar el estado del contenedor de carga.
Cargas de polvo	Comprobar que el polvo puede volver a utilizarse. Cerciorarse de que no esta apelmazado y de que no hay indicios de que contenga grumos ni cuerpos extraños.
Cartucho de gas	Examinar para comprobar que no ha sufrido ningún daño ni el efecto de la corrosión

Tabla 9.- Inspecciones al momento de la recarga

<b>INSPECCIÓN A INTERVALOS DE CINCO Y DIEZ AÑOS</b>	
<b>INSPECCIÓN DESPUÉS DE LA PRUEBA DE DESCARGA</b>	
Conductos de aire y mecanismo accionador.	Comprobar que el conducto de salida no está obturado soplando por los orificios y respiradores de la caperuza. Examinar la manguera, el filtro de la lanza, el tubo de descarga y la válvula de aire, según sea el caso. Comprobar el mando accionador y de descarga, limpiar y lubricar según sea necesario
Mecanismo accionador	Comprobar que puede quitarse el pasador de seguridad y que la palanca está en perfecto estado.
Cartucho de gas	Examinar el cartucho para comprobar que no ha sufrido ningún daño ni el efecto de la corrosión. Pesarlo para cerciorarse de que está dentro de los límites admitidos.
Juntas tóricas y diafragmas de las mangueras	Comprobar el estado de las juntas tóricas y cambiar los diafragmas de las mangueras, si los hay.
Cuerpos de agua y espuma	Inspeccionar el interior y comprobar si hay indicios de corrosión y de deterioro del revestimiento. Comprobar cada contenedor por separado para detectar fugas o daños en el mismo.
Cuerpo de polvo	Examinar el cuerpo y comprobar si en su interior hay indicios de corrosión o de deterioro del revestimiento.

<b>INSPECCIÓN DESPUÉS DE LA RECARGA</b>	
Agua y espuma	Cambiar la carga con arreglo a las instrucciones del fabricante.
Reensamblaje	Volver a montar el extintor con arreglo a las instrucciones del fabricante.
Etiqueta de mantenimiento	Rellenar una etiqueta de mantenimiento con los datos de la revisión, incluido el peso total.
Soporte de los extintores	Comprobar el estado del soporte del extintor.
Informe	Elaborar un informe sobre el estado de conservación del extintor.

Tabla 10.- Cuadro resumen de las inspecciones periódicas a los extintores a bordo de naves

En base al recuadro anterior se deberá llevar un registro de las inspecciones, en ese registro se consignarán la fecha de la inspección y el tipo de mantenimiento realizado, así como si se efectuó o no una prueba de presión.

Para los efectos de verificación de la presión existente al interior de este aparato, se establece que todos los extintores deban estar provistos de un medio que permita ver si se hallan descargados, es decir, que la presión interna no sea la suficiente como para asegurar la impulsión del agente de extinción, requiriéndose de un manómetro que deberá indicar en todo momento la presión existente, siendo imperiosa la necesidad de que el fabricante entregue las instrucciones necesarias para recargar el extintor en caso de ser necesario, estas instrucciones deberán estar disponibles a bordo para ser consultadas.

### **3.1.3 REQUERIMIENTOS SOLAS.**

**Establecido por el Anexo al texto de SOLAS de la edición 2002: Código Internacional de Sistemas de Seguridad Contra Incendios (CSSCI)**

#### **3.1.3.1 Extintores Portátiles**

Según el Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar SOLAS los extintores portátiles deberán cumplir con las indicaciones que están establecidas en el Código Internacional de Sistemas de Seguridad Contra Incendios (SSCI), esto se encuentra especificado en el Capítulo IV de dicha norma.

Este reglamento, que es un anexo al convenio SOLAS, establece la siguiente regulación de estos aparatos como disposición general para las naves y medio de protección de la seguridad de las faenas marítimas.

### **3.1.2.1.1 Distribución de los Extintores**

Los espacios de alojamiento, de servicio y los puestos de control estarán provistos de extintores portátiles de un tipo apropiado y en número suficiente a juicio de la Administración. En los buques de arqueo bruto igual o superior a 1000TRG, el número de extintores portátiles no debe ser inferior a cinco, considerando que al menos uno de los extintores portátiles destinados a un espacio determinado estará situado cerca de la entrada a dicho espacio.

No deberán existir extintores de incendios a base de anhídrido carbónico en los espacios de alojamiento, pero en los puestos de control y demás espacios que contengan equipo eléctrico, electrónico o dispositivos necesarios para la seguridad del buque, se permitirá su implementación, siempre verificando que estos no sean conductores de la electricidad ni que puedan dañar el equipo o los dispositivos.

Los extintores de incendios estarán colocados, listos para su utilización, en lugares visibles que puedan alcanzarse rápida y fácilmente en todo momento en caso de incendio, y de modo que su utilidad no se vea afectada por las condiciones meteorológicas, las vibraciones u otros factores externos, y en toda situación tendrán que ser capaces de indicar si se han utilizado o no.

### **3.1.3.1.2 Cargas de Respeto (\*)**

Cada buque deberá llevar una cierta cantidad de cargas de respeto para el 100% de los 10 primeros extintores y para el 50% del resto de los extintores que se puedan recargar a bordo, en total no se necesitarán mas de 60 cargas de respeto y las instrucciones de recarga de estos se deberán llevar a bordo siendo provistas por el fabricante. Cuando se trate de extintores que no sean recargables, en lugar de cargas de respeto se proveerá la misma cantidad de extintores portátiles adicionales del mismo tipo y capacidad.

## **3.2 Normativa Nacional.-**

### **3.2.1 Generalidades.**

Las normas oficiales que establecen las especificaciones técnicas para la fabricación aprobadas por el Instituto Nacional de Normalización y declaradas como Normas Oficiales de la Republica de Chile se encuentran reguladas entre otros, en los Decretos Supremos del Ministerio Salud N<sup>o</sup>s. 558 de 1993; 941 de 1995, 939 de 1995; decreto N<sup>o</sup>

---

(\*)<sup>1</sup> Extraído de SOLAS edición 2002 Capítulo II-2, parte C regla 10 página 256

98 de 1997 y resolución 402 de 1999, estos dos últimos del Ministerio de Economía.

En forma general cada reglamento establece lo siguiente:

**3.2.1.1 Decreto N° 369 de 1996 del Ministerio de Economía, establece reglamento sobre extintores portátiles.**

Este reglamento establece los requisitos de rotulación que deben cumplir los extintores portátiles en general, manuales y rodantes de cualquier origen y procedencia. Establece además el rotulado de los extintores que han sido objeto de mantención por parte de un servicio técnico.

En general se establece que:

- Los extintores se deben pintar de color rojo con las características colorimétricas señaladas en la norma chilena oficial NCh 1429.
- Los extintores se deben rotular en idioma español y caracteres fácilmente legibles e indelebles.
- La rotulación de los extintores deberá contener información referente a: las características de la fabricación del cilindro, características del extintor e instrucciones de uso, todas estas proporcionadas por el fabricante de una manera clara y que permanezca de forma indeleble en el extintor (capítulo II, sección 2.7

Por otra parte el extintor según lo establece este reglamento, debe contener información referente a sus características de fabricación, indicando mediante marcas cuya ubicación y contenido deben ser las siguientes:

- Sobre el manto del gollete: año de fabricación del cilindro.
- Sobre la parte posterior del extintor:
  - Naturaleza del agente de extinción expresada mediante su nombre genérico, según se indica en NCh 1430 (capítulo II)
  - Presión normal de trabajo
  - Presión de ensayo.

Además, esta norma señala la información que debe tener referente a las características de la carga del extintor, proporcionando:

- Naturaleza del agente de extinción expresada, según se indica en NCh 1430 (capítulo II, 2.2.1), mediante su nombre genérico.
- Nombre químico y contenido porcentual del compuesto activo, cuando corresponda.
- Potencial de extinción, expresado conforme a los criterios establecidos en NCh 1432 (capítulo II, 2.5).
- Temperaturas límites de operación, expresadas en °C.
- Masa del extintor cargado, expresada en Kg.
- Masa del extintor descargado, expresado en Kg.
- Nombre o razón social, dirección de fabricante o importador.

Por último se indica la necesidad de expresar el método más recomendable para el uso (según lo señalado en el capítulo II, 2.7), las indicaciones referentes al servicio técnico y la institución que certifica la calidad del extintor de acuerdo a las pautas que establece el Instituto Nacional de Normalización.

### **3.2.1.2 Decreto Nº 594 de 1999 del ministerio de salud, establece el reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales en lugares de trabajo.**

Que en su párrafo tercero establece las medidas de prevención y protección contra incendios y las condiciones de uso de los extintores en los lugares de trabajo:

- En todo lugar en que exista algún riesgo de incendio, ya sea por la estructura del edificio o por naturaleza del trabajo que se realiza, debe contar con extintores de incendio, del tipo adecuado a los materiales combustibles o inflamables que en él existan o se manipulen.
- Los extintores deben cumplir con los requisitos establecidos en el decreto 369 de 1996 del Ministerio de Economía y en lo no previsto en él, por las Normas Chilenas Oficiales.
- El número mínimo de extintores exigidos depende de la superficie a proteger, de la superficie de cubrimiento máxima del extintor y del potencial de extinción mínimo, todo ello de conformidad a la tabla número 11 siguiente establecida en el artículo 46 del reglamento y que se encuentra a continuación:

Superficie máxima de cubrimiento por extintor (m <sup>2</sup> )	Potencial de extinción mínimo	Distancia máxima de traslado del extintor. (m)
150	4-A	9
225	6-A	11
375	10-A	13
420	20-A	15

Tabla 11.- Número mínimo recomendado de extintores

- El número mínimo de extintores deberá determinarse dividiendo la superficie a proteger por la superficie de cubrimiento máxima del extintor indicada en la tabla anterior y aproximando el valor resultante al entero superior. Este número de extintores deberá distribuirse en la superficie a proteger de modo tal que desde cualquier punto, el recorrido hasta el equipo más cercano no supere la distancia máxima de traslado correspondiente.
- Los extintores deben ubicarse de fácil acceso y clara identificación, libres de cualquier obstáculo, a una altura máxima de 1.30m desde el suelo a la base del extintor y debidamente señalizados.
- El personal que se desempeña en un lugar de trabajo debe ser instruido y entrenado sobre la manera de usar los extintores en caso de emergencia.
- Los extintores que precisen estar en la intemperie deben colocarse en un nicho o gabinete que permita su retiro expedito, con una puerta de vidrio simple, fácil de romper en caso de emergencia.
- Los extintores deben ser sometidos a revisión, control y mantención preventiva al menos una vez al año según las normas chilenas oficiales, esta revisión la realizará el fabricante o algún servicio técnico autorizado de acuerdo al decreto 369 antes señalado.
- En los lugares en que se almacenen o manipulen sustancias químicas, la autoridad sanitaria podrá exigir un sistema automático de detección y extinción de incendios cuyo agente de extinción sea compatible con el riesgo a proteger.

### **3.2.1.3 Decreto Nº 90 de 1996 del Ministerio de Economía, establece el reglamento de Seguridad para el Almacenamiento, Refinación, Transporte y Expendio al Público de Combustibles Líquidos Derivados del Petróleo.**

- El almacenamiento y refinación de combustibles líquidos derivados del petróleo esta sujeto a las normas del Decreto Nº 594 de 199 de Salud en cuanto la autoridad sanitaria puede exigir un sistema automático de detección y extinción de incendios compatibles con el riesgo a proteger.
- En todo local comercial que expendia combustibles deben adoptarse las medidas adecuadas para evitar derrames y deben contar a lo menos con un extintor de PQS o anhídrido carbónico, cuya capacidad no sea inferior a 6Kg. ubicado en un lugar vecino al recinto de almacenamiento y de acceso expedito.
- Las empresas distribuidoras no podrán realizar contratos para el transporte de combustibles líquidos con empresas cuyos vehículos no cumplan con los requisitos mínimos de seguridad y operación establecidos en este reglamento, entre otros el uso de extintores. Cada camión estancue debe tener al menos dos extintores portátiles debidamente certificados aptos para combatir incendios originados por combustibles o electricidad. Estos deberán ser de PQS con un potencial de extinción mínimo de 10 BC cada uno. Los extintores deben estar ubicados en lugares visibles y de fácil acceso, debiendo ser revisados a lo menos cada seis meses de acuerdo al plan de mantenimiento.
- En los lugares de expendio de combustible debe existir al menos 3 extintores certificados y de un potencial mínimo de extinción 20 BC de acuerdo a la NCh 1431, 1432/2 y 1432/3.

### **3.2.1.4 Otras Normas Relativas al Uso de los Extintores Portátiles**

Además existen dos normativas adicionales que tratan el tema de los extintores portátiles y que son: el **Decreto Nº 212 de 1992, Reglamento de los Servicios Nacionales de Transporte de Pasajeros**, y el **Decreto Nº 739 de 1994 del Ministerio de Economía**, el que aprueba el **Reglamento para la Distribución de Gas en la Ciudad**, pero que guardan una menor relación con el área naval estudiada, sin embargo; en ambos casos insiste en la necesidad de extintores portátiles de acuerdo a las normas vigentes señaladas por el Instituto Nacional de Normalización.

### 3.3 Requerimientos OMI a los Oficiales de Marina Mercante.

La Organización Marítima Internacional establece los requerimientos relativos a la formación del profesional de marina mercante, dentro de estos se tienen que cumplir con aspectos tales que garanticen la seguridad de la tripulación y de la nave en todo momento ante el riesgo de un incendio, con este motivo tanto los oficiales de máquinas como de cubierta en su plan de estudios deberán contar con el conocimiento adecuado de acuerdo a los cursos de formación modelo OMI relativos al manejo y control de incendios, en concordancia con lo que el SOLAS establece para mantener en perfecto estado de funcionamiento todos los dispositivos extintores de incendios, listos para el empleo inmediato en cualquier momento durante el viaje.

Además deberá ser capaz de operar en todo momento el o los equipos de combate de incendios, conociendo los métodos o técnicas de extinción más eficientes para un fuego determinado.

### 3.4 Inspecciones de la Autoridad Marítima

La Armada de Chile efectúa inspecciones a las naves en forma periódica siguiendo un régimen anual en las que se verifican diversos aspectos relevantes tanto de la estructura interna y externa, además del contenido de los extintores, en base a la normativa vigente, esta inspección visual básicamente se conforma de acuerdo a la tabla 12 siguiente, siendo estos los requerimientos mínimos indispensables.

<b>INSPECCION DE EXTINTORES PORTATILES</b>			
<b>Inspección</b>	<b>Cumplimiento</b>		<b>observaciones</b>
	<b>Si</b>	<b>No</b>	
<b>Cuerpo exterior</b>			
<b>Conjunto manguera-boquilla</b>			
<b>Agente extintor</b>			
<b>Sifón de subida</b>			
<b>Cuerpo interior</b>			
<b>Prueba hidrostática</b>			
<b>Sellado</b>			
<b>Etiqueta de identificación</b>			
<b>Fecha de vencimiento</b>			
<b>Manómetro</b>			

Tabla 12.- Requerimientos mínimos inspeccionados por la autoridad marítima.

## CAPITULO IV

### Comprobación del Potencial de Extinción de Extintores de Uso en el Área Naval de Venta Nacional.

#### 4.1 Introducción.

Una vez finalizado todo lo correspondiente a la información relativa a la construcción, inspección, verificación y control de los extintores portátiles estamos en condiciones de poder resumir todos estos antecedentes en el ensayo que se preparará a continuación, para lo que se seguirán los pasos que establece el Instituto Nacional de Normalización en lo concerniente a los ensayos particulares y correspondientes a cada tipo de extintor o potencial de extinción que se analizarán.

En estos ensayos se considerará la utilización de dos extintores, para las clases A y B en la que se utilizarán uno de PQS y de CO<sub>2</sub> respectivamente, cuyas características se verán mas adelante.

#### 4.2 Preparación del Ensayo.

Antes de comenzar el ensayo se deberá establecer ciertos parámetros que se utilizarán durante el desarrollo, para esto se indicarán las relaciones necesarias para poder determinar la cantidad de probetas de madera que se ocuparán en la prueba clase A, igual caso con la cantidad de litros de combustible para la clase B, en ambas situaciones esta relación guarda sentido con las dimensiones del lugar de la prueba (contenedor), además del costo de una prueba real en todas sus dimensiones, por estos motivos los ensayos se reducirán a lo siguiente:

	<b>Prueba 10A</b>	<b>Prueba 5B</b>
	<b>Nº listones</b>	<b>Litros</b>
<b>Prueba Real</b>	209	58.5
<b>Prueba Efectuada</b>	50	14.5

Tabla 12.- Cantidad de elementos utilizados.

Según los valores de la tabla anterior, la relación entre los elementos participantes en la prueba sería aproximadamente 4, esto es, que para cada parte correspondiente a la prueba real se utilizó solo la cuarta parte de los componentes en la simulación, de esta manera, se abaratan los costos de producción y se adecuan de mejor manera a las condiciones de espacio existentes en el contenedor.

Una vez realizado el ensayo de compararán los resultados y se verificará si estos concuerdan con los criterios aquí expuestos.

#### 4.2.1 Obtención de Extintores a Analizar.

Se utilizaron 2 extintores, uno de PQS y otro de CO<sub>2</sub>, los que cuentan con certificación CESMEC (ver figura 13) y que cumplen con las Normas Chilenas, según su rotulación poseen un potencial de extinción 10A; 40BC apto para fuegos clase A, B y C.

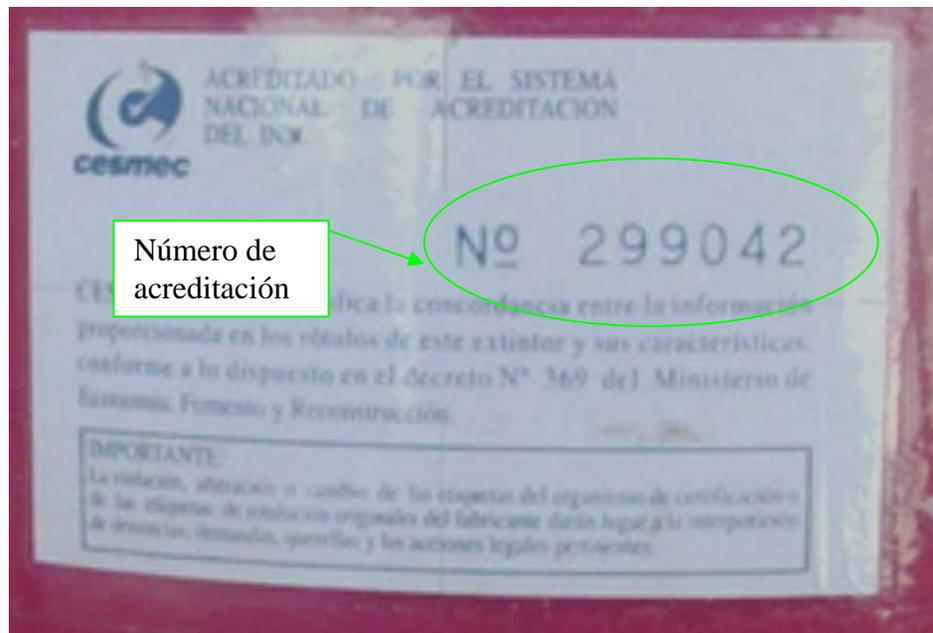


Figura 13.- Número de acreditación CESMEC

Cumple con el Decreto Nº 369/96 del Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción	
CUADRO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EXTINTOR RECARGABLE	
NATURALEZA DEL AGENTE	POLVO QUIMICO SECO
EXTINTOR	MULTIPROPOSITO
NOMBRE QUIMICO	FOSFATO MONO AMONICO
CONTENIDO PORCENTUAL NOMINAL DEL COMPUESTO ACTIVO	40%
• PARA FUEGOS CLASES	A B C
• CAPACIDAD NOMINAL	10 Kg
• POTENCIAL DE EXTINCION	10 A - 40 BC
• MASA DEL EXTINTOR CARGADO	14,4 Kg.
• MASA DEL EXTINTOR DESCARGADO	4,4 Kg.
• AISLANTE ELECTRICO	Hasta 100 Kv.
• TEMPERATURA LIMITE DE OPERACION	-20° C +60 ° C
• PRESION DE TRABAJO	10,5 Kg /cm.
• PRESION DE ENSAYO	31,5 Kg /cm.
• GAS PROPULSOR	Nitrogeno
• TIEMPO DE DESCARGA	25 s. a 35 s.

PQS
PI 10,5Kg/Cm2
PE 31,5Kg/Cm2
I2 2005 OSSA

Figura 14.- Características del extintor y número de serie.

#### **4.2.2.1 Verificación de la Masa del Extintor.**

Se determinó la masa del extintor vacío y lleno en una balanza electrónica, la que entregó respectivamente 4,410kg. y 14, 512kg.

#### **4.3 Simulación de un Incendio en Sala o Espacio Confinado.**

Al comenzar con la fase de pruebas se establecerá el siguiente cronograma de secuencias, los que se deberán seguir paso a paso para evitar cualquier accidente, esto por el uso de combustibles inflamables y fuego.

##### **4.3.1 Especificación de los Ensayos en Extintores para un Fuego Clase A.**

Para el ensayo correspondiente a la clase A se utilizaron listones de madera de dimensiones 40\*40\*600 mm., en la cantidad que se detallo en la tabla 12 anterior, se ordenaron de acuerdo a la figura 15 y se utilizó el siguiente cronograma de actividades.

- . En la parte inferior de la estructura se dispone de una batea de acero de dimensiones 80\*40\*10 centímetros, sobre los bodes de esta se colocaron los listones ordenados de la manera que se indica en la figura 15.

En el fondo de la batea se dispone de cinco (5) litros de petróleo diesel para el encendido de los maderos.



Figura 15.- Orden de los listones

- Se enciende el combustible que se encuentra bajo el castillo (figura 16 y 17), y se deja arder hasta completar entre 8 a 10 minutos.



Figura 16.- Encendido del fuego.



Figura 17.- Encendido del fuego.

- Luego de este tiempo se comenzó el ataque frontalmente desde una distancia no menor de 2m.
- Durante el proceso de combustión se registró y tomaron fotografías tendientes a registrar:

- Tiempo de combustión de la carga de combustible bajo el castillo.
- Cobertura aproximada de la llama (figura 18).



Figura 18.- Cobertura de la llama.

- Durante el proceso de extinción registrar el tiempo de descarga del extintor
- Una vez apagado observar y registrar la presencia de brasas o material incandescente.

De todo esto se obtuvieron los siguientes datos:

**Cobertura aproximada de la llama:**

- Extensión del fuego vertical  
 $2.5 \times 0.6 = 1.5 \text{m}^2$
- En el techo se estimo una cobertura de 30cm, por lo que:  
 $0.3 \times 0.6 = 0.18 \text{m}^2$
- Cobertura total del fuego=  $0.18 + 1.5 = 1.68 \text{m}^2$

**Tiempo de descarga efectiva (s):** Se cronometraron 9 segundos, tiempo en el que se extinguió totalmente el fuego, lo que cumple ampliamente con lo establecido en la norma.

De esto último se debe mencionar que, como solamente se utilizaron un cuarto de los elementos que la prueba señala (punto 4.2) para un potencial de extinción 10A, y que una vez finalizada la experiencia se descargó completamente el extintor en un tiempo adicional de 25 segundos, los que sumados a los 9 segundos (de descarga para el control del incendio del castillo de madera), dan 34 segundos de descarga efectiva, de esto, se puede comprobar que este extintor cumple perfectamente con lo requerido en lo relativo al tiempo mínimo de expulsión del material extintor.

#### **4.3.2 Secuencia de Acontecimientos en el Ensayo**

A continuación se detallarán los acontecimientos más importantes durante la prueba.



Figura 19.- Encendido de los listones



Figura 20.- Luego de 2 minutos de combustión



Figura 21.- Luego de 4 minutos de iniciado el fuego.



Figura 22.- Luego de 7 minutos de iniciado el fuego



Figura 23.- Luego de 8 minutos de iniciado el fuego

- Luego de esta última imagen se inicio el proceso de extinción



Figura 24.- Durante el proceso de extinción



Figura 25.- Luego de 30 minutos de extinguido el fuego.

Después del proceso de extinción no se detectó la presencia de brasas que hicieran pensar en un rebrote del incendio por lo que se declaró el fuego extinguido.

#### 4.3.1.1 Verificación del Potencial de Extinción y Tiempo de Descarga Efectiva.

En base a lo anterior y de acuerdo al potencial de extinción mencionado por el fabricante y el tiempo de descarga que deben cumplir los extintores, se puede establecer que el extintor analizado cumple con lo estipulado para extinguir en forma adecuada un incendio como el anteriormente detallado, no existiendo, una vez apagado el fuego, la presencia de brasas que pudieran hacer pensar en una reignición.

Esto último a pesar de que el tiempo de extinción fue de solamente 9 segundos.

#### 4.3.2 Especificación de Ensayos en Extintores para un Fuego Clase B.

Para la verificación del potencial de extinción se utilizó un extintor de CO<sub>2</sub> (figura 26) considerando ahora la clase de fuego B, esta prueba se realizará al interior del contenedor acondicionado con una batea de acero de las siguientes dimensiones 160\*80\*20 cm. y que se ve en la figura 28 siguiente, para realizar la prueba se utilizará petróleo diesel, esto por su menor rango explosivo y eventualmente menos detonante, con el fin de proteger a los participantes de este experimento.



Figura 26.- Características del extintor de CO<sub>2</sub>

CUADRO DE ESPECIFICACIONES TECNICAS	
^ NATURALEZA DEL AGENTE DE EXTINCION:	CO
^ NOMBRE QUIMICO:	ANHIDRIDO CARBONICO
^ CONTENIDO PORCENTUAL NOMINAL DEL COMPUESTO ACTIVO:	99%
^ POTENCIAL DE EXTINCION:	5 : B : C
^ PARA FUEGOS CLASE:	BC
^ CONTENIDO NOMINAL:	5 Kg
^ MASA ± CARGADO:	19 Kg
^ MASA ± DESCARGADO:	14 Kg
^ AISLANTE ELECTRICO:	Hasta 100.000 Volt
^ T° LIMITE DE OPERACION:	-20°C + 60°C
^ PRESION DE TRABAJO:	55 Kg/cm <sup>2</sup>
^ PRESION DE ENSAYO:	250 <sup>+</sup> Kg/cm <sup>2</sup>

**IMPORTANTE**

LA VIOLACION DEL SELLO DE SEGURIDAD ANULA LA GARANTIA  
DESPUES DE USAR EL EQUIPO RECARGUE SOLO EN LOS SERVICIOS AUTORIZADOS

Figura 27.- Características del extintor de CO<sub>2</sub>

Una vez definido el extintor utilizado se colocará el combustible en la batea de acero que se muestra en la figura 28.



Figura 28.- Batea con combustible antes del encendido

Se debe considerar que con el fin de poder adecuar la prueba al contenedor y considerando la gran cantidad de combustible que se requeriría y el costo que esto conlleva, se debió realizar el ensayo a escala (punto 4.2), para lo cual solo se utilizaron 14 litros de combustible, bajo este se encuentran 50 litros de agua a modo de base para completar la altura requerida para la prueba,

El ensayo se llevó a cabo de la siguiente forma teniendo cuidado en seguir los pasos establecidos con el fin de evitar accidentes por el uso de combustibles inflamables:

- Verter el combustible en la batea y dejar arder por un tiempo de 1 a 4 minutos antes de iniciar el ataque.
- Las técnicas de ataque deben ser adaptadas a las características de descarga del extintor siendo requerimiento solo para los de polvo químico seco realizarse barriendo solamente desde uno de los lados de la palangana, el operador NUNCA deberá exponer su cuerpo más allá del borde de la palangana.

Durante el periodo de combustión y ataque se deberá registrar lo siguiente:

- Aplicación el extintor
- Extinción del fuego de la palangana
- Término de la descarga efectiva.

Luego de extinguir el fuego se registrarán:

- Los sucesos observados durante el ensayo, incluyendo el método de ataque y otros.
- Por último, registrar la cantidad de agente extintor utilizado.

#### **4.3.2.1 Verificación del Potencial de Extinción Tiempo de Descarga Efectiva.**

Luego de la finalización de la prueba se puede constatar los siguientes datos:

- Tiempo efectivo de descarga 8 seg.

Esto último solo por que el fuego se extinguió luego de este tiempo sin necesidad de la descarga total.

#### 4.3.2.2 Secuencia acontecimientos en el ensayo.

Las siguientes imágenes muestran la secuencia en la que se desarrollo el ensayo.



Figura 29.- Encendido del fuego



Figura 30.- Luego de 2 minutos



Figura 31.- Luego de 3 minutos.



Figura 32.- Luego de 4 minutos.

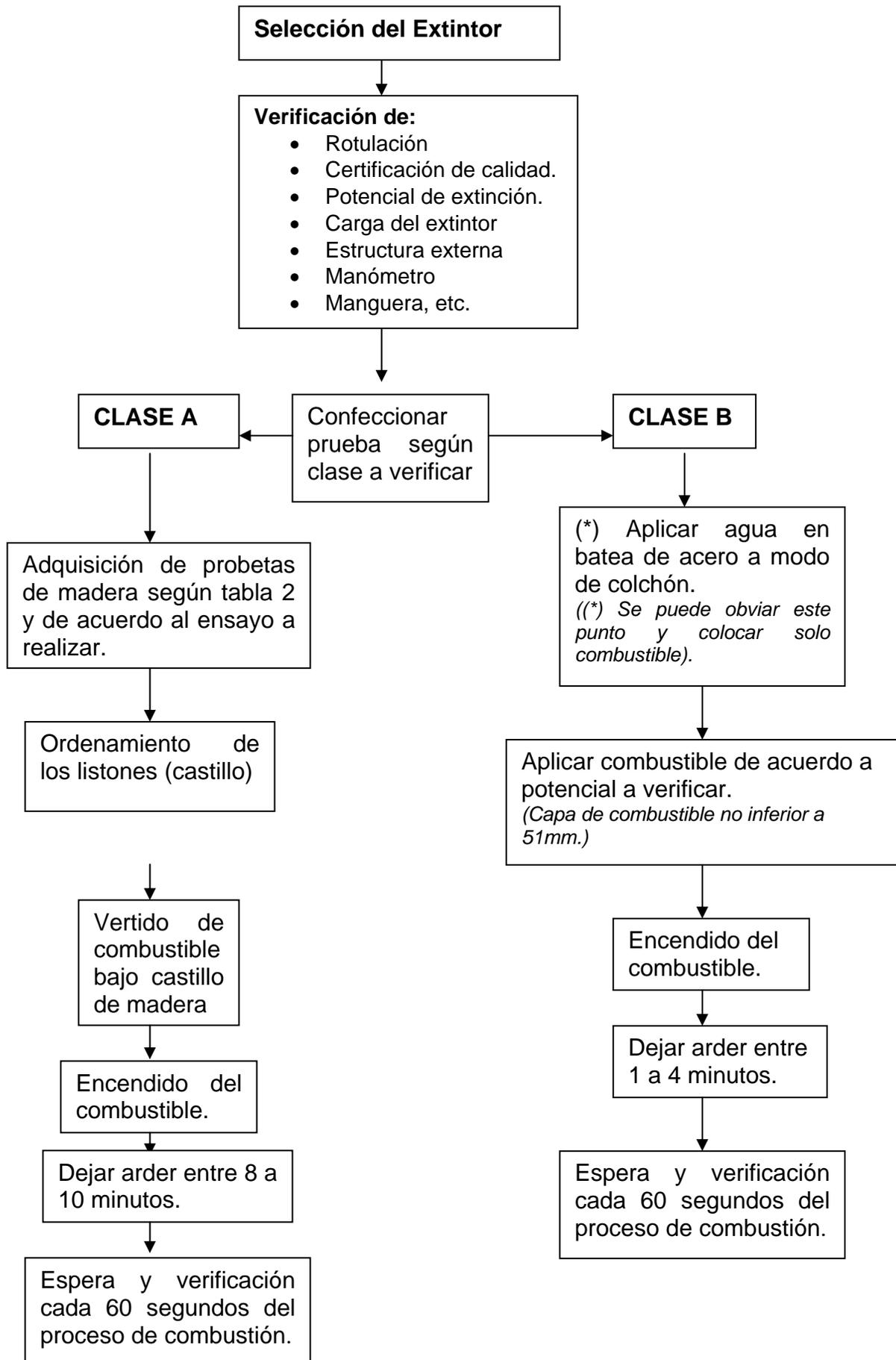


Figura 33.- Durante la extinción

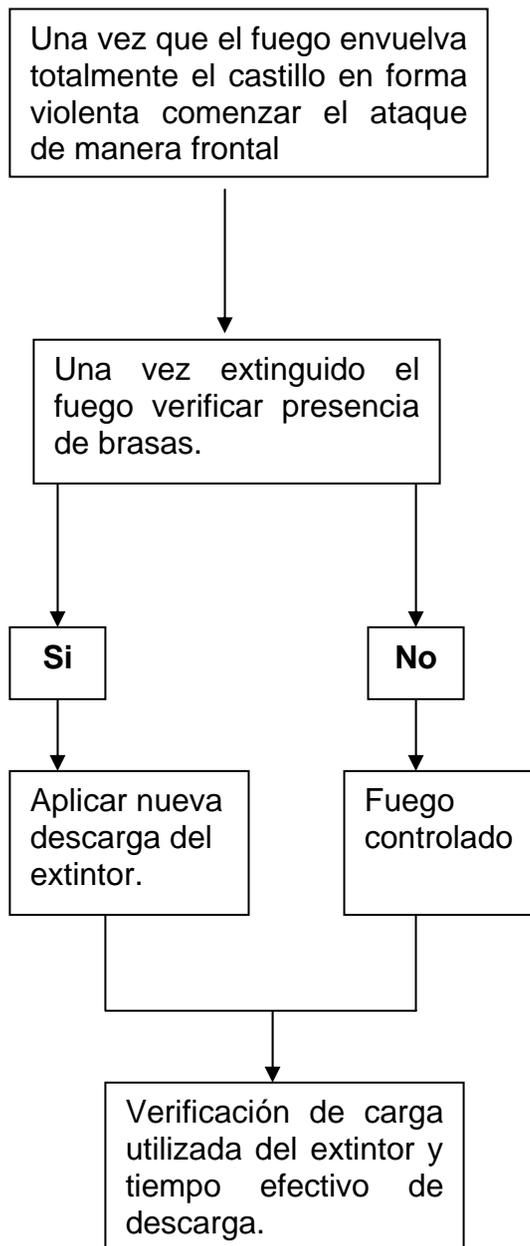
Luego de este último ensayo se puede establecer que el extintor de CO<sub>2</sub> cumple con lo establecido y con el potencial de extinción asignado, quedando como observación relevante que para comenzar la combustión del petróleo se necesitó de un tiempo previo de 4 minutos, pues por la temperatura a la que se encontraba no permitieron una combustión más temprana, durante este proceso se utilizó viruta la que una vez apagado el fuego del combustible continuó con presencia de incandescencias, por lo que se constata que no se pueden utilizar este tipo de extintores en incendios con elementos que produzcan brasas.

Luego de esto se descargó completamente el extintor en 22 segundos más, con lo que la descarga efectiva completa 30 segundos, esto último cumple muy bien lo requerido para un extintor de estas características según la legislación vigente.

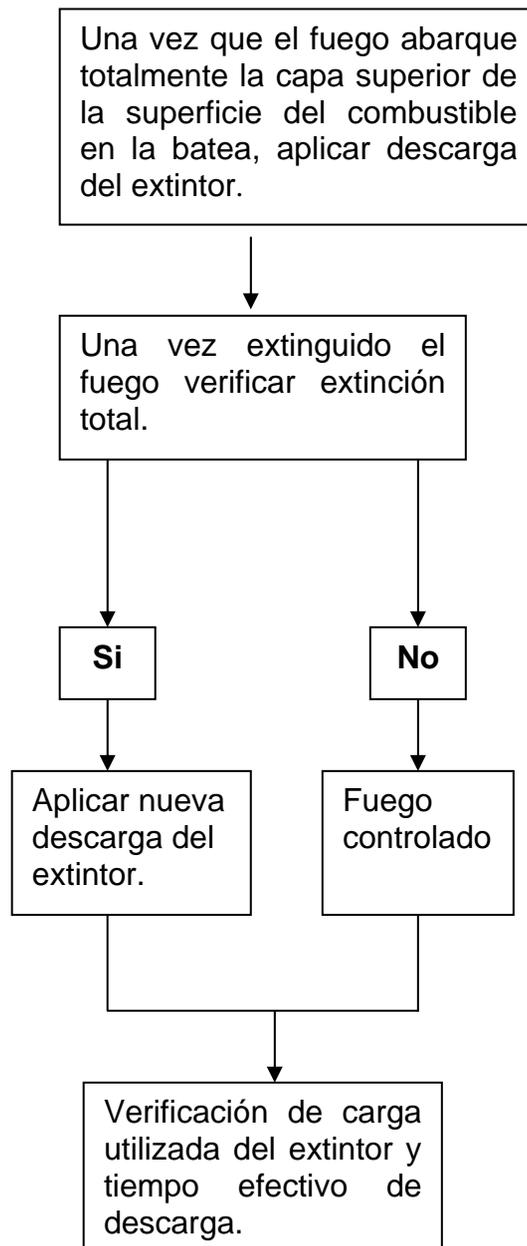
### 4.3.3 Resumen de las actividades para los ensayos efectuados.-



## Continuación clase A



## Continuación clase B



## **CONCLUSIONES**

Al finalizar la presente tesis se pudo constatar que la importancia del conocimiento acabado sobre los diversos medios de extinción de incendios nos permite un desenvolvimiento más cercano con nuestra actividad de forma segura, esto debido a que las regulaciones legales nos obligan a este vínculo estrecho.

En lo concerniente al potencial de extinción se pudo demostrar que los extintores analizados cumplen con lo requerido por las normas nacionales en lo referente a todos y cada uno de los puntos enumerados para los tipos de pruebas, las que a pesar de haber sido acondicionadas a las necesidades y características detalladas, demostraron ser lo suficientemente eficaces en el control de un incendio en una fase inicial, cumpliendo con los requerimientos de calidad exigidos.

Referente a las pruebas realizadas se puede concluir que a pesar de no haber sido realizadas bajo las condiciones adecuadas de espacio, cantidad de materiales y de pruebas realizadas, se pudo ver que los resultados fueron bastante buenos y efectivos, que la capacidad de cada extintor quedó demostrada, logrando con estas experiencias ampliar el conocimiento con mayor detalle en esta área.

Por medio de esta guía se pretendió confeccionar un material útil para la consulta, verificación e inspección de los extintores portátiles, este último objetivo se cumplió cabalmente, logando una recopilación de todos los documentos oficiales que se refieren a este tema, que guarda relación con cualquier área.

Todo este trabajo permite demostrar lo importante que puede llegar a ser la existencia de equipamiento de calidad certificada en las naves, la preparación del personal y la constante inspección de estos elementos de prevención, en caso contrario se podría dar una situación de emergencia que eventualmente no pudiese ser controlada con el consiguiente riesgo para la tripulación y el buque.

**Anexos.-**

A continuación se presentara un certificado extendido al RAM "DON MARTIN" de 90.44TRG.

**EXTINTORES ARTELEC**

*Servicios de equipos y sistemas de  
extinción de incendio, industrial  
marítimo, comercial. F/F: 218487  
Valdivia*

**CERTIFICADO****"DON MARTIN"**

*Extintores ARTELEC , certifica haber realizado recarga y  
mantención de extintores de Polvo Químico Seco incluyendo la mantención  
de accesorios de los siguientes equipos de extinción de incendio,  
cumpliendo con Normas Chilenas vigentes y de acuerdo al decreto  
Supremo N° 369, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.*

**LISTADO DE EQUIPOS:**

<b>N°</b>	<b>TIPO</b>	<b>KILOS</b>	<b>FECHA CARGA</b>	<b>FECHA MANTENCION</b>	<b>FECHA PROX. MANTENCION</b>
1	P.Q.S	50	-----	Septiembre/2005	Septiembre/2006
2	P.Q.S	50	-----	Septiembre/2005	Septiembre/2006
3	Espuma Mecánica	10	Septiembre/2005	-----	Septiembre/2006
4	Espuma Mecánica	10	Septiembre/2005	-----	Septiembre/2006
5	Espuma Mecánica	20	Septiembre/2005	-----	Septiembre/2006
6	P.Q.S.	10	-----	Septiembre/2005	Septiembre/2006
7	P.Q.S.	10	Septiembre/2005	-----	Septiembre/2006
8	CO2	10	Septiembre/2005	-----	Septiembre/2006
9	CO2	10	Septiembre/2005	-----	Septiembre/2006
10	CO2	05	Septiembre/2005	-----	Septiembre/2006
11	CO2	06	Septiembre/2005	-----	Septiembre/2006

*Alfonso Delgado P.*  
**EXTINTORES ARTELEC**

**Bibliografía.-**

- **Compendio de Normas Chilenas:**
  - NCh 934. Of94
  - NCh 1180/1.Of80
  - NCh 1180/2.Of80
  - NCh 1180/3.Of80
  - NCh 1180/4.Of80
  - NCh 1180/5.Of80
  - NCh 1180/6.Of80
  - NCh 1180/7.Of80
  - NCh 1180/8.Of80
  - NCh 1429. Of92
  - NCh 1430.Of94
  - NCh 1432/4.Of80
  - NCh 1433.Of78
  - NCh 1724/1.Of80
  - NCh 1724/1.Of80
  - NCh 1735.Of80
  - NCh 1736.Of80
  - NCh 1737.Of80
- **Extintores Portátiles de Polvo Químico Seco Multipropósito (SERNAC 2000).**
- **Evaluación de los Servicios Técnicos de Extintores (SERNAC 2000).**
- **Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo. (Decreto 594 de 1999).**
- **Normas Relativas a la Fabricación, Comercialización y Utilización de Extintores. (Cámara de Diputados de Chile 2004).**
- **Fundamentos de Seguridad Marítima.**
- **Manual del curso Prevención y Lucha Contra incendios Modelo OMI.**
- **Anexo SOLAS: Código Internacional de Sistemas de Seguridad Contra Incendios (2000).**
- **Directrices Mejoradas Aplicables a los Extintores Portátiles de Incendios para Usos Marinos. (Resolución OMI A.951-23, año 2003).**
- **Tesis de Grado de Gabriela San Martín.**
- **Buscadores en Internet palabras claves: extintores portátiles, Portable Fire Extinguishers.**
- **SOLAS (Edición 2002).**