



# **ESPE**

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA**

**UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS**

**DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA**

**CARRERA DE CIENCIAS DE LA SEGURIDAD MENCIÓN  
AÉREA Y TERRESTRE**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE TECNÓLOGO EN CIENCIAS DE LA SEGURIDAD  
MENCIÓN AÉREA Y TERRESTRE**

**TEMA: ELABORACIÓN DE GUÍAS DE LABORATORIO DE  
USO DE EXTINTORES PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE  
PRÁCTICO DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE LOS  
ALUMNOS DE LA CARRERA DE CIENCIAS DE LA  
SEGURIDAD MENCIÓN AÉREA Y TERRESTRE**

**AUTOR: DUCHE JÁCOME ÁNGEL RICARDO**

**DIRECTOR: ING. PASOCHOA NÚÑEZ TEÓFILO EDUARDO**

**LATACUNGA**

**2017**



## **DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA**

### **CARRERA DE CIENCIAS DE LA SEGURIDAD MENCIÓN AÉREA Y TERRESTRE**

#### **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el trabajo de titulación, **“ELABORACIÓN DE GUÍAS DE LABORATORIO DE USO DE EXTINTORES PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE PRÁCTICO DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE LOS ALUMNOS DE LA CARRERA DE CIENCIAS DE LA SEGURIDAD MENCIÓN AÉREA Y TERRESTRE”** realizado por el señor **ÁNGEL RICARDO DUCHE JÁCOME**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor **ÁNGEL RICARDO DUCHE JÁCOME** para que lo sustente públicamente.

**Latacunga, 20 de Noviembre del 2017**

-----  
Ing. Teófilo Eduardo Pasochoa Núñez

**DIRECTOR**



## **DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA**

### **CARRERA DE CIENCIAS DE LA SEGURIDAD MENCIÓN AÉREA Y TERRESTRE**

#### **AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **ÁNGEL RICARDO DUCHE JÁCOME**, con cédula de identidad N°100392866-8, declaro que este trabajo de titulación **“ELABORACIÓN DE GUÍAS DE LABORATORIO DE USO DE EXTINTORES PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE PRÁCTICO DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE LOS ALUMNOS DE LA CARRERA DE CIENCIAS DE LA SEGURIDAD MENCIÓN AÉREA Y TERRESTRE”** ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

**Latacunga, 20 de Noviembre del 2017**

**ÁNGEL RICARDO DUCHE JÁCOME**

**C.C. 100392866-8**



## **DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA**

### **CARRERA DE CIENCIAS DE LA SEGURIDAD MENCIÓN AÉREA Y TERRESTRE**

#### **AUTORIZACIÓN**

Yo, **ÁNGEL RICARDO DUCHE JÁCOME**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación **“ELABORACIÓN DE GUÍAS DE LABORATORIO DE USO DE EXTINTORES PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE PRÁCTICO DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE LOS ALUMNOS DE LA CARRERA DE CIENCIAS DE LA SEGURIDAD MENCIÓN AÉREA Y TERRESTRE”** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

**Latacunga, 20 de Noviembre del 2017**

**ÁNGEL RICARDO DUCHE JÁCOME**

**C.C: 100392866-8**

## **DEDICATORIA**

A Dios, a mi director de trabajo de graduación el Ing. Eduardo Pasochoa, a las personas que colaboraron de una u otra forma para la realización de este trabajo, y especialmente a mis padres por todo su apoyo y la oportunidad de poder estudiar.

**ÁNGEL DUCHE**

## **AGRADECIMIENTO**

ESTE TRABAJO REALIZADO CON ESFUERZO POR VARIOS MESES, ESTÁ DEDICADO A MIS PADRES, ABUELA, FAMILIARES, AMIGOS Y A MI HIJA CUAL HA SIDO EL PRINCIPAL MOTOR PARA SEGUIR ADELANTE EN TODO ESTE TRANSCURSO.

**ÁNGEL DUCHE**

## ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD .....	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
ÍNDICE GENERAL .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
CAPÍTULO I.....	1
EL TEMA .....	1
1.1 ANTECEDENTES .....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN .....	3
1.4 OBJETIVOS .....	4
1.4.1 OBJETIVO GENERAL .....	4
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
1.5 ALCANCE .....	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO .....	5
2.1 DATOS ESTADÍSTICOS.....	5
2.2 EL FUEGO .....	10
2.2.1 El Tetraedro del fuego.....	10
2.2.2 Química del fuego .....	13
2.2.3 Velocidad de propagación.....	14
2.2.4 Tipos de incendios .....	16
2.3 MEDIOS DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS .....	19
2.4 DETECCIÓN DE INCENDIOS.....	21
2.4.1 Central de detección .....	21

2.4.2 Detectores .....	22
2.4.3 Pulsador.....	24
2.4.4 Sirena .....	24
2.4.5 Sistemas de extinción .....	25
2.5 MEDIDAS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS .....	26
2.6 SISTEMAS CONTRA INCENDIOS.....	29
2.6.1 Extintores.....	30
2.6.2 Selección de extintores .....	43
2.6.3 Eficacia de extintores .....	45
2.6.4 Instalación de extintores de incendios.....	47
2.6.5 Mantenimiento de extintores .....	49
2.7 NORMATIVA LEGAL.....	51
CAPÍTULO III.....	52
DESARROLLO DEL TEMA .....	52
3.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DEL LABORATORIO DE SEGURIDAD.....	52
3.2 ANÁLISIS DE LIMITACIONES Y POLÍTICAS SEGÚN LEYES Y REGLAMENTOS.....	55
3.3 ANÁLISIS DE LOS EXTINTORES DE INCENDIO.....	57
3.3.1 Extintor manual presurizado a base de polvo ABC .....	57
3.3.2 Extintor manual a base de bióxido de carbono CO <sub>2</sub> .....	60
3.3.3 Extintor manual presurizado a base agua .....	63
3.3.4 Extintor manual de espuma AFFF .....	66
3.4 GUÍAS DE LABORATORIO PARA EL MANEJO DE EXTINTORES .....	69
CAPÍTULO IV .....	71
4.1 CONCLUSIONES.....	71
4.2 RECOMENDACIONES.....	72
GLOSARIO DE TÉRMINOS .....	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
ANEXOS .....	78

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Clasificación de incendios por su origen .....	6
<b>Figura 2</b> Clasificación de incendios investigados por causa .....	7
<b>Figura 3</b> Lugares en los que se producen los incendios.....	8
<b>Figura 4</b> Áreas específicas en las que se producen los incendios.....	9
<b>Figura 5</b> Triángulo de fuego .....	10
<b>Figura 6</b> Tetraedro de fuego .....	11
<b>Figura 7</b> Reacción en cadena de material tipo madera o papel.....	12
<b>Figura 8</b> Diagrama de energía para una reacción exotérmica .....	13
<b>Figura 9</b> Símbolo de incendio clase A.....	18
<b>Figura 10</b> Símbolo de incendio clase B.....	18
<b>Figura 11</b> Símbolo de incendio clase C.....	18
<b>Figura 12</b> Símbolo de incendio clase D.....	19
<b>Figura 13</b> Símbolo de incendio clase K.....	19
<b>Figura 14</b> Central de detección .....	22
<b>Figura 15</b> Tipos de detectores.....	24
<b>Figura 16</b> Pulsador manual .....	24
<b>Figura 17</b> Sirenas contra incendios .....	25
<b>Figura 18</b> Sistema de extinción de incendios automático .....	26
<b>Figura 19</b> Extinción por enfriamiento.....	27
<b>Figura 20</b> Extinción por sofocación .....	27
<b>Figura 21</b> Eliminación del combustible .....	28
<b>Figura 22</b> Rotura de la reacción en cadena.....	28
<b>Figura 23</b> Partes de un extintor de incendio .....	31
<b>Figura 24</b> El manómetro de presión .....	32
<b>Figura 25</b> Tipos de boquillas .....	33
<b>Figura 26</b> Placa de identificación de extintores .....	34
<b>Figura 27</b> Extintor de agua a presión .....	36
<b>Figura 28</b> Extintores de espuma .....	37
<b>Figura 29</b> Extintores de cloruro de sodio clase D .....	39
<b>Figura 30</b> Extintores de polvo de cápsula y presurizado .....	39

<b>Figura 31</b>	Presentación de extintores de polvo .....	40
<b>Figura 32</b>	Extintor de CO <sub>2</sub> .....	41
<b>Figura 33</b>	Extintor de gas halón .....	42
<b>Figura 34</b>	Ensayo normalizado de eficiencia de extintor .....	45
<b>Figura 35</b>	Hogar tipo 13A .....	46
<b>Figura 36</b>	Hogar tipo 55B .....	47
<b>Figura 37</b>	Eficacia de un extintor ABC.....	47
<b>Figura 38</b>	Instalación de extintor de hasta 40 libras .....	48
<b>Figura 39</b>	Instalación de extintor de más de 40 libras .....	49
<b>Figura 40</b>	Capacitación en el aula .....	53
<b>Figura 41</b>	Capacitación en el sitio de la práctica .....	54
<b>Figura 42</b>	Ejercicio con fuego real.....	55
<b>Figura 43</b>	Extintor de CO <sub>2</sub> Marca Admiral .....	57
<b>Figura 44</b>	Etiqueta del fabricante .....	58
<b>Figura 45</b>	Etiqueta de la empresa .....	59
<b>Figura 46</b>	PQS para recarga .....	60
<b>Figura 47</b>	Extintor de CO <sub>2</sub> .....	60
<b>Figura 48</b>	Etiqueta del fabricante .....	62
<b>Figura 49</b>	Etiqueta de la empresa .....	62
<b>Figura 50</b>	Extintor de agua Predexe.....	63
<b>Figura 51</b>	Etiqueta del fabricante .....	65
<b>Figura 52</b>	Extintor de espuma Predexe .....	66
<b>Figura 53</b>	Etiqueta del fabricante extintor AFFF .....	67
<b>Figura 54</b>	Agente extintor AFFF al 3% .....	68
<b>Figura 24</b>	Extintor de agua a presión .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Figura 56</b>	Ejemplo de hogar tipo clase A.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Figura 56</b>	Preparación de la leña hogar clase A.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Figura 56</b>	Extinción del fuego con extintor de chorro de agua.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Figura 25</b>	Extintores de espuma .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Clasificación del fuego por la velocidad de propagación.....	15
<b>Tabla 2</b>	Tipos de incendios.....	16
<b>Tabla 3</b>	Guía de selección de extintores.....	44
<b>Tabla 4</b>	Mantenimiento de extintores con revisión interna .....	50
<b>Tabla 5</b>	Especificaciones del extintor de PQS .....	59
<b>Tabla 6</b>	Especificaciones del extintor de CO <sub>2</sub> .....	63
<b>Tabla 7</b>	Especificaciones del extintor de agua a presión .....	65
<b>Tabla 8</b>	Especificaciones del extintor de espuma AFFF .....	68

## **RESUMEN**

La seguridad en caso de incendios en áreas operativas y administrativas pueden ahorrar mucho dinero a las empresas e incluso puede salvarlas de su desaparición, en base a la investigación bibliográfica se pudo determinar que la mayor parte de incendios se producen en forma accidental por fallos eléctricos, trabajos de soldadura y por la presencia de combustibles y gases en las áreas de trabajo, el sector residencial y las oficinas son más vulnerable que las bodegas, talleres y áreas de producción. En este estudio se ha analizado el tetraedro de fuego, sus componentes y las formas de controlar el fuego, se ha determinado los tipos de fuego y los tipos de agentes extintores que deben utilizarse para extinguirlo. Se implementaron cuatro tipos de extintores en el laboratorio de seguridad, uno de polvo químico seco para fuegos ABC, uno de dióxido de carbono CO<sub>2</sub> para fuegos BC, uno de espuma AFFF para fuegos AB y un extintor de agua a presión para fuegos clase ABD, se hizo un análisis de sus componentes, eficacia y etiquetas de datos. Se elaboraron cinco guías de laboratorio que permitirán a los estudiantes aprender en forma práctica acerca de la preparación de hogares para fuegos clase A y B, el manejo de los extintores y las medidas de seguridad que se deben tomar durante la ejecución de las prácticas, aportando con el presente trabajo en manera significativa al aprendizaje de protección contra incendios en la Carrera de seguridad mención aérea y terrestre de la UGT.

### **PALABRAS CLAVES:**

- **TIPOS DE EXTINTORES**
- **ETIQUETAS DE EXTINTORES**
- **PREVENCIÓN DE INCENDIOS**
- **GUÍAS DE LABORATORIO DE EXTINTORES**
- **HOGARES PARA FUEGO**

## **ABSTRACT**

Fire safety in operational and administrative areas can save companies a lot of money and may even save them from their disappearance. Based on bibliographical research, it was possible to determine that most fires occur accidentally due to electrical failures, welding and the presence of fuel and gases in the work areas, the residential sector and the offices are more vulnerable than the wineries, workshops and production areas. In this study we have analyzed the fire tetrahedron, its components and ways of fire controlling, we have determined the types of fire and the types of extinguishing agents that must be used to extinguish it. Four types of fire extinguishers were implemented in the safety laboratory, one of dry chemical dust for ABC fires, one of carbon dioxide CO<sub>2</sub> for BC fires, one of AFFF foam for AB fires and an extinguisher for class A fire, an analysis was made of its components, efficacy and data labels. Five laboratory guides were developed that will allow students to learn in practical terms about the preparation of fireplaces for class A and B fires, the handling of fire extinguishers and the safety measures to be taken during the execution of the practices. This work is a significant way to the learning of fire protection in the UGT aerial and land safety technology.

### **KEY WORD:**

- **EXTINGUISHER TYPES**
- **EXTINGUISHERS LABELS**
- **FIRE PREVENTION**
- **EXTINGUISHER LABORATORY GUIDELINES**
- **FIREPLACES**

---

**Checked by: Lic. Wilson E. Villavicencio F. MSc**

**Docente UGT**

## **CAPÍTULO I**

### **EL TEMA**

#### **1.1 ANTECEDENTES**

En la seguridad ninguna norma o conocimiento está demás, siempre el conocer las normativas y el modo de uso de los elementos que de una u otra forma ayudan a la protección tanto de las personas a cargo de la seguridad como de los afectados.

Es importante conocer el modo de uso de los extintores de diferentes clases, y mejor aún si se lo hace desde las aulas de clase, es indispensable que el profesional en seguridad domine los conocimientos para el manejo de equipos contra incendios ya que el desconocimiento y la falta de práctica con equipos de seguridad suele ser una problemática común.

El trabajo de Juan Zuñiga (2006) “SIMULACIÓN EXPERIMENTAL DE LA CAPACIDAD DE EXTINCIÓN DE UN EXTINTOR PORTÁTIL EN UN INCENDIO EN UN RECINTO CONFINADO”, describe las capacidades de funcionamiento de los distintos extintores disponibles en el mercado nacional a través de una simulación para probar su potencial de extinción; concluye en su investigación que pese a la efectividad de un extintor, incluso certificado, es necesario un adecuado y constante adiestramiento del personal en el uso de este tipo de equipos.

En otro trabajo de investigación de Flor María Bosques (2015), “DISEÑO DE UN SISTEMA CONTRA INCENDIOS EN BASE A LA NORMATIVA NFPA, PARA LA EMPRESA METALÚRGICA ECUATORIANA ADELCA S.A.”, realizó un estudio de aplicabilidad de extintores de acuerdo a los niveles de riesgo que presentaba la mencionada empresa; concluye que disponen de suficientes extintores dentro de la empresa, tanto PQS y CO<sub>2</sub>, espumas AFFF, sin embargo menciona que es necesario un adecuado mantenimiento de los equipos y una capacitación constante sobre su uso.

Por lo anteriormente expuesto es necesario implementar métodos y guías de laboratorio para la práctica de los profesionales de la seguridad en

formación, a fin de que puedan tener la suficiente experiencia práctica y la comprensión total sobre el uso y manejo de las distintas clases de extintores, para en lo posterior convertirse en instructores con habilidad suficiente para poder transmitir conocimientos a distintos operadores en diferentes actividades laborales.

## **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-UGT, institución educativa, inició su actividad bajo este nominativo a partir del 08 de abril del 2014, antes conocida como Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico ITSA, institución educativa dedicada a la formación de tecnólogos, ésta ubicada en la ciudad de Latacunga en el sector la FAE, y dispone de carreras de formación apegadas a las necesidades de la sociedad, particularmente de la Carrera de Ciencias de la Seguridad mención Aérea y Terrestre.

La enseñanza requiere del uso de varias herramientas didácticas para lograr un alto nivel de comprensión, una de ellas es la práctica asociada a la teoría, la misma que requiere de elementos necesarios para su desarrollo como guías de laboratorio, equipos, herramientas y demás elementos indispensables para lograr una formación adecuada de los estudiantes.

La carrera de Ciencias de la Seguridad mención Aérea y Terrestre, actualmente se encuentra en la implementación de un laboratorio propio de sus asignaturas, no dispone de equipamiento necesario para prácticas contraincendios, material didáctico, guías y equipos contraincendios, que le permitan a los estudiantes una mayor comprensión de las temáticas impartidas.

Si la carrera de Ciencias de la Seguridad continúa sin tener estos elementos de aprendizaje, el conocimiento de los estudiantes será únicamente teórico y no práctico lo cual causaría que no puedan solucionar problemas relativos a cada organización, que podrían aparecer en materia contra incendios, durante su vida profesional.

Por lo antes mencionado es necesario la implementación de guías de laboratorio con información teóricas y elementos que permitan una adecuada práctica contra incendios en el laboratorio de la carrera.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad es importante contar con los equipos y materiales necesarios para reforzar los conocimientos didácticos en estudiantes, tal es el caso de las practicas contra incendios, particularmente de los equipos extintores, es necesario una herramienta que sirva de ayuda tanto al personal docente como a los estudiantes, para obtener un apropiado conocimiento.

Una guía para práctica de manejo de extintores es una adecuada herramienta la cual debe ser muy detallada, de tal forma que permitirá dar la máxima garantía de que el artefacto funcione de manera efectiva y segura. Un extintor que se mantenga en buen estado que se use adecuadamente puede ser fundamental al momento de salvar vidas.

En toda edificación es importante mantener extintores en buen estado para que en un momento determinado se los pueda utilizar para salvar la estructura del edificio, o aún más importante la vida de las personas que trabajan o habitan en ella, y en el caso de la Unidad de Gestión de Tecnologías, tanto el personal docente como los estudiantes que se encuentran en las aulas.

Los beneficiarios directos del proyecto serán los estudiantes y docentes de la Unidad de Gestión de Tecnologías, ya que contarán con herramientas prácticas para el aprendizaje adecuado de los alumnos, quienes serán beneficiados ya que contarán con una instrucción práctica y planificada.

Las guías de uso de extintores tiene su importancia por la aplicación práctica que poseen, las cuales no solo podrían ser aplicadas a los alumnos de la carrera de Ciencias de la Seguridad mención Aérea y Terrestre de la

Unidad de Gestión de Tecnologías, sino también a cualquier persona interesada en el uso y manejo de extintores.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Elaborar guías de laboratorio de uso de extintores para mejorar el aprendizaje práctico de protección contra incendios de los alumnos de la carrera de Ciencias de la Seguridad mención Aérea y Terrestre.

### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Establecer información sobre las características y el uso de los extintores más comunes en la actualidad.
- Analizar las condiciones actuales de aprendizaje de los alumnos de la carrera de Ciencias de la Seguridad mención Aérea y Terrestre de la ESPE-UGT
- Elaborar guías de laboratorio, con información técnica para el manejo de varios tipos de extintores.

## **1.5 ALCANCE**

El presente proyecto tiene su alcance a la elaboración de guías de laboratorio para el uso de extintores, y la donación de material didáctico para la ejecución de prácticas en la carrera de Ciencias de la Seguridad mención Aérea y Terrestre.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 DATOS ESTADÍSTICOS**

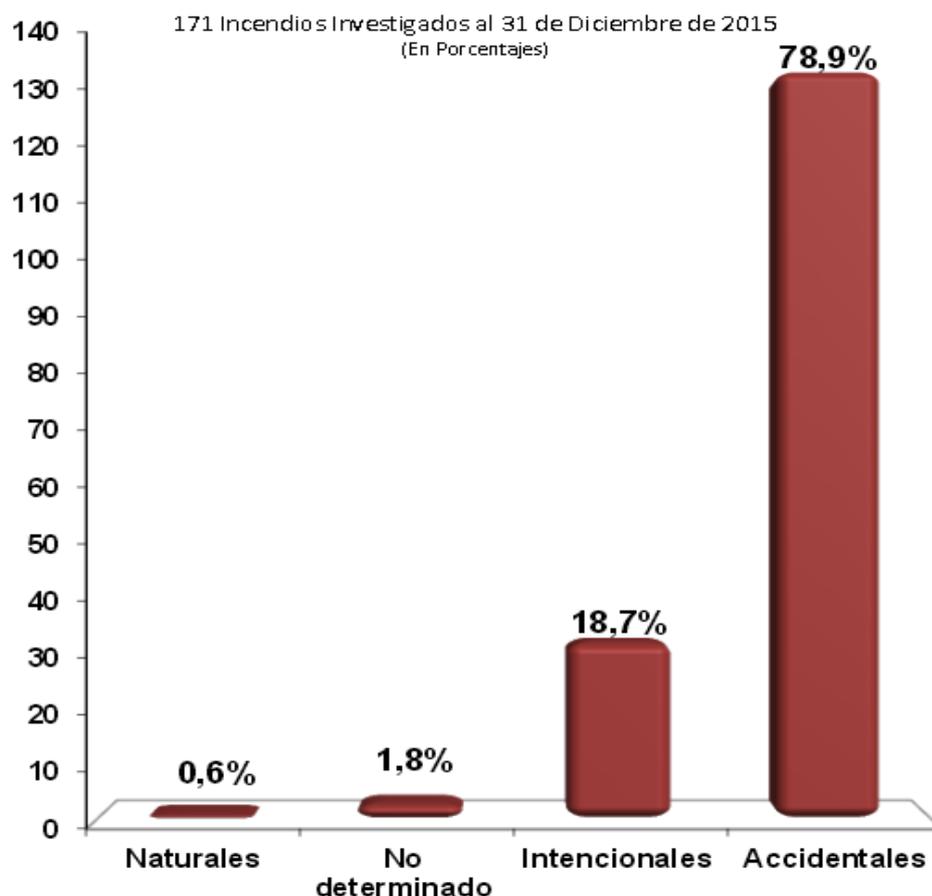
Un incendio es un fuego de grandes proporciones que provocado o no puede destruir cosas que no están destinadas a quemarse, caracterizado por el hecho de ser incontrolable.

El Director del Departamento de análisis e investigación de incendios de la NFPA (National Fire Protection Association) Dr. John Hall (2015) establece que el disponer de buenas estadísticas acerca de los incendios, es esencial para mantener buenas políticas de seguridad contra incendios. A pesar de esto, en la revista “Reporte mundial sobre estadísticas de incendios”, no se incluye ninguna estadística acerca de Latinoamérica, de igual manera, el Comité Técnico Internacional para la Prevención y Extinción de Incendios CTIF, con sede en Paris, que analiza estadísticas de incendios a nivel mundial, tampoco los menciona. (NFPA Journal Latinoamericano, 2017)

De acuerdo a la NFPA, las casas en Latinoamérica son más seguras debido a que los principales materiales de construcción son los ladrillos y el cemento, a diferencia de Norteamérica donde se utiliza principalmente madera y productos similares. Sin embargo, muchos incendios de carácter considerable se han producido en edificios, discotecas, áreas comerciales e industrias, los cuales han provocado cuantiosos daños materiales y han costado muchas vidas humanas, sin que estos hayan sido debidamente documentados e investigados para determinar sus causas y evitar que vuelvan a ocurrir.

Durante la presente investigación, se pudo obtener información estadística acerca de Costa Rica, país latinoamericano ubicado en Centroamérica, cuya información permite tener una idea de las características de los incendios.

En cuanto a la clasificación de los incendios, se observa que el 78,9% son accidentales y el 18,7% son intencionales, un pequeño porcentaje se debe a causas naturales y no determinadas, como se observa en la figura 1.



**Figura 1** Clasificación de incendios por su origen

**Fuente:** (Cuerpo de Bomberos de Costa Rica , 2016)

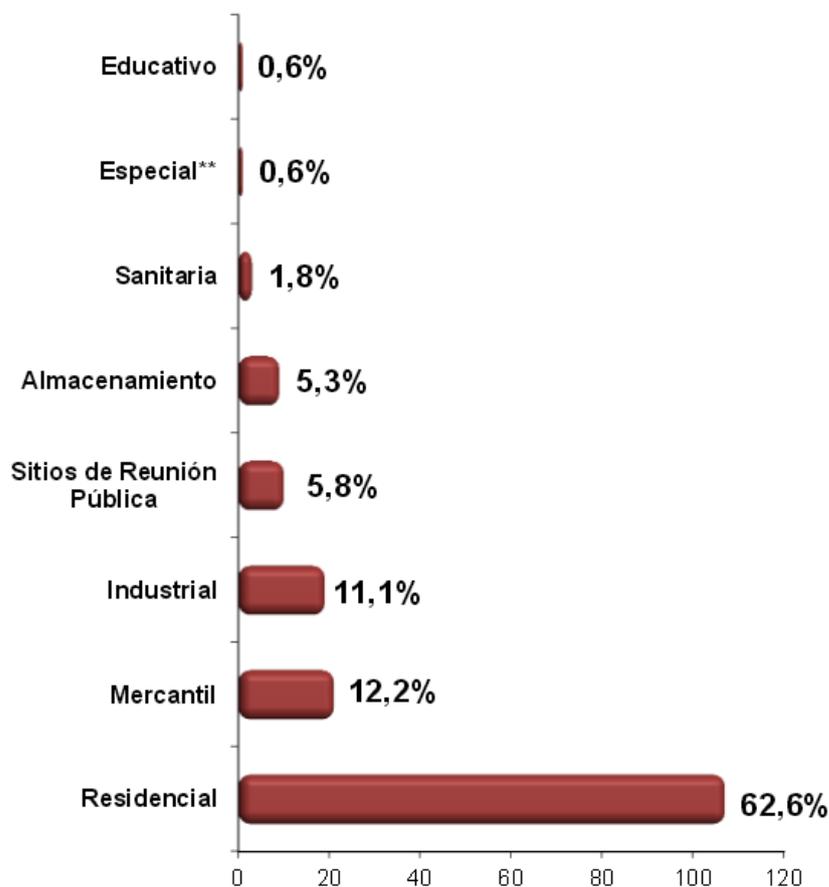
En la figura 2, se presenta la clasificación de los incendios por causa, los provocados por causas naturales alcanzan tan solo el 0,7%; mientras que los provocados por fallos del sistema eléctricos son del 33,1%, por fallos en aparatos eléctricos el 15,8%, por trabajos de soldadura y corte el 11,5%, por acumulación de gases combustibles, fugas de gas, vapores y combustibles alcanzan otro 11,5%; siendo los más importantes. Por lo tanto las actividades humanas industriales y del hogar, son las que principalmente causan incendios, específicamente los sistemas eléctricos y los que requieren del uso de combustibles.



**Figura 2** Clasificación de incendios investigados por causa

**Fuente:** (Cuerpo de Bomberos de Costa Rica , 2016)

En lo referente al lugar donde se producen los incendios, en la figura 3, se observa que el sector residencial es el más aquejado, con 62,6%, seguido por el mercantil y el industrial con 12,2% y 11,1% respectivamente, sitios de reunión y áreas de almacenamiento, como bodegas, también son lugares donde se producen incendios con un porcentaje del alrededor del 5%. Áreas sanitarias y recintos educativos presentan bajos porcentajes en este grupo debido a las características de sus instalaciones.

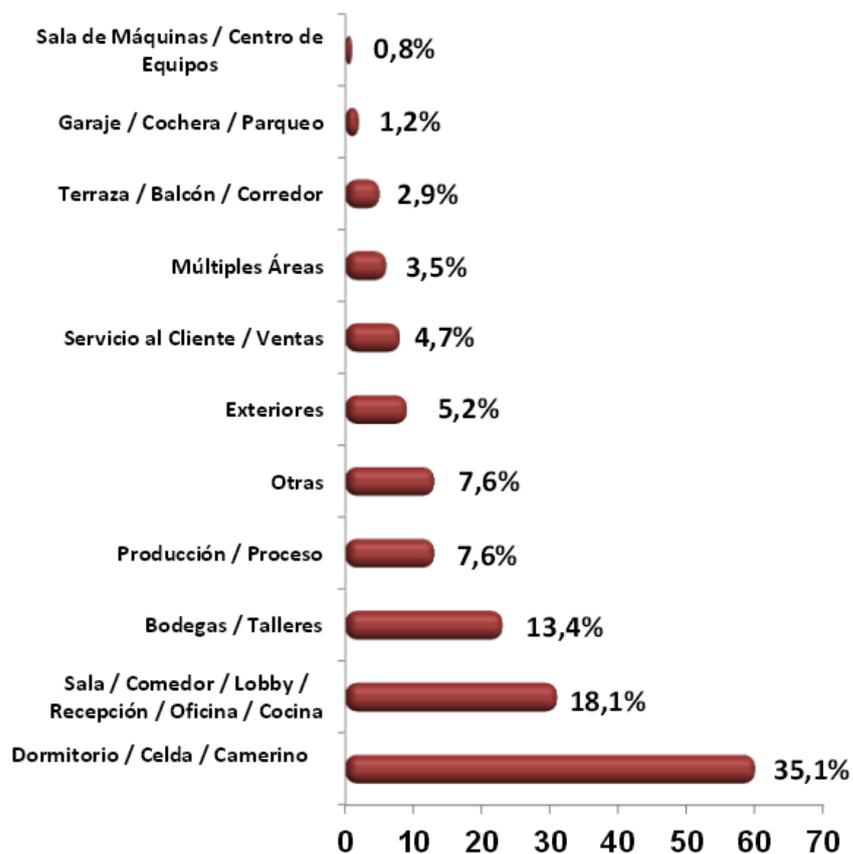


**Figura 3** Lugares en los que se producen los incendios

**Fuente:** (Cuerpo de Bomberos de Costa Rica , 2016)

Dentro de este estudio, se determinaron las áreas específicas de las edificaciones donde se inician los incendios, la figura 4 presenta los resultados obtenidos, la mayoría de los incendios, 31,5% se producen en lugares como dormitorios, celdas y camerinos, presenta un porcentaje mucho mayor a los incendios producidos en la sala, comedor, recepción, oficina y la cocina, por la falta de precaución y la existencia de materiales inflamables; el 13,4% se producen en bodegas y talleres, el 7,6% en zonas de producción y procesos, lo cual demuestra que existe mayor conciencia de los riesgos existentes en el área industrial y por ende existe un mayor control, en exteriores se produce un 5,2% de los incendios y en otras áreas el porcentaje es cada vez menor.

Se puede concluir, que los incendios están presentes en todas las actividades del hombre y en ningún lugar o situación se debe descuidar la seguridad, la protección y el conocimiento para evitar consecuencias fatales.



**Figura 4** Áreas específicas en las que se producen los incendios

**Fuente:** (Cuerpo de Bomberos de Costa Rica , 2016)

En los últimos 10 años hemos ganado en Latinoamérica la triste distinción de tener cinco de los diez peores incendios a nivel mundial. Sin embargo, en nuestra región la gran mayoría de los incendios con muertes múltiples o pérdidas multimillonarias pasan desapercibidos fuera de su lugar de origen y generalmente no son debidamente documentados desde el punto de vista de la seguridad contra incendios, por consiguiente, no estamos aprendiendo de ellos. A manera de ilustración, en la Discoteca Factory en la ciudad de Quito murieron 18 personas, en un incendio con características ya conocidas en la región: fuegos artificiales utilizados por la banda, acabados interiores combustibles, vías de evacuación inaceptables,

puertas de emergencia cerradas, falta de sistemas automáticos de extinción y el recinto con sobrecupo (Hermandad de bomberos, 2014)

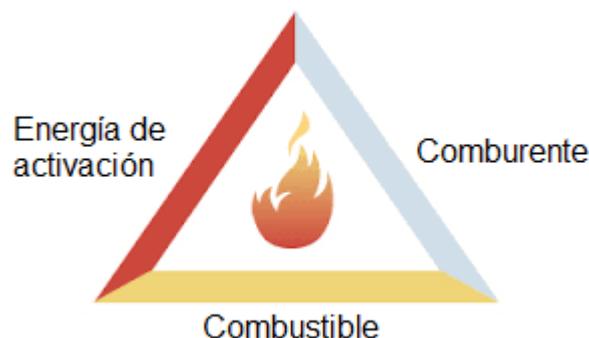
## 2.2 EL FUEGO

La Administración de incendios de los Estados Unidos (2000) define al fuego como algo rápido, caliente, oscuro y mortal, el fuego es tan rápido que puede salirse de control en menos de un minuto, es tan caliente que puede derretir la ropa de una persona sobre su piel y si es absorbido puede quemar los pulmones, el humo y los gases pueden matar a una persona por intoxicación, además el fuego consume el oxígeno de áreas cerradas pudiendo provocar somnolencia y asfixia. (Rice, 2010).

El fuego es una reacción química de oxidación-reducción, producto de la acción entre un combustible y un comburente, con desprendimiento de energía en forma de luz y calor.

### 2.2.1 El Tetraedro del fuego

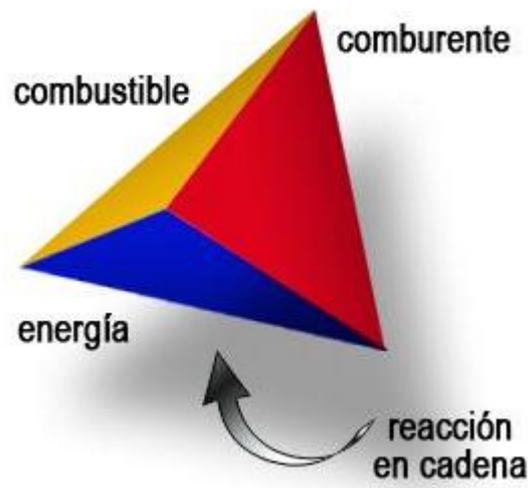
Para que un fuego se inicie, son necesarios tres factores, combustible, comburente y energía de activación, que son representados tradicionalmente por el triángulo de fuego que se representa en la figura 1.



**Figura 5** Triángulo de fuego

Fuente: (Llaneza, 2009)

Para que el fuego se mantenga es necesario que la energía sea suficiente para mantener la reacción en cadena, a esta condición se la ha agregado como un factor más, dando lugar al llamado tetraedro de fuego.



**Figura 6** Tetraedro de fuego

**Fuente:** (Llaneza, 2009)

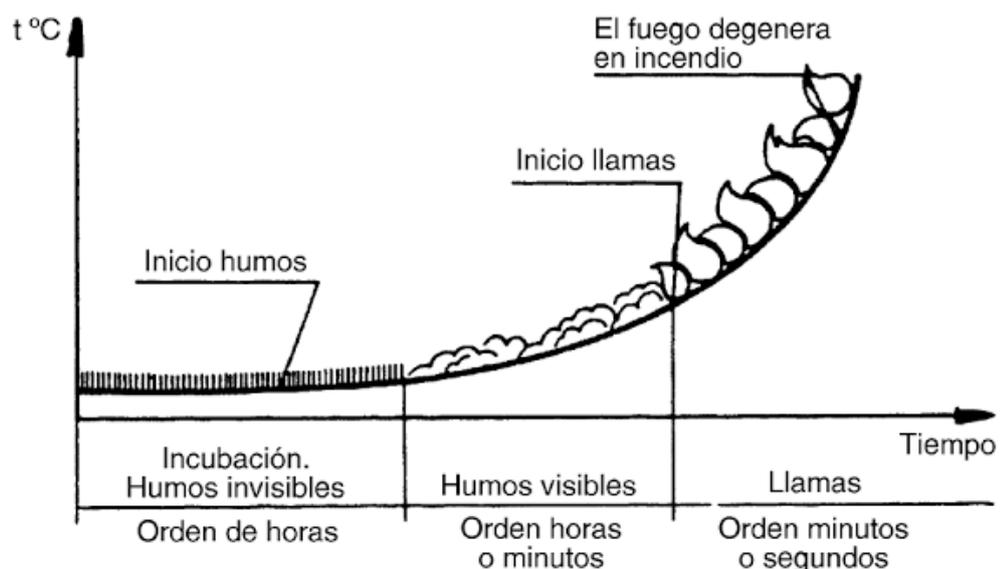
Un **combustible** es una sustancia o materia que puede arder con facilidad, puede presentarse en estado sólido, líquido o gaseoso, cuando un objeto se enciende por la presencia de calor suficiente, este arde y emite gases inflamables que son realmente los que se queman y producen un desprendimiento de calor que provocan que el material en si se siga quemando, hasta que ya no pueda desprender más gases inflamables. Cuando el combustible se consume por completo, el objeto queda convertido en cenizas u otras partículas. (Rice, 2010)

Un **comburente** es una sustancia conocida también como oxidante o agente oxidante, que favorece la combustión de otra sustancia, se caracterizan por desprender directa o indirectamente oxígeno aumentando el riesgo de que se produzcan incendios o se incremente la intensidad de los mismos. A más del oxígeno existente en el aire, son sustancias comburentes percloratos, cloratos, cloritos sódico y potásico, nitratos orgánicos e inorgánicos y abonos nitrados, entre otros.

La **energía de activación** es la energía necesaria que debe ser sobrepasada por las moléculas para iniciar la combustión, puede ser una chispa, una fuente de calor, una corriente eléctrica, etc., incluso aquellas reacciones químicas que liberan energía, requieren de un aporte inicial de energía que desate el proceso químico.

En cuanto a la **reacción en cadena**, el fuego produce calor, humos y gases que producen una mayor descomposición del combustible, de esta forma el fuego se autoalimenta y continúa su crecimiento. (Garrido , 2014).

Se distinguen tres etapas, ignición que es el momento en que los cuatro elementos se juntan con intensidad suficiente para provocar la inflamación del combustible; la propagación, es la evolución del incendio se puede producir por conducción, convección, radiación o desplazamiento, depende del tipo de combustible, como se puede observar en la siguiente figura; la tercera etapa de la reacción en cadena son las consecuencias, donde se puede verificar el final de la reacción química quedando solamente los restos de los materiales quemados. (Cortés, 2007)



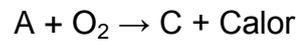
**Figura 7** Reacción en cadena de material tipo madera o papel

**Fuente:** (Cortés, 2007)

Todos los elementos del tetraedro son necesarios para que el fuego continúe, la ausencia de uno de ellos provocaría su extinción, por consiguiente el fuego puede ser controlado al manipular una de estas variables.

### 2.2.2 Química del fuego

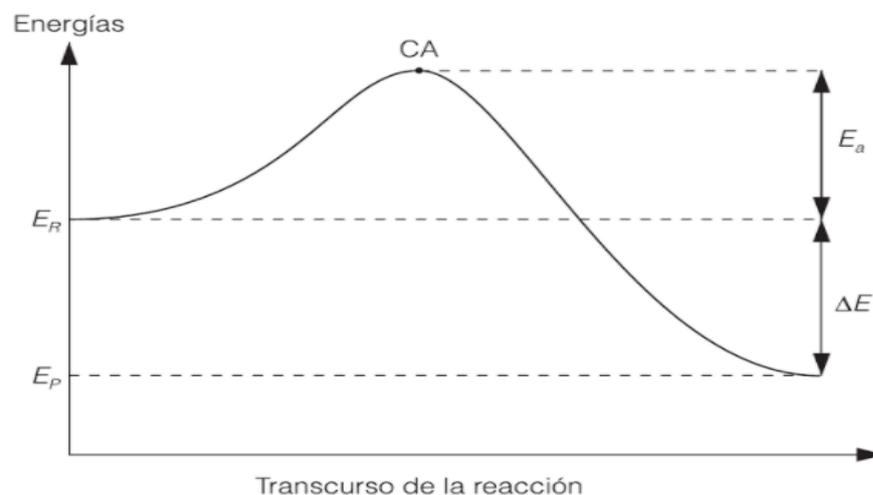
La acción química de oxidación y reducción de un incendio se representa con la siguiente fórmula:



A representa el combustible y  $O_2$  es la mezcla gaseosa que desprende el comburente, C es el combustible que ya se está quemando. Para que se inicie el fuego el combustible y el comburente deben alcanzar un estado energético suficiente para que el choque molecular sea efectivo y se produzca la reacción. Dicha energía requerida es la energía de activación y al producto intermedio resultado del choque de moléculas se denomina complejo activado CA. (Cortés, 2007)

La cantidad de materia A (combustible), que en una unidad de tiempo se convierte en C (combustible que se está quemando), determinará la “velocidad de reacción”, mientras que la velocidad con que se extiende el fuego se denomina “velocidad de propagación”.

La figura 8 muestra el comportamiento de la energía a partir de  $E_R$  que es la energía propia de los productos reaccionantes, si la temperatura se incrementa aportando suficiente energía de activación  $E_a$ , se alcanzará el punto de complejo activado CA (inicio del fuego).



**Figura 8** Diagrama de energía para una reacción exotérmica

**Fuente:** (Cortés, 2007)

Luego de liberarse parte de la energía de activación, esta decae progresivamente hasta alcanzar el nivel de  $E_p$  “energía de los productos de la reacción”, que resulta ser el remanente energético de las cenizas sobrantes,  $\Delta E$  será la energía desprendida en forma de calor y luz durante el proceso químico, finalizando así el incendio.

### **2.2.3 Velocidad de propagación**

La combinación de los cuatro factores del tetraedro de fuego permite la iniciación y mantenimiento de la combustión, la velocidad de propagación permite subdividir dichas combustiones, dentro de una edificación esta velocidad depende de la inflamabilidad de los materiales, de la propagación de llamas en la superficie y de la producción y propagación de gases, estos gases calientes se dirigen hacia el techo y por efecto de las corrientes de aire se extienden inflamando todo lo que encuentran a su alcance. (Bayón, 2008). En edificaciones el fuego también puede propagarse en forma vertical afectando a los pisos que se encuentran sobre el foco del incendio, los huecos de las gradas, ascensores y ventanas se comportan como chineas aportando oxígeno, las puertas de madera y los recubrimientos de pisos, paredes y techos permiten que el fuego se propague rápidamente en forma vertical.

La velocidad de propagación es uno de los parámetros más importantes en el análisis del fuego ya que permite establecer líneas de defensa según el rendimiento esperado de cuadrillas, maquinaria y autobombas, es un factor que debe ser evaluado para la movilización de medios así como para planificar un combate eficaz y seguro, factores importantes para la estimación de la velocidad de propagación son: el tipo de combustibles, características de construcciones aledañas, topografía, datos meteorológicos especialmente la velocidad del viento.

Los incendios de acuerdo a su velocidad de propagación se pueden dividir en los siguientes:

**Tabla 1**  
Clasificación del fuego por la velocidad de propagación

### Oxidación



Reacción lenta, no hay aumento de temperatura, oxidación del hierro, amarillamiento del papel.

### Combustión



Reacción normal, se produce con emisión de llamas y calor, velocidad varios centímetros por segundo (cm/s).

### Deflagración



Reacción rápida, menor a la velocidad del sonido, velocidad varios metros por segundo (m/s).

### Detonación



Reacción muy rápida superior a la velocidad del sonido, velocidades de kilómetros por segundo (km/s). Aparición de ondas de choque.

**Fuente:** (Esparza, 2012)

### 2.2.4 Tipos de incendios

Existen varias formas de definir los tipos o clases de incendios, el conocimiento de las características de cada tipología permitirá establecer el mejor método de prevención y evitar un desenlace fatal, casi todos los incendios dependientes de los seres humanos son evitables, no así los ocasionados por la naturaleza.

Los incendios pueden dividirse de acuerdo al material combustible, al lugar, por su magnitud y potencia, como se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 2**

Tipos de incendios

<b>Según el material combustible</b>	De sólidos comunes (Tipo A) De líquidos y gases (Tipo B) De equipos eléctricos energizados (Tipo C) De metales combustibles (Tipo D) Grandes cantidades de aceite (Tipo K)
<b>Por el lugar</b>	Urbanos Industriales Forestales En transportación
<b>Por su magnitud</b>	Conato Incendio parcial Incendio total
<b>Según el nivel de riesgo</b>	Ligeros Ordinarios Extraordinarios

**Fuente:** (National Fire Protection Association, 2007)

Se consideran incendios urbanos a los que se producen en lugares en los que existe concentración de personas, con casas y edificios, los incendios industriales son los que se producen en industrias o zonas en que se almacenan o fabrican sustancias combustibles ya sean gases o líquidos y sustancias peligrosas; los incendios forestales se dividen en tres grupos de acuerdo a la altura de la vegetación y el alcance del fuego, pueden ser de copas, de superficie o de subsuelo, cuando arden la materia orgánica y las

raíces de los árboles; los incendios de transportación son los que se producen en vehículos motorizados para el transporte de personas y productos; por su magnitud pueden ser conatos, pequeños incendios que pueden ser fácilmente controlados mediante extintores manuales, incendios parciales, los que afectan a parte de las edificaciones, por su magnitud son difíciles de controlar y de acuerdo a la velocidad de la propagación, rápidamente podrían convertirse en incendio total.

En función del nivel del riesgo se clasifican en ligeros, ordinarios y extraordinarios, algunos de los factores a evaluar son: la cantidad de ocupantes de la estructura, el tipo de materiales de construcción del edificio y la altura, los tipos de materiales existentes en las instalaciones, lo cual establece el tipo de sistema de extinción de incendio que debe ser aplicado, como se explica en el siguiente apartado.

#### **2.2.4.1 Clasificación de incendios de acuerdo al material combustible**

Los materiales combustibles pueden agruparse por familias de acuerdo a su forma de arder, es importante conocer el tipo de material combustible para aplicar métodos apropiados de prevención de incendios y en caso de darse el suceso, aplicar una eficiente forma de extinción.

De acuerdo al material combustible, la norma NFPA 10, los incendios se clasifican de la siguiente forma:

- a) Incendios clase A:** Los incendios clase A son incendios de materiales comunes, normalmente forman brazas, tienen un alto punto de fusión y dejan cenizas al arder, madera, papel, cartón, materiales textiles, caucho y varios tipos de plástico, el método más apropiado de extinción es el enfriamiento.



**Figura 9** Símbolo de incendio clase A**Fuente:** (Fábrica de extintores América, 2016)

- b) Incendios clase B:** Son incendios de líquidos inflamables o materiales que destilen líquidos por calor, líquidos combustibles, combustibles sólidos de bajo punto de fusión, asfaltos, grasas de petróleo, alquitrán, aceites, pinturas a base de aceites, ceras, disolventes, lacas, alcoholes y gases inflamables. El método más apropiado de extinción para estos materiales es la sofocación.

**Figura 10** Símbolo de incendio clase B**Fuente:** (Fábrica de extintores América, 2016)

- c) Incendios clase C:** Son incendios que involucran equipos eléctricos energizados, son originados en equipos o instalaciones eléctricas cuya tensión eléctrica vaya desde los 25 voltios, computadoras, servidores, máquinas industriales, herramientas eléctricas, hornos eléctricos y microondas. Se debe siempre cortar el suministro eléctrico y extinguirlos por sofocación con agentes extintores no conductores.

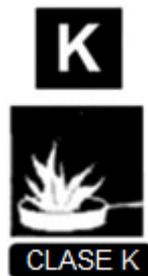
**Figura 11** Símbolo de incendio clase C**Fuente:** (Fábrica de extintores América, 2016)

**d) Incendios clase D:** Son incendios de metales combustibles alcalinos y alcalinotérreos, reaccionan violentamente en contacto con el agua, como magnesio, titanio, circonio, sodio, litio y potasio. Antes de manipular estos productos es necesario consultar el sistema de extinción apropiado para cada uno.



**Figura 12** Símbolo de incendio clase D  
**Fuente:** (Fábrica de extintores América, 2016)

**e) Incendios clase K:** Son incendios de electrodomésticos que involucran combustibles para cocinar, aceites, grasas animales y vegetales, debido a que el aceite de cocina es muy difícil de apagar y que reacciona violentamente en contacto con el agua, se debe utilizar medios de extinción específicos para este tipo de incendio.



**Figura 13** Símbolo de incendio clase K  
**Fuente:** (Fábrica de extintores América, 2016)

### 2.3 MEDIOS DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS

Todas las técnicas de prevención de incendios consiste en eliminar o aislar uno o varios de los elementos del tetraedro de fuego, de esta forma evitar un incendio, la actuación preventiva sobre la reacción en cadena

técnicamente es muy limitada. Algunas medidas de prevención son las siguientes:

- **Actuación sobre el combustible**

Consiste en eliminar la fuente que provoca el fuego, por ejemplo: eliminar residuos inflamables, controlando fugas de tuberías y recipientes, limpieza permanente de superficies y eliminación de desechos contaminados, disposición de recipientes herméticos para dichos residuos. Evitar la existencia de depósitos temporales durante los procesos y utilizar cantidades de combustible estrictamente necesarias, optar por disolventes que no sean inflamables, utilizar alcoholes propílicos de temperatura de ignición mayor ( $t_i = 28^\circ\text{C}$ ) a la de los alcoholes etílicos ( $t_i = 12^\circ\text{C}$ ), diluir o mezclar los combustibles con otras sustancias para aumentar su grado de inflamación, por ejemplo agregar porciones de agua al alcohol. (Llaneza, 2009)

- **Actuación sobre el comburente**

Puede utilizarse como método preventivo mediante la eliminación del comburente de la atmósfera, se aplica en depósitos cerrados de líquidos inflamables a lo que se denomina trabajo en atmósfera inerte, para lo que se utilizan gases inertes como  $\text{CO}_2$  (anhídrido carbónico) o  $\text{N}_2$  (nitrógeno). El aislamiento del combustible con el comburente mediante recipientes estancos o recubrimientos también pueden considerarse en este método.

- **Actuación sobre la energía de activación**

Consiste en limitar y evitar las fuentes de energía que podrían iniciar un incendio, regulación estricta de los trabajos de electricidad y mecánica que se realizan en el área, mantener en perfecto estado instalaciones eléctricas y sistemas de iluminación antichispas, evitar materiales o procesos que puedan provocar corrientes estáticas, ubicar señalética de

prohibición de uso de dispositivos de radio frecuencia, de uso de cerrillas, mecheros y otros medios que generen calor.

## **2.4 DETECCIÓN DE INCENDIOS**

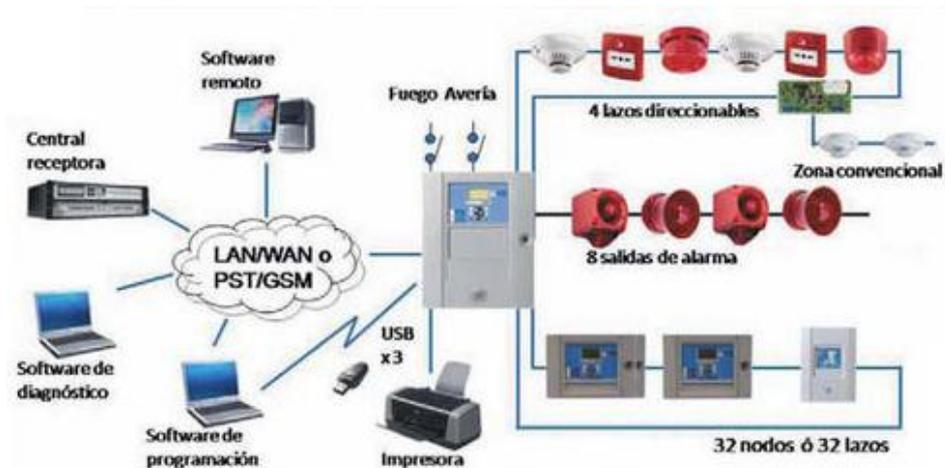
Un sistema de detección de incendios tiene como fin salvar vidas mediante la detección y aviso de la presencia de incendios, mediante un sistema de alarma temprana, la cantidad y tipo de dispositivos que se instalen dependerá del área, debiendo cubrir la totalidad de las mismas, estos sistemas incluyen avisos visuales, auditivos y en ciertos casos sistemas de extinción del fuego.

Respecto a su confiabilidad, estos sistemas deben autovigilarse, es decir, informar respecto al estado y fallas de sus dispositivos, debe ser flexible, permitir la expansión y cambios de acuerdo a las necesidades del usuario, actuar inclusive en casos de fallas del sistema eléctrico. Sus componentes principales son:

- Central de detección
- Detector
- Pulsador
- Sirena
- Sistema de extinción

### **2.4.1 Central de detección**

Es el cerebro del sistema, permite la programación, monitoreo y acción de sensores de humo, temperatura y gas, la central debe permitir la detección rápida en forma automática o manual de un suceso, identificar la ubicación del componente activado y accionar sirenas de acuerdo al plan de evacuación



**Figura 14** Central de detección  
**Fuente:** (Fenienergía, 2016)

Existen dos tipos de sistemas: convencionales y analógicos, Los sistemas convencionales de alarma de incendio trabajan por "zonas" y tienen una capacidad establecida por cada fabricante, que van desde 1 hasta 100 zonas, definiendo la zona como línea de cableado donde se instalan los dispositivos de acción o control en un área o piso de un edificio. Un sistema analógico se caracteriza porque cada elemento del sistema se puede tratar de manera individualizada. Podemos identificarlos, saber su estado, programar umbrales de respuesta, asociar maniobras entre ellos y muchas más cosas. (Fenienergía, 2016)

#### 2.4.2 Detectores

Su función es determinar el foco de fuego en base a sensores analógicos que reaccionan a la variación de una variable física. Los detectores se clasifican en: (EIVAR, 2016)

##### Clasificación según su emplazamiento:

- Detectores puntuales.
- Detectores lineales.
- Detectores de área abierta.
- Detectores por aspiración.

##### Clasificación según el fenómeno físico detectado:

- Detectores de calor o temperatura.
  - Temperatura fija.
  - Termo velocímetros (Velocidad de crecimiento de temperatura)
  - Combinados.
  - Compensados.
  
- Detectores de humo
  - Ionización.
  - Fotoeléctricos (óptico) por dispersión de luz.
  - Fotoeléctricos (óptico) por oscurecimiento.
  - Barreras lineales.
  - Detectores por aspiración.
  
- Detectores de llama.
  - Infrarrojos (IR).
  - Ultravioletas (UV).
  - Combinados ultravioletas/infrarrojos (UV/IR).
  - Combinados infrarrojos/infrarrojos (IR/IR).
  - Combinado triple canal infrarrojos (IR3).
  - Mediante cámara CCTV.
  
- Detectores de chispa.
- Detectores de explosión.
- Detectores de multisensores



**Figura 15** Tipos de detectores  
**Fuente:** (Shenzhen Autosecu Technology, 2017)

### 2.4.3 Pulsador

Es un elemento de accionamiento manual, destinado al accionamiento por la persona en caso de que esta haya detectado un incendio.



**Figura 16** Pulsador manual  
**Fuente:** (Fenienergía, 2016)

### 2.4.4 Sirena

Se diseñan para instalarlas en interiores y exteriores, proveen un aviso sonoro en caso de incendio, si se instalan en áreas cerradas se debe tomar en consideración que pueden superar los límites de umbral de molestia auditiva. Deben instalarse en lugares estratégicos para evitar zonas no

cubiertas o que la sirena se encuentre muy cerca de las personas, por su alto nivel acústico (120 a 130 decibeles). En sirenas inteligentes se pueden seleccionar los patrones de sonido con periodos de pausa, barridos de frecuencia abajo – arriba, etc.

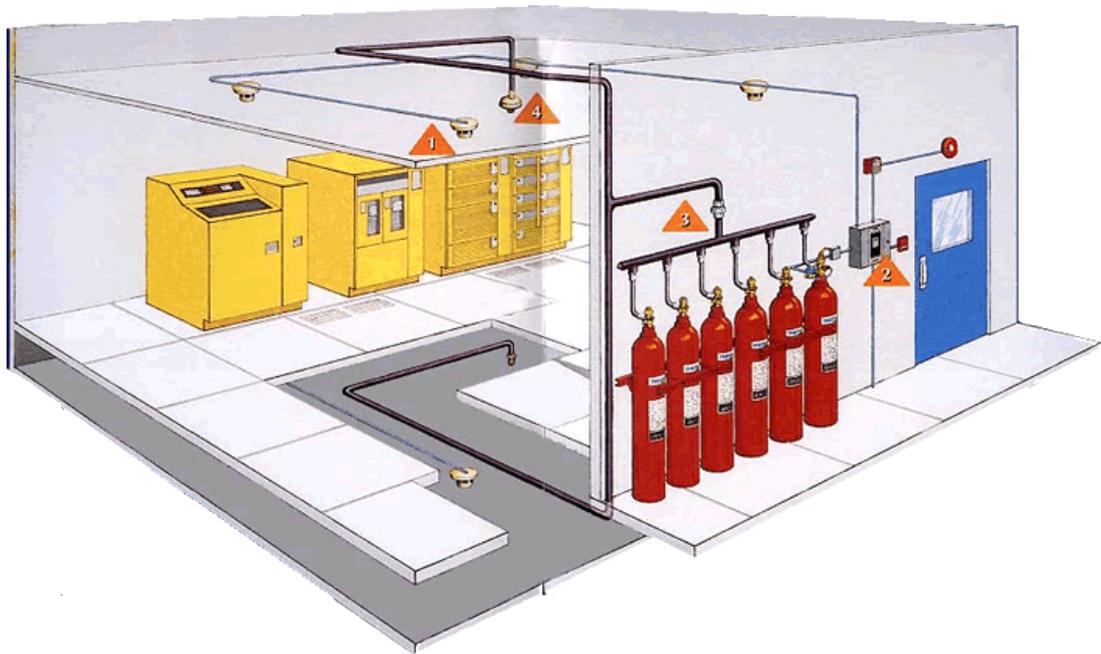


**Figura 17** Sirenas contra incendios  
**Fuente:** (Fenienergía, 2016)

#### 2.4.5 Sistemas de extinción

Son sistemas automáticos controlados por la central de detección en base a las señales obtenidas de los sensores, estos pueden ser:

- a) Instalaciones de rociadores automáticos de agua. Estas instalaciones pueden ser clasificadas como fijas y automáticas, dado que actúan sin mediación humana. En el momento en que detecta el incendio (por los propios rociadores o por un sistema de detección en algunos casos) se pone en marcha el sistema con la finalidad de lanzar una lluvia de agua sobre la zona donde se ha detectado el incremento de temperatura. (Arator, 2017)
- b) Instalaciones fijas de extinción por gas. La función de este tipo de instalaciones es la extinción de un fuego cuando está todavía en estado incipiente y mantener la precisa concentración de gas durante un tiempo concreto para minimizar el peligro de reignición. El diseño, instalación y puesta en marcha deben basarse en un detallado conocimiento de la zona protegida, su uso y la organización de la alarma, puesto que la concentración de gas necesaria para la extinción puede ser peligrosa para la vida de las personas en la zona inundada. (Arator, 2017)



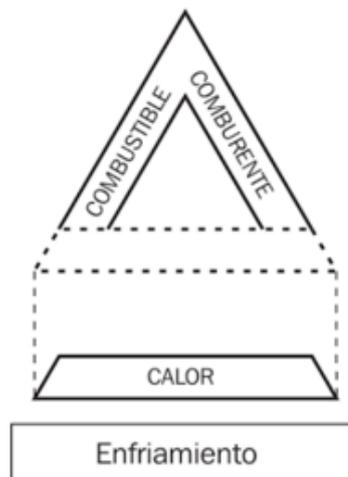
**Figura 18** Sistema de extinción de incendios automático  
**Fuente:** (Fenienergía, 2016)

## 2.5 MEDIDAS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS

Anular uno o más de los factores que conllevan a la generación del fuego y su propagación, contribuyen en consecuencia al abatimiento de un incendio. De acuerdo a lo anteriormente detallado se pueden agrupar las formas de extinción en:

- **Enfriamiento**

Consiste en absorber el calor del material incendiado bajando así su temperatura por debajo del punto de ignición. El medio más frecuente para lograrlo es la utilización de agua.



**Figura 19** Extinción por enfriamiento  
**Fuente:** (Ruíz & Rodríguez, 2004)

- **Sofocación**

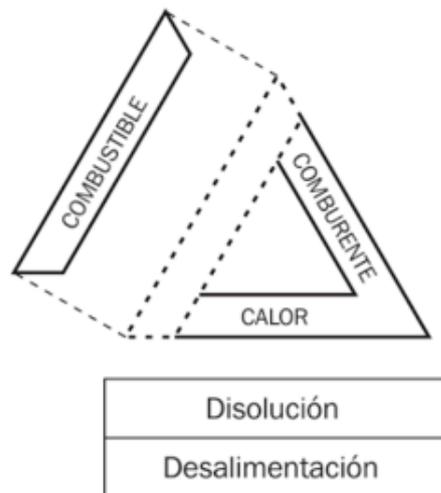
Consiste en eliminar o enrarecer el oxígeno del área incendiada, con material inerte, por ejemplo: el dióxido de carbono, gases limpios y las espumas sintéticas.



**Figura 20** Extinción por sofocación  
**Fuente:** (Ruíz & Rodríguez, 2004)

- **Eliminación del combustible**

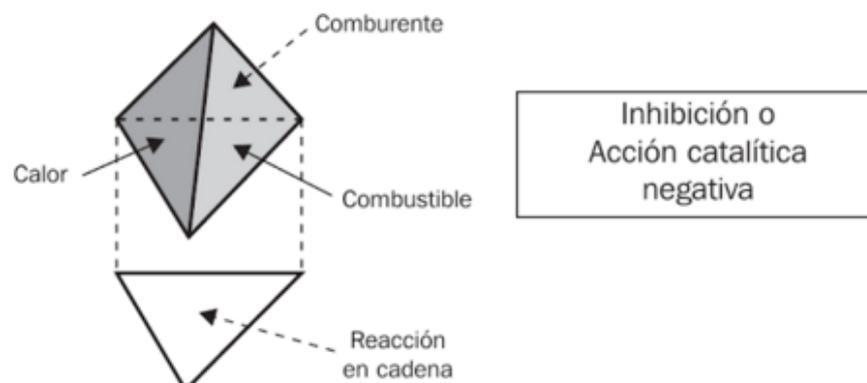
Durante el incendio se puede eliminar la fuente de combustible mediante el cierre de llaves o válvulas, aislando las áreas no contaminadas mediante el cierre de puertas antilama, en caso de incendios forestales, se acondicionan zanjas para evitar que el fuego se siga propagando por el material combustible del suelo.



**Figura 21** Eliminación del combustible  
**Fuente:** (Ruíz & Rodríguez, 2004)

- **Rotura de la reacción de cadena:**

Para que el fuego se mantenga es necesario que la energía sea suficiente para mantener la reacción en cadena. Este método consiste en inhibir la propagación del calor de unas partículas a otras del combustible. Es la base de actuación de los polvos químicos secos, estos catalizan las partículas reactivas de la combustión, denominadas radicales libres, cuyas reacciones permiten la combustión, interrumpiendo así el mecanismo de la reacción en cadena y extinguiendo en consecuencia el incendio de forma instantánea. Algunos métodos son la adición de antioxidantes a plásticos y el uso de tejidos ignífugos.



**Figura 22** Rotura de la reacción en cadena  
**Fuente:** (Ruíz & Rodríguez, 2004)

## 2.6 SISTEMAS CONTRA INCENDIOS

Los sistemas de protección contra incendios deben planificarse y diseñarse junto con los planos estructurales y arquitectónicos de las edificaciones de acuerdo al área de cobertura, el medio de extinción de incendios, la utilidad a la que se le destine y los posibles materiales combustibles del inmueble, lo cual permitirá seleccionar un medio óptimo para su protección. Los sistemas contra incendios se pueden clasificar de la siguiente forma: (DirectExtintor, 2012)

De acuerdo a su función:

- Medios para detección: humanos o automáticos
- Medios para alarmas: pulsadores manuales automáticos
- Medios de extinción/supresión: Rociadores
- Medios de corte rápido de flujo de combustible y de cierres de ventilación.

De acuerdo al medio extintor:

- Agua: chorro, pulverizada, niebla
- Polvo químico: normal, antibrasa, especiales
- Espumas
- Gases: Anhídrido carbónico, otros

De acuerdo a la disposición y aplicación:

- Sistemas fijos: Redes de extinción con aplicación mecánica (DCI), Redes de servicios a equipos portátiles (boca de incendio e hidrante exterior)
- Equipos móviles de gran capacidad: Camiones cisternas, moto bombas portátiles
- Equipos portátiles: Extintores, mangueras, monitores, etc.

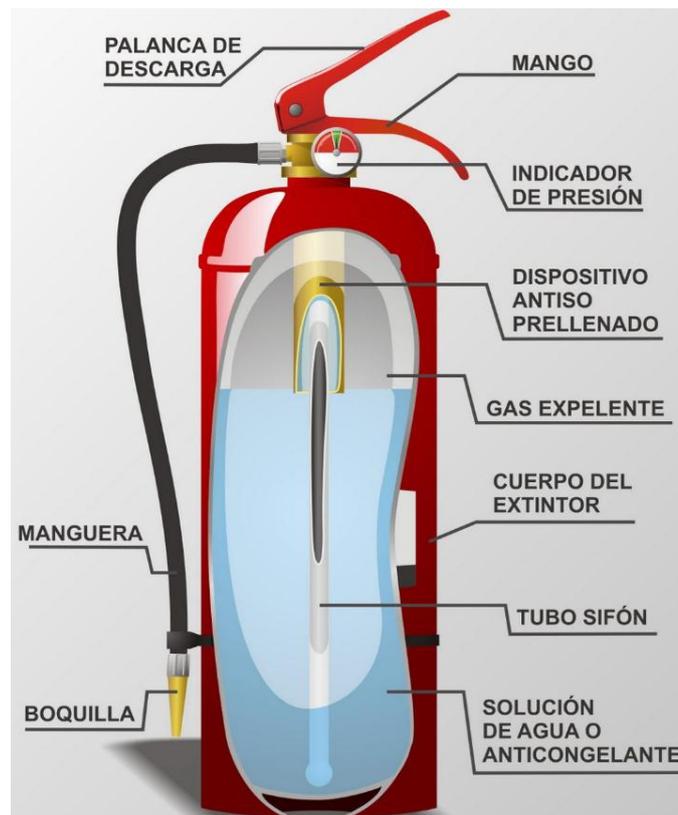
Con el fin de centrar la investigación al tema del presente proyecto solamente se realizará un estudio pormenorizado de los extintores portátiles y su medio de extinción.

### 2.6.1 Extintores

Un extintor es un dispositivo autónomo de forma cilíndrica que contiene un agente extintor inyectado a alta presión que sale a través de una boquilla cuando es accionado manualmente, además posee un dispositivo para evitar su accionamiento accidental, el mismo que debe ser destrabado o retirado antes de su accionamiento. Los extintores portátiles son un medio primario de defensa para controlar incendios de tamaño limitado, la selección e instalación de extintores es independiente de si el edificio está equipado con rociadores automáticos, tuberías verticales y mangueras u otros equipos fijos de protección manuales o automáticos.

Los componentes básicos de un extintor en general son los siguientes:

- Recipiente o cuerpo del extintor. Es el elemento que contiene el agente extintor
- Agente extintor. Es el producto contenido en el agente extintor cuya acción provoca la extinción.
- Sistema de presurización. Es el medio utilizado para conseguir que el agente extintor pueda ser proyectado.
- Elementos de disparo. Permiten iniciar, dirigir y cortar la proyección del agente extintor.
- Manetas. Hay dos manetas, la de abajo que es fija y la de arriba que es la de accionamiento.
- Manguera. Es un tubo semirrígido por el que circula el agente extintor hacia el exterior.
- Boquilla. Es la parte situada en el extremo de la manguera (o directamente unido al extintor en los que carecen de manguera).



**Figura 23** Partes de un extintor de incendio  
**Fuente:** (Fenienergía, 2016)

El manómetro es un instrumento que indica la presión del material extinguidor contenido en el extintor, un aviso de “sobrecarga” indica que el contenido ha sobrepasado la presión recomendable y puede poner en peligro al cilindro contenedor, pudiendo llegar a explotar, esto puede darse por un exceso al ser recargado o por una alta temperatura en el ambiente, otra posibilidad es que el manómetro se encuentre defectuoso y deba ser cambiado, en cualquiera de los casos el extintor debe ser revisado por personal especializado para garantizar su funcionamiento óptimo.



**Figura 24** El manómetro de presión  
**Fuente:** (Fenienergía, 2016)

Un aviso en el manómetro de “despresurizado” indica que el extintor ha perdido presión ya sea porque ha sido utilizado o por problemas mecánicos en la válvula de salida, todo extintor que ha sido utilizado, aunque sea en forma parcial debe ser revisado y recargado. Cuando el indicador del manómetro marca en la sección verde, indica que el extintor se encuentra listo para su uso.

El extintor de CO<sub>2</sub> no posee manómetro ya que el gas contenido se encuentra a muy alta presión y si es utilizado dicho gas se expande y no reduce su presión, en este caso el tanque debe ser pesado periódicamente para verificar la cantidad del contenido ya que en su interior el CO<sub>2</sub> se encuentra en estado líquido.

Dependiendo del tipo de agente extintor se utilizan diferentes boquillas, con el objetivo de facilitar su dispersión, potenciar su poder de penetración en el fuego y proteger las manos del usuario. Se pueden observar los siguientes tipos de boquillas:



**Figura 25** Tipos de boquillas

**Fuente:** (Bayón, 2008)

Los usuarios deben tener conocimiento de las prestaciones, limitaciones y estado del extintor para lo cual deben poseer una placa de identificación con sus características e instrucciones de uso inclusive. Dichas inscripciones estarán situadas sobre el cuerpo del extintor, en forma de calcomanía, placa metálica, impresión serigráfica o cualquier otro procedimiento de impresión que no se borre fácilmente.

Los caracteres deben ser fácilmente legibles, teniendo en cuenta que algunas de estas inscripciones deben poder leerse rápidamente en el momento de la intervención. El retimbrado del extintor se debe hacer cada 5 años y es cometido del fabricante o mantenedor del extintor, sólo puede hacerse el primer retimbrado y tres más, es decir, pasados 20 años el extintor queda fuera de servicio. La norma de retimbrado no afecta a los extintores de CO<sub>2</sub>, ya que carecen de caducidad. (TEBMOR, 2012)



**Figura 26** Placa de identificación de extintores

**Fuente:** (Bayón, 2008)

Los extintores se clasifican de acuerdo al tipo de agente extintor que contienen, de acuerdo al estado en que se encuentra dicho agente se pueden dividir en: (Ruíz & Rodríguez, 2004)

- a) Agentes extintores líquidos
  - Agua
  - Agua con aditivos
  - Espumas
  - Hidrocarburos Halogenados
- b) Agentes extintores sólidos
  - Polvos extintores
  - Polvos "BC"
  - Polvos "ABC"
  - Polvo especial para fuegos clase "D"
- c) Agentes extintores gaseosos
  - Dióxido de carbono
  - Hidrocarburos Halogenados

### **2.6.1.1 Agentes extintores líquidos**

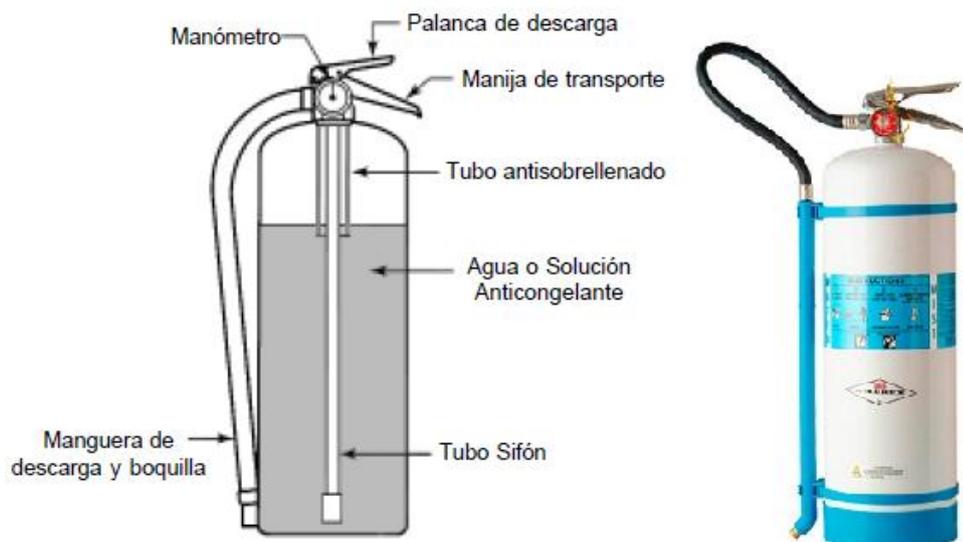
Los agentes extintores líquidos pueden ser de chorro de agua, de agua pulverizada, con aditivos, de tipo espuma e hidrocarburos halogenados en estado líquido, su acción y aplicación depende de los componentes químicos añadidos.

El agua es el agente extintor más utilizado desde los tiempos antiguos gracias a su efectividad, disponibilidad y economía, se caracteriza por su gran poder de enfriamiento, también actúa por sofocación ya que al evaporarse su volumen se incrementa entre 1500 y 1700 veces desplazando al oxígeno del aire, eliminando de esta forma al comburente. Presenta desventajas en la extinción de líquidos como los combustibles los cuales no son solubles en agua y al ser menos densos pueden flotar, provocando que el fuego se extienda. En el caso de combustibles hidrosolubles como el alcohol, al mezclarse actúa por dilución reduciendo la concentración del mismo.

El sistema extintor puede arrojar el agua como un chorro compacto de gran alcance pero limitando el área de cobertura, se los utiliza para fuegos clase A, su tiempo de descarga es 50 segundos y no puede utilizarse en presencia de electricidad, los materiales se malogran por el agua.

Otra forma de extinción por agua es por neblina o agua pulverizada desionizada, es muy efectivo para fuegos clase A, se puede utilizar para el control de fuegos B y C, este es un desarrollo de última tecnología que se caracteriza por ser un sistema limpio, seguro y puede aplicarse incluso en presencia de altos voltajes, tiene un tiempo de descarga de 80 segundos con un chorro de forma cónica de gran superficie, se recomienda su uso incluso en quirófanos.

Algunos extintores poseen aditivos para mejorar la eficiencia extintora del agua, los aditivos aligerantes reducen la tensión superficial del agua, permitiendo una mejor penetración y rápida reducción de la temperatura, los aditivos espesantes, aumentan la viscosidad del agua para que se adhiera a las superficies y evitar su desplazamiento.



**Figura 27** Extintor de agua a presión

**Fuente:** (National Fire Protection Association, 2007)

Los agentes extintores de espuma se obtienen de la mezcla del agua con un componente químico el cual forma burbujas por acción del aire, provocando que el producto sea menos denso que la mayoría de combustibles líquidos, por lo que forma una fina pero compacta capa aislante que evita la difusión de los vapores de la combustión y el ingreso del oxígeno provocando sofocación. El agua también actúa por enfriamiento.

Las espumas no son efectivas para apagar incendios en los que intervienen aceites a muy altas temperaturas, en productos que se encuentran a temperatura superior a la de la ebullición del agua ( $100^{\circ}\text{C}$ ) y en incendios con gases licuados de petróleo. En vista de que poseen agua no deben ser utilizados en presencia de corriente eléctrica, las espumas mecánicas deben ser revisadas periódicamente porque tienen periodo de caducidad con lo que se pierde su efectividad.

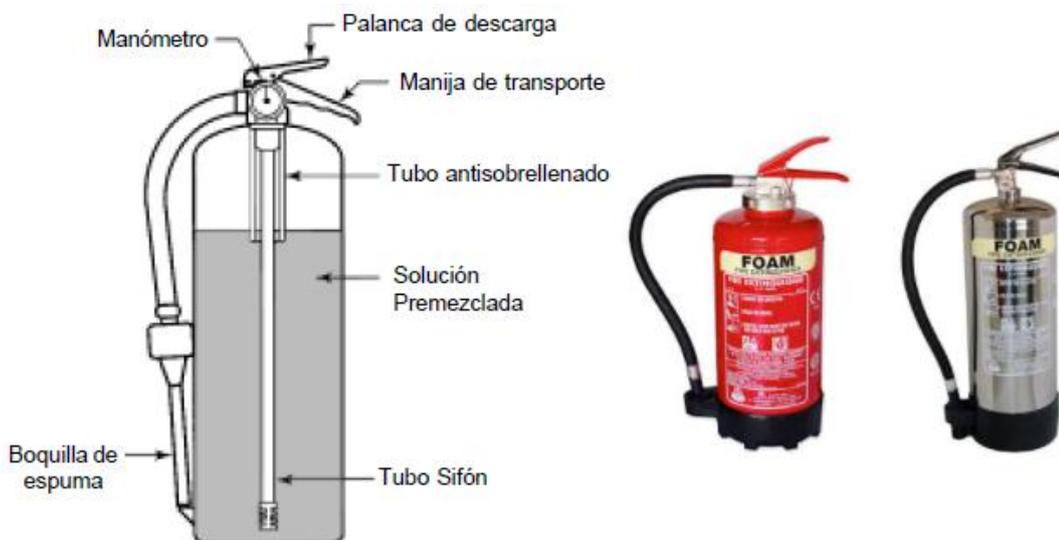
Las espumas pueden ser de tres tipos, espumas químicas, mecánicas o físicas y especiales. Las espumas químicas se forman por la reacción de dos sales: sulfato de aluminio y bicarbonato de sodio, la reacción se realiza en un medio acuoso que puede estar previamente preparado o producirse la

mezcla en el instante de su accionamiento, actualmente se encuentran en desuso.

Las espumas mecánicas o físicas están basadas en detergentes de gran capacidad de formación de espuma y expansión incluso llegando a valores de 1 a 100, son aptos para utilizar en zonas cerrados donde no haya afectación por el viento y la lluvia, son respirables, por la gran cantidad de aire que contienen las burbujas.

Dentro de las espumas especiales, la más utilizada es el AFFF (Aqueous film forming foam), basada en fluoruro de carbono, este material forma espuma con agua dulce y salada, es muy eficiente para combatir fuegos en los que intervienen combustibles, la espuma de este tipo es un buen retardante del calor ya que este es absorbido por la espuma a la vez que se va descomponiendo, su contenido de agua ayuda al enfriamiento del proceso.

La siguiente figura presenta los componentes del extintor de espuma y su presentación indica claramente la palabra “FOAM” (espuma) que es la solución química que se encuentra premezclada en su interior.



**Figura 28** Extintores de espuma

**Fuente:** (EIVAR, 2016)

### 2.6.1.2 Agentes extintores sólidos

Producen la extinción por sofocación, enfriamiento e inhibición paralizando la reacción de combustión, para la extinción de fuegos clase B y C están compuestos por bicarbonato de sodio o potasio, para fuegos ABC se utilizan compuestos de sulfatos y fosfatos, además de múltiples aditivos para protegerlos de la humedad y dar fluidez a la mezcla.

Son estables a temperaturas bajas y al ambiente, pero suelen descomponerse si se encuentran expuestos a temperaturas superiores a los 60°C, se caracterizan por su elevado poder de extinción y poca toxicidad, pero al aplicarlos forman nubes de polvo que dificultan la visibilidad y sus residuos abrasivos pueden dañar dispositivos eléctricos y electrónicos, por lo que no se recomienda su uso en oficinas, centros de cómputo, ambientes industriales que dispongan de tableros eléctricos, sistemas automáticos o computarizados. El polvo es impulsado por gas inerte, nitrógeno y en ocasiones por CO<sub>2</sub>. (Mangocio, 2008)

Gran parte de su poder extintor proviene de su acción sobre las especies activas, es decir, elimina los radicales libres e iones presentes en la llama, interrumpiendo la acción en cadena. Los polvos químicos son efectivos para incendios con gases, líquidos inflamables e inclusive sólidos, acompañados de un agente de enfriamiento, para evitar la reignición. Todos los polvos son dieléctricos por lo que pueden ser utilizados en presencia de corriente eléctrica que no exceda los 5000 voltios.

Algunas combinaciones químicas de estos polvos permiten su utilización para fuegos clase D (metales), pero se debe tener cuidado de elegir el polvo químico apropiado para cada metal en particular. Los extintores para fuegos clase D se caracterizan por ser de color amarillo.

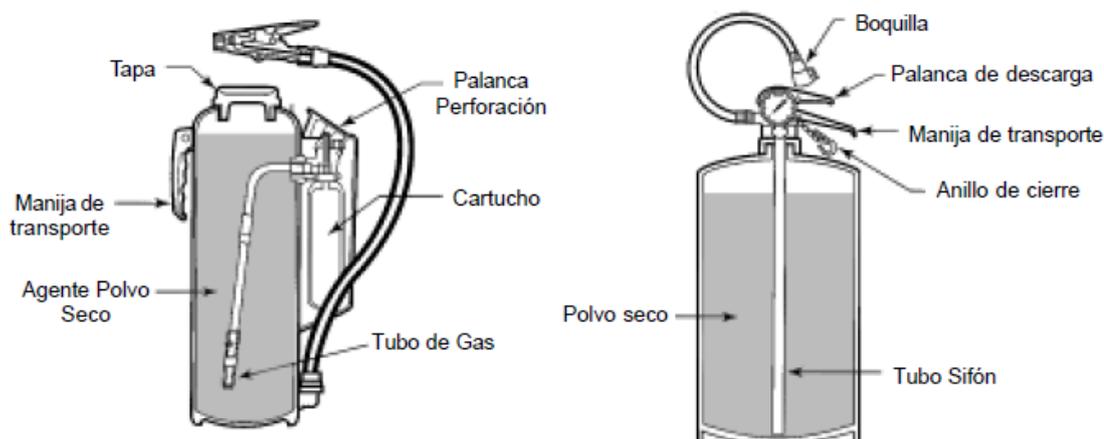


**Figura 29** Extintores de cloruro de sodio clase D

**Fuente:** (EIVAR, 2016)

Son ventajas de uso su rapidez de actuación, es compatible con el empleo de otros agentes extintores, es dieléctrico, no es excesivamente caro y su mantenimiento no es complicado.

La mayoría de extintores de químico seco con denominaciones de 20-B y menores descargan su contenido en 8 a 20 segundos. Los extintores con denominaciones más altas podrían tomar hasta 30 segundos. Hay dos métodos para descargar el agente químico seco del cilindro del extintor, dependiendo del diseño básico de extintor. Estos son el método de operación de cápsula y el método presurizado, su efecto es exactamente el mismo, el extintor presurizado posee un manómetro que facilita la revisión de la presión del tanque, a partir del mismo se puede determinar la necesidad de mantenimiento y recarga.



**Figura 30** Extintores de polvo de cápsula y presurizado

**Fuente:** (National Fire Protection Association, 2007)

Los extintores presurizados se consiguen en capacidades de 1 a 30lb. (0.5 a 14 kg) para extintores manuales y 125 a 250 lb. (57 a 113.5 kg) para extintores sobre ruedas. Los extintores de operación de cápsula o cilindro están disponibles en capacidades de 4 a 30 lb (1.8 a 14 kg) para extintores de mano y 45 a 350 lb (20 a 159 kg) para extintores sobre ruedas. (National Fire Protection Association, 2007)



**Figura 31** Presentación de extintores de polvo  
**Fuente:** (Bayón, 2008)

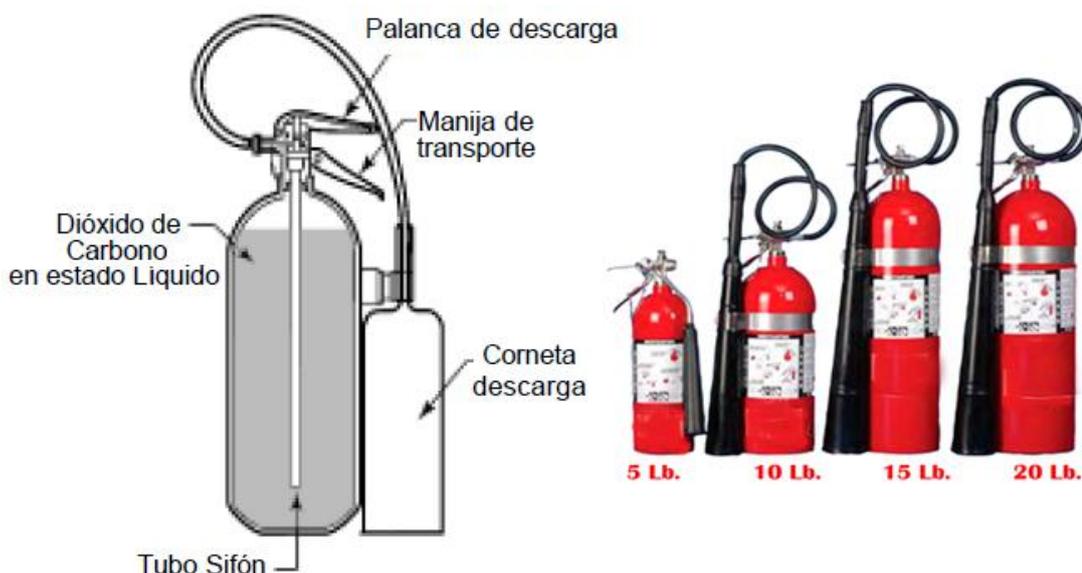
### 2.6.1.3 Agentes extintores gaseosos

Los sistemas de extinción por gases están indicados para la protección de recintos cerrados donde se ubiquen equipos electrónicos, informáticos, centros de control y medida y la protección con sistemas de agua puede dañar dichos equipos. (EIVAR, 2016)

Los **extintores de dióxido de carbono** se utilizan para extinguir, por sofocación, fuegos de tipo A y B, el CO<sub>2</sub> se almacena en el interior del extintor, en estado líquido, comprimido a alta presión, suficiente para auto-impulsarse al exterior. Su mecanismo de extinción principal es por sofocación, al proyectarse y expandirse a presión atmosférica forma nieve carbónica, la cual también actúa por enfriamiento en el medio circundante a una temperatura de - 78°C. Esta temperatura puede producir quemaduras por congelación en la piel, por lo que se debe proteger el cuerpo del contacto con el material proyectado, estos extintores poseen un tipo de boquilla grande para este fin.

Aunque el  $\text{CO}_2$  no es tóxico, su acción por desplazamiento del oxígeno del ambiente puede provocar pérdida del conocimiento e incluso la muerte en concentraciones superiores al 9%, siendo la concentración necesaria para la extinción de incendios del 20 al 65% según el tipo de combustible. No se debe utilizar para fuegos clase D, ya que puede descomponerse en oxígeno y carbono, un comburente y un combustible respectivamente, lo cual podría incentivar el incendio. (Carazo, 2013)

Se consiguen en presentaciones 5.0 lbs (2.3 KG), 10.0 lbs(4.5KG), 15 lbs (6.0 Kg) y 20 lbs (9.0 kg).



**Figura 32** Extintor de  $\text{CO}_2$

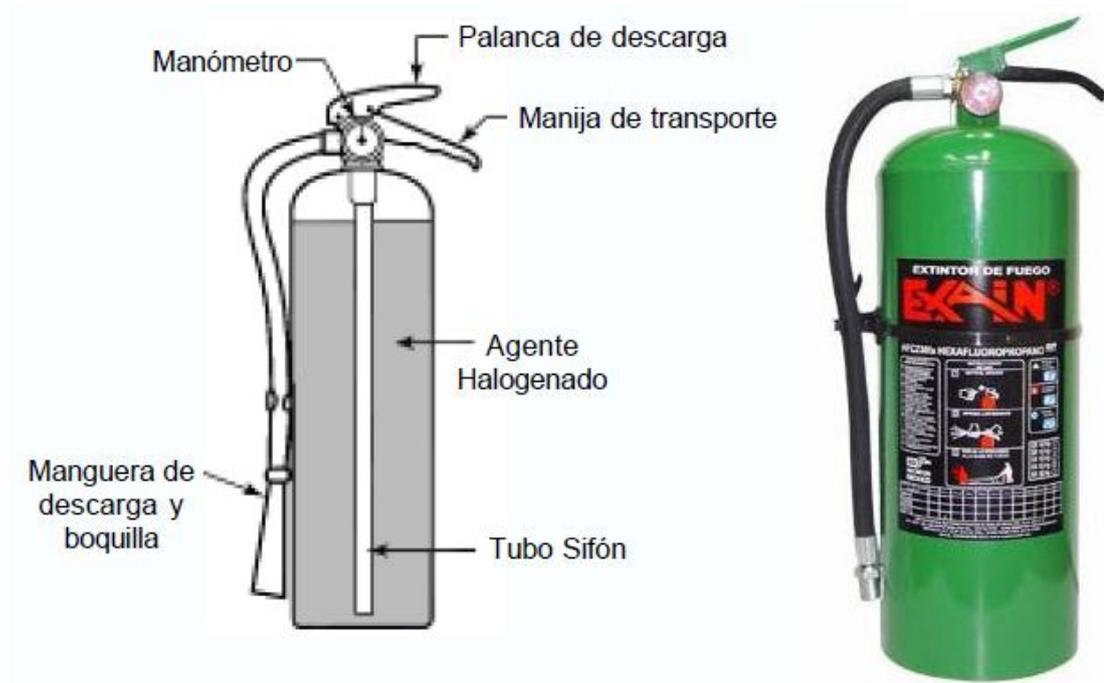
**Fuente:** (National Fire Protection Association, 2007)

Los **extintores de hidrocarburos halogenados**, están formados por hidrocarburos en los que uno o más átomos de hidrógeno han sido reemplazados por átomos de halógenos, flúor, cromo yodo y yodo.

Los halones más utilizados son halón 1211, halón 1301, halón 2402, actúan por inhibición y sofocación, son muy limpios, no corrosivos y no son conductores de la electricidad, se utilizan en instalaciones delicadas, zonas de archivo, museos, aviones y telecomunicaciones, en áreas pequeñas en los que se detecte el fuego con rapidez. Su desventaja es que son ligeramente tóxicos y principalmente ha sido restringido su uso porque

dañan la capa de ozono. Están prohibidos el bromuro de metilo y el tetracloruro de carbono, estando permitidos el Halón 1211 y el Halón 1301.

(Cortés, 2007)



**Figura 33** Extintor de gas halón

**Fuente:** (National Fire Protection Association, 2007)

Dentro de los **nuevos productos gaseosos** se encuentran los extintores que contienen una **mezcla de Halón 1211 y Halón 1301** comparten las propiedades de los otros extintores de agente halogenado, como no dejar residuo después del uso y reduce al mínimo el choque térmico. La mezcla de agentes halogenados se descarga en forma de gas/niebla, aumentando con proporciones mayores de Halón 1302 a Halón 1211. El alcance de la descarga también se afecta con la disminución del alcance a medida que aumenta la proporción Halón 1301, la extinción también puede ser afectada por los vientos y las corrientes de aire. (National Fire Protection Association, 2007)

Los **agentes halocarbonados (HFC's)** son similares a los agentes halogenados en que no son conductores, no corrosivos y se evaporan después del uso sin dejar residuo. Los modelos de extintores de

halocarbono más grandes están listados para incendios Clase A, Clase B y Clase C, lo que los hace muy adecuados para incendios de equipos electrónicos. Los agentes halocarbonados son por lo menos dos veces más efectivos que los basados en CO<sub>2</sub>. Al descargarse, estos agentes están en forma combinada de gas/niebla o de líquido, los cuales se evaporan rápidamente después de la descarga con un alcance casi el doble que el dióxido de carbono. Hasta cierto punto, las condiciones de viento o corrientes fuertes de aire podrían dificultar la extinción al causar una rápida dispersión del agente. (NFPA Journal Latinoamericano, 2017)

### **2.6.2 Selección de extintores**

La selección del mejor extintor portátil para determinada situación depende de los siguientes factores: (National Fire Protection Association, 2007)

1. Naturaleza de los combustibles o inflamables que podrían incendiarse.
2. Gravedad potencial (tamaño, intensidad y velocidad de desplazamiento) del incendio que pueda ocurrir.
3. Efectividad del extintor en ese riesgo.
4. Facilidad de uso del extintor.
5. Personal disponible para operar el extintor y sus capacidades físicas.
6. Condiciones atmosféricas y temperatura ambiente.
7. Adecuación del extintor con su ambiente.
8. Cualquier reacción adversa entre el material extintor y los materiales incendiados.
9. Cualquier preocupación de seguridad y salud (operadores).
10. Requisitos de conservación y mantenimiento del extintor.

La siguiente tabla presenta un resumen de la selección de extintores de incendios en base al tipo de fuego y efectividad según el tipo de extintor:

**Tabla 3**  
Guía de selección de extintores

TIPO DE EXTINTOR	CLASES DE FUEGO				
	 COMBUSTIBLES SÓLIDOS ORDINARIOS	 LÍQUIDOS Y GASES INFLAMABLES	 EQUIPOS ELÉCTRICOS ENERGIZADOS	 METALES ALCALINOS	 ACEITES Y GRASAS DE ORIGEN VEGETAL Y ANIMAL
A BASE DE AGUA	SI EXCELENTE	NO PELIGRO DE DERRAME Y SALPICADURAS	NO PELIGRO DE SHOCK ELÉCTRICO	NO REACCIÓN VIOLENTA	NO NO ES ESPECÍFICO PARA ESTE USO
A BASE DE ESPUMA	SI	SI EXCELENTE	NO PELIGRO DE SHOCK ELÉCTRICO	NO REACCIÓN VIOLENTA	NO NO ES ESPECÍFICO PARA ESTE USO
A BASE DE DIÓXIDO DE CARBONO	NO SI (COMPLEMENTAR CON AGUA)	SI CON VIENTO POCO EFICAZ NO PELIGRO DE DERRAME Y SALPICADURAS	SI EXCELENTE	NO	NO NO ES ESPECÍFICO PARA ESTE USO
A BASE DE HALONES	SI	SI	SI EXCELENTE	NO	NO NO ES ESPECÍFICO PARA ESTE USO
A BASE DE REEMPLAZANTES DE HALONES	SI	SI	SI EXCELENTE	NO	NO NO ES ESPECÍFICO PARA ESTE USO
A BASE DE POLVO QUÍMICO SECO BC	NO	SI EXCELENTE	SI	NO	NO NO ES ESPECÍFICO PARA ESTE USO
A BASE DE POLVO QUÍMICO SECO TRICLASE	SI	SI	SI	NO	NO NO ES ESPECÍFICO PARA ESTE USO
A BASE DE POLVO QUÍMICOS ESPECIALES	NO	NO	NO	SI SEGÚN MATERIAL	NO NO ES ESPECÍFICO PARA ESTE USO
A BASE DE ACETATO DE POTASIO	NO	NO	NO	NO	SI

**Fuente:** (Fenienergía, 2016)

### 2.6.3 Eficacia de extintores

Se define como eficacia de un extintor a la aptitud del mismo para extinguir un tipo de fuego A o B de un hogar tipo, la eficacia se determina en base al máximo hogar que sea capaz de dominar, controlar y extinguir totalmente un determinado extintor. Las clases C y D no tienen esta valoración. (Ruíz & Rodríguez, 2004)

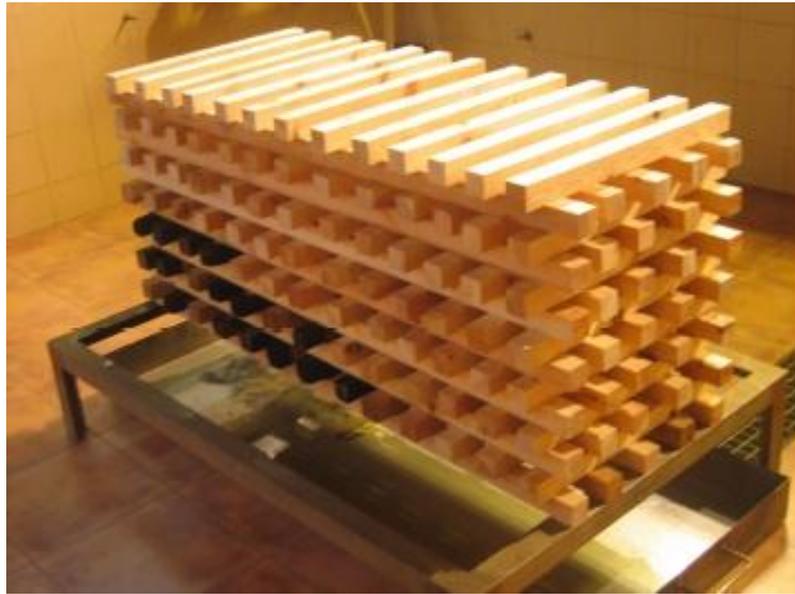
La eficiencia de un extintor clase A está definido por un número seguido por la letra "A", el número indica la longitud en decímetros de un entramado de madera ardiente de sección transversalmente constante y sobre un pedestal metálico, que el extintor es capaz de apagar según se establece en ensayos normalizados, son códigos de eficiencia: 8A, 13A, 21A, 27A, 34A, etc., donde, un extintor 27A será más eficiente que un extintor 8A. (Llaneza, 2009)



**Figura 34** Ensayo normalizado de eficiencia de extintor

**Fuente:** (Zuñiga , 2006)

Por ejemplo un hogar tipo 21A está formado por un apilamiento de 14 capas de vigas de madera de 21 decímetros (2,10 metros) alternado con 21 vigas de 0,5 metros. La siguiente figura muestra un hogar tipo 13A cuyas vigas tienen una longitud e 13 decímetros, de donde se deriva el valor 13.



**Figura 35** Hogar tipo 13A

**Fuente:** (Dirección de Seguridad e Higiene de ASEPEYO, 2011)

La eficacia de un extintor clase B está definido por un número seguido de la letra “B”, en este caso el número indica el número de litros normalizado de gasolina de aviación ardiendo sobre bandejas circulares de diámetros específicos, que el extintor es capaz de apagar, algunos códigos de eficacia son: 8B, 13B, 21B, 34B, 55B, etc., un extintor de eficacia 21B es capaz de apagar un incendio de 21 litros de combustible de aviación. (Llaneza, 2009)

Los hogares para fuegos clase B son una serie de recipientes cilíndricos de chapa de acero soldada cuya medida puede variar, los recipientes se utilizan con una capa en proporción 1/3 de agua y 2/3 de combustible, la profundidad del agua es de unos 10 milímetros y de combustible de 20 milímetros, la altura mínima del combustible al borde del recipiente no debe ser menor a 100 milímetros para hogares inferiores o iguales a 70B y de 140 milímetros para hogares de tipo mayor. (Dirección de Seguridad e Higiene de ASEPEYO, 2011)

La siguiente figura muestra un hogar tipo 55B cuyas medidas son 1480 mm de diámetro por 150 mm de profundidad, superficie 1,73 m<sup>2</sup>.



**Figura 36** Hogar tipo 55B

**Fuente:** (Dirección de Seguridad e Higiene de ASEPEYO, 2011)

Ya que la eficacia depende del tipo de agente extintor, pueden existir extintores de distinto tamaño con la misma designación de eficacia. Los extintores de tipo AB suelen tener doble número de identificación de eficacia, por ejemplo 34A, 183B, como se observa en la figura siguiente:



**Figura 37** Eficacia de un extintor ABC

**Fuente:** (Zuñiga , 2006)

#### 2.6.4 Instalación de extintores de incendios

Los extintores portátiles se deben instalar en lugares estratégicos cercanos a los puntos de mayor riesgo de incendio, en las entradas o salidas de dichas áreas, en áreas de buena visibilidad y que sean de fácil acceso.

Además deberían ser áreas que los protejan de condiciones ambientales extremas.

En áreas menores a 100m<sup>2</sup> con alto riesgo de incendio deberían estar a máximo 10 metros de distancia del usuario, si el riesgo es medio o bajo, no se deberá exceder de 15 metros de distancia. Los extintores de peso no mayor a 40 libras se instalarán en las paredes sin exceder 1,53 metros de altura respecto a la parte superior del equipo, la eficacia mínima del equipo será 21A-113B.

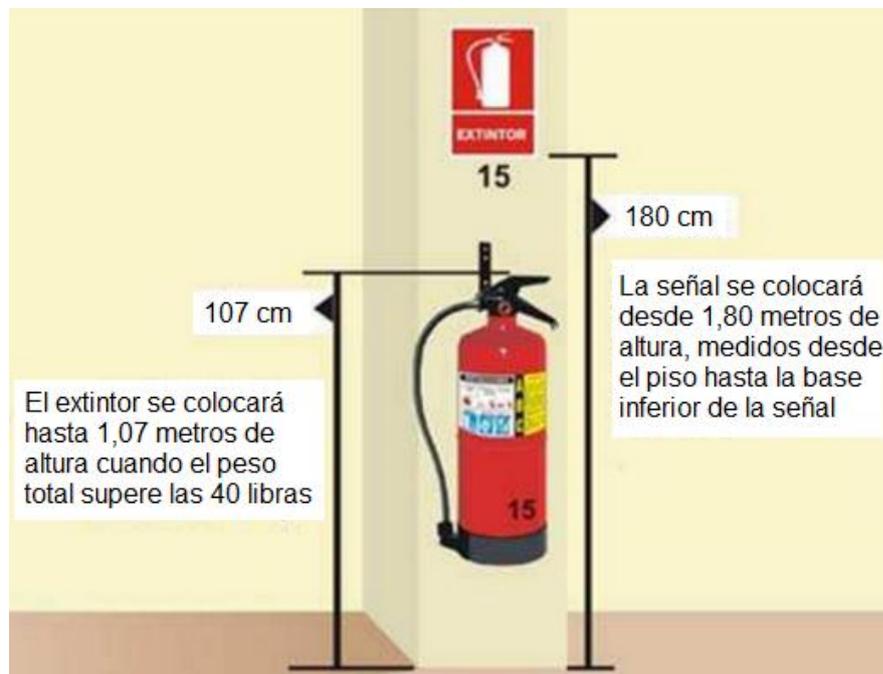


**Figura 38** Instalación de extintor de hasta 40 libras

**Fuente:** (National Fire Protection Association, 2007)

Los extintores de incendio de más de 40 libras se deben instalar de modo que su parte superior no exceda los 1,07 metros sobre el suelo, siempre y cuando no tengan ruedas, en cuyo caso deberán quedar sobre el suelo. (National Fire Protection Association, 2007)

El peso del extintor limita su maniobra de uso, por lo tanto si su peso es superior a 40 libras debe instalarse a la altura de la cintura, permite bajar al extintor del gancho de sujeción con facilidad, sin poner en riesgo al operador; la constitución física de los posibles operadores debe ser un factor a considerar al elegir el tamaño del extintor.



**Figura 39** Instalación de extintor de más de 40 libras

**Fuente:** (National Fire Protection Association, 2007)

Las etiquetas de instrucciones del extintor deben quedar hacia el frente, en forma visible, no se deberán colocar etiquetas de mantenimiento, pruebas hidrostáticas, frente al extintor. Si se sitúan en gabinetes, estos deben ser de fácil acceso en caso de emergencia.

### 2.6.5 Mantenimiento de extintores

En general los extintores deben someterse a mantenimiento una vez al año, para revisiones internas se deberá cumplir lo establecido en la Tabla 4.

La inspección lo realizará un empleado designado por el propietario o administrador, que tenga conocimiento del tema debidamente sustentado bajo su responsabilidad. Esto se lo hace para asegurar que el extintor esté completamente cargado y operable, ubicado en el lugar apropiado, que no haya sido operado o alterado y que no evidencie daño físico o condición que impida su operación. La inspección debe ser mensual o con la frecuencia necesaria cuando las circunstancias lo requieran mediante una hoja de registro. (Ministerio de inclusión económica y social , 2009)

**Tabla 4**  
Mantenimiento de extintores con revisión interna

<b>Tipo de extintor</b>	<b>Intervalo de examen interno (años)</b>
Chorro cargado presurizado y anticongelante	1
Tanque de bombeo de agua y a base de cloruro de calcio	1
Químico seco, operación de cartucho y cilindro, con casco de acero dulce	1*
Polvo seco, operación de cartucho y cilindro, con casco de acero dulce	1*
Agente humectante	1
Agua presurizada	5
AFFF	+
Químico seco almacenado a presión, con cascos de acero inoxidable	5
Dióxido de carbono	5
Químico húmedo	5
Químico seco presurizado, con casco de acero dulce, cascos de metal bronceado y cascos de aluminio	6
Agentes halógenos	6
Polvo seco presurizado, con cascos de acero dulce	6

**Fuente:** (National Fire Protection Association, 2007)

- \* El químico seco en extintores operados por cilindro se examina anualmente.
- + El agente extintor en extintores de carga líquida AFFF se reemplaza cada 3 años y el examen interno (desmonte) normalmente se realiza en ese momento. El agente en extintores de carga sólida tipo AFFF se reemplaza cada 5 años durante la prueba hidrostática periódica y el desmonte se hace en ese momento.

El mantenimiento y recarga debe ser realizado por personas previamente certificadas, autorizadas por el cuerpo de bomberos de cada jurisdicción, los mismos que dispondrán de equipos e instrumentos apropiados, materiales de recarga, lubricantes y los repuestos recomendados por el fabricante. (Ministerio de inclusión económica y social , 2009)

## **2.7 NORMATIVA LEGAL**

La presente investigación se base en la siguiente normativa legal:

- Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios. Ministerio de Inclusión Económica y Social, 2008.
- Ley de defensa contra incendios. Ministerio de Bienestar Social, 1979.
- NFPA 10 Norma para Extintores Portátiles Contra Incendios, 2010.
- NTE INEN 006:2005 Extintores portátiles para la protección contra incendios.
- NTE INEN 739 Extintores portátiles. Inspección mantenimiento, recarga.

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL TEMA**

#### **3.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DEL LABORATORIO DE SEGURIDAD**

La Unidad de Gestión de Tecnologías en la actualidad posee un laboratorio de la Carrera de seguridad mención aérea y terrestre, el cual dispone de equipos muy completos y de alta gama para la medición de variables físicas relacionadas con la seguridad como sonómetros, vibrómetros, luxómetros, medidores de gases, medidores de partículas, medidores de temperatura y estrés térmico, equipos para medición antropométrica y maniqués para la práctica de primeros auxilios. Además posee equipos de protección personal para actividades de alto riesgo como son trabajos forestales y soldadura, equipos para la protección de la cabeza, oídos y ojos, extremidades superiores e inferiores, con los cuales se provee capacitación práctica dentro de las múltiples áreas de aplicación de la seguridad y salud ocupacional.

Dentro del área de prevención de incendios solamente dispone de un extintor de incendios de polvo químico seco, el cual no es suficiente para realizar prácticas de lucha contra incendios, además de que por la falta de extintores no se han elaborado guías para la capacitación práctica relacionada con los mismos.

Es importante proveer una amplia capacitación en el uso de los diferentes tipos de extintores, sus componentes, procedimientos para la inspección y mantenimiento, considerando que en un futuro los estudiantes de la carrera de seguridad, como profesionales del área, deberán estar capacitados no solamente para sofocar un incendio, sino también para realizar una selección y distribución de extintores; principalmente proveer capacitación acerca del uso de dispositivos portátiles de acuerdo a los tipos de fuego, por tal razón en esta sección se han elaborado guías de

laboratorio para el aprendizaje significativo en las asignaturas correspondientes.

De acuerdo a la norma NFPA 10, en su Anexo D: Operación y uso, recomienda que las personas que vayan a utilizar extintores de incendios deberían familiarizarse con toda la información contenida en la placa de identificación del fabricante y el manual de instrucción.

La operación adecuada del extintor requiere que el operador realice varios pasos básicos en una secuencia específica, la misma que podría variar de acuerdo al tipo de extintor y al fabricante del mismo, por lo que se debería capacitar en torno al uso específico de de cada tipo de extintor antes de realizar las prácticas de laboratorio.

En la figura siguiente se muestra la capacitación realizada a la brigada contra incendios de la empresa Fairis en la ciudad de Ambato.



**Figura 40** Capacitación en el aula

La capacitación en el aula deberá contener temas como tetraedro del fuego, abatimiento de un incendio, tipos de fuego, tipos de extintores, selección y ubicación de extintores, placa de información de los extintores y procedimientos para uso y extinción del fuego.

Posteriormente se debe realizar una capacitación en el área destinada a la práctica real, con el fin de que el personal se familiarice con las distancias de seguridad y practique los procedimientos con el equipo pero con fuego real. Se debe dar importancia al uso de equipo de protección personal: guantes de cuero, casco, ropa ignífuga y zapatos de seguridad.



**Figura 41** Capacitación en el sitio de la práctica

Terminada la capacitación teórica, se procede a la ejecución de la práctica con fuego real, se procurará realizarla con todos los tipos de extintores que posee la institución y con la intervención de la mayor cantidad de personas, a fin de fortalecer el aprendizaje práctico, la figura siguiente presenta la ejecución del simulacro con fuego.



**Figura 42** Ejercicio con fuego real

### **3.2 ANÁLISIS DE LIMITACIONES Y POLÍTICAS SEGÚN LEYES Y REGLAMENTOS**

Para la ejecución de prácticas contra incendios en la Unidad de Gestión de Tecnologías será necesario cumplir con requisitos legales y normas de carácter interno de la institución. Dentro de los requisitos legales se tiene:

- Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios. Ministerio de Inclusión Económica y Social, 2008. Art. 32, b) El mantenimiento y recarga debe ser realizado por personas previamente certificadas, autorizadas por el cuerpo de bomberos de cada jurisdicción, los mismos que dispondrán de equipos e instrumentos apropiados, materiales de recarga, lubricantes y los repuestos recomendados por el fabricante. (Ministerio de inclusión económica y social , 2009)
- Ley de defensa contra incendios. Ministerio de Bienestar Social, 2009. Art. 23. De las contravenciones. Para los fines de esta Ley se considera también contravención además de las establecidas en el Código Penal, todo acto arbitrario, doloso o culposo, atentatorio a la protección de las personas y de los bienes en los casos de desastre provenientes de incendio.

- NFPA 10 Norma para Extintores Portátiles Contra Incendios, 2010. Anexo D. Operación y uso. Las personas que se espera usen un extintor de incendios deberían familiarizarse con toda la información contenida en la placa de identificación del fabricante y el manual de instrucción. La operación adecuada del extintor requiere que el operador realice varios pasos básicos en determinada secuencia.
- NTE INEN 006:2005 Extintores portátiles para la protección contra incendios. Este reglamento establece los requisitos que cumplir y las condiciones en las que deben usarse los extintores portátiles para la protección contra incendios con el objetivo legítimo de garantizar la seguridad de las personas.
- NTE INEN 739 Extintores portátiles. Inspección mantenimiento, recarga. 4.2. Recarga. Todo extintor debe recargarse después del uso, o por resultado de una inspección o al realizar mantenimiento. Al hacer la recarga debe seguirse las recomendaciones del fabricante.
- Ley de prevención y control de la contaminación ambiental. 2004. Cap. 1. De la prevención y control de la contaminación del aire. Art. 1. Queda prohibido expeler hacia la atmósfera o descargar en ella, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, contaminantes que, a juicio de los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, puedan perjudicar la salud y vida humana, la flora, la fauna y los recursos o bienes del estado o de particulares o constituir una molestia.

En cuanto a las normas de carácter interno de la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, en vista de que en la actualidad no existe un reglamento para la realización de prácticas con fuego real y extintores, el cual especifique un procedimiento para la autorización de esta actividad, así como un área para la ejecución segura de este tipo de prácticas, la Dirección de carrera de seguridad, deberá realizar las acciones necesarias para obtener un área segura, la misma que deberá estar alejada de edificaciones y materiales combustibles, disponer de señalización apropiada. Se deberá garantizar que el docente o instructor

posea la capacitación y conocimientos necesarios y utilice el equipo de protección personal, para realizar las prácticas dentro de los parámetros de seguridad para sí mismo, los estudiantes y las instalaciones.

Respecto a los materiales que serán incinerados, se procurará cumplir con lo establecido en la Ley de prevención y control de la contaminación ambiental, 2004, para lo cual se quemarán solo materiales naturales y se evitará el uso de materiales sintéticos como plásticos, llantas, basura y residuos, que pudieran contaminar el aire, el agua o el suelo.

### 3.3 ANÁLISIS DE LOS EXTINTORES DE INCENDIO

Los extintores que se presentan a continuación serán implementados en el laboratorio de seguridad.

#### 3.3.1 Extintor manual presurizado a base de polvo ABC

Se presentan las características técnicas especificadas por el fabricante “Admiral” acerca del extintor de polvo químico seco:



**Figura 43** Extintor de PQS Marca Admiral

### Características técnicas:

- El extintor de polvo ABC marca Admiral está fabricado con la más alta tecnología con materiales duraderos y de gran calidad, se caracteriza por su sencillo funcionamiento y mantenimiento, el fabricante garantiza la existencia de una serie de repuestos.
- Posee un recipiente de chapa de acero al carbono laminada en frío calidad comercial SAE 1010 de primera calidad.
- Válvula de latón con palancas de accionamiento en chapa de acero al carbono recubierta con pintura en polvo poliéster con alta resistencia a la interperie.
- Vástago de latón, con asiento y o'ring de caucho sintético.
- Manómetro con cuerpo de latón y caja de acero inoxidable con Sello IRAM 3533.
- Tubo de pesca de acero al carbono de gran caudal de descarga.
- Recipiente recubierto exteriormente con pintura en polvo poliéster con alta resistencia a la interperie.
- Presurizado con Nitrógeno seco.

### Etiqueta del fabricante:



**Figura 44** Etiqueta del fabricante

Etiqueta de la empresa que abaliza su funcionamiento anual:



Figura 45 Etiqueta de la empresa

Tabla 5

Especificaciones del extintor de PQS

Capacidad	10 Lb
Peso bruto	8,450 Kg
Altura	466 mm
Ancho	245 mm
Profundidad	159 mm
Potencial extintor	6A 40B:C
Norma IRAM del agente extintor	3569
Norma IRAM del Extintor	3523
Rosca de la válvula	M30
Presión de ensayo	3,5 Mpa
Presión de servicio	1,4 Mpa
Rango de temperatura de operación	-25° C a +60°C
Tiempo de descarga mínimo	10 Seg.

Fuente: (Admiral, 2016)

Material químico para recarga:

Nombre	POLVO QUIMICO SECO ABC
Densidad aparente	0,75 Kg/L
Aspecto	Poivo cristalino fino
Color	Amarillo o azul
Principio activo	Compuesto alcalino carbonatado
Repelencia al agua	95% mínimo
Humedad	Menor a 0,20%
Higroscopicidad	Máximo 2,0%
Tamaño de partícula	(0,075mm) – RM200 máx. 200%
Efecto corrosivo	Ninguno, si se mantiene seco.

PROMALDEX NO SE HACE RESPONSABLE POR EL MAL USO DEL PRODUCTO

Figura 46 PQS para recarga

### 3.3.2 Extintor manual a base de bióxido de carbono CO<sub>2</sub>

Se presentan las características técnicas especificadas por el fabricante “Global Security” acerca del extintor de bióxido de carbono CO<sub>2</sub>.



Figura 47 Extintor de CO<sub>2</sub>

#### Características técnicas:

- Fabricados con la más alta tecnología con materiales duraderos y de gran calidad.
- Agente extintor limpio, no corrosivo y no conductor.
- Sencillo funcionamiento y mantenimiento.
- Recipiente de caño de acero sin costura conformado en caliente sin aporte de soldadura.
- Válvula de latón forjado tipo robinete con disco de rotura calibrado a un rango de presión de 180/ 210 kg/cm<sup>2</sup>.
- Tubo de pesca de aluminio.
- Recipiente recubierto exteriormente con anti óxido y pintura vitro color bermellón.
- Tobera de alta resistencia dieléctrica, con difusor y dispositivo anti retroceso para prevenir accidentes.
- Alta resistencia a la intemperie.
- Placa de instrucciones y mantenimiento de fácil lectura.
- Garantía de fabricación: 1 año.

#### Para ser utilizado en:

- Tableros eléctricos.
- Maquinaria industrial.
- Salas de máquinas.
- Cocheras.
- Estacionamientos.
- Talleres mecánicos.
- Laboratorios.
- Depósitos de combustible.

Etiqueta del fabricante



Sello de la compañía

Para tipos de fuego BC

Instrucciones de uso

**Figura 48** Etiqueta del fabricante

Etiqueta de la empresa que abaliza su funcionamiento anual:



Tipos de fuego

Empresa responsable

Propietario

Fecha de recarga

Próxima fecha de recarga

Clase de extintor

Instrucciones de uso

**Figura 49** Etiqueta de la empresa

**Tabla 6**  
Especificaciones del extintor de CO<sub>2</sub>

Capacidad	5 Kg
Peso bruto	20 Kg
Altura	790 mm
Ancho	360 mm
Profundidad	140 mm
Potencial extintor	5B C
Norma IRAM	3509
Rosca de la válvula	3/4"x14
Presión de ensayo (mpa)	25 Mpa
Presión de servicio (mpa)	15 Mpa
Rango de temperatura de operación	-40 °C a +60 °C.
Espesor nominal (mm)	5,4 mm
Tiempo de descarga mínimo	15 Seg

**Fuente:** (Global Security, 2017)

### 3.3.3 Extintor manual presurizado a base agua

Se presentan las características técnicas especificadas por el fabricante "Predexe" acerca del extintor de agua:



**Figura 50** Extintor de agua Predexe

Características técnicas: (Predexe, 2017)

- Fabricados con la más alta tecnología con materiales duraderos y de gran calidad.
- Sencillo funcionamiento y mantenimiento.
- Recipiente de chapa de acero Inoxidable Calidad 304L. Terminación pulido espejo.
- Válvula de latón forjado cromado rosca M30, con palancas de acero inoxidable calidad 304L.
- Vástago de latón, con asiento y o' ring de Nitrilo 70 (N70).
- Manómetro con cuerpo de latón y caja de acero inoxidable con Sello IRAM 3533.
- Tubo de pesca de PVC de gran caudal de descarga
- Alta resistencia a la intemperie.
- Presurizado con Nitrógeno seco.

Para ser utilizado en:

- Carpinterías.
- Industrias de muebles.
- Aserraderos.
- Depósitos.
- Hospitales.

Etiqueta del fabricante:



Marca

Instrucciones de uso

Para clases de fuego A

Identificación de carga del extintor

**Figura 51** Etiqueta del fabricante

**Tabla 7**

Especificaciones del extintor de agua a presión

Capacidad	10 Lts.
Peso bruto	15,50 Kg.
Altura	630 mm
Ancho	235mm
Profundidad	179 mm
Potencial extintor	1:A
Norma IRAM del extintor	3525
Rosca de la válvula	M30
Presión de ensayo	3,5 Mpa
Presión de servicio	1,4 Mpa
Rango de temperatura de operación	+5° C a +60° C
Tiempo de descarga mínimo	56 Seg.

**Fuente:** (Predexe, 2017)

### 3.3.4 Extintor manual de espuma AFFF

El extintor de espuma Predexe está fabricado con la más alta tecnología con materiales duraderos y de gran calidad, se caracteriza por su funcionamiento y mantenimiento sencillo, posee las siguientes características:



**Figura 52** Extintor de espuma Predexe

Características técnicas:

- Recipiente de chapa de acero Inoxidable Calidad 304L. Terminación pulido espejo.
- Válvula de latón forjado cromado rosca M30, con palancas de acero inoxidable calidad 304L.
- Vástago de latón, con asiento y o' ring de Nitrilo 70 (N70).
- Manómetro con cuerpo de latón y caja de acero inoxidable.
- Tubo de pesca de PVC de gran caudal de descarga
- Alta resistencia a la intemperie.
- Presurizado con Nitrógeno seco.

Para ser utilizado en:

- Carpinterías.
- Aserraderos.
- Depósitos.
- Hospitales.
- Gasolineras.

Etiqueta del fabricante:



**Figura 53** Etiqueta del fabricante extintor AFFF

El extintor de espuma AFFF es altamente recomendado para controlar derrames de combustible como medio de prevención de un conato de incendio.

**Tabla 8**  
Especificaciones del extintor de espuma AFFF

Capacidad	10 Lts.
Peso bruto	14,80 Kg.
Altura	630 mm
Ancho	235 mm
Profundidad	179 mm
Potencial extintor	2:A 10:B
Norma IRAM del agente extintor	3515
Norma IRAM del extintor	3527
Rosca de la válvula	M30
Presión de ensayo	3,5 Mpa
Presión de servicio	1,4 Mpa
Rango de temperatura de operación	0° C a +60° C
Tiempo de descarga mínimo	56 Seg.

**Fuente:** (Predex, 2017)

Agente extintor:



**Figura 54** Agente extintor AFFF al 3%

**Fuente:** (Predex, 2017)

### 3.4 GUÍAS DE LABORATORIO PARA EL MANEJO DE EXTINTORES

A continuación se presentan cinco guías de laboratorio para el manejo de extintores cuyo fin es la capacitación práctica respecto a la identificación y selección de extintores, aprendizaje de los principios relacionados con el fuego y los procedimientos para el manejo de extintores de polvo, gas CO<sub>2</sub>, agua y espuma.

Cada guía de laboratorio contiene:

- **Trabajo preparatorio:** Consiste en una serie de preguntas que permitirán que el estudiante llegue a la práctica con los conocimientos teóricos previos necesarios para un buen desarrollo de la parte práctica.
- **Objetivos:** Justifican la actividad que se va a realizar y establecen las metas que se alcanzarán al final de la práctica de laboratorio, estos deben ser específicos, medibles, realistas, relevantes en cara al desarrollo de competencias de los estudiantes y que puedan desarrollarse durante el tiempo establecido para una práctica de laboratorio.
- **Marco teórico:** Un breve resumen de la información más importante que debe conocer el estudiante, debe ser información específica que despierte el interés en el desarrollo de la práctica, sin llegar a provocar el efecto contrario, es desintereso desidia.
- **Materiales y equipos:** Cada laboratorio contiene una lista de materiales y equipos que deberán ser preparados previamente para el buen desarrollo de la práctica, es importante que los estudiantes y docente cuenten con todos los recursos necesarios y se revise su disponibilidad al inicio de la práctica. Dentro de los materiales se encuentran, el material combustible, la mecha de encendido, el hogar en el que se iniciará el fuego; dentro de los equipos se encuentran equipos de protección personal mínimos que deben utilizar los participantes, extintores de los diferentes tipos, los cuales deben estar cargados y listos para su operación.

- **Procedimiento:** Son los pasos lógicos que se desarrollarán para realizar la práctica de laboratorio, estos pasos son de carácter obligatorio y deberían leerse previamente para asegurar que se han entendido a cabalidad y que se dispone de los recursos necesarios para actuar incluso en caso de que se produjera una emergencia. En esta sección el estudiante realiza la adquisición de la información y datos que le permitirá, una vez finalizada la práctica, desarrollar los puntos siguientes del informe de laboratorio.
- **Análisis de resultados:** Permite realizar un análisis de los datos obtenidos durante el procedimiento, se basa en una serie de preguntas que permiten comprobar si los resultados alcanzados están de acuerdo a lo esperado o incluso si se han obtenido resultados no esperados. Esta sección se desarrolla para la entrega del informe final.
- **Conclusiones:** El alumno debe plasmar en forma clara las consecuencias metodológicas, teóricas y prácticas a las que ha llegado una vez que se ha realizado la práctica de laboratorio y se han analizado los resultados obtenidos, las conclusiones deben demostrar el cumplimiento de los objetivos de la guía de laboratorio.
- **Recomendaciones:** Se las desarrolla al final del informe una vez que se han obtenidos los conocimientos y se han desarrollado las competencias específicas, estas definen y priorizan las acciones que han de ser realizadas para optimizar las acciones en posteriores desarrollos de la práctica realizada, para evitar que se vuelvan a producir errores o incluso incidentes en su ejecución.
- **Bibliografía:** Todo documento escrito debe contener las referencias bibliográficas que permitan validar la información consultada y por además validen la investigación científica, sin que esta sea valorada como un plagio, con el fin de respetar un formato, se lo ha requerido en formato APA sexta edición.

Las guías de laboratorio para prácticas de extintores se detallan en los Anexos A, B, C, D y E, se elaboraron las siguientes guías:

1. Identificación y selección de extintores.
2. Extintor de polvo.
3. Extintor de CO<sub>2</sub>.
4. Extintor de agua.
5. Extintor de espuma.

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 CONCLUSIONES**

- Se realizó una amplia investigación acerca del fuego, sus características, componentes basado en el tetraedro del fuego y las formas de combatirlo, a partir de lo cual se determinó los extintores disponibles en el mercado, como son, los extintores de componentes sólidos, líquidos y gaseosos, los cuales se los puede adquirir con diferentes componentes químicos, que les permiten combatir fuegos, clase A para combustibles sólidos comunes, clase B para combustibles líquidos y gases, clase C para equipos energizados, clase D para metales combustibles y clase F para aceites de cocina; los extintores también difieren respecto a su tamaño, eficacia de acción y formas de combatir el fuego, toda esta información se encuentra disponible en las etiquetas de dichos equipos.
- Se analizó las condiciones actuales del laboratorio de la carrera de seguridad llegando a la conclusión de que el mismo cuenta con equipos de medición de variables físicas y equipos de protección personal para cabeza, cuerpo, miembros superiores e inferiores, pero no dispone de equipamiento para la realización de prácticas con fuego real, específicamente de extintores de incendios de PQS, CO<sub>2</sub>, agua y espuma, lo cual limita el aprendizaje práctico de los estudiantes.
- Para solucionar los problemas detectados se procedió a la implementación de cuatro extintores contra incendios de polvo químico seco, CO<sub>2</sub>, agua y espuma, para el laboratorio de seguridad, los mismos que permitirán la realización de las prácticas de extinción de fuego, se

complementa con la elaboración de cinco guías de laboratorio que contienen trabajos preparatorios, información teórica necesaria para un apropiado aprendizaje, los materiales y equipos necesarios, objetivos, procedimientos que especifican paso a paso, como preparar el hogar para el fuego y el procedimiento para el uso de los equipos extintores con el fin de garantizar la seguridad de los participantes, también contienen un análisis de resultados, un cuestionario y por último las conclusiones, recomendaciones y bibliografía que deberán ser desarrolladas por los estudiantes después de la práctica para reforzar su aprendizaje.

#### **4.2 RECOMENDACIONES**

- Capacitar a los estudiantes y docentes con la información disponible en el presente trabajo ya que es importante que posean sólidos conocimientos acerca del fuego y su comportamiento, así como de los tipos de extintores y su aplicación antes de realizar las prácticas con fuego real.
- Los extintores de fuego implementados en el laboratorio de seguridad deben ser almacenados en un lugar seguro para evitar su deterioro, de la misma forma, se deberá coordinar con anticipación el lugar donde se realizará la recarga cada vez que se realicen prácticas, para evitar que los extintores queden inutilizables para ocasiones posteriores. La recarga y mantenimiento debe ser realizado con repuestos originales, por personal capacitado en el área.
- Utilizar las guías de laboratorio del presente trabajo para realizar las prácticas ya que las mismas han sido elaboradas en base a la realidad que presentan los equipos entregados. En los procedimientos de cada guía, se explica paso a paso la forma en que se preparará el hogar según el tipo de fuego y el procedimiento a seguir para el uso de los extintores.
- Es necesario que la carrera de seguridad disponga de una zona segura asignada para la realización de las prácticas con fuego real, en la que se

provea de un hogar apropiado, con señalización y con todas las medidas necesarias para garantizar la seguridad de los participantes, en vista de que se trabaja con varios tipos de combustibles y dispositivos con gases bajo presión.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Conducción.** La conducción de calor es un mecanismo de transferencia de energía térmica entre dos sistemas basado en el contacto directo de sus partículas sin flujo neto de materia y que tiende a igualar la temperatura dentro de un cuerpo y entre diferentes cuerpos en contacto por medio de ondas

**Convección.** Transmisión de calor en un fluido por movimiento de capas desigualmente calientes.

**Combustible.** Sustancia o materia que al combinarse con oxígeno es capaz de reaccionar desprendiendo calor, especialmente las que se aprovechan para producir calor.

**Dieléctrico.** Que es aislante o mal conductor del calor o la electricidad.

**Eficacia.** Relación de correspondencia entre las partes y el todo, o entre varias cosas relacionadas entre sí, en cuanto a tamaño, cantidad, dureza, etc.

**Extinción.** Terminación o fin de una cosa, especialmente después de haber ido disminuyendo o desapareciendo poco a poco.

**Fosfato.** Sal formada por combinación del ácido fosfórico con una base; se encuentra en estado natural y se utiliza como abono o en la obtención del ácido fosfórico y de los superfosfatos.

**Heptano.** Hidrocarburo saturado de la familia de los alcanos de fórmula  $C_7H_{16}$ . Existe en la forma de 9 isómeros.

**Hogar.** Se refiere al sitio donde se enciende fuego (con leña o algún otro combustible) en una vivienda y que ocupaba el espacio común y servía de cocina, comedor y estancia.

**Inerte.** Que carece de vida.

**Manómetro.** Instrumento para medir la presión de los fluidos, principalmente de los gases.

**Presión.** Fuerza que ejerce un gas, un líquido o un sólido sobre una superficie.

**Proporción.** Relación de correspondencia entre las partes y el todo, o entre varias cosas relacionadas entre sí, en cuanto a tamaño, cantidad, dureza, etc.

**Radiación.** Emisión de energía o de partículas que producen algunos cuerpos y que se propaga a través del espacio.

**Reignición.** Ocurre cuando el calor remanente que emite una reacción que fue previamente sofocada, llega a ser suficiente como para reactivar la reacción química.

**Sulfato.** Sal formada por combinación del ácido sulfúrico y una base; se obtiene al hacer reaccionar el ácido sulfúrico con los metales, sus hidróxidos y carbonatos o al oxidar un sulfuro.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arator. (30 de enero de 2017). *Sistemas fijos de extinción*. Obtenido de <http://www.aratorcontraincendios.com/sistemas-fijos-de-extincion/>
- Bayón, R. (2008). *La protección contra incendios en la construcción*. Barcelo, España: Editores técnicos asociados.
- Bósquez, F. M. (2015). *Diseño d un sistema contra incendios en base a la normativa NFPA para la empres metalurgica ecuatoriana ADELCA S.A.* Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2694/1/85T00253.pdf>
- Carazo, M. (16 de octubre de 2013). Conocimiento del fuego y manejo de extintores. Cataluña, España.
- Cortés, J. (2007). *Seguridad e higiene del trabajo*. Madrid, España: Tebar.
- Cuerpo de Bomberos de Costa Rica . (02 de marzo de 2016). *Unidad de investigación y prevención de incedios*. Obtenido de Estadísticas 2015: <http://www.bomberos.go.cr/wp-content/uploads/2013/06/01-Graficos-Investigados-Anual-2015.pdf>
- Dirección de Seguridad e Higiene de ASEPEYO. (12 de abril de 2011). *Guía para la selección, instalación, uso y mantenimiento de extintores de incendios*. Obtenido de [http://www2.asepeyo.es/apr/apr0301.nsf/BIBWV01\\_CT/283F6DB555472E6CC125723600469CEF?OpenDocument&&TipoMenu=N&NIVELL S=3](http://www2.asepeyo.es/apr/apr0301.nsf/BIBWV01_CT/283F6DB555472E6CC125723600469CEF?OpenDocument&&TipoMenu=N&NIVELL S=3)
- DirectExtintor. (25 de mayo de 2012). *Clasificación de los sistemas de protección contra incendios*. Obtenido de Noticias sobre el mundo del

extintor : <https://www.directextintor.es/blog/clasificacion-de-los-sistemas-de-proteccion-contra-incendios/>

EIVAR. (10 de diciembre de 2016). *Detección de incendios*. Obtenido de <http://www.eivar.com/productos-para-proteccion-contra-incendios/deteccion-de-incendios/>

Esparza, F. (12 de marzo de 2012). *El fuego o combustión*. Obtenido de Bomberos de Navarra: [http://www.bomberosdenavarra.com/documentos/ficheros\\_documentos/fuego.pdf](http://www.bomberosdenavarra.com/documentos/ficheros_documentos/fuego.pdf)

expower. (12 de julio de 2017). *Extintores de incendios de dióxido de carbono*. Obtenido de [www.expower.es/extintores-dioxido-carbono.htm](http://www.expower.es/extintores-dioxido-carbono.htm)

Fábrica de extintores América. (26 de enero de 2016). *Conceptos básicos sobre extintores*. Obtenido de <http://www.fabricaextintoresamerica.com/conceptos.php>

Fenienergía. (1 de julio de 2016). *Detección de incendios*. Obtenido de <http://aetgestoriaenergetica.es.tl/DETECCION-DE-INCENDIOS.htm>

Garrido , M. (2014). *Planes de autoprotección*. Madrid, España: Paraninfo.

H. Congreso Nacional . (2004). *Ley de prevención y control de la contaminación ambiental*. Quito: Constitución Política del Ecuador.

Hermandad de bomberos. (08 de febrero de 2014). *Prevención de incendios*.

Llaneza, J. (2009). *Formación superior en prevención de riesgos laborales*. Madrid, España: Lex Nova.

Mangocio, J. (2008). *Higiene y seguridad en el trabajo*. Madrid, España: Libri Mundi.

Ministerio de Bienestar Social. (2009). *Ley de defensa contra incendios*. Quito: Registro oficial.

Ministerio de inclusión económica y social . (2009). *Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios*. Quito: Registro Oficial.

National Fire Protection Association. (2007). *NFPA 10*. USA: NFPA.

NFPA Journal Latinoamericano. (2017). *Documentación y estadísticas de incendios*. Obtenido de <http://www.nfpajla.org/es/columnas/punto-de-vista/376-documentacion-y-estadisticas-de-incendios>

- NTE INEN 739. (1987). *Extintores portátiles, inspección, mantenimiento y recarga*. Quito: INEN.
- Rice, W. (2010). *Los incendios*. Huntington Beach: TEacher created materials.
- RTE INEN 006:2001. (2001). *Extintores portátiles para la protección contra incendios*. Quito: INEN.
- Ruíz, J., & Rodríguez, J. (2004). *Agente de Emergencias/bombero/a*. Gran Canaria, España: MAD.
- Shenzhen Autosecu Technology. (26 de marzo de 2017). *Alarmas de seguridad*. Obtenido de [http://es.made-in-china.com/co\\_autosecu/product\\_Wireless-Smoke-Fire-Detector-ATS-62A-\\_hisuhosog.html](http://es.made-in-china.com/co_autosecu/product_Wireless-Smoke-Fire-Detector-ATS-62A-_hisuhosog.html)
- TEBMOR. (3 de julio de 2012). *Formación en emergencias*. Obtenido de <http://cursosememergencias.blogspot.com/2011/12/manual-de-usomanejo-de-extintores.html>
- Zuñiga , J. C. (2006). *Simulación Experimental de la Capacidad de extincion de un Extintor en un Incendio en un Recinto confinado*. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/bmfciz.95s/doc/bmfciz.95s.pdf>

# ANEXOS